

H. LANGE und C. ALBRING, Düsseldorf:

C.- und O.-Vogt-Institut für Hirnforschung der Universität Düsseldorf

Das Volumen von 33 Hirnregionen des Menschen

Am Normalkollektiv der Vogtschen Hirnsammlung wurde bei 13 Erwachsenen (7 ♂, 6 ♀) das Volumen von 33 Arealen der Großhirnrinde bestimmt. Die Gehirne sind einheitlich in frontalen Schnittserien nach Formalinfixierung und Paraffineinbettung aufgearbeitet. Durch die Berechnung der individuellen Schrumpfung einer jeden Hemisphäre konnten Frischvolumina angegeben werden. Untersucht wurden die linken Hemisphären, wobei bei einem Abstand der Frontalschnitte von in der Regel 1 mm > 100 Schnitte pro Hemisphäre elektronisch planimetriert wurden.

Der Schwerpunkt der Untersuchung lag auf der Vermessung des Isocortex (iso), so daß wir proisocorticale Gebiete dem Allocortex zugerechnet haben. So berechneten wir den iso frontalis ohne den Gyrus cinguli frontalis, ohne die Area adolfactoria sowie basal ohne den Palaeo- und Mesocortex im Bereich des Trigonum olfactorium und der Area perforata anterior (s. Abb. 1). Der iso parietalis wurde ohne den unterhalb des Sulcus subparietalis gelegenen Gyrus cinguli parietalis vermessen, der iso temporalis ohne den Gyrus parahippocampalis, ohne den Hippocampus und ohne den vor dem palaeocorticalen Limen insulae liegenden mesocorticalen Claustrocortex temporalis sowie ohne die Regio praepiriformis (prp) temporalis und periamygdalaris. Da temporaler und parietaler iso im Bereich der Gyri supramarginalis und angularis ohne eindeutig bestimmbare Grenze ineinander übergehen, haben wir die Konvexität hinter der frontalen Schnittebene, die gerade hinter dem Balkenende liegt, als parieto-temporale Konvexität vermessen. In jedem Hirnlappen wurden die auf der Konvexität liegenden Anteile, die medialen, die opercularisierenden und die basalen Anteile separat planimetriert sowie das Volumen der primären corticalen Zentren erfaßt.

Die Frischvolumina sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Der Cortex nahm nur in einem Fall < 50 % des Prosencephalons ein, sonst lagen die Werte zwischen 51 und 58 %. Während selbst bei unseren kleinen Stichproben die Hirnmasse und das Prosencephalonvolumen der Männer signifikant 15 bzw. 13 % größer waren als bei Frauen, war der 10%ige Unterschied im Cortexvolumen wegen der stärkeren Streuung nicht mehr signifikant. Allerdings fand sich der Geschlechtsdimorphismus bei allen Cortexarealen mit Ausnahme der Area striata wieder. Letztere zeigte sich bei den Frauen absolut (nicht signifikant) und relativ (signifikant) größer. Bei der starken Variabilität des Volumens der Area striata bedarf dieses Ergebnis der Bestätigung durch weitere Untersuchungen. Die übrigen Cortexareale der Frauen hatten ein gleich großes Relativvolumen wie die der Männer, deren Ergebnisse in Abb. 2 dargestellt sind.

Vom Cortex entfielen 92 % auf den iso ohne Proisocortex. Den größten Anteil hatte der iso frontalis mit 35 %. Dann folgten parietaler und temporaler iso mit 20-25 %. Auf den Occipitallappen entfielen 13 %. Die primären corticalen Zentren nahmen folgende Volumenanteile ein: Area gigantopyramidalis 2 %, Regio postcentralis 4,8 %, Regio temporalis transversa 1 % und Area striata 2,3 (♂) bzw. 3 % (♀). Auf dem Lobulus paracentralis verhielten sich Area gigantopyramidalis und Regio postcentralis wie 1 : 1,5, auf der Konvexität wie 1 : 2,7.

