

Acta Medica Okayama

Volume 3, Issue 1

1932

Article 9

MÄRZ 1932

Zur Struktur und Funktion des Zwischenhirns. (I. Mitteilung.) Über den Nuclens ovalis und paraovalis und den Nucleus periventricularis.

K Kitayama*

Y Fukuda[†]

O Sudo[‡]

*Okayama University,

[†]Okayama University,

[‡]Okayama University,

(Aus der Med. Universitätsklinik von Prof. Dr. K. Kakinuma, Okayama).

Zur Struktur und Funktion des Zwischenhirns.

(I. Mitteilung.)

Über den Nucleus ovalis und paraovalis und den Nucleus periventricularis.

Von

K. Kitayama, Y. Fukuda und G. Sudô.

Eingegangen am 15. Dezember 1931.

Seit einiger Zeit tritt mehr und mehr die Region des Zwischenhirns als Ausgangspunkt einer Reihe von Untersuchungen hervor und hat eine ausserordentliche Bedeutung erlangt. Trotzdem pflegen anatomisch genaue Beobachtungen bei derartigen Experimenten ziemlich vernachlässigt zu werden, was natürlich ein Grund dafür ist, dass die gewonnenen Resultate nicht immer übereinstimmen.

Bevor wir uns mit diesem Thema beschäftigen, um gleichzeitig etwaige verschiedenartige physiologische sowie pathologische Funktionen des Zwischenhirns aufzuklären und diese weiter, wo möglich, in die klinische Medizin einzuführen, scheint es uns angebracht, zuerst unsere anatomischen Kenntnisse zumal des Hypothalamus der Laboratoriumstiere klarzustellen.

Wenn wir die Literatur über die Zytoarchitektonik dieses Teiles, insbesondere bei Kaninchen, überschauen, dann fällt uns eine merkwürdige Mangelhaftigkeit der Forschung auf. Die Beschreibung von *Winkler* und *Potter*, die im Jahre 1911 einen Serienatlas des Kaninchenhirns publizierten, ist gerade auf diesem Gebiete sehr lückenhaft. Sie gaben im Hypothalamus nur folgende Kerne an: Ggl. opticum basale (*Meynert*), Ggl. laterale corporis mamillaris und Ncl. pedunculi proprius cerebri. Einige Jahre später haben *Spiegel* und *Zweig* eine vergleichende anatomische Untersuchung an verschiedenen Tieren vorgenommen und beim Kaninchen als umschriebene selbständige Kerne nur die folgenden aufgestellt: Ncl. paraventricularis, supraopticus und suprachiasmaticus; dagegen sind ihrer Ansicht nach alle übrigen, im Boden des dritten Ventrikels angeordneten Zellen nichts anderes als eine mehr oder weniger dichte Ansammlung der sonst diffus sich verbreitenden kleinen Zellen, die eigentlich nicht als Kerne, sondern zusammen, als Tubergrau aufgefasst werden sollen. So machen sie uns mit nur wenigen Zellgruppen bekannt. Demgegenüber soll *Sutkowaja* recht viele Kerne

gefunden haben, 6 im oralen Teile des Hypothalamus, 4 im mittleren Teile und 4 im kaudalen Gebiete, aber leider vermessen wir die genaue Beschreibung einer Lokalisation der einzelnen Kerne. Die neulich aus dem neurologischen Institute zu Osaka publizierte Arbeit *Horinis* über Kaninchenhirn hat uns in dieser Hinsicht ein viel klareres Bild gegeben, da viele Abbildungen darin eingeschaltet sind. Doch ist auch in dieser Arbeit der Ncl. periventricularis, auf den *Lewy* in seiner Monographie besonders aufmerksam machte und dem er den Namen gab, gar nicht berücksichtigt. Daher findet man betreffs des Namens der einzelnen Kerne keine Einheitlichkeit, insbesondere betreffs derjenigen im mittleren und kaudalen Teile des Hypothalamus. Um die Verhältnisse dieses Gebietes möglicherweise noch besser aufzuhellen, mag es zweckmässig sein, eingehendere Forschungen anzustellen und sowohl die Zelltypen als auch das Verteilungsverhältnis der Zellen in ihm zu betrachten. Als Material diente uns das Hirn erwachsener Kaninchen in serienweisen Schnitten in der Dicke von je $30\ \mu$. Jede fünfte Serie wurde nach der *Niss*/schen Methode gefärbt und die einzelnen Zellgruppen unter dem Mikroskope miteinander verglichen. In dieser Mitteilung wollen wir uns mit zwei Arten ziemlich auffallender, indes noch nie klar beschriebener Kerne beschäftigen.

