

Morfologia neuronów i topografia zakrętu przyhipokampowego u szynszyli

RADOSŁAW SZALAK

Katedra Anatomii i Histologii Zwierząt Wydziału Medycyny Weterynaryjnej UP, ul. Akademicka 12, 20-033 Lublin

Szalak R.

Morphology of neurons and topography of gyrus parahippocampalis in the chinchilla

Summary

The aim of the research was to learn the structure and topography of gyrus parahippocampalis in the chinchilla (*Chinchilla laniger*). The examination was carried out on 5 brains of sexually mature chinchillas. The examination material was fixed, dehydrated and embedded in paraffin. Frontal slices were stained according to Klüver and Barrer's method. Gyrus parahippocampalis, which was the object of the examination, is a cortical structure which joins the hippocampus formation with neocortex. It is a rear part of gyrus fornicatus, which stretches from splenium of corpus callosum to the abdomino-medial angle of the brain hemisphere. It is made up of the following cortical structures: area entorhinalis, parasubiculum and pre-subiculum. The above-mentioned parts of gyrus parahippocampalis cortex are made up of four layers: marginal layer, external cellular layer, medial cellular layer, and internal cellular layer.

Keywords: limbic system, gyrus parahippocampalis, chinchilla

Zakręt przyhipokampowy (*gyrus parahippocampalis*) znajduje się w węchomózgowiu i należy do układu limbicznego. Zbudowany jest on ze struktur korowych, takich jak: pole śródwęchowe (*area entorhinalis*), przypodpory (*parasubiculum*), przedpodpory (*presubiculum*). Zakręt przyhipokampowy otacza kora nowa i hipokamp. Pole śródwęchowe połączone jest z hipokampem i zostało podzielone na część boczną i przyśrodkową, jak również opisywano je wspólnie z okolicą przedgruszkową oraz okołomigdałową jako najbardziej wysuniętą doogonową część płata gruszkowatego (3, 7, 9-11, 18). W latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku pole śródwęchowe zaliczono do zakrętu przyhipokampowego (22, 23). Struktury układu limbicznego wykazują liczne połączenia z podwzgórzem, na które wywierają znaczący wpływ. Zakręt przyhipokampowy włączony jest w zachowanie emocjonalne, znajduje się także pod wpływem estrogenów, gdyż wykazano w nim obecność receptorów estrogenowych α , podobnie jak w hipokampie (15-17, 20). Odgrywa on bardzo istotną rolę w przewodzeniu impulsów nerwowych do podpory (*subiculum*) hipokampa i w związku z tym bierze udział w powstawaniu pamięci (4, 6, 12, 24, 26). Zakręt przyhipokampowy został opisany u osobników dorosłych wielu gatunków ssaków, ale dotychczas nie badano go u szynszyli (1, 6, 8, 11, 12, 22).

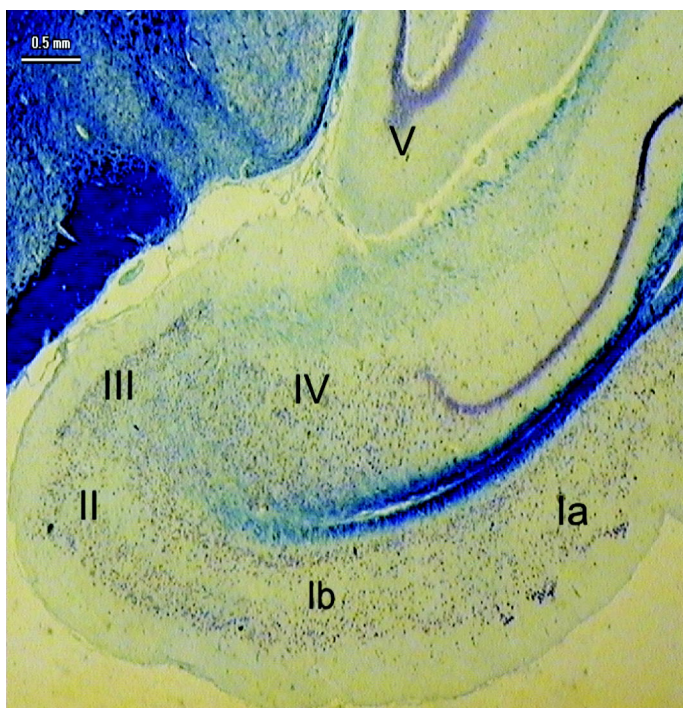
Celem niniejszych badań było prześledzenie budowy i topografii zakrętu przyhipokampowego u dorosłej szynszyli.

