

「慢性閉塞性水頭症に対するETV治療10年後に発症した特発性正常圧水頭症例」の報告と病態考察

藤井幸彦、○西山健一、松澤 等
新潟大学脳研究所 脳神経外科分野

要旨

- 中脳水道狭窄を伴う‘慢性閉塞性水頭症’へのETV後、10年を経過して発症した‘特発性正常圧水頭症’の手術例を報告する。
- MRI所見の解析から本病態を考察し、正常圧水頭症の病態分類と治療法を勧告する。

症例報告

77 y.o. Male

主 訴) 歩行障害

既往歴/家族歴) 特記すべきこと無し

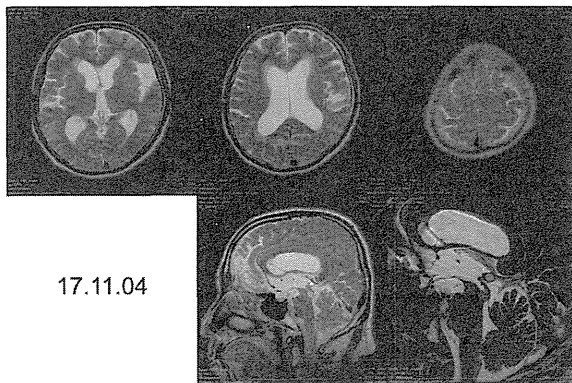
現病歴)

2003年4月頃(67歳)より、歩行時のスムーズ感に欠けることを自覚。その後、狭いところを歩行するのが困難になってきた。

また、同時期から記憶力障害を感じるようになった。

(HSD-R 23/30, TIQ 98, VIQ 101, PIQ 93)

このため、2003年4月に当科を初診。



CLINICAL COURSE

2003. 4 (67y) Gait dist., recent memory loss

2004. 11 MRI: HC with tectal tumor

ETV & Biopsy

Histology: Pilocytic astrocytoma, Gr.1

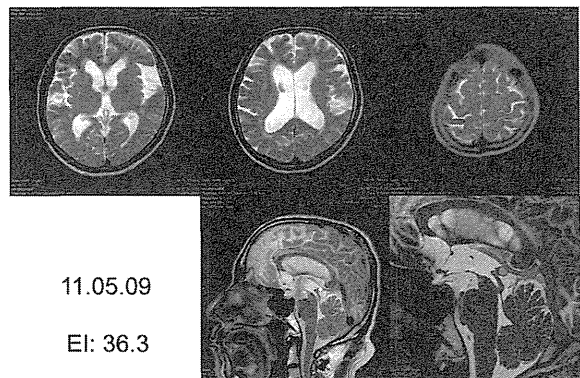
CLINICAL COURSE

2003. 4 (67y) Gait dist., recent memory loss

2004. 11 MRI: HC with tectal tumor
ETV & Biopsy (Histology: PA, gr.1)

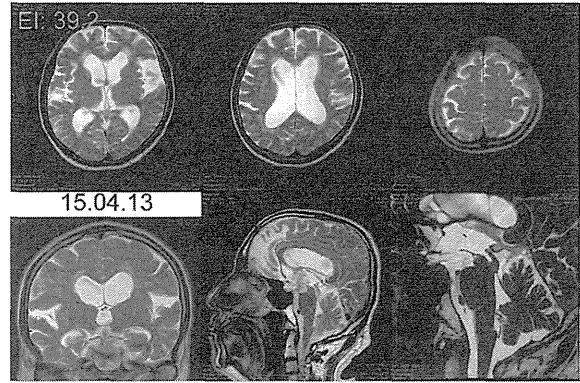
2005. 1 Relief of symptoms

2009. 5 Useful daily life, KPS: 100



CLINICAL COURSE

2003. 4 (67y) Gait dist., recent memory loss
 2004. 11 MRI: HC with tectal tumor
 ETV & Biopsy (Histology; PA, gr.1)
 2005.1 Relief of symptoms
 2009.5 Useful daily life, KPS: 100
 2013.1 Rec. of gait disturbance



Tap test (-30ml/day × 2 by spinal tap / IP: 130→30mmH2O)

	MMSE	HDS-R	RCPM
Pre-	21/30	16/30	27/36
Post-	21/30	21/30	25/36

MMSE: 見当識項目の得点上昇、「計算」と「遅延再生」で減点
 HSD-R: 見当識項目と野菜名想起で得点上昇
 RCPM: 全セット所要時間減少、最終セットで誤反応増加
 (70歳代平均26.9点, SD5.369)

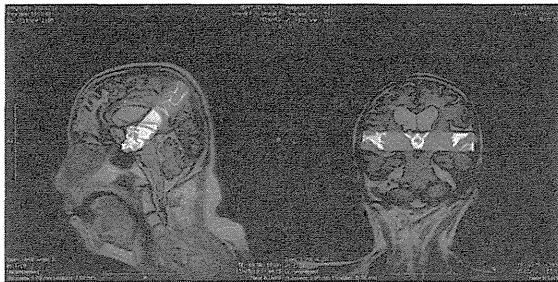
会話時や評価の際にレスポンスは早くなり、発話速度もアップ。
 見当識障害／思考遅慢の軽減、語想起が向上。
 記名力低下は不変

Tap test (-30ml/day × 2 by spinal tap / IP: 130→30mmH2O)

