

**Streszczenie rozprawy doktorskiej lek. Michała Romaniszyna pt.: „Electrophysiological assessment of the gracilis muscle, transposed during the graciloplasty procedure”**  
**(“Ocena elektrofizjologii mięśnia smukłego uda, transponowanego w trakcie zabiegu graciloplastyki”)**

## **Streszczenie**

**Cel:** Celem badania jest poznanie zjawisk elektrofizjologicznych zachodzących w transponowanym w dno miednicy częściowo izolowanym mięśniu smukłym uda, poddawanych zabiegom elektrostymulacji, przy zachowanym pierwotnym unerwieniu z gałęzi nerwu zasłonowego.

Cele szczegółowe stanowią:

- funkcjonalna i kliniczna ocena porównawcza różnych metod stymulacji transponowanego mięśnia smukłego uda, ze szczególnym uwzględnieniem porównania stymulacji stymulatorem wszczepianym w tkanki (dynamiczna graciloplastyka) ze stymulacją urządzeniem zewnętrznym - przezodbytowo lub przezskórnie (graciloplastyka adynamiczna)
- weryfikacja elektromiografii powierzchniowej jako metody oceny elektrofizjologicznej mięśni smukłych przed transpozycją (na udzie), jak i po transpozycji (wokół kanału odbytu)
- ocena elektrofizjologiczna mięśnia smukłego uda po transpozycji, stymulowanego wszczepionym stymulatorem, urządzeniem zewnętrznym przezodbytowo, przezskórnie, oraz bez stymulacji, z zachowaniem impulsacji z gałęzi nerwu zasłonowego.

**Metodyka:** W grupie 20 pacjentów, którzy zostali zakwalifikowani do zabiegu graciloplastyki powodu nietrzymania stolca, 7 pacjentów poddano zabiegowi dynamicznej graciloplastyki (DGP), natomiast u 13 pacjentów wykonano adynamiczną graciloplastykę z przezodbytową stymulacją transponowanego mięśnia (AGP). Ocenę kliniczną, funkcjonalną i jakości życia przeprowadzono 3, 6 i 12 miesięcy po zakończeniu procedur.

Z kolei u dziewięciorga pacjentów zakwalifikowanych do zabiegu graciloplastyki wykonano elektromiografię powierzchniową mięśnia smukłego przed zabiegiem. Podczas zabiegu zidentyfikowano pęczek nerwowy za pomocą stymulacji elektrycznej. Zmierzono odległość pomiędzy przyczepem bliższym a punktem wejścia nerwu w mięsień. Oba pomiary (w EMG powierzchniowej i in vivo) były porównane u każdego z pacjentów.

W kolejnym etapie badania, do analizy włączono łącznie 27 pacjentów. Grupa badana składała się z 7 pacjentów po zabiegu graciloplastyki dynamicznej, 11 pacjentów po graciloplastyce z następową stymulacją przezodbytową, 4 pacjentów po graciloplastyce ze stymulacją przezskórną, oraz 5 pacjentów po graciloplastyce bez stymulacji. We wszystkich grupach wykonano powierzchniowe badania elektromiograficzne pętli transponowanego mięśnia smukłego, zapisy u każdego chorego porównywano z zapisem znad m. smukłego pozostawionego na udzie. Ponadto każdy badany przebył ocenę rezultatów czynnościowych zabiegu, jak również anorektalne badania manometryczne.

**Wyniki:** W analizie klinicznej zaobserwowano znaczną poprawę trzymania stolca i jakości życia (FIQL) w obu grupach 12 miesięcy po zabiegu. Anorektalna manometria wykazała poprawę w zakresie podstawowego, jak i skurczowego ciśnienia, ze znacząco wyższymi ciśnieniami w grupie poddanej adynamicznej graciloplastyce (AGP).

