

# Morfologia neuronów wybranych struktur ciała migdałowatego świni domowej w procesie ontogenezy

IWONA ŁUSZCZEWSKA-SIERAKOWSKA

Katedra Anatomii Zwierząt Wydziału Medycyny Weterynaryjnej AR, ul. Akademicka 12, 20-033 Lublin

Łuszczewska-Sierakowska I.

## Morphology of neurons in chosen structures of pig's corpus amygdaloideum in the ontogenesis process

### Summary

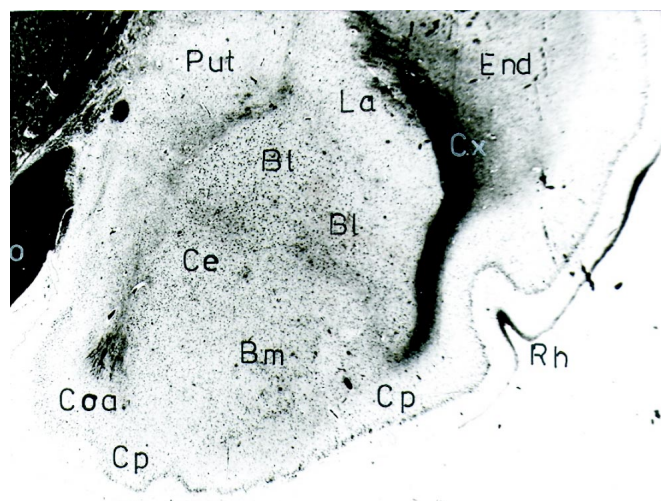
The aim of this research was the development and maturation of neurons in the baso-lateral group of corpus amygdaloideum in pigs during the ontogenesis process.

The brains of domestic pigs of both sexes (taken during the following periods of their lives: from 7<sup>th</sup> to 15<sup>th</sup> week of intrauterine life, newborn animals, one-month and one-year-old animals) were used as the material for the examination. The brains were removed and processed conventionally by the microscope. The baso-lateral group of corpus amygdaloideum in domestic pigs consists of nucleus amygdaloideum lateralis and nucleus amygdaloideum basalis-lateralis. In the 7<sup>th</sup>, 8<sup>th</sup> and 9<sup>th</sup> weeks of intrauterine life the primary corpus amygdaloideum is made up of a very large quantity of thickly arranged neuroblasts. Their nuclei are of spherical shape and the cell nucleus is surrounded by a very small quantity of cytoplasm. In the 10<sup>th</sup>, 11<sup>th</sup> and 12<sup>th</sup> weeks of intrauterine life the differentiation of the formerly homogenous cells takes place. The group, dorsally situated, is corpus amygdaloideum lateralis, while lying beneath it is corpus amygdaloideum basalis-lateralis. In the next period of intrauterine life and in newborn animals the appearance of nervous cells forming nucleus amygdaloideum lateralis and nucleus amygdaloideum basalis-lateralis does not change. One can say that the cells forming the above mentioned nuclei of corpus amygdaloideum in domestic pigs are already morphologically mature in newborn animals.

**Keywords:** brain, amygdala, neurons

Ciało migdałowate (*corpus amygdaloideum*) jest od dawna obiektem badań neuroanatomicznych, neurofizjologicznych i histochemicznych u wielu gatunków zwierząt doświadczalnych, zwierząt domowych, naczelnych oraz człowieka. Zostało opisane, między innymi, u szczura, oposa, nietoperza, królika, kota, psa, krowy oraz człowieka (5, 7, 18, 23). Stanowi ono jeden z ośrodków układu limbicznego. Ciało migdałowate kompleks komórkowy położony w brzusznej części wężomózgowia, którego podstawa leży prawie całkowicie na korze płata gruszkowatego (*lobus piriformis*). Koniec przedni ciała migdałowatego jest położony na wysokości tylnej krawędzi jądra nadwzrokowego (*nucleus supraopticus*), natomiast koniec tylny stopniowo zanika na wysokości przedniej krawędzi brzusznej części hipokampa (*hippocampus*) i zakrętu przyhipokampowego (*gyrus parahippocampalis*). Kompleks komórkowy, jakim jest ciało migdałowate, można podzielić u świni domowej na dwie zasadnicze części: struktury jądrowe oraz struktury korowe ciała migdałowatego (ryc. 1).

