

*JAN NAMYSŁ, KRYSZYNA GARSTKA-NAMYSŁ

Zespół ogona końskiego, rehabilitacja po porażeniach zwieraczy odbytu

Cauda equina syndrome – rehabilitation after anal sphincter paralysis

INNOMED – A Centre for the Treatment of Paresis in Poznań

Streszczenie

Porażenie zwieraczy odbytu lub pęcherza w wyniku zespołu ogona końskiego lub urazu rdzenia kręgowego powoduje znaczne pogorszenie jakości życia dotkniętych tym stanem chorych.

O ile chirurgiczne odbarczenie ucisków na nerwy realizowane jest w trybie pilnym, to specjalistyczna, kierunkowa rehabilitacja, konieczna dla stworzenia warunków do poprawy kontroli nad czynnością zwieraczy, jest wdrażana nie tylko ze znacznym opóźnieniem, ale w większości przypadków wcale, pozostawiając chorych z przekonaniem, że nie ma dla nich pomocy. Tym przekonaniom przeczą nie tylko randomizowane badania naukowe, ale również poprawa kontroli nad czynnością zwieraczy uzyskiwana przez chorych z porażeniem mięśni miednicy w wyniku zespołu ogona końskiego, dzięki zabiegom elektrostymulacji i ćwiczeniom EMG-biofeedback, poprzedzonym badaniem elektromiograficznym z dwukanałową elektrodą doodbytniczą. Terapia jest realizowana w warunkach domowych, po przeszkoleniu w gabinecie, a jej postępy monitorowane w czasie okresowych badań EMG, których wyniki stanowią podstawę dla korekty parametrów stymulacji, stosownie do postępów w zakresie reinerwacji i świadomej kontroli napięcia zwieraczy.

Summary

Paralysis of the anal sphincters or the bladder due to cauda equina syndrome or spinal cord injury significantly reduces the quality of life of the affected patients.

Although surgical decompression to relieve pressure on the nerves is an urgent procedure, specialised, targeted rehabilitation to create conditions for improving control over sphincter function is either significantly delayed or even avoided in most cases, leaving these patients convinced that their problem cannot be resolved. However, these beliefs are contradicted not only by randomised trials, but also by the improved sphincter control achieved in patients with pelvic paralysis secondary to cauda equina syndrome, which is made possible by electrostimulation and EMG biofeedback exercises preceded by electromyography with a two-channel rectal electrode. The therapy is conducted in a home setting, after an in-office training, and its progress is monitored by periodic EMG, which provides the basis for adjusting stimulation parameters to the progress in reinnervation and voluntary control of sphincter tone.

WPROWADZENIE

Porażenie zwieraczy odbytu i/lub pozostałych mięśni biorących udział w zapewnieniu kontynencji, w wyniku uszkodzenia nerwów ogona końskiego, występuje z reguły w związku z podnoszeniem ciężaru w czasie skłonu, gwałtownego ruchu lub urazu okolicy lędźwiowej (1, 2). Najczęstszym poziomem występowania wypadnięcia dysku, sekwestracji

INTRODUCTION

Paralysis of the anal sphincters and/or other muscles involved in ensuring continence as a result of damage to the cauda equina nerves usually occurs due to weight lifting in a bent position, sudden movement or trauma to the lumbar region (1, 2). L4/5, followed by L3/L4, L5/S1 are the most common levels of disc prolapse, sequestration or hernia (3). Much

Słowa kluczowe

porażenie zwieraczy odbytu, zespół ogona końskiego, uraz kręgosłupa, elektromiografia, rehabilitacja

Keywords

anal sphincter paralysis, cauda equina syndrome, spinal injury, electromyography, rehabilitation

lub przepukliny jest L4/5, następnie L3/L4, L5/S1 (3). Znacznie rzadziej notowane przyczyny to krwiak nadtwardówkowy, infekcje, nowotwory pierwotne i przerzutowe, znieczulenie podpajęczynówkowe (4), zaparcia (5) lub, jak opisano w niniejszym artykule, rezultat nieudanych manipulacji chiropraktycznych u osoby z istniejącymi wcześniej zmianami zwyrodnieniowymi i bólami kręgosłupa. Porażenie nerwów ogona końskiego może powodować różnorodne objawy, zależnie od lokalizacji i stopnia uszkodzenia, czasu, jaki upłynął od zdarzenia do interwencji chirurgicznego odbarczenia nerwów, zakresu i sposobu udzielonej pomocy.

Spowodowane uszkodzeniem zaburzenia przewodnictwa nerwów sterujących czynnością mięśni dna miednicy mogą dotyczyć zarówno nerwów układu somatycznego, jak i autonomicznego. Dla prawidłowego, zgodnego z wolą i fizjologią opróżniania jelit, ważna jest sprawność nerwów należących do obu układów. Ponieważ ilość kombinacji uszkodzeń i rodzajów udzielonej pomocy jest znaczna, stąd duża różnorodność i stopień nasilenia objawów u różnych chorych. Należą do nich m.in.: zanik naturalnych odruchów spowodowany zaburzeniami czucia, zaburzenie czynności bioelektrycznej odpowiedzialnych za perystaltykę mięśni gładkich odbytnicy i zaleganie mas kałowych, porażenie mięśni poprzecznie prążkowanych tworzących mechanizm zwieraczowy i utrata świadomej kontroli nad czynnością zwieraczy, niekontrolowane oddawanie gazów, niemożność utrzymania stolca płynnego, odczucie niepełnego wypróżnienia i stałej wilgoci w odbycie, swędzenie i pieczenie w okolicy odbytu. Towarzyszy im często zespół zaburzeń mikcji określane jako pęcherz neurogeny, objawiający się arefleksją lub atonią wypieracza moczu, zatrzymaniem moczu, jego zaleganiem w pęcherzu, utratą kontroli nad napięciem zwieraczy pęcherza, powodującą niekontrolowany wyciek moczu lub konieczność cewnikowania.

Ciężka rwa kulszowa i „objawy czerwonej flagi”, takie jak zatrzymanie moczu, zaburzenia czucia w kroczu, trudności z oddaniem stolca itd., mogą być rezultatem wielu chorób i powinny być jak najszybciej diagnozowane na oddziale ratunkowym z łatwym dostępem do Oddziału Chirurgii Kręgosłupa (6). Istotnym wskaźnikiem zajęcia zwieraczy jest brak odruchu powierzchownego odbytu i odruchu opuszkowo-jamistego, utrata lub upośledzenie czucia krocza, luźny zwieracz odbytu. Ogromne znaczenie dla ograniczenia negatywnych skutków wypadnięcia dysku ma szybka diagnostyka obrazowa, ponieważ delikatne, niezmielinizowane włókna przedzwojowe ogona końskiego w linii środkowej i w jej pobliżu oraz nerwy krzyżowe są o wiele bardziej podatne na działanie kompresji niż nerwy ruchowe. Kliniczne cechy osłabienia motorycznego i upośledzenia czucia w kończynach dolnych zależą od stopnia ucisku krążka międzykręgowego na nerwy ruchowe i szybkie ich odbarczenie, minimalizuje uszkodzenia nerwów ruchowych. Stąd objawy porażenia kończyn dolnych o wiele łatwiej poddają się procesowi rehabilitacji i ustępują szybciej niż objawy porażenia zwieraczy (7).

W wyniku porażenia zwieraczy odbytu chorzy mają w znacznym stopniu upośledzone odczucie stopnia

less frequently reported causes include epidural hematoma, infections, primary and metastatic tumours, spinal anaesthesia (4), constipation (5) or, as described in this paper, failed chiropractic manipulations in a person with pre-existing spinal degeneration and pain. Cauda equina nerve paralysis can give rise to a variety of symptoms, depending on the location and degree of damage, the time from the event to surgical nerve decompression, as well as treatment extent and method.

Disturbed conduction of both somatic and autonomic nerves controlling the activity of pelvic floor muscles following injury may occur. The efficiency of both these groups of nerves is important for the proper, voluntary and physiological bowel emptying. Due to the high number of combinations of damage and types of treatment provided, there is a large variety and severity of symptoms in different patients. These include e.g. loss of natural reflexes due to sensory impairment, disturbed bioelectrical activity responsible for smooth rectal muscle peristalsis and retention of faecal masses, paralysis of striated muscles forming the sphincter mechanism and loss of voluntary control over sphincter activity, gas and liquid stool incontinence, feeling of incomplete bowel emptying and persistent moisture in the anus, perianal itching and burning sensation. They are often accompanied by neurogenic bladder known as neurogenic lower urinary tract dysfunction, manifested by detrusor areflexia or atony, urinary retention, urinary retention in the bladder, and loss of control over bladder sphincter tone, causing urinary incontinence or the need for catheterisation.

Severe sciatica and “red flag symptoms” such as urinary retention, perineal sensory disturbances, difficulty passing stools, etc., can be the manifestation of many different diseases and should be diagnosed as soon as possible in an emergency department with easy access to Spinal Surgery Unit (6). The lack of perineal reflex and the bulbocavernosus reflex, absent or impaired perineal sensation, and loose anal sphincter are important indicators of sphincter involvement. Rapid imaging diagnosis is of great importance in reducing the negative effects of disc prolapse, as the delicate, unmyelinated preganglionic fibres of cauda equina in and around the midline and the sacral nerves are much more susceptible to compression than motor nerves. The clinical features of motor weakness and sensory impairment in the lower limbs depend on the degree of compression of the intervertebral disc on the motor nerves, and their damage may be minimised by rapid decompression. Hence, the manifestations of lower limb paralysis are much easier to rehabilitate and resolve faster than the symptoms of sphincter paralysis (7).

Patients with anal sphincter paralysis have a severely impaired sense of bowel filling or do not feel the need to use the toilet in the way they did before the paralysis occurred. Urine is drained through a Foley catheter or

wypełnienia jelit lub nie odczuwają potrzeby skorzystania z toalety w sposób, w jaki odczuwali ją przed wystąpieniem porażenia. Opróżnianie pęcherza odbywa się poprzez cewnik Foleya lub przerywane cewnikowanie (ang. *clean intermittent catheterisation* – CIC). Niezbędne jest korzystanie z wkładek higienicznych lub pieluchomajtek. Opróżnianie jelit staje się możliwe jedynie w wyniku zwiększania udziału tłoczni brzusznej, co wiąże się z dużym ryzykiem wtórnych uszkodzeń nerwów obwodowych, stosowania środków poślizgowych, enemy lub manipulacji manualnych. Metody te są bardzo uciążliwe i znacznie obniżają jakość życia. Szczególnie szkodliwe jest używanie tłoczni brzusznej, które może powodować działania uboczne i powikłania, do których należą: rozciąganie mięśni i wtórne uszkodzenia aksonów nerwów ruchowych skutkujące dalszym osłabieniem zdolności skurczowej, nasilenie choroby hemoroidalnej oraz dyskoordynacja czynności mięśni gładkich jelit odpowiedzialnych za perystaltykę, mięśnia łonowo-odbytniczego i zwieraczy. W warunkach prawidłowych, wzrost ciśnienia śródbrzusznego powoduje odruchową reakcję zwiększenia napięcia zwieraczy. Stosowanie tłoczni brzusznej, aby zainicjować i kontynuować defekację, prowadzi do dyssynergii mechanizmów perystaltyki i utrzymania zawartości jelita.

