

麻酔法並に手術操作の脳含水量に及ぼす影響に 関する実験的研究

第 2 編

手術操作の脳含水量に及ぼす影響に関する実験的研究

(本論文要旨は第12回日本脳神経外科学会及び第64回
岡山医学会総会において発表した)

岡山大学医学部第一(陣内)外科教室(指導 陣内教授)

角 南 敏 孫

[昭和30年1月10日受稿]

目 次

第1章 緒 言	第3項 小 括
第2章 文献的考察	第2節 髄質における含水量の変動
第3章 実験方法	第1項 開 頭 側
第1節 実験動物	第2項 非開頭側
第2節 開頭術式	第3項 小 括
第3節 刺戟方法	第3節 小脳における含水量の変動
第1項 摩 擦	第1項 開 頭 例
第2項 振 盪	第2項 小 括
第3項 圧 迫	第4節 橋部における含水量の変動
第4節 含水量測定法	第1項 開 頭 例
第4章 実験成績	第2項 小 括
第1節 皮質における含水量の変動	第5章 総括並に考按
第1項 開 頭 側	第6章 結 論
第2項 非開頭側	参 考 文 献

第1章 緒 言

脳手術の術中術後に脳圧亢進がおこり、術中手術を不能にしたり術後の予後を不良にすることは脳神経外科医がしばしば経験するところである。この脳圧亢進はきわめて重要な問題で多数の学者によつて実験的あるいは臨床的に研究されている。即ち Lyden¹⁾ は硬脳膜下腔に、Naunyn²⁾ は腰椎管に液体を注入して脳圧症状が起ることを報告し、Kocher³⁾ は硬膜下腔に 60cc の出血があれば脳圧症状が現れ、120cc の出血は死因になりうるとい

っている。脳圧亢進は血腫形成、静脈鬱血、脳脊髄液の分泌増加や吸収低下、腫瘍、炎症性浸潤など理由の判然とした頭蓋内容の増加によるものの外に脳自体が腫大して脳圧亢進を来すものもある。脳自体の腫脹を Reichardt⁴⁾ は脳腫脹と脳浮腫に分類し、Scheincker⁵⁾ はこの両者は量的のもので質的に異なるものではないとしている。しかし脳腫脹が含水量増加に由来することは多くの学者によつて認められている。

脳の外傷、手術、出血、腫脹、中毒、脳圧の激変などの異常条件で脳浮腫あるいは脳腫

脹と称せられる脳の腫脹がおこることは既に多数の学者に認められているが、個々の手術操作の脳含水量に及ぼす影響に関しては未だ報告をみない。

私は脳手術の際行われる種々の手技操作を考慮し、実験的に各種条件の摩擦、振盪、圧迫などの刺激をあたえて脳含水量を測定し、如何なる手技が術中術後の脳腫脹に重大な影響を及ぼすかを観察せんと試みた。振盪の実験は穿頭に際し手廻し骨錐と電動式のものといずれを用いたのがよいかを知るためである。

第2章 文献的考察

脳の外傷、手術、出血、腫瘍、中毒、脳圧の激変などの異常条件で脳の腫脹がおこることはすでに認められているところである。

Foerster⁷⁾ は損傷及び出血の際その二次的現象として脳腫脹がおこるといい、Wanke-Wesermann⁸⁾ は脳損傷領域の副行性浮腫であるという。Demmer⁹⁾、Henschen¹⁰⁾、Bergmann¹¹⁾、Schück¹²⁾、Bostroem¹³⁾、Thomas¹⁴⁾、Rosenhagen¹⁵⁾、Gerhartz¹⁶⁾、Bauer¹⁷⁾、Meixner¹⁸⁾、Baimann¹⁹⁾、Buschka²⁰⁾、Wanke-Ramm²¹⁾、Winkelmann²²⁾、Fay²³⁾、Rossel²⁴⁾、Pedersen²⁵⁾ 等は脳外傷時に脳腫脹がおこることを認めている。Marburg²⁶⁾ は脳出血、Tilman²⁷⁾、Gulenke²⁸⁾、Krause²⁹⁾ は脳銃創、Hilpert³⁰⁾、荒木³¹⁾ は脳室穿刺、脳室内空気注入、安保⁶⁾ は一酸化炭素中毒、Cushing³²⁾、Dandy³³⁾、Bailey³⁴⁾、Sachs³⁵⁾、Cains³⁶⁾ 等は脳手術後に脳腫脹がおこることを認めている。Olivecrona³⁷⁾、Sauerbruch³⁸⁾、Ernst³⁹⁾、荒木³¹⁾ 等によれば脳に手術侵襲を加えれば術後必発的に脳圧亢進を来し、数日後に最高に達し一週間持続するという。かくの如く手術に附随しておこる脳腫脹を予防することは極めて重要なことで、Schaltenbrand and Bailey⁴⁰⁾ は高張糖の静脈注射、Hughes⁴¹⁾ 等は保存乾燥血漿、Elliot and Jasper⁴²⁾ は独特の単一緩衝塩類溶液の静注が有効であるという。Grenell and McCawley⁴³⁾、Prados⁴⁴⁾ らは副腎皮質製剤の局所あるいは静注の予防

効果あるを認めている。荒木³¹⁾ は閉塞性脳水腫をとまう脳腫瘍の手術後におこる脳浮腫に対し、ビニール管を側脳室に入れ内圧を100mm 水柱に保てば有効であるという。教室の三宅⁴⁵⁾、高越⁴⁶⁾、薬師寺⁴⁷⁾ は開頭術の際の灌注液に関する研究で、脳液所見、電気刺激閾値、組織学的所見及び脳含水量測定により、0.1%ホルマリン及び0.85%食塩水の場合、温度は20°C、38°Cの場合がよいことを認めている。石井⁴⁸⁾ は脳の血液循環障害では動脈性出血及び両側頸静脈結紮の際に含水量増加を認めている。井出⁴⁹⁾ は輸液について5%葡萄糖、リングル氏液で含水量増加し、ランス氏液、ポリタミン、血漿では変動なく、また術前輸液の際は変動少く、術中術後輸液に増加を認めている。佐野⁵⁰⁾ は家兎頭蓋内に骨蠟、筋肉瓣、肉腫を挿入し、肉腫移植例に著明な脳圧亢進と脳含水量増加を認めた。またPilcher⁵¹⁾ は頭部外傷の脳含水量に及ぼす影響を観察し、犬において開頭時非開頭時共に外傷により含水量増加を認めている。

私は脳手術の際におこる脳腫脹を予防するため手術手技である種々の程度の摩擦、振盪、圧迫をあたえ、開頭側と非開頭側の皮質、髄質、小脳、橋部についてその含水量を測定し、その影響を観察した。

第3章 実験方法

第1節 実験動物 (第1編)

第2節 脳含水量測定法 (第1編)

第3節 開頭術式

ヂアール第4期麻酔の猫の頭部正中切開後左側頭筋を骨膜と共に剝離し、左前頭部に1.8×1.6cm²の骨窓を穿つて開頭した。私はWeed-Langworthy⁵²⁾ の脳図のGyrus sigmoides ant. et post. を含む範囲を開頭した。小脳及び橋部の圧迫及び摩擦の際には後頭結節直下で開頭した。スポンゼルで出来るだけ出血を防止し、硬膜切開後は38°C 0.85%食塩水を灌注してその乾燥を防止した。

第 1 表 軽度摩擦脳含水量

番 号	皮質開頭側			皮質非開頭側			髓質開頭側			髓質非開頭側		
	自由水	結合水	全水	自由水	結合水	全水	自由水	結合水	全水	自由水	結合水	全水
1	70.2	7.6	77.8	71.9	7.1	79.0	58.9	10.6	69.5	59.9	8.6	68.5
2	71.4	7.4	78.8	71.4	7.7	79.1	58.0	10.1	68.1	58.9	9.9	68.8
3	71.3	8.7	80.0	70.9	8.8	79.7	58.3	12.1	70.4	57.4	10.8	68.2
4	71.7	8.5	80.2	71.8	8.0	79.8	60.3	10.3	70.6	58.5	10.9	69.4
5	72.8	7.5	80.3	72.8	8.1	80.9	62.1	8.5	70.6	58.9	11.6	70.5
6	72.8	7.5	80.3	71.7	8.5	80.2	59.9	11.9	71.8	62.7	8.9	71.6
7	73.0	7.5	80.5	73.1	7.1	80.2	63.8	8.5	72.3	61.7	9.3	71.0
8	72.3	8.7	81.0	73.0	7.5	80.5	62.5	10.4	72.9	62.8	9.7	72.5
平 均	71.9	7.9	79.9	72.1	7.9	79.9	60.5	10.3	70.8	60.1	10.0	70.1
標 準 偏 差	0.9	0.6	1.0	0.8	0.6	0.6	2.0	1.3	1.5	1.9	1.0	1.5

