

Untersuchungen über die Entwicklung der Motilität und die histologische Differenzierung des Kleinhirns bei der Katze in den ersten Lebenswochen

Autor(en): **Beery, F.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires**

Band (Jahr): **104 (1962)**

Heft 12

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-593340>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Aus der Abteilung für vergleichende Neurologie (Prof. Dr. E. Frauchiger)
der veterinär-ambulatorischen Klinik (Prof. Dr. W. Hofmann) der Universität Bern

Untersuchungen über die Entwicklung der Motilität und die histologische Differenzierung des Kleinhirns bei der Katze in den ersten Lebenswochen¹

Von F. Beery

I. Einleitung

Bei Katzen wird nicht so selten das Symptomenbild der cerebellären Ataxie beobachtet. Meist tritt es im Alter von gegen 2 Monaten in Erscheinung, und die Tiere werden dann zur Untersuchung gebracht; seltener tritt es erst später auf, und nur ausnahmsweise werden solche Tiere länger, also über Jahre, am Leben erhalten.

Die auffälligsten Symptome bestehen in: Schwierigkeit der Erhaltung des Körpergleichgewichts mit Schaukeln und Schwanken nach allen Seiten, häufigem Umkippen nach vorn, seitlich oder nach hinten, gelegentlich mit Sich-Überschlagen; verbreiteter Standbasis; Tremor verschiedener Amplitude und Frequenz, besonders deutlich am Kopf; manchmal, aber nicht regelmäßig, Hypotonie insbesondere der Stammesmuskulatur; Dys- und Hypermetrie der Gliedmaßen-, Kopf- und Schwanzbewegungen; gestörten Haltungs- und Stellungsreaktionen.

Die Tiere weisen verschiedenartige Umfangsverkleinerungen des Cerebellums auf, gelegentlich auch Windungsanomalien und andere Abweichungen am Großhirn. Die histologischen Befunde sind nicht ganz einheitlich, und es ist möglich, daß unterschiedliche Prozesse zum gleichen Endresultat führen. Bei einem Teil der Fälle scheinen entzündliche Vorgänge, die sich noch während des Fötallebens, aber auch in den ersten postnatalen Wochen abspielen können, die Ursache der Entwicklungshemmung und Rückbildung des Cerebellums darzustellen.

Die Zusammenfassung des schon recht weitläufigen Schrifttums und eine übersichtliche Darstellung der Klinik und pathologischen Anatomie findet sich bei Frauchiger und Fankhauser (1957). Da die Störung recht oft

¹ Diese Arbeit wurde unterstützt durch Grant B-1916 des National Institute for Nervous Diseases and Blindness, National Institutes of Health, Bethesda 14, Maryland, USA.

bei mehreren Tieren eines Wurfes auftritt, wurde wiederholt der Ausdruck «*familiäre*» cerebelläre Ataxie oder Kleinhirnhypoplasie usw. gebraucht. Dies legte unter anderem den Gedanken an ein vererbbares Leiden nahe. Soweit aber Züchtungsversuche durchgeführt wurden, haben Paarungen ataktischer Katzen untereinander oder mit klinisch gesunden Partnern stets normale Nachkommenschaft ergeben. Eine Ausnahme bildet die Arbeit von P. Koch und Mitarbeitern (1955), die mit einem cerebellär gestörten Kater ataktische Nachkommen erzielt haben wollen. In ihrer Beschreibung fällt aber auf, daß bei einem Wurf von sechs Kätzchen – als «vererbungs-mäßig voller Erfolg» bezeichnet (aus Paarung eines ataktischen Katers mit gesunder, nichtverwandter Katze) – folgendes gesagt wird:

«Die fünf Wurfgeschwister dagegen wiesen vom 18. September 1954 ab» (das heißt am dritten Lebenstag!) «schwere ataktische Erscheinungen auf. Im Ruhezustand fiel bei allen ein unnormales Spreizen der Extremitäten, besonders der Hinterbeine, auf. Sie saßen mit gespreizten Beinen und hin und her schwankendem Kopf da und hatten anscheinend Angst, sich zu bewegen. Zur Ortsveränderung waren sie nur mit Mühe zu veranlassen. Sie liefen dann ruckartig los mit seitlich herausgestoßenen Beinen und wackelndem Kopf, fielen häufig um oder überschlugen sich. Alle Bewegungen waren hochgradig inkoordiniert.»

Wer ein Minimum an Erfahrung mit der Aufzucht von Katzen hat, wird zugeben, daß dies das Mindestmaß an Ataxie und Inkoordination darstellt, das man *normalen* Kätzchen am dritten Lebenstag billigerweise einräumen muß!

Es erstaunt deshalb nicht, wenn man in der gleichen Arbeit etwas weiter unten liest: «Im Alter von vier bis sechs Wochen begannen bei allen Tieren die Bewegungen ruhiger und koordinierter zu werden; zehn bis zwölf Wochen nach der Geburt waren alle ataktischen Störungen verschwunden. Jetzt bewegen sich die Tiere normal und erfreuen sich bester Gesundheit.» Über pathologisch-anatomische Befunde an den Cerebella dieser Katzen wird nichts ausgeführt.

Da in gesperrtem Druck nachher nochmals hervorgehoben wird: «Der Paarungsversuch ergab also mit Sicherheit fünf hochgradig ataktische Kätzchen aus einem Wurf von sechs Tieren» (das sechste starb mit 5 Tagen!) und «Damit darf die Erblichkeit der kongenitalen cerebellären Katzen-ataxie als erwiesen angesehen werden», ist anzunehmen, daß diese Angaben in die tierärztliche Literatur als gesichert übernommen werden oder bereits wurden.

Es dürfte sich bei diesen «Störungen» also um die normale, physiologische Ataxie gehandelt haben. Katzen erreichen die volle Ausdifferenziertheit ihres Bewegungsvermögens erst etwa am Ende des zweiten Lebensmonates, und bis zu dieser Zeit zeigen sie – in abnehmender Stärke – alle Symptome, die wir im Krankheitsbild der sogenannten cerebellären Ataxie beobachten können. Dies hängt unter anderem mit der relativ späten Ausreifung des Kleinhirns zusammen, die eben um diese Zeit erfolgt. In den – vorwiegend pathologisch-anatomisch, klinisch oder erbbiologisch ausgerichteten – tier-

ärztlichen Arbeiten werden einige bereits vorliegende Untersuchungen teils tierpsychologischer (W. Lindemann und W. Rieck [1953], G. Weiß [1952]), teils normalhistologischer (G. M. Baffoni [1956], E. Chiarugi und O. Pompeiano [1954]) Richtung gewöhnlich nicht berücksichtigt. In der Arbeit von Markstahler (1947), die sich mit der Entwicklung des Cerebellums der Katze während der fötalen Periode befaßt, werden lediglich ein paar Hinweise auf den postnatalen Abschnitt gegeben.

Es schien uns deshalb nützlich, nach Sichtung der Literatur durch eigene Untersuchungen eine Konfrontation von klinischer Entwicklung der Motilität bei der jungen Katze (hauptsächlich in den zwei ersten Lebensmonaten) mit den histologischen Ausreifungsvorgängen am Cerebellum zu versuchen. Wir sind uns dabei darüber im klaren, daß das Kleinhirn – wenn auch der zentrale – so doch nicht der einzige an der Bewegungskoordination beteiligte Abschnitt des Zentralnervensystems ist. Wir mußten uns aber im Rahmen dieser Arbeit sowohl thematisch wie auch materialmäßig beschränken.

II. Material und Methode

Für die klinischen Beobachtungen konnte von einem Bauernhof eine hochträchtige (primipare), grauweiß gescheckte Katze «leihweise» erhalten werden. Dieses Tier wurde etwa eine Woche vor dem Werfen ins Laboratorium eingestellt und gewöhnte sich sehr rasch an das neue Milieu. Am 22. 4. 1961 morgens warf sie 3 Junge, 2 Schecken und einen dunklen Tiger. Das eine der gescheckten Jungen ging am folgenden Tag ein, das zweite wurde – nachdem es sich wie das getigerte normal entwickelt hatte – am 10. Tag euthanasiert, da wir noch ein Gehirn dieser Altersstufe zur histologischen Verarbeitung benötigten. Von hier weg wurde lediglich das getigerte Junge weiter beobachtet. Da es mit seiner Mutter im Arbeitszimmer des Instituts wohnte, war die Beobachtung tagsüber eine nahezu lückenlose. Jeden Tag wenigstens einmal wurden zudem durch gewisse (im Protokoll geschilderte) Versuchsanordnungen die Fortschritte in der Ausbildung der Bewegungsabläufe geprüft. Als sich die ersten Entfremdungserscheinungen zwischen Muttertier und Jungem zu zeigen begannen, wurde die erste wieder ihrem Besitzer zugeführt, das Junge aber (am 52. Lebenstag) als Ersatz einem Ehepaar übergeben, welches uns kurz vorher einen 12jährigen, seit 10 Jahren cerebellär ataktischen Kater zur Beobachtung und Autopsie überlassen hatte.

Ergänzend wurden noch während kürzeren Zeitspannen (10 bzw. 1 Tag) je 3 Katzenjunge aus zwei andern Würfen untersucht.

Für die anatomischen Untersuchungen konnten 19 Gehirne verwendet werden, über deren Alter die nachfolgende Tabelle 1 Auskunft gibt. Alle Gehirne (Großhirn, Kleinhirn) wurden im fixierten Zustand (neutrales Formol 1:9) in den drei Dimensionen ausgemessen (Tabellen 1 und 2).

Von jeder Altersstufe wurde ein Kleinhirn in der üblichen Weise in Paraffin eingebettet, in Stufenserien geschnitten (Schnittdicke 5–7 Mikron) und abwechselnd mit Luxol fast blue – Cresylviolet oder Luxol fast blue – Versilberung behandelt. Die erste Färbung diente der Darstellung der Zellbilder und Markscheiden, die zweite neben der Markscheidendarstellung jener der Neurofibrillen und Achsenzylinder.

Außerdem standen zahlreiche Präparate von normalen Katzenkleinhirnen ausgewachsener Tiere in verschiedenen Färbungen (unter anderem Haemalaun-Eosin, van Gieson, Cresylviolet) zu Vergleichszwecken zur Verfügung sowie ein umfangreiches histologisches Material von Fällen cerebellärer Ataxien.

Da es uns um eine erste allgemeine Orientierung ging, wurde bei der histologischen Auswertung nicht auf alle Einzelheiten geachtet. So wurde auch auf Spezialmethoden, wie gewisse Gliadarstellungen und histochemische Methoden, verzichtet. Wir verweisen in diesem Zusammenhang auf die oben zitierten italienischen Arbeiten.

Tabelle I

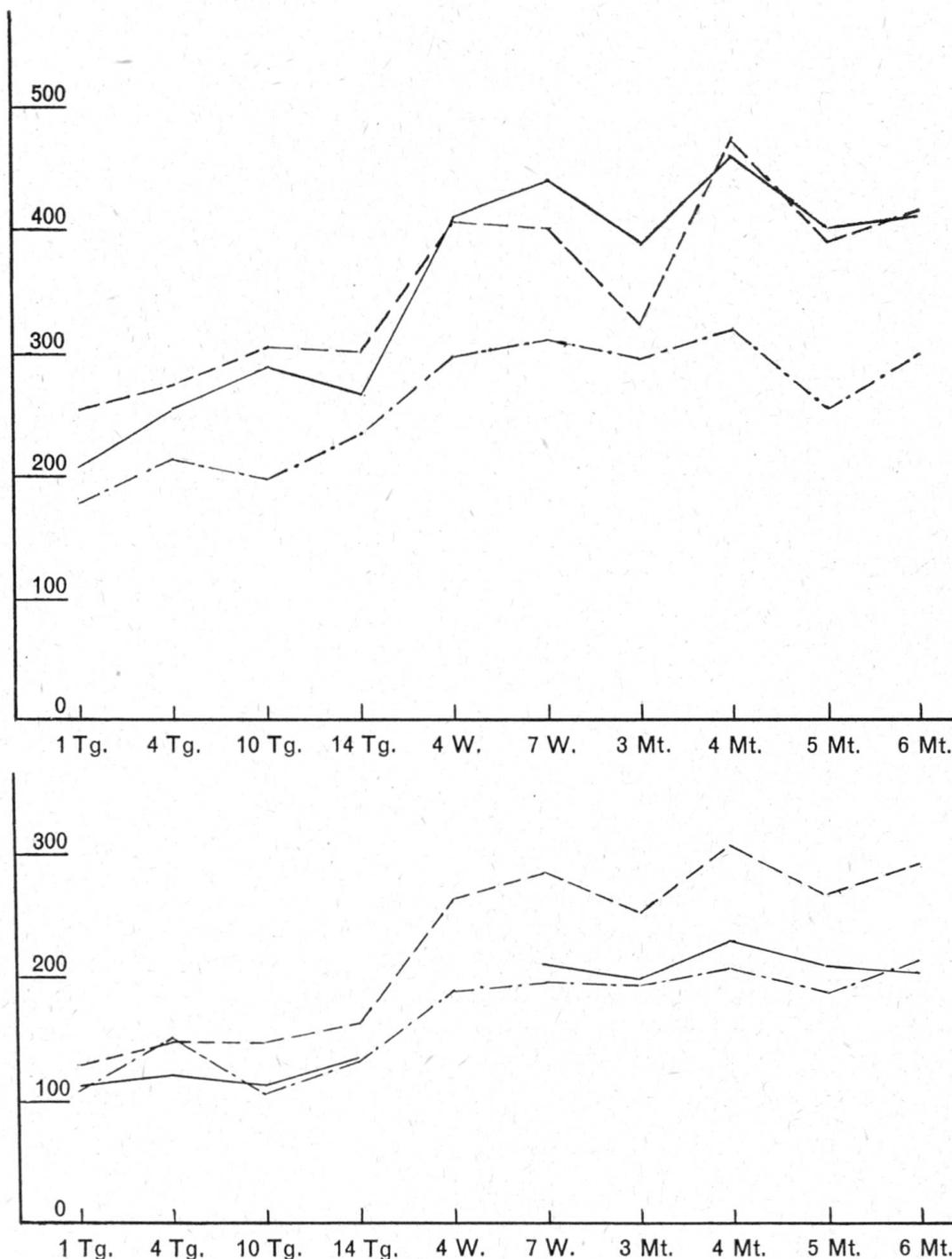
Alter		Großhirn			Kleinhirn		
		Länge	Breite	Höhe	Länge	Breite	Höhe
1. Tag	1.	21,5	26,8	18,7	10,0	14,5	10,8
	2.	22,0	25,5	19,5	10,0	13,2	10,5
	3.	18,9	23,0	15,5	10,7	10,6	09,9
	DW	20,8	25,1	17,9	10,2	12,7	10,4
4. Tag	1.	25,1	29,0	23,5	12,0	15,0	12,8
	2.	26,2	28,0	22,1	22,0	15,2	12,2
	3.	23,5	27,5	20,5	11,2	14,9	12,0
	4.	26,0	27,5	19,5		13,3	
10. Tag	DW	25,2	27,7	21,4	15,0	14,6	12,3
		28,4	30,1	19,7	10,9	14,5	11,5
14. Tag	1.	27,5	29,0	23,5	12,5	15,1	
	2.	27,6	30,5	23,0	13,0	17,0	13,5
	3.	25,8	30,5	22,5	12,9	16,5	12,5
4. Woche	DW	26,9	30,0	23,0	12,8	16,2	13,0
		40,9	40,7	29,5	18,5	26,1	
7. Woche ohne Dura		44,2	40,0	31,0	19,6	27,9	21,5
8. Woche		keine Messungen					
3. Monat		38,5	32,8	29,0	19,0	25,0	19,8
4. Monat		41,5	42,5	32,0	20,8	30,5	22,9
5. Monat		40,0	38,8	26,0	18,5	26,6	20,1
6. Monat	1.	43,0	40,0	30,9	22,0	29,5	20,1
	2.	40,5	42,5	29,0	20,5	27,5	20,1
	DW	41,7	41,2	29,9	21,2	28,5	20,1

Zahlenmäßige Darstellung des Kleinhirnwachstums (Werte in mm). DW: Durchschnittswert der einzelnen Individuen von der gleichen Altersstufe. Länge: naso-caudal; Breite: quer; Höhe: ventro-dorsal.

