

Morfologia, topografia i analiza morfometryczna zwoju skrzydłowo-podniebiennego kaczki domowej

MAŁGORZATA RADZIMIRSKA

Pracownia Ochrony Przyrody Instytutu Biologii Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego Jana Kochanowskiego,
ul. Świętokrzyska 15, 25-406 Kielce

Radzimirska M.

Morphology, topography and morphometrical analysis of the pterygopalatine ganglion in domestic duck

Summary

The aim of this research was the morphological, topographical, and morphometrical analysis of the pterygopalatine ganglion in domestic ducks (*Anas platyrhynchos* f. domestica). The references indicate that this ganglion has been described in a few species of domestic birds, e.g. domestic hens (*Gallus gallus* f. domestica), Japanese quails (*Coturnix coturnix* v. Japonica), and domestic pigeons (*Columba livia* f. domestica). In domestic ducks the pterygopalatine ganglion has not been studied. The research was performed on 30 one-year-old domestic ducks of Pekinese race and both sexes (15 males and 15 females). The animals were examined three hours after slaughter. Two research methods were used: the Koelle-Friedenwald thiocholine method, adapted to macromorphological preparations by Gienc, and the routine histological method. 15 ducks were used for histochemical investigations. The other animals were studied histologically. The morphometrical analysis was performed using histological slides obtained from 15 ducks. The histochemical research revealed that the pterygopalatine ganglion (ganglion pterygopalatinum) in domestic ducks is topographically connected with the Harderian gland. This ganglion consists of numerous cell agglomerations, which form a plexo-ganglionic structure located on the palatine branch of the facial nerve and on the medial surface of the Harderian gland. In ducks, among many small ganglionic cell agglomerations, it is possible to distinguish two big agglomerations, called the superior pterygopalatine ganglion and the inferior pterygopalatine ganglion according to their location and the terminology used. The superior ganglion is situated at the end of the nasal part of the palatine branch of the facial nerve in the place where it intersects with the ophthalmic nerve. The inferior ganglion is located on the medial surface of the Harderian gland beneath the superior ganglion. These ganglions are connected by a clearly visible branch, which consists, among others, of postganglionic fibres. The histological and morphometrical analysis of the superior pterygopalatine ganglion shows the presence of 40 to 60 neurocytes irregularly located in the cross-sections and occupying 12-14% of the cross-section surface. On the cross-sections of the inferior ganglion, 80-90 ganglionic cells were noted, occupying 16-24% of the cross-section surface. Many small agglomerations of neurocytes contain from 2 to 25 cells. These cells make up 24.5-31% of the cross-section surface. The diameter of the neurocytes of the pterygopalatine ganglion is 9.001-53.317 μm , but smaller cells of 9.011-29.014 μm in diameter predominate. The presence of the two big agglomerations of ganglionic neurocytes, i.e. the superior and inferior pterygopalatine ganglions in domestic ducks, is probably the result of the lifestyle of this species.

Keywords: pterygopalatine ganglion, Harderian gland, domestic duck

Układ nerwowy autonomiczny, mimo licznych prac, nadal stanowi przedmiot zainteresowania wielu badaczy. Głowowe zwoje przywspółczulne, jako jeden z zasadniczych elementów jego budowy, opisano u wielu gatunków kręgowców, zwłaszcza u ssaków.

Zwoje te u ptaków są słabo poznane. Jak wynika z przeglądu literatury, dwa głowowe zwoje przywspółczulne: rzęskowy oraz żuchwowy kaczki domowej, opracowane są w formie doniesień zjazdowych (20, 21) oraz artykułu (19). Trzeci zwój u tego gatunku – skrzydłowo-podniebienny przedstawiony jest jedynie w formie doniesienia zjazdowego (22).

Zwój skrzydłowo-podniebienny u ptaków charakteryzuje się stosunkowo dużym rozproszeniem neurocytów zwojowych, które tworzą splotowzrost występujący na gałęzi podniebienną nerwu twarzowego oraz na przyśrodkowej powierzchni gruczołu Hardera, dobrze rozwiniętego u ptaków. Zwój ten składa się więc z wielu skupisk komórek zwojowych, różnych pod względem wielkości i kształtu. U takich gatunków, jak przepiórka japońska (18) czy gęś (8) stwierdzono obecność jednego dużego skupiska komórek zwojowych w końcu donosowym gałęzi podniebienną nerwu VII oraz drobnych skupisk na przebiegu tej gałęzi i na przy-