Materiał i metody

Do badań użyto 5 dojrzałych płciowo szynszyli (*Chinchilla laniger*) (3 samce, 2 samice), pochodzących z prywatnej fermi. Materiał do badań pobrano z oskórowanych tuszek. Kości mózgowioczaszki 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 stężeniach alkoholu etylowego i zatapiano w parafinowe bloczki. Bloczki krojono w płaszczyźnie czołowej na 12 μ m skrawki. Uzyskane preparaty barwiono luxolem i fioletem krezyłu (13).

Wyniki i omówienie

Zakręt przyhipokampowy jest strukturą korową łączącą twór hipokampa z korą nową. Stanowi on tylną część zakrętu sklepieniowego (*gyrus fornicatus*), która rozciąga się od ciała modzelowatego do brzuszno-przyśrodkowego kąta półkuli. Jedną z części zakrętu przyhipokampowego jest pole śródwęchowe, które stanowi jego brzuszno-boczny składnik i jest najbardziej do tyłu położoną częścią kory płata gruszkowatego. Pole to jest ograniczone bocznie przez bruzdę węchową (*sulcus rhinalis*), przyśrodkowo przez szczelinę (*fissura circularis amygdalae*) oddzielającą płat gruszkowaty od konarów. Pole śródwęchowe graniczy z korą okołomigdałową oraz z korą przedgruszkową płata gruszkowatego, bocznie przechodzi w korę nową, przyśrodkowo w przypodporę zakrętu przyhipokampowego. W budowie pola śródwęchowego u szynszyli moż-



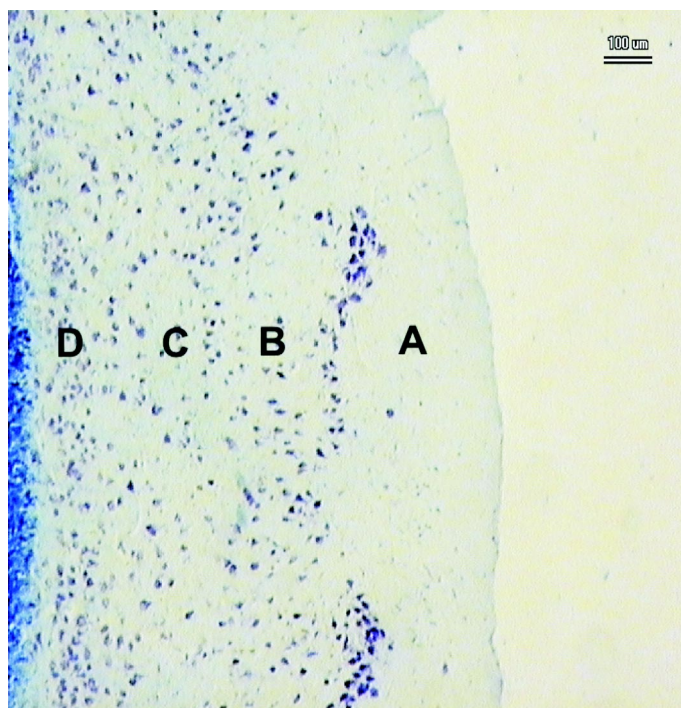
Ryc. 1. Zakręt przyhipokampowy dorosłej szynszyli. I a – pole śródwęchowe boczne; I b – pole śródwęchowe przyśrodkowe; II – przypodpora; III – przedpodpora; IV – podpora; V – hipokamp (met. barwienia wg Klüvera i Barrery)

na wyróżnić dwie części: boczną i przyśrodkową (ryc. 1). Zasadniczym kryterium podziału jest budowa warstwy komórkowej zewnętrznej.

