

Morfologia neuronów i topografia tworu hipokampa u szynszyli

RADOSŁAW SZALAK, RYSZARD EUSTACHIEWICZ, GRZEGORZ LONC,
IWONA ŁUSZCZEWSKA-SIERAKOWSKA

Katedra Anatomii Zwierząt Wydziału Medycyny Weterynaryjnej AR, ul. Akademicka 13, 20-033 Lublin

Szalak R., Eustachiewicz R., Lonc G., Łuszczewska-Sierakowska I.

Morphology neurons and topography of formatio hippocampi in chinchillas (*Chinchilla brevicaudata*)

Summary

The aim the study was to discover the structure and topography of formatio hippocampi in chinchillas (*Chinchilla brevicaudata*). Investigations were carried out on the brains of 5 chinchillas. The material was preserved in buffered 10% formalin, and then dehydrated in ethyl alcohol of rising concentrations, embedded in paraffin blocks and cut transversally into 12 micrometer-thick sections. The sections were then stained according to Klüver and Barrera's method. The formatio hippocampi, classified as a part of the rhinencephalon, are located in the medial part of the cerebral hemisphere, and indents in an arch into the light of the lateral ventricle. In the case of chinchillas the formatio hippocampus consists of the hippocampus and dentate areas and the following cortical nervous structure: subiculum and four areas from CA1 to CA4. Formatio hippocampi as a cortical structure has a laminar build. The following layers may be distinguished in the subiculum: the marginal layer and cellular layer I and II. The structure of CA1, CA2, CA3, CA4 areas contains the following layers: stratum oriens, stratum pyramidal, stratum radiatum, and stratum molecular. The dentate area is a part of the formatio hippocampi formed by the gyrus dentatus and hilus fasciae dentate. Gyrus dentatus as a cortical structure has a laminar build. It is made up of two layers: molecular stratum and granular stratum.

Keywords: limbic system, formatio hippocampi, area dentate, chinchilla

Twór hipokampa (*formatio hippocampi*) jako jedna ze struktur układu limbicznego bierze udział w regulacji funkcji układu autonomicznego, np.: w rozmnażaniu, pobieraniu pokarmu, w niektórych reakcjach endokrynowych, w czynnościach motorycznych pozapiramidowych (3, 9, 17, 18), a także w procesie powstawania i kodowania pamięci. Uszkodzenie brzusznej części hipokampa, a dokładnie neuronów w polu CA1 powoduje zaburzenia pamięci świeżej (29). Jak wynika z danych piśmiennictwa, różnice w budowie tworu hipokampa są niewielkie i dotyczą głównie wielkości tej części kory, liczby i grubości pól, a także wielkości, kształtu i ułożenia komórek tworzących warstwy poszczególnych pól. Przy opisywaniu pól przyjęto podział stosowany przez Lorente de No (13). Twór hipokampa jest częścią przybrzeżną wężomózgowia, zaliczaną do *Archicortex* (27). Składa się z hipokampa i pola zębatego. Twór hipokampa stanowi znacznych rozmiarów łukowate wpuhlenie przyśrodkowej ściany komory bocznej mózgowia. Biegnie on wspólnie z zakrętem przyślawnikonikowym, od którego jest oddzielony bruzdą (szczeliną) pławnikonika (26). Pole zębate jest utworzone przez zakręt zębaty (*gyrus dentatus*, s. *fascia dentata*) oraz wnękę zakrętu zębatego (*hilus fasciae dentate*). Spośród dotychczasowych badań na temat struktury nerwowej hipokampa aktualne po dzień dzisiejszy są wyniki obserwacji Lorente de No (13), którego podział na pola CA1-CA4 jest powszechnie uznany. Mniej skomplikowany podział na dwie części (*regio superior*,

regio inferior) Blackstada (1) jest wykorzystywany w badaniach dotyczących cytoarchitektoniki tworu hipokampa (5). Z kolei Rose (20, 21) u myszy, szczura i owcy, Filimonov (7) u małpy, Hereć (8) u świni, Szalak (28) u bydła domowego podzielili go na pięć pól. Podział hipokampa na pola można już określić przed urodzeniem, ale molekularne różnice pomiędzy nimi pojawiają się znacznie później. Embrionalne pola są już określane w celu rozwoju przyszłego połączenia i charakteryzują dojrzałe pola, dlatego też nabłonek kory izolowany *in vitro* podczas neurogenezy może generować wzór hipokampa (4).