środkowej powierzchni gruczołu Hardera. U gołębia można wyróżnić, oprócz wielu drobnych, dwa duże skupiska komórek zwojowych, które ze względu na położenie w stosunku do gruczołu Hardera określono zwojem górnym i dolnym (5). Niniejsza praca, która ma na celu analizę morfologii, topografii i morfometrii zwoju skrzydłowo-podniebiennego kaczki domowej (*Anas platyrhynchos f. domestica*), pozwoli znaleźć odpowiedź na pytanie: czy u badanego gatunku ptaków można wyróżnić zwój skrzydłowo-podniebienny górny i dolny, podobnie jak u gołębia, czy też występuje tylko jedno duże skupisko neurocytów – tak, jak u gęsi lub przepiórki japońskiej? Uzyskane wyniki mogą być w przyszłości wykorzystywane przez klinicystów oraz przedstawicieli różnych dyscyplin nauk biologicznych, ponieważ poza wartością poznawczą, mogą mieć także znaczenie praktyczne.

Materiał i metody

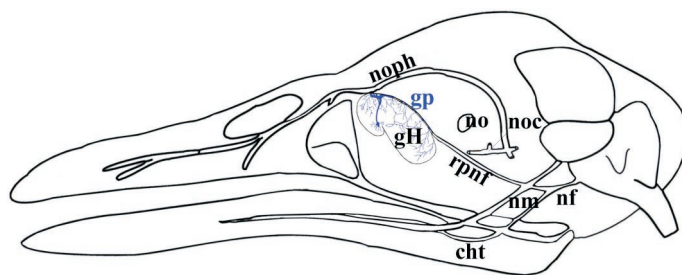
Badania przeprowadzono na 30 jednorocznych kaczkach domowych rasy pekińskiej różnej płci (15 samców i 15 samic). Zwierzęta poddawano badaniom w ciągu trzech godzin po uboju. Zastosowano metodę tiocholinową (10) zmodyfikowaną i zaadaptowaną do badań makromorfologicznych (3) oraz rutynową technikę histologiczną. Do badań histochemicznych użyto 15 kaczek. Pozostałe osobniki poddano obserwacjom histologicznym. Wykonano także analizę morfometryczną wykorzystując preparaty histologiczne pochodzące od 15 ptaków.

Do badań histochemicznych głowy zwierząt rozcinano w płaszczyźnie pośrodkowej, a następnie odsłaniano okolice gruczołu Hardera. Wypreparowany gruczoł wraz z badanym zwojem zatapiało w roztworze polivinylpyrrolidonu K15 (FLUKA).

Do badań histologicznych pobierano gruczoł Hardera. Tkanki utrwalano w 4% zbuforowanej formalinie (pH 7,0) oraz w utrwalaczu Carnoya. Następnie odwadniano i zatapiało w parafinie. Błoczki parafinowe krojono na mikrotomie na seryjne skrawki grubości 4-5 µm. Do barwienia stosowano hematoksylinę według Harris'a w modyfikacji Hall oraz srebrzoną metodą Gomoriego (15, 27).

Preparaty histochemiczne i histologiczne analizowano pod stereoskopowym mikroskopem Technival oraz mikroskopem optycznym Jenaval, wykonując dokumentację fotograficzną przy użyciu nasadki fotograficznej Automatic 2 oraz aparatu cyfrowego Nikon Coolpix 950.

Do analizy morfometrycznej wykorzystywano seryjne skrawki i stosowano program do komputerowej analizy obrazu Multiscan 4.1. Pobrane do komputera obrazy mikroskopowe zapisywano w formacie BMP. Następnie wykonywano pomiary średnicy komórek zwojowych, liczby neurocytów w kolejnych przekrojach poprzecznych przez zwoje oraz stosunku procentowego poszczególnych składowych zwojów. Na kolejnych przekrojach mierzono tylko te komórki, które miały widoczne jąderka. W przypadku komórek o wydłużonym kształcie mierzono najdłuższą cięciwą. Otrzymane wyniki pomiarów średnicy neurocytów przedstawiano w formie histogramu słupkowego, wykonanego w arkuszu kalkulacyjnym Excell programu Microsoft Office 2003.



