

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN — POLONIA

VOL. XV, 6

SECTIO DD

1960

Z Katedry Anatomii Zwierząt Wydziału Weterynaryjnego WSR w Lublinie
Kierownik: prof. dr Marian Chomiak

Janusz WELENTO

Rozwój mózgowia świni u płodów o długości 4, 8 i 11 mm

Развитие головного мозга свиньи у плодов длиной 4, 8 и 11 мм.

Development of the Cerebrum in Pig Foetuses, 4, 8 and 11 mm Long

Ten okres rozwoju mózgowia był tematem licznych prac, jednakże szeregu zagadnień nie opracowano jeszcze dokładnie. Kupfer (14) np. podaje, że granicę pomiędzy *archencephalon* a *deuteroencephalon* stanowi *plica encephali ventralis*, zaś główna część śródmózgowia pochodzi z *deuteroencephalon*. Kingsbury (13) i Niuwkoop (17) umieszczają granicę pomiędzy *archen-* a *deuteroencephalon* do tyłu od śródmózgowia, Jonston (10) w środku śródmózgowia, a Lehman (16) do przodu od niego. W ostatnich latach zagadnienie to opracowywali także Bergquist (1—4) i Källén (12), opierając się na pierwotnej segmentacji ośrodkowego układu nerwowego. Stwierdzają oni, że opisywana granica leży pomiędzy IV i V neuromerem, tj. do przodu od śródmózgowia. Problem ten nie został jednak do tej pory całkowicie wyjaśniony.

Opis początkowego okresu rozwoju całości mózgowia w ujęciu anatomicznym podali His (7) u płodów człowieka, Tandler (18, 19) u płodów rękacza i jaszczurki. W dostępnej literaturze nie napotkałem opracowań tego zagadnienia u zarodków świni.

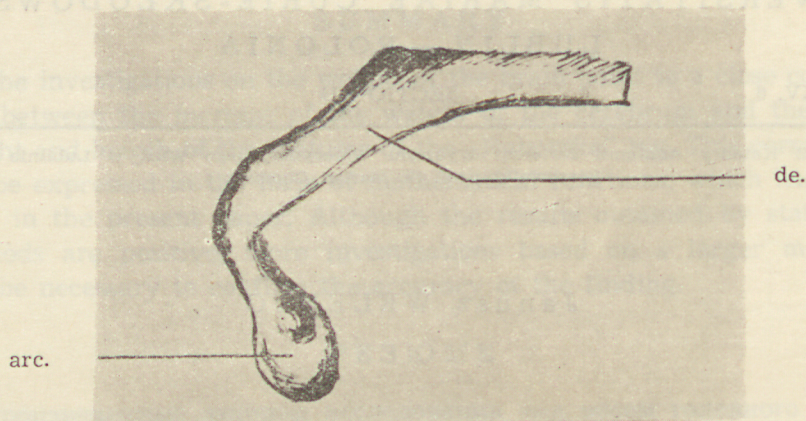
Badania zostały wykonane na płodach świni puławskiej o długości 4 mm, 8 mm i 11 mm. Mózgowia tych płodów krojono w trzech płaszczyznach na skrawki o grubości 10, 13 i 30 mikronów i barwiono wg metody Nissla i Andersona. Na podstawie obrazu skrawków wykonywano tekturowo-parafinowe modele mózgowia w powiększeniu 18-krotnym.

BADANIA WŁASNE

Płód świni o długości 4 mm (ryc. 1)

Mózgowie jest wykształcone pod postacią dwu pęcherzyków — *archencephalon* i *deuteroencephalon*. Oba pęcherzyki pierwotne posiadają wydłużony kształt i ułożone są względem siebie pod kątem około 102°.

