

Anatomie des Zentralnervensystems

Eine sehr elementare Einführung

Achim Feldmeier
SoSe 2008

peripheres Nervensystem

zentrales Nervensystem: Gehirn + Rückenmark

von pN zum Gehirn über Rückenmark: Spinalnerven

von pN direkt zum Gehirn: Hirnnerven

afferente Nerven: leiten Info zum Gehirn

efferent: leiten Info vom Gehirn

Großhirn = Cerebrum

Kleinhirn = Cerebellum

100 Milliarden Zellen mit
100 Billionen Synapsen

0.1% Neurone: Sinnesinput,
motorischer output

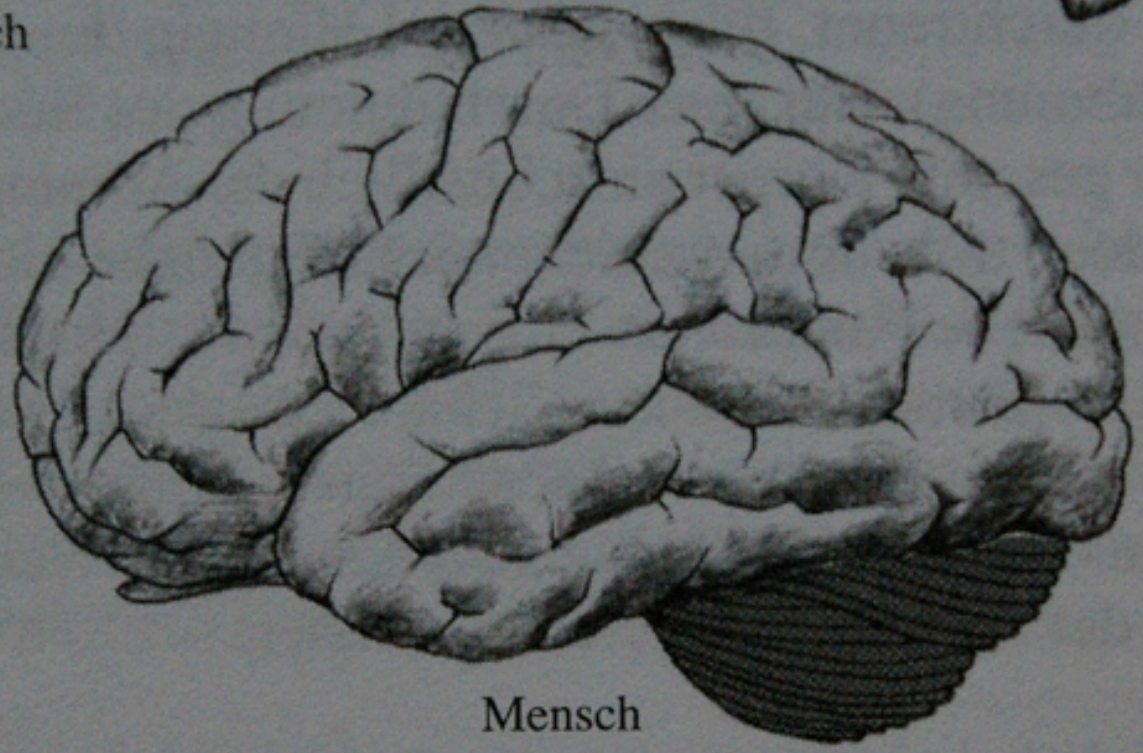
99.9% Neurone: interne
Info.verarbeitung



Frosch



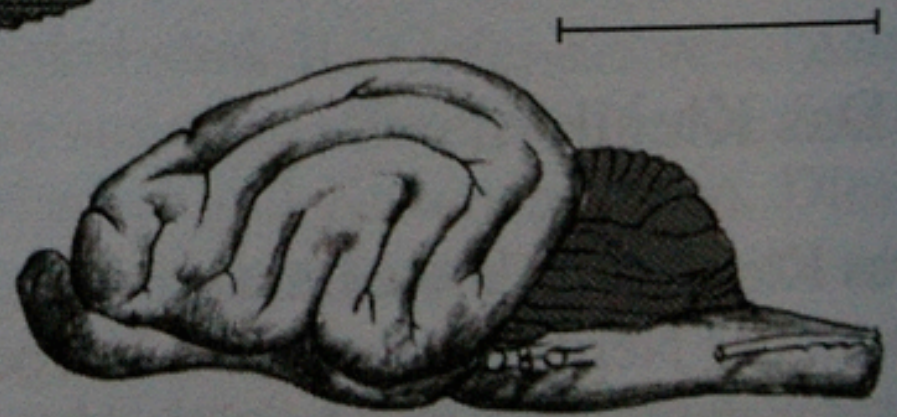
Alligator



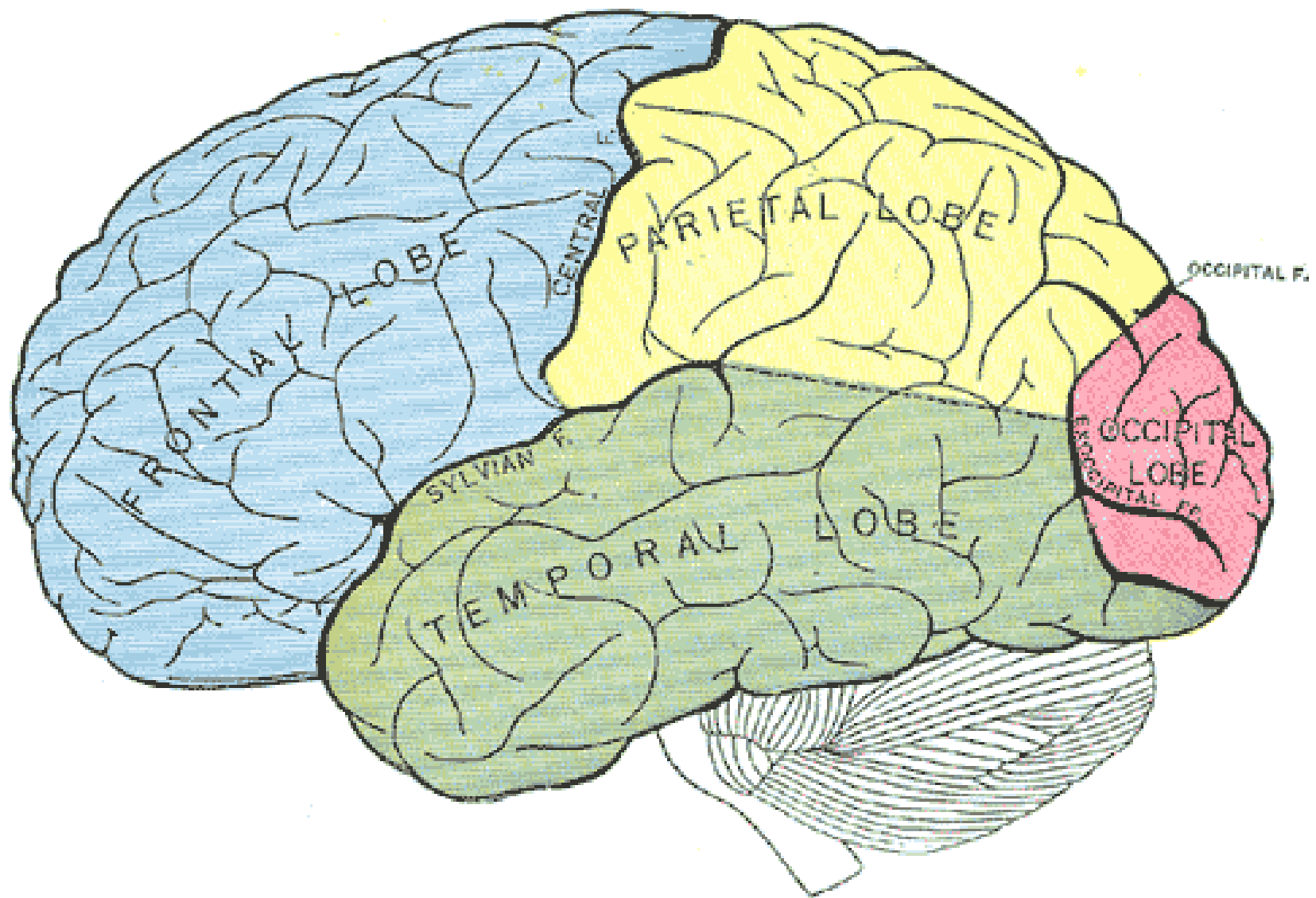
Mensch



Gans



Katze



FRONTAL LOBE

PARIENTAL LOBE

TEMPORAL LOBE

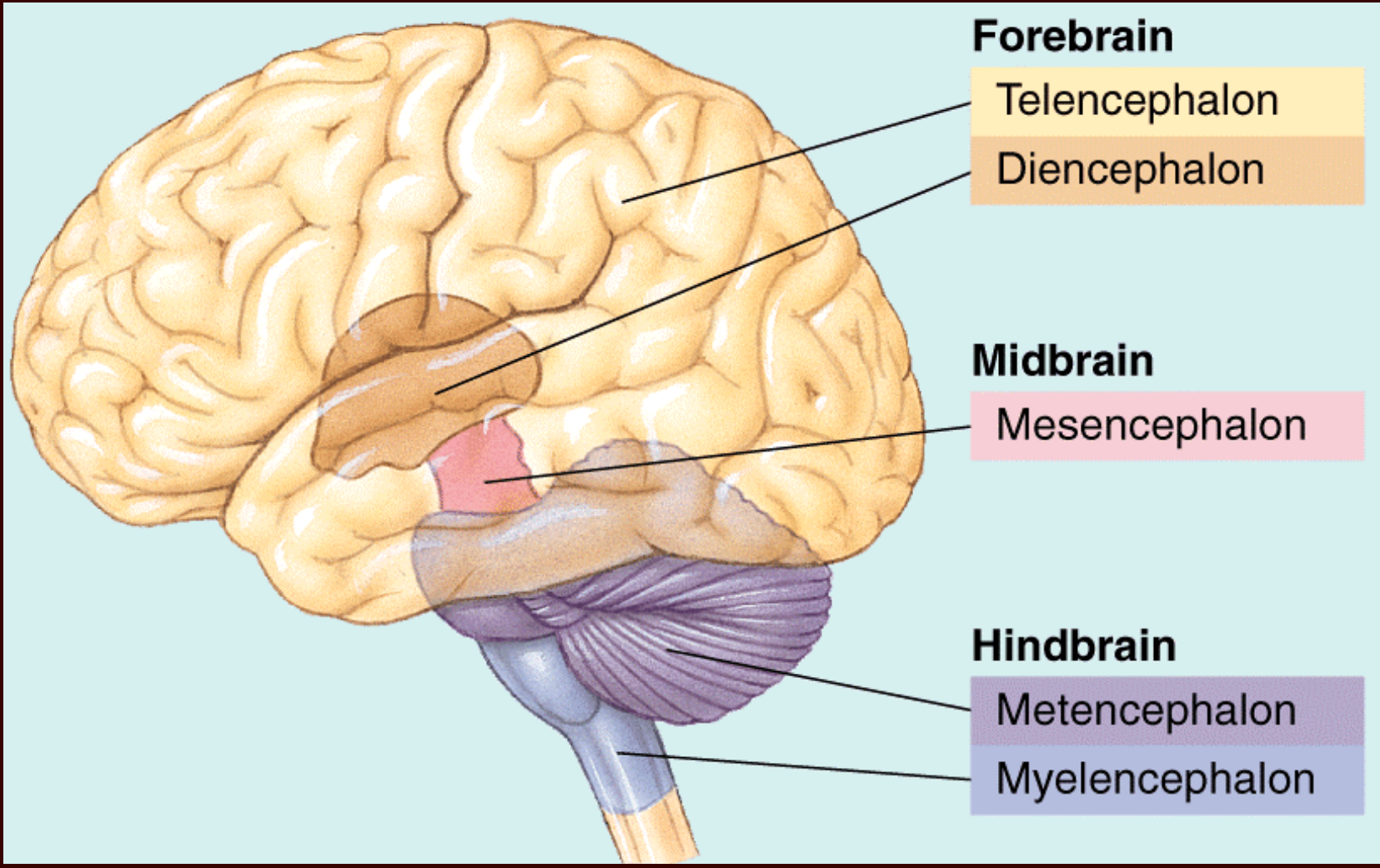
OCCIPITAL LOBE

CENTRAL F.

SYLVIAN F.

OCCIPITAL F.

OCCIPITAL F.