Zwieracz zewnętrzny i ściany kanału odbytu są unerwione nerwami odbytniczymi dolnymi, wchodzącymi w skład podlegającego świadomej kontroli, somatycznego nerwu sromowego o budowie mieszanej. Nerw sromowy zawiera zarówno nerwy ruchowe, jak i czuciowe, z poziomu S2-S4, oraz włókna współczulne i przywspółczulne pochodzące z gałęzi brzusznych nerwów rdzeniowych. Mięśnie poprzecznie prążkowane, skóra i narządy dna miednicy są unerwione czuciowo przez gałęzie spłotu krzyżowego (8). Mięśnie gładkie i gruczoły unerwia część miedniczna układu autonomicznego: gałęzie miedniczne pnia współczulnego, przywspółczulne, miedniczne nerwy trzewne oraz spłot podbrzusny dolny (9).

Aktywność skurczowa zwieracza zewnętrznego odbytu jest ściśle powiązana z aktywnością sąsiadujących grup mięśni dźwigaczy odbytu oraz mięśnia łonowo-odbytniczego, unerwionych przez nerw sromowy i guziczny oraz aktywnością mięśni gładkich jelit. Koordynacją aktywności mięśni sterują zespoły licznych interneuronów integrujących działanie neuronów (10). Część interneuronów znajduje się w mózgu i rdzeniu kręgowym, a inne w zwojach autonomicznych. W kontrolowaniu odruchów miejscowych ważne są również interneurony odjelitowe (ang. *intestino-fugal neurons*), których ciała komórkowe położone są w splocie Auerbacha (11). Spłot ten tworzy sieć połączeń tysięcy rozmieszczonych w mięśniówce zwojów, rozciągającą się od górnego przełyku, aż do wewnętrznego zwieracza odbytu (12). Złożona budowa układu nerwowego sterującego czynnością mięśni dna miednicy oraz wzajemne współzależności powodują, że nawet częściowe uszkodzenie nerwów układu somatycznego lub autonomicznego znacząco zaburza funkcjonowanie mechanizmu nerwowo-mięśniowego odpowiedzialnego za kontynencję i prawidłowe opróżnianie jelit. Jego usprawnienie wymaga kwalifikowanej rehabilitacji.

clean intermittent catheterisation (CIC). Panty liners or incontinent briefs are needed. Emptying the intestines becomes possible only after increasing the involvement of the abdominal press, which is associated with a high risk of secondary damage to the peripheral nerves, the use of lubricants, enemas or manual evacuation. These methods are however highly problematic and significantly reduce the quality of life. The use of abdominal press is particularly harmful, as it can give rise to adverse effects and complications, such as stretching of the muscles and secondary damage to motor nerve axons, resulting in further weakening of the contractile capacity, worsening of haemorrhoidal disease and discoordination of intestinal smooth muscles responsible for peristalsis, the puborectalis muscle and sphincters.

Under normal conditions, the sphincter tone increases in response to increased intra-abdominal pressure. The use of abdominal press to initiate and maintain bowel movement leads to a dyssynergia of the mechanisms underlying peristalsis and faecal continence.

The external anal sphincter (EAS) and the walls of the anal canal are innervated by the inferior rectal nerves, which are part of the voluntarily controlled mixed somatic pudendal nerve. The pudendal nerve consists of motor and sensory nerves S2-S4 as well as the sympathetic and parasympathetic fibres arising from the ventral branches of the spinal nerves. The striated muscles, skin and organs are sensorially innervated by the branches of the sacral plexus (8). Smooth muscles and glands are innervated by the pelvic autonomic system: pelvic branches of the sympathetic trunk, pelvic parasympathetic visceral nerves and the inferior hypogastric plexus (9).

The contractile activity of EAS is closely related to the activity of the neighbouring groups of levator ani muscles and the puborectalis muscle innervated by the pudendal and coccygeal nerves, as well as the activity of smooth bowel muscles. The coordination of this muscle activity is controlled by complexes of multiple interneurons that integrate the activity of neurons (10). Some of them are found in the brain and spinal cord, while other are located in the autonomic ganglia. The intestino-fugal neurons, whose cellular bodies are located in the Auerbach's plexus, are also important in controlling local reflexes (11). This plexus creates a network of connections of thousands of ganglia located in the muscle, extending from the upper oesophagus to the internal anal sphincter (IAS) (12). Due to the complex structure of the nervous system controlling the activity of the pelvic floor muscles and the intercorrelations, even partial damage to somatic or autonomic nerves significantly disturbs the neuromuscular function responsible for continence and proper bowel movement. Qualified rehabilitation is needed in order to restore this function.

METODY REHABILITACJI W PORAŻENIACH ZWIERACZY

Oprócz stosowania metod farmakologicznych, diety i innych działań ułatwiających opróżnianie jelit niezbędne jest wdrożenie postępowania rehabilitacyjnego, z wykorzystaniem zarówno zabiegów elektrostymulacji, jak i ćwiczeń biofeedback. Obie metody są znane i stosowane od lat w rehabilitacji chorych z zaburzeniami kontroli nad czynnością mięśni, jak również w leczeniu inkontynencji. Ich pozytywną rolę potwierdzono w licznych, randomizowanych badaniach klinicznych (13-17). W terapii chorych z neurogennymi zaburzeniami czynności mięśni powinny być stosowane obie metody, ponieważ każda z nich ma swoje wskazania i ograniczenia. Elektrostymulacja jest jedyną metodą dostarczającą układowi nerwowemu stabilnych napięć, służy procesom reinerwacji i normalizacji bioelektrycznej aktywności mięśni i jest niezbędna we wszystkich uwarunkowanych neurogennie zaburzeniach czynności mięśni. Jej parametry, do których zalicza się głównie: częstotliwość impulsów w hercach (Hz), czas trwania impulsu w mikrosekundach (μ s), natężenie prądu w miliamperach (mA), czas zabiegu w minutach, czas trwania skurczu i przerwy na relaksację (w sekundach), powinny być kształtowane w oparciu o wyniki elektromiografii zwieraczy z dwukanałową elektrodą doodbytniczą. Bez badania EMG realizowanego w trybie dynamicznym, w pozycji pościelonej, leżącej, przed zabiegiem i po zabiegu stymulacji zwieraczy lub przed ćwiczeniami i po ćwiczeniach biofeedback, określenie zdolności do świadomej kontroli napięcia zwieraczy i ustalenie właściwych parametrów elektrostymulacji jest niemożliwe. Badanie latencji nerwu sromowego elektrodą św. Marka lub szczegółowe określenie lokalizacji porażonych jednostek ruchowych w badaniu z wielokanałową elektrodą EMG, o ile dostarcza obiektywnych danych do badań naukowych, nie wnosi informacji potrzebnych dla kształtowania postępowania rehabilitacyjnego. Ćwiczenia biofeedback są realizowane również z elektrodą doodbytniczą i służą reedukacji nerwowo-mięśniowej oraz wzmacnianiu ośrodkowej kontroli napięcia. Wizualizacja napięcia mięśni, których bioelektryczna aktywność jest regulowana generalnie poza kontrolą świadomą, stanowi nieocenione narzędzie w terapii zaburzeń kontroli napięcia mięśniowego. EMG-biofeedback stosujemy głównie ambulatoryjnie, w czasie wizyt, w celu ujawnienia aktualnej zdolności do kontrolowania napięcia oraz uczenia pacjentów koncentracji na napinaniu zwieraczy, bez szkodliwych kokontrakcji mięśni pośladkowych, brzucha lub przywodzicieli ud. Chorzy, u których zakres uszkodzeń nerwów oraz interneuronalnych mechanizmów regulacji i dystrybucji napięcia spowodował niezdolność do utrzymania stabilnego napięcia w czasie skurczu, niemożność relaksacji powysiłkowej lub dyskoordynację, powinni korzystać zarówno z codziennych zabiegów elektrostymulacji, jak również terapii biofeedback. Obie terapie mogą z powodzeniem stosować w warunkach domowych, po solidnym przeszkoleniu w gabinecie. O ile zabiegi elektrostymulacji można (i koniecznie należy) wdrażać u chorych z całkowitą lub znaczną utratą kontroli nad napięciem mięśni, to warunkiem podstawowym do wdrożenia samodzielnych ćwiczeń

REHABILITATION APPROACHES FOR SPHINCTERIC PARALYSIS

In addition to pharmacotherapy, diet and other interventions to facilitate bowel movements, rehabilitation using both electrostimulation and biofeedback exercises is also needed. Both methods have been known and used for years in patients with impaired muscle function control and incontinence. Their positive role has been confirmed in many randomised clinical trials (13-17). Since each of these approaches has its own indications and limitations, both methods should be used in patients with neurogenic muscle dysfunction. Electrostimulation is the only method to provide the nervous system with stable tensions, is used in the processes of reinnervation and normalisation of the bioelectrical activity of the muscles, and is essential in all neurogenic muscle dysfunctions. Its parameters, which mainly include pulse frequency (Hz), pulse duration (μ s), current intensity (mA), session time (minutes), duration of contraction and relaxation breaks (seconds), should be shaped based on the results of sphincter EMG using a two-channel rectal electrode. It is impossible to assess the ability to voluntarily control sphincter tone and identify appropriate electrostimulation parameters without dynamic EMG performed in the semi-recumbent, lying position, before and after the sphincter stimulation or before and after biofeedback exercise. Assessing pudendal nerve latency with St. Mark's electrode or accurate location of the affected motor units in multichannel EMG, provided that it delivers objective data for scientific research, does not provide the information needed for the rehabilitation process. Biofeedback exercises also use a rectal electrode for neuromuscular re-education and enhancement of central tone control. Visualization of muscle tone, the bioelectric activity of which is generally modulated without voluntary control, is an invaluable tool in the treatment of impaired muscle tone control. Biofeedback is mainly used on an outpatient basis, during medical appointments to assess the current ability to control muscle tone and teach patients how to focus on tensing the sphincters, without harmful co-contraction of the gluteal muscles, abdomen or femoral adductors. Patients in whom the extent of nerve damage and interneuronal tone regulation and distribution mechanisms have resulted in an inability to maintain stable muscle tone on contraction, inability to perform post-exercise relaxation or discoordination should use both daily electrostimulation sessions and biofeedback therapy. Both therapies can be successfully used at home, after thorough training in the doctor's office. While electrostimulation sessions can (and must) be implemented in patients with complete or severe loss of control over muscle activity, the ability to generate at least 5-8 microvolts and mental fitness to operate the device are the basic conditions for home-based biofeedback exercises. Palpation used by some physiotherapists to stimu-

biofeedback jest uzyskanie zdolności do generowania napięcia o wartości przynajmniej 5-8 mikrovoltów oraz mentalna zdolność do obsługi urządzenia. Uprawiane przez niektórych fizjoterapeutów palpacyjne pobudzanie zwieraczy u osób, u których zdolność do generowania napięcia ujawniona w badaniu EMG nie wykracza poza 2-3 mikrovolt, jest bezcelowe. Tak niskie napięcie skurczowe nie motywuje organizmu do wzmacniania mięśni. Ani dotyk, ani samodzielne próby napinania mięśni porażonych wiotko nie dostarczają pobudzeń elektrycznych o parametrach zdolnych pobudzić do skurczu mięśnie odnerwione. Umożliwiają to wyłącznie zabiegi elektrostymulacji.

