

Struktura i topografia jąder ciała migdałowatego u samic szynszyli

GRZEGORZ LONC, IZABELA KRAKOWSKA

Katedra Anatomii i Histologii Zwierząt Wydziału Medycyny Weterynaryjnej UP, ul. Akademicka 12, 20-950 Lublin

Lonc G., Krakowska I.

Structures and topography of the amygdala of the female chinchilla

Summary

The aim of this study was to describe the structures and topography of the nuclei of the amygdaloid complex in chinchillas. The material for the study consisted of five chinchilla brains. The brains were fixed in formalin, dehydrated in ethyl alcohol and embedded in paraffin blocks. Next, the blocks were cut in the transversal plane into 12 μm -thick slices. The slices were coloured according to Klüver and Barrer's method and examined under a light microscope (OLYMPUS BX 40) equipped with the camera Color View IIIu Soft Imaging System. For the morphometric measurements, the program Cell^D Soft Imaging System (SIS) was used. One can distinguish three parts of the amygdala: corticomedial amygdaloid complex (CMC), basolateral complex (BLC) and other amygdaloid areas (OA). The BLC is divided into three nuclei: lateral amygdaloid nucleus (LA), basolateral amygdaloid nucleus (BL) and basomedial amygdaloid nucleus (BM). The chinchilla's lateral amygdale (LA) is well developed and situated above the BL; laterally, it is bordered by the external capsule; the caudal pole of this nucleus constitutes at the same time the caudal pole of the amygdaloid complex. The basolateral amygdaloid nucleus in chinchillas is situated between the LA and BM. The basomedial amygdaloid nucleus is located ventromedially to the BM and dorsally to the cortical nucleus (CO). The corticomedial amygdaloid complex consists of the following: cortical nucleus (CO), medial nucleus (Me), central nucleus (CE), amygdalohippocampal area (AHA), the nucleus of the lateral olfactory tract (NLOT) and bed nucleus of the olfactory tract (BOAT). The nucleus of the lateral olfactory tract in chinchillas begins at the rostral part of the amygdala. It is bordered medially and dorsally by the anterior amygdaloid area (AAA) and laterally by the anterior part of the cortical nucleus. The chinchilla's bed nucleus of the olfactory tract is situated behind the NLOT. Dorsally, it borders on the ME, laterally on the CO. The central nucleus constitutes the dorsomedial part of the amygdala. The amygdalohippocampal area in chinchillas is located in the caudal part of the amygdala between the inferior horn of the lateral ventricle and CO. The chinchilla's cortical nucleus is a long band of neurons which constitutes the ventral part of the amygdala. The other amygdaloid areas include the anterior amygdaloid area (AAA) and intercalated nucleus (I). The intercalated nucleus consists of the group of neurons between the amygdala nuclei. The AAA constitutes the anterior pole of the chinchilla's amygdala.

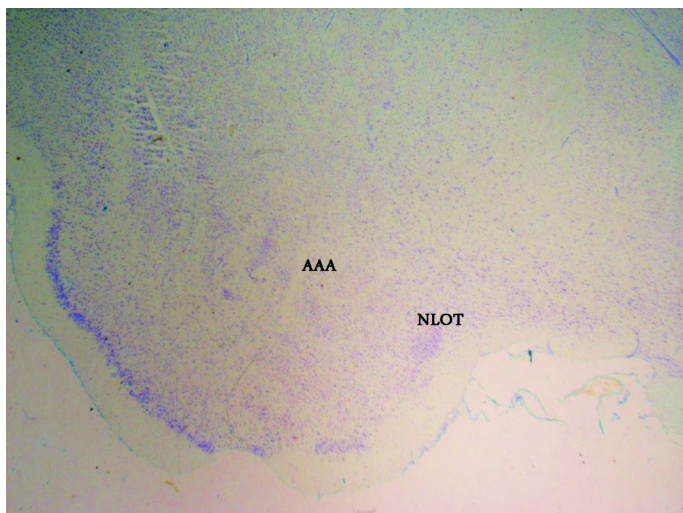
Keywords: amygdala, chinchilla, morphology

W obrębie tzw. układu limbicznego znajdują się zarówno struktury korowe, jak i podkorowe ośrodkowego układu nerwowego (OUN), spośród których do najważniejszych zaliczamy ciało migdałowate (CA) oraz hipokamp (23). Najnowsze badania układu limbicznego w głównej mierze koncentrują się na jądrach kompleksu ciała migdałowatego. Odgrywa ono istotną rolę w procesach związanych z pamięcią i emocjami (19, 23, 24). Bierze również udział w koordynacji zachowań seksualnych i pokarmowych. Wpływa modulująco zarówno na funkcjonowanie autonomicznego układu nerwowego (AUN), jak i czynności endokrynne w OUN (23). Ostatnie badania dotyczące morfologii ciała migdałowatego wykazały, że w jego budowie występują różnice u poszczególnych gatunków ssaków, charakteryzuje je również dymorfizm płciowy. Różnice anatomiczne ciała migdałowatego samców oraz samic dotyczyły głównie objętości jąder ner-