Forebrain

Telencephalon

Diencephalon

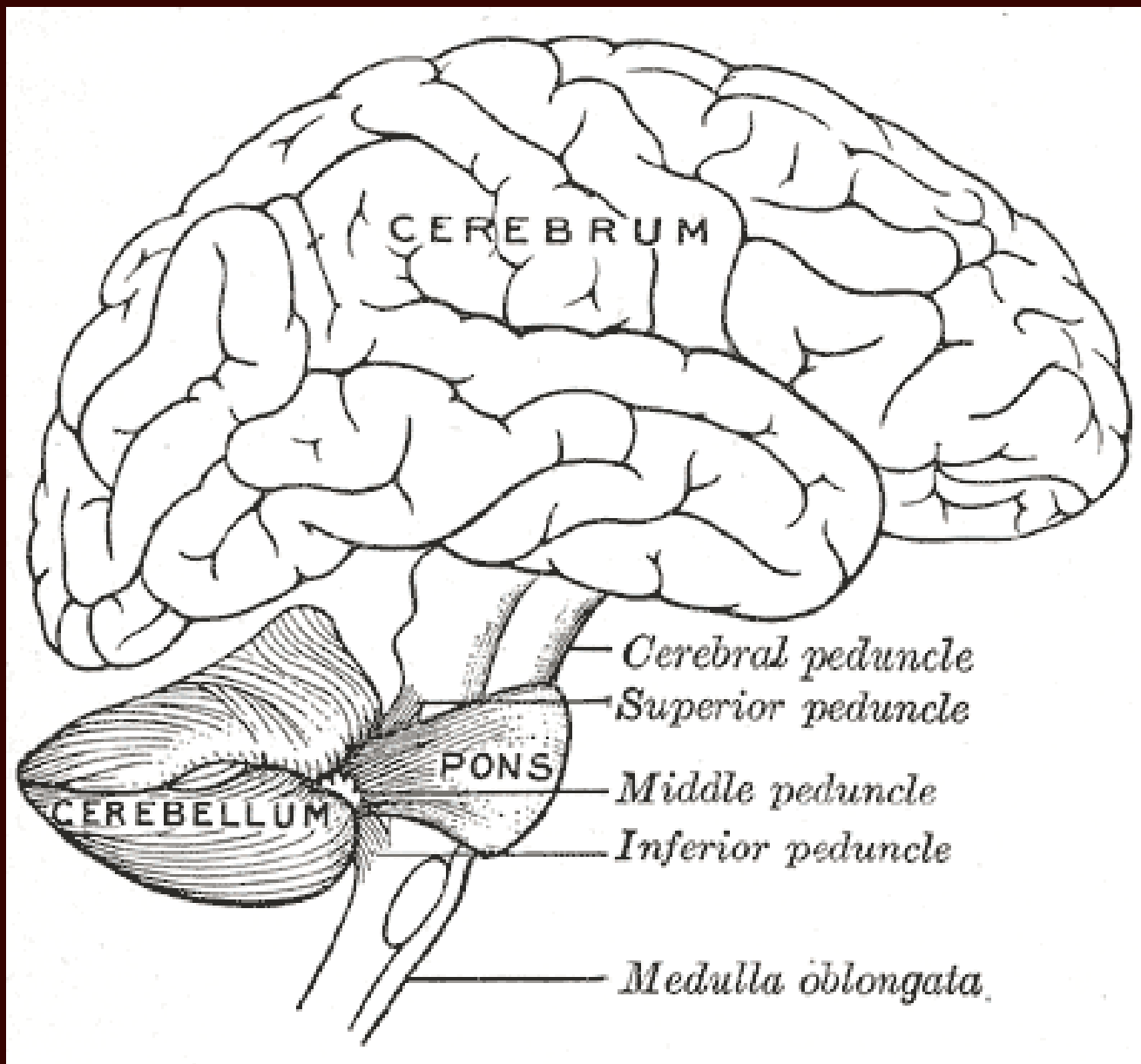
Midbrain

Mesencephalon

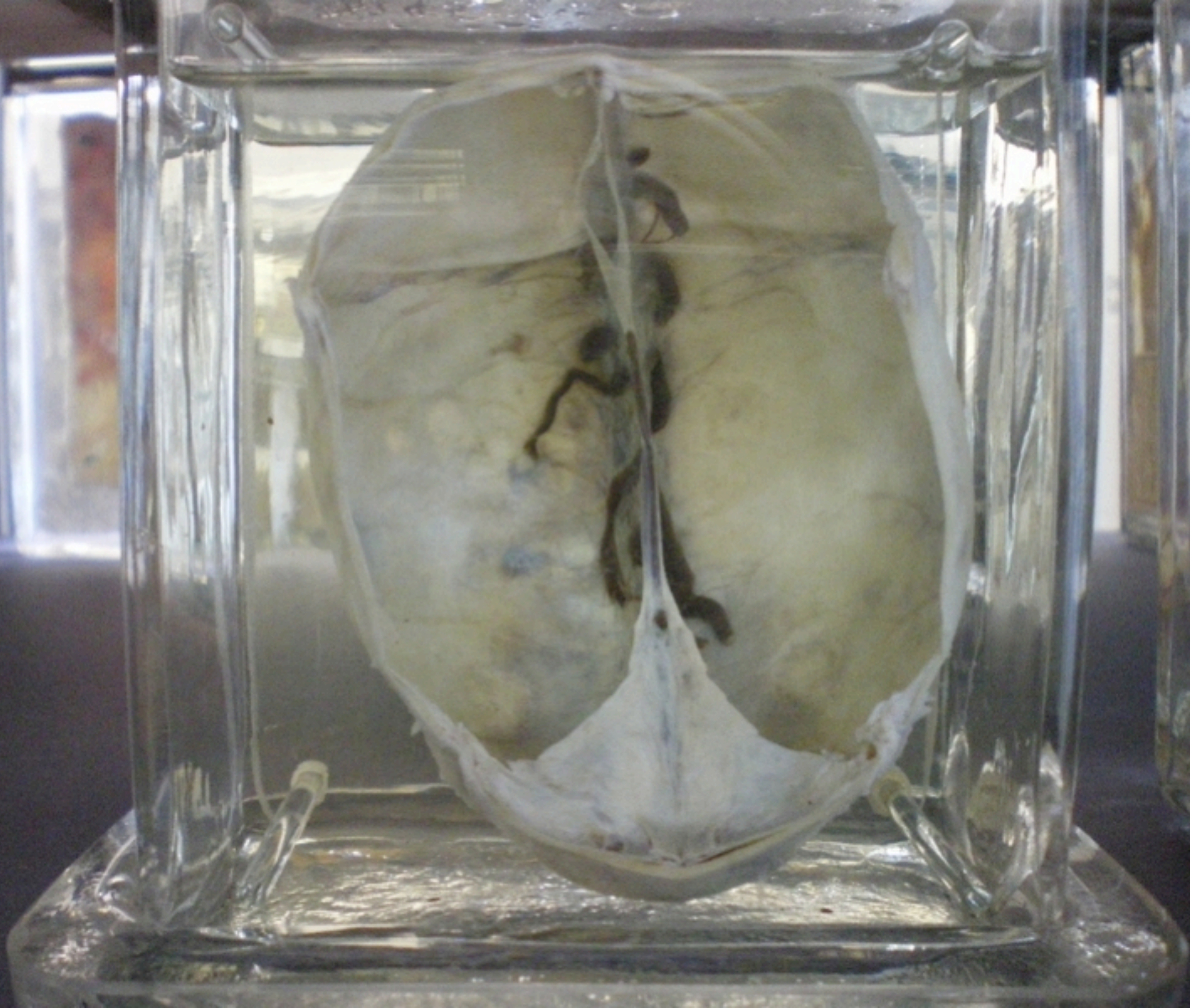
Hindbrain

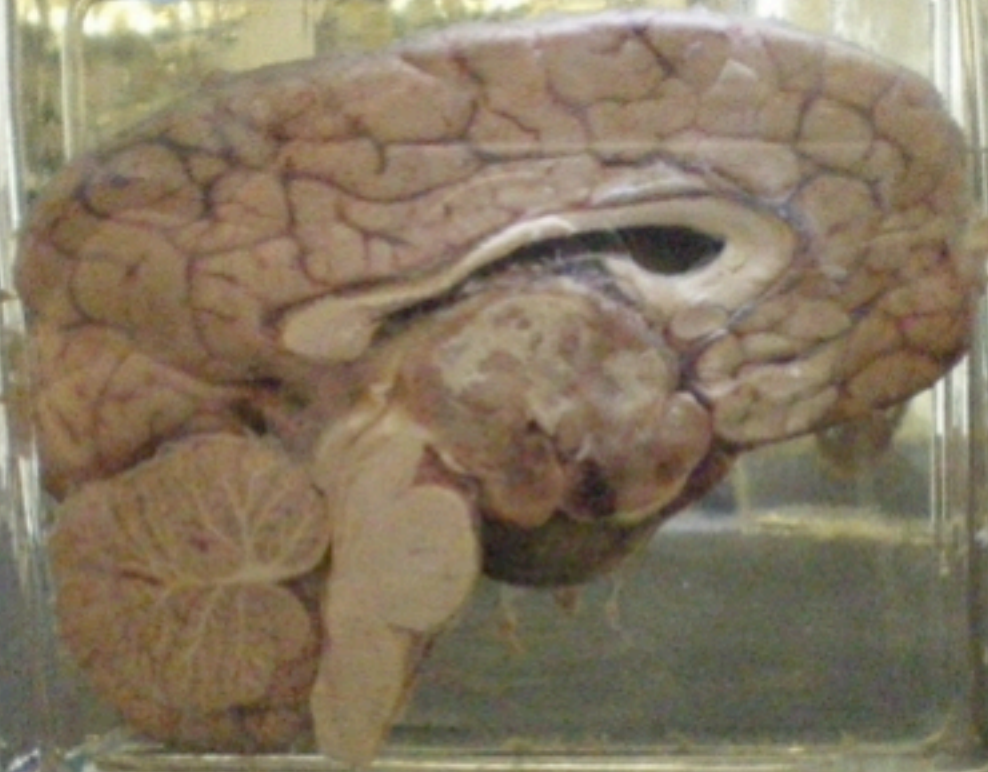
Metencephalon

Myelencephalon



PATROL OD I SLOVENIJE
MARIJAN CVAHETIČ
1998-1999





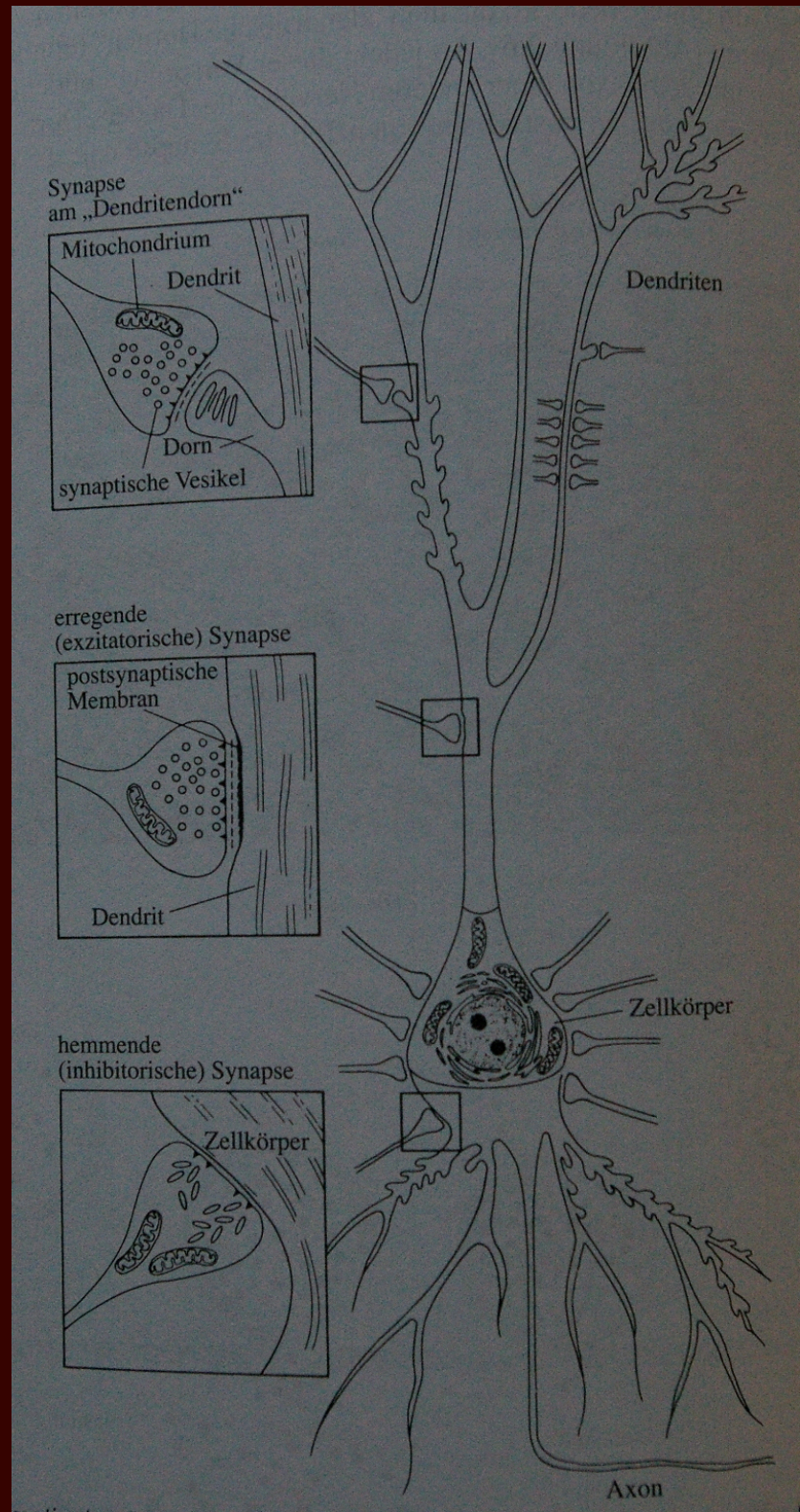
Supraselläres pilozytisches Astrozytom

1954 | Inv.-Nr. 1339/1954 | 8 Jahre | ♀

Der häufig gutartige Bindegewebstumor des Gehirns liegt über einer sattelförmigen Knochenvertiefung der Schädelbasis, der Sella turcica. In ihr ruht eine wichtige hormonproduzierende Drüse, die Hypophyse.