U bydła już w 8. tygodniu życia płodowego pojawiają się zaczątki tworu hipokampa, rozwój jego cytoarchitektoniki znacznie wybiega przed rozwój zakrętu zębatego (12).

Celem badań było poznanie budowy i topografii tworu hipokampa u szynszyli.

Materiał i metody

Do badań użyto 5 dojrzałych płciowo szynszyli (*Chinchilla brevicaudata*) (3 samce, 2 samice), pochodzących z prywatnej fermy. Materiał do badań pobrano z oskórowanych tuszek. Kości mózgowieczaszkii przecinano i pobierano mózgowie wraz z jego oponami. Mózgowie umieszczano w zbuforowanej 10% formalinie (pH 7,3). Utrwalony materiał po 3 tygodniach odwadniano we wzrastających rozcieńczeniach alkoholu etylowego, następnie utrwalano w postaci bloczków parafinowych. Bloczki krojono w płaszczyźnie poprzecznej (prostopadle do

plaszczyny pośrodkowej mózgu) na skrawki grubości 12 μm . Uzyskane preparaty barwiono luxolem i fioletem krezylu wg Klüvera i Barrery (9).

Wyniki i omówienie

Hipokamp jest położony najbliżej komory bocznej mózgowia. Jest oddzielony od pola zębatego przez bruzdę hipokampa (*sulcus hippocampi*). Hipokamp szynszylki tworzą korowe struktury nerwowe: podpora (*subiculum*) oraz cztery pola od CA1 do CA4, które mają odmienną budowę.

Podpora (ryc. 1, 2) stanowi podstawę dla hipokampa, położona jest w brzuszno-przyśrodkowej części półkuli mózgowej, ograniczona od góry przez komorę boczną, od dołu przez rowek hipokampa. Podpora jest strukturą korową tworzącą hipokampa, która łączy hipokamp z *neocortex* poprzez struktury zakreću przyhipokampowego (*presubiculum*, *parasubiculum*, *area entorhinalis*) i, podobnie jak hipokamp, ma budowę warstwową. W budowie można wyróżnić trzy warstwy: brzeżną, komórkową I, komórkową II.

Warstwa brzeżna podpory jest dobrze wykształcona. W porównaniu z warstwą początkową pola CA1 hipokampa jest szersza i ulega rozszerzeniu w kierunku *presubiculum*.

Utworzona jest przez wielokierunkowo układające się włókna nerwowe oraz liczne komórki nerwowe i glejowe. Włókna nerwowe są dobrze zmielinizowane, a mielinizacja ich zmniejsza się w kierunku warstwy komórkowej I. Komórki nerwowe są średniej wielkości, luźno ułożone obok siebie. Mają wrzecionowaty i okrągły kształt, a ich wypustki skierowane są w kierunku warstwy komórkowej I. Jądra komórek glejowych są dobrze widoczne, o silnie zabarwionej chromatynie jądrowej. Warstwa komórkowa I podpory jest utworzona z komórek nerwowych średniej wielkości, kształtu wrzecionowatego, intensywnie wybarwionych i ściśle ułożonych obok siebie. Jądro i jąderko są dobrze widoczne. Warstwa komórkowa II podpory zbudowana jest z układających się wielokierunkowo włókien nerwowych, słabo zmielinizowanych oraz z komórek nerwowych. Ułożenie tych komórek jest znacznie luźniejsze i występuje w mniej liczbie niż w warstwie komórkowej I. Są one słabo wybarwione, kształtu wrzecionowatego i okrągłego.

Pole CA1 hipokampa (ryc. 1-3, 5) od strony bocznej jest ograniczone przez komorę boczną, od strony brzuszno-przyśrodkowej przez podporę. Pole CA1 w kierunku grzbietowym przechodzi w pole CA2. W budowie pól od CA1 do CA4 wyróżnia się cztery warstwy.

Warstwa początkowa (*stratum oriens*) utworzona jest głównie z włókien nerwowych oraz z pojedynczych komórek nerwowych i komórek glejowych. Włókna nerwowe mają różny, nieusystematyzowany przebieg. W pobliżu komory bocznej są one bardziej zmielinizowane, zaś w kierunku warstwy komórek piramidalnych mielinizacja włókien zmniejsza się. Komórki nerwowe są średniej wielkości, trójkątnego lub wrzecionowatego kształtu o dobrze widocznym jądrze i jąderku. Jądra komórek glejowych są również dobrze widoczne o silnie zabarwionej chromatynie jądrowej.