III. Klinische Beobachtungen

Die Entwicklung der Motilität wurde an den zur Verfügung stehenden Tieren, insbesondere aber an jenem aus dem ersten Wurf genau verfolgt und protokolliert. Ganz speziell wurde auf die Körperstellung und -haltung, den Gang und die verschiedenen prüfbareren Haltungs- und Stellungsreaktionen geachtet. Das detaillierte Protokoll, welches aus Sparsamkeitsgründen nicht wiedergegeben werden kann, steht Inter-

Tabelle II



Graphische Darstellung des Wachstums von Großhirn (oben) und Kleinhirn (unten) nach den in Tabelle I wiedergegebenen Durchschnittswerten. Maße in Millimetern. --- Breite; -·-·- Höhe; — Länge.

essenten auf Wunsch zur Verfügung. Nachfolgend sind in gedrängter Form die wesentlichsten Punkte aus unsern Beobachtungen aufgeführt.

Die ersten zu beobachtenden Bewegungsabfolgen sind vitale Triebbewegungen: Aufsuchen der Zitzen durch langsames, kriechendes Sichvorschieben in Bauchlage mit unsicheren Wackelbewegungen des Kopfes, Festsaugen an Zitzen, Saug- und Schluckbewegung, Melktritt (abwechselndes, rhyth-

misches Stoßen des Gesäuges mit der Vola der Vorderpfoten unter Zehenspreizen). Sehr früh auch Fauchen in Richtung auf alles bewegte Fremde.

Die grundsätzliche Lageorientierung im Raum – mit Bauch gegen Unterlage und Rücken oben – wird schon von der Geburt weg eingehalten und – solange in Fühlung mit fester Unterlage – nach passiven Veränderungen wieder herzustellen versucht. Im freien Fall dagegen wird erst etwa vom 20. Tag weg zu korrigieren versucht. Am 25. Tag erfolgt diese Korrektur rasch und obligat. Schwimmversuche haben wir mit unserer Katze nicht angestellt.

Anfänglich besteht eine völlige Astasie. Die Tiere liegen mit der Bauchseite ihrer Unterlage auf. Am frühesten wird der Kopf, etwa um den 10. Tag, von der Unterlage abgehoben, wenn auch nur zeitweilig. Der Tonus insbesondere der Stammesmuskulatur ist gering.

Die spontane motorische Aktivität beschränkt sich anfänglich auf das Aufsuchen der Zitzen und das Saugen. Den weitaus größten Teil der Zeit bringen die Tiere schlafend zu. Das Bewegungsbedürfnis wächst etwa vom 7. Tag weg und äußert sich erstmals durch spontanes Umherkriechen.

Hochstemmen auf den Gliedmaßen beginnt an den Vorderbeinen (etwa 10. Tag). Sie werden lange weit auseinandergestellt (verbreiterte Standbasis). Wesentlich später (um den 18. Tag) folgen die Hintergliedmaßen. Bei heftigen, brüskten Bewegungen ungewohnter Belastung, bei Ermüdung versagt die Stellfunktion der Gliedmaßen und die Bauchlage wird wieder eingenommen. Das Öffnen der Augen erfolgt um den 10. Tag, gelegentlich aber schon früher (zum Beispiel 6. Tag) und manchmal nicht bei allen Wurfgeschwistern zugleich (vgl. Wurf B). Eine Reaktion auf Lichteinfall und bewegte Gegenstände ist aber noch längere Zeit nicht zu erkennen, erst etwa vom 24. Tag an. An den nächstfolgenden Tagen wird beim Hängenlassen mit Vorderkörper abwärts eine deutliche Tendenz nach vorwärts zu fußen beobachtet, und am 27. Tag ist zum erstenmal die taktile Tischkantenprobe positiv. Es scheint, daß letztere in der ersten Zeit von der optischen Wahrnehmung der Tischkante abhängig ist, indem das Vorstrecken der Vorderbeine und Auffußen erst auf eine deutliche Zuwendung des Kopfes hin erfolgt.

Sobald das Aufrichten, zuerst des Kopfes, später des ganzen Vorderkörpers und erst zuletzt des Hinterkörpers möglich wird, tritt ein Tremor in Erscheinung, der zuerst ein grober Schaukel- und Wackeltremor ist, allmählich feinschlägiger und frequenter wird und zuletzt nur noch an Kopf und Ohren zu beobachten ist, um dann etwa in der vierten Woche zu verschwinden. Der Tremor ist abhängig von der freien, « aufgerichteten » (aber quadrupeden, also nicht im menschlichen Sinn aufrechten!) Haltung und sistiert, wenn Kopf oder Körper der Unterlage aufliegen. Er verstärkt sich – wie bei Tieren mit cerebellärer Ataxie – bei gezielten Bewegungen (etwa Annäherung ans Trinkgeschirr), bei Aufregung und Ermüdung, und einige Zeit über die vierte Woche hinaus kann er unter diesen Umständen wieder auftreten. Man darf wohl annehmen, daß die Einhaltung der « Ruhelage » im Stehen auch am

reifen Tier nicht ein statischer, sondern ein dynamischer Vorgang ist, das heißt, daß die daran beteiligte Muskulatur ständig antagonistisch um eine mittlere Lage zwischen feiner Spannung und Entspannung schwankt, also eine Art nichtwahrnehmbaren Tremor zeigt. Bei der Katze pendelt sich diese Fähigkeit in den ersten Lebenswochen vom groben über den feinen, sichtbaren Tremor erst ein.

Im weiteren Verlauf entwickeln sich, einigermaßen in dieser Reihenfolge, die Fähigkeit zum Stehen auf allen vier Gliedmaßen (25.–26. Tag), Stehen auf 3 Beinen (27. Tag), Stehen auf 2 Beinen (34. Tag), Herunterspringen (34. Tag), später Hinaufspringen.

Mit ungefähr 50 Tagen kann die Motilität als ausgereift betrachtet werden, das heißt die Sicherheit und Koordination sind nahezu vollkommen. Exzessive Bewegungen sind auf das große jugendliche Aktivitätsbedürfnis zurückzuführen.

IV. Ergebnisse der histologischen Untersuchung

Vorbemerkungen: Im ausführlichen histologischen Protokoll wurden für alle untersuchten Altersstufen der Reihe nach die verschiedenen Schichten von außen nach innen systematisch beschrieben, wobei der jüngsten Stufe die Beschreibung am ausführlichsten gehalten und bei den späteren oft auf diese Angaben Bezug genommen wurde. Es folgen sich der Reihe nach die Leptomeninx, die äußere Körnerschicht (embryonale Körnerschicht, Lamina granularis externa), die Molekularschicht (Lamina molecularis), die Schicht der Purkinjezellen, die innere Körnerschicht (Lamina granularis interna), und schließlich das Mark. Es wurden nacheinander die Verhältnisse im Kleinhirn im Alter von 1, 4, 10 und 14 Tagen, von 4, 7 und 8 Wochen und von 3 bzw. 4 Monaten beschrieben.

Hier werden nur die Verhältnisse am ersten Tag beispielhaft dargestellt, während die weitere Entwicklung zusammenfassend geschildert wird.

Leptomeninx: ist ziemlich breit, gefäßreich, die Zellen liegen in einem lockeren Netz mit weiten Zwischenräumen. Sie sind von wechselnder Größe, meist spindelförmig mit hellem großem Kern, das heißt fibroblastenähnlich. Die Kapillarendothelien sind saftreich, groß, hervortretend.

Äußere Körnerschicht: ist sehr stark und zelldicht. Ihre Breite ist regional außerordentlich verschieden, doch ist dies teilweise durch die Schnittführung bedingt. Im allgemeinen ist sie an den Lobuli der Hemisphären dünner, besonders an den Windungskuppen, als in den parallel laufenden, aufeinanderliegenden Lobuli des Wurmes. Dort, wo infolge der gleichmäßigen Dicke eine Schätzung ihrer Breite möglich ist, besteht sie durchschnittlich aus 11–13 Zellreihen, beurteilt nach der Anzahl der Kernreihen. Nach der Art der Anordnung der Zellen kann man in der Granularis externa eine äußere und eine innere Lage unterscheiden. Die Zellen der äußeren Lage sind in senkrecht zur Oberfläche (auf den Windungskuppen oder in den Windungstätern radiär) stehenden Balken angeordnet, wogegen diejenigen der inneren Schicht parallel zur Windungsoberfläche liegen. Im allgemeinen ist die äußere Lage etwas breiter als die innere. Wir besprechen sie hier gesondert.

a) *Äußere Lage der Granularis externa*: Die Zellen sind verschieden nicht nur nach Anordnung, sondern auch nach Form und Färbungseigenschaften. Die Kerne sind vorwiegend rund oder rundlich, in kleinerer Zahl sieht man quadratische, dreieckige, pyramiden- oder hantelförmige oder gelappte. Die meisten Zellen besitzen nur einen sehr schmalen und schwach tingierten Protoplasmasaum. Er liegt direkt auf dem Kern auf und bildet mit seinen Fortsätzen ein feines, netzartiges, zusammenhängendes Gerüst zwischen den benachbarten Zellen. Die Zelldichte ist in keiner andern Schicht der ganzen Rinde so groß. Die meisten der «dunkeln» Kerne füllt ein dichtes Karyoplasma aus, so daß die Chromatingranula nur schwer zu erkennen sind. In andern Kernen bildet das Chromatin grobe Schollen und Brocken, die sich gleichmäßig über den Kern verteilen oder in einer oder mehreren Gruppen konzentriert sein können, teils polar, bipolar oder mehr im Kernzentrum. Nicht selten findet man auch randständige Lagerung der Chromatinschollen an der Kernmembran. Zwischen den dunkeln Kernen finden sich vereinzelt Gruppen heller, teilweise scheinbar «leerer» Kerne. Meist findet sich 1 Nucleolus, im allgemeinen zentral gelagert, gelegentlich sind es aber deren zwei oder drei. In den sehr dunkel tingierten Kernen, aber auch in den «leeren» sind sie oft nicht zu erkennen. Es ist denkbar, daß sich unter diesen «unruhigen» Kernformen Vor- oder Endstadien mitotischer Teilungen befinden. Dies dürfte um so wahrscheinlicher sein, als in dieser Schicht Mitosen in den verschiedensten Phasen in außerordentlich großer Zahl gesehen werden können. Die oberflächliche Lage der äußeren Körnerschicht unterscheidet sich gerade durch diesen großen Reichtum an Mitosen eindeutig von der tieferen.

Zwischen den gut identifizierbaren Kernen finden sich mit einiger Regelmäßigkeit sehr dunkel gefärbte, kompakt-homogene Elemente, die wesentlich kleiner sind als die anderen Kerne. Sie sind von quadratischer, vieleckiger oder siegelringartiger Form. Sie besitzen einen schmalen Protoplasmahof. Gelegentlich finden sich Kernformen mit bipolarer Anordnung, die man eventuell als amitotische Teilungsformen interpretieren könnte.

b) *Innere Lage*: Ihre Kerne sind vorwiegend länglich-oval bis spindelförmig. Sie sind größer und weniger chromatinreich als jene der äußeren Lage. Ihr Protoplasmasaum ist zwar nicht breiter, aber deutlicher gefärbt und bildet reichlichere Fortsätze. Während die Kerne der äußeren Lage dicht aneinandersitzen, findet man hier gelegentlich Abstände von 2–3 Kerndurchmessern. Sie enthalten ein bis zwei Nucleolen, welche epi- oder exzentrisch liegen. Die Kernmembran ist in der Regel recht massiv. Nicht wenige Kerne weichen in der Form vom angegebenen Muster ab, das heißt sind kuboid, spindelförmig, rundlich, zugespitzt, birnen-, hantel- oder pyramidenförmig. An der locker gebauten Grenzschicht gegen die Molecularis finden sich häufig Stellen, wo Zellkerne ihre parallele Anordnung verlassen und in deutlichen Straßen und Zügen in senkrechter Richtung gegen die Molekularschicht zu liegen kommen. Verfolgt man diese Zellreihen durch die Molekularschicht, so findet man, daß sie regelrechte Verbindungen zwischen der äußeren Körnerschicht und der Schicht der Purkinjezellen darstellen. Die Kerne sind dann nicht mehr länglich-oval, sondern rundlich, wobei der gegen die Purkinjezellschicht gerichtete Pol häufig spitz ausgezogen ist. Es dürfte sich um die bereits von Markstahler beschriebenen «Zellstraßen» handeln.