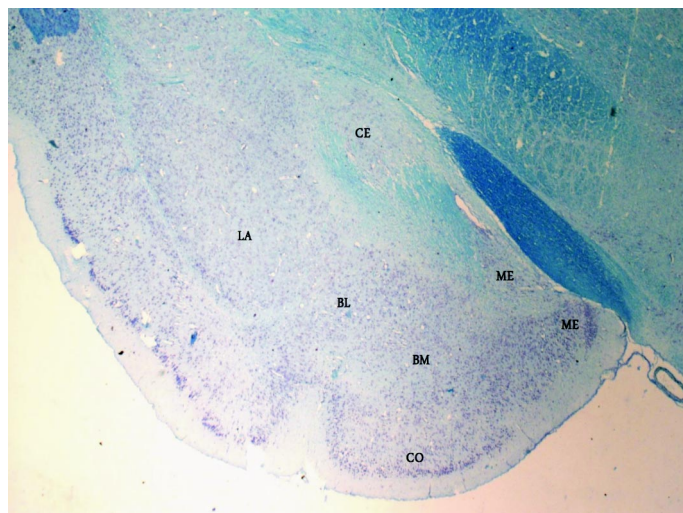
wowych, wielkości neuronów, zagęszczenia kolców dendrytycznych (4-8, 21, 22, 27, 28).

Morfologia jąder ciała migdałowatego została opisana u wielu gatunków zwierząt, m.in. u szczura (15, 18, 26), myszy (33), wiewiórki (34), chomika (9), ryjówki aksamitnej (31), świnki morskiej (29), królika (10, 13, 30) kota (11, 18, 32), psa (17), małpy (1, 2, 20, 25) oraz człowieka (12). Przedmiotem badań były również zmiany rozwojowe, jakim podlegają jądra w obrębie ciała migdałowatego (3, 14).

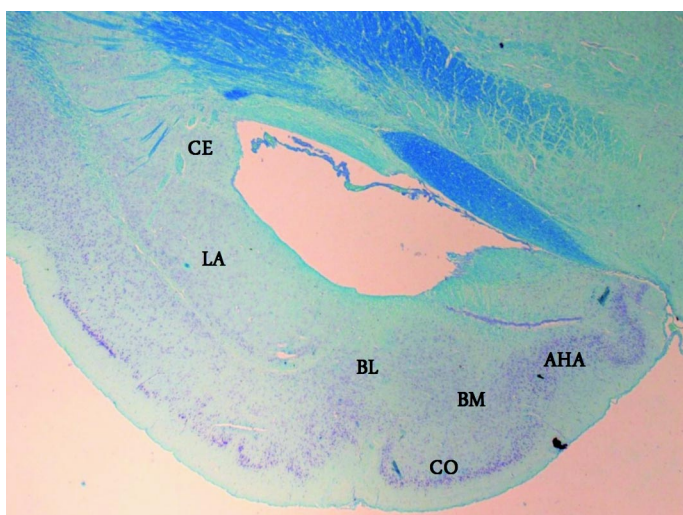
W obrębie ciała migdałowatego wyróżniamy dwie główne grupy jąder: filogenetycznie młodszą podstawno-boczną oraz filogenetycznie starszą korowo-przyśrodkową (12, 13, 23). W skład kompleksu podstawno-bocznego zaliczamy jądra: boczne (LA), podstawno-boczne (BL) oraz podstawno-przyśrodkowe (BM). Natomiast w grupie jąder korowo-przyśrodkowej wyróżniamy jądra: ośrod-



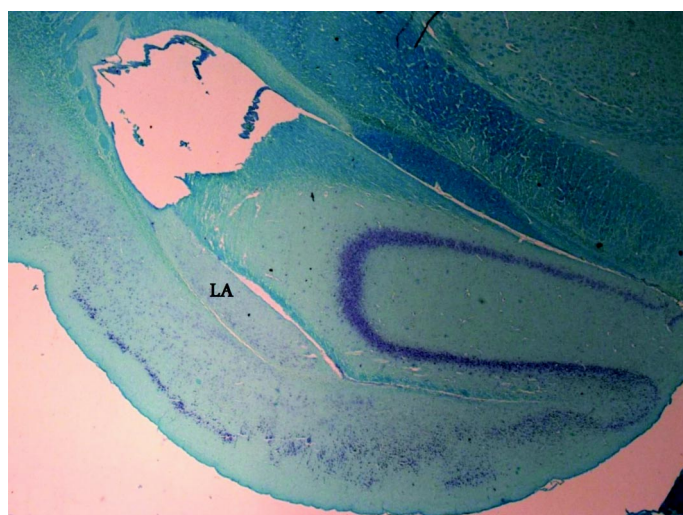
Ryc. 1. Przekrój poprzeczny mózgowia szynszyli na wysokości przedniego bieguna ciała migdałowatego