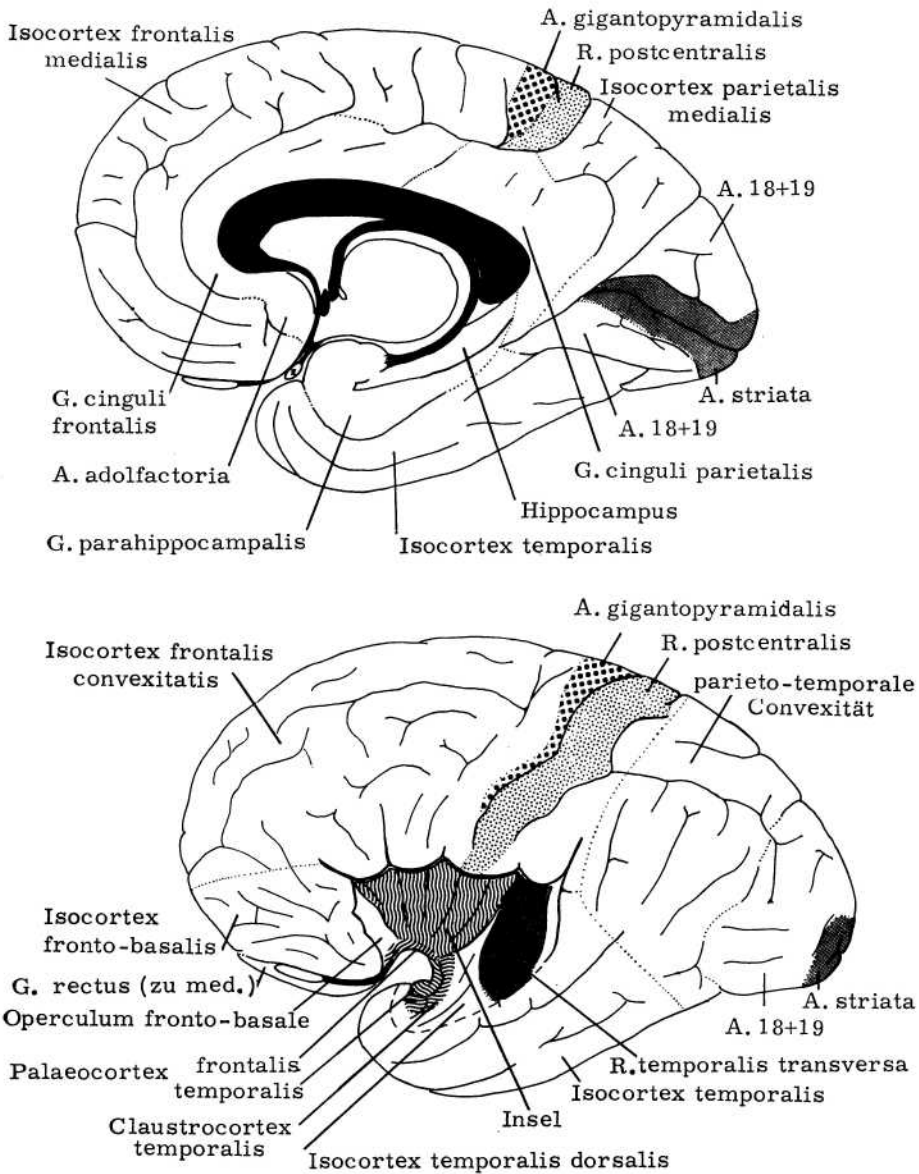


Abb. 1. Hemisphärendarstellung in Anlehnung an von ECONOMO und KOSKINAS.

Die Insel nahm 2,5% ein, der temporale Claustrocortex 0,36%. Die Regio prp frontalis und der sie umgebende Mesocortex peripalaeocorticalis beanspruchten zusammen nur 0,26%, die temporale Regio prp und periamygdalaris 0,2%. Der Gyrus cinguli frontalis hatte 1,9%, der parietale 1,7%. Auf den Gyrus parahippocampalis und den Hippocampus entfielen 2,3%.

Das Rechts/Links-Problem konnten wir an Hand 3 beidseitig untersuchter Gehirne der Männergruppe punktuell beleuchten. Dabei zeigten sich keine auffallenden

Tabelle 1. Frischvolumen der Hirnregionen in cm³ (linke Hemisphäre)