Archencephalon posiada kształt kolbkowaty z nieznacznym uwypuk-



Ryc. 1. Mózgowie płodu o dł. 4 mm; widok z boku; rysunek wg modelu; pow. 18×; de. — *deuteroencephalon*, arc. — *archencephalon*
Cerebrum of foetus 4 mm long, lateral aspect; drawn from model, 18×

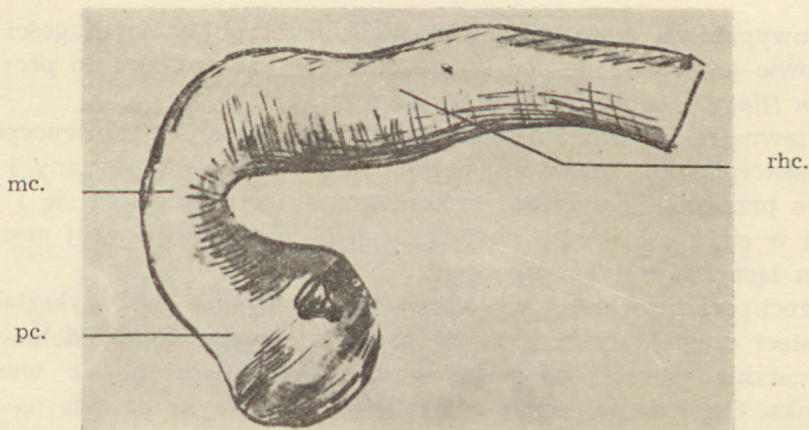
leniem na przednim końcu. Na tylno-bocznych częściach tego uwypuklenia znajdują się dobrze wykształcone pęcherzyki wzrokowe osadzone na krótkich szypułkach i skierowane w kierunku boczno-tylnym. Przednio-grzbietowa ściana *archencephalon* jest znacznie cieńsza od ściany bocznej i dolnej. Na powierzchni zewnętrznej opisywany pęcherzyk nie wykazuje specjalnych szczegółów budowy, natomiast na przekroju podłużnym modelu, na wewnętrznej powierzchni pęcherzyka, jest wyraźnie zaznaczony poprzeczny fałd, leżący tuż poza i ponad zachyłkami wzrokowymi i łączący się u góry w linii pośrodkowej z drugostronnym. Fałd ten (*velum transversum*) stanowi wg Johnstona (10) granicę pomiędzy pierwotnymi *telen-* i *diencephalon*. Na zewnątrz granica ta nie jest w tym okresie widoczna.

Deuteroencephalon przedstawia się pod postacią wydłużonej cewy, nieco rozszerzonej w tylnej swej części, tj. w miejscu, z którego następnie rozwinie się tyłomózgowie (*rhombencephalon*). Grzbietowa ściana tego pęcherzyka jest bardzo cienka. Do tyłu od największego rozszerzenia opisywanego pęcherzyka, w dnie zawartej w nim komory widać 7 rowków neuromerowych po każdej stronie linii pośrodkowej.

Płód świni o długości 3 mm (ryc. 2)

W ukształtowaniu mózgowia w porównaniu z poprzednio opisanym widoczne są wyraźne zmiany. Występują 3 pęcherzyki mózgowe: przodomózgowie — *prosencephalon*, śródmózgowie — *mesencephalon* oraz tyłomózgowie — *rhombencephalon*.

Prosencephalon wykazuje pewne cechy podziału na kresomózgowie i międzymózgowie, jednakże podział ten nie jest jeszcze całkowity. Mia-



Ryc. 2. Mózgowie płodu o dł. 8 mm; widok z boku; rysunek wg modelu; pow. 18×; mc. — mesencephalon, pc. — prosencephalon, rhc. — rhombencephalon

Cerebrum of foetus 8 mm long, lateral aspect; drawn from model, 18×

nowicie na wysokości przejścia $\frac{1}{3}$ środkowej w $\frac{1}{3}$ tylną przodomózgowia pojawia się po obu stronach w częściach boczno-dolnych pęcherzyka bardzo płytki, pionowy rowek, który Tandler (18, 19) nazywał *sulcus telen-diencephalicus*, a Hochstetter (8) — *sulcus hemisphaericus*. Natomiast na powierzchni grzbietowej pierwszego pęcherzyka zaczyna się pojawiać podłużny rowek pośrodkowy, który w późniejszym rozwoju przekształci się w szczelinę podłużną mózgu (*fissura longitudinalis cerebri*).