Jest ono zróżnicowane pod względem filogenetycznym na dwie podstawowe części: korowo-przyśrodkową, filogenetycznie starszą i podstawno-boczną filo-



**Ryc. 1.** Przekrój poprzeczny ciała migdałowatego świni domowej – preparat barwiony wg metody Klüvera i Barrery, powiększenie ok. 10 ×

Objaśnienia: Bl – *nucleus amygdaloideum basalis lateralis*; Bm – *nucleus amygdaloideum basalis medialis*; Ce – *nucleus amygdaloideum centralis*; Coa – *nucleus amygdaloideum corticalis anterior*; Cp – *cortex piriformis*; Cx – *capsula externa*; End – *nucleus endopiriformis*; La – *nucleus amygdaloideum lateralis*; Put – *putamen*; Rh – *sulcus rhinalis*; To – *tractus opticus*

genetycznie młodą (13, 14). Ta ostatnia składa się z jądra migdałowego bocznego oraz jądra migdałowego podstawno-bocznego. Powstała ona wg Johnsona (14) w procesie ontogenezy przez migrację komórek z kory gruszkowatej (*cortex piriformis*). Część korowo-przyśrodkowa jest u zwierząt stojących niżej w układzie filogenetycznym większa w porównaniu z częścią podstawną-boczną. U zwierząt stojących wyżej w układzie filogenetycznym jak ssaki i naczelną część podstawno-boczną jest w porównaniu z częścią korowo-przyśrodkową większa.

Struktury jądrowe ciała migdałowego filogenetycznie jednorodne tworzą u świni jądro migdałowe boczne oraz jądro migdałowe podstawno-boczne. Jądro migdałowe boczne jest jednym z najdłuższych jąder ciała migdałowego. Rozpoczyna się ono na wysokości dolnej krawędzi torebki zewnętrznej poniżej brzuszno-przyśrodkowego kąta skorupy (*putamen*). Jądro to kończy się na wysokości przedniego końca brzusznej części hipokampa. Jądro migdałowe podstawno-boczne jest położone brzusznie w stosunku do jądra migdałowego bocznego.

W odróżnieniu od innych struktur jądrowych i korowych, ciało migdałowe jest utworzone przez największe komórki nerwowe, co pozwala na stosunkowo łatwe odróżnienie jądra migdałowego podstawno-bocznego od pozostałych struktur nerwowych ciała migdałowego. Podobnie jak pozostałe struktury układu limbicznego, ciało migdałowe odgrywa bardzo ważną rolę w modulowaniu funkcji układu wewnętrznego wydzielania oraz układu nerwowego. Od wielu lat gromadzone są informacje uzyskane z badań doświadczalnych i klinicznych na temat roli zaburzeń neuro-endokrynowych i znaczenia sytuacji stresowych w patogenezie chorób, a w szczególności depresji (19, 24). W chwili obecnej wiadomo, że najważniejszym systemem związanym z reakcją organizmu na sytuacje stresowe jest oś układ limbiczny–podwzgórze–przysadka–nadnercze. Struktury układu limbicznego, takie jak hipokamp i ciało migdałowe, kontrolują psychobiologiczną integrację organizmu w sytuacjach stresowych (19, 24).

Obecnie wiadomo również, że niektóre struktury ciała migdałowego mają wpływ na zachowanie danego osobnika przez kontrolę czynności, takich jak: obrona i agresja, pobieranie pokarmu, lęk, uczenie się i pamięć (1, 2, 9, 15, 21). Pobieranie pokarmu, jako jedna z wielu reakcji behawioralnych organizmu zwierzęcego, ma niewątpliwie neuronalny charakter. Ogólnie wiadomo, że pobieranie pokarmu jest regulowane przez struktury podwzgórza (3, 10). Jak wynika jednak z danych dotyczących badań układu limbicznego i jego udziału w mechanizmie pobierania pokarmu czynność podwzgórza jest w tym zakresie kontrolowana przez niektóre jego struktury, a w szczególności przez jądra ciała migdałowego. Wybranie ciała migdałowego jako obiektu badań jest w pełni uzasadnione na podstawie przedstawionych wyżej danych

wynikających z piśmiennictwa. Ponieważ w dostępnej literaturze brak jest danych dotyczących zmian jakie zachodzą w budowie jąder grupy podstawno-bocznej ciała migdałowego u świni podczas procesu dojrzewania, celem pracy było zbadanie procesu rozwoju i dojrzewania neuronów w wybranych strukturach ciała migdałowego świni w procesie ontogenezy.