Warstwa piramidowa (*stratum pyramidale*) jest ograniczona od góry przez warstwę początkową, od dołu zaś przez warstwę promienistą. Warstwę komórek piramidalnych budują komórki nerwowe średniej wielkości, ściśle ułożone obok siebie, tworzące warstwę średniej grubości. Ko-

mórki swoimi wypustkami kierują się w stronę warstwy promienistej, są kształtu piramidального o jądrze i jąderku dobrze widocznym.

Warstwa promienista (*stratum radiatum*) utworzona jest głównie z włókien nerwowych oraz rzadko występujących pojedynczych komórek nerwowych i komórek glejowych. Włókna nerwowe mają usystematyzowany promienisty przebieg, są dobrze zmielinizowane, zaś komórki nerwowe tej warstwy są średniej wielkości, kształtu trójkątnego o słabo zabarwionym jądrze i jąderku.

Warstwa drobinowa (*stratum moleculare*) zewnętrznie ograniczona jest przez bruzdę hipokampa. Budują ją głównie włókna nerwowe, które tworzą gęstą siateczkę, pomiędzy którą rozrzucone są jamki oraz licznie występujące komórki glejowe i pojedyncze komórki nerwowe. Komórki glejowe są luźno ułożone pomiędzy włóknami nerwowymi, o silnie zabarwionej chromatynie jądrowej. Komórki nerwowe tej warstwy mają kształt kulisty, o słabo widocznym jądrze i jąderku.

Pole CA2 hipokampa jest przedłużeniem pola CA1. W budowie tego pola można wyróżnić kilka warstw.

Warstwa początkowa zbudowana jest podobnie jak w polu CA1, głównie z włókien nerwowych, pojedynczych komórek nerwowych oraz z komórek glejowych. Mielinizacja włókien nerwowych zmniejsza się w kierunku warstwy komórek promienistych. Włókna nerwowe mają nieusystematyzowany przebieg. Komórki nerwowe tej warstwy mają kształt wieloboczny o słabo zaznaczonym jądrze i jąderku. Jądra komórek glejowych mają silnie zabarwioną chromatynę jądrową.

Warstwa piramidowa jest utworzona przez pasmo komórek o różnej grubości. Szerokość tego pasma w polu CA2 początkowo zwiększa się nieznacznie, a następnie ulega znacznemu rozszerzeniu w pobliżu warstwy komórek piramidalnych pola CA3. Komórki tego pola nie mają usystematyzowanego położenia.

Warstwa promienista zbudowana jest głównie z włókien nerwowych, nielicznych komórek nerwowych oraz z komórek glejowych. Włókna nerwowe mają prostopadły, promienisty przebieg. Komórki nerwowe są średniej wielkości, kształtu trójkątnego o słabo zabarwionym jądrze i jąderku.

Warstwa drobinowa składa się głównie z włókien nerwowych tworzących gęstą siateczkę z pojedynczych komórek nerwowych i komórek glejowych. Pomiedzy włóknami występują liczne jamki.

Warstwa początkowa pola CA3 hipokampa (ryc. 1) jest zbudowana podobnie jak w polach CA1 i CA2. Tworzą ją włókna nerwowe, które w okolicy komory bocznej są bardziej zmielinizowane. Mielinizacja ich zmniejsza się w kierunku warstwy komórek piramidalnych. Komórki nerwowe warstwy początkowej występują pojedynczo, są dobrze widoczne, kształtu trójkątnego o dobrze zaznaczonym jądrze i jąderku. Komórki glejowe zawierają silnie zabarwioną chromatynę jądrową.

Warstwa komórek piramidalnych utworzona jest przez pasmo usystematyzowanych komórek, które są ściśle ułożone obok siebie. Mają one kształt piramidalny i swoimi wypustkami skierowane są w stronę warstwy promienistej. Komórki tej warstwy są intensywnie wybarwione.

Warstwa promienista jest węższa niż w polach CA1 i CA2. Zbudowana jest głównie z włókien nerwowych oraz nielicznych komórek nerwowych i komórek glejowych.

Włókna ułożone promieniście są dobrze zmielinizowane. Nieliczne komórki nerwowe są słabo zabarwione, kształtu owalnego.