Molekularschicht: Sie ist verhältnismäßig schmal, im allgemeinen etwa gleich breit wie die äußere Körnerschicht. Sie ist ebenfalls nicht überall von gleicher Breite, was allerdings durch die Schnittführung bedingt sein kann. Sie ist relativ zellarm und ihre Abgrenzung ist lediglich gegen außen, das heißt gegen die embryonale Körnerschicht einigermaßen deutlich, während der Übergang zur Purkinjezellschicht fließend ist. Das häufigste Zellelement ist eine kleine Zelle mit rundem oder rundlich-ovalem, sehr chromatinreichem Kern. Wenn sie feststellbar sind, liegen darin ein oder zwei Nucleolen, meist in der Kernmitte. Diese haben eine glatte, runde Form. Die Zellen besitzen nur sehr schmale Protoplasmasäume. Außerdem finden sich in der Molekularschicht die

schon oben erwähnten Zellstraßen zwischen Granularis externa und Purkinjezellschicht. Diese liegen in nahezu regelmäßigen Abständen voneinander, welche etwa der Breite der Molekularschicht selbst entsprechen. Außer den erwähnten findet man Zellen mit größeren, runden, kuboidalen oder quadratischen, hellen Kernen und mit sehr schmalen Protoplasmasaum. Es scheint sich um noch wenig differenzierte, eventuell aus der äußeren Körnerschicht stammende Zellen zu handeln. Vor allem in der äußeren Hälfte der Molecularis finden sich außerdem ganz kleine Zellen mit runden kompakten Kernen (kleiner als Lymphozytenkerne) und relativ großem Protoplasmaleib (Kern-Plasma-Relation etwa 1:1,5) wie sie Brodal für die tiefere Lage der Molecularis beschrieb. Ihre Kerne sind sehr dunkel gefärbt, das Plasma dagegen schwach, aber gleichmäßig tingiert. Es sind die kleinsten Zellen dieser Schicht. Vielleicht handelt es sich um Mikroglia. Außerdem gibt es Zellen mit mehr oder weniger rechteckigem oder polygonalem unregelmäßig gefärbtem Protoplasmaleib und deutlich sichtbarer Zellmembran. Diese Zellen schicken nach allen Richtungen feine Protoplasmafortsätze aus. Die Molecularis führt zwischen den Zellen ein schwach gefärbtes, feines, parallel zur Oberfläche verlaufendes Fasernetz.

Purkinjezellschicht: Sie ist noch unregelmäßig gebaut und offensichtlich wenig weit entwickelt. Der Abstand zwischen den einzelnen Zellelementen schwankt sehr stark (von direkter Apposition bis zu 5–6 Purkinjezeldurchmessern). Die Zellen liegen in einer wellenartigen Reihe, so daß sie teilweise in die Molekular-, teilweise in die innere Körnerschicht eingebettet erscheinen. Ihre Größe und Form ist noch sehr variabel. Im allgemeinen sind sie noch recht klein und haben gewöhnlich eine glockenartige Form, wobei die Kuppe in der innern Körnerschicht sitzt, die mehr oder weniger breite «Öffnung» mit gelegentlich feststellbarem Protoplasmafortsatz gegen die Molekularschicht gerichtet ist. Die Zellmembran ist undeutlich, so daß die Zellgrenzen gegen die Molekularschicht oft nicht recht zu erkennen sind. Das Protoplasma ist relativ schwach, aber gleichmäßig gefärbt, nur an den Randpartien und perinucleär tingiert es sich dunkler. Es hat auch eine feine netzartige Zeichnung oder granuliert Struktur. Der Kern ist relativ groß, rund oder rundlich. Die Kern-Plasma-Relation ist im Durchschnitt 1:0,5 – 1:1. Die Kernmembran ist deutlich und dunkel gefärbt (hyperchromatisch) und zeigt in der Regel auf der Innenseite eine feine, dunkle Körnelung. Das Kernplasma ist hell und ist durchsetzt mit in kleine Brocken zusammengezogenem, relativ spärlichem Chromatin. Diese Granula häufen sich hauptsächlich um die Nucleolen und bilden von hier aus radiär verlaufende Verbindungsketten zur Kernmembran. Der Nucleolus ist rundlich, ziemlich groß, intensiv dunkel tingiert und liegt zentral im Kern. Nur ganz ausnahmsweise läßt sich mehr als ein Nucleolus in den Kernen der Purkinjezellen feststellen. Die geschilderten Verhältnisse treffen hauptsächlich für das Gebiet des Vermis zu. In den Hemisphären ist das Bild noch etwas verschieden. Dort sind die Zellen der Purkinjezellschicht noch weniger charakteristisch, sie liegen viel stärker verteilt und sehr oberflächennah. Ihr Protoplasma ist gleichmäßiger verteilt und die Fortsätze sind stark gegabelt. Auch in unsern Präparaten von der neugeborenen Katze sind, entsprechend den Angaben in der Literatur, doppelkernige Purkinjezellen zu finden. Es ist aber im allgemeinen sehr schwierig zu entscheiden, selbst bei Immersionsbetrachtung, ob das Protoplasma wirklich ungeteilt ist. Gelegentlich findet man nämlich eine feine, teilweise unterbrochene scheinbare Trennungslinie im Plasma. Die relative Häufigkeit solcher Bilder erweckt allerdings den Verdacht, daß man es tatsächlich mit Purkinjezellen, die in Teilung begriffen sind, zu tun hat. Ein einziges Mal konnte ein Kernbild beobachtet werden, in welchem das Chromatin in Form von Chromosomen mit dem Bild der Telophase der Mitose angeordnet war.

Weitere Zellformen im Bereich der Purkinjezellschicht: Außer den Purkinjezellen beobachtet man sogenannte Satelliten-Zellen. Wir konnten nach morphologischen Merkmalen folgende drei Typen unterscheiden:

- a) Zellen mit hellen Kernen und geringem Protoplasma

b) Zellen mit dunklen (hyperchromatischen) Kernen und solche mit diffus verteiltem, feingekörntem Chromatin.

c) Kleine Zellen mit sehr wenig Protoplasma und runden, kleinen, dunkel-kompakt gefärbten Kernen.

Zur Gruppe a: Diese Zellen sind zahlenmäßig am häufigsten. Sie besitzen einen ganz schmalen Protoplasmasaum und mehrere feine Fortsätze. Die Kernform ist meistens oval, selten spindelig oder andersförmig.

Zur Gruppe b: Dies sind ziemlich gut differenzierte, meist stern- oder birnenförmige Ganglienzellen. Ihr Protoplasma ist dunkler gefärbt als jenes der Purkinjezellen und zeigt eine etwas gröbere Granulierung. Die Kern-Plasma-Relation beträgt 1:0,5 bis 1:1. Der Kern ist rundlich oder rundlich-oval und besitzt einen epizentrisch liegenden Nucleolus. Die Zellgröße schwankt zwischen jener kleinerer Körnerzellen und der Größe von Purkinjezellkernen. Ihre Protoplasmafortsätze scheinen besonders mit den Protoplasmafortsätzen der Purkinjezellen in engem Kontakt zu stehen. Diese Satellitenzellen haben unter sich Abstände, die ungefähr jenen der Körnerzellen der inneren Körnerschicht entsprechen.

Zur Gruppe c: Wahrscheinlich identisch mit Körnerzellen der inneren Körnerschicht, sogenannten «zytochromen» Zellen *Nissls* und *Landaus*.

Innere Körnerschicht: Sie ist ungefähr gleich breit wie die embryonale Körnerschicht und die Molekularschicht zusammen. Sie ist ziemlich locker gebaut, und ihre Grenzen sind unscharf. Unter ihren Zellen beherrschen zahlenmäßig die lymphozytenähnlichen sogenannten kleinen Körnerzellen das Bild. Sie sind in ring- oder bogenförmigen Gruppen angeordnet, die teilweise ineinander überfließen. Trotzdem ist ihre Gesamtzahl pro Flächeneinheit nicht sehr groß. Sie sind immer in Einerreihen angeordnet, und der Abstand zwischen den einzelnen Zellen beträgt etwa 1–2 Kerndurchmesser. Zwischen den Gruppen dieser kleinen Körnerzellen sind andere Zelltypen und zellfreie Inseln (sogenannte Perenchyminseln) von verschiedener Größe eingeschaltet. Diese «Lücken» zwischen den Zellgruppen sind aus einem Netz markloser Fasern aufgebaut.

Die kleinen Körnerzellen besitzen nur einen sehr schmalen Protoplasmasaum (Kern-Plasma-Relation ungefähr wie bei Lymphozyten) mit oft deutlich erkennbaren Fortsätzen. Die Kerne sind in den meisten Fällen rund. Sie sind im allgemeinen so stark dunkel gefärbt, daß keine Strukturdetails zu erkennen sind außer der sehr kräftigen Kernmembran. In Kernen, die etwas weniger hyperchromatisch sind, können die Anordnung des Chromatins in feinen disseminierten Körnchen sowie ein runder, kompakter Nucleolus erkannt werden. Ungefähr ein Drittel der typischen Körnerzellen der *Granularis interna* besitzen bedeutend hellere Kerne als die soeben geschilderten, jedoch den gleichen schmalen Protoplasmasaum mit feinen Ausläufern wie die dunklen (hyperchromatischen) Zellen. Die Kerne sind nicht nur heller gefärbt, sondern von vorwiegend rundlicher Form und etwa doppelt so groß wie jene der «lymphozytenähnlichen» Körnerzellen. In jedem Gesichtsfeld (Ölimmersion) kommen außerdem einige sehr helle und stark geschädigte Zell- und Kernelemente vor, die sich nicht genauer identifizieren lassen.

Außer den Körnerzellen fallen vor allem die Golgi-Zellen in die Augen. Diese zeigen nach Lage, Form und Färbbarkeit verschiedene Typen.

a) Die *größten Golgi-Zellen* erreichen durchschnittlich etwa das halbe Ausmaß von Purkinjezellen, gelegentlich kommen sie diesen an Größe nahezu gleich. Sie sind birnen-, stern-, oder pyramidenförmig, selten mehr spindelig.

Protoplasma und Karyoplasma sind dunkler tingiert als bei den Purkinjezellen. Das Protoplasma zeigt ein kräftiges «Balkengerüst», und die Zellmembran ist deutlich. Ebenso lassen sich gut die Protoplasmafortsätze erkennen. Die Kernmembran ist schwach, aber deutlich gefärbt. Der Nucleolus gleicht jenen der Purkinjezellen. Kern-Plasmarelation zwischen 1:0,5 bis 1:1. Diese größten Golgi-Zellen sind über die ganze

Breite der inneren Körnerschicht verteilt, ohne besondere Prädilektionsstellen. Man sieht Exemplare von ihnen fast in jedem Gesichtsfeld (Ölimmersion).

b) *Mittelgroße Golgi-Zellen*: Sie sind weniger zahlreich als die vorigen, heller gefärbt und besitzen einen rundlichen, blassen Kern.

c) *Kleine Golgi-Zellen*: Sie gleichen jenen Elementen, die bereits bei der Besprechung der Purkinjzellschicht erwähnt wurden. Sie kommen in allen Schichten der Granularis interna vor. Ihr Protoplasma ist feinwabig, der Kern meist feingekörnt und eher chromatinarm. Der große Neucleolus ist gelegentlich von Chromatin überlagert.

Marklager: Die Mächtigkeit des Markes schwankt von Ort zu Ort, teilweise natürlich in Abhängigkeit von der Schnittführung, sehr stark. Es ist noch relativ zellreich. Verglichen mit den Schichten der Rinde, ist das Marklager zellärmer als die innere Körnerschicht, aber zellreicher als die Molekularschicht. Es dominieren vor allem mittelgroße Zellelemente mit rundlich-ovalen Kernen und wenig Plasma. Ihr Kernplasma ist entweder kompakt und dunkel oder hell mit unregelmäßig verteiltem Chromatin. Diese Zellen sind in 3er–5er Gruppen reihenweise zwischen den Fasern angeordnet. Es könnte sich um junge Oligodendroglia handeln. Relativ häufig kommen «leere» Kerne und geschädigte Zellelemente vor. Selten sieht man etwas kleinere, aber ähnliche Zellen wie die Purkinjzellen. Die Markscheiden fangen, allerdings erst in einzelnen basalen Markstrahlen des Vermis an, sich schwach mit Luxolblau zu tingieren.

Zusammenfassung der histologischen Untersuchungen. Neben den drei endgültigen Kleinhirnschichten (Molekular-, Purkinjzell-, innere Körnerschicht), besteht bei der neugeborenen Katze noch die *äußere Körnerschicht* an der ganzen Kleinhirnoberfläche, 11–13 Zellreihen breit. An ihr unterscheiden sich deutlich eine äußere vertikale und eine innere horizontale Zellage. Die äußere Zellage ist im allgemeinen etwas breiter als die innere. Bis zum 14. Tag ändern sich die Verhältnisse der äußeren Körnerschicht nicht wesentlich, nur ihre Breite und Zelldichte nehmen etwas ab, und die beiden Zellagen werden ungefähr gleich breit. Zwischen 2. und 3. Woche ist die Breitenabnahme dieser Schicht am stärksten, denn mit 4 Wochen besteht sie nur noch aus 1 bis 3 Zellreihen. Die Anordnung in vertikale und horizontale Zellen ist an vielen Stellen nicht mehr erkennbar. Bei der 7–8wöchigen Katze ist ihre Breite noch ungefähr gleich, dagegen ist eine deutliche Auflockerung der Zelldichte eingetreten. Die Zellen sind in Differenzierung begriffen, worauf bestimmte Zelltypen hindeuten, die unmittelbar unter ihnen in der Molekularschicht liegen (vgl. Abb. 9). Bei einem Tier von 3 Monaten ist die äußere Körnerschicht restlos verschwunden, bei einem von 4 Monaten dagegen ist sie noch erkennbar als ein nach Dichte und Breite unregelmäßiger, 1–2-reihiger unterbrochener Zellsaum.

Bei der eintägigen Katze wird die *Molekularschicht* durchzogen von senkrecht verlaufenden Zellstraßen, das heißt aus der Granularis externa nachgeschobenen, sich allmählich ausdifferenzierenden Elementen. Diese Straßen oder Säulen verschwinden allmählich, parallel mit der Rückbildung der Granularis externa. Sie sind als solche bereits mit 4 Wochen nicht mehr da, aber die Zellen dieses Typs erkennt man, senkrecht in der Molekularschicht liegend, auch noch nach 8 Wochen. Die Molekularschicht hat am ersten Lebenstag etwa die gleiche Breite wie die äußere Körnerschicht. Bis zum 14. Tag nimmt ihre Breite nur geringfügig zu, im Alter von 4 Wochen aber ist sie schon um

das 2–3fache stärker. Gewisse Vorstufen ihrer Stern-, Korb- und Gliaelemente erkennt man schon bei der neugeborenen Katze, doch erreichen sie erst im Alter von 4 Wochen ihre charakteristische Struktur und ihren endgültigen Platz. Mit drei Monaten endlich ist ihre Differenzierung und Wanderung vollständig abgeschlossen, also ungefähr zur Zeit des Verschwindens der äußeren Körnerschicht.