Oglądany od przodu *prosencephalon* posiada kształt trójkąta równobocznego o wierzchołku skierowanym ku dołowi. Szeroka podstawa tego trójkąta jest skierowana ku górze, a jej kąty boczne tworzą zaczątki rozwijającego się kresmózgowia. Szypuły wzrokowe odchodzą na wysokości przejścia $\frac{1}{3}$ części dolnej w $\frac{1}{3}$ środkową przodomózgowia tuż poniżej dolnego końca *sulcus hemisphaericus*. Tylna część pierwszego pęcherzyka mózgowego, z której w następnym okresie powstanie międzymózgowie, nie jest oddzielona od śródmózgowia. Różni się od zaczątku tego ostatniego tym, że posiada — podobnie jak poprzednio opisana część pierwszego pęcherzyka — przekrój trójkąta o podstawie skierowanej ku górze. Dolna część tego trójkąta, z której rozwinie się następnie *hypothalamus*, jest najbardziej wysuniętą ku dołowi częścią *prosencephalon*. Na bocznej części zawiązka międzymózgowia widoczne są małe uwypuklenia, leżące jedno za drugim. Przednie uwypuklenie, nieco większe od tylnego, zostało nazwane przez Kupfera (14) — *parencephalon*, a tylne — *synencephalon*.

Drugi pęcherzyk — śródmózgowie — u opisywanego płodu ma kształt okrągłej na przekroju poprzecznym cewy, stanowiącej najbardziej do

góry uwypukloną część mózgowia. W $\frac{1}{3}$ przecznjej swojej długości śródmózgowie jest załamane pod kątem około 94° w stosunku do *prosencephalon* (*flexura cephalica* — Buchanan, 6)*.

Z zewnątrz nie widać u tego płodu granicy przejścia *prosencephalon* w *mesencephalon*. Opisywany pęcherzyk posiada cienkie ściany i duże światło przewodu. Ku tyłowi śródmózgowie nieco przewęża się i przechodzi w cieśń — *isthmus rhombencephali*, za pomocą której *mesencephalon* łączy się z tyłomózgowiem.

Trzeci pęcherzyk mózgowy — *rhombencephalon* — jest wykształcony w postaci długiej, rozszerzonej w przedzie cewy o ścianie dolno-bocznej znacznie grubszej od ściany grzbietowej, utworzonej z warstwy nabłonka. Część dolno-boczna opisywanego pęcherzyka posiada na przekroju czołowym kształt trójkąta równobocznego o wierzchołku, skierowanym ku dołowi. Komora pęcherzyka stanowi zaczątek dołu równoległobocznego (*fossa rhomboidea*). Dół ten sięga swym tylnym końcem aż do rdzenia kręgowego, a jego największe rozszerzenie znajduje się w $\frac{1}{3}$ przedniej części tyłomózgowia. Na bocznych ścianach dołu równoległobocznego występuje dobrze zaznaczony strzałkowy rowek, tzw. rowek graniczny (*sulcus limitans*), który dzieli podstawę tyłomózgowia na dwie płytki: przyśrodkową — denną, oraz bardziej bocznie leżącą płytkę skrzydłową. Podział ten, jak wykazały badania ostatnich lat, jest podziałem nie tylko anatomicznym, lecz i czynnościowym. Płytką skrzydłową jest bowiem płytka czuciową, a płytka denna — ruchową (Hugosson 9).

Przednio-górne części płytki skrzydłowej (*rautenlippe* — His 7) tuż poza cieśnią tyłomózgowia zbliżają się do siebie, tworząc fałd, z którego następnie rozwinie się mózdzek.

