

Zespolenie przeciętego nerwu twarzowego psa przy użyciu „mufki” żyłnej. Część II. Ocena morfologiczna

Anastomosis of the cut facial nerve of the dog using venous "muff". Part II. Morphological analysis

Jerzy Arendt¹, Daniel Sabat², Konstanty Ślusarczyk³, Beata Marniok³, Stanisław Zapotoczny¹, Agnieszka Pastuszka³

¹Katedra i Oddział Kliniczny Chirurgii Ogólnej i Gastroenterologicznej w Bytomiu, Śląska Akademia Medyczna, Katowice (Chair and Clinical Department of General and Gastroenterological Surgery in Bytom, Medical University of Silesia, Katowice, Poland)

²Katedra i Zakład Patomorfologii w Zabrze, Śląska Akademia Medyczna, Katowice (Chair and Department of Pathomorphology in Zabrze, Medical University of Silesia, Katowice, Poland)

³Katedra i Zakład Anatomii Opisowej i Topograficznej w Zabrze, Śląska Akademia Medyczna, Katowice (Chair and Department of Descriptive and Topographic Anatomy in Zabrze, Medical University of Silesia, Katowice, Poland)

Streszczenie

Wstęp: Najczęstszą przyczyną uszkodzeń nerwu twarzowego są urazy twarzoczaszki, które są bardzo powszechne, zwłaszcza w krajach uprzemysłowionych. Zabiegi rekonstrukcji tych nerwów wykonuje się tylko w specjalistycznych ośrodkach, a uzyskiwane wyniki nie są zadowalające. Stąd nadal poszukuje się innych metod, umożliwiających jak najlepsze ich zespalanie.

W pracy dokonano oceny morfologicznej przeciętego, a następnie zespolonego odcinka pozaczaszkowego nerwu twarzowego psa.

Materiał i metody: Pień nerwu zespalano przy użyciu „mufki” żyłnej (grupa doświadczalna) oraz metodą tradycyjną koniec do końca (grupa kontrolna). Po upływie 6 miesięcy od zabiegu miejsce zrostu poddano ocenie makro- i mikroskopowej. W tym celu wykonano preparaty histologiczne, które oceniano przy użyciu mikroskopu świetlnego.

Wyniki: Zespolenie nerwu twarzowego psa przy użyciu „mufki” żyłnej dało lepsze wyniki morfologiczne niż zespolenie metodą tradycyjną. U psów z grupy doświadczalnej trudno było odróżnić makroskopowo miejsce zrostu od zdrowego pnia nerwu położonego po stronie przeciwnej. U psów z grupy kontrolnej zespolone odcinki nerwów były pogrubiałe, nierówne i silnie zrosnięte z otoczeniem. U psów z grupy doświadczalnej w badaniu histologicznym obserwowano cechy pełnej regeneracji włókien nerwowych z prawidłowo odtworzoną strukturą nerwu, natomiast w grupie kontrolnej dominował obraz nerwiaka pourazowego.

Wnioski: 1. Zespolenie nerwu czaszkowego psa przy użyciu „mufki” żyłnej daje lepsze wyniki w ocenie makro- i mikroskopowej regeneracji nerwu niż zespolenie metodą tradycyjną. 2. Przedstawiona technika zespalania nerwów czaszkowych, po jej dalszym udoskonaleniu w trakcie badań doświadczalnych, mogłaby znaleźć zastosowanie w praktyce klinicznej u ludzi.

Słowa kluczowe: pies, nerw twarzowy, zespolenie, żyła autologiczna, morfologia

Abstract

Background: The most frequent cause of the damage to the facial nerve is trauma of the bone face, which is quite common especially in highly industrialised countries. Reconstruction of these nerves is carried out only in specialist centres and does not give satisfactory results. Therefore, methods enabling better anastomosis are still being sought.

The goal of this research was a morphological analysis of the anastomosed extracranial part of the facial nerve of the dog.

Material and methods: The stem of the nerve was anastomosed using venous "muff" (experimental group) or by traditional method end-to-end suture (control group). Six months after the surgery the place

of the adhesions was controlled and macro and microscopic evaluation was made. Histological specimens were taken and estimated under optic microscope.