Regularne, długotrwałe (wiele miesięcy), prawidłowe stosowanie zabiegów stymulacji i ćwiczeń biofeedback umożliwia regenerację uszkodzonego układu nerwowego i odbudowę ośrodkowej kontroli nad czynnością mięśni w stopniu o wiele większym, niż się powszechnie sądzi. Możliwość regeneracji dotyczy nie tylko nerwów somatycznych, ale o czym wspomina się niezmiernie rzadko, również nerwów autonomicznego układu nerwowego. To, że zwieracz wewnętrzny nie podlega kontroli świadomej, nie oznacza, że nie reaguje na zabiegi stymulacji. Elektrostymulacja wspiera procesy reinerwacji w przypadku uszkodzeń nerwów obwodowych (18), jakie występują w wyniku ciąży i porodów, episiotomii, urazów mięśni spowodowanych dźwiganiem, jatrogennych skutków operacji narządów miednicy lub radioterapii, jak również po urazach rdzenia kręgowego (19). Ze względu na liczony w miesiącach, a czasami w latach czas potrzebny dla uruchomienia reinerwacji i odbudowy połączeń synaptycznych biorących udział w kontrolowaniu napięcia wielu zaangażowanych do zapewnienia kontynencji mięśni, niezbędne jest stosowanie zabiegów w warunkach domowych. Nie tylko w odniesieniu do porażonych mięśni, ale również wzdłuż szlaków nerwowych sterujących ich czynnością, zapewniając obu rodzajom tkanek „dostawę prądu”, niezbędne dla podtrzymania ich procesów życiowych. Ten rodzaj stymulacji powoduje poprawę ukrwienia w obszarze objętym jej działaniem, zwiększa syntezę czynników wzrostowych (NGF, VEGF) i neurotrofin (BDNF, CNTF) oraz szanse przeżycia oligodendrocytów i komórek Schwanna, może aktywować ich komórki prekursorowe i umożliwiać regenerację mieliny (20). Ponadto, stymulacja zwiększa przetrwanie i różnicowanie się oligodendrocytów, zatrzymuje procesy degeneracyjne mieliny i aktywność markerów kojarzonych z apoptozą (21). Poglądy, że stymulacja elektryczna jest bezużyteczna w przypadku pacjentów po urazach rdzenia i może zaburzać ewentualną reinerwację, są nieaktualne i zgodnie ze współczesną wiedzą należy odłożyć je do lamusa (22), a pacjentów informować o potrzebie stosowania stymulacji.

OPISY PRZYPADKÓW

Wielkopolskie Centrum Terapii Niedowładów INNOMED w Poznaniu od ponad 20 lat specjalizuje się w udzielaniu pomocy chorym z neurogennymi przyczynami zaburzeń czynności mięśni. W odniesieniu do osób z niewydolnością zwieraczy pęcherza lub odbytu, z terapii najczęściej korzystają kobiety, które doznały poporodowych uszkodzeń

late sphincters in patients whose ability to generate muscle tone does not exceed 2-3 microvolts, as confirmed in EMG, is pointless. Such low contraction activity does not motivate the body to strengthen the muscles. Neither touch nor independent attempts to tighten the muscles affected by the flaccid paralysis provide electrical stimulation with parameters that could stimulate contraction of the denervated muscles. This can be achieved only with electrostimulation.

Regular, long-term (many months), correctly performed stimulation sessions and biofeedback exercises enable regeneration of the damaged nervous system and restoration of central control over muscle activity to a much greater extent than commonly believed. Not only somatic nerves, but, as extremely rarely reported, also autonomic nerves can be regenerated. The fact that the internal anal sphincter is not controlled voluntarily does not mean that it will not respond to stimulation. Electrostimulation supports the processes of reinnervation in peripheral nerve injuries (18) as a result of pregnancy and childbirth, episiotomy, muscle injuries caused by lifting, iatrogenic effects of pelvic surgery or radiotherapy, as well as after spinal cord injuries (19). Due to the long time (months to years) needed to initiate reinnervation and reconstruction of synaptic connections involved in controlling the tone of multiple muscles ensuring continence, the therapy is home-based. This not only applies to the affected muscles, but also to neural pathways that control their activity, providing both types of tissues with “electricity supply” necessary to maintain their vital processes. This type of stimulation improves blood supply in the treated area, increases the synthesis of growth factors (NGF, VEGF) and neurotrophins (BDNF, CNTF) and the chances of survival of oligodendrocytes and Schwann cells, as well as it may activate their precursor cells and enable myelin regeneration (20). Furthermore, stimulation increases survival and differentiation of oligodendrocytes, inhibits myelin degeneration and the activity of apoptotic markers (21). The belief that electrical stimulation is useless in patients with spinal cord injuries and may disturb possible reinnervation is outdated and, according to current knowledge, should be put aside (22), and patients should be informed about the need for this treatment approach.

CASE REPORTS

INNOMED – The Centre for the Treatment of Paresis in Poznań has been specializing in the treatment of patients with neurogenic muscle dysfunction for over 20 years. Among patients with bladder or anal sphincter insufficiency, the therapy is most often used by women with postpartum sphincter damage as a result of episiotomy or perineal rupture, as well as both male and female patients (including children) with urinary or faecal incontinence, detrusor areflexia or atony, and chronic constipation with no indications for surgery and lack of improvement despite pharmacotherapy. Patients

zwieraczy w wyniku episiotomii lub pęknięcia kroczka oraz osoby obu płci (w tym również dzieci) z inkontynencją moczu lub stolca, arefleksją lub atonią wypieracza i przewlekłymi zaparciami, które nie mają wskazań do zabiegów chirurgicznych i nie odczuwają poprawy mimo stosowania leków. Znacznie mniejszą grupę stanowią chorzy po uszkodzeniach rdzenia kręgowego lub nerwów obwodowych, z wadami dysraficznymi, chorobą Hirschsprunga lub po operacji z powodu atrezji odbytu. Jednak i tym osobom można pomagać skutecznie i poprawić ich jakość życia dzięki odpowiednio dobranym formom rehabilitacji. Pacjenci trafiają do gabinetu najczęściej w wyniku samodzielnych poszukiwań, ponieważ rzadko kiedy są informowani o możliwościach, jakie stwarza specjalistyczna rehabilitacja proktologiczna, która nie jest nierealizowana w ramach NFZ. Procedury, jakie stosujemy w procesie rehabilitacji, badania EMG, metodyka pracy z pacjentami oraz spersonalizowane parametry stymulacji są oparte na wnioskach z publikowanych, randomizowanych badań klinicznych, literaturze omawiającej problematykę reinerwacji i naszych wieloletnich doświadczeniach. W odniesieniu do przedstawionych poniżej przykładów efektywnej rehabilitacji chorych z całkowitym, wiotkim porażeniem zwieraczy odbytu po uszkodzeniu nerwów ogona końskiego, zastosowano badania EMG, elektrostymulację zwieraczy, stymulację funkcjonalną – nadkręgosłupową o działaniu neuroregeneracyjnym oraz ćwiczenia EMG-biofeedback. Każda z tych metod ma swoje wskazania i ograniczenia. Dopiero połączenie ich w jedną, kompleksową terapię, której ważną częścią jest również wzmacniająca motywację do działania edukacja chorego (lub jego opiekuna) i udzielane mu wsparcie emocjonalne, pozwala osiągać bardzo dobre rezultaty.

Przypadek 1

Kobieta lat 28, z zespołem ogona końskiego, zgłosiła się 8 miesięcy po neurochirurgicznej interwencji z powodu wypadnięcia dysku na wysokości L2-L3. W wyniku urazu nerwów ogona końskiego zostały porażone mięśnie kończyn dolnych oraz mięśnie dna miednicy, co spowodowało konieczność samocewnikowania oraz atonię zwieraczy odbytu, skutkującą koniecznością manualnego opróżniania odbytnicy. Dotychczasowe interwencje rehabilitacyjne w miejscu zamieszkania spowodowały, że pod wpływem rehabilitacji ruchowej czynność mięśni kończyn dolnych uległa częściowej poprawie, umożliwiając samodzielne poruszanie się. Pozostał znacznego stopnia niedowład mięśni piszczelowych i strzałkowych, skutkujący opadaniem stóp. Samodzielne ćwiczenia zwieraczy zalecone bez żadnych badań i przeszkolenia nie przyniosły żadnego rezultatu. Wręcz przeciwnie, chora nabyła silnego nawyku kompensowania czynnościowych zaburzeń zwieraczy kokontrakcją pośladków i znacznie zwiększonym udziałem tłoczni brzusznej. Wdrożenie terapii poprzedziły szczegółowy wywiad oraz badanie EMG, realizowane z dwukanałową elektrodą doodbytniczą. Wyższość tej metody nad metodami pomiaru z wykorzystaniem elektrody jednokanałowej wynika z możliwości równoczesnej wizualizacji czynności bioelektrycznej zwieracza zewnętrznego odbytu oraz zespołu dźwigaczy odbytu i mięśnia łonowo-odbytniczego,

with spinal cord or peripheral nerve injuries, dysraphism, Hirschsprung's disease or surgery due to rectal atresia are a much smaller group. However, these patients can also be effectively treated to improve their quality of life using appropriately selected forms of rehabilitation. Patients often seek help on their own, as they are rarely informed about the possibilities offered by specialist proctological rehabilitation, which is not covered by the National Health Fund. The rehabilitation approaches we use, EMG tests, methodology of working with patients and personalised stimulation parameters are based on conclusions from published, randomized clinical trials, literature on reinnervation and our many years of experience. Below we present examples of successful rehabilitation of patients with complete, flaccid paralysis of the anal sphincters following nerve damage to the cauda equina, where EMG tests, sphincter electrostimulation, neuroregenerative supraspinal functional stimulation and EMG biofeedback exercises were used. Each of these methods has its indications and limitations. Only combining these strategies into one comprehensive therapy, an important part of which is also patient (or caregiver) education and emotional support to enhance motivation to continue the therapy, allowed us for achieving excellent treatment outcomes.