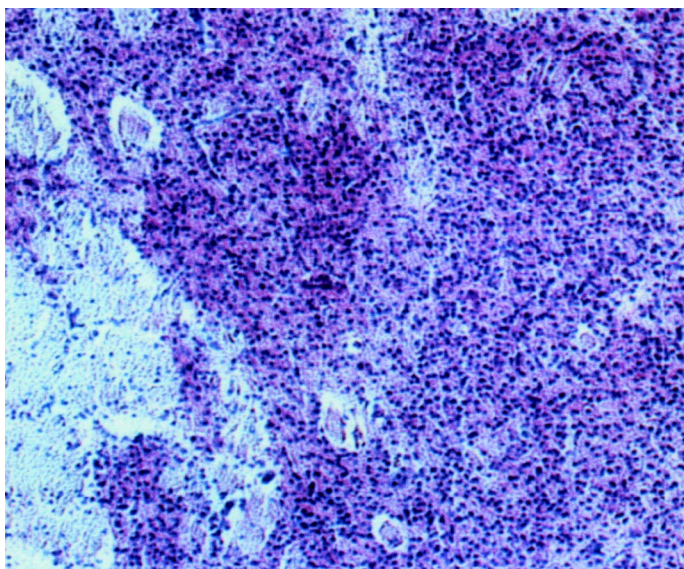
### Materiał i metody

Badania przeprowadzone zostały na mózgowiach świni domowej, obojga płci, podzielonych na 2 grupy. Pierwsza grupa (płodowa) obejmowała 42 zwierzęta w następujących okresach życia płodowego: 7., 8., 9., 10., 11., 12., 13., 14., 15. tygodnia. Druga grupa obejmowała okres postnatalny w tym 6 zwierząt nowo narodzonych ( $N_0$ ) i 6 zwierząt w wieku 1 miesiąca oraz 6 zwierząt jednorocznych. Trzecią grupę stanowiły zwierzęta pourodzeniowe w wieku jednego miesiąca (6 sztuk) oraz jednego roku (6 sztuk). W grupach płodowych procedura ustalenia wieku była zgodna z tabelą Baraldiego. Zwierzęta nowo narodzone, jednoroczne i roczne były uśpione morbitanem.

Po wyjęciu z czaszek mózgowia były utrwalone w 4% roztworze paraformalehydu przez 3 miesiące. Według obserwacji Morysia (20) 3-miesięczny okres utrwalania mózgu pozwala na wyeliminowanie poutrwaleniowego obrzęku badanej tkanki. Tak utrwalone mózgowia były płukane przez 24 h w wodzie bieżącej, a następnie odwadniane w alkoholu etylenowym o następujących stężeniach 25%, 40%, 70%, 85%, 95%, 100%. Następnie zostały prześwietlone w terpentynie i zatopione w parafinie. Bloczki parafinowe krojono seryjnie w płaszczyźnie czołowej na mikrotomie na skrawki grubości 15 mikronów. Następnie skrawki nakładano na szkiełka podstawowe i barwiono według metody Klüvera-Barrery (fioletem kresylowym i luxolem fast blue) a także błękitem metylenowym według zmodyfikowanej metody Nissla.