Results: Anastomosis of the dog facial nerve using venous "muff" gave better morphological results than the traditional way of anastomosis. In the dogs from the experimental group there were no macroscopic differences between the anastomosed and the healthy nerve from the other side of the face. In the dogs of the control group anastomosed ends of the nerve were thickened, irregularly and secondarily adhered with the environment. Complete regeneration of the nerve fibres with regular structure of the nerve was histologically confirmed in the experimental group but in the control group the structure of the traumatic neurinoma was dominant.

Conclusions: 1. Anastomosis of the cranial nerve of the dog using venous "muff" gives better results in macro- and microscopic analysis than anastomosis with the traditional method. 2. The technique of anastomosing cranial nerves presented in the paper could be applied in practice in people, however, it needs further experiments and improvement.

Key words: dog, facial nerve, anastomosis, autologic rein, morphology

Wstęp

W miejscu przecięcia pnia nerwu na obszarze 2–3 cm powstaje tak zwany obszar zwyrodnienia urazowego połączonego z niedokrwieniem. Odcinek dośrodkowy nerwu ulega zwyrodnieniu wstecznemu w zakresie 1–2 członów Ranviera, podczas gdy zwyrodnienie otoczek mielinowych sięga powyżej włókien osiowych. W odcinku obwodowym dochodzi do rozpadu ostonki rdzennej, włókna osiowe ulegają martwicy rozplywnej, a produkty rozpadu mieliny i aksoplazmy zostają usunięte przez komórki fagocytarne. Zmiany w odcinku obwodowym są rozległe i sięgają aż do końcowych płytek nerwowych w mięśniach. W odbudowie nerwu biorą udział oba jego końce, szczególnie szybko zmiany odwrotne obserwuje się w odcinku dośrodkowym. Przy sprzyjających warunkach szybkość wzrostu aksonów waha się w granicach 0,1–8,4 mm na dobę [1]. Z kolbowato pogrubiałego aksonu wytwarzają się kanały, w które wnikają włókna osiowe z odcinka dośrodkowego. W ten sposób powstaje pomost między końcami przeciętego nerwu, pod warunkiem, że na jego drodze nie wytworzy się krwiak i nie dojdzie do przemieszczenia uszkodzonych tkanek lub wytworzenia łącznotkankowej blizny. W przypadku wystąpienia jednej z wymienionych przeszkód powstaje nerwiak, który wskutek wrastania do niego nowych włókien stale się powiększa [2, 3].

Liczne przykłady kliniczne wskazują, że podczas zespалania obu końców przeciętego pnia nerwu należy unikać dodatkowej jego traumatyzacji, zapobiegać niedokrwieniu i wystąpieniu ewentualnych wyżej wymienionych przeszkód w regeneracji.

Celem pracy jest ocena morfologiczna (makro- i mikroskopowa) miejsca zespалenia przeciętego nerwu twarzowego psa przy użyciu „mufki” żyłnej oraz metodą tradycyjną koniec do końca.

Materiał i metody

Materiał i metody zabiegów przedstawiono w części I pracy. Po upływie 6 miesięcy od operacji zwierzęta z obu grup (doświadczalnej i kontrolnej) uśmiercano przy użyciu Morbitalu. Odstaniano i oceniano makroskopowo

Introduction

An area of traumatic degeneration 2–3 cm wide accompanied by ischaemia is formed in the site of cutting the nerve stem. The medial part of the nerve undergoes retrograde degeneration whereas the degeneration of myelin coats/capsules reaches the axial fibres. The medullar capsule disintegrates in its peripheral part, the axial fibres undergo colliquative necrosis and phagocytes remove the waste products of myelin disintegration. Changes in the peripheral part are extensive and reach the terminal parts of nerve platelets in muscles. Both ends of the nerve take part in its reconstruction, especially in its medial part. In favourable conditions, growth of the axons ranges between 0.1–8.4 mm in 24 hours [1]. Canals, which are penetrated by axial fibres from the medial part, spring off the thickened, flask-like axon. Thus the bridge between the ends of the cut nerve is created on condition that haematoma is not formed, damaged tissues are not displaced and connective tissue scar is not formed. In the case of one of the above-mentioned conditions, a neuroma is formed, which becomes larger as a result of new fibres growing into it [2, 3].