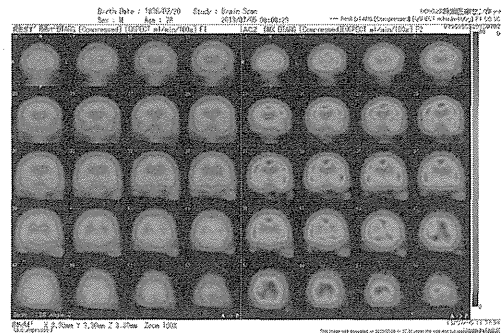
	3m UGT		FBS	10m歩行時間(sec)	
	Time(sec)	steps		快適	最速
Pre-	18	25	41	16.3	12.6
Post-	15	18	47	15.3	12.4

重心の前方移動が可能となった
 FBS: 360° 回転、床からの物拾い、段差の踏み替え、タンデム立位で改善
 足背屈制限、骨盤前傾／腰椎前弯可動性の低下あり
 (運動器由来の後方不安定性疑い)

Pulsatile flow of CSF on MRI with Time-Slip

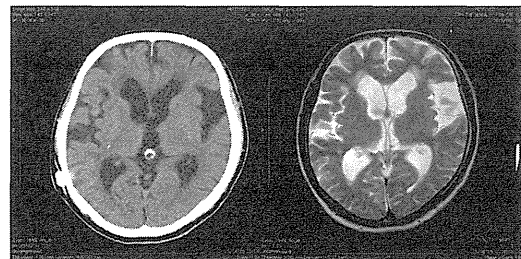


SPECT



CLINICAL COURSE

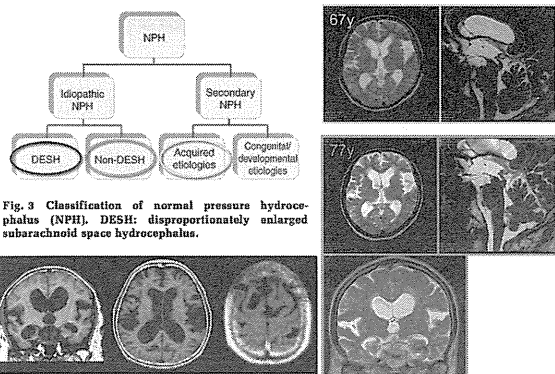
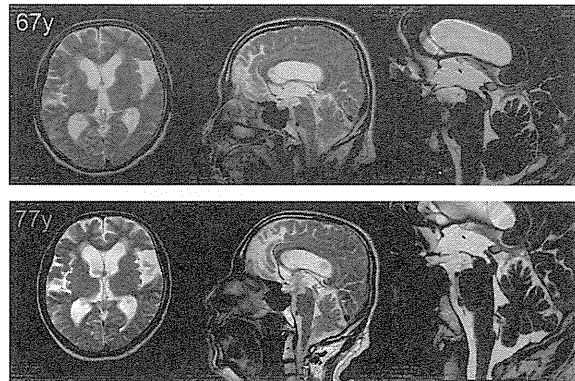
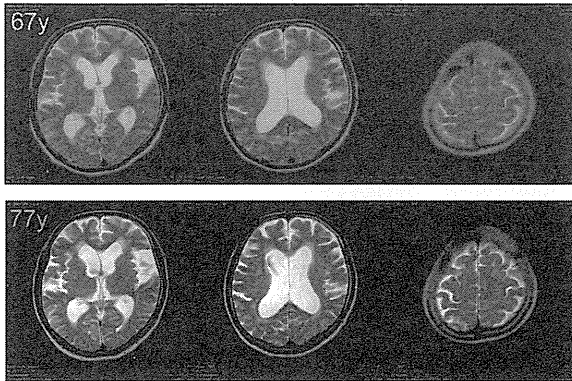
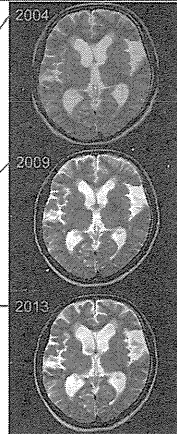
2003. 4 (67y) Gait dist., recent memory loss
 2004. 11 MRI: HC with tectal tumor
 ETV & Biopsy (Histology; PA, gr.1)
 2005.1 Relief of symptoms
 2009.5 Useful daily life, KPS: 100
 2013.1 Rec. of gait disturbance
 6 Rt. V-P shunt with ProGAV:10/30cmH2O
 8 Relief of symptoms



考察

CLINICAL COURSE

2003. 4 (67y) Gait dist., memory loss
 2004. 11 MRI: HC with tectal tumor
 ETV & Biopsy
 2005. 1 Relief of symptoms
 2009. 5 Useful daily life, KPS: 100
 2013. 1 (77y) Rec. of gait disturbance
 6 Rt. V-P shunt
 8 Relief of symptoms



Modified from 'Clinical Guidelines for iNPH, 2nd edition (2012)'

まとめ

- ガイドラインの分類に基づけば、本例は 'Secondary NPH' の治療終了後に、'Idiopathic NPH' を発症したといえる。
- 'Idiopathic NPH' が症候化する過程で、MRI上(髄液路の閉塞が無いに関わらず)①脳室拡大、②全脳萎縮、③白質病変の増加を確認した。これらは老化と深く関わる所見と理解し得る。
- 本例の経過から 'Secondary NPH' と 'Idiopathic NPH' は類似症候を呈するが、その病因は全く異なるものと推察する。
- 'Idiopathic NPH' に対して、ETVは無効と考えられる。