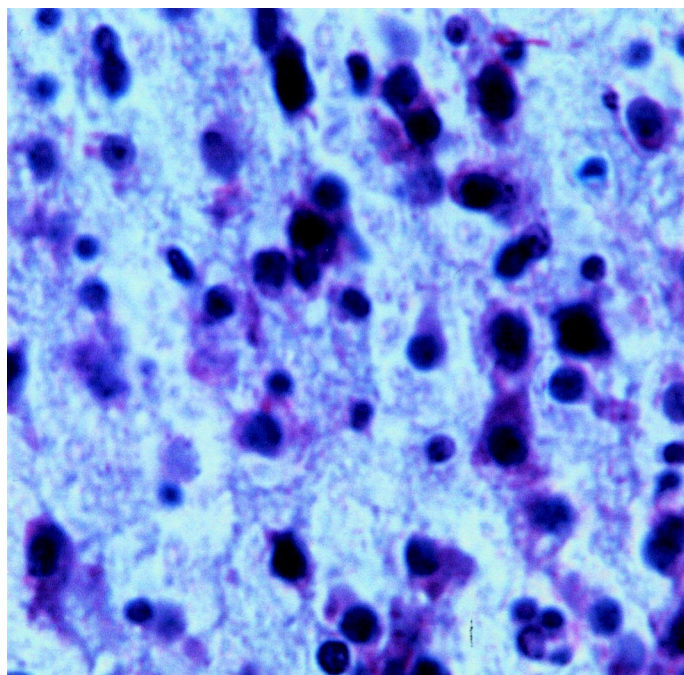
### Wyniki i omówienie

Grupa podstawno-boczna złożona jest u świni domowej z jądra migdałowego bocznego oraz jądra migdałowego podstawno-bocznego. W 7. i 8. tygodniu życia płodowego w okolicy podstawy półkuli mózgowej można dość wyraźnie zaobserwować niewielkie uwypuklenie kształtującego się płata gruszkowatego, którego koniec przedni leży na wysokości tworzącego się skrzyżowania nerwów wzrokowych. Na przekrojach poprzecznych mózgowia z tego okresu ciało migdałowe płodów świni domowej położone wewnątrz w stosunku do kory płata gruszkowatego jest utworzone z jednorodnej masy dojrzewających komórek, które pasmami z kierunku grzbietowego wnikają w głąb tej struktury. Tę jednorodną masę komórkową można uznać zgodnie z piśmiennictwem za pierwotne ciało migdałowe (ryc. 2). Położenie tej masy komórkowej (pierwotne ciało migdałowe) w grzbietowej części ciała migdałowego odpowiada topograficznie lokalizacji, w późniejszych okresach życia płodowego, jądrum grupy podstawno-bocznej. W 9. tygodniu życia płodowego ten obszar ciała mig-

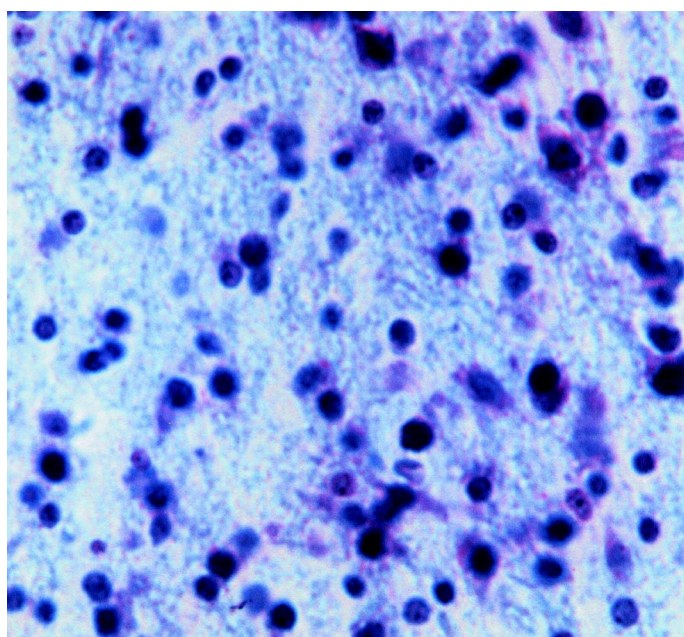


**Ryc. 2.** Komórki tworzące pierwotne ciało migdałowe w 9. tygodniu życia płodowego, preparat barwiony wg metody Klüvera i Barrey, pow. około 200 ×