A great number of clinical cases suggest that additional traumatization of the cut nerve stem should be avoided on its anastomosis. Moreover the nerve should be protected from ischaemia.

The aim of the study was a morphological assessment of the anastomosed site of the cut facial nerve of the dog by the use of venous "muff" in comparison with traditional end-to-end method.

Material and methods

The material and methods of the procedure were presented in part I of the paper. The animals from both groups (control and study) were sacrificed with Morbital six months after the surgery. The anastomosed site was exposed and then evaluated. Next, samples of bilaterally adhered parts of the facial nerve were taken. Preparations were made according to routine histological methods and analysed using optic microscope. The results of the morphological examination were compared.

miejsce zespolenia, a następnie pobierano obustronnie zrośnięty odcinek nerwu twarzewego. Wykonano z niego preparaty według rutynowych metod histologicznych, które oceniano przy użyciu mikroskopu świetlnego. Wyniki morfologiczne porównano ze sobą.

Wyniki

Ocena makroskopowa

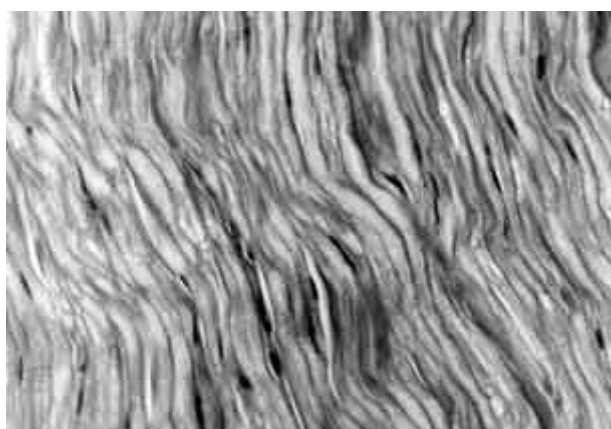
1. U psów z grupy doświadczalnej trudno było odróżnić miejsce zespolenia przeciętego nerwu od zdrowego pnia nerwu położonego po stronie przeciwnej. Zespolone w „mufce” żyłnej pnie nerwów były gładkie, przesuwalne, jedynie miejscami lekko zrośnięte z otoczeniem.

2. U psów z grupy kontrolnej zespolone odcinki nerwów były pogrubiałe (szczególnie u jednego psa), o nierównej powierzchni, silnie zrośnięte z otoczeniem na całej długości pnia.

Ocena mikroskopowa

Nerw prawidłowy

W obrazie mikroskopowym uwidoczniło się przecięty nerw otoczony nanerwem. Nerw składał się z licznych pęczków nerwowych zbudowanych z włókien o falistym przebiegu. Pod większym powiększeniem uwidaczniały się poszczególne włókna z aksonem w środku, otoczonym grubą warstwą jasnej mieliny pokrytej od zewnątrz przez lemmocyty (komórki Schwanna). Odcinkowo wzdłuż przebiegu włókien nerwowych widoczne były segmentalne przewężenia mieliny — węzły Ranviera (ryc. 1). Ponadto obserwowano ciemne wrzecionowate jądra nielicznych fibroblastów. Wraz z włóknami kolagenowymi tworzyły one śródnierwie (*endoneurium*) otaczające poszczególne włókna nerwowe i naczynia krwionośne. Poprzeczne cięcia nerwu uwidaczniały owalne struktury włókien z centralnie położonym aksonem, warstwą mieliny i lemmocytami z obwodowo położonym jądrem. Pomiędzy włókna-



Rycina 1. Włókna nerwowe o falistym przebiegu z widocznymi przewężeniami Ranviera oraz pojedyncze fibroblasty z wrzecionowatymi jądrami. Barwienie H.E., pow. 400 ×

Figure 1. Nerve fibres with a wavy course with apparent Ranvier narrowings and single fibroblasts with spindle-like nuclei. H.E. staining. Enlargement 400 ×