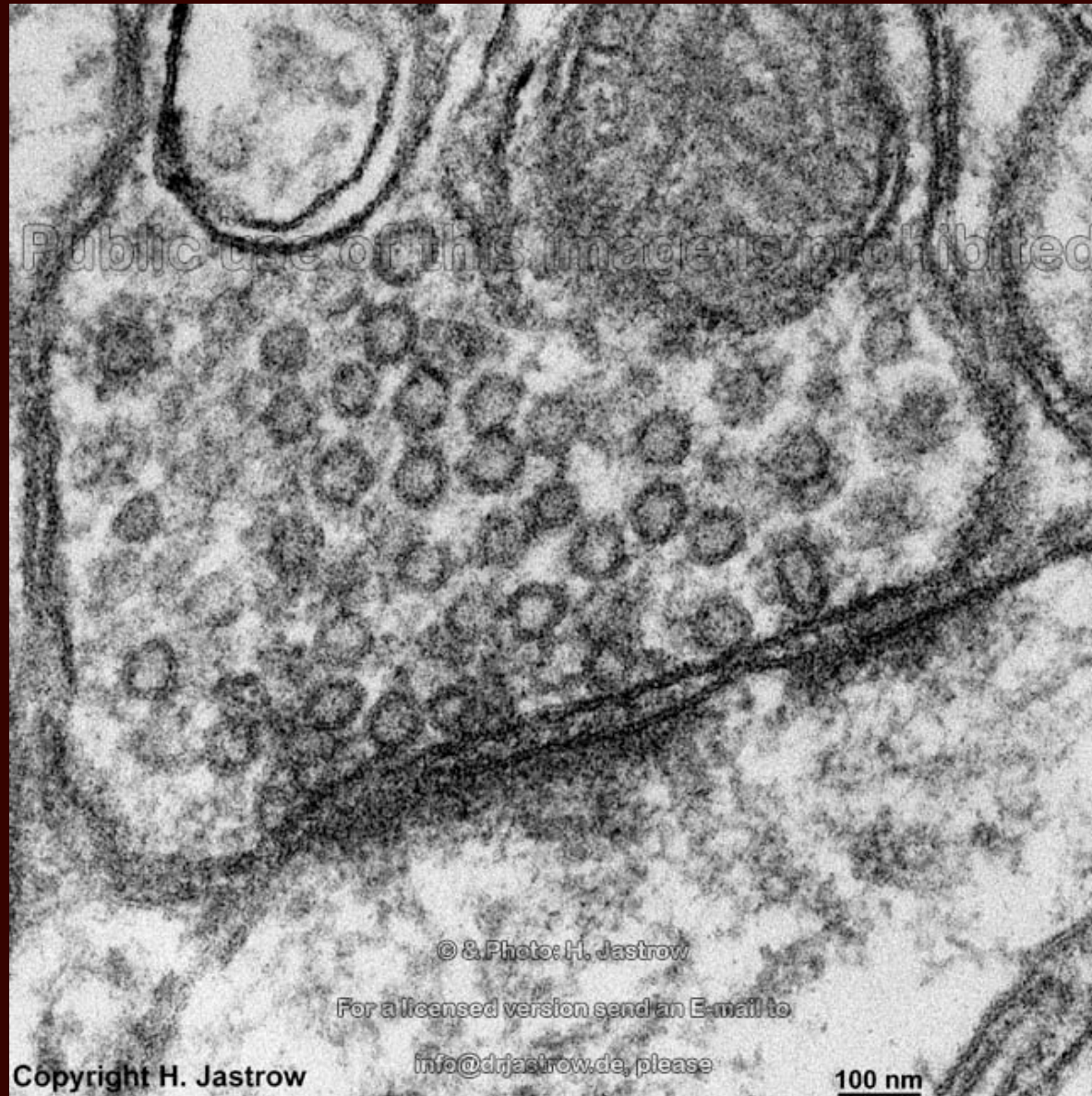




viele Dendriten

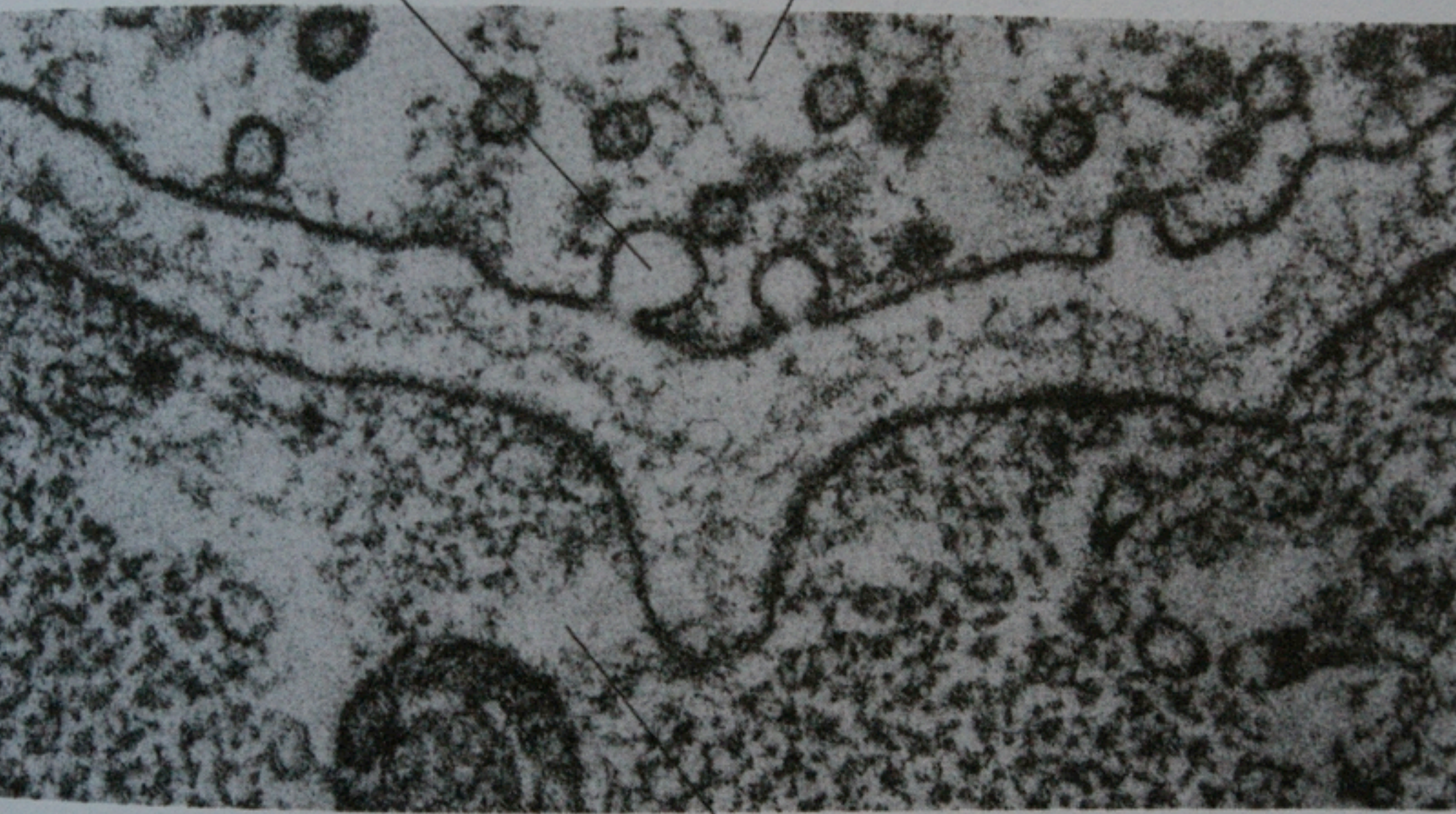
ein einziges Axon

SYNAPSEN



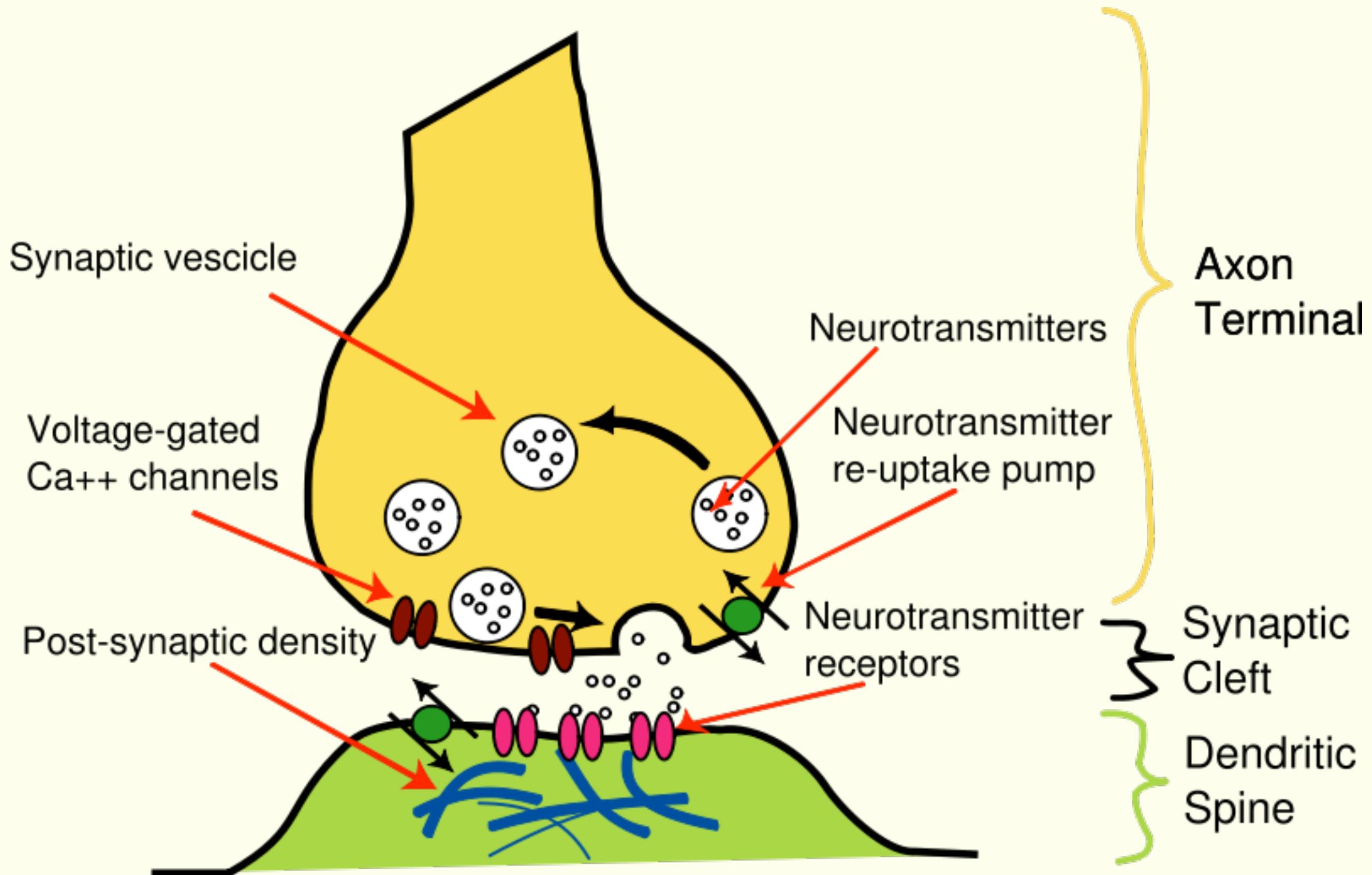
Vesikel, das seinen
Transmitterinhalt freisetzt

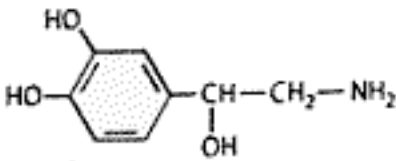
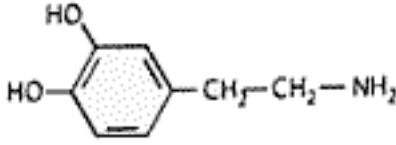
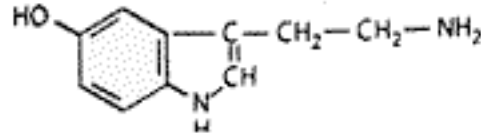

Axonendigung



postsynaptische
Zelle

SYNAPSE



Neurotransmitter	Struktur	Wirkung	Vorkommen
Acetylcholin	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}^+(\text{CH}_3)_3$	erregend an neuromuskulärer Endplatte (Wirbeltiere); sonst erregend oder hemmend	ZNS, PNS, vNS neuromuskuläre Endplatte
Noradrenalin		erregend oder hemmend	ZNS, PNS vNS
Dopamin		meist erregend; manchmal hemmend	ZNS
Serotonin		meist hemmend	ZNS
Aminosäuren GABA (γ -Aminobuttersäure)	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$	hemmend	ZNS
Glycin	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$	hemmend	ZNS
Glutamat	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH} \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	erregend	ZNS, neuromuskuläre Endplatte
Met-Enkephalin (ein Endorphin)		meist hemmend	ZNS

Aktionspotential entlang der Axone

Ionenkanäle: kürzlicher Nobelpreis

synaptische Plastizität und Langzeitgedächtnis

- (a) Öffnen von sonst besetzten Kanälen
- (b) Entstehen neuer Ionenkanäle
- (c) Genexpression
- (d) neue Synapsen

Hirnzellen = 50% Nervenzellen und 50% Gliazellen
Gliazellen stützen und ernähren Nervenzellen

von unten nach oben:

Rückenmark - Medulla oblongata - Pons (Brücke) -
Cerebellum (neben Pons)

Raphekerne in der Medulla oblongata: projizieren überallhin

Olivenkomplex in der Medulla oblongata: Feinmotorik

Nuclei pontis (in der Pons): Umschaltstation Groß-Kleinhirn
für Feinabstimmung von Bewegungen

In Medulla oblongata und Pons: Atem-, Kreislauf-,
Blutdruck-, Schluckzentrum

über Pons: Mittelhirn: Reflexzentrum

Mittelhirn enthält Substantia nigra: unwillkürliche Motorik

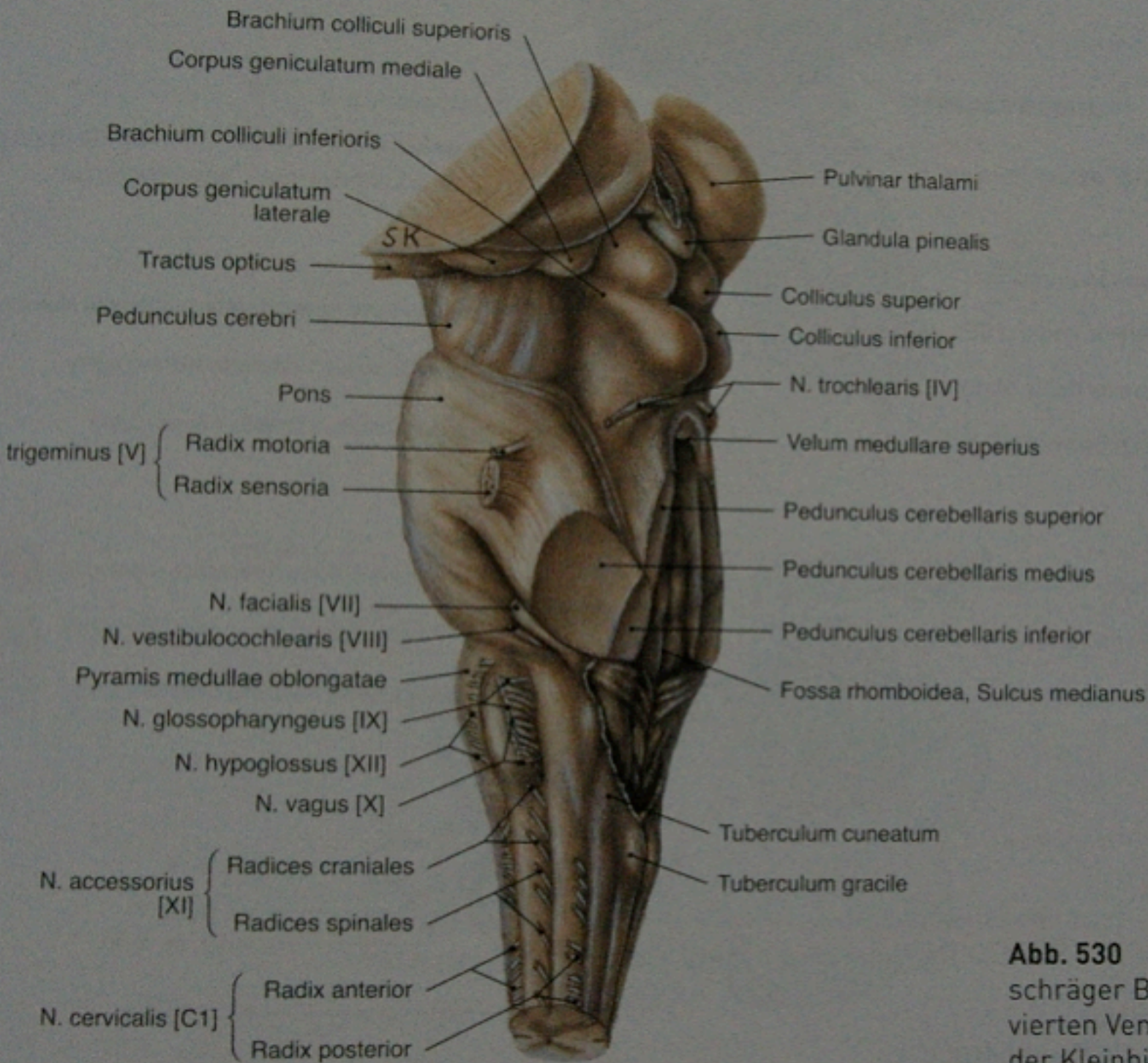
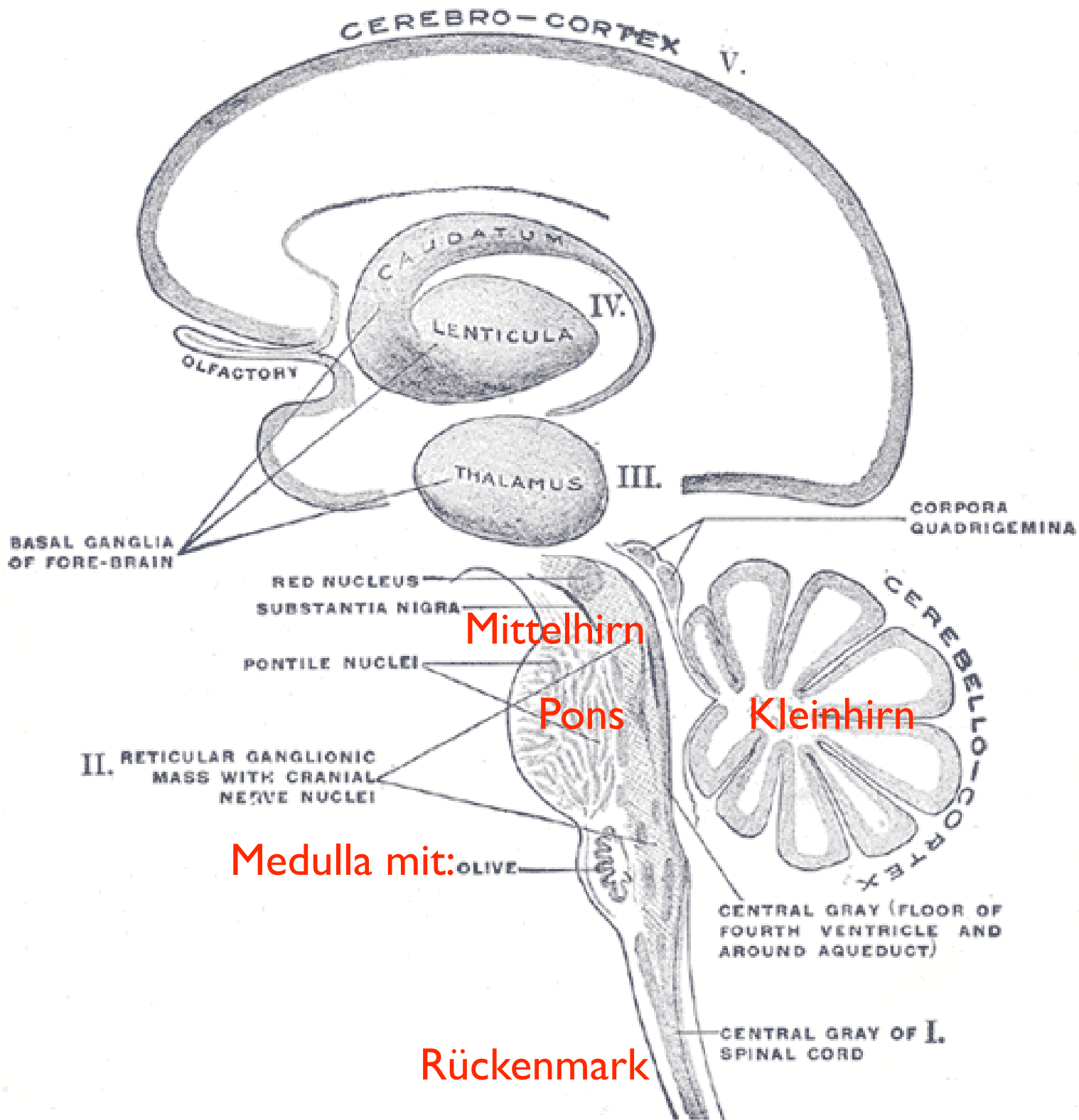


Abb. 530 Hirnstamm, Truncus encephali;
 schräger Blick auf den Boden des
 vierten Ventrikels nach Durchtrennung
 der Kleinhirnstiele;
 von lateral.