Pole śródwęchowe boczne stanowi 2/3 całego pola śródwęchowego. W budowie tego pola wyróżnić można cztery warstwy: brzezną, komórkową zewnętrzną, komórkową środkową, komórkową wewnętrzną (ryc. 2).

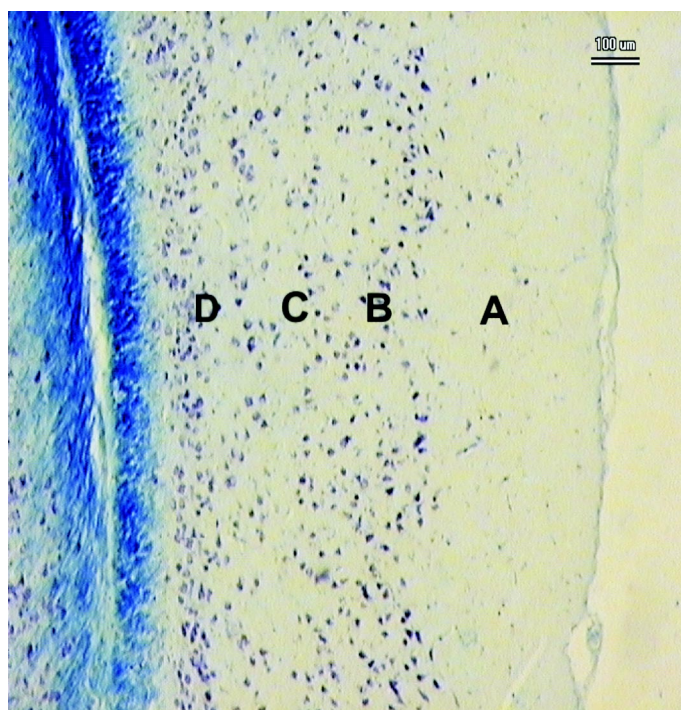
Warstwa brzeźna jest dobrze rozwinięta i budują ją włókna nerwowe, komórki gładkie oraz bardzo rzadko występujące komórki nerwowe. W warstwie tej są dobrze widoczne naczynia krwionośne włosowate. Warstwa komórkowa zewnętrzna stanowi wąskie pasmo neuronów ściśle do siebie przylegających. Pasma to wykazuje liczne pofałdowania w płaszczyźnie poziomej i wnika zarówno w warstwę brzeźną, jak i w warstwę komórkową środkową. Komórki opisywanej warstwy mają kształt gwiazdzisty, trójkątny lub wrzecionowaty. Warstwa środkowa jest stosunkowo szeroka, utworzona ze średniej wielkości luźno ułożonych neuronów, chociaż miejscami obserwuje się pola o stosunkowo gęstym ułożeniu komórek. Neurony wykazują kształty wrzecionowate i gwiazdziste. Warstwa komórkowa wewnętrzna jest najgłębiej położona w bocznej części pola śródwęchowego. W budowie tej warstwy można wyróżnić wtórnie dwie podwarstwy: zewnętrzną i wewnętrzną.

Pierwsza z nich zbudowana jest z luźno ułożonych neuronów o średniej wielkości. Komórki przyjmują kształt gwiazdzisty i owalny. Natomiast druga posiada neurony ściśle przylegające do siebie, o różnej wielkości, kształtu okrągłego, owalnego i gwiazdzistego.