Results

Macroscopic evaluation/analysis

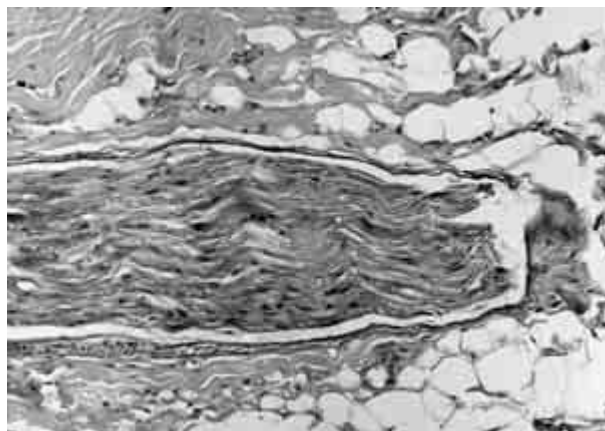
1. It was difficult to distinguish the site of the anastomosed cut nerve from the healthy stem of the nerve on the opposite side in dogs from the study group. Nerve stems anastomosed in the nerve "muff" were smooth and adhered to the environment.

2. In the dogs from the control group, the anastomosed parts of nerves were thickened (especially in one dog) with irregular surface, strongly adhered to the environment alongside the stem.

Microscopic evaluation

Normal nerve

Microscopic picture showed the cut nerve surrounded by epineurium. It consisted of numerous nerve bundles formed by fibres with a wavy course. A greater enlargement disclosed separate fibres with an axon placed in the middle of them and surrounded by a thick layer of light myelin covered by lemmocytes. Segmented narrowings of myelin — Ranvier nodes were observed alongside nerve fibres (Fig. 1). Moreover, dark spindle-shaped nuclei of fibroblasts were also noticed. They formed endoneurium together with collagen fibres surrounding separate nerve fibres and blood vessels. Transverse cut of the nerve disclosed oval-shaped structures of fibres with medially placed axon, a layer of myelin and lemmocytes with peripherally located nucleus. Capillaries were present between the fibres. Separate nerve bundles were surrounded by perineurium formed by collagen fibres. All nerve bundles formed a nerve stem surrounded by epineurium. The borderline between the epineurium and perineurium was not clearly seen. Epineurium consisted of bands of collagen fibres directly connected with a layer of perineurium. Outside, loose fibrous connective tissue with blood vessels and a small number of fatty tissue was observed.



Rycina 2. Prawidłowa struktura obwodowych części nerwu o falistym układzie włókien, pokrytego nanerwem. Barwienie H.E., pow. 200 ×

Figure 2. Normal structure of peripheral parts of the nerve with wavy arrangement of fibres, covered by epineurium. H.E. staining. Enlargement 200 ×

mi widoczne były włosowate naczynia krwionośne. Poszczególne pęczki włókien otaczało onerwie (*perineurium*) zbudowane z włókien kolagenowych. Wszystkie pęczki włókien nerwowych tworzyły pień nerwu otoczony nanerwem (*epineurium*). Granica między nanerwem a onerwem była słabo widoczna. Nanerwie było zbudowane z pasm włókien kolagenowych bezpośrednio łączących się z warstwą onerwia. Na zewnątrz od nich widoczna była luźna tkanka łączna włóknista z naczyniami krwionośnymi oraz niewielka ilość tkanki tłuszczowej.