Case report 1

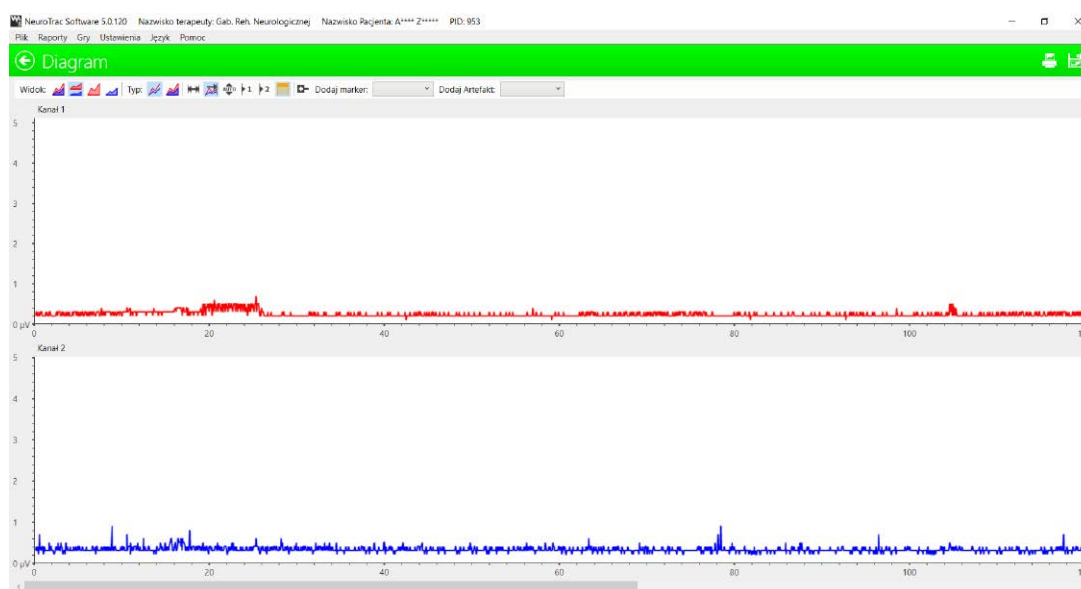
A 28-year-old woman with cauda equina syndrome reported for a visit 8 months after neurosurgical intervention due to a prolapsed L2-L3 disc. As a result of caudate nerve injury, the muscles of the lower limbs and the pelvic floor muscles were paralysed, which necessitated self-catheterisation, and anal sphincter atony, resulting in the need for manual evacuation. Previous interventions, including physical rehabilitation, in the place of residence have led to partial improvement of lower limb muscle activity, allowing for independent movement. However, there was a significant degree of tibial and peroneal paresis, resulting in foot drop. Sphincter exercises performed by the patient herself, which were prescribed without any testing or training, were ineffective. On the contrary, the patient acquired a strong habit of compensating for functional sphincter disorders with gluteal co-contraction and a significantly increased involvement of the abdominal press. The therapy was preceded by collection of a detailed medical history and EMG exam performed with a two-channel rectal electrode. The superiority of this approach over the single-channel method is associated with the possibility of simultaneous visualisation of the bioelectric activity of the external anal sphincter, the levator ani complex and the puborectalis muscle (PRM) responsible for the correct Parks' angle (anorectal angle) during bowel movement. As mentioned above, as a result of damage to the cauda equina nerves, each of these muscles may be damaged to a different extent and therefore require different electrostimulation parameters. Patients with neurogenic

odpowiedzialnych za prawidłowy kąt Parksa w czasie defekacji. Jak wspomniano powyżej, w wyniku uszkodzenia nerwów ogona końskiego każdy z wymienionych mięśni może być uszkodzony w innym stopniu i wymagać odmiennych parametrów elektrostymulacji. U chorych z zaburzeniami czynnościowymi zwieraczy na podłożu neurogenym, w obszarze zwieracza zewnętrznego występuje często przeculica, która uniemożliwia ustawienie natężenia stymulacji większego niż 4-5 mA, przy jednocześnie prawidłowej lub znacznie obniżonej wrażliwości czuciowej mięśnia łonowo-odbytniczego, reagującego dopiero na stymulacje o natężeniu 50-60 mA. Dodatkową zaletą stosowania elektrody dwukanałowej jest możliwość oceny koordynacji aktywności ZZO i mięśnia łonowo-odbytniczego oraz stosowania indywidualnej konfiguracji parametrów w ćwiczeniach EMG-biofeedback, osobno dla każdego z nich. O ile generalnie mięśnie te pracują jak zespół, to każdy z nich jest unerwiony przez inne motoneurony, których stopień uszkodzenia i zdolność do regeneracji może się istotnie różnić. Badania prowadzono w pozycji siedzącej, lekko odchylonej, z nogami zgiętymi w stawach biodrowych, kolanowych i stopami opartymi płasko na stole rehabilitacyjnym, z podparciem karku umożliwiającym jak najlepszą relaksację. Zapis napięcia bioelektrycznego mięśni uruchamiano dopiero po uzyskaniu potwierdzenia, że pozycja jest wygodna, a ciało zrelaksowane. Elektromiogram z oceny napięcia spoczynkowego prezentuje rycina 1.

Napięcie spoczynkowe jest bardzo niskie, rzędu 0,2 μV , jednak w porównaniu z zapisami bioelektrycznej czynności spoczynkowej rejestrowanymi u osób zdrowych, napięcie to u chorych z wiotkim porażeniem zwieraczy ma znacznie podniesioną częstotliwość i jest niestabilne. Rejestrowane w czasie wizyt kontrolnych zmiany w napięciu spoczynkowym są ważnym predykatorem postępów reinerwacji i zwykle

sphincter functional disorders often develop hyperaesthesia in the EAS area, which makes it impossible to set the stimulation intensity greater than 4-5 mA, at the same time maintaining normal or significantly reduced sensory sensitivity of PRM, responding only to 50-60 mA. An additional advantage of using a two-channel electrode is the possibility of assessing the coordination of EAS and PRM activity and the use of individual configuration of parameters in EMG biofeedback exercises, separately for each of these muscles. While these muscles generally work as a team, each of them is innervated by other motor neurons, which can vary in the degree of damage and the ability to regenerate. The tests were performed in a slightly tilted sitting position with legs bent at the hip and knee joints, and feet resting flat on the rehabilitation table, with the neck supported for the best possible relaxation. The recording of the bioelectrical muscle activity was started only after confirmation that the patient was comfortable and relaxed. EMG assessment of the resting tone is shown in figure 1.

The resting tone was very low, about 0.2 μV , but when compared with the bioelectrical resting activity recorded in healthy individuals, this tone has a significantly increased frequency and is unstable in patients with flaccid sphincter paralysis. Changes in resting tone recorded during follow-up visits are an important predictor of the progress of reinnervation and usually correlate with clinical improvement. After informing the patient about the principles of the test, a standardised MVC (Maximal Voluntary Contraction) test was performed, consisting of 5 contraction attempts and 5 relaxation phases, each lasting 5 seconds. The test always begins and ends with the relaxation phase (fig. 2).



Ryc. 1. Napięcie spoczynkowe zwieraczy odbytu u chorej z porażeniem wiotkim. Kanał górny ZZO, kanał dolny mięsień łonowo-odbytniczy i dźwigacze odbytu. Skala 0-5 μV

Fig. 1. Resting tone of the anal sphincters in patient with flaccid paralysis. The upper channel – EAS, the lower channel – PRM and the levators. Scale 0-5 μV



Ryc. 2. Test wysiłkowy – próba świadomego napinania zwieraczy w stopniu maksymalnym. Całkowity brak aktywności skurczowej. Kanał górny ZZO, dolny, mięsień ŁO. Skala 0-30 μV

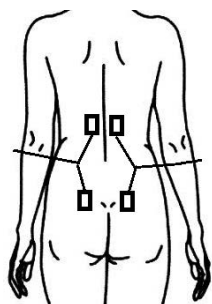
Fig. 2. Contraction test – an attempt to voluntarily strain the sphincters to the maximum extent. Complete lack of contractile activity. Upper channel – EAS, the lower channel – PRM. Scale 0-30 μV

korelują z poprawą kliniczną. Po uprzednim poinformowaniu pacjentki o zasadach, przeprowadzono standaryzowany test wysiłkowy MVC (Maximal Voluntary Contraction), złożony z 5 prób skurczu i 5 faz relaksacji, każda trwająca 5 sekund. Test zawsze rozpoczyna i kończy fazą relaksacji (ryc. 2).

Mimo dużego zaangażowania ze strony pacjentki, nie udało się zarejestrować jakiegokolwiek zmiany napięcia. Jego średnia wartość ze wszystkich 5 prób wykonania skurczu wyniosła w obu grupach mięśni 0,3 μV , a napięcie powysiłkowe 0,3 μV . W oparciu o wyniki uzyskane w badaniu EMG, zaprogramowano parametry stymulacji, a pacjentkę wyposażono w stymulator mięśni oraz przeszkolono do stosowania codziennych zabiegów w domu. W związku z inkontynencją zarówno moczu, jak i stolca elektrostymulacje były wykonywane z elektrodą doodbytniczą na zmianę z elektrodą dopochwową, każdy zabieg 1 raz dziennie. Ponadto, zalecono stymulację nadkręgosłupową (parawertebralna FES) z elektrodami samoprzylepnymi, w przebiegu nerwów odpowiedzialnych za czynność mięśni miednicy. Elektrody były aplikowane obustronnie, parami. Górne na wysokości Th12-L1, czyli miejsca lokalizacji ciał neuronów w stożku rdzenia, dolne na wysokości S2-S3, w obrębie splotu krzyżowego (ryc. 3).

Despite the patient's great commitment, no changes in tension could be registered. Its mean value from all 5 attempts to perform contraction was 0.3 μV , and the post-contraction potential was 0.3 μV for both muscle groups. Based on EMG results, stimulation parameters were programmed and the patient received a muscle stimulator and appropriate training to perform daily treatment sessions at home. Due to the combined urine and faecal incontinence, electrostimulation was performed with a rectal and vaginal electrode alternately, each procedure once a day. Furthermore, supraspinal stimulation (paravertebral FES) with adhesive electrodes along the nerves responsible for the activity of the pelvic muscles was recommended. The electrodes were placed pairwise on both sides of the body. The top electrodes were located at Th12-L1, i.e. the sites where the neuronal bodies are located in the spinal cone, the lower ones were located at S2-S3, within the sacral plexus (fig. 3).