Die *Purkinjezellen* zeigen am ersten Lebenstag Glockenform und variieren noch sehr nach Größe, Lage und Form. Sie sind relativ klein. Kern-Plasma-Relation 1:1,5 – 1:2. Sie sind in gewellter Schicht angeordnet. Nach 4 Tagen sind sie etwas schlanker, ihr Protoplasmaleib wird relativ etwas größer. Die wellenartige Anordnung gleicht sich etwas aus. Am 14. Tag zeigen sie eher eine bipolare oder Birnenform. Das Protoplasma färbt sich deutlich dunkler als der Kern. Mit vier Wochen sind die Purkinjezellen wesentlich größer und schärfer konturiert. Die Kern-Plasma-Relation beträgt etwa 1:2,5 oder mehr. Die Zellreihe verläuft nicht mehr wellenartig. Mit 8 Wochen scheint die Differenzierung abgeschlossen zu sein. Kern-Plasma-Relation jetzt etwa 1:3. Die Golgi-Zellen gelangen etwa in der gleichen Zeit zur Reife wie die Purkinjezellen.

Die *innere Körnerschicht* ist am 1. Lebenstag relativ schmal. Ihre Breite nimmt ziemlich parallel mit jener der Molekularschicht zu. Die Körnerzellen ordnen sich anfänglich in ringförmigen lockeren Reihen, die ineinanderfließen. Bis zum vierzehnten Tag wird die Anordnung der Körnerzellen zusehends dichter. Erst in der 4. Woche sieht man deutlich die zellosen Parenchyminseln. Im Alter von 7 Wochen sind die Körnerzellen in traubenförmigen Gruppen um die Parenchyminseln gelagert.

Markscheiden: Ihre Anfärbung beginnt im zentralen Marklager schon am ersten Lebenstag ganz schwach sichtbar zu werden. Am 14. Tag sind die Markscheiden in den großen medialen Kommissurensystemen deutlich dargestellt. Im übrigen Marklager ist ihre Anfärbbarkeit erst im Beginn. Mit 4 Wochen werden die Markscheiden im ganzen Marklager kräftig gefärbt, spärlich sind auch myelinisierte Fasern in der Körner- und Purkinjezellschicht anzutreffen. Die maximale, das heißt dem Reifezustand entsprechende Färbbarkeit der Markscheiden wird in der 8. Woche erreicht.

Mitosen: Die relativ große Häufigkeit dieser Art der Kernteilung im Kleinhirn der neugeborenen Katze und ihr Vorkommen auch in den nächstfolgenden Wochen rechtfertigt eine eingehendere Beschreibung ihres Verhaltens. Ihr meist unregelmäßig zerstreutes Vorkommen in Rinde und Mark erschwert die zahlenmäßige Erfassung. Trotzdem haben wir sie in der äußeren Körnerschicht zu zählen versucht, weil sie hier am zahlreichsten und am längsten feststellbar sind und weil die relativ gleichmäßige Zelldichte sowie die Einheitlichkeit der Zellform eine gute Übersicht ermöglichen. Neben den eindeutig gesicherten Mitosen wurden auch die nicht gesicherten Formen gezählt, worunter sich sowohl echte mitotische Figuren wie regressive Kernveränderungen (Pyknose usw.) finden dürften. Zur Zählung wurde die Ölimmersionsvergrößerung gewählt. Der Durchschnittswert der gezählten Mitosen wurde jeweils für 100 Blickfelder (Ölimmersion) angegeben und in einer Kurve dargestellt (Tabelle 3). Die Zählungsergebnisse von 7 verschiedenen Alterstufen ergeben für sichere und nicht gesicherte

Mitosen eine fallende Kurve parallel mit der Abnahme der Sichtbreite. Solange restliche Zellen der embryonalen Körnerschicht persistieren, sind auch vereinzelt Mitosen vorhanden. Bei der neugeborenen Katze findet man auch in den übrigen Rindenschichten und im Marklager Mitosen. Sie kommen am häufigsten im purkinjellwärtigen Teil der innern Körnerschicht und in der Purkinjellschicht, seltener im Marklager und nur ganz vereinzelt in der Molekularschicht vor.

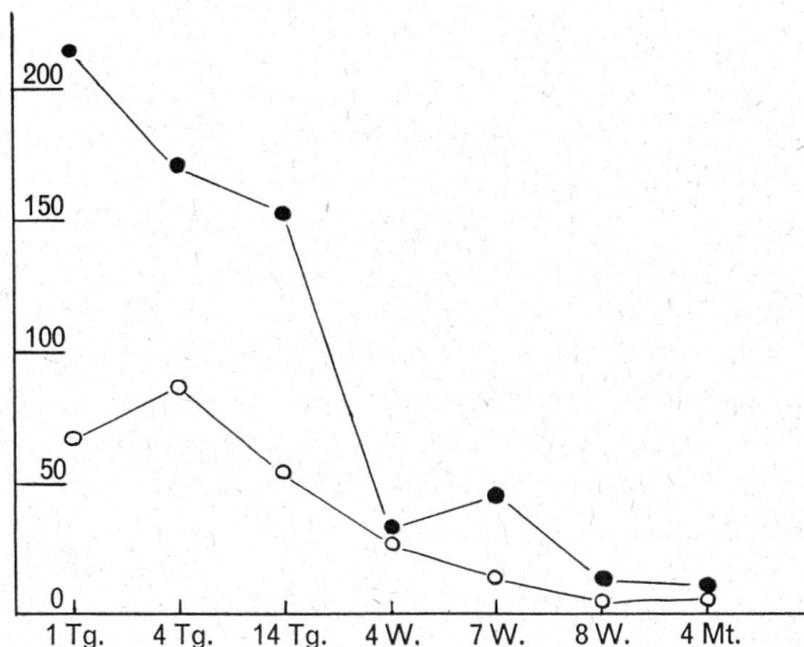
Zur Struktur der in der Purkinjellschicht befindlichen mitotischen Kerne ist noch zu bemerken, daß ihre Chromosomen im allgemeinen aufgelockerter sind, sich in einer quadratischen oder rechteckigen Gruppe anordnen, deutlichere wulst- oder bröckchenartige Formen aufweisen als in den Mitosefiguren der äußeren Körnerschicht.

Die sich in Mitose befindenden Kerne sind etwa 2–3mal größer als jene der äußeren Körnerschicht.

Bei der viertägigen Katze sind die Verhältnisse etwa gleich wie bei der eintägigen.

Im Alter von vierzehn Tagen sind die Mitosen der inneren Körnerschicht und auch in der Molekularschicht nur vereinzelt und in unregelmäßiger Verteilung feststellbar. Etwas häufiger findet man sie in der Randzone des Marklagers. Mit vier Wochen sind Mitosen in Purkinjell- und Molekularschicht nicht mehr anzutreffen; ein einziges Mal wurde eine Telophase an der Grenze von Mark und innerer Körnerschicht gesehen. Daher ist anzunehmen, daß in diesem Alter nicht nur in der embryonalen Körnerschicht, sondern auch in andern Teilen des Kleinhirns noch eine gewisse Zellbildung (Zellnachschub) stattfindet. Bei über vier Wochen alten Tieren kommen ausschließlich in der äußeren Körnerschicht mitotische Teilungsformen vor. Bei ein- und viertägigen Katzen wurden fragliche amitotische Teilungsfiguren vereinzelt angetroffen.

Tabelle III



Graphische Darstellung der in Tabelle III wiedergegebenen Mitosezahlen, jeweils pro 100 Gesichtsfelder. Punkte: gesicherte Mitosen; Kreise: ungesicherte Mitosen.

V. Diskussion

Wie in der Einleitung vermerkt, handelte es sich bei unserer Untersuchung darum, die postnatale Ausbildung des Kleinhirns bei der Katze zu beschreiben und sie mit der gleichzeitig sich entfaltenden Motorik in Parallele zu setzen. Dadurch sollte eine Vergleichsbasis für die bei der Katze nicht so selten zu beobachtende cerebelläre angeborene Ataxie, bedingt durch Unterentwicklung des Kleinhirns, geschaffen werden.

Wir haben gesehen, daß die ersten zu beobachtenden Bewegungsabfolgen vitale Triebbewegungen sind. Die grundsätzliche Orientierung im Raum mit Bauch nach unten wird von der Geburt weg eingehalten. Das Zurückfinden in diese Lage erfolgt, sofern in Fühlung mit dem Untergrund, vom ersten Lebenstag an. Dagegen ist die Korrektur im freien Fall erst etwa vom 25. Tag an vorhanden. In der ersten Zeit besteht eine völlige Astatie. Das Bewegungsbedürfnis wird erst etwa vom 7. Tag an lebhafter. Die Abhebung des Körpers von der Unterlage erfolgt von cranial nach caudal zu verschiedenen Zeiten, indem zuerst der Kopf von der Unterlage abgehoben, kurz darauf die Vordergliedmaßen (etwa 10. Tag) und erst wesentlich später die Hintergliedmaßen (um den 18. Tag) gestreckt werden. Erst etwa am Ende der vierten Lebenswoche wurden die geprüften Haltungsreaktionen langsam positiv. Beim Hochheben des Kopfes und Aufrichten auf den Gliedmaßen besteht anfänglich ein grober Wackeltremor, der besonders bei gezielten Bewegungen sehr deutlich ist. Allmählich wird dieser Tremor feinschlägiger und beginnt sich zu verlieren, was etwa in der vierten Woche der Fall ist. Unter erhöhter Beanspruchung tritt er aber auch noch später wieder in Erscheinung. Ungefähr nach Ablauf der vierten Lebenswoche wird das Bewegungsspiel differenzierter und vielfältiger, und mit etwa 50 Tagen kann die Motilität als potentiell ausgereift betrachtet werden. Die wichtigsten Gesichtspunkte, welche sich aus unseren morphologischen Untersuchungen ergaben, sind kurz die folgenden:

Größenmäßig nimmt das Kleinhirn der Katze von der Geburt bis zum 50. Lebenstag etwa um das Doppelte zu, wächst also noch ganz bedeutend in der postnatalen Periode. Man vergleiche dazu auch die Tabellen 1 und 2. Bei der neugeborenen Katze ist die *äußere Körnerschicht* (Lamina granularis externa) noch sehr bedeutend. Sie ist von der Blütephase gegen Ende der Fötalentwicklung nicht zu unterscheiden, das heißt, hat weder an Breite noch Zelldichte wesentlich abgenommen. Sie überzieht bei der neugeborenen Katze die ganze Kleinhirnoberfläche und ist etwa 11–13 Zellreihen breit. Bis zum 14. Tag verändern sich die Verhältnisse kaum, bestenfalls ist eine geringe Abnahme der Zelldichte und der Schichtbreite zu vermerken. Anschließend stellt sich eine rasche Abnahme ein, indem mit vier Wochen die Schicht nur noch ein bis drei Zellreihen breit ist. Dies bleibt anschließend so bis zur 7.–8. Woche, wobei allerdings die Zellen immer lockerer zu liegen kommen. Da bei einem dreimonatigen Tier die äußere Körnerschicht ganz verschwunden, bei einem viermonatigen dagegen noch in Resten, wenn auch nur stellenweise, erkennbar ist, muß mit bedeutenden individuellen Schwankungen gerechnet werden. Eine hochgradige Mitoseaktivität in den ersten vier Lebenswochen und eine immer noch erkennbare, solange Reste der Granularis externa vorhanden sind, deuten darauf hin, daß diese Keimschicht nahezu bis zum dritten Lebensmonat den Aufbau des Organs unterhält, wenn auch mit rasch abfallender Intensität.

Die *Molekularschicht* wird bei der neugeborenen Katze durchzogen von

senkrecht verlaufenden Zellreihen, welche aus Elementen bestehen, die von der äußeren Körnerschicht nachgeschoben werden. Da diese Elemente noch undifferenziert oder wenig differenziert sind, läßt sich aus den Präparaten nicht ablesen, welche Zellen der endgültigen Kleinhirnrindenschichten sich aus ihnen entwickeln werden. Der Umstand, daß sie sich quer durch die ganze Molekularschicht hindurchziehen, läßt den Schluß zu, daß wenigstens potentiell auch Elemente der beiden inneren Rindenschichten sich aus der Granularis externa herleiten könnten. Diese Zellsäulen nehmen parallel mit der Rückbildung der äußeren Körnerschicht ab und sind mit vier Wochen als solche bereits nicht mehr nachweisbar, jedoch erkennt man ihre Typzellen verstreut in der Molekularschicht auch noch nach 8 Wochen. Die Molekularschicht als Ganzes wächst in den ersten vierzehn Tagen nur geringfügig, bis zu 4 Wochen hat sie sich jedoch um das zwei- bis dreifache verbreitert. Mit drei Monaten, das heißt etwa im Zeitpunkt des Verschwindens der äußeren Körnerschicht, hat sie ihren adulten Charakter erreicht.

Die *Purkinjezellen* des Neugeborenen sind verhältnismäßig klein und sehr variabel nach Größe, Lage und Form. Die Schicht als Ganzes hat einen stark gewellten Verlauf. Mit 4 Wochen sind die Zellen bedeutend größer geworden, ihre Form ist einheitlicher und ihre Anordnung regelmäßiger. Mit 8 Wochen präsentieren sie sich im wesentlichen wie jene des ausgereiften Kleinhirnes. Die Kern-Plasma-Relation hat sich von 1:1,5 nach 1:3 verschoben.

Die *innere Körnerschicht* ist beim Neugeborenen wie die Molekularschicht sehr schmal und nimmt ungefähr parallel mit dieser an Breite zu. Die Anordnung der Zellen ist anfänglich locker und wird erst in der zweiten Woche dichter. Die zellfreien Parenchyminseln treten in der vierten Woche in Erscheinung, und mit sieben Wochen sind die Körnerzellen in traubigen Gruppen um sie herum angeordnet.

Im *Marklager* beginnt die Anfärbung der Markscheidengerüste (Luxolblau-Färbung) im Gebiet der Medianlinie bereits am ersten Lebenstag sichtbar zu werden. Nach zwei Wochen ist die Anfärbung in diesen Zonen bereits sehr deutlich, während sie im lateralen Gebiet des Marklagers erst im Beginn steht. Mit vier Wochen ist die Darstellung im ganzen Mark weit fortgeschritten und auch in der Rinde treten bereits myelinisierte Fasern in Erscheinung. Die dem Reifezustand entsprechende Färbbarkeit wird mit etwa zwei Monaten erreicht.