Warstwa drobinowa utworzona jest głównie przez włókna nerwowe tworzące siateczkę oraz przez nieliczne komórki nerwowe i pojedyncze komórki glejowe.

Warstwa początkowa pola CA4 hipokampa (ryc. 1, 2, 4, 6) zbudowana jest z włókien nerwowych, które dzielą się na dwie podwarstwy: warstwę włókien dobrze zmielinizowanych i włókien mniej zmielinizowanych. Podwarstwa włókien mniej zmielinizowanych jest położona w pobliżu warstwy komórek piramidalnych. Komórki nerwowe tej warstwy występują liczniej niż w poprzednich warstwach omawianych pól. Są one kształtu owalnego, trójkątnego. Jądro i jąderko są dobrze widoczne. Pomiędzy włóknami nerwowymi licznie występują komórki glejowe.

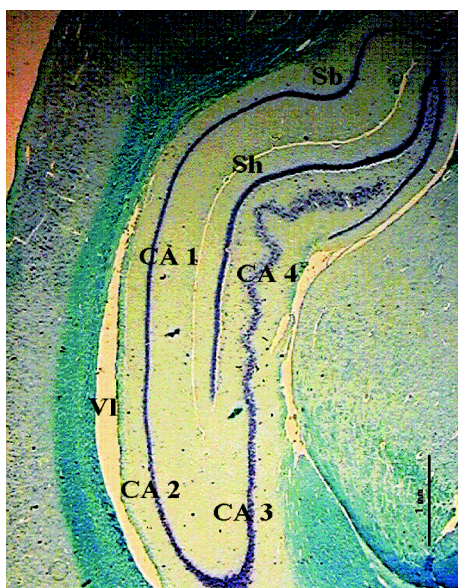
Warstwa komórek piramidalnych utworzona jest przez pofałdowane, szerokie pasmo komórek, które w porównaniu z warstwą komórek

warstwy piramidalnej pól od CA1 do CA3 jest znacznie szersze. Komórki nerwowe tej warstwy mają kształt piramidalny, wrzecionowaty o dobrze widocznym jądrze i jąderku. W kierunku wnęki zakrętu pasmo to ulega znacznemu rozszerzeniu. Pomiędzy komórkami nerwowymi występują włókna nerwowe, które są średnio zmielinizowane.

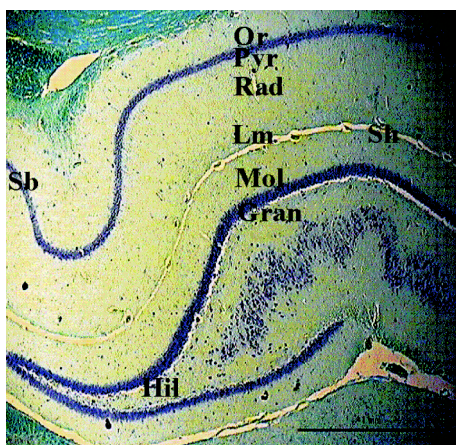
Warstwa promienista jest znacznie węższa niż w polach CA1, CA2, CA3. Utworzona jest głównie przez włókna nerwowe oraz migrujące z warstwy komórek piramidalnych liczne komórki nerwowe. W warstwie tej występują także pojedyncze komórki glejowe. Włókna nerwowe ułożone są prostopadle i promieniście, i są dobrze zmielinizowane. Komórki nerwowe są liczne, różnej wielkości, kształtu trójkątnego i piramidalnego, o dobrze widocznym jądrze i jąderku.

Warstwa drobinowa jest utworzona przez włókna nerwowe, tworzące siateczkę, w której znajdują się liczne jamki. Warstwa ta zawiera również liczne komórki nerwowe ułożone wzdłuż krawędzi zewnętrznej warstwy, kształtu trójkątnego, o dobrze widocznym jądrze i jąderku.