Grupa doświadczalna

W obrazie histologicznym obserwowano cechy pełnej regeneracji włókien nerwowych z prawidłowo odtworzoną strukturą nerwu. Nerw pokryty był wyraźną torebką nanerwia (ryc. 2), w której obserwowano tkankę łączną włóknistą i tłuszczową ze światłami naczyń krwionośnych. Nanerwie pokryte było „mufką” wytworzoną ze ściany naczynia żylnego (ryc. 3). W części centralnej nerwu obecne były pęczki włókien nerwowych o falistym układzie. Aksony włókien pokryte były mieliną i lemnocytami z widocznymi jądrami komórkowymi. Pomiędzy nimi obserwowano nieliczne fibroblasty i włókna kolagenowe. Miejscami na obwodzie w pobliżu nanerwia widoczne były pasma z dużą ilością włókien kolagenowych i ogniskowymi cechami bliznowacenia ze szklawieniem oraz zrostami z otaczającą tkanką łączną. W obrazie dominowało jednak utkanie włókien nerwowych, bez cech charakterystycznych dla nerwiaka porazowego. W obserwowanej zmianie budowa włókien nerwowych była już odtworzona i prawidłowa. Dowodem wcześniejszego uszkodzenia nerwu były jedynie krótsze segmenty mieliny z licznymi, w stosunku do nerwu prawidłowego, przewężeniami Ranviera oraz większa ilość tkanki łącznej włóknistej w strukturze nerwu i wokół niego. Obserwowano ponadto światła pączkujących naczyń krwionośnych.

Grupa kontrolna

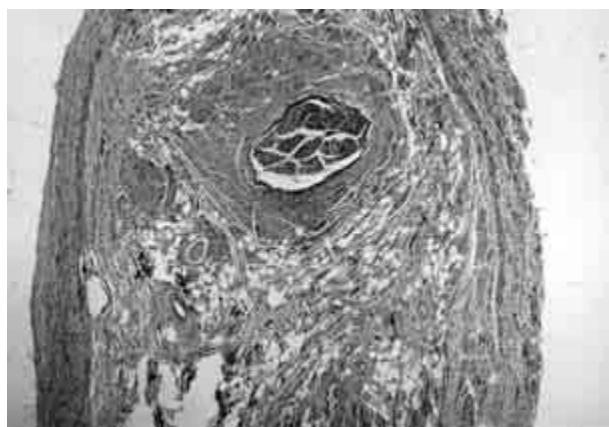
W miejscu zespolenia koniec do końca obserwowano żywe cechy regeneracji postaci chaotycznego układu róż-

Study group

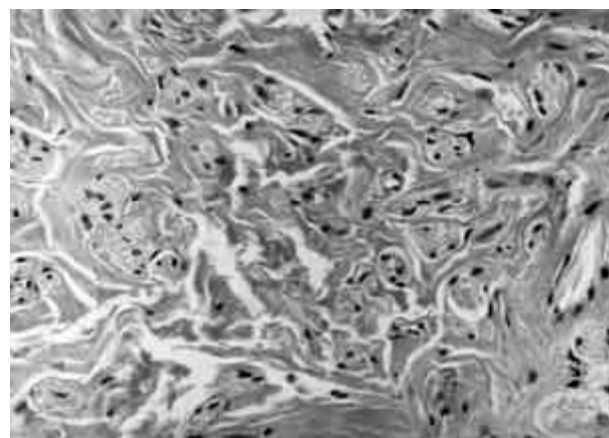
Full regeneration of nerve fibres with normally reconstructed nerve was observed in histological picture. The nerve was covered by a sac of epineurium (Fig. 2) composed of fibrous connective and fatty tissue with the lumen of blood vessels. Epineurium was formed out of the wall of the venous vessel (Fig. 3). Bundles of nerve fibres with a wavy course were present in the central part of the nerve. Axons were covered by myelin and lemnocytes with apparent cell nuclei. Sparse fibroblasts and collagen fibres were observed among them. Bands with numerous collagen fibres and focal marks of scarring with hyalination as well as adhesions with surrounding connective tissue were observed on the periphery close to the epineurium. However, the picture showed mainly the weaving of the nerve fibres. It did not show characteristic features of posttraumatic neuroma. The structure of nerve fibres was already reconstructed and normal. Shorter segments of myelin with numerous Ranvier narrowings as well as a number of connective fibrous tissues within the nerve and around it proved the nerve injury. Moreover lumen of gemmating blood vessels was observed.