Im Vergleich zu unseren eigenen Feststellungen sei nun kurz angegeben, was sich der uns zugänglichen Literatur entnehmen ließ. Arbeiten über die klinische Beobachtung der Motilitätsentwicklung bei der Katze scheinen sehr selten zu sein. Wir konnten lediglich diejenigen von Lindemann und Rieck sowie von Weiß finden. Beide sind vom tierpsychologischen Blickwinkel aus konzipiert und rein deskriptiv, so daß Angaben mehr neurologischer Art, wie zum Beispiel über Haltungs- und Stellreaktionen, Verhalten im freien Fall und ähnliches, fehlen.

Die Angaben von Lindemann und Rieck beziehen sich auf Wildkatzen, das heißt drei Tiere eines Wurfes, welche von ihrer Mutter aufgezogen wurden. Vor dem Öffnen der Augen bewegten sich die Tiere wenig, Lagewechsel erfolgten durch Wälzen nach der Seite und auf den Rücken. Mit zwei Wochen konnte noch nicht von Gehen, sondern nur von Kriechen gesprochen werden. Dagegen machten die Tiere mit drei Wochen bereits relativ schnelle Gehbewegungen und die ersten unbeholfenen Sprünge und Kletterversuche. Mit vier Wochen waren Gehen und Springen bereits geschmeidig. Mit viereinhalb Wochen Herunterspringen von der Kiste (30 cm), mit fünf Wochen Hinaufspringen. Mit sechs Wochen offenbar ausgereifte Motilität, wobei bezeichnenderweise Klettern zuerst vollkommen.

Bei diesen Wildkatzen scheint die Entwicklung der Motilität also gegenüber den von uns beobachteten Hauskatzen nicht wesentlich anders zu sein.

Weiß beobachtete bei seinen Hauskatzen – die mutterlos aufgezogen wurden – bereits mit sechs Tagen Hochstemmen auf den Vorderbeinen, während mit den Hintergliedmaßen nur schiebende Bewegungen gemacht wurden. Die Tiere fielen dabei oft seitwärts um. Auch am zehnten Tag noch Stürzen bei Sitzversuchen. Am fünfzehnten Tag wurde der Gang bereits sicherer, die Schwanzbewegungen lebhafter, am vierundzwanzigsten Hochklettern am Hosenbein, am siebenundzwanzigsten Spielen mit einem Ball und am sechsunddreißigsten Tag freies Herunterspringen von 1,5 m. Ob die gegenüber unserer Beobachtung beschleunigte Entwicklung durch die mutterlose Aufzucht (Bindung an den Menschen) mitbedingt war, muß offen bleiben.

Schon nach diesen beiden Angaben (denen jene von Chiarugi und Pompeiano beizufügen ist, wonach die Motilität der Katze etwa um den 74. Lebenstag ausgereift sei) scheint es, daß nicht unerhebliche Unterschiede von Wurf zu Wurf, teilweise vielleicht auch von Tier zu Tier vorkommen. Im großen stimmen aber die Beobachtungen überein, und vor allem vermerken sämtliche Beobachter, daß die Ausdifferenzierung der Motilität ein zeitliches Gefälle von cranial nach caudal aufweist.

Auch zur histologischen Ausdifferenzierung der Kleinhirnrinde gibt es nur eine beschränkte Zahl von Arbeiten.

Markstahler, der sich hauptsächlich mit der fötalen Entwicklung des Katzenkleinhirns befaßt, macht einige Angaben über den Zustand nach der Geburt (zwei Tage). Er stellt fest, daß die embryonale Körnerschicht immer noch relativ breit ist, und findet noch in radiären Reihen angeordnete embryonale Körnerzellen, betont aber, daß diese Zellstraßen nie die Molekularschicht durchsetzen. Die Purkinjzellschicht besitze mit ihren regelmäßig angeordneten Elementen durchaus adulten Charakter. Von der ventrikulären Matrix findet er lediglich im Gebiet des Lobus posterior, nahe dem Telaansatz, noch geringe Reste. Die Zellen der Lamina granularis interna hält er mit fünf Tagen post partum für endgültig ausdifferenziert. Am 22. Lebenstag findet er die embryonale Körnerschicht im Gebiet des Vermis und der Hemisphären nur noch als Saum von ein bis zwei Zellagen. Daneben entspreche das histologische Bild der Kleinhirnrinde ganz demjenigen des ausgewachsenen Tieres.

Nach Chiarugi und Pompeiano sind bei der neugeborenen Katze die Gegenwart einer Lamina granularis externa, die Schmalheit der Molekularschicht, die Unreife der Zellkörper, insbesondere der Purkinjzellen, sowie die geringe Breite der inneren Körnerschicht embryonale Merkmale. Die Zellen der äußeren Körnerschicht wandern im wesentlichen quer durch die Molekularschicht und Purkinjzellige in die innere Körnerschicht, deren Hauptelemente sie liefern. Die Wanderung soll bis zum 28. Tag sehr intensiv sein, sich nachher verlangsamen, jedoch erst nach etwa 74 Tagen mit dem Verschwinden der Lamina granularis externa erlöschen. Parallel mit der Rückbildung der Lamina granularis externa geht die Breitenzunahme der Lamina molecularis, die Entwicklung der Purkinjzellendriten, der Kletterfasern und der Faserkörbe. Die histologische Entwicklung der Kleinhirnrinde zeigt deutliche Parallelität mit der Vervollkommnung der motorischen Kontrolle über den Körper. Als wesentlichste Vorgänge

in der postnatalen Ausdifferenzierung der Kleinhirnrinde betrachten sie die Zubildung neuer Zellelemente, die Vervollkommnung der Struktur der schon bestehenden Zellen und die Herstellung zahlreicher neuer intercellulärer Beziehungen.

Baffoni betont, daß im Kleinhirn Mitosen sehr viel länger zu beobachten sind als in den andern Zonen des Zentralnervensystems. Die Kleinhirnmorphogenese hält er für vollständig nach etwa einem Monat (vgl. Chiarugi-Pompeiano). Im Stratum ventriculare oder der inneren Keimschicht sind die Mitosen bei weit fortgeschrittenen Fötalstadien, in der inneren Körnerschicht bis zur Geburt und in der äußeren Körnerschicht bis einen Monat nach der Geburt vorhanden. Den Abschluß der Morphogenese des Kleinhirns mit etwa einem Monat hält er für «in coincidenza con l'attitudine all'attività locomoria». Besonders eingehend hat sich Baffoni mit dem Problem der Purkinjezellen befaßt. Er führt eine Reihe von Gründen an, die ihn zur Annahme bewegten, daß die Purkinjezellen Elemente mit kurzem Lebenszyklus (nach Stefanelli) sind, das heißt, daß sie zeitlebens der Degeneration anheimfallen und durch neue Elemente ersetzt werden, da ihre Zahl selbst in der Wachstumsphase des Cerebellums, die über die Zeit der Rindendifferenzierung hinausgeht, sowie ihre Abstände konstant bleiben, mit Ausnahme der Zeit des Seniums. Er glaubt, daß der Nachschub durch die sogenannten Golgizellen gewährleistet werde. Diese sollen nichts anderes als in Differenzierung begriffene junge Purkinjezellen sein. Dagegen meinen Chiarugi und Pompeiano, daß die Dichte der Purkinjezellen mit zunehmendem Alter abnehme und daß sich gleichzeitig ihre Fortsätze vermehrten.

Ergänzend sei vermerkt, daß Borowsky die postnatale Entwicklung des menschlichen Kleinhirns bearbeitet hat. Nach ihm persistiert die äußere Körnerschicht während 6–7 Monaten, ja kann sogar bei Erwachsenen in Resten aufgefunden werden. Entsprechend der sich über viele Monate erstreckenden Ausbildung der Motilität beim Menschen reift auch das Kleinhirn verhältnismäßig spät aus (vgl. auch Landau).

Vergleichen wir die Angaben aus der Literatur, welche hier nur stichwortartig wiedergegeben wurden, mit unseren eigenen Ergebnissen, so fällt besonders folgendes auf:

Wir gehen nicht einig mit den Angaben von Markstahler, wonach die Purkinjezellschicht bereits im Alter von zwei Tagen adulten Charakter besitze. Die Purkinjezellen zeigen erst mit etwa acht Wochen eine ausgereifte Form, und ihre Größe nimmt ebenfalls einigermaßen parallel mit den Differenzierungsvorgängen zu. Besonders deutlich fällt die Verschiebung der Kern-Plasma-Relation zugunsten des Plasmaleibes auf. Außerdem scheint gegen Ende der Entwicklung noch eine gewisse Auflockerung der Purkinjezellschicht, das heißt eine Vergrößerung der Abstände zwischen den einzelnen Zellen einzutreten. In der äußeren Körnerschicht läßt sich, solange Reste von ihr nachweisbar sind, also unter Umständen bis zum vierten Monat Aktivität nachweisen, das heißt es sind immer noch Mitosen zu sehen. Wohin allerdings die noch nachgeschobenen Elemente gehen, ist unklar. Chiarugi und Pompeiano meinen, daß die starke Ausbildung der Fasergeflechte in der Molekularschicht, besonders infolge des Wachstums der Purkinjezellendriten, eine Behinderung der Wanderung der nachgeschobenen Elemente bedeuten könne. Sie glauben deshalb, daß nach Abschluß des stürmischen Wachstums um den 37. Tag die lange Dauer der Persistenz von Resten der Granularis interna dadurch bedingt sein könnte. Es dürfte schwierig sein, sich nach dem statischen histologischen Präparat über Bewegungen der Zellen zur Wande-

rungszeit zu äußern, insbesondere auch deshalb, weil diese Zellen sich während ihrer Migration verändern, das heißt allmählich ihre endgültige Gestalt annehmen, wogegen man den Jugendformen nicht ansieht, was aus ihnen werden wird.

Diese Schwierigkeit trifft man insbesondere bei den Purkinjezellen, von denen die meisten Autoren die ausschließliche Herkunft aus der ventrikulären Matrix behaupten, wobei, wie wir sahen, Baffoni ihre Bildung teilweise über die Zwischenstufen der Golgizellen postuliert. Diese letzteren wie auch Zellen der Lamina granularis interna, die den Charakter von Neuroblasten beibehalten, hält er für Abkömmlinge der ventrikulären Matrix. Er äußert sich nicht darüber, was aus diesen letzteren Elementen später wird, auch nicht zur Frage, ob solche auch aus der äußeren Körnerschicht kommen könnten, die nach ihm «almeno una parte» der inneren Körnerschicht liefert. Die Ansicht Baffonis ist nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen, da zwischen den Golgizellen und den typischen, voll ausgebildeten Purkinjezellen wenigstens in den jungen Phasen fließende Übergänge bestehen.

Da mit den üblichen morphologischen Methoden folglich diese dynamischen Vorgänge nicht sicher zu erfassen sind, muß es ein Bestreben sein, bei Fehlbildungen des Kleinhirns eine histogenetische Interpretation zu suchen, das heißt, aus dem fehlerhaften Endresultat auf gestörte Migrationsverhältnisse und damit rückgreifend auf die normalen Vorgänge zu schließen. Allerdings ist auch hierbei Vorsicht am Platze. Finden sich beispielsweise typische Purkinjezellen im Bereich der Molekularschicht, so muß dies nicht unbedingt bedeuten, daß sie von der äußeren Körnerschicht herkommen, sondern es kann sich auch um eine Fehlwanderung aus der Tiefe bis in die Molekularschicht hinaus handeln. Größere Bedeutung hingegen käme etwa dem Fehlen der Granularis externa bei ganz jungen Tieren mit Kleinhirnefehlbildungen zu, da man dann die nicht angelegten Rindenelemente mit einiger Wahrscheinlichkeit dieser Keimschicht zuordnen könnte.

Zusammenfassung

An einer Reihe von jungen Katzen – vom Neugeborenenalter bis zu vier Monaten – wurde die histologische Differenzierung des Kleinhirns untersucht. Zugleich wurde an Katzen die Entwicklung der Motilität von der Geburt bis zum Alter von 50 Tagen genau verfolgt. Alle Elemente der Symptomatologie, welche Tiere mit sogenannter angeborener cerebellärer Ataxie aufweisen, können im Verlauf des normalen Aufbaus der Motilität beobachtet werden.

Es besteht eine eindeutige Parallelität zwischen der Ausdifferenzierung der Kleinhirnrinde und der Entwicklung der Bewegungsfähigkeit und -koordination.

Histologisch ist vor allem die starke Ausbildung der Lamina granularis externa (äußere Keimschicht) beim Neugeborenen und das Anhalten einer hohen Mitoseaktivität in dieser Schicht bis um die 12. Lebenswoche bemerkenswert, während die ventrikuläre Matrix bereits beim Neugeborenen inaktiviert, das heißt zum Ependym umgewandelt ist. Da also die Lamina granularis externa von einem Zeitpunkt an, wo das Cerebellum erst die Hälfte seiner endgültigen Größe erreicht hat, nahezu der alleinige

Träger des Zellnachsches ist, dürfte ihre Bedeutung für den Aufbau besonders der Kleinhirnrinde eine ganz wesentliche sein.

Hauptzweck unserer Untersuchungen war, die Grundlagen für das Verständnis der klinischen und anatomischen Erscheinungen bei Fehlbildungen des Kleinhirns der Katze vermehren zu helfen.

Résumé

On a procédé à la différenciation histologique du cervelet d'une série de jeunes chats, du nouveau-né au chat de 4 mois. En même temps, on a observé chez des chats le développement de la motilité dès la naissance jusqu'à l'âge de 50 jours. Il est loisible d'enregistrer tous les éléments de la symptomatologie que les animaux atteints d'ataxie cérébelleuse innée présentent au cours du développement normal de la motilité. Il existe un parallélisme net entre la différenciation de l'écorce cérébelleuse et le développement de la capacité mobile et de coordination. Du point de vue histologique, il est surtout remarquable d'observer le fort développement de la lamina granularis externa (couche germinative externe) chez le nouveau-né et la persistance de l'activité mitotique dans cette couche jusque vers la douzième semaine d'existence, tandis que la matrice ventriculaire est déjà inactivée chez le nouveau-né, c'est-à-dire transformée en épendyme. Alors que la lamina granularis externa est presque le seul porteur de cellules à un moment où le cervelet vient d'atteindre la moitié de sa grosseur, sa signification dans la composition de l'écorce du cervelet, avant tout, est très importante. Notre but a été d'augmenter le nombre de bases permettant de mieux comprendre les symptômes cliniques et anatomiques lors de malformations de cervelet du chat.