1. Ncl. ovalis et paraovalis.

Schon beim Überblicken der horizontalen Präparate fällt makroskopisch im vorderen Drittel des Tuber cinereum, etwa kaudalwärts von Chiasma opticum, dicht neben der Seitenwand des dritten Ventrikels, eine paarige Zellansammlung in die Augen (Abb. 1), deren kraniale und kaudale Grenzen auf dem Frontalschnitte nicht so scharf auftreten, da man sie dort leicht vermisst. Ihr längster Durchmesser beträgt in horizontaler Ebene etwa 1.0 mm, dagegen ist die Breite ca. 0.6 – 0.8 mm. Dazu fällt uns noch auf, dass ihr vorderer Pol spitz und ihr hinterer etwas stumpfer ist. Die Längsachsen der beiderseitigen Kerne verlaufen nicht ganz pararell zur Mittellinie, sondern von hinten nach vorn zur Mitte hin. Ihr dorsoventraler Durchmesser, der natürlich auf dem Frontalschnitte am besten messbar ist, zählt 1.7 mm; ihre Gestalt, ist daher im ganzen betrachtet, fast eiförmig. Was die zelluläre Verteilung in dieser Zellmasse anbetrifft, so ist sie nicht gleichmässig, sondern im peripheren Teile dichter als im Zentrum angeordnet, was schon bei schwacher Vergrösserung bemerkbar wird. Was den Charakter der einzelnen Zellen betrifft, so bestehen sie fast alle aus ovallänglichen, obwohl sie natürlich rundlicher aussehen, wenn sie senkrecht zur Längsachse geschnitten sind (Abb. 2). Ihre Grösse ist mittelmässig

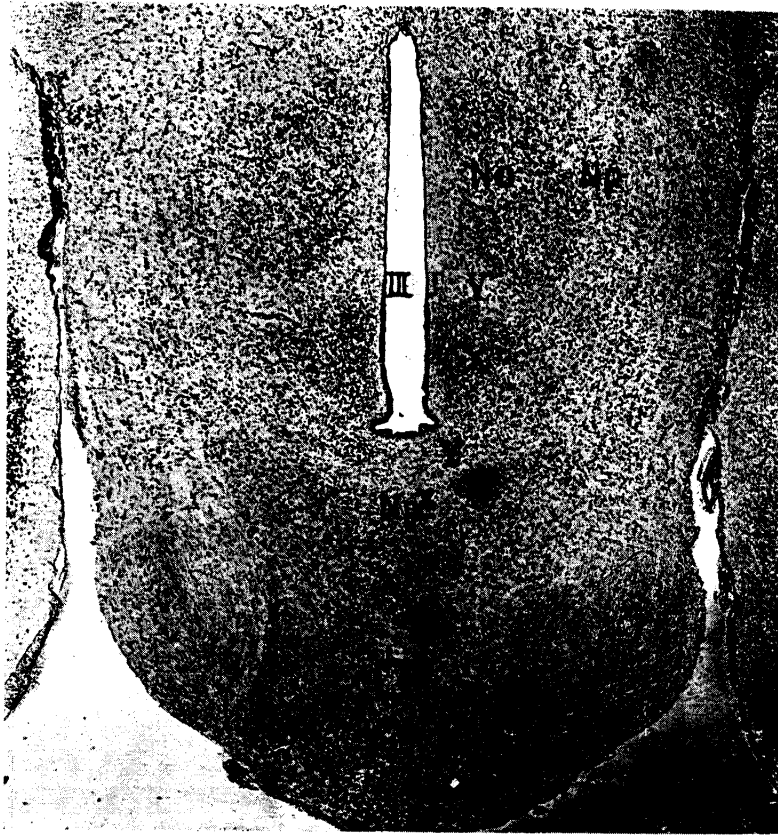


Abb. 1. Horizontalsechnitt S. 10 durch Hypothalamus. Co...Chiasma opticum. No...Nucl. ovalis. Np...Nucl. paravialis. III V...Dritter Ventrikel. X...Nucl. (X) Y...Nucl. (Y) Npe...sog. Nucl. periventricularis von *Lewy*. Cm...Ggl. dorsomediale corporis mamillaris. F...Fornixsäule.

unter den Zellgruppen im Hypothalamusgebiete, und alle haben zwei langgestreckte Fortsätze an den beiden gegenseitigen Enden; manchmal teilt sich ihr Dendrit in zwei Äste, sobald er den Zelleib verlässt. Diese Zellen sind mit feinen, fast gleichmässig verteilten Nisslsubstanzen gefüllt (Abb. 2'), was diese Zellgruppe im Vergleiche mit den umgebenden Zellen (Abb. 3 und 3') im Gegensatz hierzu eine anderweitige Struktur aufweisen. Zur weiteren, merkwürdigen Eigentümlichkeit jener Zellmasse gehört das Vorhandensein eines halbmondförmigen, dem lateralen Rande entlang verlaufenden, doch 0.15–0.2 mm davon entfernt befindlichen Zellbandes, das ebenso auf horizontalen (Abb. 1) wie auf frontalen Schnitten (Abb. 4) deutlich nachweisbar und dessen Zelltypus mit dem der oben erwähnten Zellmasse ganz identisch ist. Hier sei noch ein weiteres Charakteristik um der betreffenden Zell-