W śródoperacyjnej weryfikacji powierzchniowej elektromiografii strefa unerwienia u badanych pacjentów znajdowała się średnio w odległości 65,5mm od przyczepu bliższego. Średnia różnica w lokalizacji stref unerwienia wyniosła  $10 \text{ mm} \pm 9,7 \text{ mm}$ , maksymalnie - 30 mm, różnica była statystycznie istotna ( $p = 0,017$ ). Śródoperacyjnie potwierdzono, że nerw wnikał w mięsień średnio 62 mm od przyczepu bliższego. Największa różnica między punktem wejścia nerwu i oszacowaną w EMG strefą unerwienia wynosiła 5 mm (średnia różnica 2,8 mm,  $p = 0.767$ ).

W badaniu elektromiograficznym wszystkich 27 pacjentów, częstotliwość potencjałów czynnościowych jednostek motorycznych mięśnia smukłego uda w położeniu in situ wynosiła średnio 64Hz, a po transpozycji i okresie stymulacji mięśnia - średnio 62Hz. Nie stwierdzono

zatem istotnych statystycznie różnic w częstotliwości potencjałów czynnościowych przed i po zabiegu w żadnej z analizowanych grup, ani też pomiędzy grupami o różnych metodach stymulacji ( $p > 0,05$ ). Stwierdzono natomiast istotną korelację między rezultatem klinicznym po zabiegu graciloplastyki, a średnią amplitudą sygnału EMG z nad transponowanego mięśnia, oraz między amplitudą sygnału EMG transponowanego mięśnia, a ciśnieniem podstawowym w kanale odbytu. W ocenie pozostałych parametrów manometrycznych nie stwierdzono istotnych zależności.

**Wnioski:** Adynamiczna graciloplastyka połączona z regularną stymulacją przezodbytową lub przezskórną może być alternatywą dla dynamicznej graciloplastyki, a tym samym pozwala uniknąć najczęstszych powikłań zabiegu, które stanowią powikłania związane z implantacją stymulatora. Pod względem elektrofizjologicznym, pomimo różnych metod stymulacji mięśnia smukłego (wszczepiany stymulator, stymulacja przezodbytowa, stymulacja przezskórna), przy próbie skurczu dowolnego charakterystyka jednostek motorycznych pod względem częstotliwości impulsacji z alfa-motoneuronu nie zmieniła się w stosunku do stanu sprzed zabiegu (bądź też w porównaniu do mięśnia pozostawionego in situ) i jest podobna do parametrów u pacjentów w grupie kontrolnej, stąd wniosek, że alfa-motoneuron nie ulega żadnym modyfikacjom pod wpływem stymulacji elektrycznej efektora czy też włókien eferentnych i zachowuje swoją pierwotną częstotliwość. Dodatkowo, zastosowana w trakcie niniejszego badania elektromiografia powierzchniowa okazała się być bezpieczną, wiarygodną i precyzyjną metodą oceny elektrofizjologicznej mięśnia smukłego uda, dzięki czemu, oprócz zastosowania do celów badawczych, może być metodą rutynowo stosowaną w przed i pooperacyjnej ocenie mięśnia smukłego uda, w specjalistycznych ośrodkach przeprowadzających zabiegi graciloplastyki z powodu nietrzymania stolca.

**Słowa kluczowe:** nietrzymanie stolca, elektrostymulacja, mięsień smukły, powierzchniowa elektromiografia, dynamiczna graciloplastyka

## Summary

**Purpose:** The aim of the study is to research the electrophysiological phenomena occurring in the transposed gracilis muscle, subjected to electrical stimulation treatments, with preserved original innervation from the branches of the obturator nerve.

Specific objectives include:

- Functional and clinical comparative assessment of various methods of stimulation of the transposed gracilis muscle thighs, with particular emphasis on the comparison of stimulation stimulator implanted in tissue (dynamic graciloplastyka) with stimulation of the external device - przezodbytwo or transdermally (graciloplastyka Adynamic)
- verification of surface electromyography as a method of assessing electrophysiological muscle slender prior to the transposition (on the thigh) and the transposition (around the anus)
- electrophysiological assessment gracilis muscle thigh after transposition, stimulated implanted stimulator, an external device przezodbytwo, transdermal, and without stimulation, maintaining impulsation branch of the obturator nerve.