Riassunto

In una serie di giovani gatti - da neonati a 4 mesi - fu esaminata la differenziazione istologica del cervelletto. Nello stesso tempo in essi fu seguito in modo esatto lo sviluppo della motilità, dalla nascita all'età di 50 giorni. Tutti gli elementi della sintomatologia che presentano gli animali con la cosiddetta atassia congenita di natura cerebrale si possono osservare sul decorso della struttura normale della motilità. Si verifica un chiaro parallelismo fra la differenziazione della corteccia del cervelletto e lo sviluppo della capacità e il coordinamento della motilità. Sotto l'aspetto istologico si nota la formazione pronunciata della lamina granularis esterna (strato germinativo esterno) nel neonato e la persistenza di una elevata attività mitotica in questo strato, verso la dodicesima settimana di vita, mentre la matrice ventricolare è già inattivata nel neonato, cioè trasformata all'ependima. Poiché la lamina granularis externa ha raggiunto la metà della sua grandezza definitiva solo dal momento in cui il cervello è quasi l'unico sostegno della recrudescenza cellulare, la sua importanza per la formazione soprattutto della corteccia cerebrale potrebbe essere molto essenziale. Scopo principali delle nostre indagini fu di aumentare le basi per comprendere le manifestazioni cliniche ed anatomiche nelle malformazioni del cervelletto nel gatto.

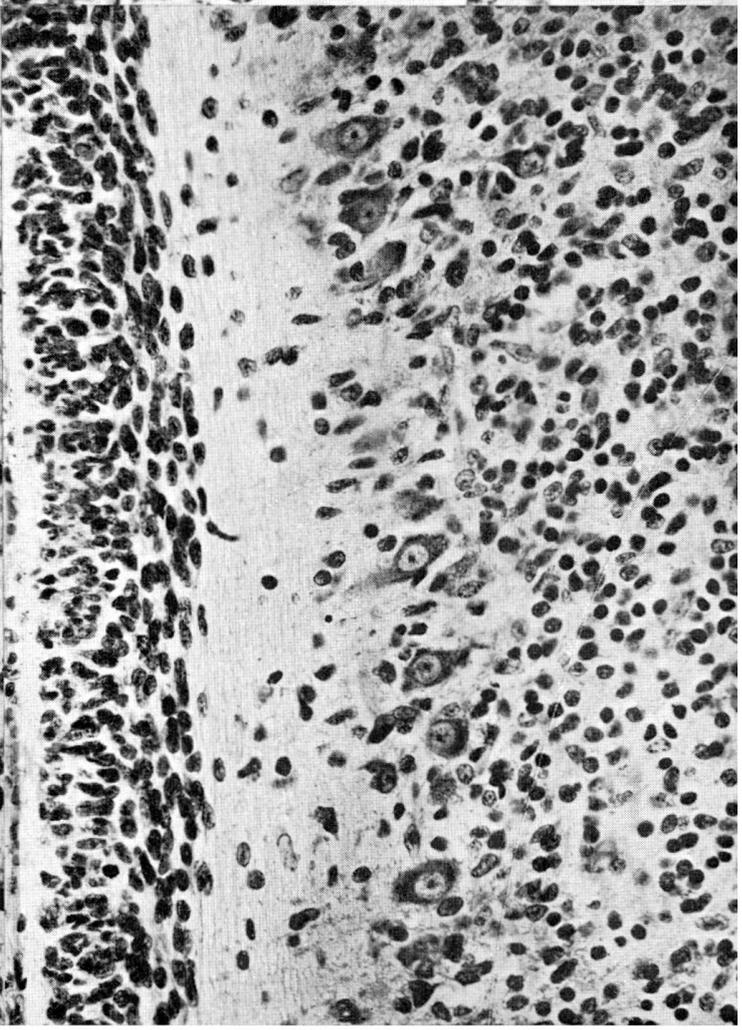
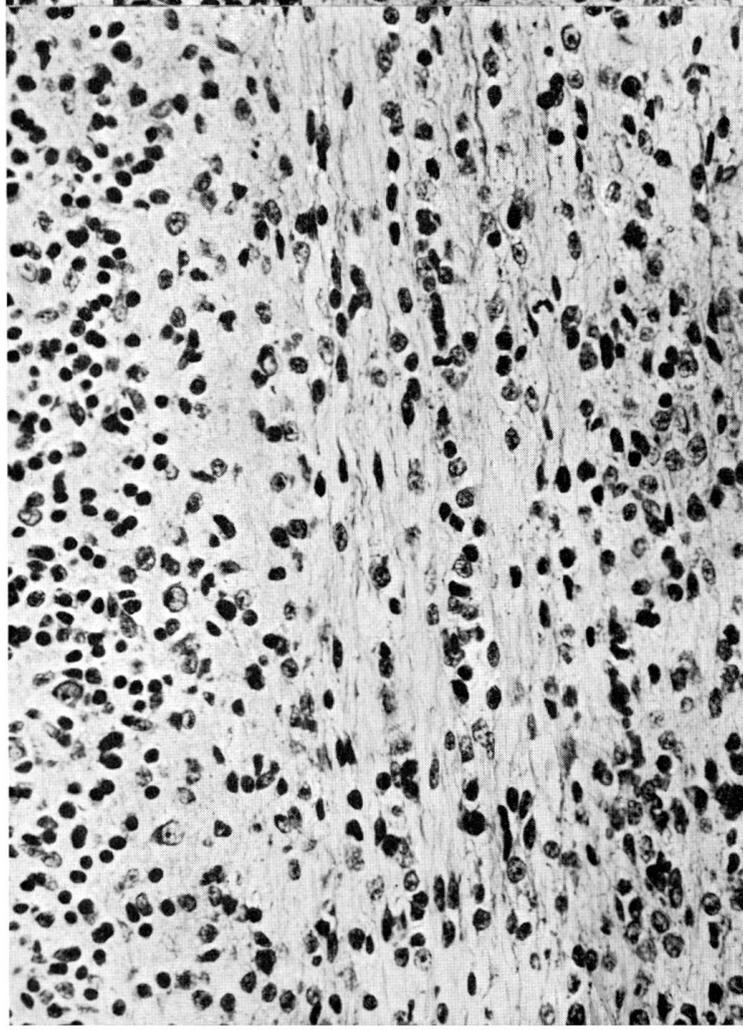
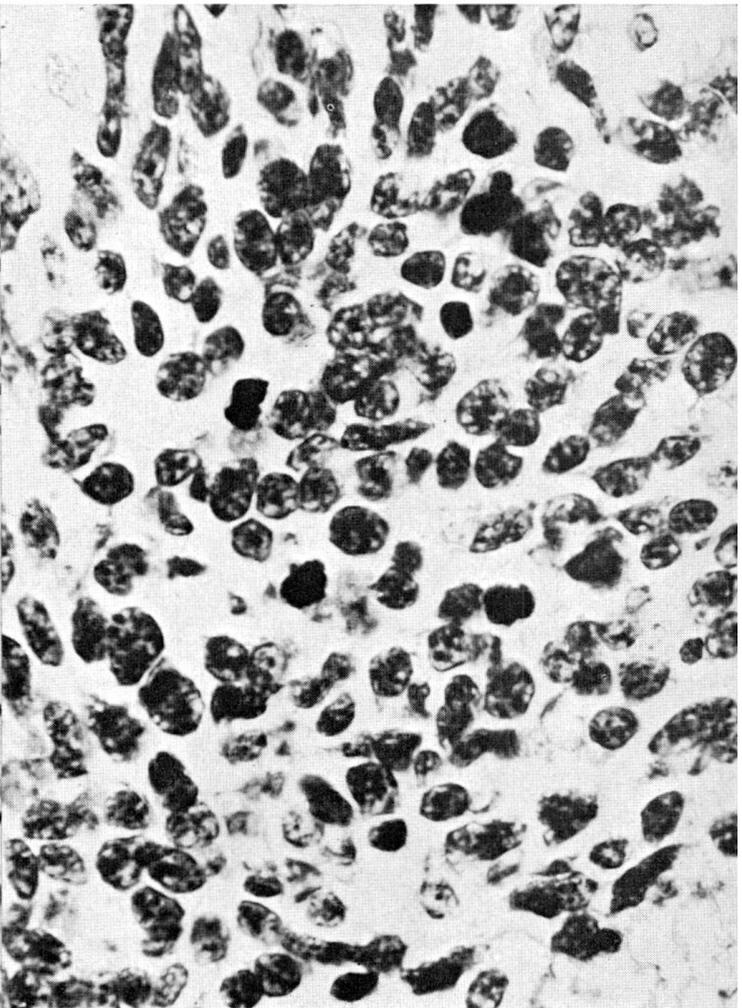
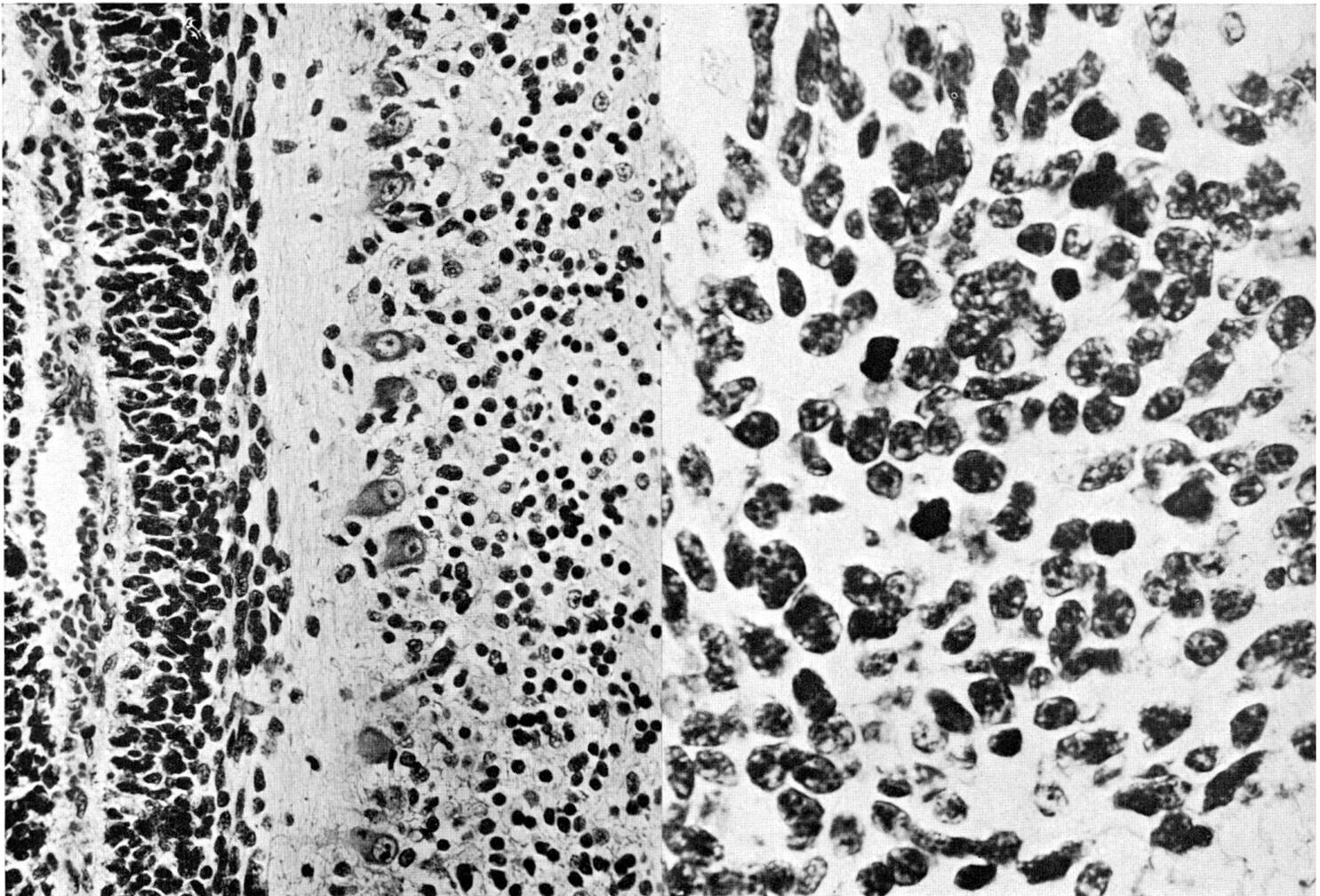
Summary

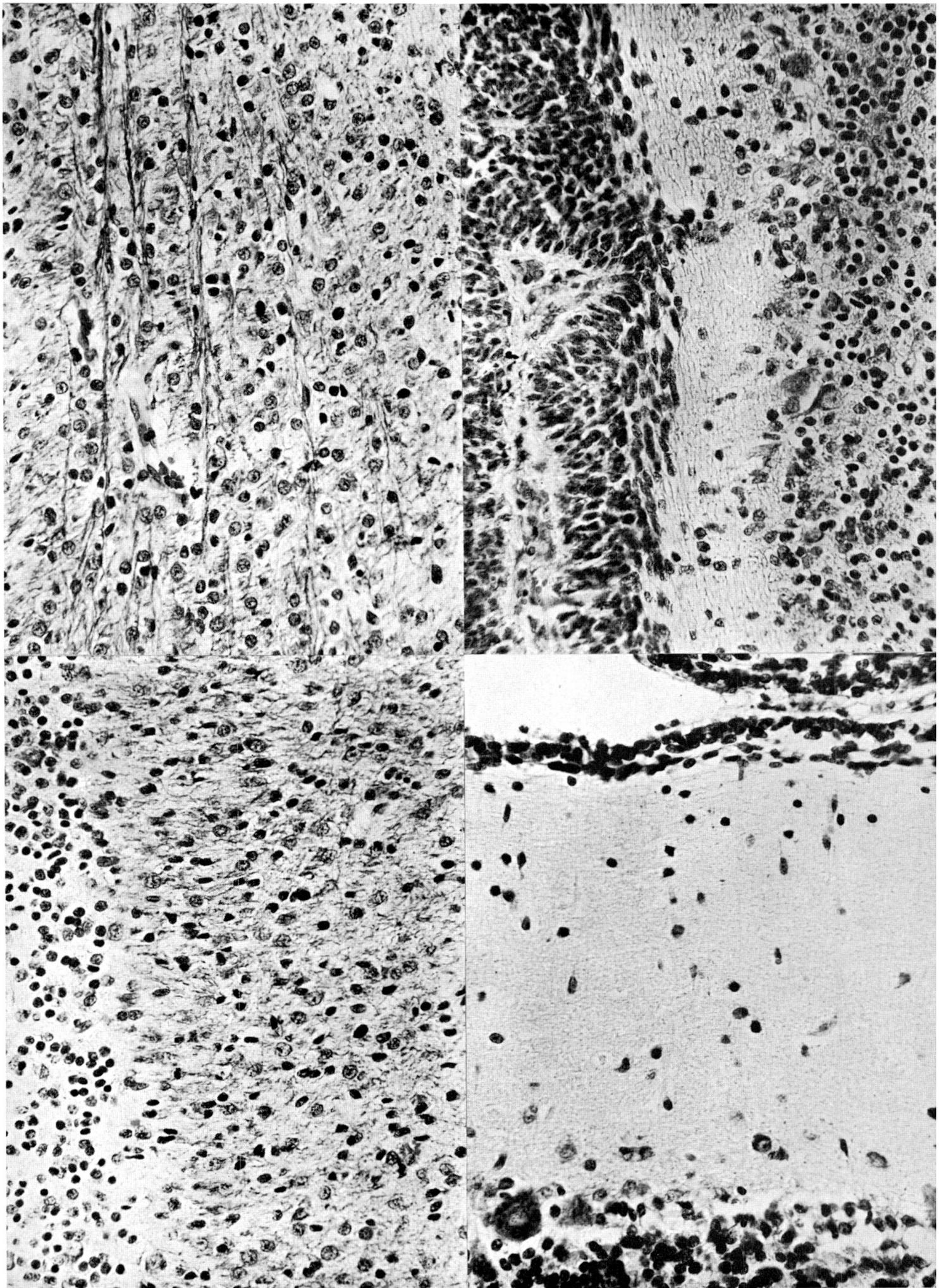
In a series of young cats from new-born up to the age of 4 months the histological differentiation of the cerebellum is investigated. At the same time the development of motility from birth to the age of 50 days is exactly observed. All elements of the symptomatology of animals with the so-called inborn cerebellar ataxia can be studied with the development of normal motility. There exists a distinct parallelism between the differentiation of the cortex of the cerebellum and the development of the ability of motion and co-ordination. Especially remarkable is the prominent development of the lamina granularis externa (external germinal layer) in the new-born and the going on