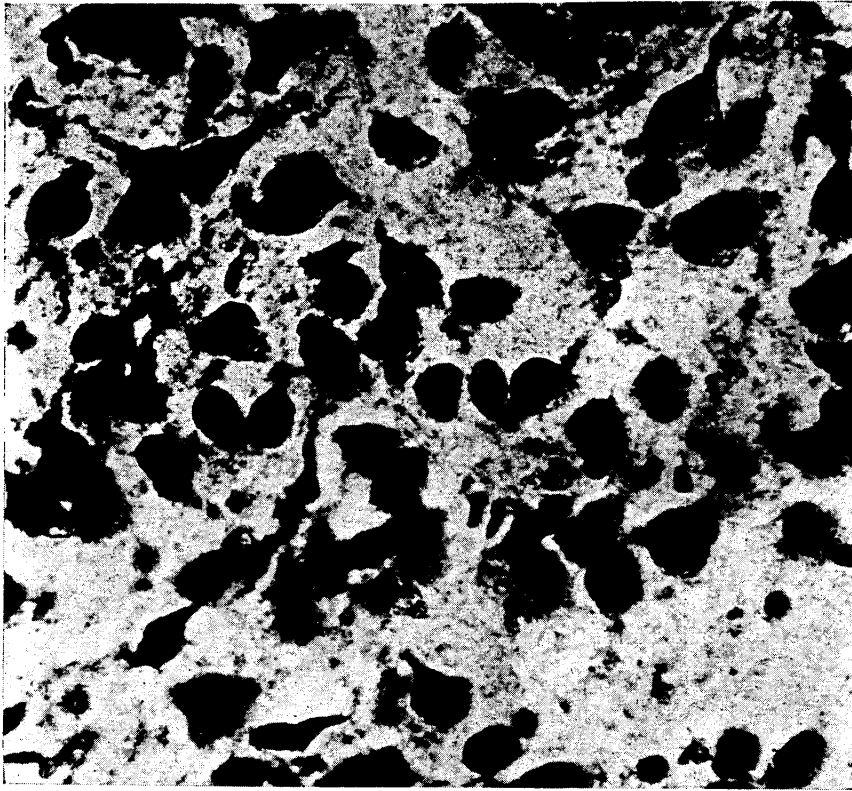


Abb. 2. Starke Vergrößerung des Nucl. ovalis aus Frontalschnitt S. 29. (Vergr. K7 $\times$ Apoch. 40, Abs. 45 cm).

sammlungen hinzugefügt, das darin besteht, dass einige feine Kapillare vom Hypothalamusboden aus aufwärts nach innen laufen. Alle oben erörterten Eigentümlichkeiten, d.h. dichte Ansammlung, scharfe Begrenzung sowie Einförmigkeit der Zelltypen, lassen die beiden je als einen selbständigen Kern erscheinen, und so wollen wir sie vorläufig, nach ihrer Gestalt und Lage, Ncl. ovalis und Ncl. paraovalis nennen. Endlich möchten wir nochmals eine ausführlichere Charakterisierung der beiden Kerne gegen ihre Umgebung vornehmen, um ihre Verwechslung mit anderen Zellgruppen zu verhindern. Da sie auf horizontaler Ebene, wie schon gesagt, gegen ihre Umgebung ganz scharf begrenzt sind, mag keine Möglichkeit vorhanden sein, sie mit anderen Kernen zu verwechseln (Abb. 1), aber in frontaler Ebene ist die Sachlage komplizierter (Abb. 4). Nach *Horimi*, der auch sicher diese Zellmasse selber bemerkte, soll diese mit den dorsal über sie, also zwischen ihr und dem Thalamus diffus ausgebreiteten Zellen zusammen derselben Gruppe angehören und mit dem Ncl. infundibularis, der von *Potter* und *Winkler* bei der Katze dargestellt ist, identisch sein. Nach unseren genauen



Abb. 2.' Zeichnung der inneren Struktur der Ganglienzellen auf demselben Gebiete.

Beobachtungen aber scheint es uns richtiger zu sein, wenn man diese ventral anliegenden Zellen als einen selbständigen Kern bezeichnet und von den Zellen an seinem dorsalen Teile unterscheidet, erstens, weil die ventral liegenden Zellen eine kompakte Zellansammlung bilden, während die dorsalen ganz diffus und zerstreut umherliegen, zweitens, weil der ventrale Teile aus Zellen des gleichen Typus besteht, der dorsale dagegen aus verschiedenen Typen, wie Fig. 2 und 3 zeigen, d.h. teils aus den kleinen rundlichen, eigentlich dicht neben dem dritten Ventrikel befindlichen Zellen, teils aus den hauptsächlich am lateralen Teile des Hypothalamus befindlichen, grösseren polygonalen Zellen. Medianwärts ist dieser Kern gegen Substantia grisea centralis, lateralwärts gegen Fornixsäule und den Ncl. mamilloinfundibularis abgegrenzt; nach unten zeigt er eine scharfe Begrenzung gegen die den untersten Boden des dritten Ventrikels umgebende kleine rundliche Zellgruppe.