第4節 刺戟方法

第1項 摩 擦

硬膜を彎針で挙上し骨窓の大きさに十字切開し大脳あるいは小脳を露出し、0.85%食塩水で濡らした脱脂綿で軽く、又はガーゼで強く軟膜上をそれぞれ30分間摩擦し、前者を軽度後者を強度摩擦とした。強度摩擦例では摩擦後軟膜に溢血斑をみとめた。摩擦後30分間放置した。

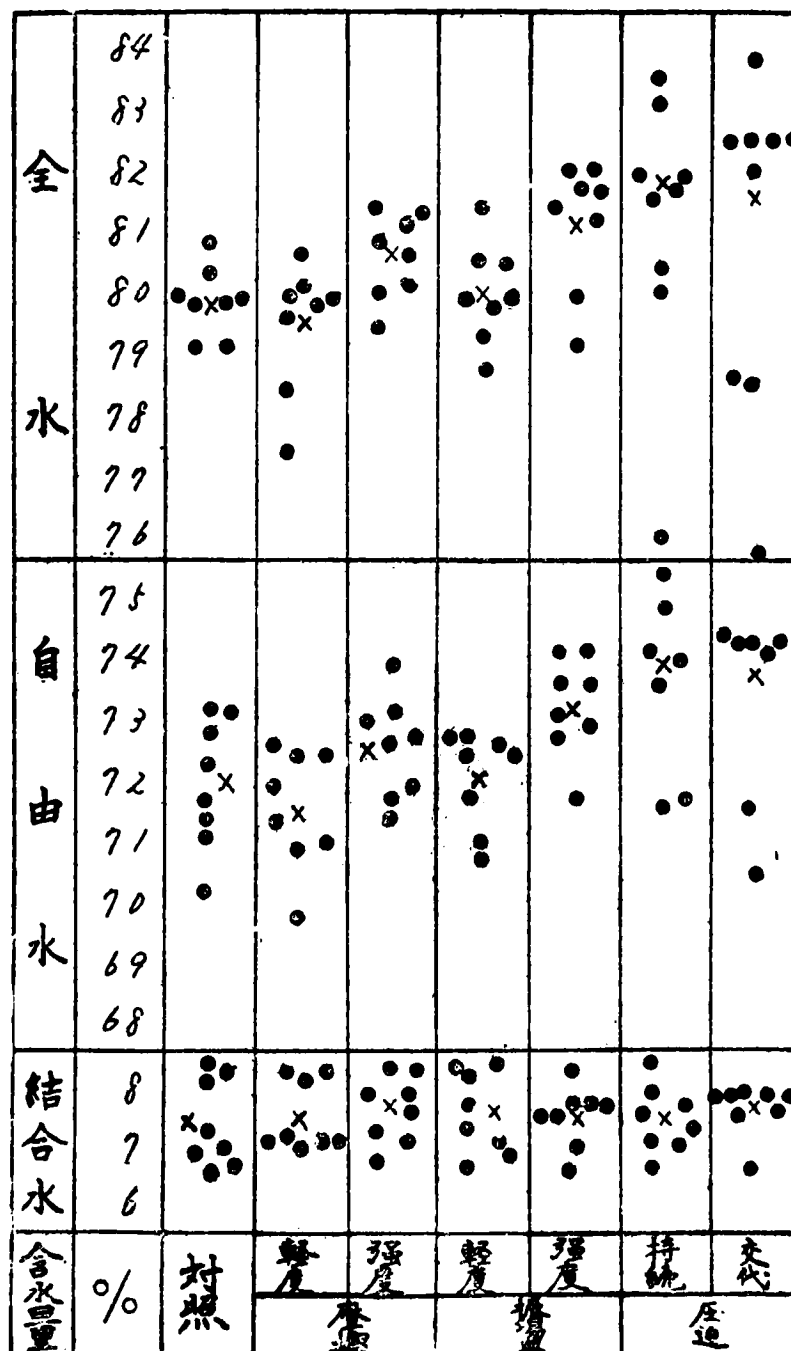
第2項 振 盪

骨窓周囲の骨に1分間200及び1800回転の電気モーターを連結した骨錐で振盪をあたえた。200回転を軽度、1800回転を強度振盪とした。骨錐は尖端を鈍にして振盪のみが加わるように時々部位を変えた。振盪は5分間づゝ連続し、時々休憩して計3回15分間振盪し、30分間放置した。