dałowego utworzony jest z bardzo dużej ilości bardzo gęsto ułożonych obok siebie neuroblastów, których jądra są w ogromnej większości kształtu kulistego, a tylko nieliczne mają kształt owalny. Jądra komórek zawierają dużą ilość widocznej chromatyny. W niektórych jądrach widoczne są jąderka. Na podstawie mikroskopowej obserwacji można stwierdzić, że wszystkie oglądane jądra komórkowe są mniej więcej tej samej wielkości. Jądra komórkowe otoczone są bardzo niewielką ilością słabo zabarwionej cytoplazmy, której niezbyt wyraźne granice jakby zlewały się z neuropilem. Neuropil w opisywanym obszarze występuje w niewielkiej ilości. Ilość zawartych w nim włókien nerwowych można określić jako bardzo skąpą. Pomiędzy zstępującymi z kierunku grzbietowego pasmami jednorodnych komórek, obserwuje się na kolejnych przekrojach ciała migdałowego z tego okresu rozwoju, miejsca bardzo słabo zabarwione. Są one utworzone przez bardzo nieliczne neuroblasty, które zawierają duże kuliste jądra bogate w chromatynę, podobnie jak komórki opisane wyżej. Chromatyna jądrowa tych komórek barwi się dość intensywnie. Neuropil w tych miejscach występuje w znacznie większej ilości i ma piankową strukturę. Również w tych miejscach można zaobserwować bardzo słabo zabarwione nieliczne włókna nerwowe. W opisywanym 9. tygodniu życia płodowego ciało migdałowe płodów świni domowej w części brzusznej jest już dość wyraźnie zróżnicowane. W tym okresie życia płodowego można już zaobserwować w tej części ciała migdałowego niektóre struktury określane jako korowo-przyśrodkowe. Są to, jak wynika z piśmiennictwa, struktury filogenetycznie starsze i nie były przedmiotem moich badań. W następnym kolejnym, 10. tygodniu życia płodowego świni domowej grzbietowo-boczna część ciała migdałowego złożona we wcześniejszych okresach z jednorodnych komórek różnicuje się



**Ryc. 3.** Komórki jądra migdałowego podstawno-bocznego w 10. tygodniu życia płodowego, preparat barwiony wg metody Klüvera i Barrey, pow. około 200 ×

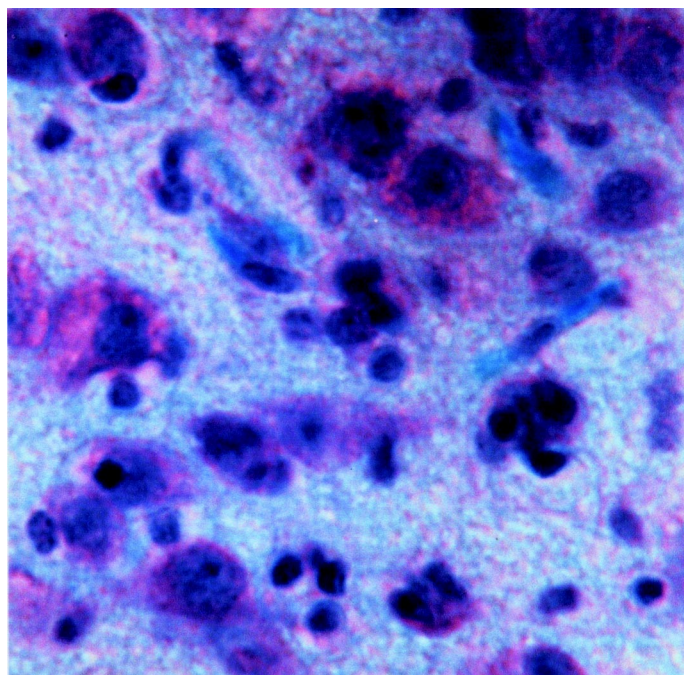


**Ryc. 4.** Komórki jądra migdałowego bocznego w 10. tygodniu życia płodowego, preparat barwiony wg metody Klüvera i Barrey, pow. około 200 ×

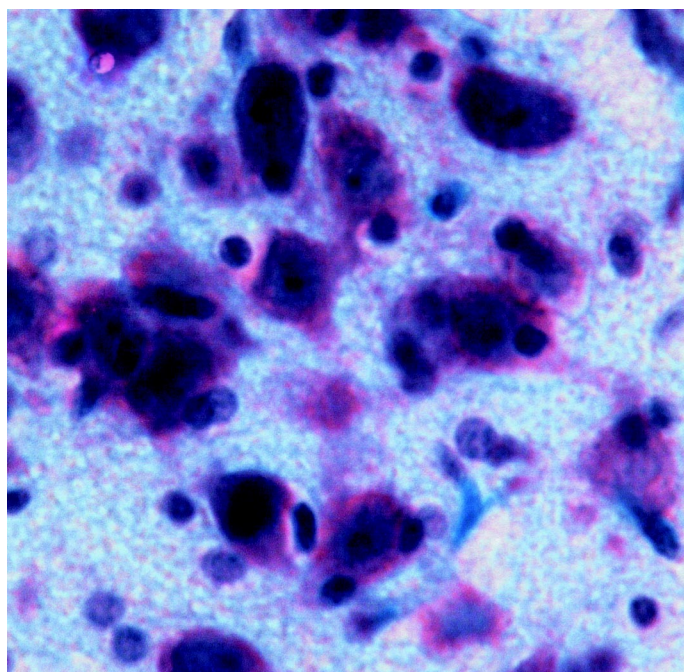
bardzo wyraźnie (ryc. 3, 4). Położona grzbietowo i przylegająca do wewnętrznej powierzchni wyraźnego już pasma włókien nerwowych tworzących torebkę zewnętrzną grupa to jądro migdałowe boczne oraz grupa leżąca poniżej to jądro migdałowe podstawno-boczne.