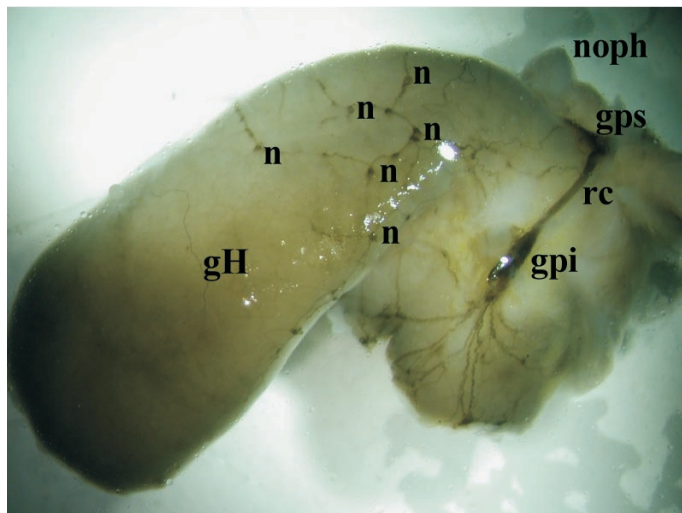
Ryc. 1. Topografia zwoju skrzydłowo-podniebiennego kaczki domowej

Oznaczenia stosowane na rycinach:

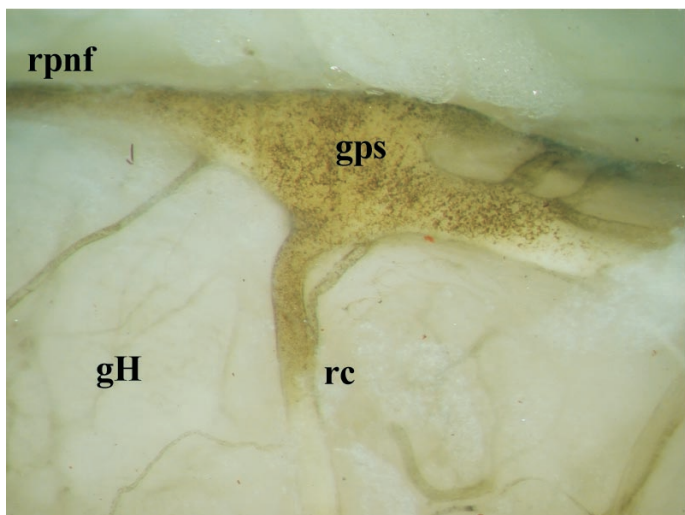
- cht – struna bębenkowa (*chorda tympani*)
- gH – gruczoł Hardera (*glandula Harder*)
- gp – zwój skrzydłowo-podniebienny (*ganglion pterygopalatinum*)
- gps – zwój skrzydłowo-podniebienny górny (*ganglion pterygopalatinum superior*)
- gpi – zwój skrzydłowo-podniebienny dolny (*ganglion pterygopalatinum inferior*)
- n – skupisko neurocytów zwojowych (*neurocyti ganglionares*)
- nf – nerw twarzowy (*nervus facialis*)
- nm – nerw żuchwowy (*nervus mandibularis*)
- no – nerw wzrokowy (*nervus opticus*)
- noph – nerw oczny (*nervus ophthalmicus*)
- rc – gałąź łącząca zwój górny i dolny (*ramus communicans*)
- noc – nerw okoruchowy (*nervus oculomotorius*)
- rpnf – gałąź podniebienna nerwu twarzowego (*ramus palatinum nervi facialis*)

Wyniki i omówienie

Zwój skrzydłowo-podniebienny (*ganglion pterygopalatinum*) kaczki domowej jest topograficznie związany z gruczołem Hardera (*glandula Harder*). Gruczoł ten leży po stronie nosowej oczodołu, w kącie nosowym oka (ryc. 1). Po zastosowaniu metody tiocholinowej stwierdzono, że zwój skrzydłowo-podniebienny składa się z wielu skupisk neurocytów różnych pod względem rozmiaru i kształtu (ryc. 2, 3, 4). Skupiska te występują na gałęzi podniebiennej nerwu twarzowego (*ramus palatinum nervi facialis*) oraz na przyśrodkowej powierzchni gruczołu Hardera. Gałąź podniebienna nerwu VII prze-

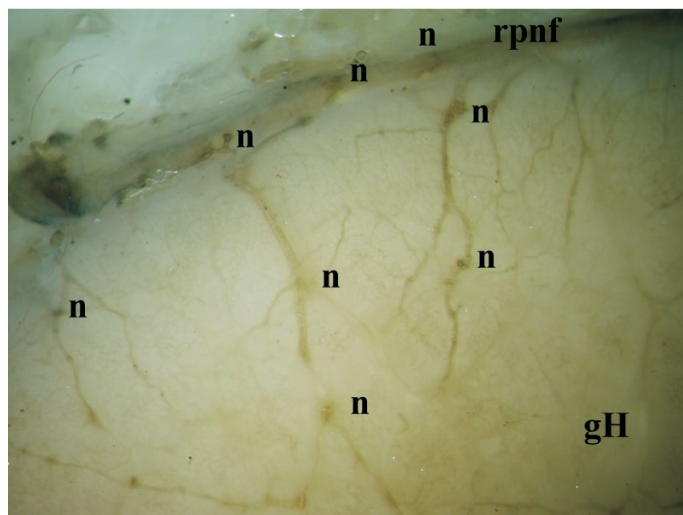


Ryc. 2. Przyśrodkowa powierzchnia gruczołu Hardera z widocznym zwojem skrzydłowo-podniebiennym górnym i dolnym kaczki domowej. Metoda tiocholinowa