1. Zeile Männer (n = 7), 2. Zeile Frauen (n = 6)

Minimum - Mittelwert (Standardabweichung) - Maximum

Prosencephalon			Cortex			Isocortex			
487	532 (39)	608	235	281 (28)	313	210	257 (26)	284	♂
417	466 (49)*	544	228	254 (22)	286	204	230 (20)	262	♀
Isocortex frontalis	78.	98. (12.)	114.		Isocortex parietalis	29.	41. (3.9)	51.	
	73.	86. (10.)	95.			30.	35. (4.6)*	42.	
-- medialis	19.	23. (3.2)	28.		-- medialis	9.9	13. (2.0)	16.	
	16.	20. (2.2)	22.			8.5	11. (2.1)	13.	
-- convex.	48.	60. (6.2)	66.		-- convex.	12.	22. (2.7)	29.	
	45.	53. (5.3)*	58.			17.	20. (2.6)	24.	
-- opercul. dorsalis	2.6	3.4 (.53)	4.1		-- opercul.	4.9	6.0 (.83)*	7.3	
	2.4	3.0 (.46)	3.7			3.3	4.3 (.61)*	5.0	
-- opercul. basalis	.47	1.7 (.39)	2.1						
	.93	1.2 (.36)*	1.9						
-- basalis	7.4	10.6 (2.5)	13.6						
	7.4	9.0 (1.4)	10.9						
A. gigantopy. medialis	1.0	1.4 (.32)	1.9		R. posteentr. medialis	1.6	2.1 (.43)	2.7	
	1.0	1.4 (.30)	1.9			1.1	1.6 (.33)*	2.0	
A. gigantopy. convex.	3.9	4.3 (.29)*	4.7		R. posteentr. convex.	9.3	11.4 (1.1)*	13.	
	2.9	3.5 (.44)*	4.1			8.7	9.3 (.66)*	11.	
A. gigantopy. ramidialis	4.9	5.7 (.59)	6.6		R. posteentr. tralis	11.	13. (1.2)*	16.	
	3.9	4.9 (.70)*	5.9			10.	11. (.87)*	13.	
Isocortex temporalis	41.	49. (4.8)	56.		Pari.-tempor. Konvexität	23.	34. (5.8)	39.	
	33.	43. (6.2)	51.			22.	31. (6.6)	41.	
-- dorsalis	6.8	8.5 (1.5)	11.9						
	5.9	6.9 (1.2)	9.1						
R. transv. 1	1.3	1.8 (.32)	2.3		Isocortex occipitalis	30.	36. (4.8)	48.	
	1.5	1.7 (.20)	2.0			28.	35. (4.4)	39.	
R. transv. 2	.63	1.1 (.35)	1.7		A. 18 + 19	24.	29. (4.5)	41.	
	.58	.9 (.29)	1.3			22.	27. (3.4)	32.	
R. transv. 1 + 2	2.3	2.9 (.61)	3.7		A. 17	5.4	6.4 (1.0)	7.9	
	2.2	2.5 (.32)	3.0			5.6	7.6 (1.2)	9.0	
Claustrocortex temporalis	.60	1.0 (.24)	1.3		Claustrocortex insularis	6.0	7.2 (.61)	8.0	
	.57	1.0 (.31)	1.4			5.4	6.3 (.61)*	6.9	
PRP. fron. + Peripalaeoc. frontalis	.48	.7 (.25)	1.2		PRP. temporalis + Periamygdal.	.44	.57 (.13)	.77	
	.55	.7 (.20)	1.0			.43	.54 (.08)	.63	
G. eing. fron. + A. adolfaect.	4.1	5.5 (.97)	7.8		G. cinguli parietalis	2.9	4.8 (1.3)	6.6	
	2.8	4.6 (1.4)	6.2			3.6	4.3 (.73)	5.6	
Hippo. + G. parahippocamp.	5.6	6.3 (.74)	7.9						
	4.3	6.1 (1.1)	7.3						

A. = Area, G. = Gyrus, R. = Regio, Hippo. = Hippocampus, PRP. = R. praepiriformis

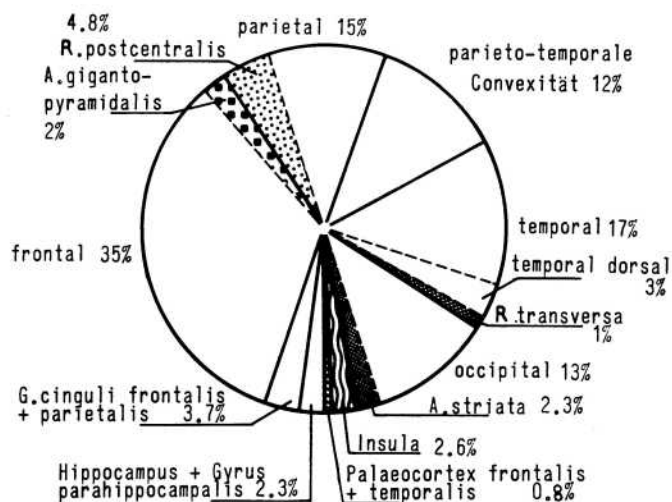


Abb. 2. Volumenanteile am Gesamtvolumen des Cortex cerebri in Prozent. Mittelwerte der Männer (n = 7).

Differenzen: Weder hatte die größere Hemisphäre immer das größere Cortexvolumen, noch hatte die Seite mit dem größeren Cortex dann auch in allen Arealen das Übergewicht, noch zeigten bestimmte Areale eine konstante Dominanz einer Seite. Die hier vorgelegte Studie bildet die Grundlage für eine genauere Analyse corticaler Atrophien.