Ryc. 2. Przekrój poprzeczny mózgowia szynszyli w połowie długości ciała migdałowatego



Ryc. 3. Przekrój poprzeczny mózgowia szynszyli na wysokości przedniego bieguna rogu dobrzusznej komory bocznej



Ryc. 4. Przekrój poprzeczny mózgowia szynszyli na wysokości tylnego bieguna ciała migdałowatego

kowe (CE), przyśrodkowe (ME), korowe (CO), pole migdałowo-hipokampowe (AHA), jądro bocznej drogi węchowej (NLOT) oraz jądro dodatkowej drogi węchowej (BOAT). Oprócz wymienionych jąder do ciała migdałowatego zalicza się również tzw. jądra pozostałe, do których należą: pole migdałowe przednie (AAA) oraz małą grupę komórek tworzącą tzw. masy wtrącone (IM), określane w literaturze również jądrem wtrąconym (I), (14, 31).

Celem badań było poznanie struktury kompleksu jąder ciała migdałowatego u szynszyli (*Chinchilla laniger*), wzajemnego rozmieszczenia jąder w obrębie kompleksu i ich stopnia rozwoju u tego gatunku.

Materiał i metody

Do badań użyto mózgowi pobranych od 5 dojrzałych płciowo samic szynszyli o masie ciała około 450 g. Materiał do badań utrwalono w formalinie, następnie po odwodnieniu prześwietlono w terpentynie balsamicznej i zatopiono w bloczki parafinowe. Bloczki krojono w płaszczyźnie poprzecznej na skrawki o grubości 12 μm . Na każdym ze szkiełek umieszcza-

no średnio 3 preparaty parafinowe. Preparaty histologiczne barwiono fioletem krezylu oraz luxolem wg metody Klüvera i Barrery (16). Preparaty oglądano pod mikroskopem świetlnym (Olympus BX40). Zdjęcia do pracy wykonano kamerą cyfrową Color View IIIu Soft Imaging System. Jako dokumentację dołączono zdjęcia uzyskane z powiększeń – okular 10 \times , obiektyw 1,25 \times . Badania morfometryczne wykonano w programie Cell[^]D Soft Imaging System (SIS). Jako szerokość neuronu określono najmniejszy wymiar ciała komórkowego przechodzący przez środek komórki nerwowej na przekrojach zawierających jądro, natomiast długością określono największy wymiar przechodzący przez środek neuronu. Pole powierzchni określano, obrysowując obwód ciała komórkowego.

Wyniki i omówienie

Ciało migdałowe jest strukturą korowo-podkorową zlokalizowaną w obrębie płata skroniowego. Położone jest donosowo względem bieguna dolnej części hipokampa. Większa jego część znajduje się pomiędzy pasmem wzrokowym a torebką zewnętrzną, która oddziela jądro boczne ciała migdałowatego od położonego zewnętrzniej przedmurza.

Tab. 1. Parametry morfometryczne neuronów poszczególnych jąder ciała migdałowego

	Najmniejsze pole powierzchni neuronów μm^2	Największe pole powierzchni neuronów μm^2	Średnie pole powierzchni neuronów μm^2	Minimalna szerokość neuronów μm^2	Maksymalna szerokość neuronów μm^2	Średnia szerokość neuronów μm^2	Minimalna długość neuronów μm^2	Maksymalna długość neuronów μm^2	Średnia długość neuronów μm^2
LA	75,16	166,91	114,17	7,24	13,58	10,43	12,77	22,65	16,54
BL	100,51	198,58	148,17	10,18	15,35	11,99	13,85	18,85	16,53
BM	104,33	186,20	141,85	8,23	16,35	11,52	13,08	20,15	16,07
CO	42,48	113,26	75,75	5,35	10,28	7,40	10,27	19,50	14,22
NLOT	29,77	98,33	61,99	5,56	9,17	7,31	8,24	18,51	11,60
BOAT	111,37	181,60	149,02	9,18	15,81	12,30	12,82	23,23	16,36
CE	74,32	161,34	116,43	7,87	12,80	10,17	12,19	19,73	14,37
Me	64,92	251,94	111,20	6,24	19,08	8,53	15,36	24,35	16,63
AAA	45,30	132,77	73,31	7,27	11,21	8,44	8,66	13,88	11,17
AHA	93,49	186,20	121,00	8,03	13,29	9,80	13,52	21,11	17,40
I	65,72	143,39	96,99	6,84	12,30	8,72	9,52	20,42	13,79

W kompleksie podstawno-bocznym szynszyli wyróżnia się jądra: boczne, podstawno-boczne oraz podstawno-przyśrodkowe.