KLEINHIRN

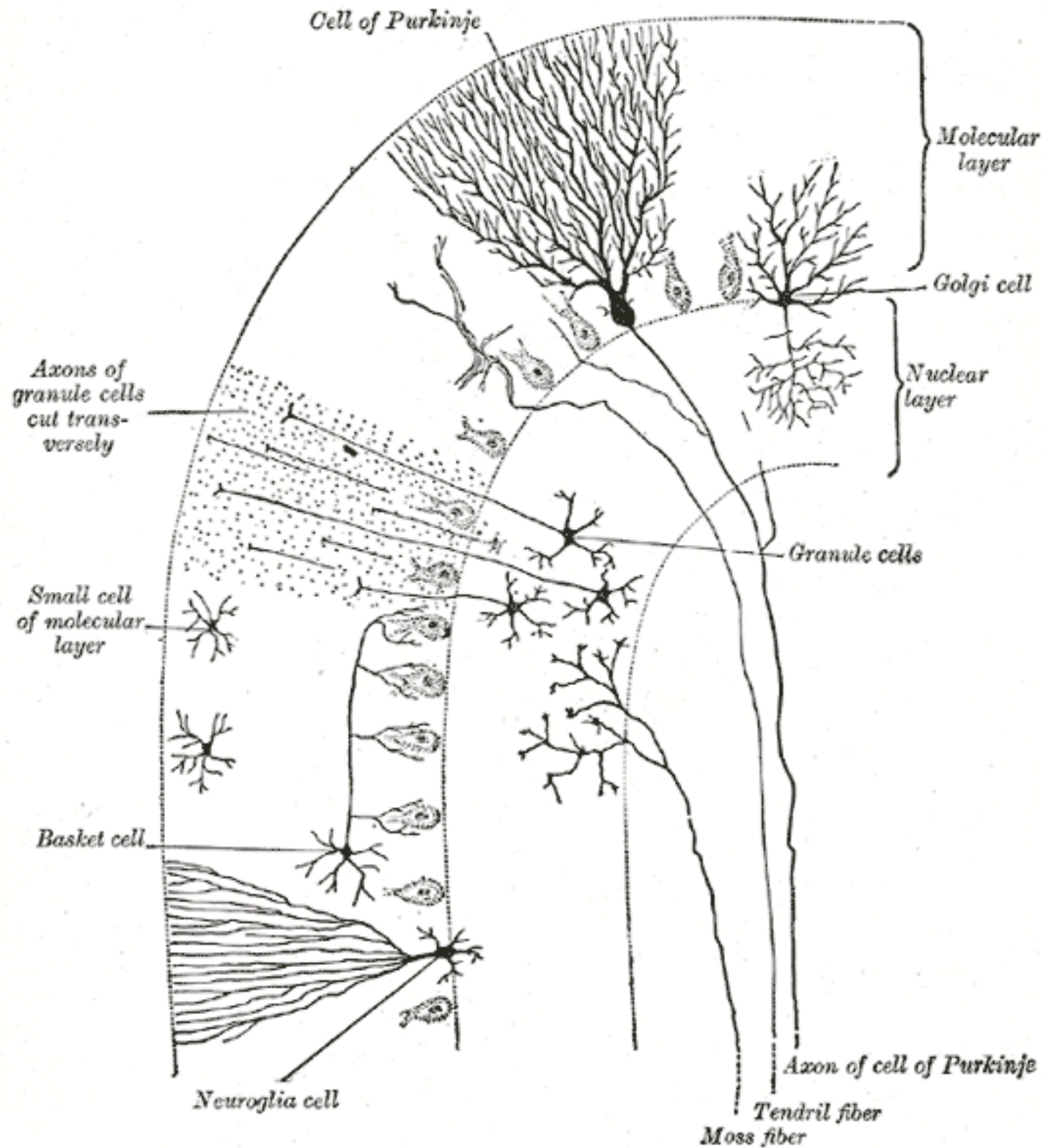
Urkleinhirn: Erhalt des Gleichgewichts

Neukleinhirn: aufrechter Gang

stark gefurcht: größere Oberfläche ("Rinde") als Cerebrum.

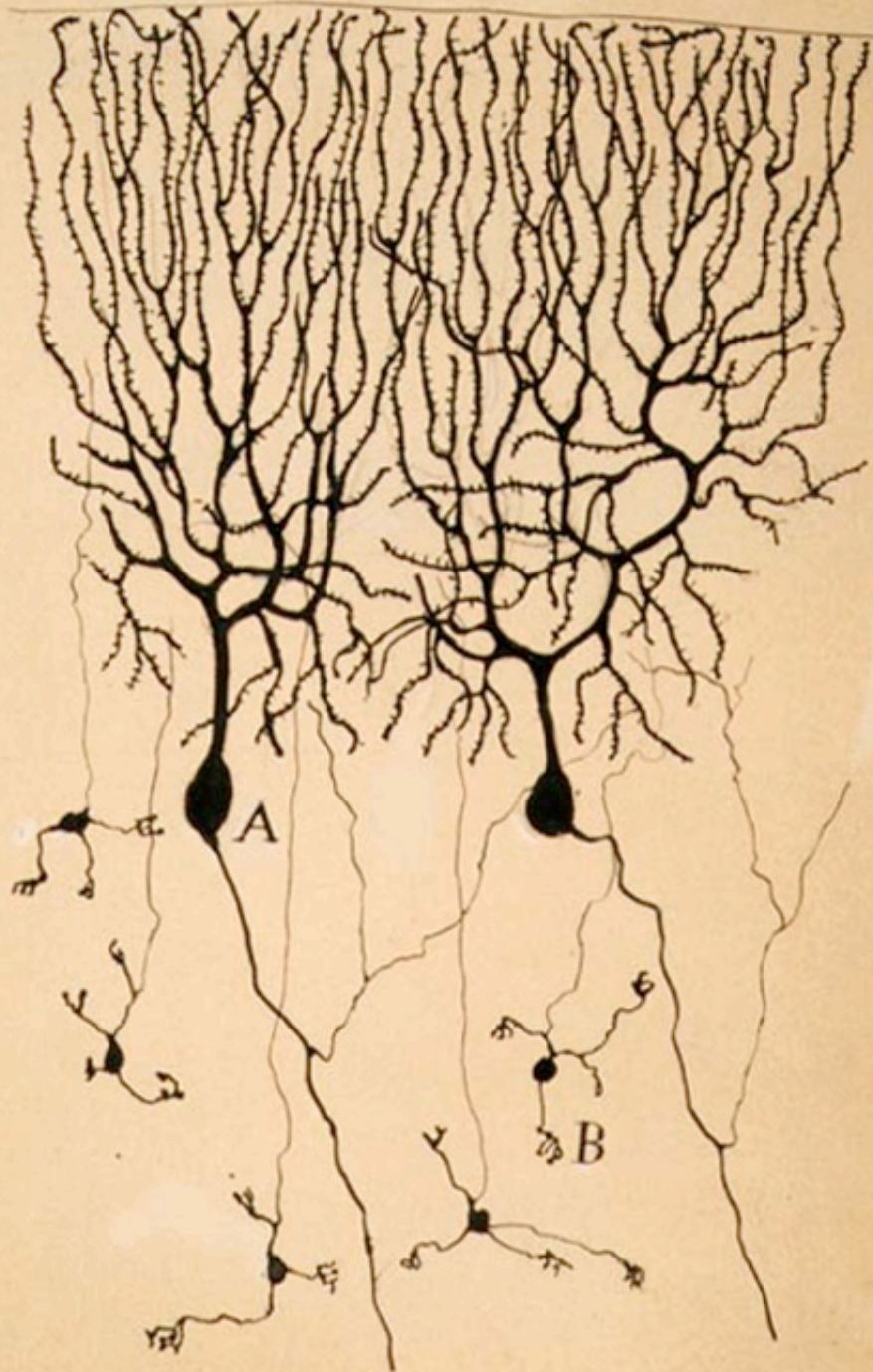
Aufbau Rinde von außen nach innen:

1. Molekularschicht
2. Purkinje-Zellschicht
3. Körnerschicht



Transverse section of a cerebellar folium.

(After Cajal and Kölliker)

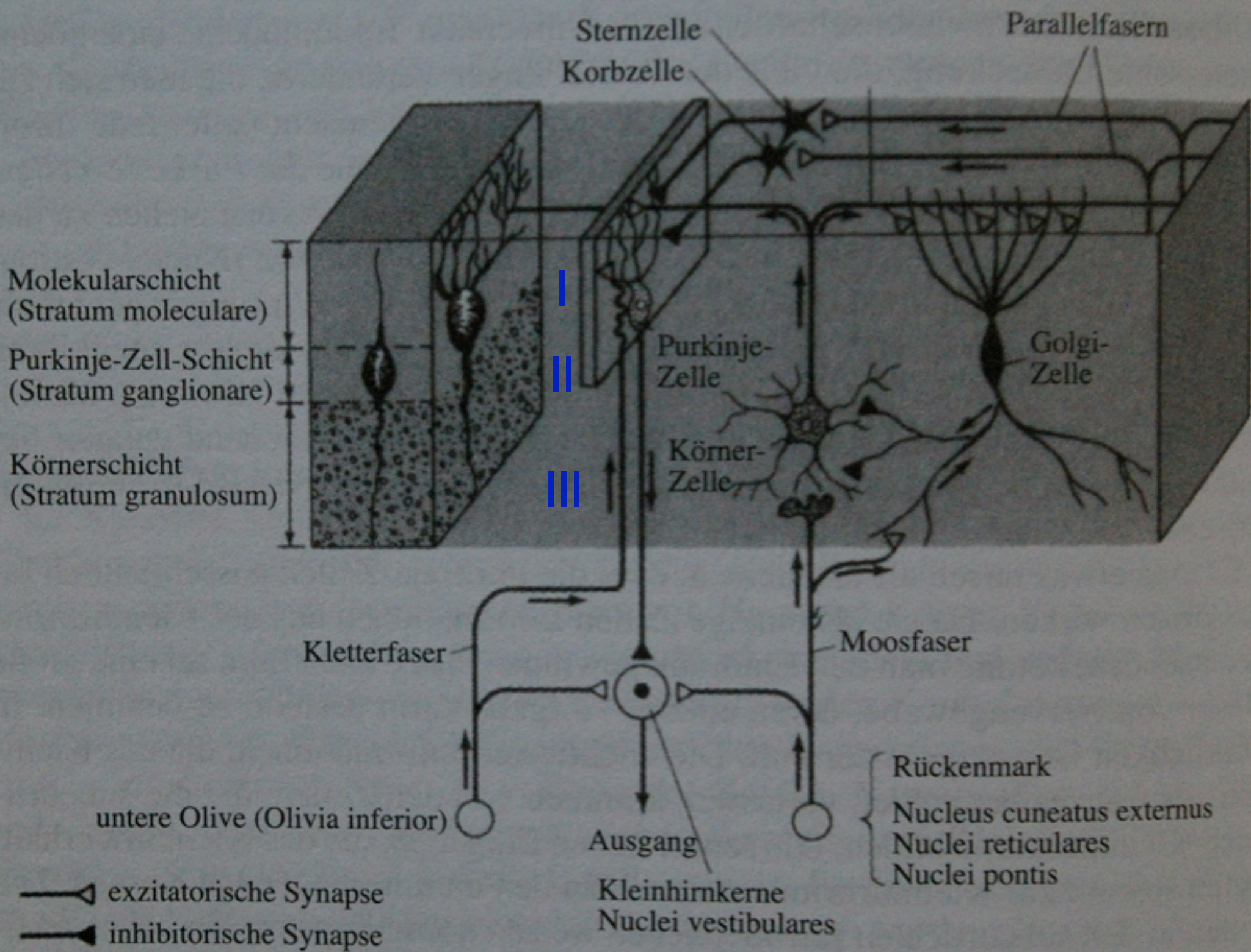


Purkinjezelle
aus dem Kleinhirn
der Taube

Originalzeichnung
von Cajal



*quiere
un ferio
i'ena*



I. MOLEKULARSCHICHT: Korbzellen, Sternzellen, Parallelfasern

Ia. Lange Axone der **Korbzellen** ziehen in die Purkinje-Zellschicht, bilden Seitenäste und legen sich korbartig um die Purkinje-Zellen, auf die sie hemmend wirken.

Ib. Axone der **Sternzellen** verbinden sich direkt mit Dendriten der Purkinje-Zellen.

Ic. Axone der Körnerzellen in **Schicht 3** bilden **Parallelfasern**: teilen sich T-förmig und verlaufen parallel zur Oberfläche.

2.PURKINJE-ZELL-SCHICHT

sehr schmal, besteht aus einer Lage von Purkinje-Zellen, die jedoch die größten Zellen im Cerebellum sind.

Nur etwa 15 Millionen Purkinje-Zellen.

Von jeder Purkinje-Zelle ziehen 2-3 Dendriten in die Körnerschicht.

Von jeder Purkinje-Zelle zieht 1 Axon durch die Körnerschicht zu den sog. Kernen des Cerebellums.

Zu jeder Purkinje-Zelle ziehen

- i) 20 Korb- und Sternzellaxone (Schicht 1)
- ii) tausende Axone von Körnerzellen (Schicht 3)
- iii) eine Kletterfaser = Axon aus der Olive (Teil der Medulla oblongata)

3. KÖRNER SCHICHT

- Zellreichste Schicht der Kleinhirnrinde. Sog. **Körnerzellen**.
- **Körnerzellen** gruppenweise angeordnet.
- **Axone** bilden Parallelfasern in **Molekularschicht I**.

In den Gruppen-Zwischenräumen sind **Dentriten** der Körnerzellen mit **Moosfasern** verbunden.

- **Moosfasern** sind stark verzweigte ("moosartige") **Axone** aus **Pons, Medulla oblongata, Rückenmark**.
- **Golgzellen** wirken inhibitorisch auf die Moosfasern.

Also Eingang ins Kleinhirn nur:

Moosfaser -> Körnerzelle -> Purkinje-Zelle

Kletterfaser -> Purkinje-Zelle

Aufgaben des Kleinhirns

Gleichgewicht
(Fein-)Motorik

Aber: Kleinhirn selbst löst keine Bewegung aus.

Auslösen der gewünschten Bewegung: limbisches System

Ausführung der Bewegung: Rückenmark

Auf Kleinhirn folgt Zwischenhirn

-- besteht u.a. aus **Thalamus** und **Hypothalamus**

Thalamus ist Umschaltstation (Vergleich, Verknüpfung, Weiterleitung von Signalen) Sinne-Cortex und Cortex-Cortex und Cerebellum-Cortex.

-- Impulse, die bewusst werden, haben zuvor Thalamus passiert: **Tor zum Bewusstsein**

Thalamus

150 Thalamuskerne:

Umschaltstellen (Basalganglien, Kleinhirn, Cortex):
Schmerzleitung, optisches Koordinationszentrum,
Willkürmotorik (Parkinson!)

Hypothalamus

Regulationszentrale für alle vegetativen (Kreislauf, Atmung, Körpertemperatur usw.) und endokrinen (d.h. hormoneller: Verbindung zur Hypophyse!) Vorgänge

Steuerung dieser Vorgänge geschieht über Hormone (werden im Hypothalamus gebildet!) und Nervenbahnen

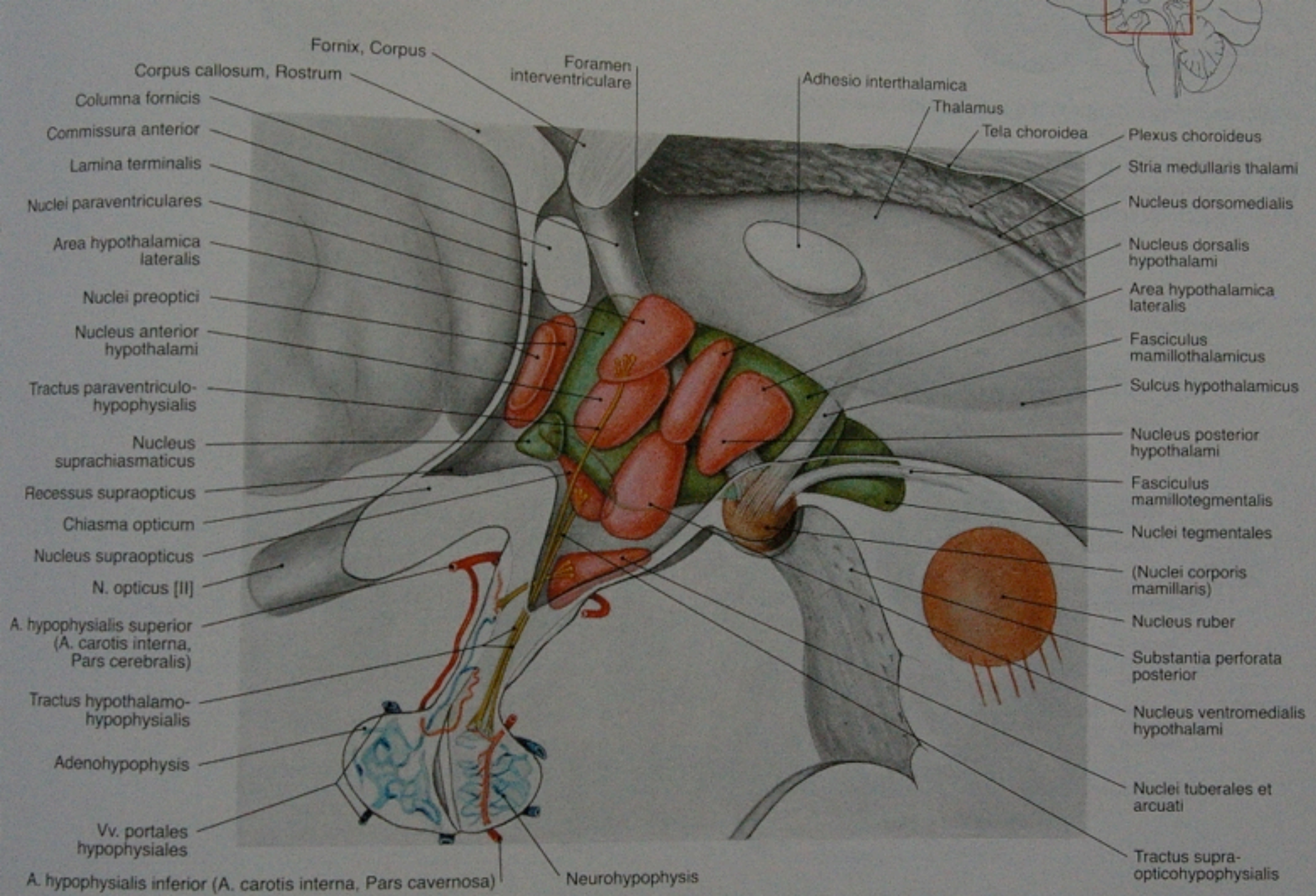


Abb. 521 Hypothalamus;
 Übersicht; Kerngebiete durchscheinend gezeichnet;
 von medial.