Nun erhebt sich zunächst die Frage, ob dieser Kern von irgend jemand schon bei Kaninchen bezeichnet worden oder ob bei irgend einem Tiere solch ein Kern schon gefunden worden ist. Während *Sutkowaja*, wie schon erörtert, einige Kerne in dieser Gegend, wie Massa infundibularis interna, Ncl. tuberis, Ncl. perifornicatus und Ncl. centralis angegeben hat, können wir darunter dennoch keinen dem oben erwähnten entsprechenden finden, wenn auch der letztere dem obigen gewisser-



Abb. 3. Dieselbe Vergrößerung des mediodorsalen Teiles des Nucl. ovalis aus S. 29.

massen ähnelt. Sucht man einen ähnlichen Kern am Hundehirn, so springt sofort ein von *Grünthal* dem Ncl. tuberis anderer Tiere als identisch bezeichneter Kern in die Augen, doch entwickelt sich dieser Kern bei Kaninchen nicht so gut, worauf *Spiegel* und *Zweig* schon aufmerksam gemacht haben. Diese Autoren gaben an, dass von den Tuberkernen, die eine schmale, recht undeutlich begrenzte Zellgruppe darstellen, sich am besten noch der laterale, im Winkel zw. medialem Pedunculusende und Tractus opticus befindliche Teil, den *Cajal* als Noyau de la bandelette optique bezeichnet hat, entwickelt. Die Frage, ob man den oben genannten Kern nach *Horimis* Angabe dem Ncl. infundibularis der Katze gleichsetzen darf, müssen wir leider vorläufig als ungeklärt betrachten, da auch *Winkler* und *Potter* in ihrem Atlas diesen Kern nicht ausreichend behandeln.

2. Ncl. periventricularis von *Lewy*.

Unter diesem Namen versteht man eine zuerst von *Lewy* bezeichnete



Abb. 3'. Zeichnung der verschiedenen Zellen in der Gegend von Abb. 3.

Zellgruppe im Kaninchenhypothalamus, die, wie bei Abb. 485 in seiner Monographie steht, im Frontalschnitte etwa das Gebiet zwischen der quer geschnittenen Fornixsäule und dem dann auch noch quer getroffenen *Vicq d'Azyrschen* Bündel umfasst und sich mit allmählichem Schwunde oralwärts ungefähr in die Höhe des Thalamusstieles erstreckt, kaudalwärts dagegen bis zum oralen Ende des Corpus mamillare. Diese Zellgruppe soll deshalb nach ihm eine recht erhebliche Ausdehnung haben und aus ziemlich grössen, multipolaren, ziemlich stark tingierten Ganglienzellen bestehen. Es scheint aber, dass sie nachher von manchen Autoren bisweilen mit dem Ncl. paraventricularis verwechselt worden ist; so sagt z. B. *Greving*: „Ebenso ist die Angabe von *Burgusch*, *Dresel* und *Lewy*, dass der Ncl. periventricularis (von mir im Anschlusse an *Malone* und *Friedemann* als Ncl. paraventricularis bezeichnet) den Zuckerstoffwechsel reguliere, noch nicht bewiesen.“ Jedem, der mit der Serie des Kaninchenhirns etwas zu tun gehabt hat, ist es doch ohne weiteres klar, dass es sich bei der von *Lewy* hervorgehobenen Zellgruppe nicht um den noch mehr oralwärts von dieser Zellanhäufung und etwas seitlich von den Ventrikelwänden anliegenden Ncl. paraventricularis handelt, da der sog. Ncl. periventricularis erst am kaudalen Ende des dritten Ventrikels anfängt, in den Frontalserien nie gleichzeitig mit dem Ventrikel zum Vorschein kommt und höchstens