Jądro boczne (LA) jest najlepiej wykształconym jądrem całego kompleksu. Układa się przyśrodkowo od torebki zewnętrznej i powyżej jądra podstawno-bocznego, początkowo przyjmuje kształt klina (ryc. 2, 3), przy czym, idąc ku tyłowi, jego pole przekroju poprzecznego zwiększa się na kolejnych skrawkach. Największe pole przekroju poprzecznego przyjmuje w 1/3 tylnej części ciała migdałowego (ryc. 2). Jądro boczne przyjmuje na tych przekrojach kształt kropki skierowanej wierzchołkiem grzbietowo-bocznie, następnie na wysokości rogu dobrzusznej komory bocznej układa się pomiędzy komorą boczną a torebką zewnętrzną, do przodu w stosunku do tylnego bieguna jądra ośrodkowego (ryc. 3). Doogonowy biegun jądra bocznego jest u szynszyli najdalej wysuniętą częścią ciała migdałowego; przyjmuje kształt pionowo-owalny i jest położony pomiędzy przednim biegunem dobrzusznej części hipokampa a torebką zewnętrzną. Neurony tworzące jądro boczne to głównie komórki kształtu piramidalnego średniej wielkości oraz różnokształtne. Średnie wymiary komórek wynoszą: długość ok. 16,5 μm , szerokość 10,4 μm (tab. 1). W środkowej oraz tylnej części jądra neurony są bardziej zaokrąglone i układają się luźniej ok. 850/mm².

Jądro podstawne jest podzielone na dwa jądra wtórne: podstawno-boczne (BL) oraz podstawno-przyśrodkowe (BM).

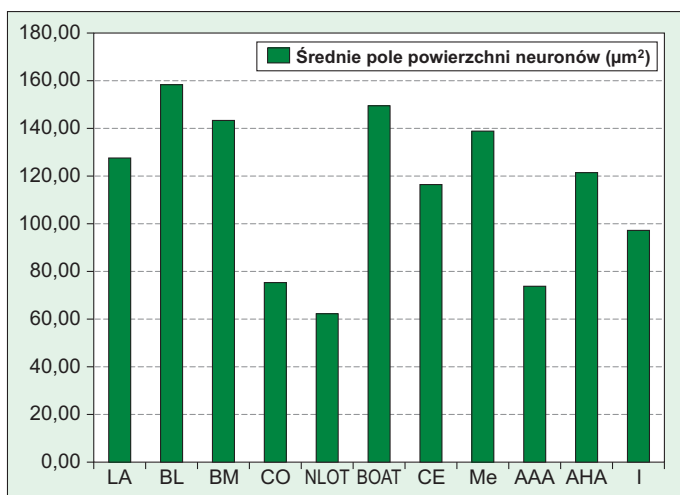
Jądro podstawno-boczne (BL) rozpoczyna się doogonowo-bocznie względem pola migdałowego przedniego (AAA), od góry graniczy z jądrem bocznym (LA), bocznie z torebką zewnętrzną i częściowo z jądrem bocznym, od dołu z jądrem podstawno-przyśrodkowym (BM), a przyśrodkowo-grzbietowo z jądrem ośrodkowym (CE). Największe pole przekroju poprzecznego przyjmuje w 1/3 przedniej części ciała migdałowego, następnie stopniowo przesuwają się w dół, ustępując miejsca coraz lepiej wykształconemu jądru bocznemu. Tylny biegun jądra sięga do przekrojów poprzecznych, obejmujących biegun rogu dobrzusznej komory bocznej oraz przedni biegun dobrzusz-

nej części hipokampa, który na przekrojach poprzecznych stopniowo zajmuje miejsce ciała migdałowego (ryc. 3). Neurony tworzące jądro podstawno-boczne to głównie komórki wielobiegunowe o szerokości ok. 12 μm , długości ok. 18 μm i polu powierzchni ok. 160 μm^2 . W tylnej części jądra możemy wyróżnić wyraźną grupę komórek kształtu piramidalnego, intensywnie chłonnących barwnik; są one nieco mniejsze, o długości ok. 16 μm , szerokości ok. 10 μm i polu powierzchni około 140 μm^2 .