Ryc. 2. Pole śródwęchowe boczne. A – warstwa brzeźna; B – warstwa komórkowa zewnętrzna; C – warstwa komórkowa środkowa; D – warstwa komórkowa wewnętrzna (met. barwienia wg Klüvera i Barrery)

Pole śródwęchowe przyśrodkowe jest przedłużeniem pola śródwęchowego bocznego i podobnie jak ono zbudowane jest z czterech warstw. Pole to bez wyraźnej granicy przechodzi w przypodporę (ryc. 1, 3). Warstwa brzeźna, identycznie jak w części bocznej pola śródwęchowego, jest dobrze rozwinięta i w



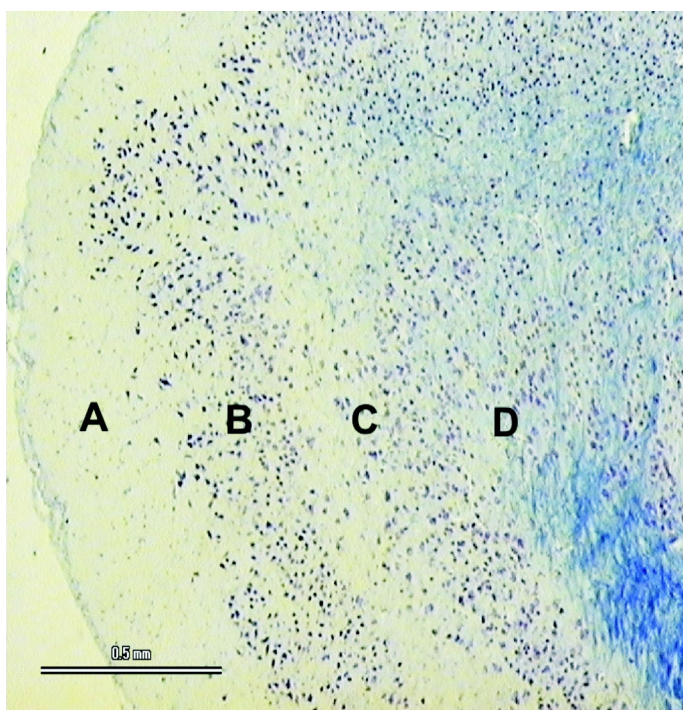
Ryc. 3. Pole śródwęchowe przyśrodkowe. A – warstwa brzeźna; B – warstwa komórkowa zewnętrzna; C – warstwa komórkowa środkowa; D – warstwa komórkowa wewnętrzna (met. barwienia wg Klüvera i Barrery)

jej budowie wyróżnić można podobne elementy, tj. włókna nerwowe, komórki glejowe, pojedyncze neurony oraz naczynia krwionośne włosowate. Warstwa komórkowa zewnętrzna jest pofalowana, zbudowana z licznych neuronów, tworzących nierówne, szerokie pasmo komórkowe. Neurony mają różne kształty: gwiaździste, trójkątne oraz owalne. Między warstwą komórkową zewnętrzną a warstwą komórkową środkową nie występuje wyraźna granica, podobnie jak to można było zauważyć w polu śródwęczowym bocznym. Warstwa komórkowa środkowa jest stosunkowo szerokim pasmem, ale w porównaniu z podobną warstwą pola śródwęczowego bocznego jest słabiej rozwinięta. Budują ją luźno ułożone liczne neurony, kształtu wrzecionowatego i gwiaździstego. Warstwa komórkowa wewnętrzna, podobnie jak w polu śródwęczowym bocznym, dzieli się wtórnie na dwie podwarstwy: zewnętrzną i wewnętrzną. Pierwsza z nich zbudowana jest z luźno ułożonych średniej wielkości neuronów, które są kształtu wrzecionowatego i gwiaździstego. Natomiast druga zbudowana jest z neuronów ściśle przylegających do siebie, różnej wielkości, kształtu owalnego, gwiaździstego i wrzecionowatego.