Ryc. 3. Gwiaździsty zwój skrzydłowo-podniebienny górny kaczki domowej. Metoda tiocholinowa

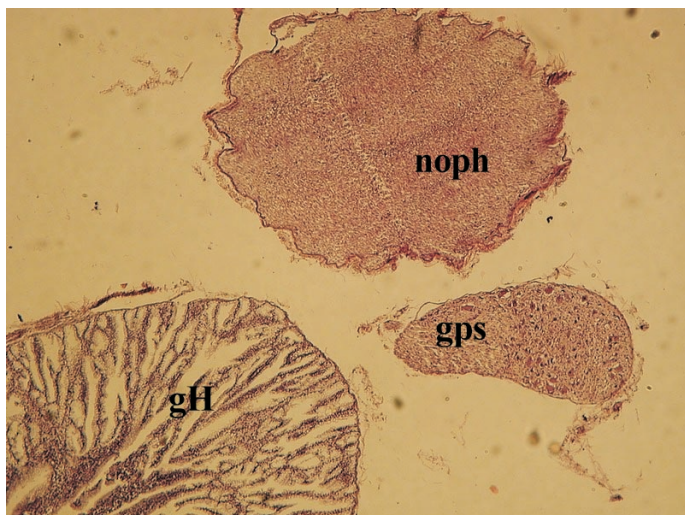
biega wzdłuż górnej krawędzi tego gruczołu i prowadzi włókna przedzwojowe, biegnące nerwem twarzowym (*nervus facialis*) z jądra ślinowego górnego (*nucleus salivatorius superior*). Gałąź tę można uznać za odpowiednik nerwu skalistego większego (*nervus petrosus major*) występującego u ssaków. Na wyżej wymienionej gałęzi obserwowano 8-12 skupisk neurocytów zwojowych (ryc. 3, 4). Skupiska te tworzą charakterystyczne różańcowate zgrubienia, intensywnie wybarwiające się w metodzie tiocholinowej. Największe z nich zwarte skupisko komórek nerwowych, ze względu na położenie w stosunku do gruczołu Hardera, określono zwojem skrzydłowo-podniebiennym górnym (*ganglion pterygopalatinum superior*) (ryc. 2, 3). Zwój ten, o długości od 1,5 do 2,25 mm i szerokości około 1 mm, znajduje się w końcu donosowym gałęzi podniebiennej nerwu twarzowego, w miejscu skrzyżowania z nerwem ocznym (*nervus ophthalmicus*). Ma on zwykle gwiaździsty kształt, co podkreśla sposób rozprzestrzenienia włókien zazwojowych (ryc. 3). Może przybierać niekiedy kształt trójkątny czy wydłużony. Drugie duże skupisko neurocytów zwojowych, które z racji topografii interpretowa-



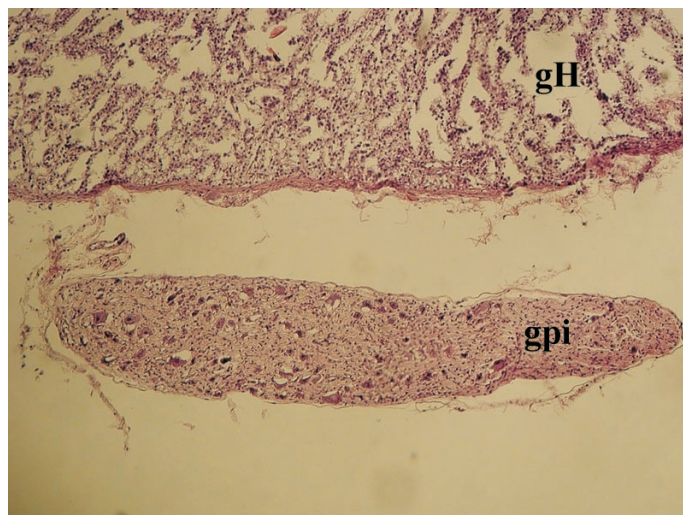
Ryc. 4. Skupiska neurocytów zwojowych zlokalizowane na gałęzi podniebiennej nerwu twarzowego oraz na przyśrodkowej powierzchni gruczołu Hardera. Metoda tiocholinowa

no jako zwój skrzydłowo-podniebienny dolny (*ganglion pterygopalatinum inferior*), zwykle wydłużony o długości około 1,5 mm i szerokości 0,5 mm, umieszczony jest na przyśrodkowej powierzchni gruczołu Hardera, poniżej zwoju górnego (ryc. 2). Zwoje te połączone są ze sobą wyraźną gałęzią, mocno wybarwiającą się w badaniach histochemicznych (ryc. 2, 3). Należy wobec tego sądzić, że w jej skład wchodzi między innymi włókna zazwojowe.