Control group

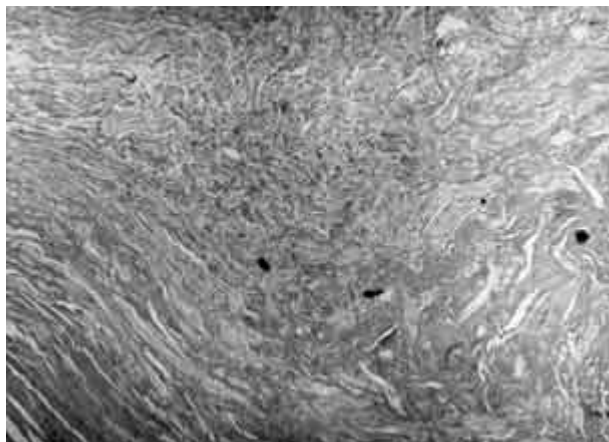
Vital signs of regeneration, such as multidirected nerve fibres separated by bands of fibrous connective tissue with numerous fibroblasts and collagen fibres, were observed in the place of anastomosis with end-to-end method (Fig. 4). Thin bands of connective tissue composed mainly of fibroblasts were seen in central part among nerve fibres. On the periphery fibrous connective tissue produced thick scarring foci with marks of hyalination composed mainly of collagen fibres (Fig. 5). Lumen of young gemmating capillaries was present in the neurinoma. A different degree of degeneration was observed among nerve fibres. Apart from axons surrounded by myelin and lemnocytes, foci of proliferating lemnocytes without apparent axons were present. Peripherally to the place of the cut normally built fragments



Rycina 3. Nerw z nanerwem otoczony „mufką” żylną. Barwienie H.E., pow. 50 x
Figure 3. Nerve with the epineurium surrounded by venous “muff”. H.E. staining. Enlargement 50 x



Rycina 4. Włókna nerwowe porozdzielane przez pasma tkanki łącznej włóknistej. Barwienie H.E., pow. 400 x
Figure 4. Nerve fibres separated by bands of fibrous connective tissue. H.E. staining. Enlargement 400 x



Rycina 5. Grube pasma włókien kolagenowych w obwodowych częściach nerwu. Barwienie metodą Azan, pow. 100 ×
Figure 5. Thick bands of collagen fibres in peripheral parts of the nerve. Staining with Azan method. Enlargement 100 ×

nokierunkowo przebiegających włókien nerwowych, rozdzielanych pasmami tkanki łącznej włóknistej z licznymi fibroblastami i włóknami kolagenowymi (ryc. 4). W części centralnej, między włóknami nerwowymi, widoczne były jedynie cienkie pasma tkanki łącznej, złożone głównie z fibroblastów. Na obwodzie tkanka łączna włóknista wytwarzała grube bliznowaciejące ogniska z cechami szklwienia, złożone głównie z włókien kolagenowych (ryc. 5). W nanerwiu obecne były światła pączkujących młodych naczyń włosowatych. Wśród włókien nerwowych obserwowano różny stopień regeneracji. Obok aksonów otoczonych mieliną i lemmocytami występowały ogniska proliferujących lemmocytów bez widocznych aksonów. Obwodowo od miejsca przecięcia zauważono prawidłowo zbudowane fragmenty tkanki nerwu z włóknami o falistym przebiegu, ułożonymi w pęczki i otoczonymi łącznotkankowym nanerwiem. Całość zmian w przeciętym i zszytym nerwie odpowiadała obrazowi nowotworopodobnej zmiany rozrostowej — nerwiaka pourazowego.

Omówienie

Nerwy czaszkowe są zbudowane z włókien nerwowych, w skład których wchodzi zespoły strukturalno-czynnościowe złożone z aksonów oraz kolumn Schwanna w otoczce endoneuronalnej. Strukturą przenoszącą informację w obu kierunkach jest akson. Pęczki nerwowe i znajdujące się w nich włókna ułożone są falście w obrębie *epineurium*, co zapewnia elastyczność nerwu [4, 5]. Nerw twarzowy jest nerwem mieszanym z przewagą włókien ruchowych. Perikaryony dla włókien odśrodkowych są położone w jądrach zlokalizowanych w pniu mózgu, a dla włókien dośrodkowych — w zwoju kolanka. Część ruchowa (nerw twarzowy właściwy) składa się z włókien, które unerwiają mięśnie mimiczne twarzy [6].