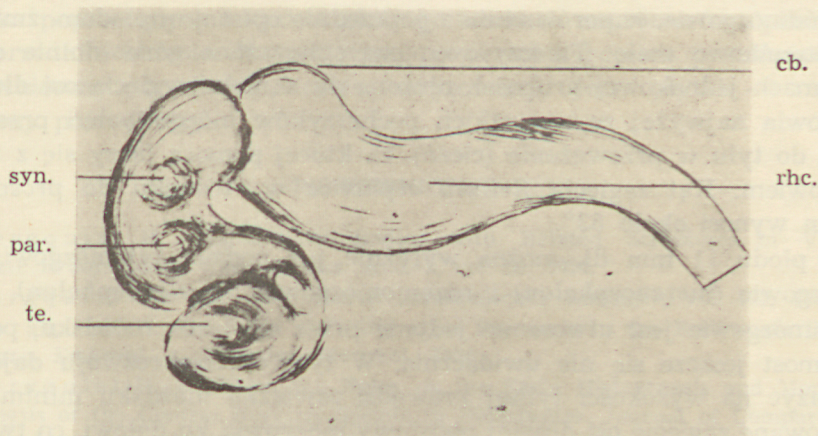
W dnie komory są widoczne wyraźne rowki 7 neuromerów, tworzących podstawę rozwijającej się opuszki.

Płód świni o długości 11 mm (ryc. 3)

W tym okresie można wyróżnić już 5 pęcherzyków mózgowych, choć nie są one wszystkie równomiernie wykształcone.

Kresomózgowie jest wyraźnie oddzielone od pozostałych części mózgowia. Półkule uwypuklają się znacznie do tyłu i góry. Są one podzielone dobrze wykształconą szczeliną podłużną mózgu. Pęcherzyki wzrokowe u opisywanego płodu łączą się z przednio-boczną częścią międzymózgowia. Nieco do przodu od miejsca połączenia pęcherzyków wzrokowych z międzymózgowiem widoczne są parzyste zagłębienia,

* *Flexura cephalica* wyznacza na tej wysokości śródmózgowia granicę pomiędzy pierwotnymi pęcherzykami mózgowymi — *archen-* i *deuteroencephalon*, występującymi u poprzednio opisanego płodu.



Ryc. 3. Mózgowie płodu o dł. 11 mm; widok z tyłu; rysunek wg modelu; pow. 18×; *syn.* — *synencephalon*, *par.* — *parencephalon*, *te.* — *telencephalon*, *cb.* — *cerebellum*, *rhc.* — *rhombencephalon*

Cerebrum of foetus 11 mm long, lateral aspect; drawn from model, 18×

którym wewnątrz komory odpowiadają półkoliste wypukłości. Podobne wzniesienia, spowodowane jednak pogrubieniem ściany pęcherzyka, znajdują się w pośrodkowej części brzusznej ściany komory kresomózgowia i międzymózgowia, ku tyłowi i przyśrodkowo od zachyłka wzrokowego. Te uwypuklenia tworzą zawiązki przyszłego ciała prążkowanego (*corpus striatum*). Podobne podwójne pochodzenie ciała prążkowanego wykazał Kappers (11) u szeregu kręgowców.

W przednio-dolnym końcu rozwijającego się kresomózgowia, nieco przyśrodkowo od szypułki wzrokowej zaznacza się bardzo małe, mające kształt dzioba, uwypuklenie o cienkich ściankach skierowane ku przodowi. Stanowi ono zaczątek rozwijającej się opuszki węchowej. Pozostałe ściany kresomózgowia są mniej więcej jednakowej grubości.

Międzymózgowie w opisywanym okresie stanowi duży pęcherzyk, niezbyt ostro odgraniczony od śródmózgowia. Ma ono postać cewy, lekko wypukłej ku przodowi i górze. Część przednio-dolną cewy stanowią pęcherzyki wzrokowe i pierwotne podwzgórze, na którym w tym okresie widoczne jest ułożone pośrodkowo podłużne wzniesienie, stanowiące wspólny zaczątek guza szarego i ciała sutkowatego.

Na powierzchniach bocznych międzymózgowia znajdują się po 2 umieszczone jedno za drugim, opisane już u poprzedniego płodu, uwypuklenia — *parencephalon* i *synencephalon* (ryc. 3). Pierwsze jest nieco większe od drugiego. Do tyłu od *synencephalon* znajduje się nieznaczne przewężenie cewy, w którym międzymózgowie przechodzi w śródmózgowie.

Śródmózgowie, w porównaniu z poprzednio opisanym płodem, zmienia się stosunkowo mało. Tworzy go nieco spłaszczona górno-dolnie cewa o ścianach jednakowej grubości, ułożona na skutek wygięcia osi długiej mózgowia najwyżej ze wszystkich pęcherzyków mózgowych i przechodząca do tyłu w przewężenie (cieśń), za której pomocą łączy się z tyłomózgowiem. Kąt zagięcia *flexura cephalica* w stosunku do *prosencephalon* wynosi około 53° .