Na przyśrodkowej powierzchni gruczołu Hardera kaczki występują skupiska neurocytów zwojowych wchodzących w skład zwoju skrzydłowo-podniebiennego (w liczbie około 30). Obserwowano tutaj gęstą sieć ACh-pozytywną, w oczkach której zlokalizowane są neurocyty zwojowe (ryc. 4). Wymieniona sieć cholinergiczna łączy się ze zwojami na przebiegu gałęzi podniebiennej nerwu VII (ryc. 4). U tego gatunku zauważono drobną siateczkę cholinergiczną także na bocznej powierzchni gruczołu Hardera. Siateczka ta łączy się z siecią na przyśrodkowej powierzchni gruczołu. Wychodzące z górnego zwoju włókna zazwojowe w formie licznych pęczków zespala się z nerwem ocznym.



Ryc. 5. Przekrój poprzeczny przez zwój skrzydłowo-podniebienny górny kaczki domowej. Barw. H i E



Ryc. 6. Przekrój poprzeczny przez zwój skrzydłowo-podniebienny dolny kaczki domowej. Barw. H i E

Badania histologiczne potwierdzają obecność dwóch dużych skupisk komórek nerwowych. Jedno z nich usytuowane jest pomiędzy gruczołem Hardera a gałęzią podniebienną nerwu twarzowego (w miejscu skrzyżowania z nerwem ocznym) (ryc. 5). Jest to wyżej wymieniony zwój górny. Jego przekroje poprzeczne mają długość 0,69-0,96 mm i szerokość 0,27-0,37 mm. Drugie skupisko neurocytów zwojowych, odpowiadające zwojowi dolnemu, o silnie wydłużonym kształcie, usytuowane jest przy dolnej krawędzi gruczołu Hardera (ryc. 6). Jego długość (na przekrojach poprzecznych) waha się w granicach 0,86-1,11 mm, a szerokość 0,21-0,43 mm. Ponadto na przyśrodkowej powierzchni tego gruczołu obserwowano liczne skupiska neurocytów zwojowych, zwykle o owalnych kształtach. Przekroje poprzeczne przez te skupiska mają 0,21-0,36 mm długości i 0,1-0,21 mm szerokości. Przekrój poprzeczny przez jedno z nich przedstawia ryc. 7.

Wszystkie skupiska komórek zwojowych otoczone są łącznotkankową torebką zwojową. Neurocyty zwojowe tworzące wyżej wymienione skupiska zwoju skrzydłowo-podniebiennego są wielobiegunowe, rozmieszczone nieregularnie i posiadają pojedyncze jądra komórkowe (ryc. 7).

Wyniki morfometrii przedstawiono w formie histogramu (ryc. 8). Do jego sporządzenia wybrano losowo 500 wymiarów średnicy komórek zwoju skrzydłowo-podniebiennego uwzględniając dziewięć klas wielkości co 5 μm . U kaczki domowej średnica komórek waha się w granicach od 9,011 do 53,317 μm ; wartość średnia to 20,983 μm . Z przedstawionej analizy wynika, iż w badanym zwoju przeważają komórki mniejsze, o średnicy od 9,011 do 29,014 μm .