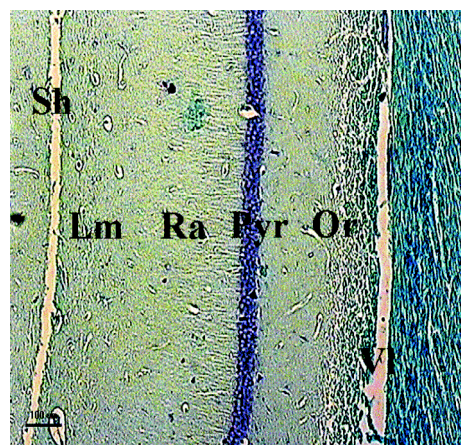
Pole zębate (*area dentata*) (ryc. 1, 2) jest częścią tworzywa hipokampa utworzoną przez zakręt zębaty (*gyrus denta-*



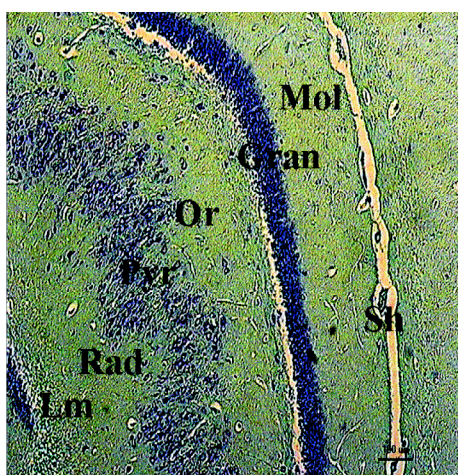
Ryc. 1. Przekrój poprzeczny tworzywa hipokampa. Barwienie met. Klüvera i Barrery



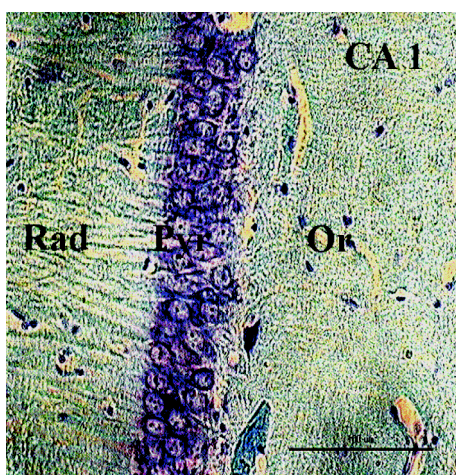
Ryc. 2. Przekrój poprzeczny na wysokości wnęki zakrętu zębatego, Barwienie met. Klüvera i Barrery



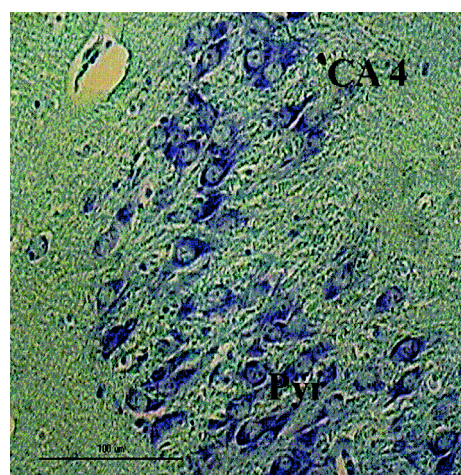
Ryc. 3. Warstwy pola CA1. Barwienie met. Klüvera i Barrery



Ryc. 4. Przekrój poprzeczny tworzywa hipokampa, warstwy pola CA4, warstwy zakrętu zębatego. Barwienie met. Klüvera i Barrery



Ryc. 5. Komórki warstwy CA1. Barwienie met. Klüvera i Barrery



Ryc. 6. Komórki pola CA4. Barwienie met. Klüvera i Barrery

Objaśnienia: Gran – *stratum granulare*, Hil – *hilus gyri dentati*, Lm – *stratum moleculare*, Mol – *stratum moleculare*, Or – *stratum oriens*, Pyr – *stratum pyramidale*, Rad – *stratum radiatum*, Sb – *subiculum*, Sh – *sulcus hipokampa*, VI – *ventriculus lateralis*

tus) i przez wnękę zakrętu zębatego (*hilus fasciae dentate*). Zakręt zębaty jako struktura korowa ma budowę warstwową i jest zbudowany z dwóch warstw: drobinowej (*stratum moleculare*) i ziarnistej (*stratum granulare*).

Warstwa drobinowa utworzona jest głównie przez włókna nerwowe oraz pojedyncze komórki nerwowe i glejowe. Włókna nerwowe układają się w różnych kierunkach, a pomiędzy nimi występują średniej wielkości pojedyncze komórki nerwowe kształtu wrzecionowatego. Jądra komórek glejowych są dobrze widoczne, o silnie zabarwionej chromatynie jądrowej. Warstwa ziarnista obejmuje swoją powierzchnią wewnętrzną wnękę zakrętu zębatego. Warstwa ta utworzona jest przez pasmo komórek nerwowych. Komórki tej warstwy mają kształt owalny, są różnej wielkości, ściśle ułożone obok siebie.