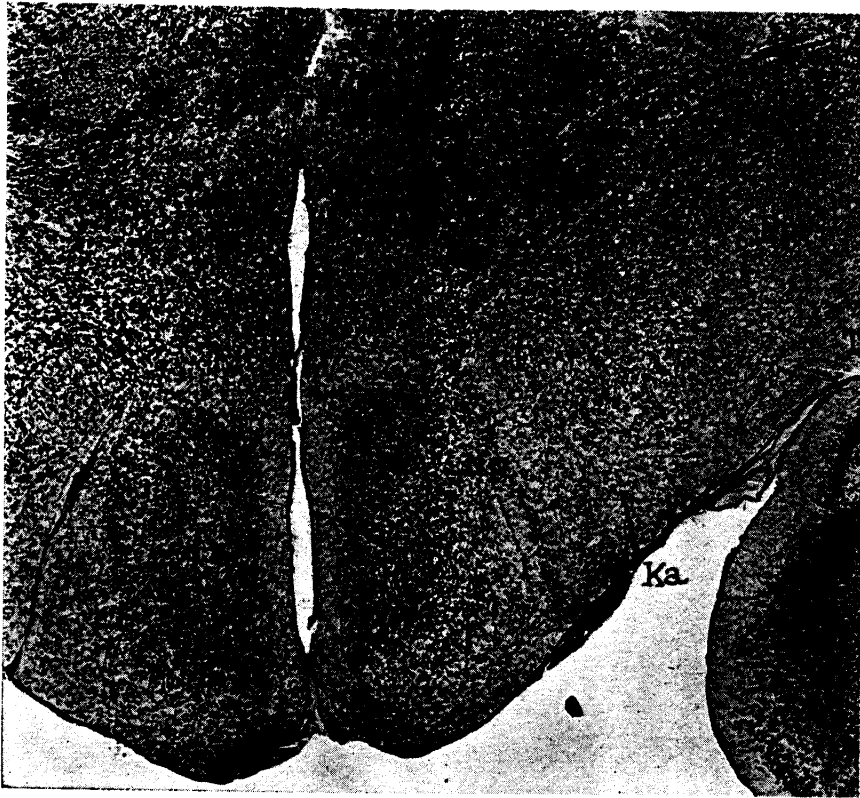


Abb. 4. Frontalschnitt S. 29, durch Hypothalamus. (Vergr. Plun. 3.5, Abs. 52 cm). Auf diesem Schnitte sind Nucl. ovalis und Nucl. paravalis deutlich sichtbar.

mit dem Saccus vasculosus am nämlichen Schnitte erscheint. Diese Auffassung wird ebenso durch folgendes Zitat bestätigt, „Auch Camus und Mitarbeitern legen ein besonderes Gewicht auf die Unterscheidung des Ncl. periventricularis vom Ncl. paraventricularis.“

Nun erhebt sich noch die Frage, ob diese Zellgruppe einen besonderen Namen verdient, wie *Lewy* meint, oder ob sie, mit anderen Worten, einer neuen Zellgruppe angehört. *Kölliker* bezeichnet in seinem berühmten Werke das gleiche Gebiet einfach als Corpus mamillare, obwohl er nicht so eingehend darüber geschrieben hat. Nach *Horimis* Beschreibung soll diese Zellmasse seiner peri-Vicq d'Azyrschen Bündelgruppe, also einem Teile des Corpus mamillare, entsprechen. Diese Uneinigkeit wurde uns Ansporn zu einem noch genaueren und eindringlicheren Studium, wobei wir jeden Serienschnitt mehrmals unter dem Mikroskope oder, falls zu unsicher, auch mit Hilfe vergrößerter Photogramme vergleichen mussten, um den richtigen Tatbestand zu ermitteln. Unsere Befunde sind in den Abb. 5-7 dargestellt. Vor

weiteren Erläuterungen unserer Befunde sei hier zweier verschiedener Standpunkte Erwähnung getan, auf denen manche Autoren bei der Klassifikation einzelner Kerne stehen, d.h. der eine legt grösseren Wert auf die Zellstruktur, der andere zieht mehr die Verteilungsverhältnisse der einzelnen Zellen vor; unser eigener Standpunkt neigt aber eher dem ersteren zu, da die Zellen hier nicht immer von denen der Umgebung abgrenzbar sind.

Am Frontalschnitte ist es besonders schwer, den oralsten Anfangsteil dieser Zellgruppe genau zu bestimmen; erst etwa im kaudalen Abschnitt (Abb. 5) tritt sie als eine paarige, zwischen beiderseitigen Fornix- und den *Vicq d'Azyrschen* Bündeln dicht verdrängte Zellgruppe auf, dorsalwärts ist sie begrenzt von der Substantia grisea centralis,



Abb. 5. Frontalschnitt S. 37. (Dieselbe Vergr. wie S. 29). Auf diesem Schnitte sind Nucl. ovalis u. Nucl. parnovalis verschwunden. Der Anfangsteil des sog. Nucl. periventricularis ist nun dargestellt. Vd...*Vicq d'Azyrscher* Bündel. Pp...Hirnschenkel. F...Fornixsäule. No...Nucl. ovalis. Np...Nucl. parnovalis. Ka...Kapillaren. CL...Corpus *Luyisi*. Npe...Sog. Nucl. periventr. von *Lewy*. Sv...Succus vasculosus. Zh...Zentrales Höhlengrau.

ventralwärts von der rings um den Recessus vasculosus herum befindlichen kleinen, rundlichen Zellmasse. Am horizontalen Schnitte sieht man dagegen deutlich ihr vorderes Ende (Abb. 1), denn dicht hinter dem Ventrikelende tritt sie in der Form von je nach der Schnitthöhe verschieden gestalteten Zellanhäufungen zu Tage, aber all diese Zellen gehören ohne Zweifel ein und derselben Gruppe an, da sie dieselbe Struktur wie in den frontalen Bildern aufweisen. An den weiteren kaudalen Frontalschnitten (Abb. 5 und 6) zeigt diese Zellmasse in ihrer