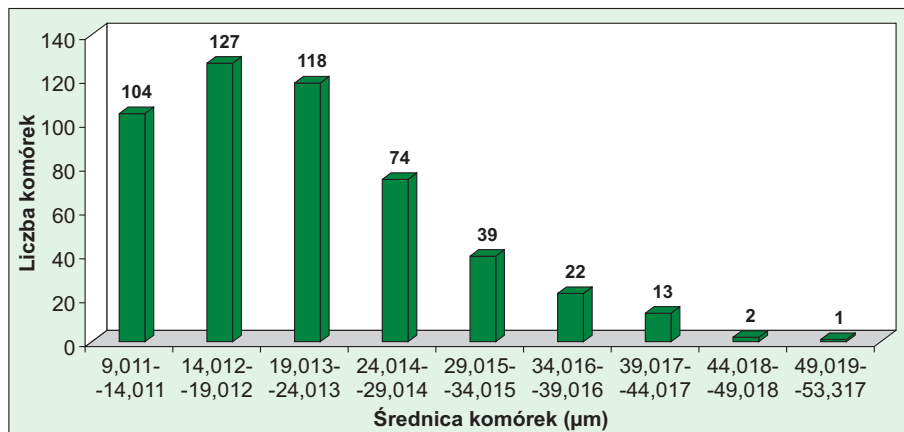
Po przeprowadzeniu analizy morfometrycznej stwierdzono, iż liczba neurocytów zwoju skrzydłowo-podniebiennego górnego waha się w granicach od 40 do 60, co stanowi 12-14% powierzchni przekroju poprzecznego przez badany zwój. Na przekrojach poprzecznych przez zwój dolny zaobserwowano od 80 do 90 komórek zwojowych, zajmujących od 16% do 24% powierzchni przekroju, a zwoju dolnego wynosi od 80 do 90. Natomiast w pozostałych drobnych skupiskach występuje od 2 do 25 neurocytów. Komórki te stanowią 24,5-31% powierzchni przekroju.



Ryc. 7. Przekrój poprzeczny przez skupisko neurocytów zwojowych zlokalizowane na przyśrodkowej powierzchni gruczołu Hardera kaczki domowej. Metoda Gomoriego

Jak wynika z przeglądu literatury, zwój skrzydłowo-podniebienny pojawia się u gadów w postaci skupisk komórek zwojowych, które występują na przebiegu gałęzi podniebiennej nerwu twarzowego (12, 16, 24). Są to zwoje: podniebienny, klinowo-sitowy i podoczodołowy (1). Zwój podniebienny związany jest z gałęzią podniebienną nerwu twarzowego, w miejscu jej podziału na trzy składowe. Zwój klinowo-sitowy zlokalizowany jest w miejscu połączenia nerwu podniebiennego i ocznego, a zwój podoczodołowy, na gałęzi szczękowej nerwu V – znaleziono go tylko u legwana (16, 24). Najbardziej prymitywną postać zwoju skrzydłowo-podniebiennego, tworzącego cholinergiczną sieć na gruczole Hardera, można zaobserwować u żółwia greckiego (2).

U ptaków zwój skrzydłowo-podniebienny jest topograficznie związany z gruczołem Hardera, czyli gruczołem trzeciej powieki zwanej migotką. Gruczoł ten jest u ptaków dobrze rozwinięty, znajduje się w nosowej części oczodołu i produkuje oleistą substancję zwilżającą migotkę. Substancja ta stanowi warstwę ochronną dla oka w czasie lotu czy nurkowania zwierzęcia. Zwój ten składa się z wielu skupisk neurocytów różnych pod względem rozmiaru i kształtu. Skupiska te występują na gałęzi podniebiennej nerwu twarzowego, będącej odpowiednikiem nerwu skalistego większego u ssaków, oraz na przyśrodkowej powierzchni gruczołu Hardera, gdzie tworzą delikatną sieć. Niektórzy autorzy (26) wyróżniają u kury dwa duże skupiska neurocytów zwojowych określane jako zwój skrzydłowo-podniebienny i zwój sitowy. Komarek i wsp. (11) opisują u kury zwój skrzydłowo-podniebienny górny, związany z gałęzią podniebienną nerwu VII oraz zwój skrzydłowo-podniebienny dolny, związany z nerwem szczękowym. Badania Gienca i Zaborek (7) nie potwierdziły jednak u tego gatunku obecności zwoju górnego i dolnego. U gołębia można



Ryc. 8. Liczba komórek w poszczególnych przedziałach średnicy (μm) zwoju skrzydłowo-podniebiennego kaczki domowej, n = 500

zobaczyć u ssaków, oraz na przyśrodkowej powierzchni gruczołu Hardera, gdzie tworzą delikatną sieć. Niektórzy autorzy (26) wyróżniają u kury dwa duże skupiska neurocytów zwojowych określane jako zwój skrzydłowo-podniebienny i zwój sitowy. Komarek i wsp. (11) opisują u kury zwój skrzydłowo-podniebienny górny, związany z gałęzią podniebienną nerwu VII oraz zwój skrzydłowo-podniebienny dolny, związany z nerwem szczękowym. Badania Gienca i Zaborek (7) nie potwierdziły jednak u tego gatunku obecności zwoju górnego i dolnego. U gołębia można