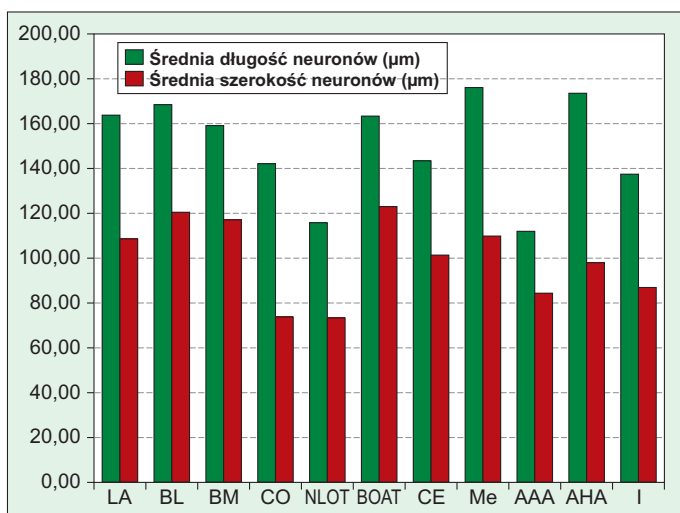
Jądro podstawno-przyśrodkowe (BM) układa się przyśrodkowo w stosunku do jądra podstawno-bocznego, od góry graniczy z jądrem ośrodkowym, dolnie z jądrem korowym. Przyśrodkowo od BM znajdujemy jądra wtrącone oraz jądro przyśrodkowe. Utworzone jest z komórek wielobiegunowych średniej wielkości o szerokości ok. 12 μm i długości ok. 16 μm . Jądro podstawno-przyśrodkowe jest słabiej wykształcone od jądra podstawno-bocznego, leży przyśrodkowo i dolnie względem BL. Początkowo pole powierzchni przekroju poprzecznego opisanego jądra przyjmuje kształt nieregularnego owalu pionowego (ryc. 2), następnie jądro przesuwają się bardziej przyśrodkowo, przyjmując jednocześnie kształt owalu poziomego, tylnym biegunem sięgając do rogu dobrzusznej komory bocznej (ryc. 3).

Część korowo-przyśrodkowa obejmuje jądra: ośrodkowe (CE), bocznej drogi węchowej (NLOT), dodatkowej drogi węchowej (BOAT), korowe (CO) oraz przyśrodkowe (ME) (ryc. 2).

Jądro ośrodkowe (CE) rozpoczyna się w tyle od pola migdałowego doczaszkowego (AAA). Bocznie graniczy z jądrem bocznym, dolnie najpierw z jądrem podstawno-bocznym, w dalszej części z tylną częścią jądra bocznego, przyśrodkowo natomiast sąsiaduje z grzbietową częścią jądra przyśrodkowego (ryc. 2). Biegun przedni przyjmuje kształt owalny, w części środkowej jądro przyjmuje kształt nieregularnie poziomo owalny, na kolejnych przekrojach wydłużając się w kierunku torebki zewnętrznej, następnie dzieli się na dwie części: boczną CE_I i przyśrodkową CE_{Me}. Podobny podział jądra ośrodkowego obserwowany jest również u innych gatunków, takich jak: królik, szczur, świnka morska (26, 29, 30).



Ryc. 5. Wykres średnich długości oraz szerokości neuronów poszczególnych jąder ciała migdałowego



Ryc. 6. Wykres średniego pola powierzchni neuronów poszczególnych jąder ciała migdałowego

U szynszyli obie części na przekrojach poprzecznych przyjmują kształt owalny i oddzielone są od siebie wąskim pasmem istoty białej. Część przyśrodkowa bieguna tylnego jądra ośrodkowego sięga do rogu dobrzusznej komory bocznej, natomiast część boczna układu się grzbietowo względem tylnego bieguna jądra bocznego, przyśrodkowo graniczy z komorą boczną (ryc. 2, 3). Pole przekroju poprzecznego części bocznej jądra ośrodkowego stopniowo zmniejsza się, przyjmując kształt okrągły. Biegun doogonowy nie osiąga jednak przekrojów poprzecznych, obejmujących biegun przedni dobrzusznej części hipokampa. Neuronu jądra ośrodkowego bardzo słabo wybarwiają się fioletem; są to głównie komórki wielobiegunowe o szerokości ok. 10 μm i długości ok. 15 μm.

Jądro bocznej drogi węchowej (NLOT) znajduje się w przedniej części ciała migdałowego. Na przekrojach poprzecznych przyjmuje kształt owalny, grzbietowo-bocznie od niego układają się komórki pola migdałowego przedniego (AAA). Zbudowane jest z komórek kształtu piramidalnego oraz wielobiegunowych, dobrze wysycających się fioletem krezolu małych oraz średniej wielkości, o szerokości ok. 9 μm i długości ok. 16 μm.

Jądro dodatkowej drogi węchowej (BOAT) rozpoczyna się doogonowo od NLOT oraz bocznie względem MEav, od góry graniczy z jądrem podstawno-bocznym (BL), bocznie natomiast z jądrem korowym (CO). BOAT utworzone jest z neuronów średniej wielkości, wielobiegunowych, dobrze wysycających się barwnikiem.