The intensity of supraspinal stimulation was arbitrarily set at ≤ 15 mA. The intensity of sphincter stimulation was determined empirically during the appointment. Stimula-



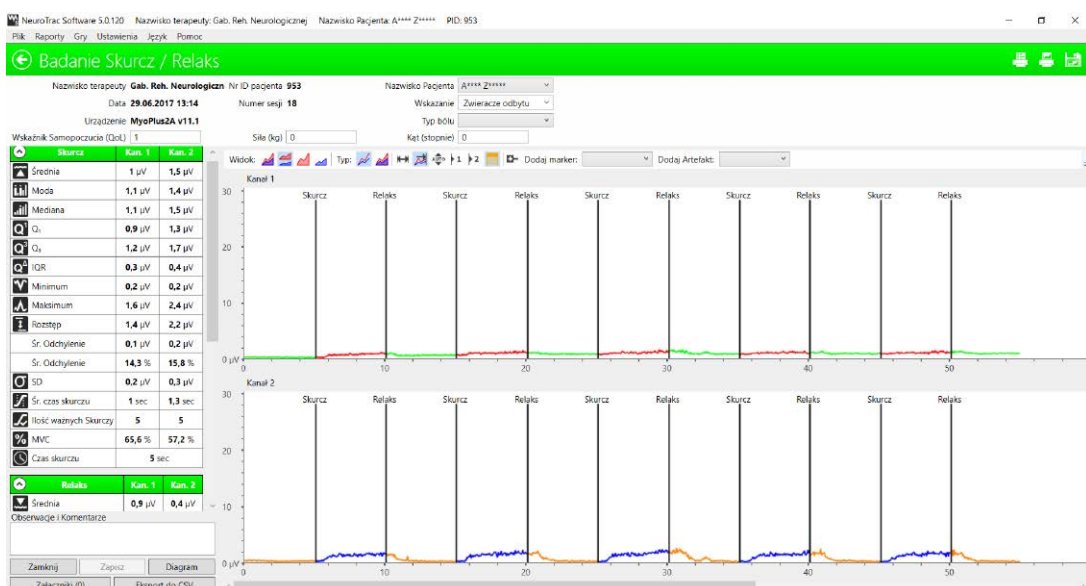
Ryc. 3. Ułożenie elektrod do stymulacji nadkręgosłupowej nerwów dna miednicy. Górne elektrody z każdej pary powinny być podłączone do bieguna dodatniego (+)

Fig. 3. Arrangement of electrodes for supraspinal stimulation of the pelvic floor nerves. The top electrodes of each pair should be connected to the positive (+) pole

Natężenie stymulacji nadkręgosłupowej określono arbitralnie na poziomie ≤ 15 mA. Natężenie stymulacji zwieraczy ustalono empirycznie w czasie wizyty. Odczucie stymulacji pojawiało się przy natężeniach rzędu 55 mA, co dowodzi znacznego stopnia upośledzenia czucia. Odczuwanie prądu pełni bardzo ważną rolę w aktywacji i utrzymaniu w sprawności ośrodkowych mechanizmów regulacji napięcia. W przypadku mięśni porażonych wiotko nie tyle ułatwia, co wręcz umożliwia świadomą koncentrację na próbach generowania napięcia określonej grupy mięśni. Procesy regeneracyjne uszkodzonego układu nerwowego, jak również wzmacniania mięśni wiążą się z aktywowaniem odpowiednich sekwencji DNA w komórkach uszkodzonych lub prekursorowych (satelitarnych), na synapsach, dendrytach, w interneuronach. Elektrostymulacja dostarcza układowi nerwowemu stabilnych napięć i pobudza świadomość, która uruchamia ośrodki regulacji napięcia mięśni w mózgu i rdzeniu kręgowym. Świadoma koncentracja na celu i konsekwentne dążenie do jego osiągnięcia są podstawą uruchomienia sterowanych przez mózg procesów neuroregeneracyjnych oraz prawidłowej koordynacji nerwowo-mięśniowej. W fizjoterapii porażen wiotkich częstym błędem jest stosowanie dużych częstotliwości oraz natężen prądu na granicy bólu, które jakoby mają „wymusić” reinerwację. W czasie zabiegu stymulacji pacjent pozostaje bierny. Ten sposób jest nieskuteczny, a duże natężenia mogą uszkadzać synapsy nerwowo-mięśniowe i zaburzyć proces reinerwacji. Główną zasadą elektrostymulacji mięśni odnerwionych jest dostosowanie wyrażonej w Hz częstotliwości pobudzeń do ich aktualnego stanu czynnościowego oraz brak dyskomfortu lub reakcji niepożądanych w postaci bólu lub lokalnych podrażnień. Przy respektowaniu tych zasad nie ma możliwości zaistnienia działań ubocznych. Pacjentka została o nich poinformowana i nie zgłaszała bólu ani podrażnień. Pierwsze, kontrolne badanie EMG i test wysiłkowy zrealizowano po 10 tygodniach od wdrożenia terapii (ryc. 4).

atation at 55 mA was felt, which proves a significant degree of sensory impairment. The sensation of current plays a very important role in activating and maintaining the efficiency of central mechanisms for tone regulation. In the case of flaccidly paralysed muscles, it not only facilitates, but even enables conscious focusing on attempts to generate tension in a specific group of muscles. Regenerative processes in the damaged nervous system and muscle enhancement are associated with activation of appropriate DNA sequences in damaged or precursor (satellite) cells, on synapses, dendrites, and interneurons. Electrostimulation provides the nervous system with stable tensions and stimulates consciousness to activate the centres of muscle tone regulation in the brain and spinal cord. Conscious focusing on the goal and consistent striving to achieve this goal are essential for activating brain-mediated neuroregeneration and proper neuromuscular coordination. In physiotherapy of flaccid paralysis, it is a common mistake to use high frequencies and currents at the threshold of pain, which are supposed to “force” reinnervation. The patient is a passive participant during a stimulation session. This method is ineffective, and high intensities can damage the neuromuscular synapses and disrupt the process of reinnervation. The main principle of denervated muscle electrostimulation is to adjust the frequency of stimulations (Hz) to their current functional status and the absence of discomfort or adverse reactions in the form of pain or local irritation. If these rules are followed, there is no risk of adverse reactions. The patient was appropriately informed and reported no pain or irritation. The first follow-up EMG and MCV were performed 10 weeks after therapy onset (fig. 4).

As can be seen from the figure, the bioelectrical activity of the sphincters changed only slightly during an attempt

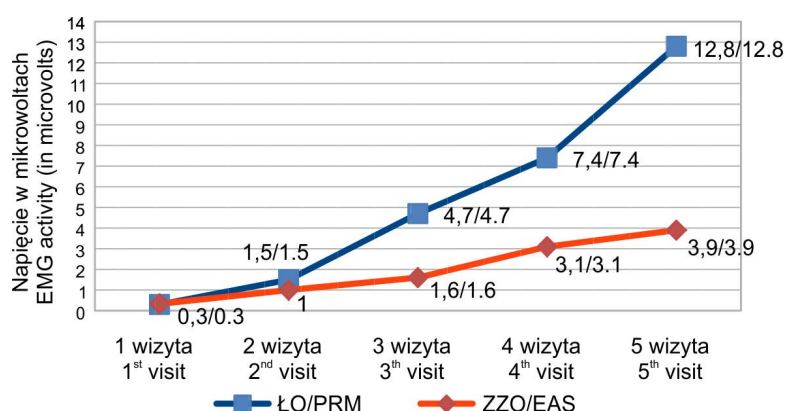


Ryc. 4. Test wysiłkowy po 10 tygodniach terapii. Skala 0-30 μ V

Fig. 4. MCV at 10 weeks after therapy onset. Scale 0-30 μ V

Jak można zauważyć, bioelektryczna aktywność zwieraczy w czasie próby ich napinania uległa jedynie niewielkiej zmianie. Skurcze nadal nie były wyczuwalne w badaniu palpacyjnym, natomiast obiektywny pomiar wykazał, że w obszarze ZZO nastąpił ponad 3-krotny wzrost wartości średniej napięcia, z poziomu uprzednio 0,3 do 1,0 μV . Napięcie mięśnia ŁO i dźwigaczy wzrosło 5-krotnie, z poziomu 0,3 do 1,5 μV . Te niewielkie, wydawałoby się nieistotne, zmiany w czynności bioelektrycznej spowodowały poprawę jakości życia chorej. Pacjentka obniżyła wartość stosowanych natężeń z poziomu 55 do 20 mA (znaczną poprawę czucia) i deklarowała łatwiejsze wypróżnianie. Ponieważ jej miejsce zamieszkania jest odległe od gabinetu ponad 400 km i nie zawsze dostępny był transport, kolejne badania zrealizowano w 17., 47. i 74. tygodniu stosowania terapii. Zmiany czynności bioelektrycznej zwieraczy w przebiegu terapii prezentuje rycina 5.

to tense them. The contractions were still impalpable, while the objective measurement showed that in the area of EAS there was an over 3-fold increase in the mean EMG activity, from the previously recorded 0.3 to 1.0 μV . The EMG activity of the puborectalis and levator muscles increased 5 times, from 0.3 to 1.5 μV . These small, seemingly insignificant changes in bioelectrical activity improved the patient's quality of life. She reduced the applied current intensities from 55 to 20 mA (a significant sensation improvement) and declared easier bowel emptying. Since the patient's place of residence was more than 400 km from the office and transport was not always available, subsequent follow-up appointments were held at 17, 47 and 74 weeks of the therapy. Changes in the bioelectrical activity of the sphincters during the therapy are shown in figure 5.

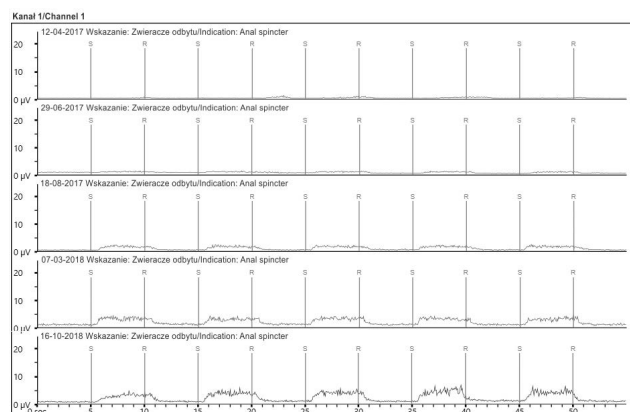


Ryc. 5. Zmiany napięcia skurczowego zwieraczy rejestrowane w czasie kolejnych wizyt

Fig. 5. Changes in sphincter contractile tone recorded during subsequent visits

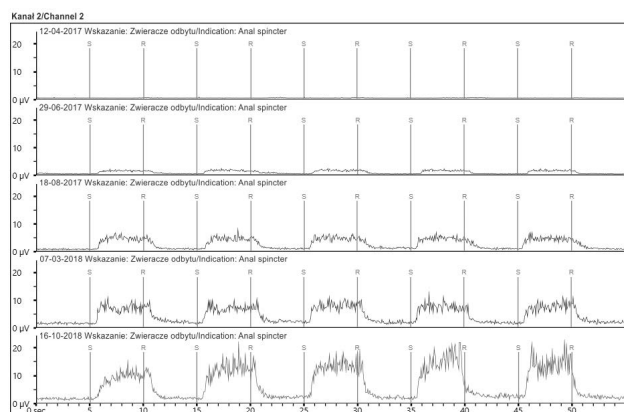
Graficzny obraz zmian napięcia dla ZZO i ŁO zarejestrowany przez oprogramowanie aparatu EMG w czasie kolejnych wizyt przedstawiają ryciny 6 i 7.

The graphical representation of EMG activity changes for EAS and PRM during subsequent visits is shown in figures 6 and 7.