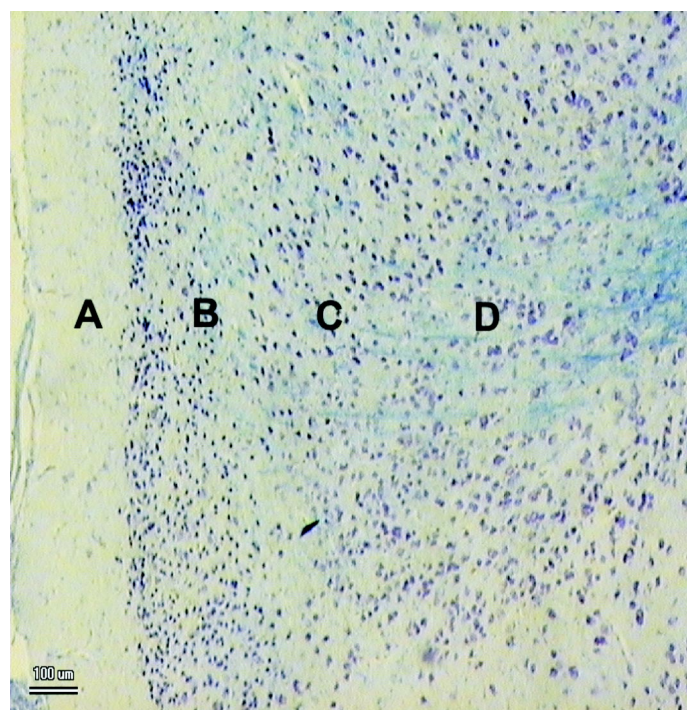
Przypodpora jest częścią zakrętu przyhipokampowego i leży w przyśrodkowo-brzuszej ścianie półkuli, poniżej dna zachyłka skroniowego komory bocznej mózgowia i brzusznej części hipokamapa. Przypodpora jest strukturą korową i można wyróżnić w niej cztery warstwy. Bocznie graniczy ona z korą pola śródwęczowego, grzbietowo przechodzi w przedpodporę (ryc. 1, 4). W budowie przypodpory można wyróżnić warstwy: brzezną, komórkową zewnętrzną, komórkową środkową i komórkową wewnętrzną. Warstwa

brzeźna jest węższa niż w polu śródwęczowym. Zbudowana jest podobnie: z włókien nerwowych, komórek glejowych, nielicznych neuronów oraz z naczyń krwionośnych włosowatych. Warstwa komórkowa zewnętrzna tworzy szerokie pasmo komórkowe, które zawiera gęsto ułożone małe neurony, kształtu przeważnie gwiaździstego lub wrzecionowatego. Warstwa komórkowa środkowa jest utworzona przez nieliczne, luźno ułożone neurony, tworzące wąskie pasmo, które łączy się ściśle z warstwą komórkową zewnętrzną. Komórki są średniej wielkości, kształtu gwiaździstego i trójkątnego. Warstwa komórkowa wewnętrzna tworzy szerokie pasmo komórkowe, w którym wyróżnić można dwie podwarstwy: zewnętrzną i wewnętrzną. Podwarstwa zewnętrzna jest utworzona z różnej wielkości neuronów kształtu okrągłego i owalnego, które są ściśle ułożone obok siebie. Podwarstwa wewnętrzna jest zbudowana z luźno leżących obok siebie dużych, okrągłych i owalnych neuronów, pomiędzy którymi znajdują się włókna nerwowe. Komórki nerwowe wnikają do istoty białej tej części mózgowia.

Przedpodpora stanowi kontynuację przypodpory oraz pola śródwęczowego i wchodzi w skład zakrętu przyhipokampowego; to struktura korowa posiadająca cztery warstwy. Brzusznie graniczy ona z przypodporą, grzbietowo przechodzi w podporę tworzą hipokampa (ryc. 1, 5). Warstwa brzeźna jest węższa niż w innych częściach zakrętu przyhipokampowego i tworzą ją liczne włókna nerwowe, komórki glejowe, pojedyncze neurony oraz naczynia krwionośne włosowate. Warstwa komórkowa zewnętrzna jest stosunkowo szeroka. Można w niej wyróżnić wtórnie dwie podwarstwy: zewnętrzną i wewnętrzną. Pierwsza z nich



Ryc. 4. Przypodpora. A – warstwa brzeźna; B – warstwa komórkowa zewnętrzna; C – warstwa komórkowa środkowa; D – warstwa komórkowa wewnętrzna (met. barwienia wg Klüvera i Barrery)