Różnicowanie jednorodnych wcześniej komórek charakteryzują następujące makro- i mikroskopowe znamiona. Obszar ciała migdałowego widziany na preparatach poprzecznych, zajmowany przez jądro migdałowe podstawno-boczne, jest intensywnie za-

barwiony w porównaniu z jaśniej zabarwionym obszarem jądra migdałowego bocznego. Kształt komórek w opisywanym okresie życia płodowego świni domowej w obu jądrach staje się bardziej różnorodny. Komórki jądra migdałowego bocznego mają kształt owalny lub wieloboczny. Cytoplazma tych komórek w porównaniu do okresu poprzedniego zajmuje większą część komórki i jest nieco słabiej wybarwiona. Widoczne stają się pojedyncze ziarnistości Nissla oraz odchodzące w niektórych komórkach wypustki dendrytyczne. Jądra komórek kształtu okrągłego lub owalnego zawierają chromatynę jądrową. Komórki jądra migdałowego podstawno-bocznego są w większości kształtu owalnego, zaobserwować jednak można pojedyncze komórki wieloboczne. Cytoplazma staje się mniej intensywnie wybarwiona, a ziarnistości Nissla są widoczne w nielicznych komórkach. W większości komórek występuje pojedynczy dendryt podstawą odchodzący od wierzchołka neuronu. Jądra komórek kształtu okrągłego lub owalnego zawierają chromatynę jądrową. W 11. tygodniu życia płodowego komórki jądra migdałowego bocznego są gęsto ułożone, mają kształt owalny lub wieloboczny oraz zawierają niewielką ilość cytoplazmy dość równomiernie zabarwionej, w której widoczne są ziarnistości Nissla. W większości komórek wyróżnić można pojedynczy dendryt główny odchodzący z wierzchołka neuronu, który posiada szeroką podstawę z widocznymi przejaśnieniami w cytoplazmie. Jądra komórek kształtu okrągłego lub owalnego zawierają chromatynę, która barwi się mniej intensywnie aniżeli w okresie poprzednim. Zabarbienie jądra można określić jako niejednorodne, co nadaje mu wygląd piankowej struktury. W większości jąder obserwuje się jedno lub dwa jąderka. Komórki jądra migdałowego podstawno-bocznego w 11. tygodniu życia płodowego, w porównaniu z okresem poprzednim, przyjmują bardziej trójkątny kształt. Cytoplazma tych komórek barwi się dość intensywnie. W większości komórek widoczne są jedno lub dwa początkowe odcinki dużych dendrytów. Jądra komórek są znacznie słabiej wybarwione aniżeli w okresach poprzednich i mają najczęściej okrągły kształt. W środku jądra położone jest okrągłe ciemno zabarwione jąderko. W 12. tygodniu życia płodowego świni domowej komórki jądra migdałowego bocznego mają wieloboczny, owalny lub piramidopodobny kształt. Cytoplazma tych komórek barwi się dość intensywnie. W większości komórek widoczne są dwa lub trzy początkowe odcinki dendrytów. Niektóre z nich można prześledzić na stosunkowo znacznej długości, co nadaje otaczającemu je neuropilowi charakterystyczny obraz. Jądra komórek położone centralnie mają okrągły kształt i barwią się bardzo słabo. W środku jądra położone jest ciemno zabarwione jąderko. W 12. tygodniu życia płodowego świni domowej komórki jądra migdałowego podstawno-bocznego w przeważającej części posiadają piramidopodobny lub owalny kształt. Cytoplazma tych komórek wystę-