Wnęką zakrętu zębatego jest utworzona przez liczne włókna nerwowe, które przeplatają się, tworząc gęsty spłot nerwowy. Włókna położone w pobliżu komórek ziarnistych są grubsze i lepiej zmielinizowane od pozostałych. Pomiedzy włóknami leżą pojedyncze komórki nerwowe o dobrze widocznym jądrze i jąderku. Pozostała część wnęki zakrętu zębatego jest utworzona przez słabiej zmielinizowane włókna nerwowe, pomiędzy którymi leżą gęsto ułożone komórki nerwowe pochodzące z warstwy komórek piramidalnych pola CA4.

Twór hipokampa jest częścią wężomózgowia, którą Mac Lean (15) zalicza, obok innych struktur nerwowych mózgowia, do układu limbicznego. Jest on twórcą pojęcia „układ limbiczny” i określa hipokamp jako „serce” tego układu. Badania neuroanatomiczne i neurofizjologiczne (14, 15, 23-25) wykazały, że istnieją liczne aferentne i eferentne połączenia hipokampa z innymi strukturami nerwowymi, zarówno w obrębie układu limbicznego, jak i poza nim. Połączenia struktur wpływają na wielorakie funkcje układu limbicznego i samego hipokampa. Poszczególne struktury układu limbicznego biorą udział w reakcjach organizmu poprzez kontrolowanie czynności podwzgórza. Na przykład ciało migdałowate i hipokamp mają wpływ na owulację i tworzenie się progesteronu (9). Zwiększenie aktywności jajników wyrażające się przyspieszeniem owulacji wykazano w badaniach neurofizjologicznych w wyniku podrażnienia prądem elektrycznym niektórych struktur ciała migdałowatego (2, 11, 22). Strukturą, która odpowiada za prawidłową psychobiologiczną integrację organizmu w sytuacjach stresowych, jest obok ciała migdałowatego głównie hipokamp. Hipokamp opisany u licznych gatunków zwierząt doświadczalnych i domowych stanowi największą strukturę nerwową wchodzącą w skład układu limbicznego. Kora mózgu szynszyli w porównaniu z innymi gatunkami zwierząt wykazuje silnie rozbudowaną część kory starej kosztem kory nowej, co związane jest z silnym rozwojem tworu hipokampa. Z badań przeprowadzonych u szynszyli wynika, że kryteria podziału kory na warstwy hipokampa odpowiadają podziałowi tej struktury u piesaka (5) i bydła (6), pomimo zastosowanego podziału na *regio inferior* i *regio superior*, tak jak u szczura (1). Zasadniczą warstwą, która rzutuje na ten podział jest warstwa komórek piramidalnych, która u szynszyli stanowi jednolite pasmo komórek, podobnie jak wykazano u lisa polarnego (5), bydła (6) i szczura (1). U szynszyli, lisa polarnego, bydła i szczura warstwa komórek piramidalnych u wejścia do wnęki zakrętu zębatego ulega rozproszeniu i staje się szersza. Wnęką zakrętu zębatego dzieli się na dwie części,

tak jak u lisa polarnego (5) czy bydła (6). Część przylegająca do warstwy komórek ziarnistych jest bogata we włókna nerwowe. Pozostała część wnęki jest wypełniona słabiej zmielinizowanymi włóknami nerwowymi i pomiędzy nimi ułożonymi gęsto komórkami nerwowymi pochodzącymi z warstwy komórek piramidalnych pola CA4. Warstwa drobinowa i ziarnista zakrętu zębatego u szynszyli jest podobnie zbudowana jak u innych gatunków zwierząt: lisa polarnego (5), szczura (1), świni (8) i bydła (6).