第3項 圧 迫

水銀を入れて重量80gにした直径1.5cmのガラス

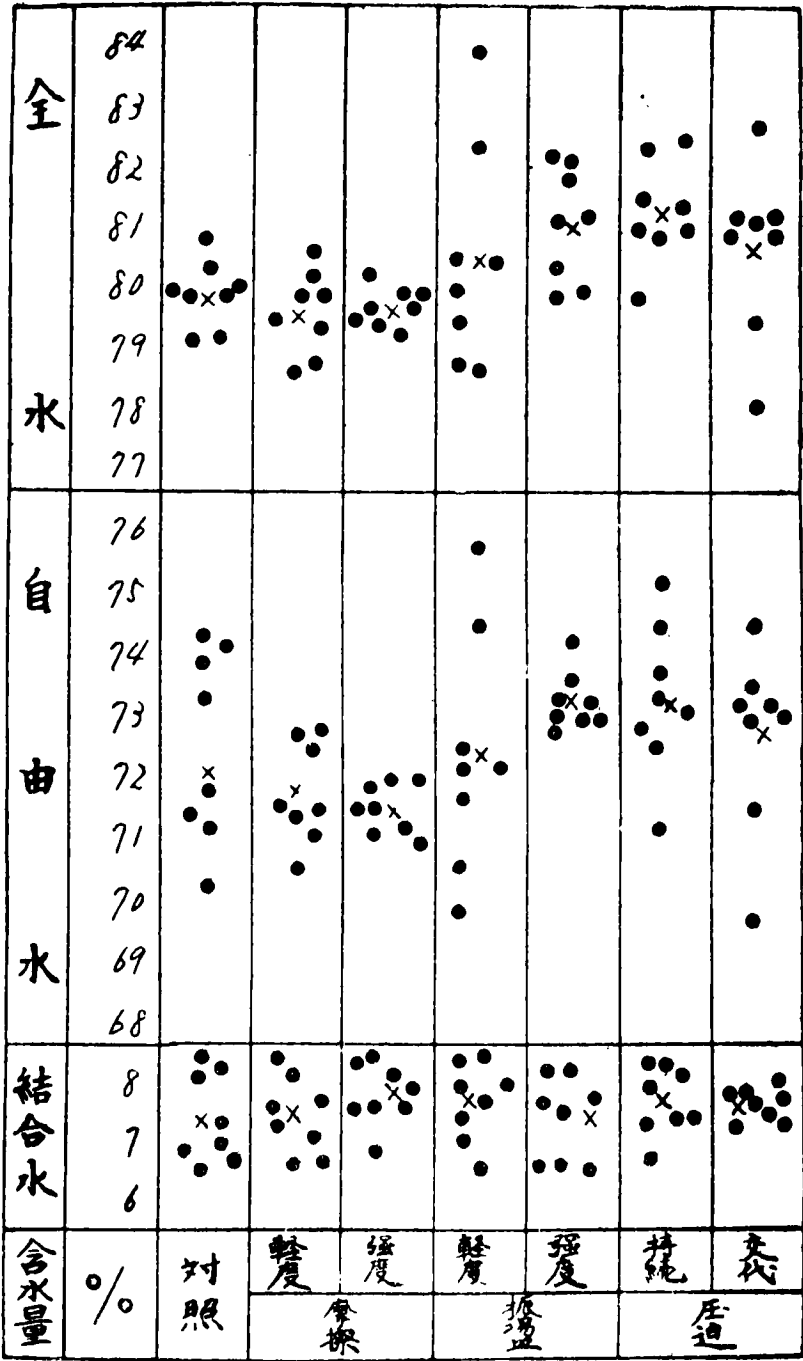
第1図 皮質開頭側



第 2 表 強 度 摩 擦

番 号	皮 質 開 頭 側			皮 質 非 開 頭 側			髓 質 開 頭 側			髓 質 非 開 頭 側		
	自由水	結合水	全水	自由水	結合水	全水	自由水	結合水	全水	自由水	結合水	全水
1	71.8	8.0	79.8	72.3	7.3	79.6	60.3	8.6	68.9	58.5	10.0	68.5
2	72.1	8.3	80.4	71.8	8.0	79.8	60.9	8.6	69.5	59.8	8.5	68.3
3	73.0	7.5	80.5	71.8	8.0	79.8	59.0	10.8	69.8	58.5	10.9	69.4
4	72.3	8.7	81.0	71.4	8.8	80.2	58.9	11.6	70.5	59.8	10.0	67.8
5	73.5	7.7	81.2	72.2	8.0	80.2	61.6	10.2	71.8	61.8	8.0	69.8
6	74.3	7.2	81.5	71.5	8.5	80.0	61.9	10.7	72.6	60.4	9.9	70.3
7	73.1	8.7	81.8	72.3	8.3	80.6	61.8	11.2	73.0	61.6	10.2	71.8
8	73.4	8.3	81.7	71.3	8.7	80.0	64.0	9.1	73.1	59.9	11.9	71.8
平 均	72.9	8.1	81.0	71.8	8.2	80.0	61.1	10.1	71.2	60.0	9.9	70.0
標 準 偏 差	0.8	0.5	0.7	0.4	0.5	0.3	1.6	1.1	1.6	1.1	1.2	1.2

第 2 図 皮質非開頭側



円筒で骨窓から圧迫を加えた。30 分間圧迫後 30 分放置したのを持続，5 分間圧迫 5 分間放置し 3 回圧迫後 30 分放置したのを交代圧迫とした。

第 4 章 実験成績

第 1 節 皮質における含水量の変動

第 1 項 開頭例

1) 軽度摩擦 (第 1 表 第 1 図)

ヂアール麻酔猫開頭例の開頭側の含水量を対照とした。平均値を対照と比較すれば自由水 71.9% (0.5% 減)，結合水 7.9% (0.1% 増)，全水 79.9% (0.3% 減) で対照の標準偏差内にあり有意の差を認めなかった。

2) 強度摩擦 (第 2 表 第 1 図)

平均値を対照に比較すれば自由水 72.9% (0.5% 増)，結合水 8.1% (0.3% 増)，全水 81.0% (0.8% 増) で対照に比して自由

第 3 表 軽 度 振 盪

番 号	皮 質 開 頭 側			皮 質 非 開 頭 側			髓 質 開 頭 側			髓 質 非 開 頭 側		
	自由水	結合水	全水	自由水	結合水	全水	自由水	結合水	全水	自由水	結合水	全水
1	71.4	7.7	79.1	72.0	7.0	79.0	60.4	8.2	68.6	59.6	9.0	68.6
2	71.1	8.6	79.7	70.2	8.9	79.1	58.0	11.4	69.4	60.4	9.9	70.3
3	72.8	8.1	80.9	70.9	8.8	79.7	61.7	9.3	71.0	62.4	8.7	71.7
4	73.1	7.1	80.2	72.8	7.5	80.3	62.0	9.8	71.8	60.7	10.4	71.7
5	72.8	7.5	80.3	72.5	8.3	80.8	60.0	12.1	72.1	62.5	9.3	71.8
6	73.0	7.3	80.3	72.5	8.3	80.8	60.1	12.9	73.0	60.3	11.8	72.1
7	72.1	8.8	80.9	74.8	7.8	82.6	61.6	11.6	73.2	63.8	9.1	72.9
8	73.1	8.7	81.8	76.1	8.1	84.2	64.0	9.8	73.8	60.6	12.9	73.5
平 均	72.4	8.0	80.4	72.7	8.1	80.8	61.0	10.6	71.6	61.3	10.1	71.4
標 準 偏 差	0.7	0.6	0.8	1.8	0.6	1.7	1.7	1.5	1.7	1.3	1.4	1.4

水、全水の軽度の増加が認められる。

3) 軽度振盪 (第 3 表 第 1 図)

平均値を対照に比較すれば、自由水 72.4%, 結合水 8.0% (0.2%増), 全水 80.4% (0.2%増) で対照の標準偏差内で有意の差を認めなかつた。

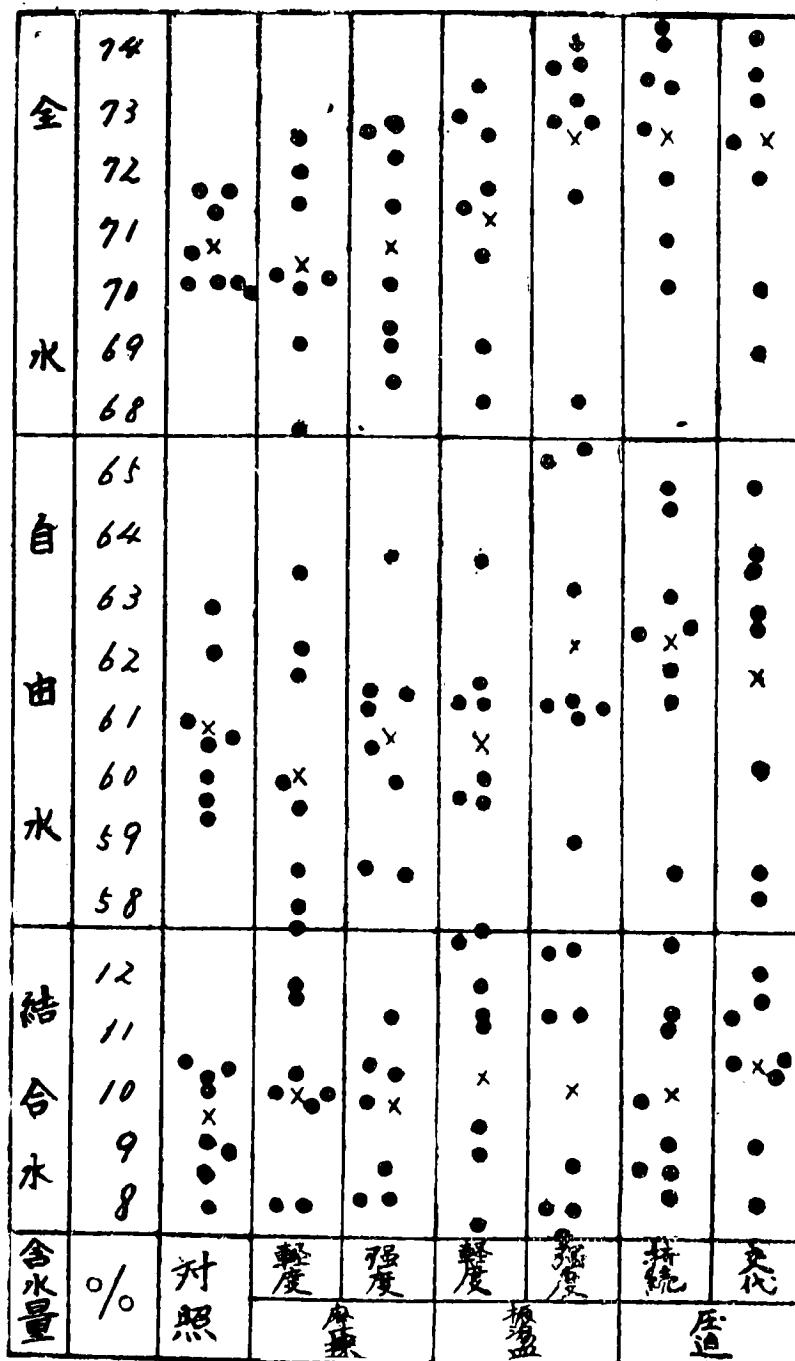
4) 強度振盪 (第 4 表 第 1 図)

平均値を対照に比較すれば自由水 73.6% (1.2%増), 結合水 7.9% (0.1%増), 全水 81.5% (1.3%増) で対照に比し自由水、全水の増加が認められた。

5) 持続圧迫 (第 5 表 第 1 図)

平均値を対照に比較すれば、自由水 74.3% (1.9%増), 結合水 7.9% (0.1%増), 全水 82.2% (2.0%増) で対照に比し自由水、全水の著明な増加が認められた。