WORLD NEUROSURGERY 79 [2S]: S22.e1-S22.e7, FEBRUARY 2013
 WORLD NEUROSURGERY 79 [2S]: S22.e1-S22.e7, FEBRUARY 2013
 Third Ventriculostomy in Normal Pressure Hydrocephalus
 Jothy Kandasamy^{1,2}, Jawad Yousofi^{1,2}, Conor Mallucci^{1,2}

Table 2. Review of literature for Endoscopic Third Ventriculostomy in Normal Pressure Hydrocephalus

Series	Study Design	Number ETV for NPH Cases	Mean Age (years)	NPH Scoring System Used	Mean Follow-Up Postoperative (months)	Number of Good/Excellent Outcomes (%)
Michell and Matthew, 1969 (2)	Single cohort study	4	72	—	—	75
Mina, 2003 (15)	Double cohort study	6	—	Kiefer	—	—
Longati et al., 2004 (16)	Single cohort study	14	—	—	—	21
Campani et al., 2004 (5)	Single cohort study	25	63	JCSR	37	64
Campani et al., 2008 (6)	Single cohort study	110	67	JCSR	70	69
Davatzikos et al., 2008 (4)	Single cohort study	4	—	—	—	50
Yokoyama et al., 2008 (11)	Single cohort study	17	65	Kiefer	14	64

ETV, endoscopic third ventriculostomy; NPH, normal pressure hydrocephalus.

検討課題

- MRI所見上は脳室脳槽間圧格差を示す所見に乏しかったにも関わらず、「中脳水道狭窄を伴う慢性閉塞性水頭症」にETVが奏効したのは何故か。
- 「中脳水道狭窄を伴う慢性閉塞性水頭症」=Secondary NPHの初期治療としてシャントを選んでいたなら、「Idiopathic NPH」の発症が防げたであろうか。
- 所謂 'non-DESH' typeのiNPHとして発症したが、無治療であれば今後 'DESH' に変わっていったのか。

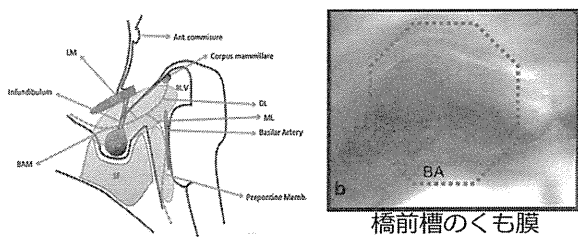
橋前槽のくも膜肥厚に伴う正常圧水頭症の臨床・画像的特徴について

○馬場 徹¹⁾, 菅野 重範¹⁾, 飯塚 統¹⁾
 岩崎 真樹²⁾, 森 悦朗¹⁾
 東北大学医学部 高次機能障害学¹⁾
 東北大学医学部 脳神経外科²⁾

はじめに

- 正常圧水頭症は数少ない治療可能な認知症疾患として知られており、大きく**特異性**と**二次性**に分類される。
- 近年、本邦から**橋前槽のくも膜肥厚に伴う二次性正常圧水頭症**の報告がなされているが、われわれも短期間に複数例を経験したことから、その疫学および臨床・画像的特徴を明らかにすべく今回の研究を行った。

橋前槽の解剖



健康者においてLiliequist膜は視交叉の下部に存在し、橋前槽にも膜様構造（くも膜）がみられる

Anik et al., Acta Neurochir (Wien). (2011)

CISS画像について



3-D CISS (Constructive interference in a steady state) 画像は脳脊髄液に囲まれた微細構造の描出に優れるとされる。このシーケンスによって健康者のLiliequist膜を描出できるとされている。

Fushimi et al. Radiology (2003)

方法

- 2006年4月～2013年3月までに、水頭症が疑われ当科に入院した連続194例の臨床データを後方視的に解析した。
- 最終診断は
 - 82例 (42.3%) が definite iNPH
 - 41例 (21.1%) が probable iNPH (シャント非施行例)
 - 14例 (7.1%) が sNPH (ICH 3, SAH 2, 外傷 4, 腫瘍 5)
 - 47例 (24.2%) が他の神経疾患
 - **10例 (5.2%) が sNPH疑い (suspected sNPH)**

→この群に対しては原因検索のために CISS画像を撮影

各疾患の臨床・画像的特徴

	definite iNPH	probable iNPH	sNPH	suspected sNPH	他の神経疾患	P-value*
n	82	41	14	10	47	
Sex (F / M)	37 / 45	16 / 25	3 / 11	5 / 5	21 / 26	0.37
Age (y.)	76.6 ± 4.3	78.7 ± 6.6	64.3 ± 12.4 **	66.6 ± 7.0 **	76.9 ± 8.3	0.00
Duration (y.)	2.9 ± 1.9	3.1 ± 2.1	2.4 ± 1.5	4.6 ± 3.3	4.6 ± 3.3	0.82
Evans index	33.7 ± 4.0	34.1 ± 4.0	37.0 ± 2.5	40.7 ± 5.4 **	33.5 ± 4.2	0.00

* Analysis of variance with the exception of chi-square for sex

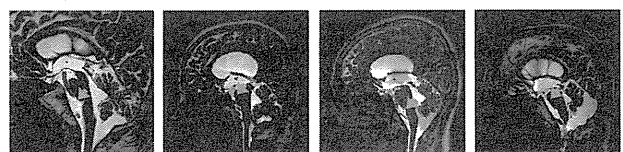
** Significant difference at P<0.001 by Tukey-Kramer multiple comparisons test.