W przeprowadzonym doświadczeniu oceniano gojenie się (regenerację) przeciętych nerwów czaszkowych zespolonych przy użyciu „mufki” żyłnej w porównaniu

of nerve tissue with fibres of a wavy course forming bundles and surrounded by connective tissue neurotoma were observed. All changes in the cut and sutured nerve corresponded with the picture of tumour-like growth — posttraumatic neuroma.

Discussion

Cranial nerves are composed of nerve fibres containing structural-functional groups composed of axons and Schwann column in endoneural coat. Information is conveyed in both directions by axons. Nerve bundles and fibres contained in them are positioned wavy-like in the epineurium, which provides nerve flexibility [4, 5]. The facial nerve is a sensomotor nerve with advantage of motor fibres. Perikaryons for centrifugal fibres are located in nuclei localised of the brain stem whereas those for centripetal ones in geniculate ganglion. Motor part (facial nerve proper) is composed of fibres which innervate mimic muscles of the face [6].

Regeneration of the cut cranial nerves anastomosed using venous “muff” in comparison to traditional end-to-end method was evaluated in the experiment. In the traditional method reconstruction of the nerve was related to increased proliferation of nerve fibres and fibrous connective tissue, which was seen as posttraumatic neurotoma. These observations were presented in the previous paper (Part I — Clinical analysis). According to literature, authors applying the traditional method of anastomosis of the peripheral nerves observed marked thickening in the place of suture, while histologically a bending of the nerve fibres [7, 8]. In the case of cranial nerves relatively the best results were obtained on anastomosing stumps of the facial nerve using autologic graft [9]. Anastomosis of nerves in silicon [9] or collagen [10] tube was related to abnormal growth of axons in connective tissue except for bundles as well as small amount of myelinated fibres in distal part of the nerve [9]. Anastomosis of the facial nerve in venous “muff”, without leaving any break between the stumps, was characterised by irregular proliferation of nerve fibres and the material used in anastomosis gave tissue reaction [11].

Capsule made from the vein prevented connective tissue from growing into the place of adhesion. Leaving the break between the stumps enabled normal tropism of bundles, resulting in normal growth of nerve fibres. In addition successful adhesion depended on the lack of suture in the place of anastomosis.

Endothelium of the vein gives optimal conditions of tissue environment for normal reconstruction of the nerve through favourable influence of electrolyte composition in the place of anastomosis. The method corresponds with conditions of regeneration of the damaged nerve in natural tissue environment, and what is more the use of venous vessel as a sleeve improves them. Spontaneous anastomosis of the nerve without sutures (reinforced only by the wall of venous “muff”) enabled the reconstruction of its normal structure. Insignificant fibrosis occurring in some places did not impair normal functioning of

z metodą tradycyjną (koniec do końca). W metodzie tradycyjnej odtworzenie ciągłości nerwu wiązało się z nadmiernym rozrostem włókien nerwowych i tkanki łącznej włóknistej, które nadawały wytworzonemu zespoleniu cechy nerwiaka pourazowego, co znalazło odzwierciedlenie w obserwacji klinicznej (część I pracy). Według danych z piśmiennictwa, autorzy stosujący tradycyjną metodę zespalania nerwów obwodowych stwierdzali makroskopowo znaczne pogrubienie w miejscu założenia szwów, natomiast histologicznie — zaginanie się włókien nerwowych [7, 8]. W przypadku nerwów czaszkowych stosunkowo najlepsze wyniki osiągnęto, zespalając kikuty nerwu twarzowego przy użyciu przeszczepu autologicznego [9]. Zespolenie nerwu w tulei z silikonu [9] lub kolagenu [10] wiązało się z nieprawidłowym rozrostem aksonów w tkance łącznej poza pęczkami oraz małą ilością zmielinizowanych włókien w dystalnym odcinku nerwu [9]. Zespolenie nerwu twarzowego w „mufce” żyłnej bez pozostawienia przerwy między kikutami histologicznie cechowało się nieregularnym rozrostem włókien nerwowych, a użyte do zespolenia nici chirurgiczne wywołały odczyn tkankowy [11].