Jądro korowe (CO) u szynszyli tworzy dobrzusznią część ciała migdałowego, przedni biegun tego jądra przyśrodkowo graniczy z jądrem bocznej drogi węchowej (NLOT), grzbietowo natomiast z jądrami podstawnymi (ryc. 2, 3). W środkowej części ciała migdałowego jądro korowe przyśrodkowo graniczy z dobrzusznią częścią jądra przyśrodkowego (Me) oraz z jądrem leżącym dodatkowej drogi węchowej. Biegun doogonowy jądra korowego sięga do przekrojów poprzecznych, obejmujących przedni biegun dobrzusznej części hipokampa. W jądrze korowym dominują neurony kształtu piramidalnego, małe oraz średniej wielkości, intensywnie chłone barwnik. Średnie wymiary neuronów piramidalnych wynoszą: szerokość ok. 6,5 μm, długość ok. 13 μm. W głębszych warstwach jądra korowego dominują neurony wielobiegunowe średniej wielkości, są one bardziej zaokrąglone od neuronów piramidalnych, słabiej wybarwiają się barwnikiem, a ich średnie wymiary wynoszą: szerokość ok. 9 μm, długość ok. 14 μm.

Jądro przyśrodkowe (Me) (ryc. 2) jest u szynszyli dobrze rozwinięte, rozpoczyna się na wysokości 1/3 przedniej części ciała migdałowego jako wąskie pasmo komórek sąsiadujące bocznie z jądrem korowym oraz jądrem podstawno-przyśrodkowym, grzbietowo natomiast z jądrem ośrodkowym. Od strony przyśrodkowej graniczy z pasmem wzrokowym. W połowie długości ciała migdałowego jądro przyśrodkowe jest najlepiej rozwinięte. Biegun doczaszkowy jądra przyśrodkowego stanowi podgrupa komórek określana jako grupa przednio-grzbietowa (MEad), która jest dobrze rozwinięta i graniczy bocznie z jądrem podstawno-przyśrodkowym (BM). Dobrzusznie od MEad znajdujemy oddzielną od poprzedniej niewielkim pasmem istoty białej podgrupę komórek jądra przyśrodkowego, określaną jako grupa przednio-dobrzusznna (MEav). MEad przyjmuje na przekrojach poprzecznych kształt trójkąta przylegającego jednym bokiem do pasma wzrokowego, dobrzuszny bok tego trójkąta graniczy z MEav, natomiast bocznie sąsiaduje z jądrem podstawno-bocznym (BL) oraz ośrodkowym (CE). Bardziej ku tyłowi część dogrzbietowa jądra przyśrodkowego zwęża się i przyjmuje kształt owalny. W piśmiennictwie określana jest jako grupa grzbietowo-tylna (MEpd). MEpd układa się równolegle do pasma wzrokowego. Część dobrzuszna osiąga największe pole przekroju poprzecznego na wysokości 1/3 dalszej części migdałowego. Na tej wysokości górnice graniczy z częścią grzbietową, bocznie z tylną częścią jądra podstawno-przyśrodkowego (BM) oraz z jądrem korowym. Tylny biegun jądra przyśrodkowego stanowią komórki grupy tylnobrzusznej (MEpv). Jądro układa się poniżej komory bocznej, sąsiadując z polem migdałowo-hipokampowym (AHA). Zarówno w grupie grzbietowej, jak i brzusznej neurony tworzące jądro przyśrodkowe dobrze wybarwiają się fioletem krezolu, na przekrojach są to komórki kształtu piramidalnego, wielobiegunowe, średniej wielkości oraz małe. Średnie wymiary neuronów w grupie grzbietowej wynoszą: długość ok.

16 μm , szerokość 8 μm , pole powierzchni 111 μm^2 , natomiast grupy brzusznej: długość 18 μm , szerokość 13 μm , pole powierzchni ok. 160 μm^2 .

Pole migdałowato-hipokampowe (AHA) pojawia się jako ułożona skośnie, pionowo-owalna grupa komórek, bocznie od MePD na wysokości przedniego bieguna rogu brzusznej komory bocznej. Na dalszych przekrojach pole powierzchni przekroju poprzecznego powiększa się, przyjmując kształt poziomo-owalny i jest usytuowane poniżej brzusznej części dolnej części hipokampa. Od strony bocznej graniczy z jądrem korowym oraz tylnym biegunem jądra podstawno-przyśrodkowego. W budowie komórkowej przeważają neurony wielobiegunowe średniej wielkości, o szerokości ok. 10 μm , długości ok. 17 μm i średnim polu powierzchni ok. 121 μm^2 .