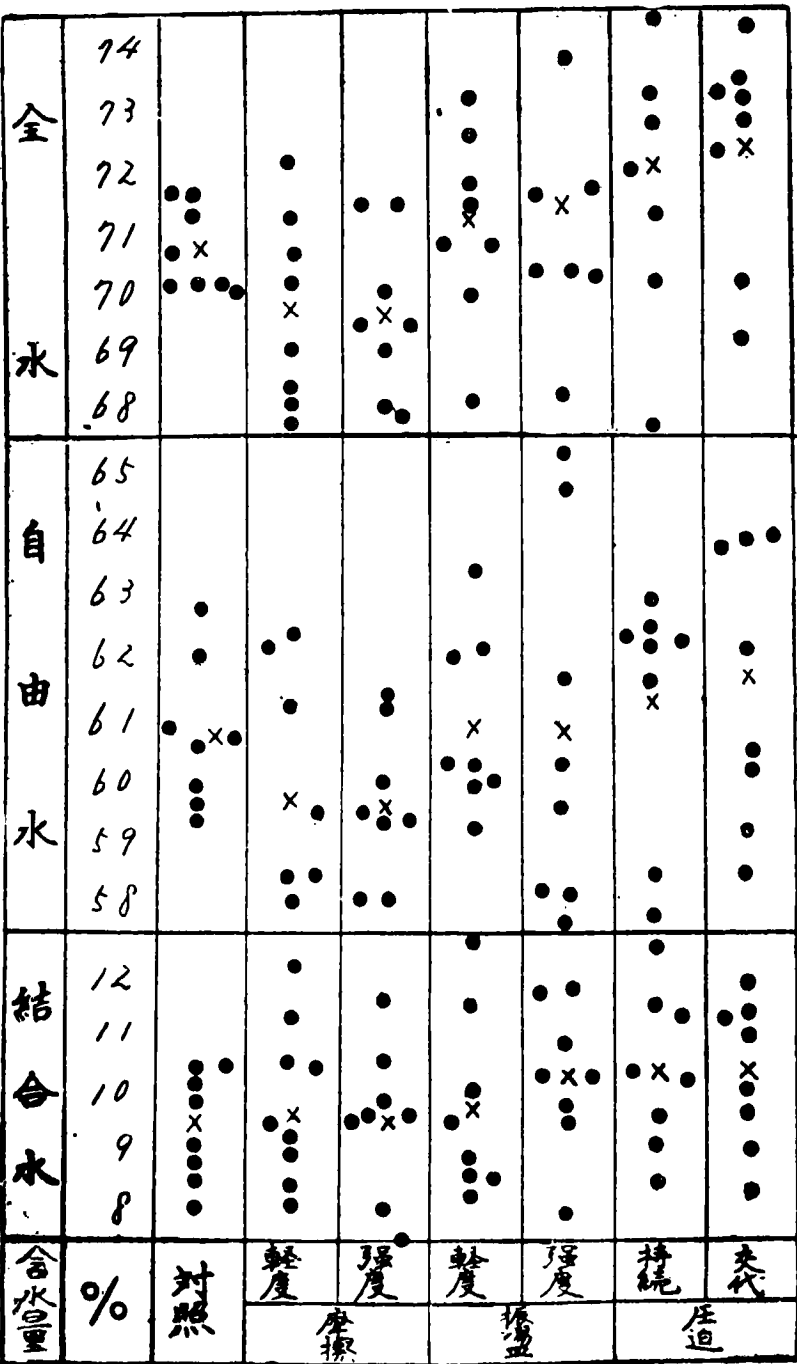
第 3 図 髓質開頭側



角 南 敏 孫
第 4 表 強 度 振 盪

番 号	皮 質 開 頭 側			皮 質 非 開 頭 側			髓 質 開 頭 側			髓 質 非 開 頭 側		
	自由水	結合水	全水	自由水	結合水	全水	自由水	結合水	全水	自由水	結合水	全水
1	72.1	7.4	79.5	73.1	7.1	80.2	59.4	9.2	68.6	58.1	10.6	68.7
2	73.3	7.0	80.3	73.3	7.0	80.3	63.5	8.5	72.0	60.0	10.6	70.6
3	73.5	8.1	81.6	73.6	7.1	80.7	61.6	11.6	73.2	58.7	12.0	70.7
4	73.1	8.7	81.8	73.3	8.1	81.4	61.6	11.6	73.2	58.7	12.0	70.7
5	74.0	8.1	82.1	73.3	8.2	81.5	65.6	8.0	73.6	62.1	9.9	72.0
6	74.0	8.1	82.1	73.5	8.6	82.1	61.4	12.7	74.1	60.7	11.2	71.9
7	74.5	7.9	82.4	74.5	7.9	82.4	65.8	8.4	74.2	65.8	8.4	74.2
8	74.5	7.9	82.4	73.9	8.6	82.5	61.7	12.8	74.5	65.1	10.1	75.2
平 均	73.6	7.9	81.5	73.6	7.8	81.4	62.6	10.4	72.9	61.2	10.6	71.8
標 準 偏 差	0.8	0.5	1.0	0.4	0.6	0.9	2.1	1.9	1.8	2.8	1.1	2.0

第 4 図
髓 質 非 開 頭 側



6) 交代圧迫 (第 6 表 第 1 図)

平均値を対照に比較すれば、自由水74.1% (1.7%増)、結合水8.0% (0.2%増)、全水82.0% (1.8%増) で対照に比し自由水、全水の著明な増加が認められた。

第 2 項 非開頭側

1) 軽度摩擦 (第 1 表 第 2 図)

平均値を対照に比較すれば、自由水72.1% (0.3%減)、結合水7.9% (0.1%増)、全水79.9% (0.3%減) で対照の標準偏差内である。

2) 強度摩擦 (第 2 表 第 2 図)

平均値を対照に比較すれば、自由水71.8% (0.6%減)、結合水8.2% (0.4%増)、全水80.0% (0.2%減) で対照の標準偏差内である。

3) 軽度振盪 (第 3 表 第 2 図)

平均値を対照に比較すれば、自由水72.7% (0.3

第 5 表 持 続 圧 迫

番 号	皮 質 開 頭 側			皮 質 非 開 頭 側			髓 質 開 頭 側			髓 質 非 開 頭 側		
	自由水	結合水	全水	自由水	結合水	全水	自由水	結合水	全水	自由水	結合水	全水
1	72.1	8.3	80.4	71.5	8.7	80.2	58.9	11.6	70.5	58.2	10.0	68.2
2	72.0	8.8	80.8	73.6	7.7	81.3	62.2	9.1	71.3	62.7	8.9	71.6
3	74.5	7.4	81.9	74.0	7.2	81.2	62.9	10.2	73.1	58.9	11.6	70.5
4	74.0	8.1	82.1	72.8	8.5	81.3	62.8	9.5	72.3	62.6	10.5	73.1
5	75.2	7.1	82.3	73.4	8.3	81.7	64.8	9.0	73.8	62.8	9.5	72.3
6	74.4	7.9	82.3	73.1	8.7	81.8	65.2	8.7	73.9	62.9	10.7	73.6
7	75.8	7.7	83.5	74.8	7.8	82.6	63.4	11.4	74.8	62.0	12.8	74.8
8	76.4	7.5	83.9	75.0	7.8	82.8	61.7	12.8	74.5	63.3	11.8	75.1
平 均	74.3	7.9	82.2	73.5	8.1	81.6	62.7	10.3	73.0	61.7	10.7	72.4
標 準 偏 差	1.7	0.5	1.1	1.1	0.5	0.8	1.8	1.3	1.4	1.8	1.2	2.1

増), 結合水8.1%(0.3
増), 全水80.8% (0.6
増) で対照の標準偏差
に近似している。

4) 強度振盪 (第4表
第2図)

平均値を対照に比較す
れば, 自由水73.6%(1.2
増), 結合水7.8%, 全
水81.4% (1.2増) で
対照に比し自由水, 全
水の増加が認められる。

5) 持続圧迫 (第5表
第2図)