Ryc. 6. Zmiany napięcia skurczowego ZZO

Fig. 6. Changes in EAS contractile activity

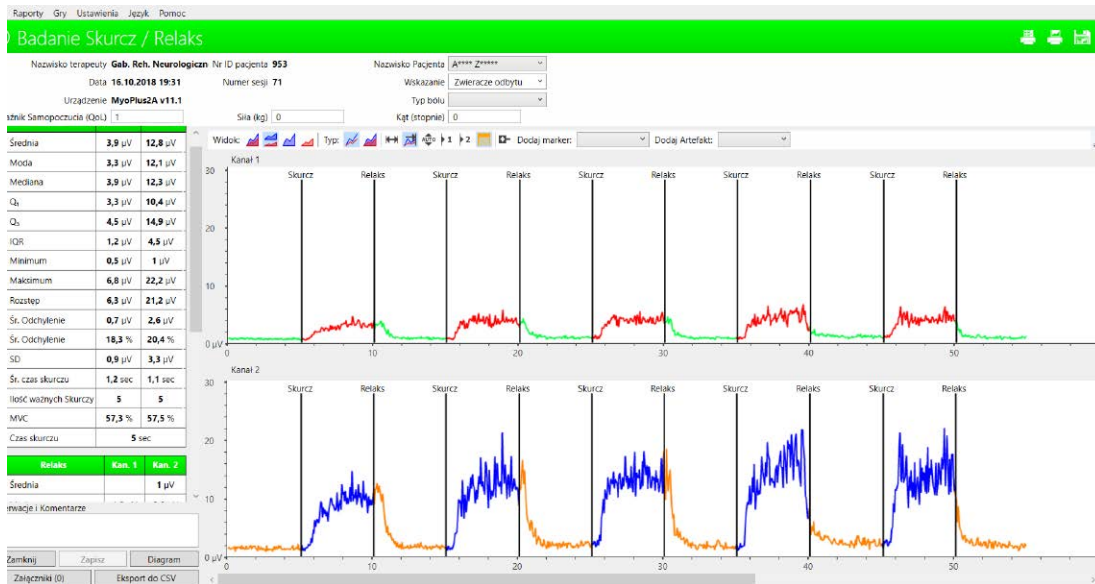


Ryc. 7. Zmiany napięcia skurczowego ŁO

Fig. 7. Changes in PRM contractile activity

Przy aktualnym stanie czynności mięśni miednicy znaczącej poprawie uległa konsystencja stolca i wypróżnianie jest możliwe przy jedynie niewielkim udziale tłoczni brzusznej lub uciskaniu na podbrzusze. W wyniku terapii z elektrodą dopochwową pacjentka opróżnia pęcherz samodzielnie, bez cewnikowania i zalegania moczu po mikcji. Wynik testu wysiłkowego, zrealizowanego w tej samej skali 0-30 μV , w jakiej wykonano go w czasie pierwszej wizyty (ryc. 2), prezentuje elektromiogram na rycinie 8.

With the current status of pelvic muscle activity, the consistency of the stool has improved significantly and bowel emptying is possible with only a limited involvement of the abdominal press or pressure applied on the lower abdomen. As a result of the therapy using a vaginal electrode, the patient is able to empty the bladder on her own, without catheterisation or residual urine after voiding. The results of contraction test performed in the same range of 0-30 μV as during the first visit (fig. 2) are presented in the electromyogram in figure 8.



Ryc. 8. Test wysiłkowy zarejestrowany po 18 miesiącach terapii
Fig. 8. MCV registered after 18 months of therapy

Zalecono kontynuowanie zabiegów w warunkach domowych z wykorzystaniem zarówno elektrostymulacji, jak i ćwiczeń EMG-biofeedback. Terapię porażenia wiotkich stosuje się codziennie lub przynajmniej kilka razy w tygodniu, konsekwentnie tak długo, dopóki zauważalna jest poprawa funkcji mięśni.

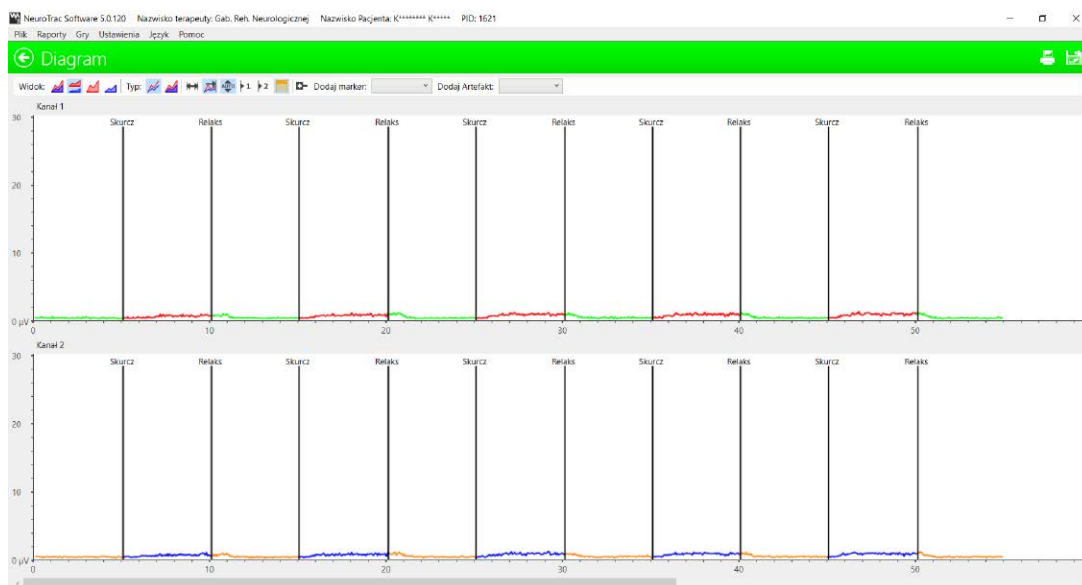
Przypadek 2

Mężczyzna lat 37, z powodu częstych bólów pleców w odcinku lędźwiowym skorzystał z silnego masażu, po którym wystąpiło przemieszczenie krążka międzykręgowego L5-S1 i porażenie nerwów ogona końskiego. Po chirurgicznym zabiegu odbarczenia nerwów, wykonanym w 2. dobie od urazu, utrzymuje się częściowy niedowład kończyn dolnych, w stopniu umożliwiającym chodzenie mimo opadania stopy oraz całkowite porażenie wiotkie zwieraczy pęcherza i odbytu. Opróżnianie pęcherza odbywa się metodą samocewnikowania, opróżnianie odbytnicy – manualnie przy wsparciu środków poślizgowych. Test wysiłkowy z zastosowaniem 2-kanalowej elektrody doodbytniczej prezentuje elektromiogram na rycinie 9.

The patient was recommended to continue the procedures in a home setting using both electrostimulation and EMG biofeedback exercises. The therapy of flaccid paralysis is used consistently on a daily basis or at least several times a week, until muscle function improves.

Case report 2

A 37-year-old man received intense massage for frequent lumbar pain, which resulted in L5-S1 intervertebral disc displacement and paralysis of the cauda equina nerves. After surgical nerve decompression performed on day 2 after the injury, partial paresis of the lower limbs to the extent allowing for walking despite foot drop, and complete flaccid paralysis of the bladder and anal sphincters persisted. The urine was drained by self-catheterisation, while the rectum was emptied manually with the help of lubricants. Contraction test using a two-channel rectal electrode is shown in the electromyogram in figure 9.

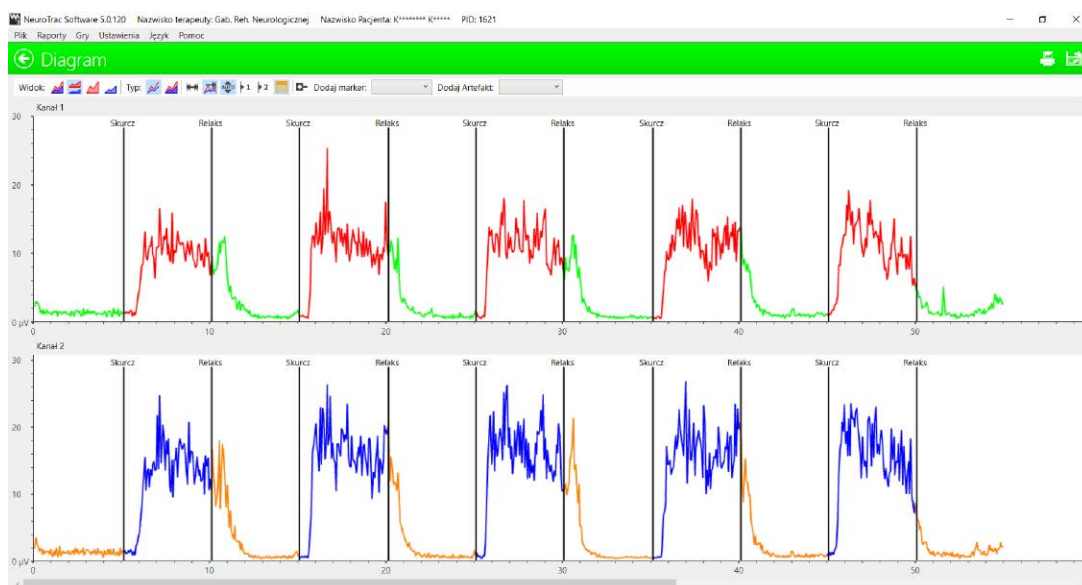


Ryc. 9. Test wysiłkowy przed rozpoczęciem terapii. Kanał górny ZZO, dolny mięsień ŁO. Skala 0-30 µV

Fig. 9. Contraction test before therapy onset. Upper channel – EAS, lower channel – PRM. Scale 0-30 µV

Zabiegi stymulacji zrealizowane w czasie pierwszej wizyty ujawniły znaczne zaburzenia czucia. Minimalne odczucie napinania się zwieraczy pojawiało się dopiero przy natężeniu na poziomie 55-60 mA. Pacjentowi zalecono terapię domową z wykorzystaniem zabiegów elektrostymulacji, według tych samych zasad jak w opisanym powyżej pierwszym przypadku. Test wysiłkowy zrealizowany w czasie ostatniej wizyty prezentuje rycina 10.

Stimulation sessions performed at baseline revealed significant sensory disturbances. The minimal sensation of sphincter activity appeared only at 55-60 mA. The patient was recommended a home-based therapy with the use of electrostimulation, according to the same principles as in the first case described above. The contraction test performed during the last visit is shown in figure 10.

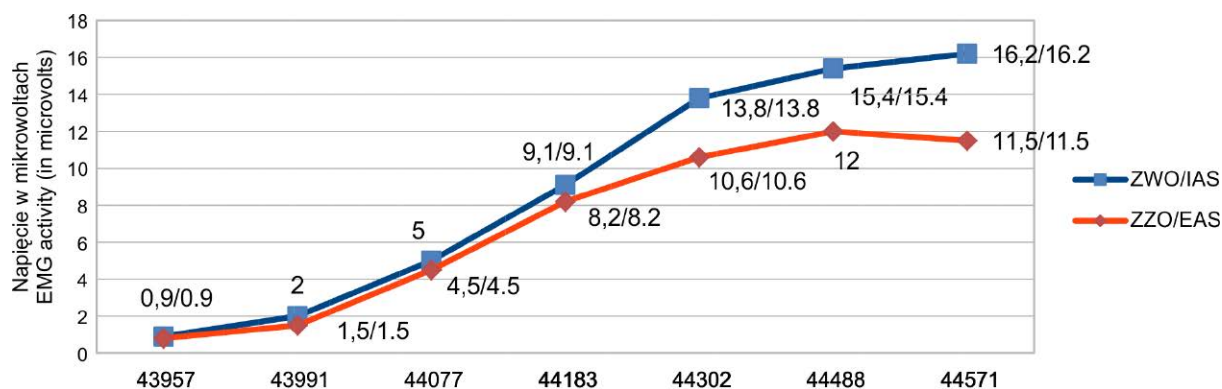


Ryc. 10. Test wysiłkowy zarejestrowany po 20 miesiącach terapii

Fig. 10. The EMG activity at 20 months of therapy

Zmiany napięcia rejestrowanego w czasie kolejnych wizyt prezentuje rycina 11.