U płodu 11 mm dł. można wyróżnić już podział tyłomózgowia na zamózgowie (*metencephalon*) i rdzeniomózgowie (*myelencephalon*).

Zamózgowie jest utworzone jedynie przez zawiązek mózdzku, ponieważ most jeszcze się nie uwidacznia. W tym okresie rozwoju daje się zauważyć na wysokości tylnej krawędzi zawiązka mózdzku minimalnie zarysowane zagięcie osi długiej podstawy mózgowia ku dołowi, co tworzy tzw. zagięcie mostowe, którego kąt wynosi u tego płodu około 150° .

Mózdzek jest ukształtowany w postaci płytki, tworzącej kopułę ponad przednią część komory IV. Tworzy go zaginające się do góry i łączące się obustronnie płytki skrzydłowe przedniej części tyłomózgowia, przechodzące do tyłu w *velum medullare posterior*. Najlepiej są wykształcone części boczne i część przednia płytki mózdkowej, zaś część środkowa (miejsce połączenia obu zaczątków) jest węższa i cieńsza. Na bocznej części płytki mózdkowej pojawia się w tym okresie wzdłuż jej tylnej krawędzi słabo zarysowana szczelina, która stanowi przedłużenie szczeliny rozpoczynającej się w przedsionkowej okolicy opuszki. Na mózdku szczelina ta była oznaczona przez Bradleya (5) jako IV, a przez Larsella (15) jako *fissura postero-lateralis*. Jest ona przedłużeniem rowka, który przechodzi na rdzeniu przedłużonym poniżej *area postrema* oraz zawiązka guzka słuchowego i oddziela te twory od pozostałych części rdzenia przedłużonego.

U płodów 8—11 mm dł. rdzeniomózgowie rozwija się bardzo nierównomiernie, a mianowicie podstawa tego pęcherzyka rozrasta się znacznie szybciej od pozostałych części i wytwarza opuszkę, zaś sklepienie pozostaje nabłonkowe. U 11 mm płodu na opuszcze występują 2 zagięcia — zagięcie mostowe, opisane wyżej i zagięcie szyjne (ok. 165°), stanowiące granicę pomiędzy opuszką a rdzeniem kręgowym. Najbardziej rozszerzone miejsce rdzenia przedłużonego znajduje się na wysokości płaszczyzny, przeprowadzonej poza tylną krawędzią rozwijającego się mózdzku. Na tej wysokości zaczynają się kształtować zachyłki boczne komory IV. Dół równoległoboczny nie sięga swym tylnym końcem do zagięcia szyjnego, lecz kończy się ku przodowi od niego. W związku z tym wyróżnicowuje się nową, „zamkniętą” część rdzenia przedłużonego, leżącą ku tyłowi od komory IV (Schaltstück-His 7). Na dnie dołu równoległobocznego występuje 6 bardzo słabo zaznaczonych

rowków poprzecznych — pozostałość po rowkach neuromerów opisanych w poprzednim okresie. Na brzusznej powierzchni rdzenia przedłużonego jest widoczny strzałkowy, ostro zarysowany, lecz płytki — rowek brzuszny pośrodkowy.