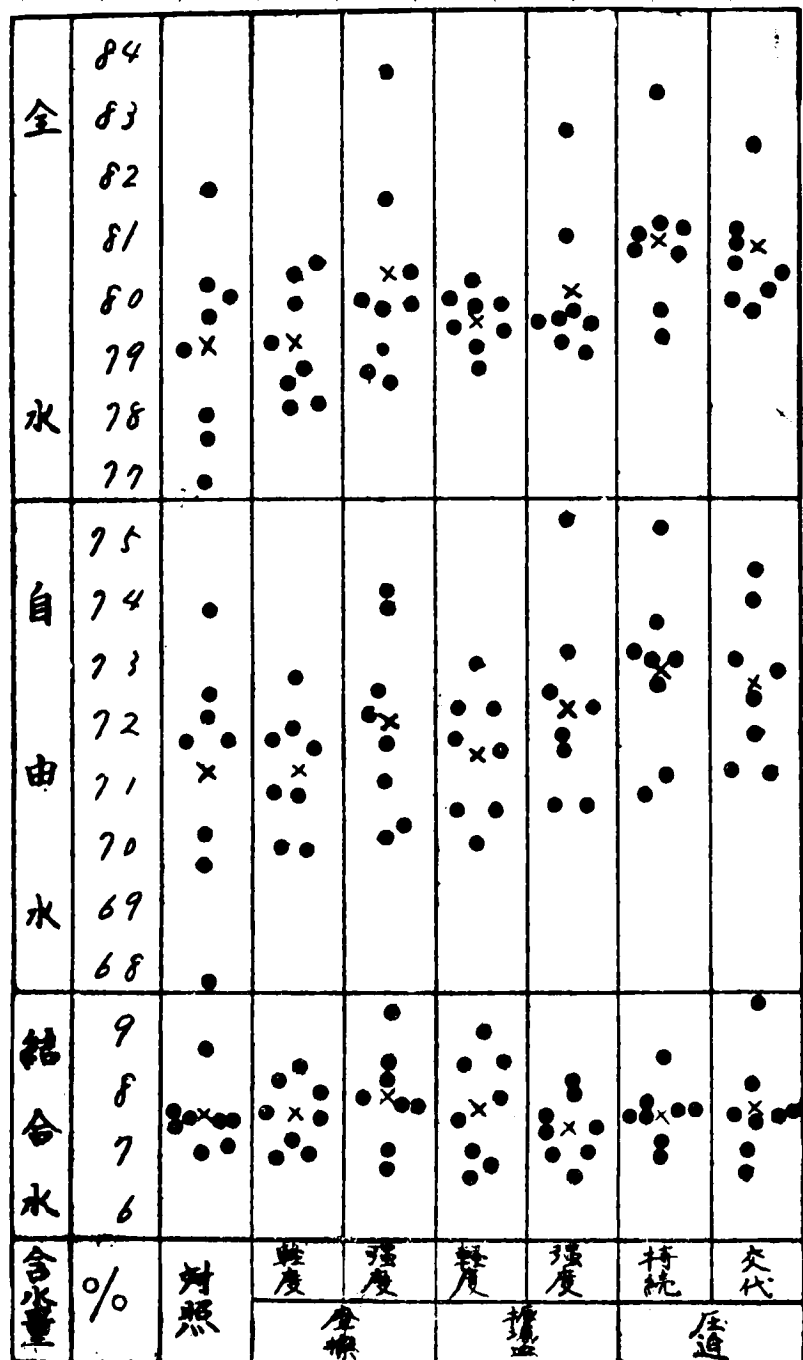
平均値を対照に比較す
れば, 自由水73.5%(1.1
増), 結合水8.1%(0.3
増), 全水81.6% (1.4
増) で対照に比し自由
水, 全水の増加が認めら
れる。

6) 交代圧迫 (第6表
第2図)

平均値を対照に比較す
れば, 自由水73.0%(0.6
増), 結合水8.0%(0.2
増), 全水81.0%(0.8%
増) で対照に比し僅かに
増加している。

第
5
図

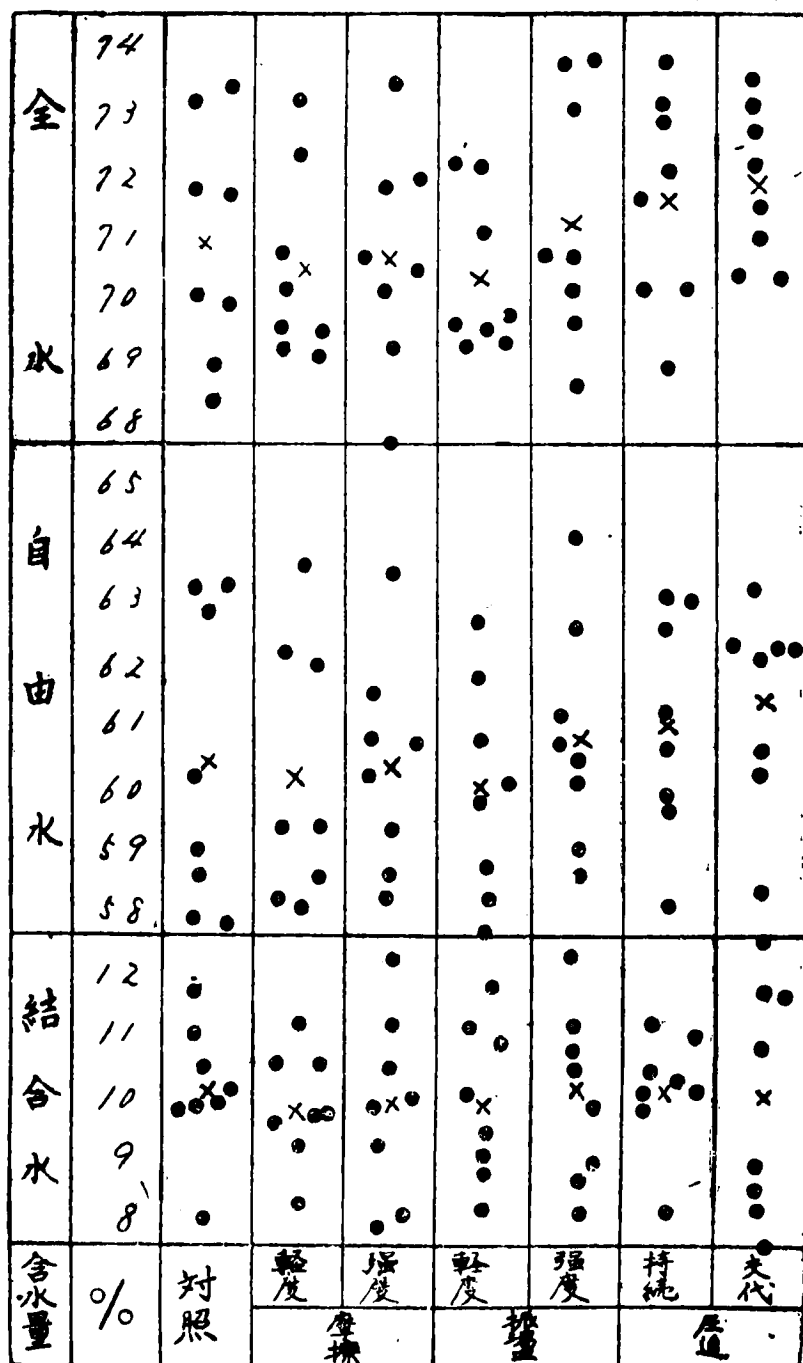
小
脳
開
頭
例



第 6 表 交 代 圧 迫

番 号	皮 質 開 頭 側			皮 質 非 開 頭 側			髓 質 開 頭 側			髓 質 非 開 頭 側		
	自由水	結合水	全水	自由水	結合水	全水	自由水	結合水	全水	自由水	結合水	全水
1	72.0	7.0	79.0	71.8	8.0	79.8	58.5	10.9	69.4	59.6	10.0	69.6
2	74.5	7.9	82.4	73.5	7.7	81.2	58.9	11.6	70.5	58.9	11.6	70.5
3	74.7	8.2	82.9	73.5	7.7	81.2	63.8	8.5	72.3	60.6	12.1	72.7
4	74.8	8.1	82.9	73.3	8.1	81.4	60.6	12.3	72.9	64.4	8.8	73.2
5	74.7	8.2	82.9	73.7	7.8	81.5	62.9	10.7	73.6	64.2	9.3	73.5
6	74.7	8.2	82.9	73.3	8.2	81.5	63.1	10.9	74.0	61.9	11.7	73.6
7	70.9	8.0	78.9	70.0	8.4	78.4	65.2	9.5	74.7	62.5	11.3	73.8
8	76.1	8.1	84.2	74.8	8.2	83.0	64.1	11.8	75.9	64.3	10.4	74.7
平 均	74.1	8.0	82.0	73.0	8.0	81.0	62.1	10.8	72.9	62.1	10.7	72.7
標 準 偏 差	1.6	0.4	1.8	1.4	0.2	1.3	2.3	1.1	2.0	2.0	1.1	1.6