**Methods:** In a group of 20 patients, who were qualified for graciloplasty procedure due to end-stage fecal incontinence. 7 patients underwent dynamic graciloplasty (DGP), whereas 13 patients were treated with adynamic graciloplasty, with transanal stimulation in the postoperative period (AGP). Clinical, functional and quality of life assessments were performed 3, 6 and 12 months after the procedures.

Nine of the graciloplasty patients underwent sEMG on both gracilis muscle before their operations. During surgery the nerve bundle was identified by means of electrical stimulation. The distance between the proximal attachment and the nerve entry point into the muscle's body was measured. Both measurements (sEMG and in vivo identification) were compared for each subject.

In the next phase of the study, a total of 27 patients were included in the analysis. The study group consisted of 7 patients after dynamic graciloplasty, 11 patients after graciloplasty followed by transrectal stimulation, 4 patients after graciloplasty with transcutaneous stimulation, and 5 patients after graciloplasty without any stimulation. All patients had a surface electromyographic examination of the transposed gracilis muscle performed, the signal for each patient was compared to the signal acquired from a non-transposed gracilis in the same patient. In addition, each subject underwent a clinical operation results assessment, as well as an anorectal manometry examination.

**Results:** In the clinical analysis here was a significant improvement of Fecal Incontinence Quality of Life (FIQL) and Fecal Incontinence Severity (FISI) scores in both groups 12 months after procedure. Anorectal manometry showed improvement regarding basal and squeeze pressures in both groups, with significantly better squeeze pressures in AGP group.

In intraoperative verification of the surface electromyography the innervation zone was located on average 65,5mm from the proximal attachment. The mean difference in location of the innervation zones in each individual was 10 mm  $\pm$  9,7 mm, maximal – 30 mm, the difference being statistically significant ( $p=0,017$ ). It was intraoperatively confirmed, that the nerve entered the muscle an average of 62 mm from the proximal attachment. The largest difference between the EMG IZ estimation and nerve bundle entry point was 5 mm (mean difference 2,8 mm,  $p=0,767$ ).

In the electromyographic examination of all 27 patients, the mean frequency of motor units action potentials of the gracilis muscle in the thigh was 64Hz, and in the muscle after transposition and stimulation period mean frequency was 62 Hz. There was no statistically significant difference in the frequency of action potentials before and after treatment in any of the analyzed groups, or between groups with different methods of stimulation ( $p> 0.05$ ). We found a significant correlation between the clinical outcome of the procedure, and the average amplitude of the EMG signal from the transposed muscle, as well as between the amplitude of the EMG signal and the basal pressure in the anal canal in manometric examination. There were no significant correlations in the remaining manometric parameters.

**Conclusions:** Adynamic graciloplasty combined with a regular transanal or transcutaneous stimulation may be an alternative to the dynamic graciloplasty allowing to avoid the most common

complications of the procedure, which are complications associated with the implantation of the pacemaker. In terms of electrophysiology, despite the different methods of stimulation of the gracilis muscle (implantable pacemaker, transanal stimulation, stimulation transcutaneous), during the voluntary contraction the characteristics of the motor units in terms of the frequency of alpha-motor neurons' impulsation did not change, compared to the situation before surgery (or compared to the muscle left in situ), and is similar to the parameters of patients in the control group, hence the conclusion that alpha-motor neuron does not undergo any modifications under the influence of electrical stimulation of the effector or efferent fibers and retains its original frequency. In addition, surface electromyography used in this study, proved to be a safe, reliable and precise method for evaluating electrophysiological gracilis muscle thighs, so that, in addition to use for research purposes, it may be a method routinely used in the pre- and postoperative assessment of the gracilis muscle succeed in specialist centers carrying out treatments graciloplastyki because of fecal incontinence.

**Keywords:** fecal incontinence; electrical stimulation; gracilis muscle; surface electromyography; dynamic graciloplasty;