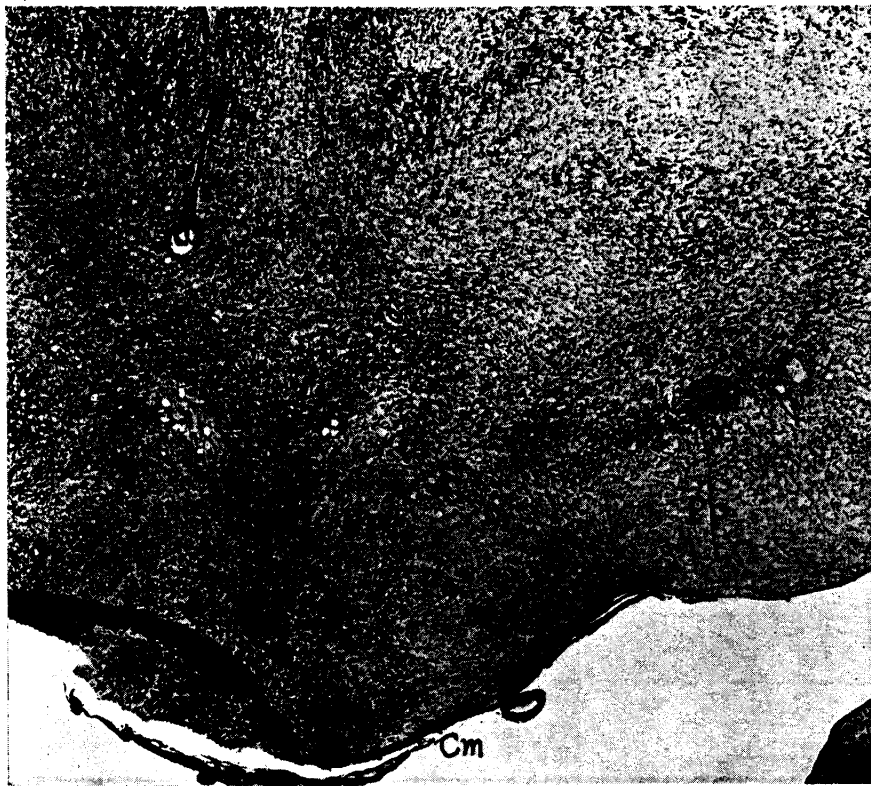


Abb. 6. Frontalschnitt S. 39 (Dieselbe Vergr. wie Abb. 4).

Gestalt verschiedene Änderungen, indem sie sich als ganzes ventralwärts verschiebt, und indem ihre Hauptmasse von allen Seiten, nämlich ventralwärts von dem immer stärker sich entwickelnden Ggl. postventrale corporis mamillaris, an den beiden Seiten vom Tractus thalamo-mamillaris und von dem dorsalen deszendierenden Zentralhöhlengrau zusammengedrängt wird, bis sie endlich eine kappenförmige Gestalt annimmt (Abb. 7). Von der Mitte dieser Kappe geht ventralwärts eine Zellstrasse, die weiter zwischen den beiden Ggl. postventrale corporis mamillaris läuft. Über dieses kappenartige Gebilde schreibt Horimi wie