CISS画像での最終診断

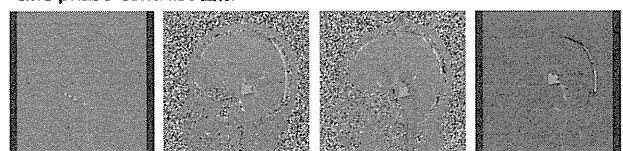
	n	年齢 (median)	性別 (F / M)	罹病期間 (median)	平均 Evans index
中脳水道狭窄	2	72	2 / 0	4.5	39.2%
橋前槽くも膜肥厚	5	71	1 / 4	1	40.9%
Blake's pouch cyst	2	60	2 / 0	3	45.6%
原因不明	1	70	0 / 1	?	51.5%

橋前槽のくも膜肥厚に伴う正常圧水頭症の画像所見

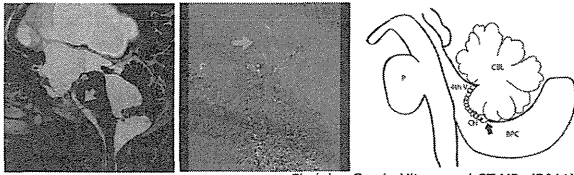
CISS 画像



cine phase-contrast 画像



Blake's pouch cystとの比較



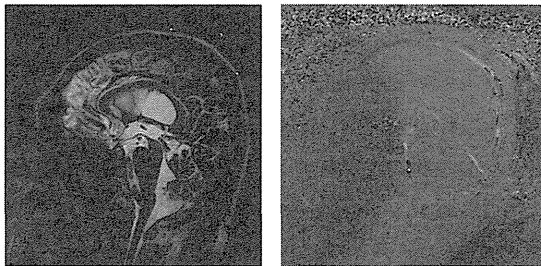
Shekdar. Semin Ultrasound CT MR. (2011)

- 橋前槽のくも膜肥厚に伴う正常圧水頭症の症例では、Blake's pouch cyst症例とは異なり第4脳室の拡大および脈絡層の挙上所見を認めなかった。
- 両者ともに小脳下部に嚢胞を伴うという共通点があった。
- Blake's pouch cystでは橋前槽に複数の膜様構造を認めた。

結果のまとめと考察

- CISS画像によって橋前槽くも膜の肥厚を描出することができた
- 橋前槽くも膜の肥厚は同部位での髄液フローの障害を伴っており、2次性水頭症の原因になっているものと推測された
- 中脳水道狭窄は2次性水頭症の主な原因の一つとして知られるが、本研究では橋前槽くも膜の肥厚を認めた患者数は中脳水道狭窄の約2倍であり、原因不明の2次性水頭症の中で橋前槽くも膜肥厚が比較的大きな割合を占めている可能性が示唆された。
- 橋前槽くも膜の肥厚を伴う正常圧水頭症とBlake's pouch cystにはいくつかの画像上の共通点があり、連続する病態である可能性が考えられた、だが・・・。

橋前槽のくも膜肥厚を伴わないBlake's pouch cyst症例も存在するかもしれない

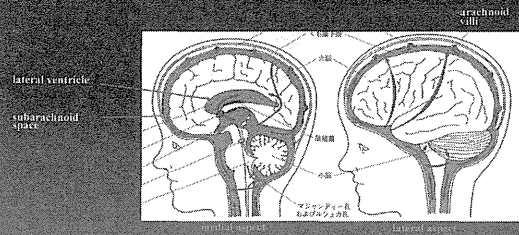


今後、更なる症例の蓄積が必要

視床出血における水頭症の発生頻度はなぜ低いのか？

音羽病院正常圧水頭症センター¹、音羽病院脳神経外科²、音羽病院脳卒中センター³
 石川 正恒¹、石川正恒¹、竹中朋文²、武澤正浩²、山田茂樹²、大脇久敏²、山本一夫²、岡本新一郎³

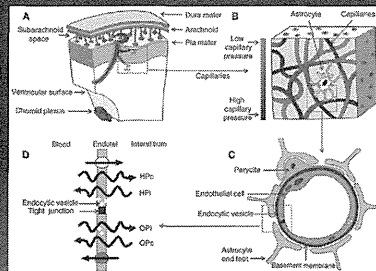
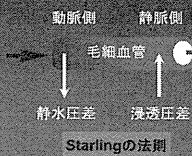
髄液循環



髄液の産生・吸収は毛細血管

D Orešković and M Klarica

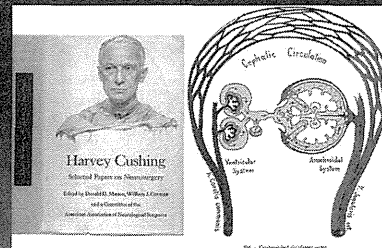
- 百年の illusion・misunderstanding
- 水の移動は末梢循環と同じく、毛細血管で Starling の法則に従う



D Orešković and M Klarica: The formation of cerebrospinal fluid: nearly a hundred years of interpretations and misinterpretations. *Brain Res Rev*, 64(2), 241-262. doi:10.1016/j.brainresrev.2010.04.008

髄液は第3循環

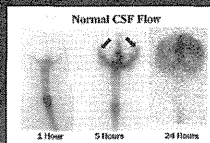
Cushing H (1925)