Ryc. 5. Przedpodpora. A – warstwa brzeźna; B – warstwa komórkowa zewnętrzna; C – warstwa komórkowa środkowa; D – warstwa komórkowa wewnętrzna (met. barwienia wg Klüvera i Barrery)

zawiera gęsto ułożone, średniej wielkości, gwiaździste neurony. Tworzą one dość wyraźne pasmo komórkowe, które w kierunku przypodpory ulega rozszerzeniu. Natomiast druga utworzona jest z nieregularnego pasma neuronów, znacznie szerszego od pasma podwarstwy zewnętrznej. Komórki są ułożone luźno obok siebie i miejscami tworzą skupiska. Neurony są kształtu gwiaździstego i trójkątnego. Warstwa komórkowa środkowa jest utworzona ze średniej wielkości wrzecionowatych i trójkątnych neuronów o podobnej szerokości jak podwarstwa wewnętrzna warstwy komórkowej zewnętrznej. Pomiedzy komórkami występują liczne włókna nerwowe przebiegające w różnych kierunkach. Komórki nerwowe są kształtu wrzecionowatego i trójkątnego.

Pasmo komórkowe w kierunku grzbietowym przechodzi w podporę hipokampa. Warstwa komórkowa wewnętrzna jest szeroka, ściśle połączona z warstwą komórkową środkową. Można wyróżnić w niej wtórnie dwie podwarstwy: zewnętrzną i wewnętrzną. Pierwsza z nich jest utworzona ze stosunkowo gęsto ułożonych, średniej wielkości gwiaździstych neuronów. Natomiast druga jest utworzona z dużych neuronów, luźno ułożonych obok siebie, które wykazują owalny lub okrągły kształt.

Zakręt przyhipokampowy przez liczne połączenia nerwowe przekazuje informacje między hipokampem a korą nową (5, 14). Jest on włączony m.in. w procesy zapamiętywania i uczenia oraz w kontrolę stanów emocjonalnych (18). U szczura stwierdzono połączenia podpory i pola CA1 oraz CA3 hipokampa z boczną i przyśrodkową częścią pola śródwęchowego (1, 14). W badaniach świnki morskiej wykazano połączenia podpory i pola CA3 hipokampa z przedpodporą oraz z polem śródwęchowym (22). Badania własne wykazały, że podobnie jak u wielu innych gatunków zwierząt, zakręt przyhipokampowy u szynszyli jest zbudowany z trzech struktur: pola śródwęchowego, przypodpory i przedpodpory (15, 25). Pole śródwęchowe szynszyli w swojej budowie i ukształtowaniu jest zbliżone do struktury opisanej u szczura i piesaka (2, 8). Nadto tak jak u tych gatunków zwierząt, wyróżnić w nim można dwie części boczną i przyśrodkową (2, 8). Natomiast u owcy, świni i kozy pole śródwęchowe podzielono na trzy części: przednią, środkową i tylną (7, 9, 19). Przypodpora szynszyli, podobnie jak u piesaka, zbudowana jest z czterech warstw: brzeżnej, komórkowej zewnętrznej, komórkowej środkowej, komórkowej wewnętrznej (8). Przedpodpora szynszyli jest podobnie ukształtowana jak u piesaka, owcy i szczura (2, 8, 21).

Piśmienictwo

1. Beckstead R. M.: Afferent connections of the entorhinal area in the rats as demonstrated by retrograde cell-labelling with horseradish peroxidase. *Brain Res.* 1978, 152, 249-264.
2. Beckstead T. W.: Commissural connections of the hippocampal region in the rat, with special reference to their mode of termination. *J. Comp. Neurol.* 1956, 105, 417-537.
3. Brodmann K.: Vergleichende Lokalisationslehre der Grosshirnrinde in ihren Prinzipien dargestellt auf Grund der Zellenbaues. Barth. Leipzig 1909.