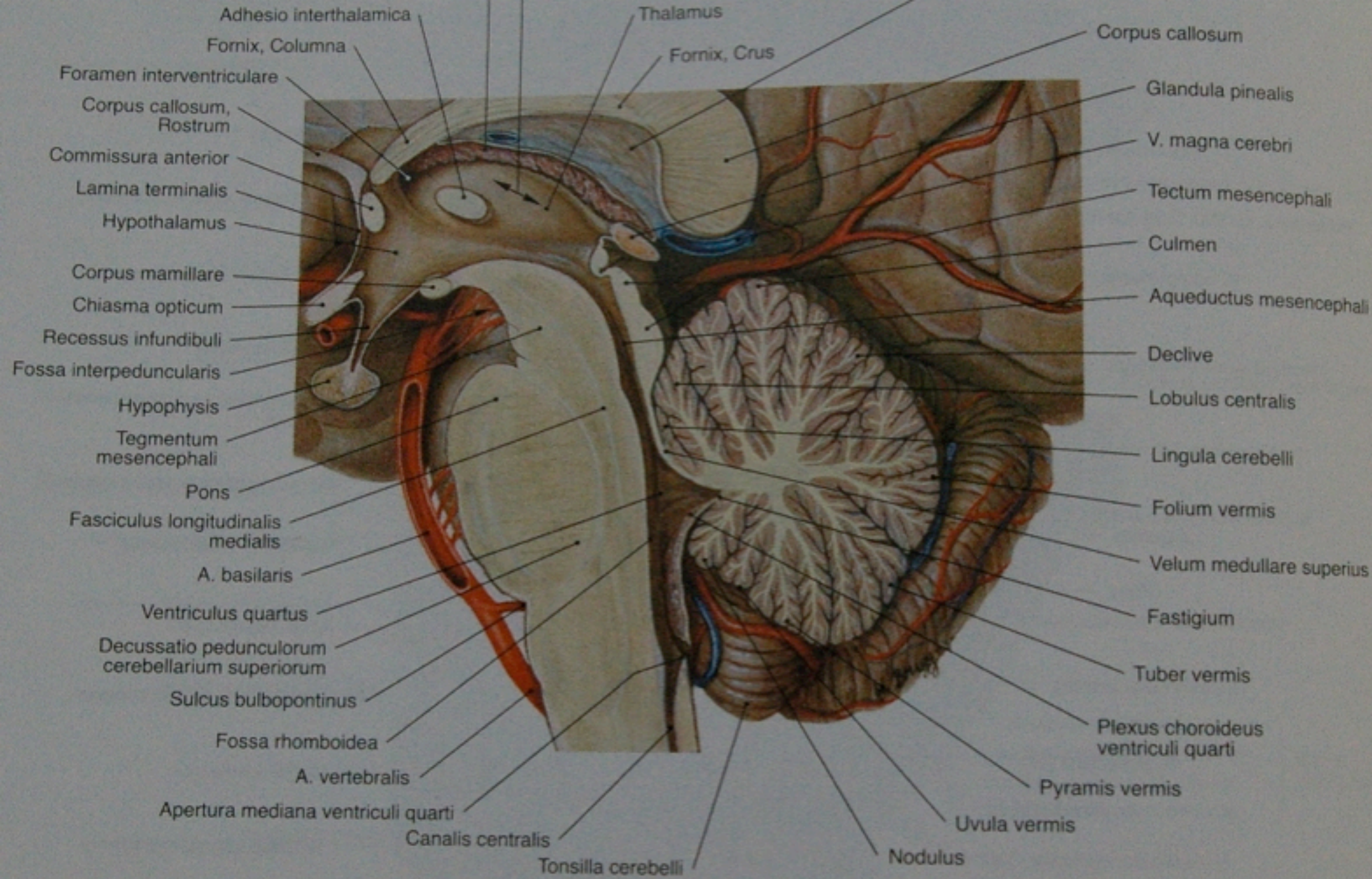


Abb. 534 Hirnstamm, Truncus cerebri,
 mit Kleinhirn, Cerebellum, und vierter Ventrikel,
 Ventriculus quartus;
 Medianschnitt.

Das limbische System

sehr alte Hirnstrukturen

Erster (bei Krokodilen einziger) Teil des Endhirns.

Ursprünglich: Riechzentrum

Emotionen, Verhalten, Gefühlszentrum

Viele Außenverbindungen mit **Hypothalamus** (gehört nicht zum limbischen System) als Umschaltstelle.

Amygdala: vegetative und sexuelle Funktionen. Wut, Furcht

Hippocampus: Überführt Wissen ins Langzeitgedächtnis
und hat Bedeutung für Bewusstsein

Die Bahnen von den sinnesverarbeitenden Regionen zum limbischen System und zurück geben Sinneswahrnehmungen einen Gehaltsinhalt.

Das limbische System

Limbisches System steuert selektive Aufmerksamkeit

Viele Subsysteme (Kerne) mit eigenen “Ergebnissen”
in Kreuz- und Querkontakt: **netzartige** Verarbeitung

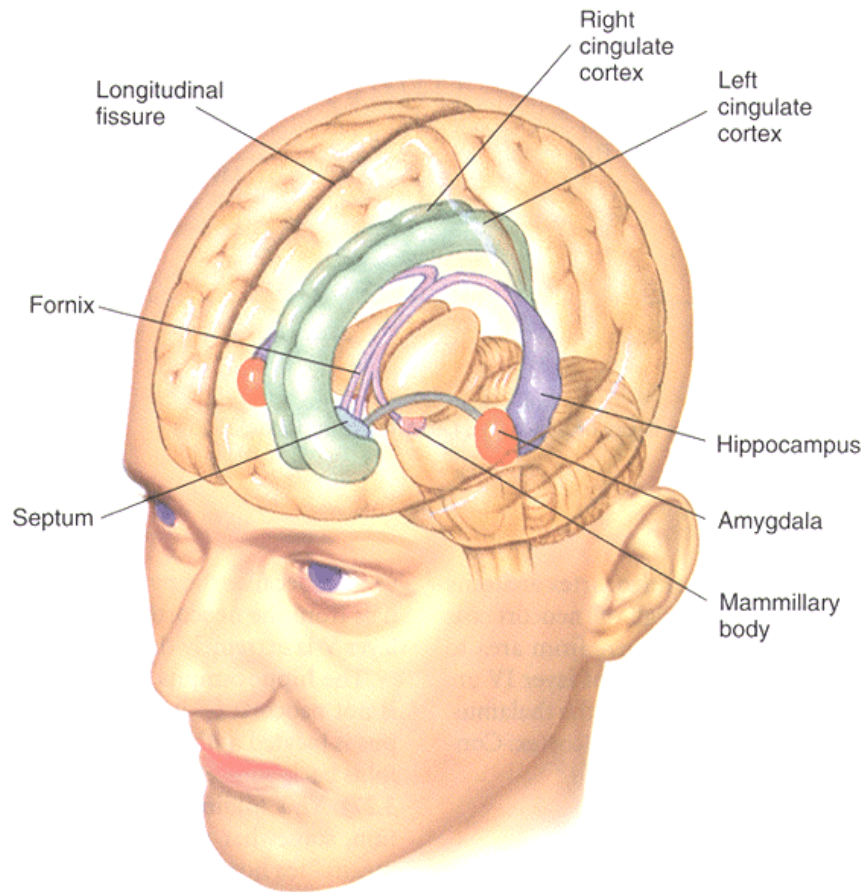
“Entscheidungsfindung” aus Konkurrenz

Dagegen areas, die **Sinnesdaten** verarbeiten:

integrierte Systeme: primäre, sekundäre, tertiäre... Schicht

hierarchischer oder **geschichteter** Aufbau

Limbisches System



Endhirn = Cerebrum = Großhirn

Massive Entwicklung in den letzten 3 Mio Jahren

Neocortex

Basalganglien

Hippocampus

Amygdala

Bulbus olfactorius

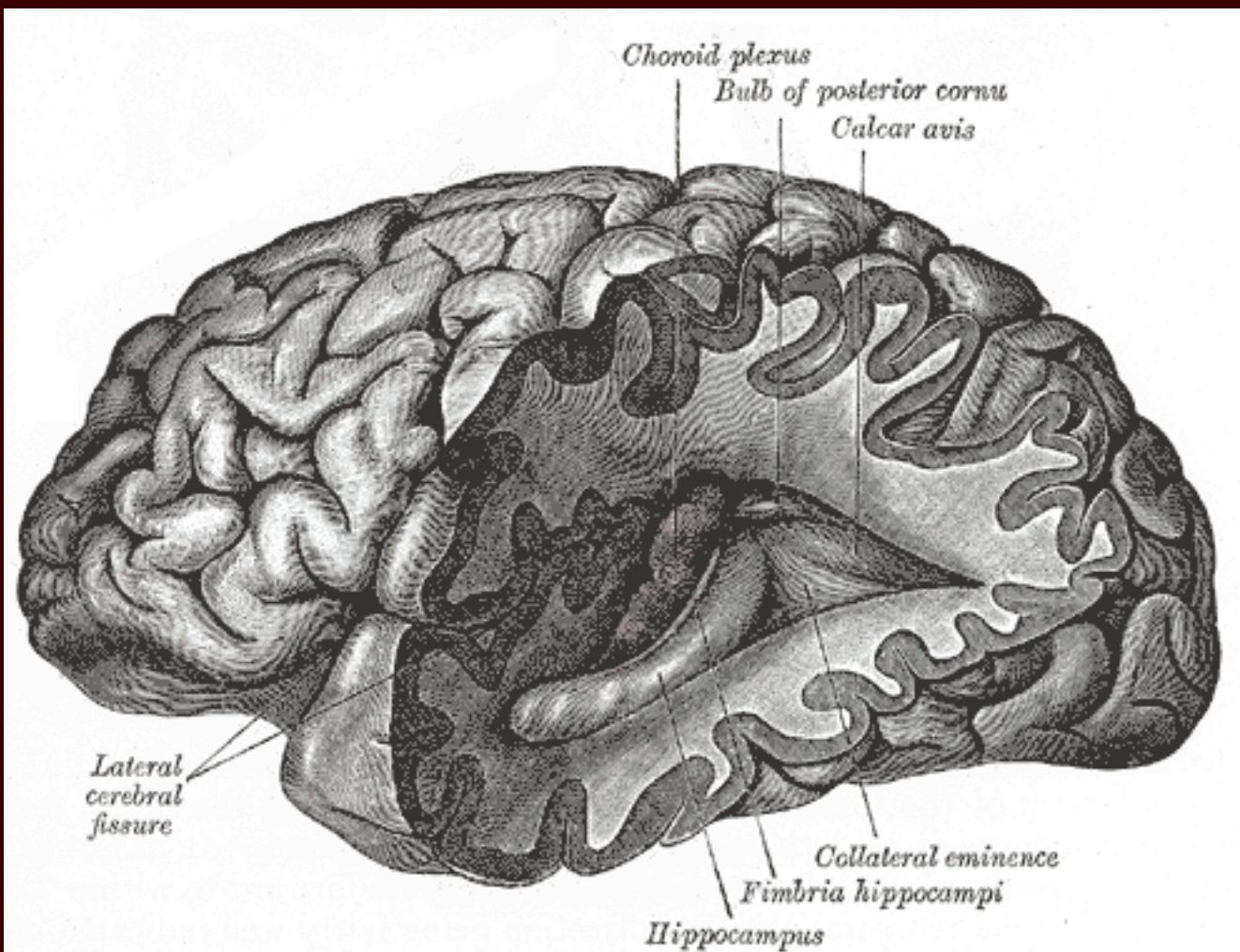
Thalamus

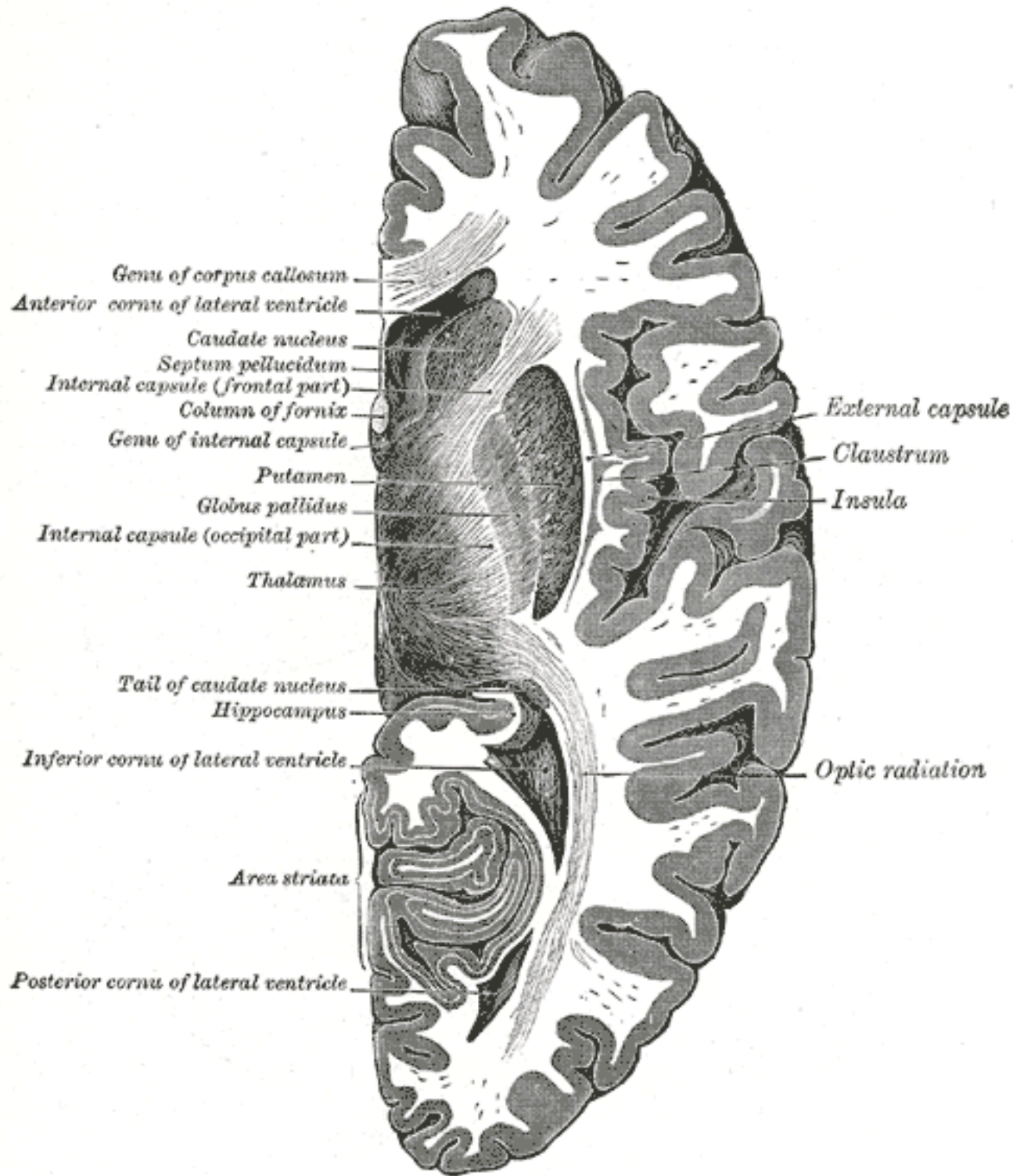
1. Großhirnrinde = cortex cerebralis = graue Substanz