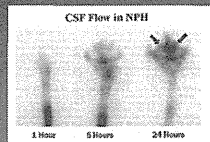
脳槽造影

RI cisternography

健常者



NPH



髄液の生理

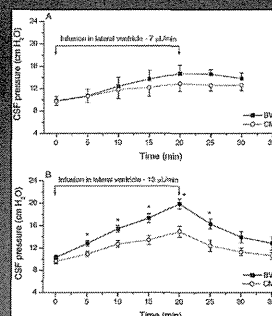
- 髄液の産生部位
 - 脈絡叢 (main)
 - 硬膜、脳実質、脳室上衣、くも膜下腔、pia-arachnoid
- 吸収部位
 - くも膜顆粒 → 上矢状洞
 - 脳室上衣、pia-arachnoid、脈絡叢
 - 脊髓-神経鞘-リンパ系へ
- 産生量: 500ml/日、
- ターンオーバー: 3~4回

CSF bulk flow



中脳水道閉塞モデルでの圧差

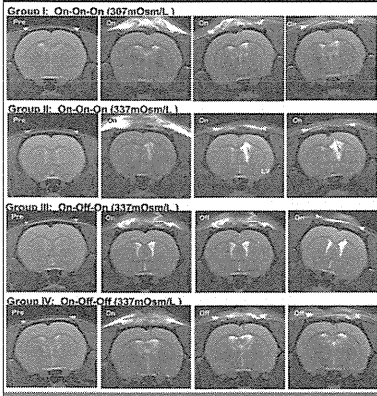
Klarica M



- 1) 中脳水道完全閉塞で側脳室と大槽の間に圧差はない。
- 2) 人工髄液の脳室内小量注入では脳室と大槽間に圧差はなく、大量注入ではじめて圧差が生じる。

脳室の髄液吸収能はかなり高いが、大量注入で髄液吸収能を越えようと、脳室内圧は上昇する

高浸透圧液持続注入で脳室は拡大する(1)



- 正常ラットにDextran (分子量10KD)を持続注入
- 1セッション5日間で3セッションを浸透圧を替えて注入
- 高浸透圧液15日間持続注入で 脳室拡大あり

... et al.: Increased CSF osmolarity reversibly induces hydrocephalus in the normal rat brain. Fluids Barriers CNS. 2012; 9: 13

小活

- 髄液は産生部位から吸収部位へと一定方向に流れている (bulk flow) のではない
- 髄液産生の主たる部位は脳毛細血管である
- 髄液の高浸透圧化は脳室拡大を来しうる (交通性水頭症発現には髄液の高浸透圧病態が存在していたのではないかと?)

目的

- CSF bulk flow説では、高血圧性脳出血の脳室穿破例、特に第3脳室内穿破例では中脳水道閉塞をきたす可能性が高く、水頭症の発生頻度は高いと思われる。
- 高血圧性脳出血の脳室穿破例とくも膜下出血例で水頭症の発生頻度に違いがあるのか？
- もし違いがあるとすれば、その理由は？

方法

- 過去3年間に当院で治療された視床出血48例、くも膜下出血例38例(治療:25例)について検討を加えた。
- 病歴およびCTを参考に、水頭症の有無につき検討した。

患者背景

- 視床出血
 - 48例
 - 年齢: 74.5 ± 10.1 歳
 - 男女比: 男45.8%
 - 血腫サイズ: 大11例、中7例、小30例
- くも膜下出血

患者背景

thalamic hemorrhage		subarachnoid hemorrhage	
Total	48	Total	40
age	74.5 (10.1)	age	67.9 (12.9)
M:F	22 : 26	M:F	17 : 23
小血腫 (cm3)	6.05 (4.73)	Treated	25
medium volume	18.31 (9.85)	age	66.3 (12.7)
large volume	52.3 (12.15)	M:F	9 : 16
shunt ops.	0	clipping	15
		coiling	10
		shunt ops.	11

- 過去3年間に当院で入院した視床出血48例、くも膜下出血例40例(手術25例)について検討を加えた。
- シャント手術: 視床出血: 0/48
くも膜下出血: 11/40
- SAH非手術例: 15例
重症にて手術不可: 8例
出血量不明: 4例
VA dissection?: 1例
ICA?: 1例

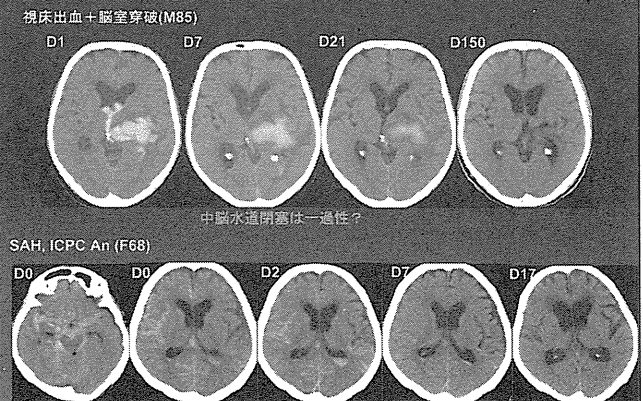
視床出血後とくも膜下出血後の水頭症発生率

音羽病院 H22年-H24年

視床出血 48例		くも膜下出血 38例	
年齢	74.5 ± 10.1	治療群	非治療群
男女比	男45.8%	例数	25例 clipping 15例 coiling 10例
血腫サイズ	大11例 (6.05 ± 4.73 cm ³) 中7例 (18.31 ± 9.85 cm ³) 小30例 (62.3 ± 12.15 cm ³)	年齢	66.3 ± 12.7 / 67.8 ± 12.0
脳室拡大	9例 (48例中18.7%)	男女比	男36% / 男61%
第3脳室内血腫 (脳室拡大)	21例 (9例: 42.8%)	Fisher G III, IV	72% / 92%
第3脳室圧排変形 (脳室拡大)	20例 (9例: 45%)	原疾患死亡	1例 / 9例
原疾患死亡	4例	水頭症手術	11/25 (44%) / 0例 (0%)
水頭症手術	0例 (0%)		