Pomiędzy jądrem przyśrodkowym (Me) oraz podstawno-bocznym widoczne są w centralnej części CA skupiska komórek określane jako tzw. masy wtrącone lub jądro wtrącone (I). Komórki jądra wtrąconego słabo wysycają się barwnikiem: są to neurony wielobiegunowe małe oraz średniej wielkości (tab. 1). Pole migdałowate przednie (AAA) (ryc. 1) obejmuje grupę komórek na przednim biegunie ciała migdałowatego. Do tyłu sięga jądra ośrodkowego, przyśrodkowo graniczy z jądrem bocznej drogi węchowej (NLOT), natomiast bocznie z jądrem podstawno-przyśrodkowym (BM). Komórki nerwowe tworzące pole migdałowate przednie to głównie neurony wielobiegunowe małe oraz średnie, słabo wysycające się barwnikiem. Średnie wymiary neuronów wynoszą: długość ok. 11 μm , szerokość 8 μm , pole powierzchni 73 μm^2 .

Analizując stopień wykształcenia poszczególnych jąder ciała migdałowatego szynszyli możemy zauważyć, że najbardziej zbliżony jest on do świnki morskiej. U obu gatunków najlepiej wykształconym jądrem ciała migdałowatego jest jądro boczne (29). Jest ono lepiej rozwinięte niż u szczura oraz królika, sięga dalej ku tyłowi i charakteryzuje go większe pole przekroju w stosunku do pozostałych jąder ciała migdałowatego (13, 31). W porównaniu do szczura, ryjówki aksamitnej oraz królika u szynszyli wyraźnie słabiej są rozwinięte jądra podstawne: podstawno-boczne oraz podstawno-przyśrodkowe (26, 31). W kompleksie korowo-przyśrodkowym u szynszyli jądro ośrodkowe jest słabiej rozwinięte niż u królika, natomiast lepiej niż u szczura. U szynszyli widzimy bardziej wyraźny niż u innych gatunków podział na część boczną i przyśrodkową, oddzielone od siebie pasmem istoty białej. Jądro przyśrodkowe w porównaniu do królika, szczura, ryjówki aksamitnej jest słabiej rozwinięte, głównie część dogrzbietowa jądra przyśrodkowego.

Piśmiennictwo

1. Amaral D. G., Avendaño C., Benoit R.: Distribution of somatostatin-like immunoreactivity in the monkey amygdala. *J. Comp. Neurol.* 1989, 284, 294-313.
2. Amaral D. G., Bassett J. L.: Cholinergic innervation of the monkey amygdala: an immunohistochemical analysis with antisera to choline acetyltransferase. *J. Comp. Neurol.* 1989, 281, 337-361.
3. Berdel B., Morys J., Maciejewska B.: Neuronal changes in the basolateral complex during development of the amygdala of the rat. *Int. J. Dev. Neurosci.* 1997, 15, 755-765.
4. Cooke B. M.: Steroid-dependent plasticity in the medial amygdala. *Neurosci.* 2006, 138, 997-1005.
5. Cooke B. M., Stokas M. R., Woolley C. S.: Morphological Sex Differences and Laterality in the Prepubertal Medial Amygdala. *J. Comp. Neurol.* 2007, 501, 904-915.