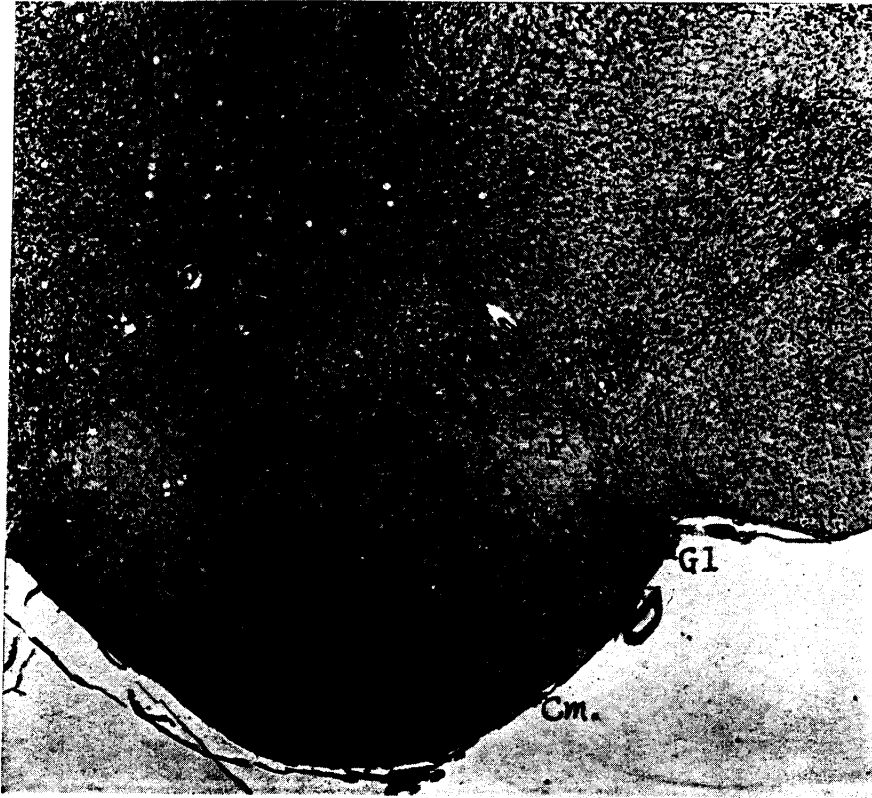


Abb. 7. Frontalschnitt S. 41. (Dieselbe Vergr. wie Abb. 4). Cm...Ggl. ventrolaterale corporis mamillaris. Ns...Nuel. supramamillaris. G1...Ggl. laterale corporis mamillaris.

folgt: „An seinem Präparate Nr. 316 teilt sich der ventrolaterale Kern oder der postventrale Kern des Corpus mamillare in zwei Abschnitte; dazwischen liegt sein dorsomediales Ganglion; am oralen Teile des letzteren, begrenzt vom Tractus *Gudden*, befindet sich eine Gruppe der zu seinem sog. b-Typus gehörigen, ziemlich grossen, starktingierten Zellen, die nach seiner Anschauung nichts anderes als das dorsomediale Ganglion des Corpus mamillare sind und auch mit dem schon von *Grünthal* beim Hunde beobachteten Ncl. supramamillaris identisch sein sollen, obwohl der letztgenannte Autor diesen Kern von dem des Corpus mamillare ganz abgetrennt hat.“ Übereinstimmend mit jener Angabe *Horimis* ist das oben erwähnte kappenförmige Gebilde ja nichts anderes als eine Fortsetzung der dem Ggl. dorsomediale corporis mamillaris zugehörigen polygonalen Zellen, ja nach unserer eigenen Beobachtung, die weitere Fortsetzung der bereits beschriebenen, von *Lewy* als Ncl. periventricularis bezeichneten Zellgruppe, da all diese Zellen demselben Typus angehören (Abb. 8 und 9).

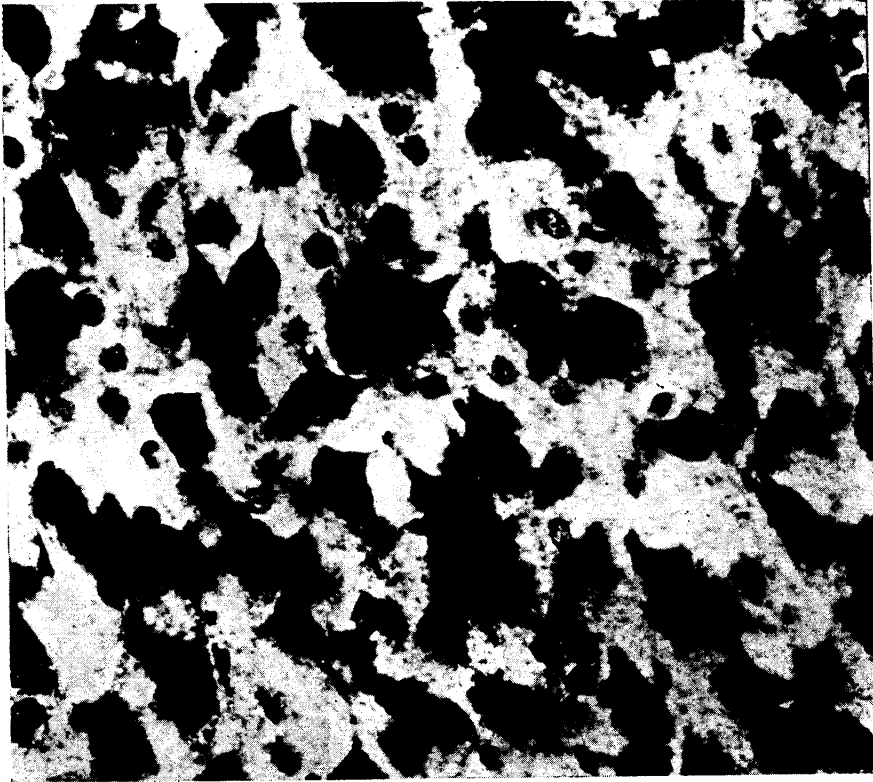


Abb. 8. Stärkere Vergrößerung des Nucl. periventricularis aus Abb. 5. (Vergr. K7 $\times$ Apoch. 40, Abs. 45 cm).