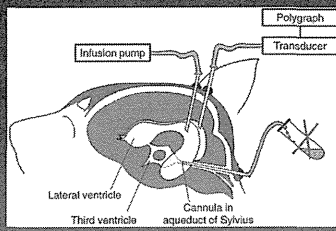
視床出血第3脳室内穿破例でも水頭症として手術を要する例はなかった

脳出血+脳室内穿破 vs. くも膜下出血



中脳水道閉塞モデル

Klarica M

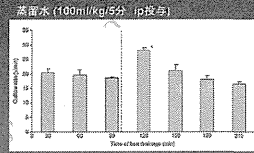
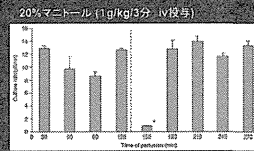


中脳水道完全閉塞でもガラス管への髄液流出はない
では、産生された髄液はどこに行ったのか？
———脳室内で吸収されているはず



髄液産生量は血中浸透圧に影響される

脳室一大槽灌流での髄液流出量



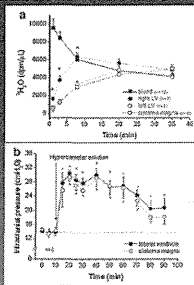
- 高浸透圧液IV投与で髄液排出量は低下———ICPも低下
- 反対に低浸透圧液を腹腔内投与すると、髄液排出量は増加し、ICPも上昇する

髄液量調節は血中浸透圧が大きく関与

Janak Jurjevic, et al. Dependence of Cerebrospinal Fluid Pressure and Volume on the Changes in Serum Osmolarity in Cats. Acta Neurochirurgica Supplementum, 2013, Chapter 83, 351-356, Vienna.

末梢投与の³H₂Oの動き

Klarica, 2013

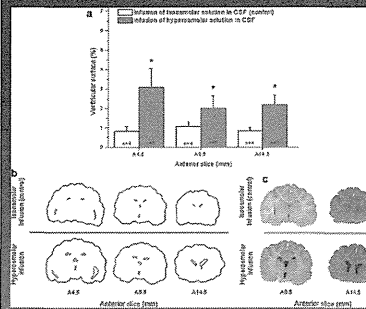


- femoral arteryから注入した³H₂Oは高浸透圧の右側脳室へ、より急速に、より多く、移行する(35分で平衡状態)
- しかし、頭蓋内圧は90分以上持続

では、髄液中の浸透圧が高いと、脳室は大きくなるのだろうか？

高浸透圧液持続注入で脳室は拡大する

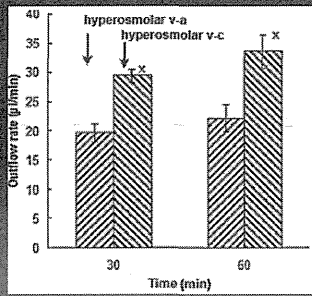
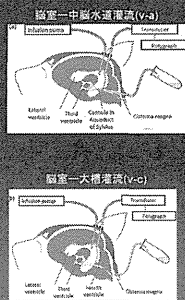
Klarica, 2013



- 動いているネコに微量のSucroseを7日間持続注入
- 等浸透圧群304mmol/Lに対して高浸透圧群は316mmol/L、髄液圧は4.7cm水柱と6cm水柱で有意差なし
- 脳室系に閉塞はない

Klarica M. et al. "Compensated hyperosmolarity" of cerebrospinal fluid and the development of hydrocephalus. Neuroscience 248:272-289, 2013

高浸透圧液と毛細血管の接触が広範囲であるほど、水の移動は多い

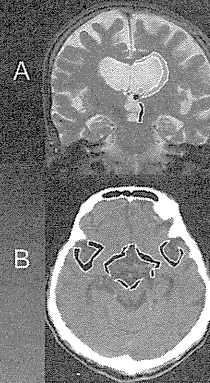


同じ高浸透圧液で灌流すると、脳室一大槽の方がCSF流出が多い

毛細血管との接触面積が大きいと、髄液産生も多くなる

Matajkovic, U. et al. Effect of osmolarity on CSF volume during ventriculo-arterial and ventriculo-cisternal perfusions in cat. Neuroscience letters, 424: 33-37, 2010

考察



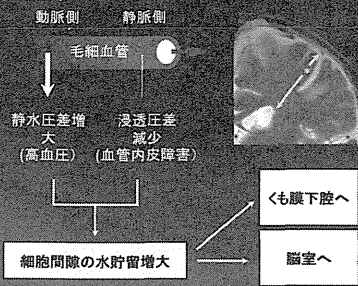
- 視床出血脳室内穿破(A)では髄液は高浸透圧になるが、接触する毛細血管も少ないので、髄液産生量は多くない。
- 一方、くも膜下出血(B)では、くも膜下出血後も細胞外腔に高浸透圧状態が持続し、これが間質液—髄液の産生量の増大、ひいては髄液産生量の持続的な増加につながり、脳浮腫等の影響が少なくなった段階で水頭症を起すのではないかと考えられる。