Literatur

- ANTON, G.: Gehirnmessungen mittels Kompensationsplanimeter. Wien. Klin. Wschr. **16**, 1263-1267 (1903).
- BECK, E.: Morphogenie der Hirnrinde. Handb. Neurol. Erg. 1; Monogr. Ges. Neurol. Psychiat. **69**. Springer: Berlin 1940.
- BLINKOV, S. M., GLEZER, J.: Das Zentralnervensystem in Zahlen und Tabellen. Fischer: Jena 1968.
- BRODMANN, K.: Vergleichende Lokalisationslehre der Großhirnrinde in ihren Prinzipien dargestellt auf Grund des Zellenbaues. Barth: Leipzig 1909.
- DAHLBERG, G.: Die quantitativen Beziehungen zwischen der grauen und weißen Substanz im menschlichen Großhirn. Anat. Anz. **57**, 49-61 (1923).
- VON ECONOMO, C.: Der Zellaufbau der Großhirnrinde des Menschen. Springer: Berlin 1927.
- VON ECONOMO, C.: Aussprache auf der 17. Vers. dtsh. Nervenärzte, Wien 1927. Verh. Ges. Dtsch. Nervenärzte **17**, 173-176 (1928).
- FILIMONOFF, I. N.: Über die Variabilität der Großhirnrindenstruktur. Mitteilung II. Regio occipitalis beim erwachsenen Menschen. J. Psychol. Neurol. **44**, 27-96 (1932).
- GERHARDT, E., KREHT, H.: Zur Volumen- und Oberflächengröße der Area striata. J. Psychol. Neurol. **45**, 220-224 (1933).
- GERHARDT, E.: Die Cytoarchitektonik des Isocortex parietalis beim Menschen. J. Psychol. Neurol. **49**, 367-419 (1940).
- GRUND, H.: Volumenbestimmungen der Hirnrinde bei Schwachsinn. Med. Diss. Göttingen 1949.
- HAUG, H.: Der makroskopische Aufbau des Großhirns. Ergebn. Anat. Entwickl.gesch. **43**, 7-70 (1970).
- HEINZE, G.: Zytoarchitektonische Untergliederung der Area occipitalis. J. Hirnforsch. **1**, 199-205 (1954).

- HENNEBERG, R.: Messung der Oberflächenausdehnung der Großhirnrinde. *J. Psychol. Neurol.* **17**, 144–158 (1910).
- HOPF, A.: Zur architektonischen Gliederung der menschlichen Hirnrinde. *J. Hirnforsch.* **1**, 442–496 (1954).
- JAEGER, R.: Inhaltsberechnungen der Rinden- und Marksubstanz des Großhirns durch planimetrische Messungen. *Arch. Psychiat.* **54**, 261–272 (1914).
- JENSEN, J.: Untersuchungen über die Beziehung zwischen Großhirn und Geistesstörung an sechs Gehirnen geisteskranker Personen. *Arch. Psychiat. Nervenkr.* **5**, 587–757 (1875).
- KRETSCHMANN, H.-J.: Biometrische Untersuchungen der Frischvolumina menschlicher Hirnregionen. *Verh. Anat. Ges.* **65**, 139–146 (1970).
- LANGE, H., THÖRNER, G., HOPF, A., SCHRÖDER, K. F.: Morphometric Studies of the Neuro-pathological Changes in Choreatic Diseases. *J. Neurol. Sci.* **28**, 401–425 (1976).
- LORENZ, K.: Beitrag zur Volumenbestimmung der Hirnrinde. *Med. Diss. Göttingen* 1949.
- PAUL, F.: Biometrische Analyse der Frischvolumina der Großhirnrinde und des Prosencephalon von 31 menschlichen, adulten Gehirnen. *Z. Anat. Entwickl.gesch.* **133**, 325–368 (1971).
- ROSE, M.: Die Volumenbestimmung der architektonischen Zentren im Vorderhirn des Menschen mittels der Waage. *J. Psychol. Neurol.* **45**, 277–290 (1933).
- ROSE, M.: Cytoarchitektur und Myeloarchitektur der Großhirnrinde. *Handb. Neurol.*, hrsg. O. BUMKE & O. FOERSTER, Bd. 1. Springer: Berlin 1935.
- SANDES, F.: Die Architektur des menschlichen Stirnhirns. *Monogr. Ges. Neurol. Psychiat.* **98**. Springer: Berlin 1962.
- SHARIFF, G. A.: Cell Counts in the Primate Cerebral Cortex. *J. comp. Neurol.* **98**, 351–400 (1953).
- SCHLENSKA, G.: Messungen der Oberfläche und der Volumenanteile des Gehirns menschlicher Erwachsener mit neuen Methoden. *Z. Anat. Entwickl.gesch.* **128**, 47–59 (1969).
- STEPHAN, H.: Allocortex. *Handb. mikroskop. Anat.* **4/9**. Springer: Berlin 1975.
- ZILLES, K.: Biometrische Analyse der Frischvolumina verschiedener prosencephaler Hirnregionen von 78 menschlichen, adulten Gehirnen. *Gegenbaurs morph. Jb.* **118**, 234–273 (1972).

Anschrift: Dr. H. LANGE, Department Anatomie, Karl-Wiechert-Allee 9, D - 3000 Hannover-Kleefeld.