4. Burwell D., Amaral D. G.: Cortical afferents of the perirhinal, postrhinal, and entorhinal cortices. *J. Comp. Neurol.* 1998, 398, 179-205.
5. Burwell R. D.: The parahippocampal region: corticocortical connectivity. *Ann. New York Acad. Sci.* 2000, 911, 25-42.
6. Dolorfo C. L., Amaral D. G.: Entorhinal cortex of the rat: organization of intrinsic connections. *J. Comp. Neurol.* 1998, 398, 49-82.
7. Eustachiewicz R.: Cytoarchitektonika kory płata gruszkowatego u owcy. *Pol. Arch. Wet.* 1979, 21, 405-416.
8. Eustachiewicz R., Łuszczewska-Sierakowska I., Szalak R.: Budowa i topografia zakrętu przyhipokampalnego (gyrus parahippocampalis) u piesaka (*Alopex lagopus*). *Acta Scient. Pol.* 2004, 3, 19-28.
9. Hereć S.: Cytoarchitektonika kory płata gruszkowatego u świni. *Pol. Arch. Wet.* 1970, 12, 279-287.
10. Hjorth-Simonsen A., Jeune B.: Origin and termination of the hippocampal perforant path in the rat studied by silver impregnation. *J. Comp. Neurol.* 1972, 174, 591-606.
11. Insausti R., Herrero M. T., Witter M. P.: Entorhinal cortex of the rat: cytoarchitectonic subdivisions and the origin and distribution of cortical efferents. *Hippocampus* 1997, 7, 146-183.
12. Kloosterman F., Witter M. P., Van Haeften T.: Topographical and laminar organisation of subicular projections to the parahippocampal region of the rat. *J. Comp. Neurol.* 2003, 455, 156-171.
13. 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.
14. Kohler C., Shipley M. T., Srebro B., Harkmark W.: Some retrohipocampal afferents to the entorhinal cortex: cells of origin as studied by HRP method in the rat and mouse. *Neurosci. Lett.* 1978, 10, 115-120.
15. Krakowska I., Jaworska-Adamu J.: Ekspresja receptorów estrogenowych α w zakręcie przyhipokampowym samic królików po 17 β estradiolu. *Medycyna Wet.* 2006, 62, 1059-1060.
16. Krakowska I., Jaworska-Adamu J., Krakowski L.: Ekspresja receptorów α w hipokampalnych astrocycjach u ovariectomized female rabbit. *Medycyna Wet.* 2007, 63, 1551-1553.
17. Krakowska I., Matyssek M., Jaworska-Adamu J.: Rozwój zakrętu zębatego w życiu płodowym bydła – obserwacje w mikroskopie elektronowym. *Medycyna Wet.* 2006, 62, 955-956.
18. Lissak K., Endrőczy E.: Involvement of limbic structures in conditioning motivation and recent memory. *Progress Brain Res.* 1967, 27, 246-254.
19. Łakomy M.: Cytoarchitektonika płata gruszkowatego kozy. *Ann. UMCS, s. DD* 1969, 24, 35.
20. Narkiewicz O., Moryś J.: Neuroanatomia czynnościowa i kliniczna PZWL, Warszawa 2001, 310-311.
21. Rose J. E.: A cytoarchitectural study of the sheep cortex. *J. Comp. Neurol.* 1942, 76, 1-56.
22. Shipley M. T.: The topographical and laminar organisation of the presubiculum projections to the ipsi and contralateral entorhinal cortex in the guinea pig. *J. Comp. Neurol.* 1975, 160, 127-146.
23. Sorensen K. E., Shipley M. T.: Projections from the subiculum to the deep layers of the ipsilateral presubicular and entorhinal cortices in the guinea pig. *J. Comp. Neurol.* 1979, 188, 313-334.
24. Takahashi E., Ohki K., Miyashita Y.: The role of the parahippocampal gyrus in source memory for external and internal events. *NeuroReport.* 2002, 13, 1951-1956.
25. Uva L., Schke S. G., De Curtis G. B. M., Witter M. P.: Cytoarchitectonic Characterization of the Parahippocampal Region of the Guinea Pig. *J. Comp. Neurol.* 2004, 474, 289-303.
26. Van Hoesen G. W.: The parahippocampal gyrus: new observations regarding its cortical connections in the monkey. *Trends Neurosci.* 1982, 5, 345-350.

Adres autora: lek. wet. Radosław Szalak, ul. Akademicka 12, 20-033 Lublin; e-mail: radoslaw.szalak@up.lublin.pl