davon Neocortex = jüngste Gehirnteile: 90%

2. Großhirnmark = weiße Substanz unter Rinde

darin Endhirnkerne = graue Substanz

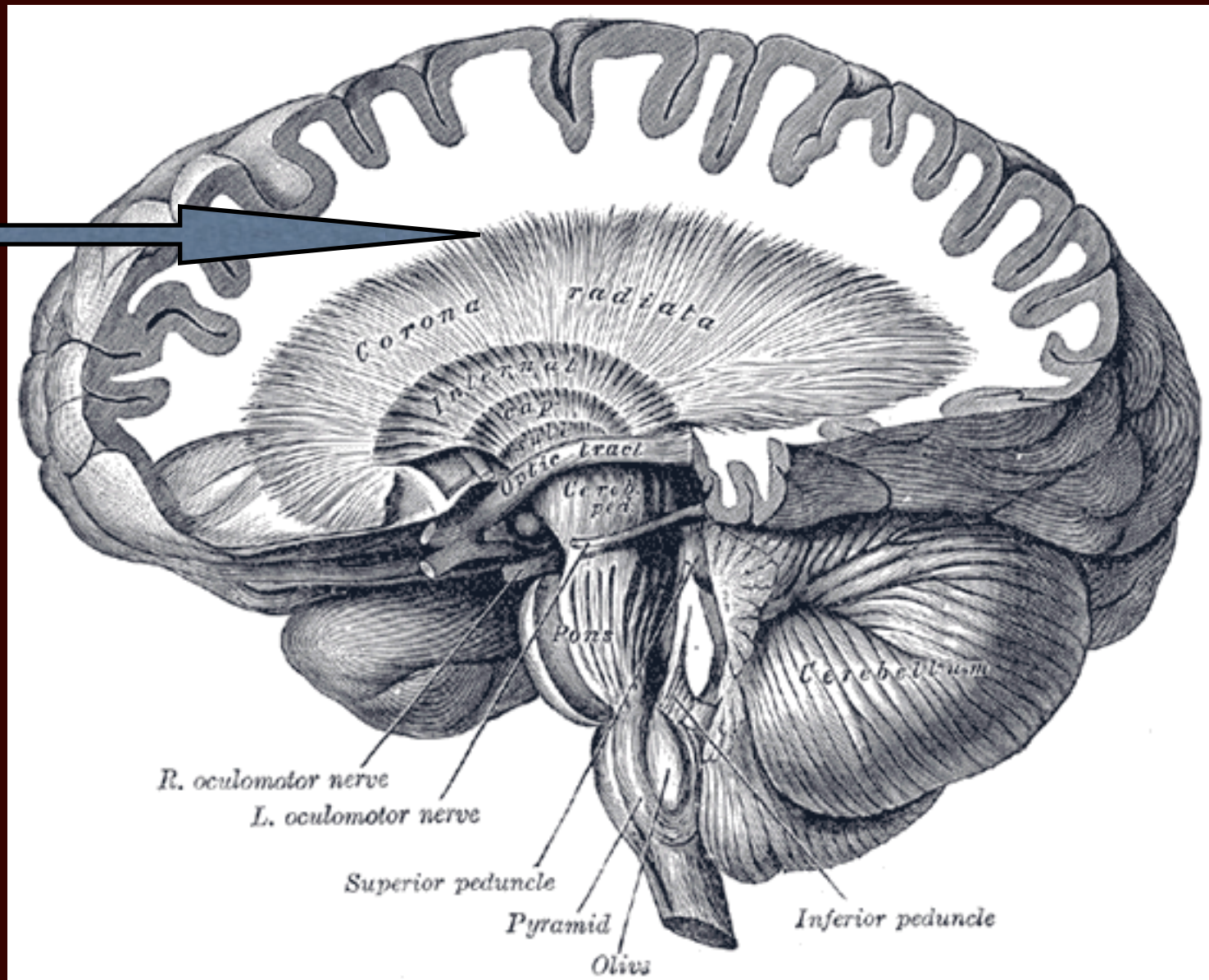


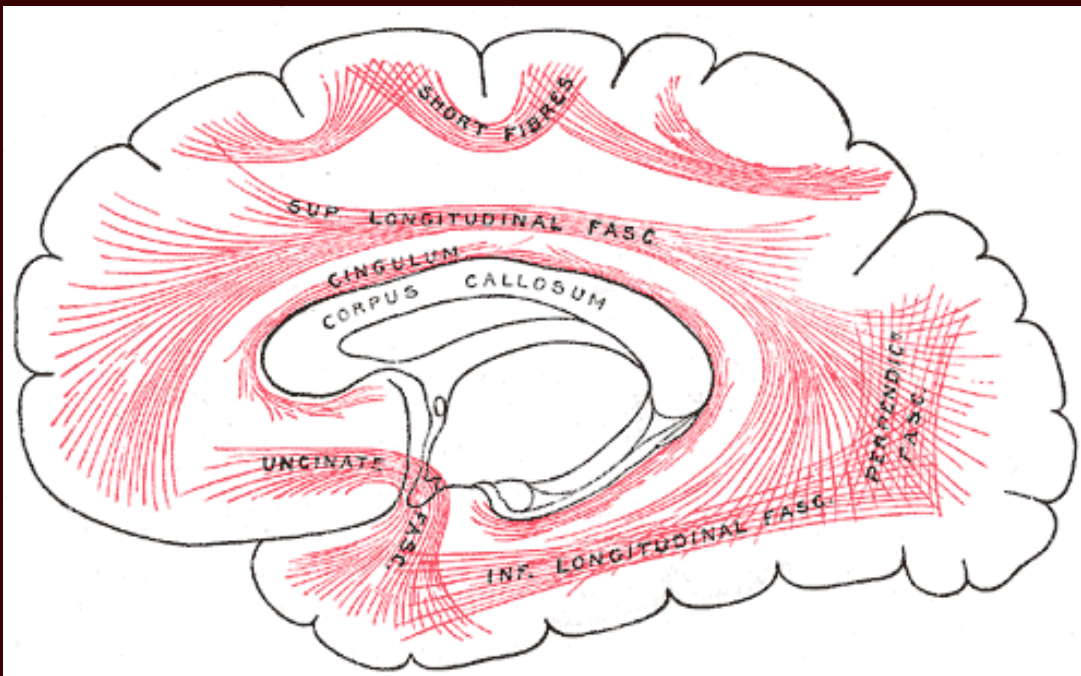


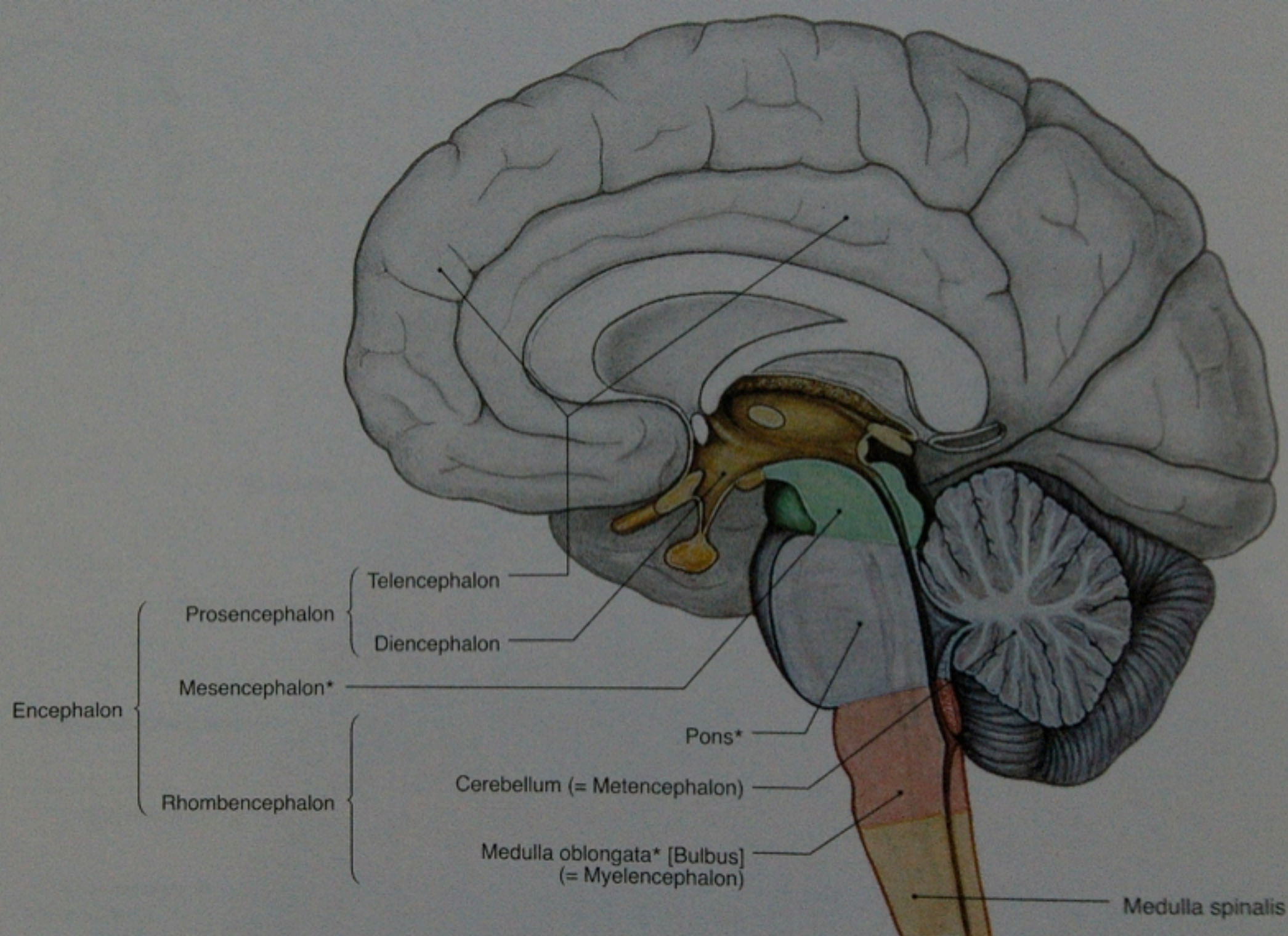
White Matter:
myelinated
nerve fibres

sheet of axons

carries nearly
all of the
neural traffic
within, from
and to the
cerebral
cortex







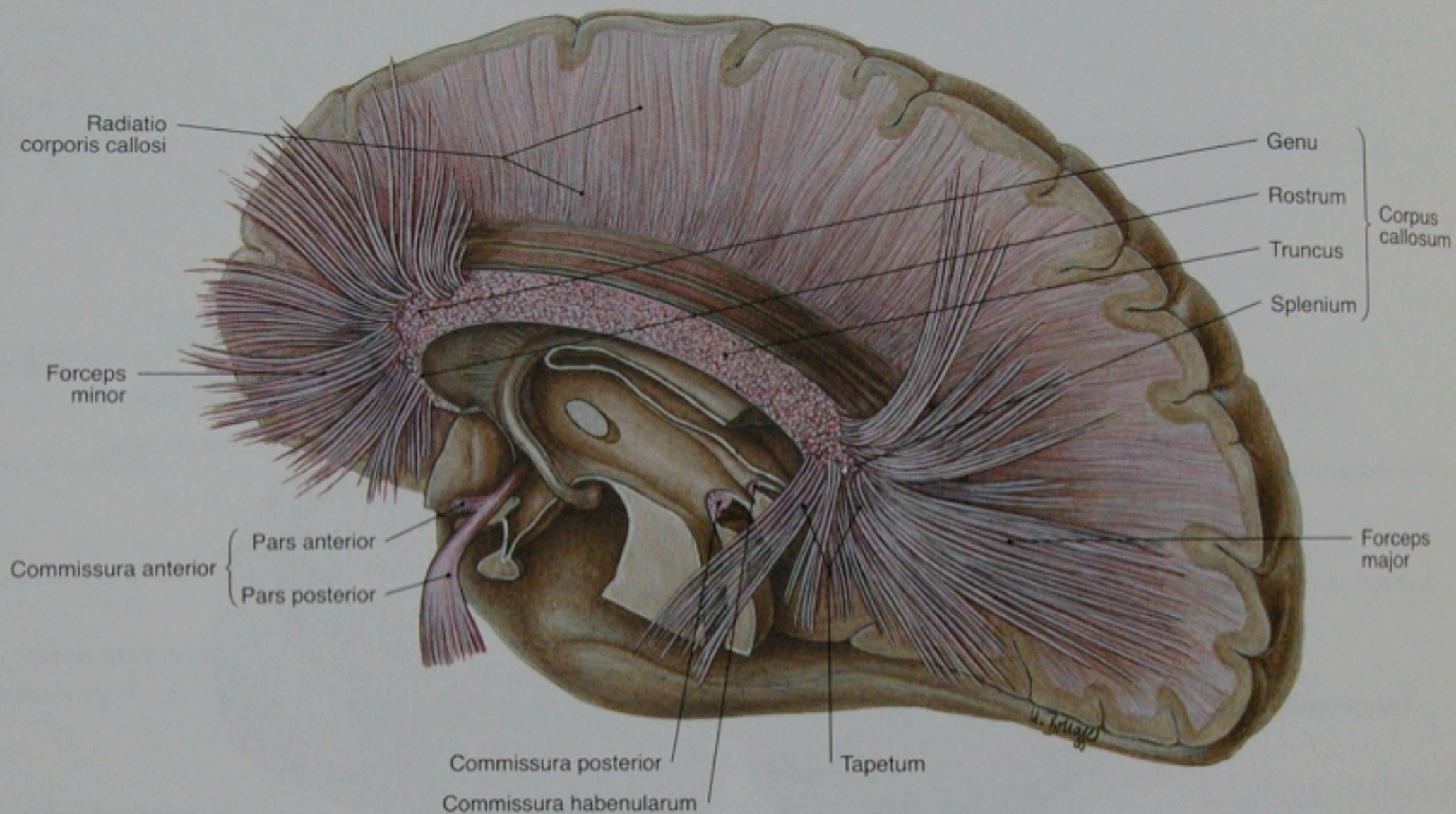


Abb. 543 Kommissurenbahnen, Neurofibrae commissurales; räumliche Übersicht nach weitgehender Durchtrennung des Balkens neben der Medianebene; einzelne Balkenfasern dargestellt; von links.

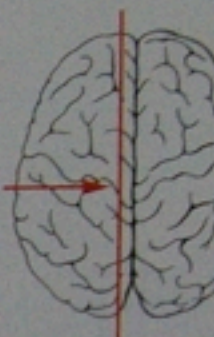
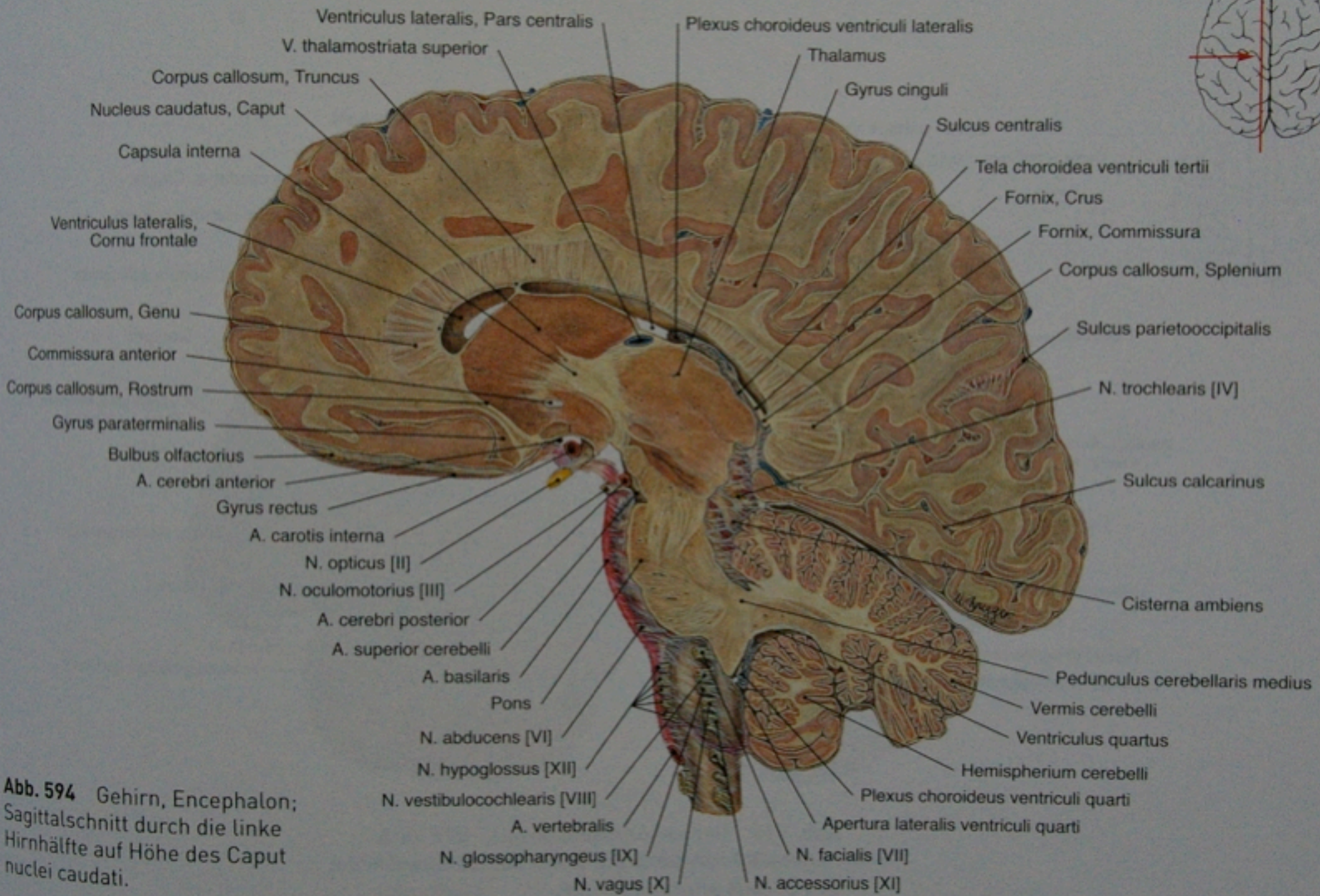


Abb. 594 Gehirn, Encephalon; Sagittalschnitt durch die linke Hirnhälfte auf Höhe des Caput nuclei caudati.