第 6 図 橋 部 開 頭 例



第3項 小括 (第1図 第2図)

各種刺激時の皮質含水量は開頭側，非開頭側共に結合水の変動は僅小で標準偏差内である。摩擦及び軽度振盪では含水量の変動は標準偏差内で有意の変動を認めない。強度摩擦開頭側に軽度の増加を認め，非開頭側では不変である。強度振盪及び圧迫では開頭側，非開頭側共に自由水，全水の増加を認め，圧迫例では開頭側に著明で，非開頭側は軽度である。

第2節 髓質における含水量の変動

第1項 開頭側

1) 軽度摩擦 (第1表 第3図)

平均値を対照と比較すれば，自由水60.5%(0.7%減)，結合水10.3%(0.4%増)，全水70.8%(0.3%減)で対照の標準偏差内である。

2) 強度摩擦 (第2表第3図)

平均値を対照と比較すれば, 自由水61.1% (0.1%減), 結合水 10.1% (0.2%増), 全水 71.2% (0.1%増) で対照の標準偏差内である。

3) 軽度振盪 (第3表第3図)

平均値を対照と比較すれば, 自由水61.0% (0.2%減), 結合水 10.6% (0.7%増), 全水 71.6% (0.5%増) で対照の標準偏差内である。

4) 強度振盪 (第4表第3図)

平均値を対照と比較すれば, 自由水62.6% (1.4%増), 結合水 10.4% (0.5%増), 全水 72.9% (1.8%増) で対照に比して自由水, 全水の著明な増加が認められる。

5) 持続圧迫 (第5表第3図)

平均値を対照と比較すれば, 自由水62.7% (1.5%増), 結合水 10.3% (0.4%増), 全水 73.0% (1.9%増) で対照に比して自由水, 全水の著明な増加が認められる。

6) 交代圧迫 (第6表第3図)

平均値を対照と比較すれば, 自由水62.1% (0.9%増), 結合水 10.8% (0.9%増), 全水 72.9% (1.8%増) で対照に比し自由水, 全水の著明な増加が認められる。

第2項 非開頭側

1) 軽度摩擦 (第1表第4図)

平均値を対照と比較すれば, 自由水60.1% (1.1%減), 結合水 10.1% (0.2%増), 全水 70.1% (1.0%減) で対照に比して自由水, 全水が僅かに減少している。

2) 強度摩擦 (第2表第4図)

平均値を対照と比較すれば, 自由水60.0% (1.2%減), 結合水 9.9%, 全水 70.0% (1.1%減) で対照に比して自由水, 全水が僅かに減少している。

3) 軽度振盪 (第3表第4図)

平均値を対照と比較すれば, 自由水 61.3% (0.1%増), 結合水 10.1% (0.2%増), 全水 71.4% (0.3%増) で対照の標準偏差内である。

4) 強度振盪 (第4表第4図)

平均値を対照と比較すれば, 自由水61.2%, 結合水 10.6% (0.7%増), 全水 71.8% (0.7%増) で対照の標準偏差内である。

5) 持続圧迫 (第5表第4図)

平均値を対照と比較すれば, 自由水61.7% (0.5%増), 結合水 10.7% (0.8%増), 全水 72.4% (1.3%増) で対照に比して全水が僅か増加している。

6) 交代圧迫 (第6表第4図)

平均値を対照と比較すれば, 自由水 62.1% (0.9%増), 結合水 10.7% (0.8%増), 全水 72.7% (1.6%増) で対照に比して全水の増加が認められる。

第3項 小括 (第3図第4図)

結合水はすべての場合標準偏差内で有意の変動を認めない。自由水, 全水については摩擦及び軽度振盪例では変動を認めない。圧迫例では開頭側, 非開頭側共に自由水, 全水の増加を認める。

第3節 小脳における含水量の変動

第1項 小脳部開頭例

1) 軽度摩擦 (第7表第5図)

平均値を対照と比較すれば, 自由水71.6%, 結合水 8.0%, 全水 79.6% (0.1%増) で対照の標準偏差内である。

第7表 軽度摩擦

番号	小 脳			橋 部		
	自由水	結合水	全水	自由水	結合水	全水
1	72.1	8.1	80.2	58.6	10.9	69.5
2	71.2	7.3	78.5	64.0	9.6	73.6
3	72.0	8.8	80.8	59.8	10.0	69.8
4	73.1	7.6	80.7	62.6	10.1	72.7
5	72.3	7.3	79.6	62.4	8.7	71.1
6	70.3	8.6	78.9	59.7	10.1	69.8
7	71.3	7.9	79.2	58.5	10.9	69.4
8	70.3	8.3	78.6	58.9	11.6	70.5
平均	71.6	8.0	79.6	60.6	10.2	70.8
標準偏差	0.9	0.5	0.9	2.0	0.8	1.5

2) 強度摩擦 (第8表第5図)

平均値を対照と比較すれば, 自由水72.4% (0.8%増), 結合水 8.3% (0.3%増), 全水

80.7% (1.2%報) で対照に比して自由水、全水の軽度の増加が認められる。

第 8 表 強 度 摩 擦

番 号	小 腦			橋 部		
	自由水	結合水	全水	自由水	結合水	全水
1	71.4	8.8	80.2	58.6	10.9	69.5
2	72.9	7.2	80.1	61.2	9.6	70.8
3	72.0	8.3	80.3	61.9	10.3	72.2
4	72.5	8.2	80.7	63.8	8.5	72.3
5	70.7	8.2	78.9	60.6	10.4	71.0
6	70.5	8.6	79.1	61.1	12.7	73.8
7	74.3	9.7	84.0	58.9	11.6	70.5
8	74.5	7.4	81.9	59.7	8.3	68.0
平 均	72.4	8.3	80.7	60.7	10.3	71.0
標 準 差	1.4	0.7	1.5	1.6	1.4	1.7

3) 軽度振盪 (第 9 表第 5 図)

平均値を対照と比較すれば、自由水71.8% (0.2%増), 結合水8.1% (0.1%増), 全水79.9% (0.4%増) で対照の標準偏差内である。

第 9 表 軽 度 振 盪

番 号	小 腦			橋 部		
	自由水	結合水	全水	自由水	結合水	全水
1	72.1	7.4	79.5	58.6	11.3	69.9
2	72.6	8.0	80.6	58.1	11.5	69.6
3	73.3	7.0	80.3	60.4	12.2	72.6
4	72.6	7.2	79.8	63.1	9.4	72.5
5	71.9	8.3	80.2	59.1	10.5	69.6
6	70.9	8.8	79.7	60.2	9.8	70.0
7	70.4	8.8	79.2	62.2	9.2	71.4
8	70.9	9.3	80.2	61.2	8.6	69.8
平 均	71.8	8.1	79.9	60.4	10.3	70.7
標 準 差	0.9	0.8	0.4	1.6	1.2	1.2

4) 強度振盪 (第10表第 5 図)

平均値を対照と比較すれば、自由水72.6% (1.0%増), 結合水7.8% (0.2%減), 全水80.4%増(0.9%) で対照に比して、自由水、全水の軽度の増加が認められる。

5) 持続圧迫 (第11表第 5 図)

平均値を対照と比較すれば、自由水73.2% (1.6%増), 結合水8.0%, 全水81.2% (1.7

%増) で対照に比して自由水、全水の増加が認められる。

第 10 表 強 度 振 盪

番 号	小 腦			橋 部		
	自由水	結合水	全水	自由水	結合水	全水
1	75.7	7.3	83.0	60.8	10.3	71.1
2	72.7	7.4	80.1	60.4	8.5	68.9
3	72.2	7.7	79.9	61.1	9.3	70.4
4	73.5	7.8	81.3	63.0	11.2	74.2
5	72.9	7.0	79.9	59.0	10.9	69.9
6	71.0	8.6	79.6	59.4	11.6	71.0
7	71.9	8.0	79.9	61.6	12.7	74.3
8	71.0	8.4	79.4	64.3	9.1	73.4
平 均	72.6	7.8	80.4	61.2	10.5	71.7
標 準 差	1.4	0.5	1.1	1.7	1.3	1.9