Changes in muscle activity recorded throughout subsequent visits are shown in the figure 11.



Ryc. 11. Zmiany napięcia w testach wysiłkowych rejestrowane w czasie kolejnych wizyt kontrolnych

Fig. 11. Changes in ECG contractile activity throughout subsequent follow-up visits

Przez 4 miesiące chory deklaruwał brak poprawy w zakresie wypróżnień. W 7. miesiącu stosowania terapii zaprzestał cewnikowania i oddaje mocz samodzielnie, zmniejszyło się zaleganie moczu i zaparcia. Po roku od rozpoczęcia zabiegów stymulacji pojawiło się odczucie potrzeby oddania stolca, ustąpiło odczucie wilgoci i dyskomfortu. W czasie ostatniej wizyty chory deklaruwał praktycznie brak zaparć oraz problemów z opróżnianiem pęcherza, chociaż zdarzają się dni, że używa tłoczni brzusznej do zainicjowania wypróżnień. Nadal utrzymują się duże zaburzenia czucia, a natężenia stosowane w zabiegach stymulacji oscylują wokół 50-55 mA.

Z porównania napięć uzyskiwanych w czasie testu wysiłkowego widać, że u każdej z osób korzystających z terapii dysproporcja napięć pomiędzy ZZO i ŁO jest inna. Pacjenci różnią się nie tylko zakresem doznanych uszkodzeń, ale również budową ciała, zaangażowaniem w realizacji terapii, stanami emocjonalnymi i oczekiwaniami w stosunku do jej rezultatów. O ile uzyskanie całkowitego wyleczenia może być w przypadku wielu osób po uszkodzeniu rdzenia kręgowego niemożliwe, to ustąpienie przynajmniej części niepożądanych objawów i poprawa jakości życia są w przypadku prawidłowo realizowanej terapii gwarantowane.

DYSKUSJA

Ahn wraz z zespołem z Johns Hopkins University, Baltimore, dokonali analizy 42 publikacji obejmującej 322 pacjentów, której konkluzją było stwierdzenie znaczącej korzyści z leczenia pacjentów z zespołem ogona końskiego w ciągu 48 godzin, w porównaniu z ponad 48 godzinami po wystąpieniu zespołu. U tych, którzy przeszli dekompresję w ciągu 48 godzin, wystąpiła znaczna poprawa w zakresie deficytów czuciowych i motorycznych, a także kontroli funkcji zwieraczy pęcherza i odbytu (23). Jednak interwencja odbarczenia układu nerwowego przynosi lepsze rezultaty leczenia, jeżeli jest wykonana w ciągu 24 godzin od porażenia (24). Niektórzy autorzy wyrażają opinię, że uszkodzenie powstaje „tu i teraz”, w chwili wypadnięcia dysku, a czas, jaki upłyne od zdarzenia

The patient declared no improvement in bowel movements for 4 months. At treatment month 7, he discontinued catheterisation and urinated on his own. Urine retention and constipation decreased. One year after the onset of stimulation therapy, the need to pass the stool appeared, whereas the feeling of moisture and discomfort resolved. During the final visit, the patient declared practically no constipation and no problems with emptying the bladder, although there are days when he uses the abdominal press to initiate bowel movements. On the final visit, the patient reported practically no constipation and no problems with emptying the bladder, although there still were days when he used the abdominal press to initiate bowel movements. Significant sensory disturbances still persist, and the intensities used in stimulation oscillate around 50-55 mA.

A comparison of EMG activities during contraction test shows that the disproportion of EAS/PRM activity is different in each patient. Patients differ not only in the extent of damage, but also in the body structure, compliance, emotional states and expectations with regard to treatment outcomes. Although achieving a complete cure may be impossible for many patients after spinal cord injury, at least some of the undesirable symptoms can be eliminated and the quality of life may be improved if the therapy is properly implemented.

DISCUSSION

Ahn and his team at Johns Hopkins University (Baltimore) reviewed 42 studies in 322 patients and concluded that treating patients with cauda equina syndrome within 48 hours after its onset provides a significant advantage compared to more than 48 hours. Those who were decompressed within 48 hours experienced significant improvements in sensory and motor deficits, as well as in the control of bladder and anal sphincter function (23). However, nervous system decompression yields better outcomes if performed within 24 hours of paralysis (24). Some authors express the opinion

do wykonania odbarczenia układu nerwowego, nie ma większego znaczenia (25).

Trudno się z tymi opiniami zgodzić, ponieważ bezpośrednio po uszkodzeniu nerwów uruchomiona zostaje kaskada takich zjawisk, jak: obrzęk, krwiaki, procesy zapalne, zaburzenia metaboliczne, lokalne niedokrwienie, zjawiska nekrozy i apoptozy uszkodzonych komórek nerwowych (26). Niemniej ważne są zachodzące w wyniku wypadnięcia funkcji zmiany plastyczne na synapsach i w ośrodkach sterowania napięciem mięśni, jak również stan psychiczny pacjenta, często powiązany z wysokim poziomem stresu i depresją, notowaną u nawet około 50% chorych (27, 28). W badaniu EMG można zaobserwować, że stres i obawy wpływają na napięcie bioelektryczne w układzie nerwowym, powodując jego podwyższenie i niestabilność, co utrudnia lub wręcz uniemożliwia mechanizmy neuroregeneracyjne. Brian Leonard dowiódł, że gdy stres się przedłuża, dochodzi do aktywacji makrofagów i hiperkortyzolemii obwodowej, a sieci nerwowe ulegają uszkodzeniu i stają się dysfunkcyjne (29). Cytokiny prozapalne aktywują szlak tryptofan-kynurenina i syntezę NMDA, kwasu chinolinowego i 3-hydroksykynureniny, tym samym wzmacniając stres oksydacyjny i przyczyniając się do neurodegeneracji. Jedną z pionierek badań nad neurogenezą i neuroregeneracją u naczelnych, prof. Elisabeth Gould, stwierdza: „Kiedy mózg jest zatroskany, myśli jedynie o przeżyciu. Jeśli stres staje się chroniczny, neurony przestają w siebie inwestować, neurogeneza zostaje zatrzymana, a dendryty zanikają” (30). Stresu i depresji nie należy zatem rozpatrywać wyłącznie w kategoriach doznań psychicznych, ponieważ znacznie zaburza fizjologię organizmu. Obserwujemy, że udokumentowanie pożądanych zmian napięcia mięśni w kolejnych badaniach EMG, poparte gratulacjami za włożony w terapię wysiłek, silnie motywuje do kontynuowania terapii i zmniejsza poziom stresu.

Pacjentom z niedoczynnością zwieraczy odbytu zalecane są często ćwiczenia ich napinania i relaksacji, bez solidnego przeszkolenia i weryfikacji kontroli poprawności takich ćwiczeń. Pozbawieni kontroli nerwowej nad mięśniami chorzy realizują to ćwiczenie poprzez zaciskanie pośladków lub ud. Większość osób z problemami zwieraczowymi na podłożu neurogenym, zgłaszających się do naszego ośrodka po pomoc, ma za sobą wiele miesięcy takich nieskutecznych ćwiczeń, wykonywanych samodzielnie lub nawet w trybie biofeedback, z urządzeniem wizualizującym stopień aktywacji mięśni do skurczu. Silne mięśnie pośladkowe powodują wzrost napięcia lub ciśnienia w kanale odbytu, rejestrowanego przez aparat do biofeedbacku, co sugeruje, że ćwiczenie jest prawidłowe. Niestety, tym sposobem nerwowe ośrodki sterujące napięciem zwieraczy nie będą aktywowane, a mięśnie zwieraczy nie ulegną wzmocnieniu, podobnie jak nie wzmocni się lewa ręka, gdy ćwiczymy prawą... Jeżeli uszkodzeniu uległy struktury nerwowe odpowiedzialne za regulację napięcia zwieraczy, to generowane przez świadomość polecenie zwiększenia ich napięcia nie ma szans na osiągnięcie celu. Ćwiczenia wzmacniające mięśnie i odbudowujące kontrolę nerwową nad ich napinaniem się i relaksacją są oczywiście niezbędne, ale muszą być wykonywane w trakcie zabiegu elektrostymulacji zwieraczy, który pobudza właściwe partie mięśni i normalizuje aktywność

that damage occurs “here and now” at the time of disc prolapse, and the time elapsed from the event to nervous system decompression is of minor importance (25).

It is difficult to agree with these opinions as nerve damage immediately triggers a cascade of such phenomena as oedema, hematomas, inflammatory processes, metabolic disorders, local ischaemia, necrosis and apoptosis of damaged nerve cells (26). Plastic changes at synapses and in muscle tension control centres as a result of loss of function, as well as the patient’s mental state, often associated with high levels of stress and depression, observed in up to 50% of patients are equally important (27, 28). It can be seen in EMG that stress and anxiety affect the bioelectrical activity in the nervous system, causing its increase and instability, which makes neuroregenerative mechanisms difficult or even impossible. Brian Leonard showed that long-term stress leads to macrophage activation and peripheral hypercortisolaemia, as well as neural network damage and dysfunction (29). Pro-inflammatory cytokines activate the tryptophan-kynurenine pathway and the synthesis of NMDA, quinolinic acid and 3-hydroxykynurenine, thereby enhancing oxidative stress and contributing to neurodegeneration. As explained by Professor Elisabeth Gould, one of the pioneers of research on neurogenesis and neuroregeneration in primates, “When a brain is worried, it’s just thinking about survival. When stress becomes chronic, neurons simply stop investing in themselves. Neurogenesis slows and dendrite shrinks” (30). Therefore, stress and depression should not be considered only in terms of mental experiences, as they significantly interfere with the body’s physiology. It is our observation that documenting the desired muscle tone changes in subsequent EMG reports, supported by congratulations to the patient on their effort put into the therapy, strongly motivates patients to continue the therapy and reduces stress levels.