PIŚMIENNICTWO

1. Bergquist H.: Mammillary Bodies with Related Structures in Vertebrate Brain. Lunds Univ. Arsskr. Avd. 2, vol. 50, 1954.
2. Bergquist H.: Die Neuromerie. Anatomischer Anzeiger, vol. 102, 1955/56.
3. Bergquist H.: On Early Cell Migration Processes in the Embryonic Brain. Journ. Embryol. a. Experim. Morphol. 1956.
4. Bergquist H., Källén B.: Notes on the Early Histogenesis and Morphogenesis of the Central Nervous System in Vertebrates. Journal of Comparative Neurology, vol. 100, 1954.
5. Bradley O. C.: On the Development and Homology of the Mammalian Cerebellar Fissures. Journal of Anatomy a. Physiology, vol. 38, 1903.
6. Buchanan A. R.: Functional Neuroanatomy. Lea & Febiger II Edition. Philadelphia 1953.
7. His W.: Zur allgemeinen Morphologie des Gehirns. Archiv f. Anatomie u. Physiologie. Anat. Abt., 1892.
8. Hochstetter F.: Über die Entwicklung und Differenzierung der Hüllen des menschlichen Gehirns. Morphologischer Jahrbuch, vol. 83, 1939.
9. Hugosson R.: Studien über die Entwicklungen der longitudinalen Zellsäulen und der Anlagen der Gehirnnervenkerne in der *Medulla oblongata* bei verschiedenen Vertebraten. Zeitschrift f. Anatomie u. Entwicklungsgeschichte, vol. 118, 1955.
10. Johnston J. B.: The Brain of *Petromyscus*. Journal of Comparative Neurology, vol. 12, 1902.
11. Kappers A.: De ontogenetische ontwikkeling van het corpus striatum der vogels en een vergelijking met verhoudingen bij de zoogdieren en den mensch. Versl. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam. Wiss. en Natuurk. Afd. 1923. Według streszczenia w Anat. Bericht 1926.
12. Källén B.: On the Segmentation of the Central Nervous System. Lund. Univ. Arskrift., vol. 49, 1954.
13. Kingsbury B. F.: On the Brain of *Nocturus maculatus*. Journal of Comparative Neurology, vol. 5, 1895.
14. Kupfer C. von: The Development of the Cranial Nerves in Vertebrates. Journal of Comparative Neurology, vol. 1, 1891.
15. Larsell O.: The Cerebellum of the Cat and the Monkey. Journal of Comparative Neurology, vol. 99, 1953.
16. Lehman F. E.: Realizationstufen in der Organogenese als entwicklungsphysiologischen und genetisches Problem. Archiv der Julius Klaus-Stiftung. vol. 23, 1948.
17. Niuwkoop P. D.: Investigation of the Regional Determination of the Central Nervous System. Journ. Exper. Biologie, vol. 24, 1947.
18. Tandler J., Cantar H.: Beiträge zur Entwicklung des Vertebrategehirns. I. Die Entwicklungsgeschichte des Gecogehirns. Anatomische Hefte, vol. 35, 1907.

19. Tandler J., Flessig J.: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Vertebratengehirns. II. Die Entwicklungsgeschichte des Tarsiusgehirns. Anatomische Hefte, vol. 52, 1915.

SUMMARY

The author studied the initial stage of the development of the cerebrum in pig fetuses, 4—11 mm long. The cerebra were cut into sections 13 μ thick, and the cross-sections thus obtained served as a basis for the preparation of cardboard and paraffin models of the cerebrum (Figs. 1, 2, 3).

In fetuses 4 mm long, the cerebrum was developed in the form of two vesicles — archencephalon and deuterioencephalon. In fetuses 8 mm long, prosencephalon, mesencephalon and rhombencephalon are already seen. In the pig, the mesencephalon develops partly from the archencephalon, partly from the deuterioencephalon. The gradual development leads in the 11 mm long foetus to the formation of all five cerebral vesicles. The development of all vesicles is described in detail.

РЕЗЮМЕ

В настоящей работе автор исследовал начальные стадии развития головного мозга у плодов свиньи длиной от 4 до 11 мм. Из головного мозга приготавливались срезы толщиной в 13 микронов, и кроме того, на основании разрезов были сделаны картонно-парафиновые модели (фот. 1, 2, 3).

У плода свиней длиной 4 мм головной мозг был уже сформирован в виде двух пузырей — *archencephalon* и *deuterioencephalon*. У плода длиной 8 мм были уже развиты *prosencephalon*, *mesencephalon* и *rhombencephalon*. Средний мозг (*mesencephalon*) дифференцировался частично из *archencephalon*, частично из *deuterioencephalon*. В результате постепенного развития головного мозга у плода свиньи длиной 11 мм присутствуют уже все пять мозговых пузырей. В тексте работы автор излагает подробно процесс развития всех пяти пузырей.