第 11 表 持 続 圧 迫

番 号	小 腦			橋 部		
	自由水	結合水	全水	自由水	結合水	全水
1	71.5	8.2	79.7	60.0	10.5	70.5
2	74.0	7.3	81.3	60.3	10.2	70.5
3	73.5	8.0	81.5	63.5	8.5	72.0
4	73.4	7.6	81.0	63.4	10.8	74.2
5	73.4	8.0	81.4	61.0	11.4	72.4
6	71.2	8.9	80.1	58.5	10.7	69.2
7	73.0	8.1	81.1	61.6	11.6	73.2
8	75.6	8.1	83.7	63.0	10.5	73.5
平 均	73.2	8.0	81.2	61.4	10.5	71.9
標 準 差	1.3	0.4	1.0	1.7	0.9	1.6

第 12 表 交 代 圧 迫

番 号	小 腦			橋 部		
	自由水	結合水	全水	自由水	結合水	全水
1	71.6	9.8	81.4	62.5	9.3	71.8
2	73.2	8.0	81.2	62.7	8.0	70.7
3	72.2	8.1	80.3	63.6	8.9	72.5
4	71.6	8.5	80.1	62.7	8.6	71.3
5	73.4	7.4	80.8	58.7	12.0	70.7
6	74.3	7.1	80.4	61.0	12.1	73.1
7	74.8	8.0	82.8	62.7	11.2	73.9
8	72.8	7.9	80.7	60.6	12.9	73.5
平 均	73.0	8.1	81.0	61.8	10.4	72.2
標 準 差	1.1	0.8	0.8	1.5	1.8	1.2

6) 交代圧迫 (第12表第5図)

平均値を対照と比較すれば、自由水73.0% (1.4%増)、結合水8.1% (0.1%増)、全水81.0% (1.5%増)で対照に比して、自由水、全水の増加が認められる。

第2項 小括 (第5図)

結合水はすべての場合対照例の標準偏差内で有意の変動を認めない。自由水並に全水については軽度の摩擦及び軽度の振盪例では標準偏差内で変動を認めない。強度の摩擦及び強度の振盪例では軽度の自由水、全水の増加を認める。圧迫例では自由水、全水の増加を認める。

第4節 橋部における含水量の変動

第1項 小脳部開頭例

1) 軽度摩擦 (第7表第6図)

平均値を対照と比較すれば、自由水60.6% (0.2%減)、結合水10.2% (0.3%減)、全水70.8% (0.5%減)で対照の標準偏差内である。

2) 強度摩擦 (第8表第6図)

平均値を対照と比較すれば、自由水60.7% (0.1%減)、結合水10.3% (0.2%減)、全水71.0% (0.3%減)で対照の標準偏差内である。

3) 軽度振盪 (第9表第6図)

平均値を対照と比較すれば、自由水60.4% (0.4%減)、結合水10.3% (0.2%減)、全水70.7% (0.6%減)で対照の標準偏差内である。

4) 強度振盪 (第10表第6図)

平均値を対照と比較すれば、自由水61.2% (0.4%増)、結合水10.5%、全水71.7% (0.4%増)で対照の標準偏差内である。

5) 持続圧迫 (第11表第6図)

平均値を対照と比較すれば、自由水61.4% (0.6%増)、結合水10.5%、全水71.9% (0.6%増)で対照の標準偏差内である。

6) 交代圧迫 (第12表第6図)

平均値を対照と比較すれば、自由水61.8% (1.0%増)、結合水10.4% (0.1%減)、全水72.2% (0.9%増)で対照に比して自由水、

全水の軽度の増加が認められる。

第2項 小括 (第6図)

殆んど全例に於て対照例の標準偏差内で有意の変動を認めない。僅かに交代圧迫例にのみ自由水、全水の軽度の増加が認められた。

第5章 総括並に考按

脳手術の術中術後に脳腫脹による脳圧亢進を来すことは多くの脳神経外科医即ち Cushing³²⁾, Dandy³³⁾, Bailey³⁴⁾, Sachs³⁵⁾, Cains³⁶⁾, Olivecrona³⁷⁾, Sauerbruch³⁸⁾, Ernst³⁹⁾, 中田⁵³⁾, 荒木³¹⁾等によつて認められている。Reichardt⁴⁾, Scheinker⁵⁾らは肉眼的並に組織学的所見から、Dixon and Halliburton⁵⁴⁾らは脳圧測定により、Schuller⁵⁵⁾等は脳血管拡張測定により、Alexander and Looney⁵⁶⁾等は含水量測定により、Reichardt⁴⁾は頭蓋容積に対する脳体積の比率により、White⁵⁷⁾等はこの比率と同時に含水量を測定するなど脳腫脹を知るには色々の方法がある。Pilcher⁴⁹⁾は脳含水量の増加がなれば浮腫はないといい、現在は脳腫脹が含水量の増加に基くものであるとの見解は一般に認められている。安保教授⁵⁾は自由水、結合水の見地から脳腫脹、脳浮腫、移行型の3型に分類した。

さて私は脳手術時におこる脳腫脹を予防する目的で、手術の際加えられる操作として種々の程度の摩擦、振盪、圧迫を加え、脳含水量を自由水、結合水の見地から測定した。

その結果は次の如くである。対照としてはチアール第4期麻酔開頭例の開頭側の脳含水量を用いた。一括して第13表に示すが如く、対照の皮質自由水は71.9% (標準偏差0.7%)、結合水は7.9% (0.6%)、全水は79.8% (0.5%)、髄質自由水は60.4% (1.5%)、結合水は10.2% (1.0%)、全水は70.5% (1.1%)、小脳自由水は71.6% (0.9%)、結合水は8.0% (0.4%)、全水は79.6% (1.0%)、橋部自由水は60.9% (1.4%)、結合水は10.3% (0.7%)、全水は71.1% (1.4%)である。開頭側、非開頭側共に結合水の変動は殆んど

なく、対照例の標準偏差内である。皮質における含水量の変動をみるに開頭側、非開頭側共に軽度の摩擦及び振盪では標準偏差内である。強度の摩擦及び振盪では開頭側に自由水、

全水の増加を認めた。強度振盪の非開頭側も同様である。圧迫例では開頭側、非開頭側共に自由水、全水の増加を認めた。とくに開頭側に著明の増加を認めた。

第 1 3 表

部位	含水量%	刺 戟	対 照	摩 擦		振 盪		圧 迫	
				軽 度	強 度	軽 度	強 度	持 続	交 代
皮 質	開頭側	自由水	72.4	71.9 -0.5	72.9 +0.5	72.4 0	73.6 +1.2	74.3 +1.9	74.1 +1.7
		結合水	7.8	7.9 +0.1	8.1 +0.3	8.0 +0.2	7.9 +0.1	7.9 +0.1	8.0 +0.2
		全 水	80.2	79.9 -0.3	81.0 +0.8	80.4 +0.2	81.5 +1.3	82.2 +2.0	82.0 +1.8
	非開頭側	自由水	/	72.1 -0.3	71.8 -0.6	72.7 +0.3	73.6 +1.2	73.5 +1.1	73.0 +0.6
		結合水	/	7.9 +0.1	8.2 +0.4	8.1 +0.3	7.8 0	8.1 +0.3	8.0 +0.2
		全 水	/	79.9 -0.3	80.0 -0.2	80.8 +0.6	81.4 +1.2	81.6 +1.4	81.0 +0.8
髓 質	開頭側	自由水	61.2	60.5 -0.7	61.1 -0.1	61.0 -0.2	62.6 +1.4	62.7 +1.5	62.1 +0.9
		結合水	9.9	10.3 +0.4	10.1 +0.2	10.6 +0.7	10.4 +0.5	10.3 +0.4	10.8 +0.9
		全 水	71.1	70.8 -0.3	71.2 +0.1	71.6 +0.5	72.9 +1.8	73.0 +1.9	72.9 +1.8
	非開頭側	自由水	/	60.1 -1.1	60.0 -1.2	61.3 +0.1	61.2 0	61.7 +0.5	62.1 +0.9
		結合水	/	10.1 +0.2	9.9 0	10.1 +0.2	10.6 +0.7	10.7 +0.8	10.7 +0.8
		全 水	/	70.1 -1.0	70.0 -1.1	71.4 +0.3	71.8 +0.7	72.4 +1.3	72.7 +1.6
小 脳		自由水	71.6	71.6 0	72.4 +0.8	71.8 +0.2	72.6 +1.0	73.2 +1.6	73.0 +1.4
		結合水	8.0	8.0 0	8.3 +0.3	8.1 +0.1	7.8 -0.2	8.0 0	8.1 +0.1
		全 水	79.5	79.6 +0.1	80.7 +1.2	79.9 +0.4	80.4 +0.9	81.2 +1.7	81.0 +1.5
橋 部		自由水	60.8	60.6 -0.2	60.7 -0.1	60.4 -0.4	61.2 +0.4	61.4 +0.6	61.8 +1.0
		結合水	10.5	10.2 -0.3	10.3 -0.2	10.3 -0.2	10.5 0	10.5 0	10.4 -0.1
		全 水	71.3	70.8 -0.5	71.0 -0.3	70.7 -0.6	71.7 +0.4	71.9 +0.6	72.2 +0.9