Ryc. 5. Komórki jądra migdałowego podstawno-bocznego w dniu urodzenia, preparat barwiony wg metody Klüvera i Barrey, pow. około 200 ×



Ryc. 6. Komórki jądra migdałowego bocznego w dniu urodzenia, preparat barwiony wg metody Klüvera i Barrey, pow. około 200 ×

puje w dość znacznej ilości i barwi się bardzo intensywnie. Początkowe odcinki dendrytów widoczne są jedynie na bardzo krótkim odcinku. Komórki tego jądra mają w tym okresie tendencje do układania się w trzy- i pięciokomórkowe grupy. Jądra tych komórek są stosunkowo duże i jasno zabarwione, okrągłe lub owalne, położone najczęściej centralnie w ciele komórki.

W następnych okresach życia płodowego oraz u zwierząt nowo narodzonych wygląd komórek two-

rzających jądro migdałowe boczne oraz jądro migdałowe podstawno-boczne nie ulega większym zmianom. Można zatem przyjąć, że komórki tworzące wyżej wymienione jądra ciała migdałowego u świni domowej są już u nowo narodzonych zwierząt morfologicznie dojrzałe (ryc. 5, 6).

W badaniach przeprowadzonych u świni domowej część podstawno-boczna ciała migdałowego jest zdecydowanie większa od części korowo-przyśrodkowej. Jądra części podstawno-bocznej, jak wynika z przeprowadzonych badań u świni domowej, rozciągają się przez całą długość, podczas gdy jądra części korowo-przyśrodkowej tworzą stosunkowo krótkie grupy, pasmowatego kształtu. Jądro migdałowe boczne świni domowej osobników dorosłych, jak również w życiu płodowym posiada dość wyraźnie określone granice. Ułatwia to w znacznym stopniu prowadzenie obserwacji morfologicznych. Z badań przeprowadzonych u świni domowej wynika jednoznacznie, że jądro migdałowe boczne różnicuje się z jednorodnej masy komórkowej pierwotnego ciała migdałowego w 10. tygodniu życia płodowego. Kordower i wsp. (17) w swoich badaniach przeprowadzonych u makaka ryzusa (*Macaca mulatta*) polegających na znakowaniu powstających neuronów poprzez przeżyciowe iniekcje ciężarnym samicom radioaktywnej substancji (tritiated thymidine) oznaczali czas neurogenezy dla neuronów kompleksu jąder ciała migdałowego płodów. Z badań tych wynika że początek neurogenezy dla neuronów ciała migdałowego jest zawarty pomiędzy 33. a 55. dniem życia płodowego mały przy ciąży trwającej 165 dni u tego gatunku. W przeprowadzonych badaniach u świni domowej, u której ciąża trwa 112 dni obserwuje się maksymalnie zawansowaną neurogenezę badanego jądra w 9. tygodniu życia płodowego. Kordower i Rakic (16) potwierdzają tezę, że proces powstania komórek nerwowych w układzie nerwowym naczelnym następuje w pierwszej połowie ciąży.

Proces zmian objętościowych ciała migdałowego takich zwierząt, jak myszy, szczury, chomiki pokrywa się z procesem neurogenezy oraz kształtowania się poszczególnych struktur jądrowych ciała migdałowego, jak również przenosi się u tych gatunków na okres pourodzeniowy. Wzrost wielkości neuronów oraz struktur nerwowych tworzonych przez neurony jest zjawiskiem powszechnie towarzyszącym przemianom morfologicznym dojrzewającej komórki. U szczura, jak to wynika z badań Berdel i wsp. (4), proces ten daje się zaobserwować w pierwszych trzech tygodniach życia zwierząt.

## Piśmiennictwo

1. Adamec R. E.: Partial kindling of the ventral hippocampus: identification of changes in limbic physiology which accompany changes in feline aggression and defense. *Physiol. Behav.* 1991, 49, 443-453.
2. Aggelton J. P.: A description of the amygdalo-hippocampal interconnections in the macaque monkey. *Exp. Brain Res.* 1986, 64, 515-526.