Piśmienictwo

1. Blackstad T. W.: Commisural connection of the hippocampal region in the rat, with special reference to their mode of termination 1956, 105, 417-537.
2. Bunn J. P., Everett J. W.: Ovulation in persistent-estrous rats after electrical stimulation of the brain. Proc. Soc. Exp. Biol. 1951, 96, 369-371.
3. Deldago J. M. R., Anand B. K.: Increase of food intake induced by electrical stimulation of the lateral hypothalamus. Amer. J. Physiol. 1953, 172, 162-163.
4. Elizabeth A., Grove and Shubha Tole: Patterning events and specification signal in the developing hippocampus. Cerebral Cortex 1999, 9, 551-561.
5. Eustachiewicz R., Luszczewska-Sierakowska I.: Morfologia i topografia tworu hipokampa u lisa polarnego. Annales UMCS, DD 1999 LIV, 33-45.
6. Eustachiewicz R.: Topografia i cytoarchitektonika tworu hipokampa (formatio hippocampi) u krowy. Annales UMCS, DD 1966 XXI, 4-25.
7. Filimonov J.: Sravnitel'naja anatomija kory bol'sogo mozga mlekopita juščich. Izd. Medicinskih Nauk SSSR, Moskva 1949.
8. Hereć S.: Budowa zawoju pławikonika i rogu Ammona świni. Annales UMCS, DD 1974, XXIX, 11-17.
9. Kawakami M., Set K., Tarasowa E., Yoshida K.: Mechanism in the limbic system controlling reproductive function of the ovary with special reference to the positive feedback of progesterin to the hippocampus. Progress Brain Res. 1967, 27, 69-103.
10. Klüvera A., Barrera E.: A method for the combined staining of cells and fibres in the nervous system. J. Neuropath. Exp. Neurol. 1955, 12, 400-405.
11. Koikegami H., Yamada T., Usui K.: Stimulation of amygdaloid nuclei and periamygdaloid cortex with special reference to its effects on uterine movements and ovulation. Fol. Psychiatr. Neurol. Jap. 1954, 8, 7-31.
12. Krakowska I.: Rozwój hipokampa w życiu płodowym bydła. Medycyna Wet. 2003, 59, 74-76.
13. Lorente de No R.: Studies on the structure of the cerebral cortex. I. Area entorhinalis. J. Psychol. Neur. (Leipzig) 1933, 45, 381-438.
14. Mac Lean P. D.: Some psychiatric implication of physiological studies on fronto-temporal portion of limbic system (Visceral brain). Electroencephal. Clin. Neurophysiol. 1952, 4, 407-418.
15. Mac Lean P. D.: The limbic system and its hippocampal formation. J. Neurosurg. 1954, 11, 29-44.
16. Meinbach R. C., Siegel A.: Efferent connection of the hippocampal formation in the rat. Brain Res. 1977, 124, 197-224.
17. Oomura Y., Ooyama H., Yamamoto T., Naka F.: Reciprocal relationship of the lateral and ventromedial hypothalamus in the regulation of food intake, Physiol. Behav. 1967, 2, 67-71.
18. Pribram K. H.: The limbic system, efferent control of neural inhibition and behaviour, Progress Brain Res. 1967, 27, 318-337.
19. Raisman G., Cowan W. M., Powell T. P. S.: An experimental analysis of the efferent projection of the hippocampus. Brain 1966, 89, 83-107.
20. Rose J. E.: Histologische Localisation der Grosshirnrinde bei kleinen Säugetieren (Rodentia, Insectivora, Chiroptera), J. Psychol. Neurol. 1912, 19, 375-379.
21. Rose J. E.: A cytoarchitectural study of the sheep cortex. J. Comp. Neurol. 1942, 76, 1-56.
22. Shealy C. N., Peele T. L.: Studies on amygdaloid nucleus of cat. J. Neurophysiol. 1959, 20, 125-129.
23. Siegel A., Edenger H., Ohgami S.: The topographical organisation of the hippocampal projection to the septal area: a comparative neuroanatomical analysis in the gerbil, rat, rabbit and cat. J. Comp. Neurol. 1974, 157, 359-378.
24. Siegel A., Ohgami S., Edenger H.: Projection of the hippocampus to the septum in the squirrel monkey. Brain. Res. 1975, 99, 247-260.
25. Siegel A., Tassoni J. P.: Differential projections from the ventral and dorsal hippocampus of the rat. Brain Behav. Evol. 1971, 4, 185-200.
26. Sobociński M.: Układ nerwowy zwierząt domowych. PWN. Warszawa 1982, 194-196.
27. Stephan H.: Vergleichend-anatomische Untersuchungen am Uncus bei Insectivoren und Primaten. Progress Brain Res. 1963, 3, 111-121.
28. Szalak M.: Budowa rogu Ammona i zawoju zębatego u krowy, Annales UMCS DD 1973 XXVII, 27-36.
29. Ganong W. T.: Fizjologia. Podstawy fizjologii lekarskiej PZWL, Warszawa 1993, s. 331-332.