Strukturen im Cortex

Hemisphären, Balken, Lappen, Furchen, Windungen ---
Hippocampus, Basalganglien, Endhirnkerne, Thalamus,
Amygdala

Großhirnrinde

Cortex cerebralis, einige mm dick
Enthält 10 Milliarden Nervenzellen
Überzieht mantelartig das Endhirn

Älteste Teile sind 3- bis 5-schichtig: Hippocampus
Neuere Teile sind 6-schichtig: Iso-, Neocortex

Graue Substanz = Zellkerne

Weißer Substanz = Axone und Dendriten

Sprache: links

Broca (vorn): Sprachproduktion

Wernicke (hinten): Sprachverständnis

räumlich-visuell: rechts

Wada-Test:

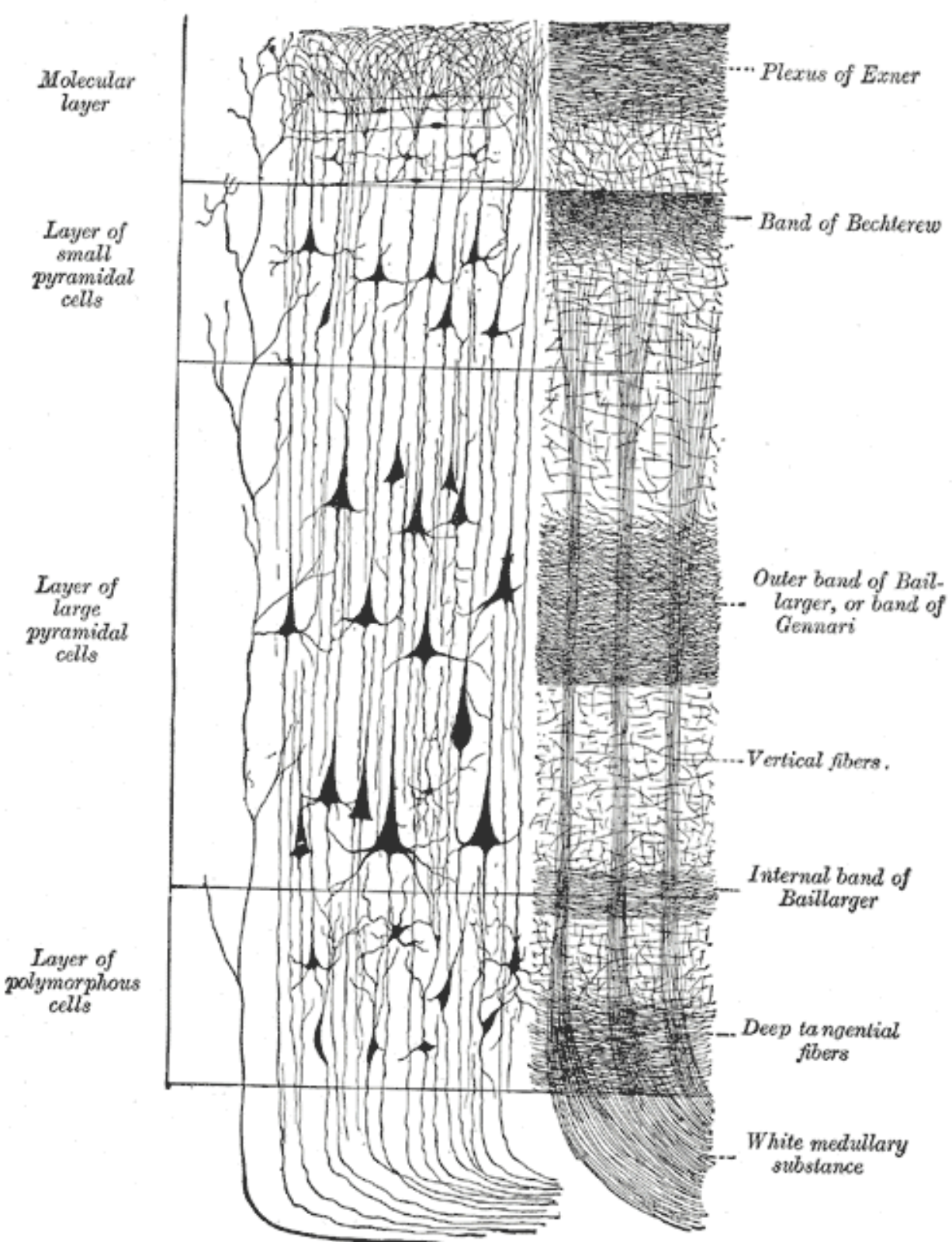
Narkotikum in Halsschlagader.

Gelangt zuerst in linke Hemisphäre.

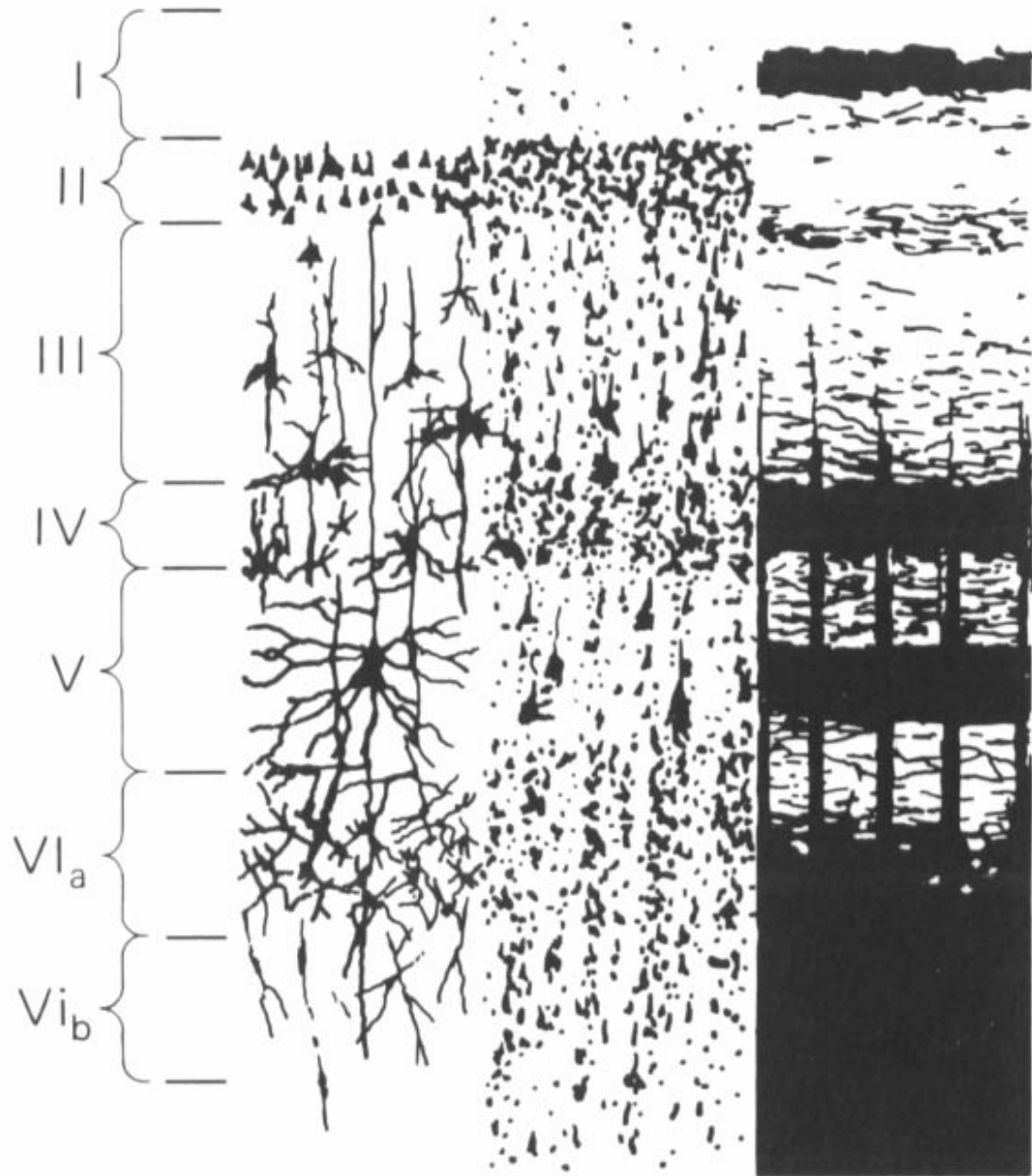
Patienten zählen lassen

6 Schichten des Isocortex

- 1. Molekularschicht.** Außen. Nur wenige Nervenzellen. Parallel zur Großhirnoberfläche laufende Axone. Verbinden Rindenregionen miteinander. Aus tieferen Schichten aufsteigende Dendriten.
- 2. Äußere Körnerschicht.** Dicht beieinander liegende Körnerzellen = Sternzellen. Dienen als Schaltneurone.
- 3. Äußere Pyramidenzellschicht.** Breite Schicht. Basal gehen Axone in die weiße Substanz des Großhirns ab (Pyramidenbahn). Dendriten ziehen nach oben in Molekularschicht, wo sie sich verzweigen. Alle Dendriten mit Dornsynapsen besetzt.
- 4. Innere Körnerschicht.** Schmale Schicht, kann fehlen. Dicht beieinander liegende Körnerzellen. Parallel zur Oberfläche laufende Nervenfasern. Dienen wieder als Schaltneurone.
- 5. Innere Pyramidenzellschicht.** Große Pyramidenzellen. Axone bilden Teil der Pyramidenbahn. Pyramidenzellen hier und in Schicht 3 säulenartig senkrecht zur Oberfläche angeordnet: eine Säule kann isoliert angeregt werden.
- 6. Multiforme Schicht.** Innen. Viele Ganglienzellen. Deren Axone ziehen ins Mark, manche auch nach oben.



zu Casals
Zeiten
waren
erst
vier der
sechs
Schichten
bekannt



Golgi

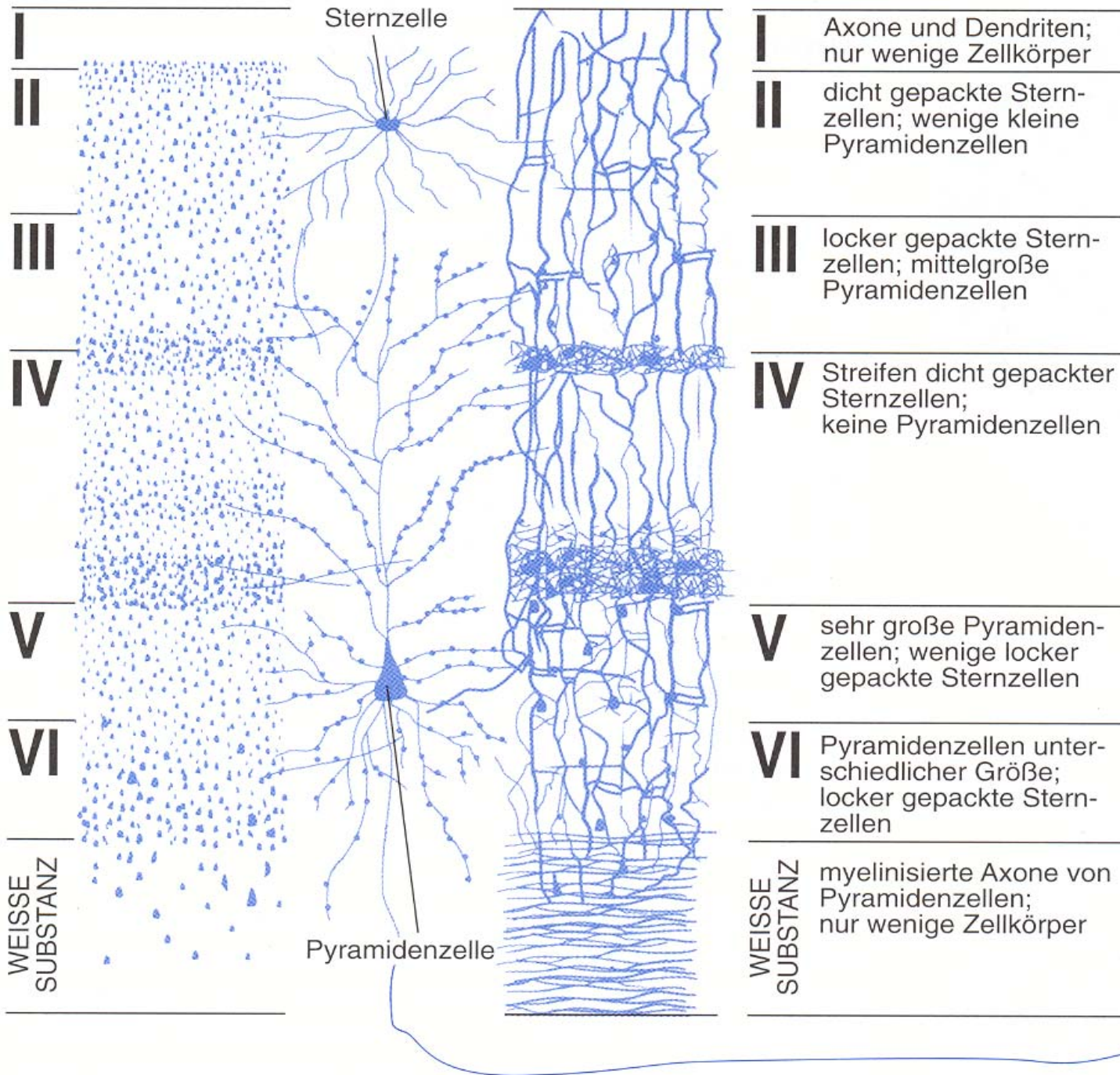
Nissl

Weigert

moderne
Version

Neocortex,
Nissl-Färbung

Neocortex,
Golgi-Färbung



9 Die sechs Schichten des Neocortex (nach Rakic, 1979)

VERTIKALE SCHICHTUNG DES CORTEX

Säulen stehen senkrecht zur Oberfläche des Cortex

Entdeckt durch Lorente de No (1943) und Mountcastle (1959)

Ausdehnung 3 mm x 0.3 mm

Module: Säulen sind Funktionseinheiten

Pro Säule bis zu 10.000 Neuronen: hochkomplex (auch der In/output)

Konkurrenz: Jede Säule wirkt auf hunderte andere Säulen ein

Insgesamt hat der Mensch etwa 2 Millionen Säulen

Pyramidalzellen sind die Prinzipalzellen der Säule

Sie projizieren in Nachbarsäulen und weit fort

Pyramidalzellen bündeln die Information ihrer Säule und leiten sie fort.

Säulen stehen in Konkurrenz: versuchen Nachbarsäulen zu dominieren

Areas oder Felder: Die Säulen bilden (sensory) areas.