3. Avendano C., Price J. L., Amaral D. G.: Evidence for an amygdaloid projection to premotor cortex but not to motor cortex in the monkey. *Brain Res.* 1983, 264, 111-117.
4. Berdel B., Moryś 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.
5. Braak H., Braak E.: Neuronal types in the basolateral amygdaloid nuclei of man. *Brain Res. Bull.* 1983, 11, 349-365.
6. Brockhaus H.: Zur normalen und pathologischen anatomie des mandelkerngebietes. *J. Psychol. Neurol.* 49, 1-136.
7. Brodal A.: The amygdaloid nucleus in the rat. *J. Comp. Neurol.* 1947, 87, 1-16.
8. Crosby E. C.: The nuclear pattern of the anterior olfactory nucleus, tuberculum olfactorium and the amygdaloid complex in adult man. *J. Com. Neurol.* 1941, 74, 309-352.
9. De Olmos J., Alheid G. F., Beltramino C. A.: Amygdala, [w:] The rat nervous system, Paxinos G. (ed.) Academic Press, Sydney 1985, 223-334.
10. Dinopoulos A., Uylings B. H. M., Parnavelas J. G.: The development of neurons in the nuclei of the horizontal and vertical limb of the diagonal band of Broca of the rat: a qualitative and quantitative analysis of Golgi preparations. *Dev. Brain Res.* 1992, 65, 65-74.
11. Eustachiewicz R.: Budowa i topografia ciała migdałowego (corpus amygdaloideum) u krowy. *Annales UMCS Sectio DD* 1999, 54, 131.
12. Gaffan D.: Dissociated effects of perirhinal cortex ablation, fornix transection and amygdectomy: Evidence for multiple memory systems in the primate temporal lobe. *Exp. Brain Res.* 1994, 99, 411-422.
13. Humprey T.: The development of the human amygdala during early embryonic life. *J. Comp. Neurol.* 1968, 132, 135-165.
14. Johnson L. R., Aylward R. L. M., Hussain Z.: Input from the amygdala to the rat nucleus accumbens: Its relationship with tyrosine hydroxylase immunoreactivity and identified neurons. *Neuroscience* 1994, 61, 851-865.
15. King B. M., Sam H., Arceneaux E. R.: Effect on food intake and body weight of lesions in and adjacent to the posterodorsal amygdala in rats. *Physiol. Behav.* 1994, 55, 963-966.
16. Kordower J. H., Rakic P.: Neurogenesis of the magnocellular basal forebrain nuclei in the rhesus monkey. *J. Comp. Neurol.* 1990, 291, 637-653.
17. Kordower J. H., Pieniński P., Rakic P.: Neurogenesis of the amygdaloid nuclear complex in the rhesus monkey. *Dev. Brain Res.* 1992, 68, 9-15.
18. McDonald A. J., Culbertson J. L.: Neurons of the basolateral amygdala: A Golgi study in the opossum (*Didelphis virginiana*). *Am. J. Anat.* 1981, 162, 327-342.
19. McEwen B. S., Angulo J., Cameron H.: Paradoxical effects of adrenal steroid on the brain: protection versus degeneration. *Biol. Psych.* 1992, 31, 177-199.
20. Moryś J., Słoniewski P., Narkiewicz O.: Projections of the amygdaloid body to the insular cortex in the cat. *Acta Neurobiol. Exp.* 1984, 44, 151-158.
21. Murray E. A.: Contributions of the amygdalar complex to behavior in macaque monkeys. *Prog. Brain Res.* 1991, 87, 167-180.
22. Rakic P.: DNA synthesis and cell division in the adult primate brain. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1984, 457, 193-211.
23. Stephan J., Andy O. J.: Quantitative comparison of the amygdala in insectivores and primates. *Acta Anat.* 1977, 98, 130-153.
24. Twardowska K., Rybakowski J.: Oś limbiczno-podwzgórzowo-przysadkowo-nadnerczowa w depresji. *Psychiatria Polska* 1996, 5, 741-756.
25. Vankova M., Arluison M., Leviel V.: Afferent connections of the rat substantia nigra pars lateralis with special reference to peptide-containing neurons of the amygdalo-nigral pathway. *J. Chem. Neuroanat.* 1992, 5, 39-50.

Adres autora: dr n. wet. Iwona Łuszczewska-Sierakowska, ul. Akademicka 12, 20-033 Lublin; e-mail: ikona@steelus.net