髄質においては摩擦及び軽度の振盪例では変動を認めず、強度振盪及び圧迫例では開頭側、非開頭側共に、特に前者側に著明の増加を認めた。

小脳においては軽度の摩擦及び振盪例では変動を認めず、強度の摩擦及び振盪例と圧迫例に自由水、全水の増加が認められた。

橋部においては前3者に反し殆んど全例において変動を認めず、交代圧迫例にのみ僅かに自由水、全水の増加が認められた。即ち機械的刺戟時の脳含水量の変動は一般に開頭側に著明で、部位的に見れば皮質、髄質

に著明で小脳、橋部の順序で、橋部の変動は極めて軽度であつた。刺戟の種類では持続及び交代圧迫、強度の振盪及び摩擦、軽度の振盪及び摩擦の順序である。結合水の変動は僅かで標準偏差内で含水量の増加は自由水、全水であり、安保教授¹⁾のいう脳浮腫である。

以上の実験成績より見れば脳手術時の手術操作中、軽度の摩擦や振盪では殆んど脳浮腫に影響を認めない。しかしガーゼで強く脳表面を摩擦したり、あるいは開頭に際し電動式骨錐を用いて強く振動をあたえたり、又鉤や

篋で脳実質を強く圧迫するような操作は脳浮腫を来すおそれがある。脳外科においてはできるだけ愛護的に手術すべきで、粗暴な手術操作は避けるべきであり、殊に脳を強く圧迫することはいけない。

第6章 結 論

1) チアール麻酔下の猫の脳及び小脳をそれぞれ開頭し、摩擦、振盪、圧迫等の各種機械的刺戟をあたえ、皮質、髓質は開頭側及び非開頭側から、小脳及び橋部は開頭部から脳片を取り、自由水、結合水に分けて含水量を測定した。

2) 全例において結合水の変動はなく、殆

んどチアール麻酔猫の開頭例開頭側の対照例に等しかつた。

3) 軽度の摩擦及び振盪例では含水量の変動は殆んど認められない。

4) 強度の摩擦及び振盪例では橋部を除き自由水、全水の増加が認められた。

5) 圧迫例では持続、交代圧迫例をとわず自由水、全水の増加が著明である。

6) 皮質、髓質では非開頭側に比して開頭側の方が増加が著しい。

7) 部位的には皮質、髓質に著しく、小脳、橋部の順序であるが、橋部の変動は殆んど認められない。

擲筆に当り御指導、御校閲を賜つた恩師陣内教授に深甚の謝意を表します

参 考 文 献

- 1) Leyden . Virchows Arch., 27, 519 (1866)
- 2) Naunyn 安保, 東京医事新誌, 67, 4, 10 (1950) より引用.
- 3) Kocher Beitr. path. Anat., 50, 338 (1911)
- 4) Reichardt Allg. Z. Psychiat., 75, 34 (1919) 62, 787 (1905)
- 5) Scheinker : Dtsch. Z. Nervenheilk., 147, 137 (1938)
- 6) 安保 : 東京医事新誌, 67, 4, 10 (1950)
- 7) Foerster: Klin. Wschr., 13, 224 (1934)
- 8) Wanke-Wesermann · Dtsch. Z. Chir., 231. 477 (1931)
- 9) Demmer Beitr. Klin. Chir., 121, 491 (1920)
- 10) Henschen Zbl. Chir., 54, 3169 (1927)
- 11) Bergmann Arch. Klin. Chir., 32, 705 (1885)
- 12) Schück . Arch. Kiln. Chir., 153, 77 (1928)
- 13) Bostroem . Wien. Klin. Wschr., 43, 129 (1930)
- 14) Thomas : Zbl. Chir., 56, 586 (1929)
- 15) Rosenhagen · Dtsch. Med. Wschr., 61, 2044 (1935)
- 16) Gerhartz · Dtsch. Z. Nervenheilk. 114, 115 (1930)
- 17) Bauer . Med. Welt., 5, 44, 84 (1931)
- 18) Meixner Wien. Klin. Wschr., 45, 485 (1932)
- 19) Baimann Wien. Klin. Wschr., 45, 485 (1932)
- 20) Buschka . Beitr. Klin. Chir., 158, 389 (1933)
- 21) Wank-Ramm : Dtsch. Z. Chir., 231. 477 (1931)
- 22) Winkelmann Arch. Neur., 31, 56 (1934)
- 23) Fay : J. Amer. med. Assoc., 80, 1445 (1923)
- 24) Rossel: Amer. J. Path., 5, 125 (1929)
- 25) Pedersen: Dtsch. Z. Nervenheilk., 130, 270 (1933)
- 26) Marburg : Wien. Klin. Wschr., 1921, 37 (1925)
- 27) Tilmann Dtsch. Z. Chir. 200, 26 (1927)
- 28) Guleke . Erg. Chir. u. Orthop. 10, 55 (1918)
- 29) Krause Med. Klin., 13, 125 (1917)
- 30) Hipert . Arch. Psychiatr., 98, 388 (1933)
- 31) 荒木 : 外科, 79, 2, 17 (1955)
- 32) Cushing . Intracranial Tumors., Berlin (1935)
- 33) Dandy : J. Amer. Med. Assoc., 101, 772 (1933)
- 34) Bailey Intracranial tumors (1933)

- 35) Sachs · Internat. J. Med. a. Surg., 46, 567 (1933)
- 36) Cains Dtsch. Z. Nervenheilk., 138, 180 (1935)
- 37) Olivecrona . Die chir. Behandl. d. Gehirntumoren. Berlin (1927)
- 38) Sauerbruch · Arch. Klin. Chir. 176, 568 (1933)
- 39) Ernst . Dtsch. Z. Chir., 226, 222 (1930)
- 40) Schaltenbrand and Bailey . Dtsch. Z. Nervenheilk., 102, 136 (1928)
- 41) Hughes 中田, 脳手術. より引用.
- 42) Elliot and Jasper : J. Neurosurg., 6, 140 (1949)
- 43) Grenell and Mc Cawley : J. Neurosurg., 4, 508 (1947)
- 44) Prados · Arch. Neur., 54, 163 (1945)
- 45) 三宅 : 岡山医学会雑誌, 1459, 696 (1953)
- 46) 高越 : 岡山医学会雑誌, 1583, 696 (1953)
- 47) 薬師寺 : 岡山医学会雑誌, 1435, 696 (1953)
- 48) 石井 : 岡山医学会雑誌, 第67巻に掲載の予定.
- 49) 井出 : 岡山医学会雑誌, 第67巻に掲載の予定.
- 50) 佐野 : 北越医学会雑誌, 911, 9, 57 (昭和17)
- 51) Pilcher Arch. Surg., 35, 512 (1937)
Surg. Gynecology and Obstetrics., 72, 755 (1941)
- 52) Weed and Langworthy . Embryology., 87, 1 (1926)
- 53) 中田 : 脳手術. (昭和23年)
- 54) Dixon and Halliburton : J. Physiol., 47 (1913)
- 55) Schuller : Berl. Klin. Wschr., 25, 294 ; 26, 305 (1874) ,
- 56) Alexander and Looney . Arch. Neur. 40, 877 (1938)
- 57) White : Arch. Surg. 44, 1, (1942)

Department of Surgery, Okayama University Medical School
(Director : Prof. Dr. D. Jinnai)

Experimental studies on the influence of various narcosis and surgical procedures upon the water content in the brain

Part II. Experiments of the influence of various surgical procedures upon the water content in the brain

by

Toshihiko Sunami

- 1) Cats were anesthetized with dial. After craniotomy, such stimulations as rubbing, concussion and compression were performed. The amount of the water in the brain was measured on the affected and the intact side.
 - 2) The change of the bound water was not found.
 - 3) The slight rubbing, concussion and compression caused neither change of the free nor of the total water.
 - 4) After strong rubbing, concussion and compression an increase of the free and total water was found.
 - 5) It increased in the following order : cortex, white substance and cerebellum, but in the pons it showed no change.
 - 6) Compared with the intact side, it was more striking in the affected side.
-