Diese arbeiten sequentiell, Information läuft durch Kaskade:

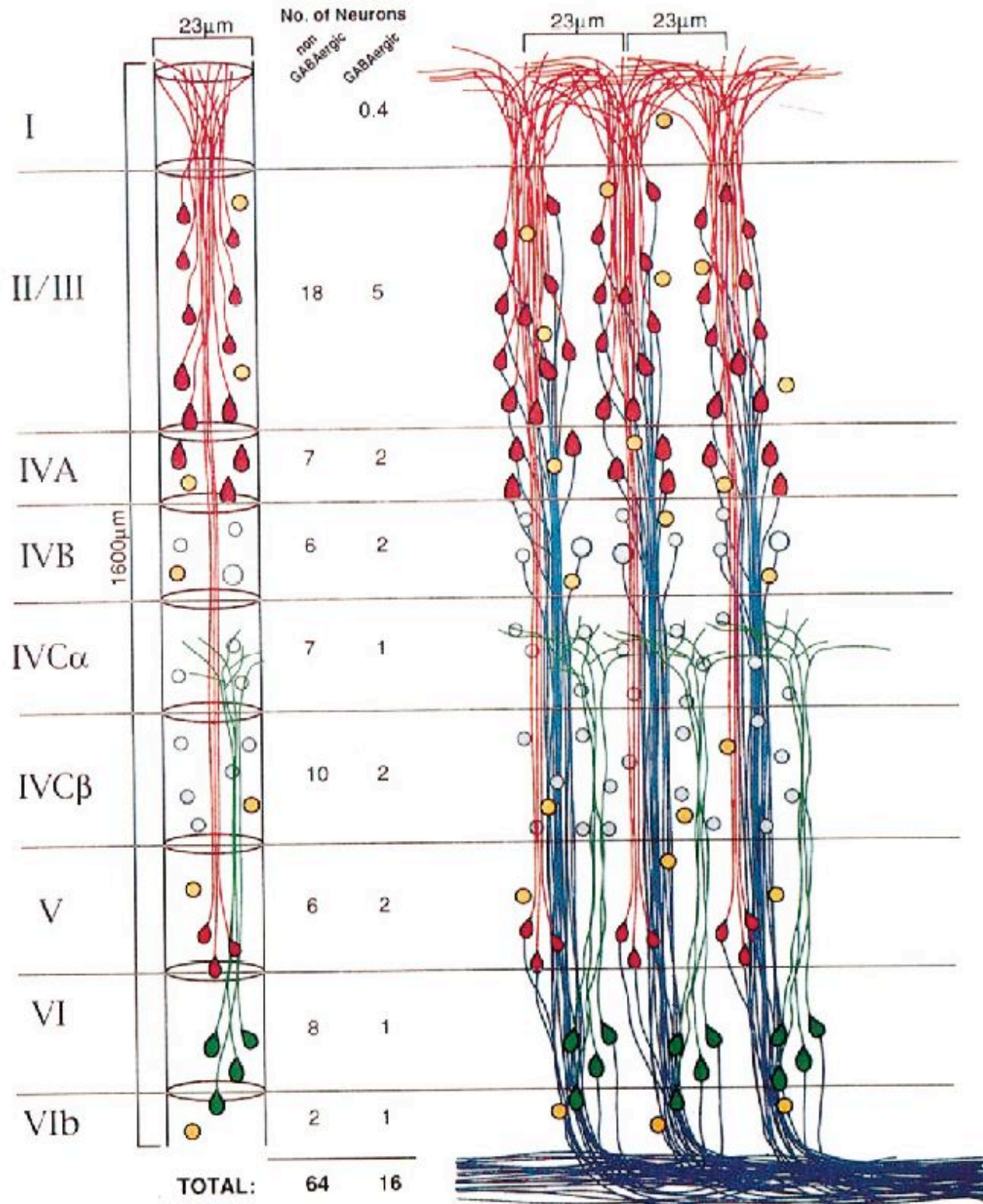
Sinnesorgan > primary sensory area > secondary sensory area

Kommunikation der Module (d.h. vertikalen Säulen):
über Pyramidalzellaxone in Schicht I und II

Unter den bis zu 10.000 Säulenzellen:
einige hundert Pyramidenzellen

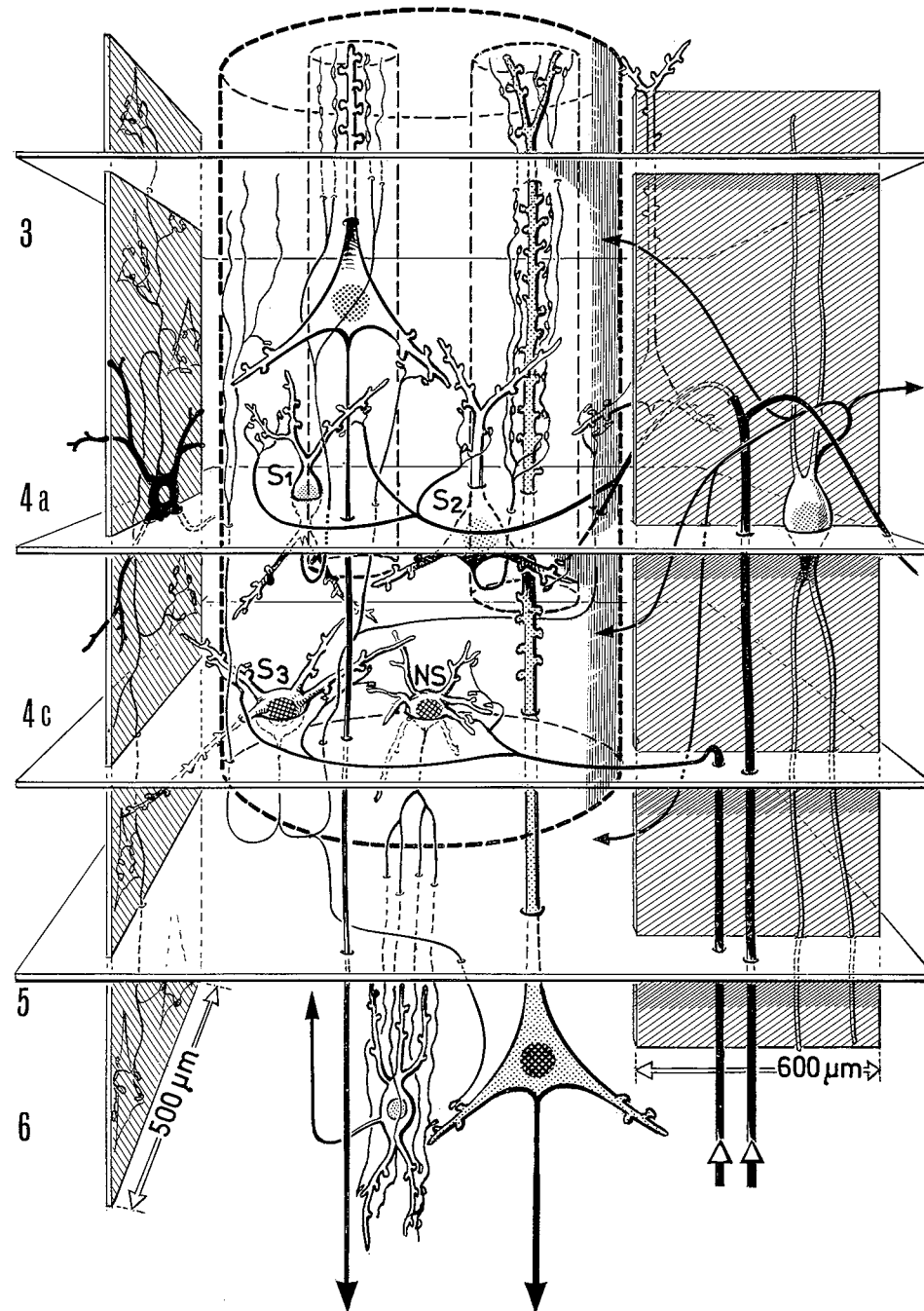
Eccles:

“The conflict between the excitation and inhibition
between modules is giving all of the variation of
performance from moment to moment.”



Arrangement
of neurons,
dendrites, and
axons in
vertical modules

from Peters
and Sethares
(1996)



From
Szentagothai 1975

siehe auch S. 239
in Popper & Eccles

[Copyright](#) © 2005 The Royal Society

The cortical column: a structure without a function

Jonathan C Horton^{*} and Daniel L Adams

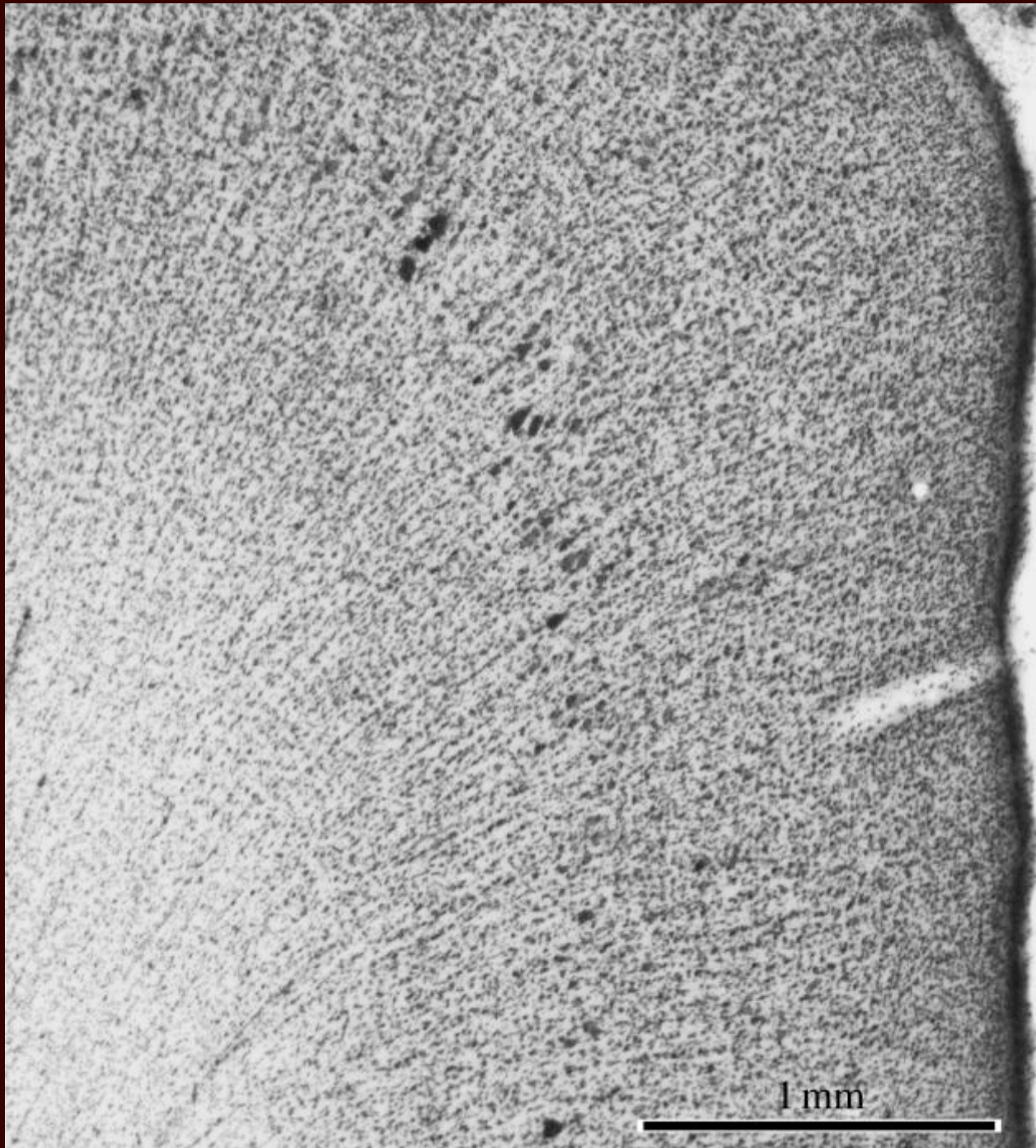
Beckman Vision Center, 10 Koret Way, University of California, San Francisco, CA 94143-0730, USA

^{*}Author for correspondence . (Email: hortonj@vision.ucsf.edu)

▶ This article has been [cited by](#) other articles in PMC.

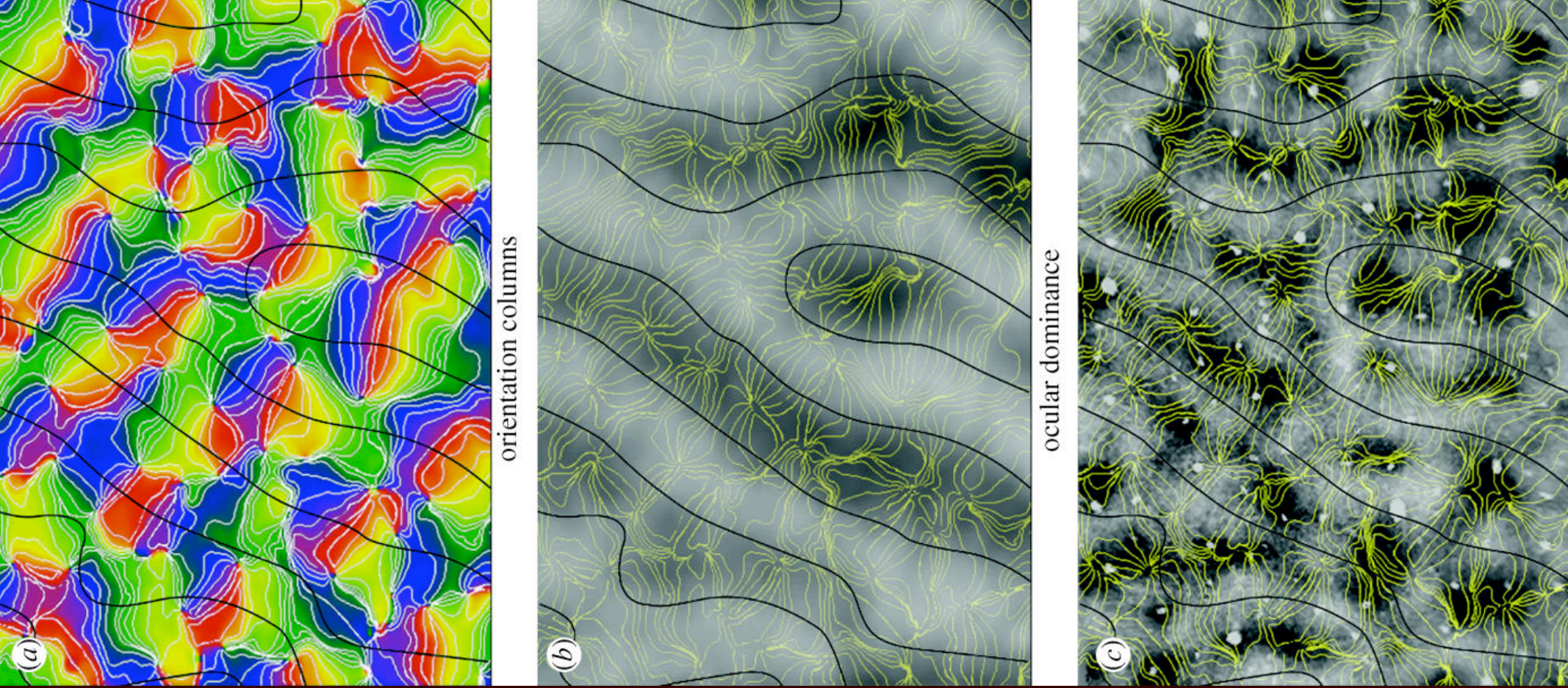
ABSTRACT

This year, the field of neuroscience celebrates the 50th anniversary of Mountcastle's discovery of the cortical column. In this review, we summarize half a century of research and come to the disappointing realization that the column may have no function. Originally, it was described as a discrete structure, spanning the layers of the



Ontogenetic columns extend from white matter into cortex. A cross-section through macaque somatosensory cortex stained for Nissl substance shows radial stacks of cells extending from the white matter into the cortical layers. These remnants of foetal development have no known functional relationship to columns in the adult cortex.

From Horton and Adams (2005)



Alignment of singularities (pinwheel centres) and CO patches. (a) Optical imaging map of orientation preference in macaque striate cortex. The black lines represent the borders of ocular dominance columns. (b) Iso-orientation contours from (a) superimposed on an optical imaging map of the ocular dominance columns. Note that orientation singularities tend to be situated in the centres of ocular dominance columns. (c) Comparison between iso-orientation contours and CO patches. In some instances, singularities and patches coincide, but the correlation is far from perfect. There seem to be more singularities than patches, although determining their exact numbers is difficult because neither structure is always well demarcated (Data from Blasdel 1992b with permission).

From Horton and Adams (2005)