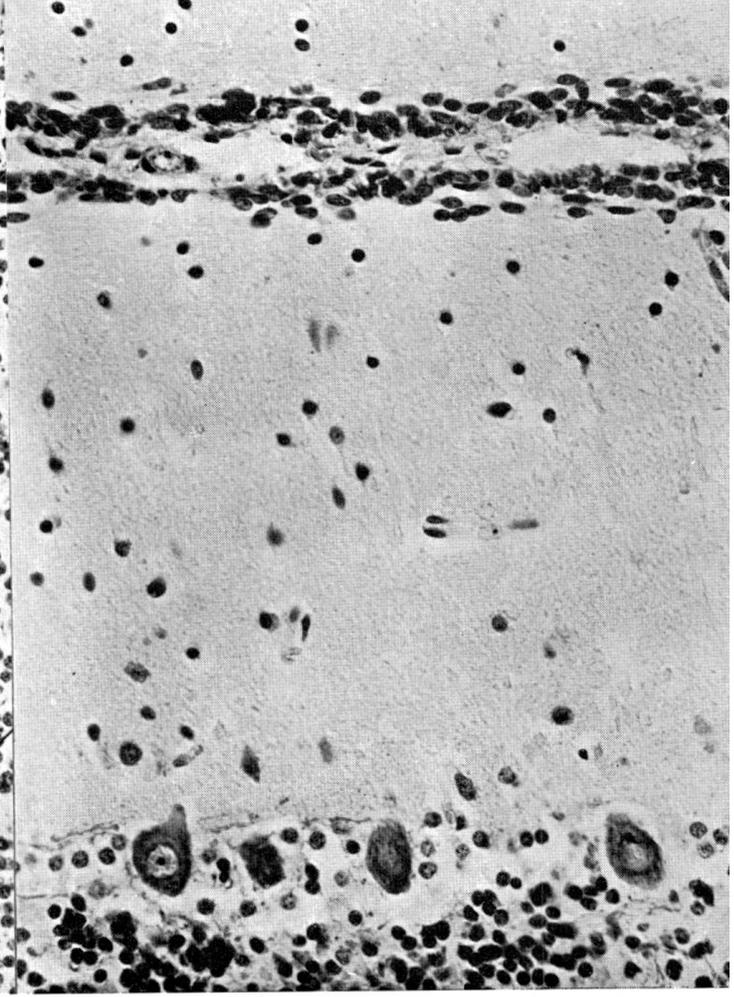
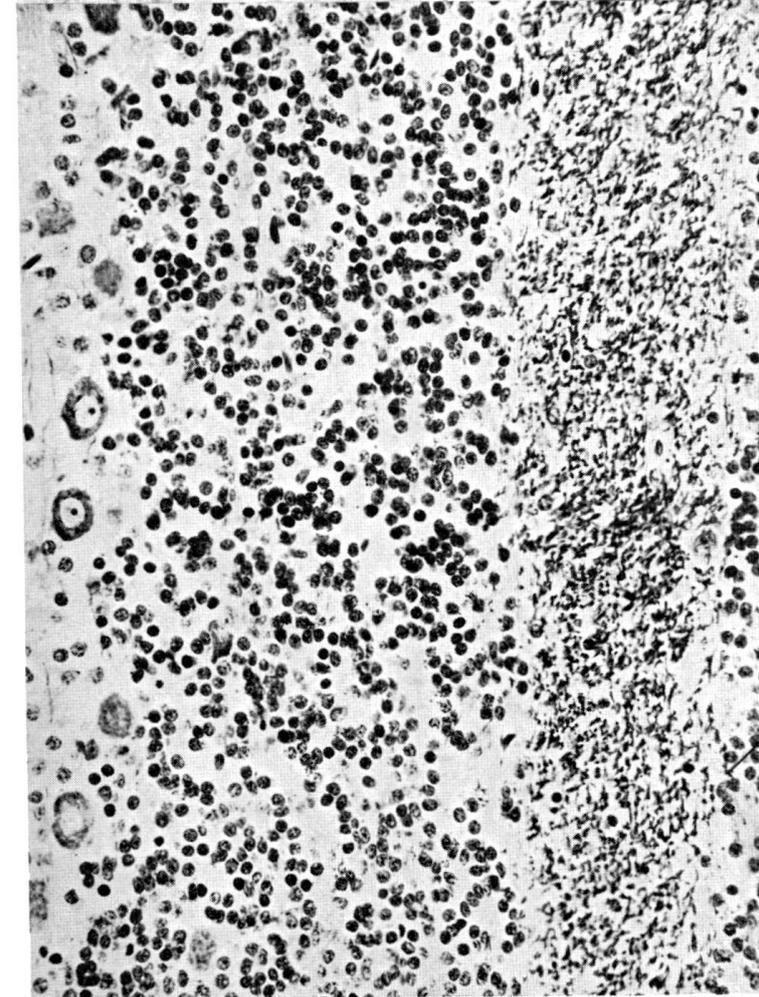
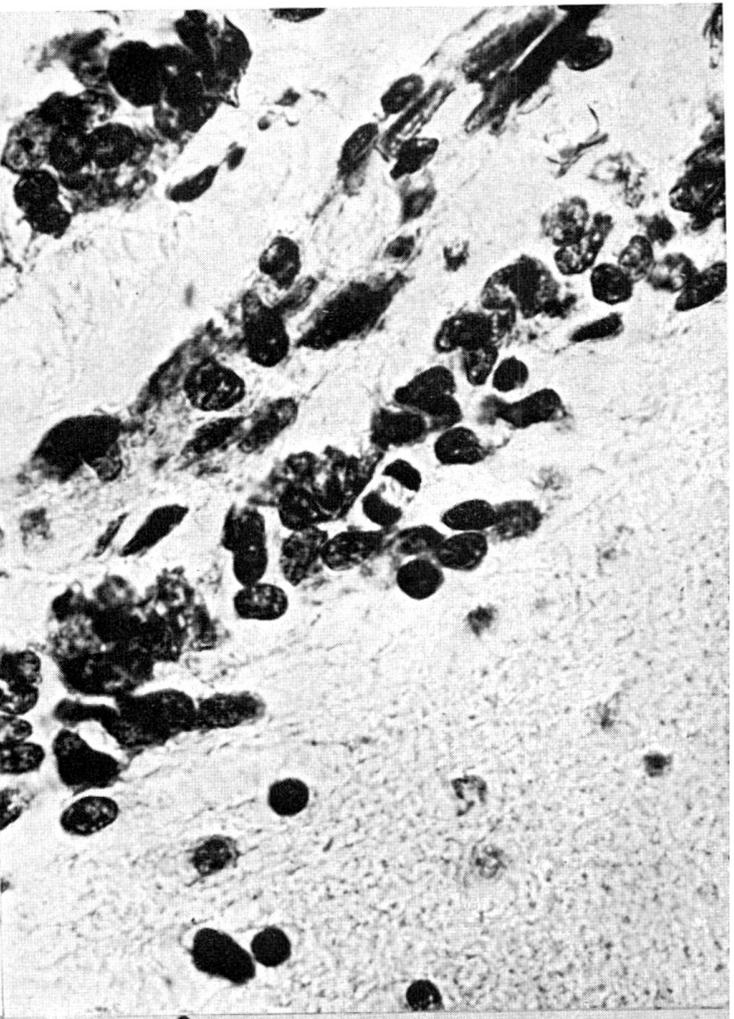
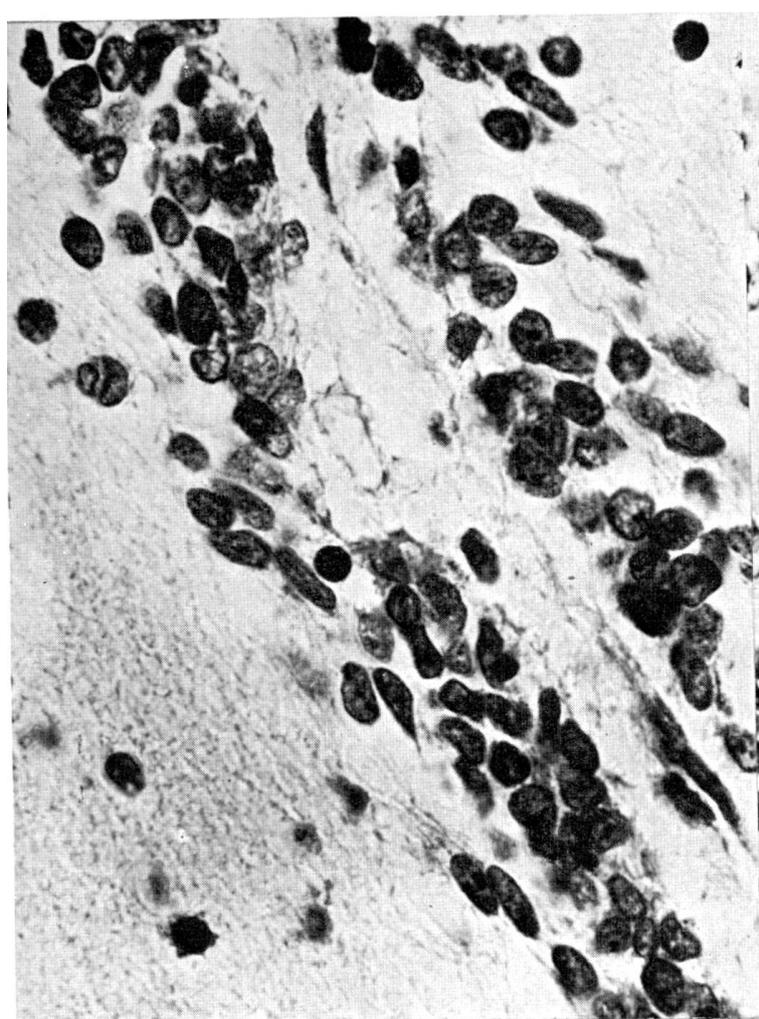
of a high mitotic activity in this layer up to the 12th week of life, while the ventricular matrix is already inactive at birth, i. e. changed into ependyma. As the lamina granularis externa is almost the only carrier of cellular production at a moment, where the cerebellum has reached only half of the final size, the lamina granularis externa must have a fundamental importance especially for the structure of the cerebellar cortex. The main aim of the investigation was to create a basis for understanding of clinical and anatomical appearance of malformation of the cerebellum in cats.