wyróżnić dwa duże skupiska komórek zwojowych, które ze względu na położenie w stosunku do gruczołu Hardera określono zwojem górnym i dolnym (5). Zwój górny zlokalizowany jest w końcu donosowym gałęzi podniebiennej nerwu VII. Zwój dolny natomiast położony jest przy dolnej krawędzi gruczołu Hardera, poniżej zwoju górnego. Ponadto drobne skupiska komórek występują na przebiegu gałęzi podniebiennej nerwu VII oraz na przyśrodkowej powierzchni gruczołu Hardera. Podobne stosunki jak u gołębia występują u kaczki domowej, gdzie oprócz wielu drobnych skupisk neurocytów, można wyróżnić dwa duże, odpowiadające zwojowi skrzydłowo-podniebniemu górnemu i dolnemu innych gatunków ptaków. U innych gatunków ptaków, np. przepiórki japońskiej (18) czy gęsi (8), zaobserwowano w końcu donosowym gałęzi podniebiennej nerwu twarzowego jedno duże skupisko komórek zwojowych. Jak wykazały liczne badania (2, 5, 7, 8), również własne, włókna zazwojowe wychodzące z dużego skupiska neurocytów zwojowych, znajdującego się w końcu donosowym gałęzi podniebiennej nerwu twarzowego, w miejscu skrzyżowania z nerwem ocznym, zespala się z owym nerwem i dochodzą do gruczołów błony śluzowej jamy nosowej oraz do błony śluzowej i gruczołów podniebienia. Powyższe dane stwierdzają, że zwój skrzydłowo-podniebny nie tylko sekretorycznie unerwia gruczoł Hardera, ale także gruczoły błony śluzowej podniebienia i jamy nosowej.

Zwój skrzydłowo-podniebny u ssaków (tak, jak u gadów i ptaków) jest funkcjonalnie związany z nerwem twarzowym, od którego otrzymuje przywspółczulne włókna przedzwojowe nerwem skalistym większym, ale w odróżnieniu od ptaków, zwój zlokalizowany jest przy gałęzi szczękowej nerwu trójdzielnego. Również morfologia zwoju skrzydłowo-podniebniennego ssaków jest inna niż ptaków. Analizując dane z literatury można stwierdzić, iż u ssaków występują dwa typy zwoju skrzydłowo-podniebniennego: zwój pojedynczy, zwarty oraz rozproszony układ drobnych zwojów, które niekiedy tworzą formę splotowzwoju. U większości przebadanych gatunków, np. myszy, szczura, chomika, myszokoczki (13, 14), susła perełkowanego (25), jeża (6), psa (17), a także małp (23) występuje zwój wydłużony, zwarty, topograficznie związany z gałęzią szczękową nerwu V. W szczegółach występują pewne charakterystyczne cechy dla poszczególnych gatunków, jednak zasadniczy plan budowy jest bardzo podobny. Zwój rozproszony występuje u przeżuwaczy, gdzie reprezentowany jest najczęściej przez jeden większy i liczne drobniejsze zwoje, połączone ze sobą (9).

Topograficzny związek zwoju skrzydłowo-podniebniennego z gruczołem Hardera występujący u ptaków, obserwowano u ssaków jedynie u świnki morskiej (4). U tego gatunku występuje rozległy splotowzój, składający się z około 20 zwojów różnej wielkości, związanych topograficznie z nerwem nosowo-podniebniennym ułożonym na przyśrodkowej powierzchni gruczołu Hardera. W związku z tym zwój skrzydłowo-podniebny świnki morskiej wykazuje znaczną odmienność morfologiczną i topograficzną.

Obecność u kaczki domowej dwóch dużych skupisk neurocytów zwojowych, czyli zwoju skrzydłowo-podniebniennego górnego i dolnego jest, być może, związana z trybem życia, jaki ten gatunek prowadzi. Jak już bowiem wcześniej zaznaczono, zwój skrzydłowo-podniebny sekretorycznie unerwia gruczoł Hardera, który produkuje oleistą substancję zwilżającą migotkę. Substancja ta stanowi warstwę ochronną dla oka w czasie lotu czy nurkowania zwierzęcia, a, jak wiadomo, kaczka jest przedstawicielem rzędu blaszkodziobych (*Anseriformes*) ptaków wodnych, które doskonale nurkują.