Dasselbe Verhältnis kann man durch eingehende mikroskopische Untersuchungen wohl auch an den horizontalen Serien feststellen. Was die feinere Struktur der Zellen anbelangt, so ist sie mit der Angabe Lewys völlig übereinstimmend und nichts weiter hinzuzufügen. Auf Grund obiger Befunde möchten wir zunächst den Schluss ziehen, dass Ncl. periventricularis von Lewy, Ncl. supramamillaris von Horimi und Ggl. anterodorsale corporis mamillaris je nur einen einzelnen Abschnitt des einen und einheitlichen Kerns vorstellen. Was den feineren Bau einzelner Zellen dieses Kerns betrifft, so gehört er mit dem schon erwähnten Ncl. ovalis bzw. dem Ncl. paraovalis zusammen, wie die Gruppe B von Horimi, obgleich er in Einzelheiten, wie die beigegebenen Photogramme zeigen (Abb. 2, 7 und 8), ziemlich erheblich davon abweicht, und es scheint deshalb ratsam zu sein, unter dem B-Typus der Hypothalamuszellen auch einige Unterarten zu unterscheiden.

Diesen Ergebnissen sei noch die Bemerkung hinzugefügt, dass zwischen den beiden in dieser Mitteilung bearbeiteten Kernen noch andere schwer begrenzbare Zellanhäufungen dicht neben dem Ventrikel



Abb 9. Dieselbe Vergrößerung wie Abb. 8 des umrahmten Teiles auf Abb. 1. Die Zellen sind viel lockerer verteilt, doch sind ihre Gestalt und Struktur mit Abb. 8 ganz identisch.

vorhanden sind (Abb. 1, x, y.), deren Diskussion einer späteren Gelegenheit vorbehalten bleibt.

Kurz zusammengefasst ergeben unsere Untersuchungen:

1) Eine beim Kaninchen im vorderen Drittel des Hypothalamus dicht neben dem Ventrikel symmetrisch liegende, ovale Zellgruppe verdient den Namen eines einheitlichen Kerns, da sie ausser einer scharfen Begrenzung auch noch die Konstruktion des gleiches Typus aufweist. Etwas lateral von diesem Kerne befindet sich noch ein sichelförmiges Zellband, dessen Zelltypus ganz identisch mit dem des vorigen ist. Wir möchten diese beiden je Ncl. ovalis bzw. Ncl. paraovalis nennen, weil sie bisher von niemandem genau beschrieben worden sind.

2) Der sowohl von *Lewy* als Ncl. periventricularis bezeichnete als auch durch *Horimi* mit dem Ncl. supramamillaris des Hundes identifizierte Kern ist nichts anderes als eine Fortsetzung des Ggl. anterodorsale corporis mamillaris und deshalb identisch mit dem Ggl. magno-

140 K. Kitayama, Y. Fukuda und G. Sudô: Zur Struktur u. Funktion usw.

cellulare *Greving* beim Menschen.

3) Man kann unter den B-Typuszellen im Hypothalamus wenigstens zwei Unterklassen unterscheiden, weil der Zellbau der beiden etwas verschieden ist, obwohl sie sich selber natürlich auch von den A- und C Typen genau unterscheiden lassen.

Zum Schlusse sei uns gestattet, Herrn Prof. Dr. K. Kakinuma für die uns gegebene Anregung zu dieser Arbeit und seine bereitwilligste Unterstützung unseren besten Dank auszusprechen.

Literatur.

Kölliker, A., Handbuch der Gewebslehre des Menschen 1896. — Grünthal, E., Der Zellbau des Hypothalamus beim Hunde Zeitschr. f. d. ges. Neurol. & Psychiat. Bd. 120, S. 157, 1929. — Spiegel, E. A. und Zweig, H., Zur Zytoarchitektonik des Tuber cinereum Arb. aus d. neurol. Inst. Wien Bd. 22, S. 278, 1919. — Horini, T., Über Zytoarchitektonik und feinere Histologie des Hypothalamus beim Kaninchen Osaka Igakkwai-Zasshi Bd. 27, 1930 (Japanisch). — Lewy, F. H., Die Lehre vom Tonus und der Bewegung 1923, S. 389. — Spiegel, E. A., Die Zentren des autonomen Nervensystems 1928. — Sutkowaja, Zur Frage über das Zentrum der Wärmeregulation Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiat. Bd. 115, S. 272, 1928. — Greving, R., Deutsch. med. Wochenschr. Nr. 50, S. 1674, 1924. — Greving, R., Zur Anatomie, Physiologie und Pathologie der vegetativen Zentren im Zwischenhirn Ergeb. d. Anat. und Entwicklungsgesch. Bd. 24, S. 348, 1923. — Winkler und Potter, An anatomical guide to exp. researches on the rabbit's brain 1911. — Dieselben, An anatomical guide to exp. researches on the cat's brain 1914. — Kitayama und Sonobe, Über die Lokalisation des sog. Wärmesentrums Nisshinigaku Feb.-Heft, 1932 (Japanisch), wo viele Hinweise auf weitere Literatur enthalten.