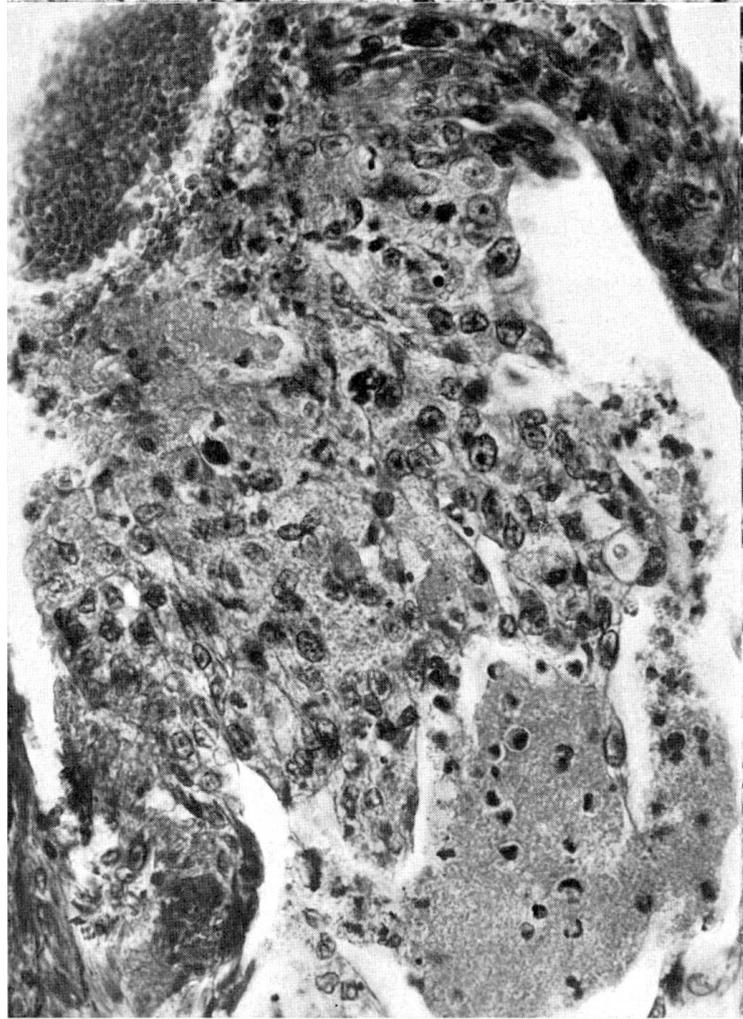
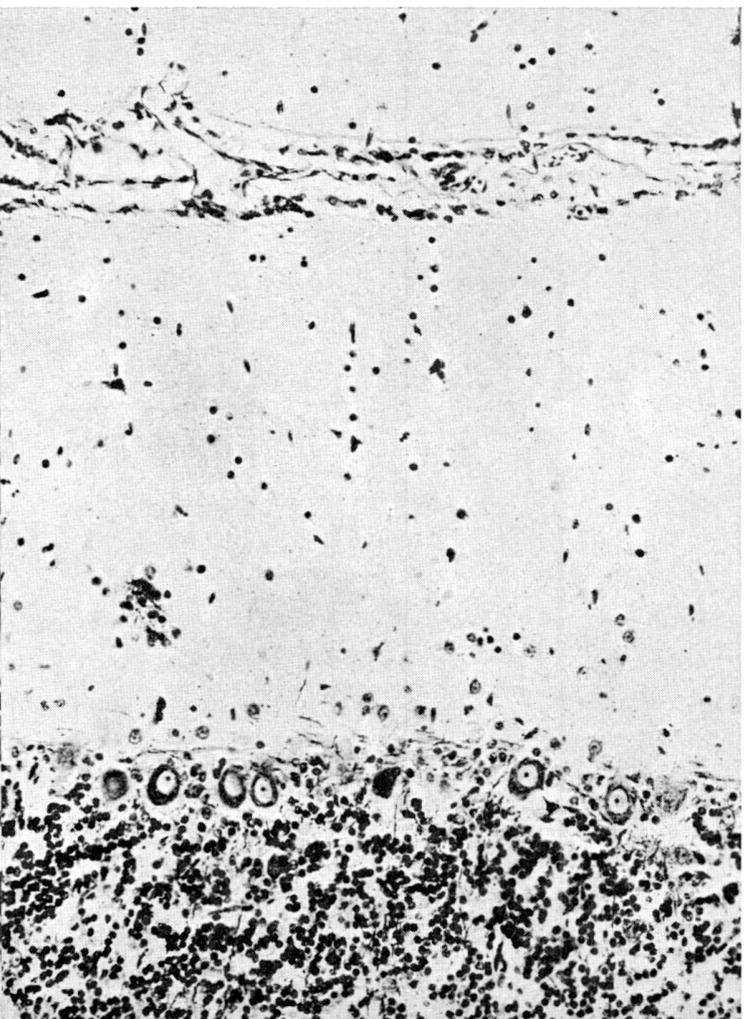
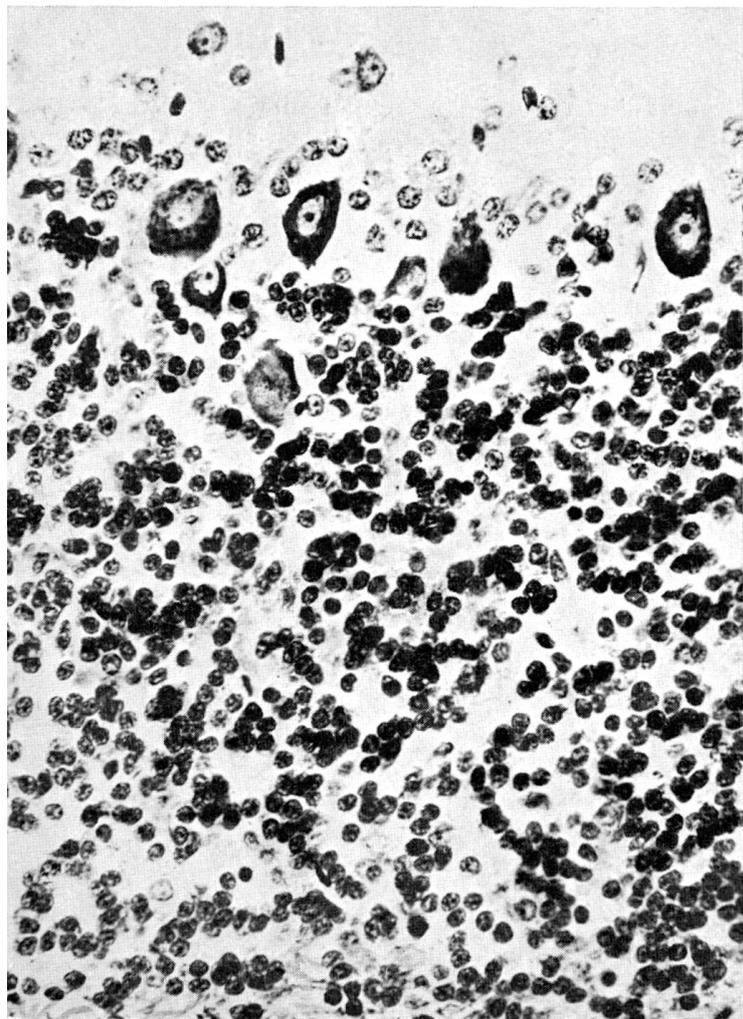
Literatur

- Baffoni G.M.: Contributo alla conoscenza della morfogenesi e dell'istogenesi cerebellare. Arch. Zool. ital. 41, 1-113 (1956). – Bäßler H.P.: Die Reflexuntersuchung beim Hund. Arch. exp. Vet. Med. 15, 100-140 (1961). – Beck G.M.: The cerebellar terminations of the spino-cerebellar fibers of the lower lumbar and sacral segments of the cat. Brain 50, 60-98 (1927). – Borowsky M.L.: Beiträge zur postembryonalen Entwicklung der Kleinhirnrinde beim Menschen. Schweiz. Arch. Neurol. Psychiat. 39, 72-83; 225-239 (1937). – Brodal A.: Die Verbindungen des Nucleus cuneatus externus mit dem Kleinhirn beim Kaninchen und bei der Katze. Z. Neurol. 171, 167-199 (1941). – Brodal A.: The cerebellar connections of the nucleus reticularis lateralis (Nucl. funiculi lateralis) in rabbit and cat. Experimental investigations. Acta psychiat. 18, 171-233 (1943). – Brodal A.: Reticullo-cerebellar connections in the cat. An experimental study. J. comp. Neurol. 98, 113-153 (1953). – Chiarugi E. und Pompeiano O.: Sui rapporti fra istogenesi ed eccitabilità del lobus anterior nel gatto neonato. Arch. Sci. biol. 38, 493-531 (1954). – Clara M.: Das Nervensystem des Menschen. 2. Aufl. Leipzig (Barth 1953). – Dow R.S.: The fiber connections of the posterior parts of the cerebellum in the rat and cat. J. comp. Neurol. 63, 527-548 (1936). – Ellenberger-Baum: Vergleichende Anatomie der Haustiere. 18. Aufl., bearbeitet von O. Zietzschmann, E. Ackerknecht und H. Grau. Berlin (Springer, 1943). – Frauchiger E. und Frankhauser F.: Vergleichende Neuropathologie des Menschen und der Tiere. Berlin (Springer) (1957). – Hampson J.L.: Relationship between cat cerebral and cerebellar cortices. J. Neurophysiol. 12, 37-50 (1929). – Jakob A.: Das Kleinhirn. In von Möllendorff's Handbuch der mikr. Anat. des Menschen Bd. 4. 674-916. Berlin (Springer 1928). – Jansen J. and Jansen J. jr.: On the efferent fibers of the cerebellar nuclei in the cat. J. comp. Neurol. 102, 607-632 (1955). – Jansen J. und Brodal A.: Das Kleinhirn. Berlin (Springer 1958). – Kaufmann J.: Untersuchungen über die Frühentwicklung des Kleinhirns beim Rind. Diss. med. vet. Bern 1959. – Koch P., Fischer H. und Stubbe A.E.: Die kongenitale cerebellare Ataxie bei Felis domestica als Erbleiden. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 68, 246-249 (1955). – Krölling O. und Grau H.: Lehrbuch der Histologie und vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haustiere. 10. Aufl. Berlin und Hamburg (Parey 1060). – Landau E.: Beitrag zur Kenntnis der Körnerschicht des Kleinhirns. Anat. Anz. 62, 391-399 (1927). – Landau E.: Zweiter Beitrag zur Kenntnis der Körnerschicht des Kleinhirns. Anat. Anz. 65, 89-96 (1928). – Landau E.: Über cytoarchitektonische Bauunterschiede in der Körnerschicht des Kleinhirns. Z. Anat. Entwickl. Gesch. 87, 551-557 (1928). – Latimer H.B.: The weights of the brain and of its parts, of the spinal cord and of the eyeballs in the adult cat. J. comp. Neurol. 68, 395-404 (1938). – Lindemann W. und Rieck W.: Beobachtungen bei der Aufzucht von Wildkatzen. Z. Tierpsych. 10, 92-119 (1953). – Magne de la Croix P.: Evolution et décadence locomotrice chez les mammifères. Rev. Path. comp. 40, 22-26 (1940). – Markstahler W.: Zur fetalen Entwicklung des Katzenkleinhirns unter besonderer Berücksichtigung seiner Rindenstruktur. Diss. med. vet. Zürich 1947. – Snider R.S.: Morphology of the cerebellar nuclei in the rabbit and cat. J. comp. Neurol. 72, 399-412 (1940). – Stroud B.B.: The development of the cerebellum in man and the cat. J. comp. Neurol. 5, 71-118 (1895). – Weiß G.: Beobachtungen an zwei isoliert aufgezogenen Hauskatzen. Z. Tierpsych. 9, 451-462 (1952). – Villiger E.: Gehirn und Rückenmark. 2. Aufl. Leipzig (Engelmann 1910). – Yoda S. und Katagiri: Y. Zur olivocerebellären Verbindung der Katze. Z. mikr. anat. Forsch. 50, 256-272 (1941.)









Bildlegende Im Druck sind die Abbildungen gegenüber den angegebenen Vergrößerungen um 15% verkleinert. Zur Montage mußten die Abbildungen im Hochformat orientiert werden. Die Abb. 1, 4, 6, 7 und 11 wirken bei Betrachtung im Querformat ansprechender. Alle Präparate sind mit Luxolblau-Cresyl gefärbt.

Abb. 1 Neugeborene Katze (Vergr. 300 ×) Längsschnitt aus Läppchen des Vermis. Von außen nach innen: dichtes Gefäßnetz der Leptomeninx mit Erythrozyten; massive embryonale Körnerschicht mit dichter vertikaler und lockerer horizontaler Zellage; sehr schmale, zellarme Molekularschicht; Purkinjzellschicht mit relativ kleinen, unregelmäßig angeordneten Typzellen, die relativ schmalen Protoplasmaleib und großen Kern besitzen (jugendliche Struktur); Lamina granularis interna mit locker angeordneten Kernen von wechselnder Größe und ungleichem Chromatingehalt.

Abb. 2 Neugeborene Katze (Vergr. 1000 ×). Zahlreiche Mitosen in äußerer Zellage der Lamina granularis externa.

Abb. 3 Neugeborene Katze (Vergr. 300 ×). Längsschnitt aus Marklamelle. Mit Luxolblau angefarbte Markscheidengerüste.

Abb. 4 Viertägige Katze (Vergr. 300 ×). Längsschnitt aus Läppchen des Vermis. In der äußeren Körnerschicht hat die innere Zellage auf Kosten der äußeren etwas zugenommen. Die Molekularschicht ist breiter geworden, einzelne Zellen der «Zellstraßen» sind sichtbar. Die innere Körnerschicht ist etwas dichter.

Abb. 5 Viertägige Katze (Vergr. 300 ×). Mark mit parallelem Faserverlauf und spärlichen angefarbten Markscheidengerüsten. Vorwiegend chromatinarme Kerne.

Abb. 6 14tägige Katze (Vergr. 300 ×). Breite der Lamina granularis externa infolge der Schnitt- richtung etwas übermäßig. Im unteren Bilddrittel innerhalb der Molekularschicht deutliche Zellstraßen. Purkinjzell- und innere Körnerschicht entsprechen Abb. 4.

Abb. 7 14tägige Katze (Vergr. 300 ×). Mark mit vorwiegend quergetroffenen Fasern. Am linken Bildrand die Lamina granularis interna. Zustand ähnlich wie in Abb. 5.

Abb. 8 4wöchige Katze (Vergr. 360 ×). Mächtige Breitenzunahme der Molekularschicht. Lamina granularis externa deutlich zurückgebildet, jedoch immer noch aktiv. Man erkennt Zellstraßen-Typzellen, teilweise sich von deren Innenseite ablösend.

Abb. 9 4wöchige Katze (Vergr. 1000 ×). Oberfläche zweier aneinanderstoßender Läppchen. In der erheblich schmäleren Lamina granularis externa ist die Unterteilung in horizontale und vertikale Zellage weitgehend verwischt. Noch immer scheinen sich an ihrer Innenseite Zellen loszulösen. Innerhalb von ihr wie in der Molekularschicht liegen vereinzelt identische Kerne.

Abb. 10 4wöchige Katze (Vergr. 1000 ×). Ähnlicher Ausschnitt wie auf Abb. 8. Mitotische Aktivität (Telophase in Bildmitte).

Abb. 11 4wöchige Katze (Vergr. 300 ×). Links Purkinjzellschicht, in ihrem Bereich spärliche mit Luxolblau abgefärbte Markscheiden. Innere Körnerschicht hat an Zelldichte etwas zugenommen. Zwischen den dichten Gruppen der Körnerzellen bereits zellose Parenchyminseln. Die Marklamelle enthält in ziemlich dichter Anordnung gefärbte Markscheiden (rechts).

Abb. 12 7wöchige Katze (Vergr. 320 ×). Die Lamina granularis externa hat sich gegenüber dem vierwöchigen Tier weiterhin reduziert. Übrige Rindenschichten wenig verändert.

Abb. 13 7wöchige Katze (Vergr. 400 ×). Zuerst im Bild, in Molekularschicht, zwei gut differenzierte Korbzellen. Neben eindeutigen Purkinje- und Golgizellen auch einige mögliche Übergangsformen. Die Struktur der inneren Körnerschicht zeigt adulten Charakter.

Abb. 14 4monatige Katze (Vergr. 160 ×). Lamina granularis externa bildet nicht mehr zusammenhängende Schicht. Molekularschicht gegenüber 7wöchigem Tier von etwa doppelter Breite (vgl. Vergrößerungsmaßstab). Rindenstruktur entspricht dem ausgereiften Zustand.