W zastosowanej metodzie osłona z naczyń żyłnego zapobiegała wrastaniu tkanki łącznej w miejsce zespolenia przeciętego nerwu. Pozostawienie przerwy między kikutami umożliwiło prawidłowy tropizm pęczków i uzyskanie w efekcie prostoliniowego wzrostu włókien nerwowych. Dodatkowym czynnikiem powodzenia zrostu był brak jakiegokolwiek nici chirurgicznej w miejscu zespolenia.

Śródbłonek żyły stwarza prawdopodobnie optymalne warunki środowiska tkankowego dla prawidłowej regeneracji nerwu poprzez korzystny wpływ na skład elektrolitowy w miejscu zespolenia. Metoda ta odpowiada warunkom regeneracji uszkodzonego nerwu w naturalnym środowisku tkankowym, a zastosowanie naczyń żyłnego jako tulei nawet je poprawia. Samoistne zespolenie nerwu bez użycia nici chirurgicznej (wzmocnione jedynie ścianą „mufki” żyłnej) pozwoliło na odtworzenie jego prawidłowej struktury. Występujące miejscami nieznaczne włóknienie nie zaburzało prawidłowej funkcji zregenerowanego nerwu, co potwierdziła obserwacja kliniczna w części I pracy.

Wnioski

1. Zespolenie nerwu czaszkowego psa przy użyciu „mufki” żyłnej daje w ocenie makro- i mikroskopowej regeneracji nerwu lepsze wyniki niż zespolenie metodą tradycyjną.
2. Przedstawiona technika zespalania nerwów czaszkowych, po jej dalszym udoskonaleniu w trakcie badań doświadczalnych, mogłaby znaleźć zastosowanie w praktyce klinicznej u ludzi.

reconstructed nerve, which was confirmed by clinical analysis in part I of the paper (Clinical analysis).

Conclusions

1. Anastomosis of the cranial nerve of the dog using nervous “muff” gives better results in macro and microscopic analysis than anastomosis with traditional method.
2. The technique of anastomosing cranial nerves presented in the paper could be applied in practice in people, however, it needs further experiments and improvement.

Piśmiennictwo (References)

1. Hausman-Petrusewicz J. Choroby nerwów. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1986.
2. Lagirigue J. Treatment of painful neuroma by a nerve anastomosis, neuronal trap loop. *Nuerochirurgie* 1982; 28: 91–92.
3. Mackinnon S. Alternation of neuroma formation by manipulation of its microenvironment. *Plast. Reconstr. Surg.* 1985; 76: 345–353.
4. Wolman M.D. Myelin structure, ultrastructure and degeneration. *Pathology of the nervous system.* Mc Graw-Hill. New York-Sydney-London 1969.
5. Zwiebaum J. Histologia. Układ nerwowy. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1955.
6. Fix J.D. Neuroanatomia. Moryś J. (red.). Wyd. I. Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner. Wrocław 1997.
7. Krysiak H., Honczarenko K., Stankiewicz J. Badania morfologiczne i czynnościowe przeciętego nerwu kulszowego szczura po zastosowaniu różnych technik zespolenia. *Neurol. Neurochir. Pol.* 1983; 17: 353–359.
8. Smith J.W. Peripheral nerve surgery-retrospective and contemporary techniques. *Clin. Plast. Surg.* 1986; 13: 245–254.
9. Spector J., Lee P., Derby A. i wsp. Comparison of rabbit facial nerve regeneration in nerve growth factor-containing silicone tubes to that in autologous neural grafts. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 1995; 104: 875–885.
10. Kitahara A.K., Suzuki Y., Qi P. i wsp. Facial nerve repair using a collagen conduit in cats. *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg. Hand Surg.* 1999; 33: 187–193.
11. Zhou J., Zhao Y., Xu J. A comparative study of autologous facial nerve graft in situ with the vein tubulation: the observation of neurons changes. *Chung Hua Kou Chiang Hsueh Tsa Chih* 1997; 32: 99–101.

Adres do korespondencji (Address for correspondence):

Prof. dr hab. med. Jerzy Arendt
Katedra i Oddział Kliniczny Chirurgii Ogólnej i Gastroenterologicznej
ul. Żeromskiego 7
41-902 Bytom
tel.: (032) 281-94-64

Praca wpłynęła do Redakcji: 10.10.2002 r.