結語

- 従来、“CSF bulk flow”説をもとに水頭症病態の説明がなされたきたが、“CSF bulk flow”説が本当に正しいのかどうかについての検証が必要である。

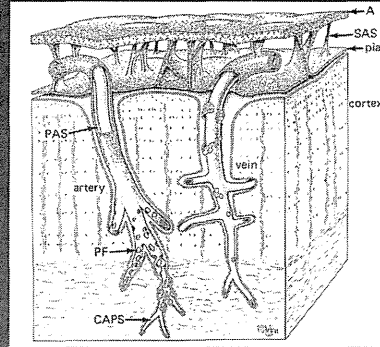
Q) くも膜下腔の髄液はどこから供給されるのか？

くも膜下腔への水の移動



- くも膜下腔への髄液供給
- 周辺からの流入
- 毛細血管から脳軟膜を介して直接
- 他の経路(血管周囲腔など)?

血管周囲腔(Virchow-Robin space)

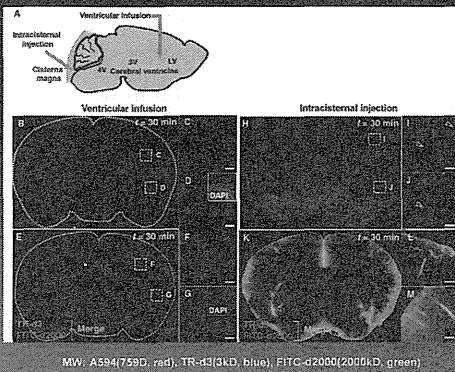


- Virchow-Robin spaces (VRS) are perivascular, fluid-filled canals that surround penetrating arteries and veins in the parenchyma of the brain.
- 動脈周囲にはpia由来の膜が脳内に連続し、毛細血管まで至っている(Kida, 1993)
- 静脈周囲にはこのような膜はない

Zhang ET et al, J Anat, 1990

脳室およびくも膜下腔からの水の移動

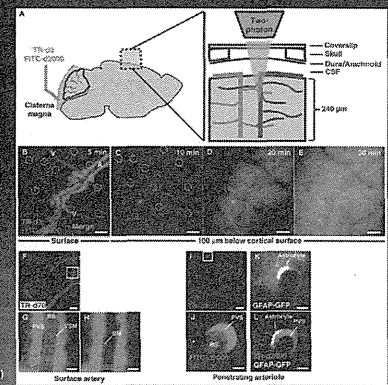
Iliff JJ, et al. Science Translational Medicine, 2012



- 脳室内注入よりもくも膜下腔注入の方が髄液トレーサーははるかに脳実質全体に広がりやすい
- くも膜下腔から脳実質への流入は分子量の大きさに影響される

血管周囲腔

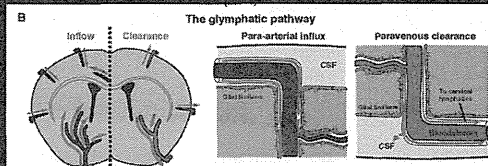
Iliff JJ, 2012



- 血管周囲腔はくも膜下腔の髄液や蛋白が脳内に入り込む重要な経路
- 脳リンパ系としての脳内老廃物質の重要な排出路
- Aβ蛋白もこの経路を通ってくも膜下腔へ排出

くも膜下腔の髄液供給路は?

Iliff JJ, 2012

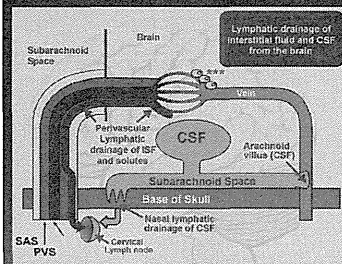


- 血管周囲腔から脳の老廃物とともに髄液も排出
- 血管周囲腔は一方向のみのbulk flow
- 血管周囲腔からのSolute排出は動脈説と静脈説とがある

血管周囲腔は脳実質からくも膜下腔への髄液供給路となっているのではないかな?

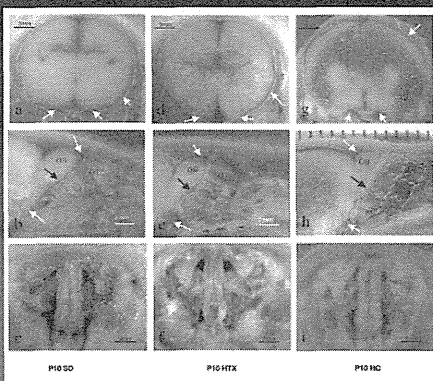
血管周囲腔の働き

Weller RO, 2010



- 脳内の老廃物は血管周囲腔を経て、頸部リンパ節に向かう(脳内リンパ系)
- 排出路は静脈周囲腔ではなく、動脈周囲の基底膜とする説もある(Weller)
- アミロイドβが細胞膜壁に蓄積しやすいことの説明可能

Nasal lymphatic drainage



- HTXラットで水頭症を発症した群はnasal lymphatic drainage がみられない

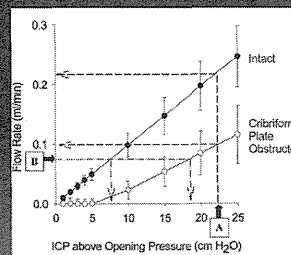
Matthias Rammling, Meenu Madan, Leana Patu, et al. Evidence for reduced lymphatic CSF absorption in the R-Tx rat hydrocephalus model. *Communicative Fluid Research*, 2016, 4:15. doi:10.1186/s43324-016-0001-0