6. Cooke B. M., Tabibnia G., Breedlove S. M.: A brain sexual dimorphism controlled by adult circulating androgens. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 1999, 96, 7538-7540.
7. Dall'Oglio A., Gehlen G., Achaval M., Rasia-Filho A. A.: Dendritic branching features of Golgi-impregnated neurons from the „ventral” medial amygdala subnuclei of adult male and female rats. *Neurosci Lett.* 2008, 439, 287-292.
8. Dall'Oglio A., Gehlen G., Achaval M., Rasia-Filho A. A.: Dendritic branching features of posterodorsal medial amygdala neurons of adult male and female rats: Further data based on the Golgi method. *Neurosci. Lett.* 2008, 430, 151-156.
9. Donkelaar H. J., Lammers G. J., Gribnau A. A. M.: Neurogenesis in the amygdaloid nuclear complex in a rodent (the Chinese hamster). *Brain Res.* 1979, 165, 348-353.
10. Dziewiatkowski J., Berdel B., Kowiański P., Kubasik-Juraniec J., Bobek-Billewicz B., Morys J.: The amygdaloid body of the rabbit – a morphometric study using image analyser. *Folia Morphol.* 1998, 57, 93-103.
11. Hall E.: The amygdala of the cat: Golgi study, *Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat.* 1972, 134, 439-458.
12. Humphrey T.: The development of the human amygdala during early embryonic life. *J. Comp. Neurol.* 1968, 132, 135-165.
13. Jagalska-Majewska H., Dziewiatkowski J., Wójcik S., Luczyńska A., Kurlapska R., Morys J.: The amygdaloid complex of the rabbit – morphological and histochemical study. *Folia Morphol.* 2001, 60, 259-280.
14. Jagalska-Majewska H., Luczyńska A., Wójcik S., Dziewiatkowski J., Kurlapska R., Morys J.: Developmental changes of morphology in the basolateral complex of the rabbit amygdala. *Folia Morphol.* 2003, 62, 227-230.
15. Kalimulina L. B., Aknmaeev A. V., Minibaeva Z. R., Mutalova L. R.: Structural Organization of the amygdaloid Complex of the Rat Brain. *Neurosci. Behav. Physiol.* 2004, 34, 551-555.
16. Klüver A., Barrer E.: A method for the combined staining of cells and fibres in the nervous system. *J. Neuropath. Exp. Neurol.* 1955, 12, 400-405.
17. Kosmal A., Malinowska M., Woznicka A.: Diversity of connections of the temporal neocortex with amygdaloid nuclei in the dog (*Canis familiaris*). *Acta Neurobiol. Exp.* 1997, 57, 289-314.
18. Krettek J. E., Price J. L.: A description of the amygdaloid complex in the rat and cat with observations on intra-amygdaloid axonal connections. *J. Comp. Neurol.* 1978, 178, 255-280.
19. Lanteaume L., Khalifa S., Regis J., Marquis P., Chauvel P., Bartolomei F.: Emotion Induction After Direct Intracerebral Stimulations of Human Amygdala. *Cereb. Cortex* 2007, 17, 1307-1313.
20. McDonald A. J., Mascagni F., Augustine J. R.: Neuropeptide Y and somatostatin-like immunoreactivity in neurons of the monkey amygdala. *Neuroscience.* 1995, 66, 959-982.
21. Morris J. A., Jordan C. L., Breedlove S. M.: Sexual Dimorphism in Neuronal Number of the Posterodorsal Medial Amygdala Is Independent of Circulating Androgens and Regional Volume in Adult Rats. *J. Comp. Neurol.* 2008, 506, 851-859.
22. Morris J. A., Jordan C. L., King Z. A., Northcutt K. V., Breedlove S. M.: Sexual dimorphism and steroid responsiveness of the posterodorsal medial amygdala in adult mice. *Brain Res.* 2008, 1190, 115-121.
23. Morys J.: Układ limbiczny a emocje. *Post. Psych. i Neurobiol.* 1996, 5, supl. 1, 1-13.
24. Phelps E. A., Anderson A. K.: Emotional memory: What does the amygdala do? *Curr. Biol.* 1997, 7, 311-314.
25. Pitkänen A., Amaral D. G.: Distribution of calbindin-D(28K) immunoreactivity in the monkey temporal lobe: The amygdaloid complex. *J. Comp. Neurol.* 1993, 331, 199-224.
26. Pitkanen A., Jolkkonen E., Kempainen S.: Anatomic heterogeneity of the rat amygdaloid complex. *Folia Morphol.* 2000, 59, 1-23.
27. Rasia-Filho A. A., Londero R. G., Achaval M.: Effects of gonadal hormones on the morphology of neurons from the medial amygdaloid nucleus of rats. *Brain Res. Bull.* 1999, 48, 173-183.
28. Rocha M. I., Mestriner R. G., Hermel E. E., Xavier L. L., Rasia-Filho A. A., Achaval M.: Neuronal somatic volume of posterodorsal medial amygdala cells from males and across the estrous cycle of female rats. *Neurosci. Lett.* 2007, 420, 110-115.
29. Równiak M., Robak A., Sztejn S., Bogus-Nowakowska K., Wasilewska B., Najdzion J.: A morphometric study of the amygdala in the guinea pig. *Folia Morphol.* 2005, 64, 151-160.
30. Równiak M., Robak A., Sztejn S., Bogus-Nowakowska K., Wasilewska B., Najdzion J.: The morphometric study of the amygdala in the rabbit. *Folia Morphol.* 2007, 66, 44-53.
31. Równiak M., Sztejn S., Robak A.: A morphometric study of the amygdala in the common shrew. *Folia Morphol.* 2004, 63, 387-396.
32. Tombol T., Szafranska-Kosmal A.: A Golgi study of the amygdaloid complex in the cat. *Acta Neurobiol. Exp.* 1972, 32, 825-843.
33. Uchida Y.: A contribution to the comparative anatomy of the amygdaloid nuclei in mammals, especially in rodents. Part I: rat and mouse. *Folia Psychiatr. Neurol. Jap.* 1950, 4, 25-42.
34. Uchida Y.: A contribution to the comparative anatomy of the amygdaloid nuclei in mammals, especially in rodents. Part II: guinea pig, rabbit and squirrel. *Folia Psychiatr. Neurol. Jap.* 1950, 4, 91-107.

Adres autora: lek. wet. Grzegorz Lonc, ul. Bolesława Śmiałego 5/38, 20-611 Lublin; e-mail: grzegorz.lonc@up.lublin.pl