Patients with anal sphincter insufficiency are often recommended to exercise tensing and relaxation without thorough training and checking the correctness of such exercises. Deprived of nervous control over their muscles, patients perform this exercise by tightening their buttocks or thighs. Most patients with neurogenic sphincter problems who report our centre have a history of many months of ineffective exercises, performed on their own or even with biofeedback, with a device visualising muscle activation for contraction. Strong gluteal muscles increase the tension or pressure in the anal canal, which is recorded by the biofeedback device, suggesting that the exercise is performed properly. Unfortunately, in this way the nerve centres that control the sphincteric tone will not be activated, and the sphincters will not be strengthened, just as the left hand will not become stronger by exercising the right hand... If the nerve structures responsible for sphincteric tone modulation are damaged, the brain’s command to increase their tension is futile. Exercises to strengthen the muscles and rebuild nervous control over their tensing and relaxation are naturally necessary, but they must be performed during elec-

bioelektryczną, dostarczając stabilnych napięć. Dobór parametrów stymulacji powinien być oparty na wyniku badania EMG, a chory przeszkolony do wykonywania domowej terapii przez terapeutę. Z perspektywy wieloletnich obserwacji uważamy, że zaniechanie diagnostyki czynności mięśni miednicy z zastosowaniem elektromiografii oraz postępowania rehabilitacyjnego powoduje u chorych z wysiłkowym nietrzymaniem stolca i gazów narastanie poziomu stresu i wycofywanie się z życia społecznego. Natomiast w przypadku uporczywych zaparć, prowadzi do utrwalenia mechanizmów kompensacyjnych i zwiększenia udziału tłoczni brzusznej w czasie defekacji, co skutkuje wzrostem ilości uszkodzeń aksonów nerwów ruchomych sterujących czynnością mięśni dna miednicy i wtórnym osłabieniem zdolności skurczowej, a nawet wypadaniem narządów. Zabiegi stymulacji stosuje się do skutku, dopóki przynoszą rezultaty. Nie istnieją ograniczenia czasowe dla stosowania stymulacji prądem impulsowym niskiej częstotliwości o przebiegu prostokątnym i natężeniu niepowodującym odczucia dyskomfortu. Spotykane czasami poglądy, że w zabiegach stymulacji tym rodzajem prądu należy stosować okresowe przerwy, stoją w sprzeczności z aktualną wiedzą na temat jej roli i konieczności stosowania w celu reinerwacji mięśni porażonych wiotko lub normalizacji napięcia mięśni porażonych spastycznie (31).

Zarówno opóźnienia w diagnozie, jak i we wdrożeniu terapii, obejmującej nie tylko odbarczenie ucisku, ale również wysokospecjalistyczną rehabilitację, mogą mieć druzgocące i zmieniające życie konsekwencje dla pacjentów oraz wiązać się w przyszłości z wysokimi kosztami roszczeń z tytułu zaniechań (32). Im szybciej nastąpi odbarczenie nerwów i wdrożone zostaną odpowiednie działania rehabilitacyjne, tym lepsze są rokowania dla chorych i mniejsze koszty dla systemu.

trostimulation of the sphincters, which stimulates appropriate muscle parts and normalises bioelectric activity, providing stable tension. The choice of stimulation parameters should be based on EMG results, and the patient should be properly trained by a therapist to perform home-based therapy. From the perspective of many years of observations, we believe that the failure to diagnose pelvic muscle function with electromyography and implement rehabilitation procedures increases stress levels and withdrawal from social life in patients with stress faecal incontinence. However, persistent constipation leads to the consolidation of compensatory mechanisms and an increased involvement of the abdominal press in bowel movement, which increases damage to the axons of the motor nerves that control the activity of the pelvic floor muscles and a secondary reduction in contractile capacity, and even organ prolapse. Stimulation treatments are continued until positive outcomes are achieved. No time limit has been set for the non-discomforting, square wave, low-frequency pulsed current stimulation. The views that are sometimes encountered that stimulation with this type of current should use periodic intervals are in contradiction with the current knowledge about its role and the need to use it to reinnervate flaccidly paralysed muscles or to normalise the tone of spastically paralyzed muscles (31). Delays in both diagnosis and treatment, including not only decompression but also highly specialised rehabilitation, can have devastating and life-changing consequences for patients and be associated with high costs of negligence claims in the future (32). The sooner the nerves are decompressed and an appropriate rehabilitation is implemented, the better the prognosis for patients and the lower the costs for the healthcare system.

Konflikt interesów Conflict of interest

Brak konfliktu interesów
None

Adres do korespondencji Correspondence

*Jan Namysł
Wielkopolskie Centrum Terapii
Niedowładów INNOMED w Poznaniu
ul. Przepiórcza 9/1A, 60-162 Poznań
tel.: +48 601-519-667
jan@innomed.pl

nadesłano/submitted:
12.01.2022

zaakceptowano do druku/accepted:
02.02.2022

Piśmiennictwo/References

1. Harrop JS, Hunt GE, Vaccaro AR: Conus medullaris and cauda equine syndrome as a result of traumatic injuries: management principles. *J Neurosurg Neurosurg Focus* 2004; 16: 19-23.
2. Issada T, Le H, Park J, Kim DH: Cauda equina syndrome in patients with low lumbar fractures. *J Neurosurg Neurosurg Focus* 2004; 16: 28-33.
3. Singh P, Batish VK, Sarup S et al.: Sphincter involvement in lumbar disc herniation, *Med J Armed Forces India* 2000; 56(2): 117-121.
4. Ozgen S, Beyken N, Dogan IV et al.: Cauda equina syndrome after induction of spinal anaesthesia. *J Neurosurg Neurosurg Focus* 2004; 16: 24-27.
5. Lawrentschuk N, Nguyen H: Cauda equina syndrome secondary to constipation: an uncommon occurrence. *ANZ J Surg* 2005; 75: 498-500.
6. Coscia M, Leipzig T, Cooper D: Acute cauda equina syndrome: diagnostic advantage of MRI. *Spine* 1994; 19: 475-478.
7. Rydevik BL, Brown M, Lundborg G: Pathoanatomy and pathophysiology of spinal nerve root compression. *Spine* 1984; 9(1): 7-15.
8. Kołodziejczak M, Sudół-Szopińska I: Podstawy anatomiczne leczenia operacyjnego chorób proktologicznych – budowa odbytnicy, kanału odbytu i układu mięśni zwieraczy. *Nowa Medycyna* 2008; 4: 10-14.
9. Fitzgerald CM, Hynes CK: Female Perineal/Pelvic pain: The rehabilitation approach. [In:] Smith HS (ed.): *Current Therapy in Pain*. W.B. Saunders 2009: 227-233.
10. Gutierrez-Mecinas M, Singer J, Weruaga E (eds.): *The Importance of Interneurons in Neuronal Circuitry*. Frontiers Media SA, Lausanne 2022: 8, 41.
11. Townsend CM, Popiela T (red.): *Chirurgia Sabistona*. Elsevier Health Sciences 2010: 168.

12. Furness JB, Callaghan BP, Rivera LR, Cho HJ: The enteric nervous system and gastrointestinal innervation: integrated local and central control. *Adv Exp Med Biol* 2014; 817: 39-71.
13. Schwandner T, Hemmelmann C, Heimerl T et al.: Triple-target treatment versus low-frequency electrostimulation for anal incontinence: a randomized, controlled trial. *Deutsches Arzteblatt International* 2011; 108: 653-660.
14. Kalkdijk-Dijkstra AJ, van der Heijden JAG, van Westreenen HL et al.: Pelvic floor rehabilitation to improve functional outcome and quality of life after surgery for rectal cancer: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* 2020; 21(1): 112.
15. Bols EM, Berghmans BC, Hendriks EJ et al.: A randomized physiotherapy trial in patients with fecal incontinence: design of the PhysioFIT-study. *BMC Public Health* 2007; 7: 355.
16. Mazur-Bialy AI, Kołomańska-Bogucka D, Opławski M, Tim S: Physiotherapy for Prevention and Treatment of Fecal Incontinence in Women-Systematic Review of Methods. *J Clin Med* 2020; 9(10): 3255.
17. Mundet L, Rofes L, Ortega O et al.: Kegel Exercises, Biofeedback, Electrostimulation, and Peripheral Neuromodulation Improve Clinical Symptoms of Fecal Incontinence and Affect Specific Physiological Targets: An Randomized Controlled Trial. *J Neurogastroenterol Motil* 2021; 27(1): 108-118.
18. Willand MP: Electrostimulation enhances reinnervation after nerve injury. *Eur J Transl Myol-Basic Appl Myol* 2015; 25(4): 243-248.
19. Duffell LD, Donaldson NN: A Comparison of FES and SCS for Neuroplastic Recovery After SCI: Historical Perspectives and Future Directions. *Front Neurol* 2020;11: 607.
20. Li G, Fan ZK, Gu GF et al.: Epidural Spinal Cord Stimulation Promotes Motor Functional Recovery by Enhancing Oligodendrocyte Survival and Differentiation and by Protecting Myelin after Spinal Cord Injury in Rats. *Neurosci Bull* 2020; 36(4): 372-384.
21. Phillips AA, Squair JW, Sayenko DG et al.: An Autonomic Neuroprosthesis: Noninvasive Electrical Spinal Cord Stimulation Restores Autonomic Cardiovascular Function in Individuals with Spinal Cord Injury. *J Neurotrauma* 2018; 35: 446-451.
22. Marcante PG, Baba A, Carraro U et al.: Modulation of trophism and fiber type gene expression in denervated muscle activated by different patterns of electrical stimulation. Role of muscle fiber regeneration revisited in 2017. *Biology, Engineering and Medicine* 2017; 2(1): 1-9.
23. Ahn UM, Ahn NU, Buchowski JM et al.: Cauda equina syndrome secondary to lumbar disc herniation – a meta-analysis of surgical outcomes. *Spine* 2000; 25(12): 1515-1522.
24. Kohles SS, Kohles DA, Karp AP et al.: Time-dependent surgical outcomes following cauda equina syndrome diagnosis – Comments on a meta-analysis. *Spine* 2004; 29(11): 1281-1287.
25. Qureshi A, Sell PJ: Cauda equina syndrome treated by surgical decompression: the influence of timing on surgical outcome. *Eur Spine J* 2007; 16: 2143-2215.
26. Dahlin LB: The role of timing in nerve reconstruction. *Int Rev Neurobiol* 2013; 109: 151-164.
27. Barker TP, Steele N, Swamy G et al.: Long-term core outcomes in cauda equina syndrome. *Bone Joint J* 2021; 103-B(9): 1464-1471.
28. Pollard C, Kennedy P: A longitudinal analysis of emotional impact, coping strategies and post-traumatic psychological growth following spinal cord injury: a 10-year review. *Br J Health Psychol* 2007; 12(Pt 3): 347-362.
29. Leonard BE: Inflammation and depression: a causal or coincidental link to the pathophysiology? *Acta Neuropsychiatr* 2018; 30(1): 1-16.
30. Gould E, Woolley CS, McEwen BS: Short-term glucocorticoid manipulations affect neuronal morphology and survival in the adult dentate gyrus. *Neuroscience* 1990; 37(2): 367-375.
31. Kern H, Carraro U: Home-Based Functional Electrical Stimulation of Human Permanent Denervated Muscles: A Narrative Review on Diagnostics, Managements, Results and Byproducts Revisited 2020. *Diagnostics (Basel)* 2020; 10(8): 529.
32. Greenhalgh S, Finucane L, Mercer C, Selve J: Assessment and management of cauda equina syndrome. *Musculoskelet Sci Pract* 2018; 37: 69-74.