鼻リンパからの排出低下で脳室拡大が余りうる

くも膜下腔の拡大はない

髄液吸収におけるリンパ系の関与

Johnston and Papaiconomou, 2002



- Cribriform Plate を閉塞し、リンパ系の流出を阻害すると、低圧で吸収されていた髄液成分が吸収されなくなり、同じ髄液量を排泄するためには高い圧が必要になる

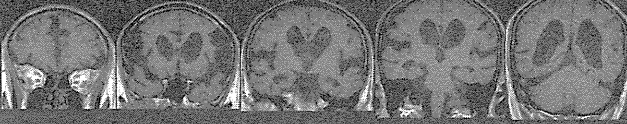
髄液吸収機構には低圧作動系と高圧作動系の2系統がある

*リンパ系は低圧作動系

*くも膜顆粒を含むその他の吸収系は高圧作動系

Clinical question

INPHでは鼻リンパ系での髄液吸収障害があるのか？



INPHではくも膜下腔の不均衡があっても、olfactory bulb近傍での髄液の貯留はない
——しかし、脳室拡大はあるので完全に否定はできない

小活

- くも膜下腔の髄液は血管周囲腔を介して脳実質に容易に流入できる
- くも膜下腔の髄液の供給源として血管周囲腔の可能性はあるが、現実にはくも膜下腔の髄液供給源は不明
- 脳血管周囲腔は脳内リンパ系として重要であるが、髄液・水頭症の面からも重要な研究対象である

INPHでくも膜下腔の髄液分布不均衡がみられるのはなぜか？

DESH

(Disproportionately enlarged Subarachnoid-space Hydrocephalus)

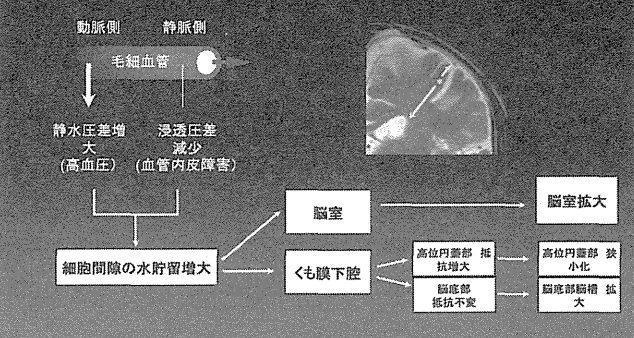


- INPH患者の70-80%に見られる
- 脳室拡大に加えて、高位円蓋部狭小化と脳底部くも膜下腔拡大(シルビウス裂を含む)とがみられる。
- DESH所見を有するも、INPHの症状がない無症状群が存在する
- 高位円蓋部狭小化が先行するとの報告あり (Iseki et al)

INPHのDESH所見は何を示唆するのか？

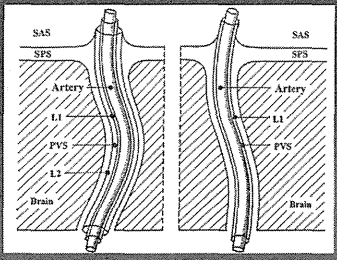
- くも膜下腔からの髄液吸収能が低下
 - 脳底部脳槽やシルビウス裂を中心に髄液貯留
 - 脳実質を上後方へ圧排
 - 鼻リンパ系からの吸収が障害されてもくも膜下腔拡大はおこっていない
- 脳実質からくも膜下腔への髄液供給に不均衡
 - 頭頂後頭部での髄液供給低下
 - 脳底部での髄液供給過多

くも膜下腔の髄液供給不均衡



脳実質からの髄液供給の急い考慮しない、くも膜下腔の不均衡は説明できない？

血管周囲腔は脳表と基底核とで構造が異なる!



- Basal ggl.の動脈の血管周囲腔はCortexのそれよりもより広く、二重構造になっている——閉塞しにくい
- 静脈にも血管周囲腔はあるが、動脈とは異なる

高齢者で見られる高位円蓋部狭小化は頭頂後頭部の血管周囲腔の閉塞を示唆しているのではないか？

Pollock H. et al: Perivascular spaces in the basal ganglia of the human brain: their relationship to lacunes. J Anat. 191. 33-346. 1997

CT cisternography (SINPHONI)

	シャント後1ヶ月	p value-1	シャント後1年後	p value-2
側脳室6時間	11.579	0.8674	42.6	0.1223
シル6時間	9.726	0.9405	13.77	0.9987
頭頂6時間	14.85	0.6722	32.641	0.4849
脳実質6時間	35.483	0.0082*	48.115	0.0433*
側脳室24時間	20.148	0.3245	34.878	0.3788
シル24時間	16.438	0.662	28.816	0.0091
頭頂24時間	19.286	0.6737	29.695	0.6325
脳実質24時間	48.524	0.0001*	41.233	0.1538
側脳室48時間	12.862	0.3799	25.709	0.2644
シル48時間	18.088	0.3858	31.974	0.5181
頭頂48時間	20.951	0.2815	33.147	0.4801
脳実質48時間	34.056	0.0124*	45.388	0.0739

関西看護医療大学・順心病院 川口哲郎先生提供

- CT脳槽造影で、シャント後、およびシャント1年後にシャント効果と有意の関係があるのが脳実質の吸収のみ