Piśmiennictwo

- Berger P. J., Burnstock G.: Autonomic nervous system, [w:] Biology of the Reptilia. Red. Gans C. Vol. 10. 1979. Acad. Press. London – New York – San Francisco.
- Gienc J.: Niektóre aspekty filogenezy zwoju skrzydłowo-podniebniennego. Przegl. Zool. 1984, 28, 445-474.
- Gienc J.: The application of histochemical method in the anatomical studies on the parasympathetic ganglia and nerve bundles of postganglionic axons in the sublingual region of some mammals. Zool. Pol. 1977, 26, 187-192.
- Gienc J., Kuder T.: Cytoarchitectonics of the trigeminal ganglion of the guinea pig. Zool. Pol. 1982, 29, 209-217.
- Gienc J., Kuder T.: Morphology and topography of the pterygopalatine ganglion in pigeon. Zool. Pol. 1985, 35, 229-235.
- Gienc J., Kuder T., Szczurkowski A.: Parasympathetic ganglia in the head of western hedgehog (*Eriaceus europaeus*). II. Pterygopalatine ganglion. Acta Theriologica. 1990, 35, 369-373.
- Gienc J., Zaborek E.: The pterygopalatine ganglion in hen. Folia Morphol. 1984, 43, 191-195.
- Gienc J., Zaborek E.: The structure and topography of the pterygopalatine ganglion in goose. Folia Morphol. 1985, 44 (2), 131-139.
- Godinho H. P.: A comparative anatomical study of the cranial nerves in goat, sheep and bovine (*Capra hircus*, *Ovis aries* and *Bos taurus*) their distribution and related autonomic components. Iowa State University, Ames-Iowa 1968.
- Koelle G. B., Friedenwald J. S.: A histochemical method for localization cholinesterase activity. Proc. Exp. Biol. Med. 1949, 70, 617-622.
- Komarek V., Malinovsky L., Lemež L.: Anatomia ptaków domowych i embriologia kury. PWRL, Warszawa 1986.
- Kosierkiewicz D.: Uwagi na temat przywspółczulnego układu nerwowego gadów. Przegl. Zool. 1991, 35, 216-220.
- Kuder T.: Comparative morphology and topography of cranial parasympathetic ganglia connected with the trigeminal nerve in mouse, rat and hamster (*Mus musculus* L. 1759, *Rattus norvegicus* B. 1769, *Mesocricetus auratus* W. 1839). Part II. Pterygopalatine ganglion. Folia Morphol. 1983, 42 (4), 271-281.
- Kuder T.: Pterygopalatine ganglion in rat. I. Cytoarchitectonics of the ganglion. Folia Morphol. 1990, 49 (1-2), 97-108.
- Litwin J. A.: Podstawy technik mikroskopowych. Collegium Medicum UJ, Kraków 1995.
- Nilsson S.: Autonomic nerve function in the vertebrates. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1983.
- Nitschke Th.: Die Rami orbitales des Ganglion pterygopalatinum des Hundes zugleich ein Beitrag über die Innervation der Tränendrüse. Anat. Anz. 1976, 139, 58-70.
- Nowak E.: The pterygopalatine ganglion in Japanese quail (*Coronix coturnix* v. *Japonica*). Ann. Anat., Suppl. 1998, 180, 153-154.
- Radzimirska M.: Morfologia, topografia i analiza morfometryczna zwoju zuchowego kaczki domowej i indyka domowego. Medycyna Wet. 2010, 66, 405-409.
- Radzimirska M.: Morphology, topography and cytoarchitectonics of the ciliary ganglion in the duck (*Anas domestica*). Ann. Anat., Suppl. 2004, 186, 152.
- Radzimirska M.: Morphology, topography and cytoarchitectonics of the mandibular ganglion in the domestic duck (*Anas domestica*). Folia Morphol. Suppl. 2007, 66 (3), 247.
- Radzimirska M.: Morphology, topography and cytoarchitectonics of the pterygopalatine ganglion in the duck (*Anas domestica*). Ann. Anat., Suppl. 2002, 184, 124.
- Russkell G. L.: The distribution of autonomic postganglionic nerve fibres to the lacrimal gland in monkeys. J. Anat. 1971, 109 (2), 229-242.
- Soliman M. A.: Die Kopfnerven der Schildkröten. Z. Wiss. Zool. 1964, 169, 216-312.
- Szczurkowski A.: The cytoarchitectonics of the pterygopalatine ganglion in spotted souslik (*Spermophilus suslicus*, G. 1770). Ann. Anat., Suppl. 1998, 180, 177.
- Watanabe T., Yasuda M.: Comparative and topographical anatomy of the fowl. XXVI. Peripheral course of the trigeminal nerve. Jap. J. Vet. Sci. 1970, 32, 52-63.
- Zawistowski S.: Technika histologiczna. PZWL, Warszawa 1983.

Adres autora: dr Małgorzata Radzimirska, ul. Świętokrzyska 15, 25-406 Kielce; e-mail: malgorzadz@ujk.kielce.pl