<原 著>

CT スキャンによる小脳・脳幹の加齢性萎縮に関する検討

木谷 光博 小林 祥泰 山口 修平
 岡田 和悟 村田 昭博 恒松徳五郎

<要 約> 器質的脳疾患の既往を有さず、かつ糖尿病・高血圧症・内分泌疾患などの全身疾患を有さないCT上正常と思われる14歳から90歳までの67例を対象とし、天幕上及び天幕下における加齢に伴う萎縮について、従来最も普及している一次元法（Cranio-Ventricular Index 以下 CVI）と、我々がすでに報告した二次元法（Ventricular-Area Index 以下 VAI, Brain-Atrophy Index 以下 BAI）を用いて検討を行った。

大脳に関しては、CVI, VAI, BAI のいずれも年齢と有意の相関を示した。また、CVI に比較し VAI, BAI は年齢とより強く相関していた。小脳・脳幹においては、すべての index は年齢と有意の相関を示さなかった。しかし、大脳・小脳・脳幹間の index 相互の検討では、BAI 間に有意の相関を認めた。すなわち、小脳・脳幹は大脳と共に加齢に伴いある程度の萎縮を示すが、その変化は大脳に比較し明らかに軽度なものと考えられる。

Key words: 正常な老化, CT, 脳萎縮, 大脳, 小脳・脳幹

はじめに

正常人において、加齢に伴い大脳では神経細胞の減少と脳萎縮が進行する事はよく知られている。その病理学的検討及び頭部CT scan 上における加齢に伴う脳萎縮の検討は多く報告されている。一方小脳においては、病理学的には加齢に伴いプルキンエ細胞等の減少が認められ、その重量も軽くなる事が報告されている。しかし、CT scan 上における小脳の加齢性萎縮の検討は少い。我々は、従来良く用いられている一次元法及び、すでに我々が報告した digitizer を用いた断面積比による二次元法により、CT 上における正常人の加齢に伴う小脳・脳幹萎縮を検討した。また、大脳と小脳・脳幹の間における加齢性萎縮の相関についても検討した。

対 象

島根医科大学付属病院にて昭和55年4月～昭和58年4月までに頭痛等で外来を受診し、CT を撮影した患者の中から器質的脳疾患の既往を有さず、かつ糖尿病・高血圧症・内分泌疾患などの全身疾患を有さず、

M. Kitani, S. Kobayashi, S. Yamaguchi, K. Okada,
 A. Murata, T. Tsunematsu: 島根医科大学第三内科

受付日, 1984. 7. 11

CT 上正常と思われた14歳から90歳までの67例を選び対象とした。これらの年代別、男女別の内訳は、10代（男：2例、女：4例）、20代（男：3例、女：3例）、30代（男：4例、女：4例）、40代（男：5例、女：9例）、50代（男：4例、女：9例）、60代（男：4例、女：5例）、70代以上（男：3例、女：8例）である。

方 法

CT scan は東芝60A27型（matrix 320×320）又は、GECT/T8800型（matrix 320×320）を用い canthomeatal line より15°のスライス面で0～10cm まで1cm 幅で、同一の撮影条件で撮影を行った。これらのCT 画像を4スライスずつ6つ切りのレ線フィルムに撮影し、このフィルム上ですべてのindex の計測を行った。それぞれの部位において、一次元法及び二次元法を用いて脳萎縮の評価を行った。

① 一次元法：脳室/頭蓋内板横径化（Cranio-Ventricular Index 以下 CVI）

Evans index¹⁾に準じ、大脳に関しては Bifrontal index（以下 BF）、Bicaudate index（以下 BC）、Third ventricle index（以下 TV）、Cella media index（以下 CM）を、小脳に関しては Forth ventricle index（以下 FV）をノギスを用いて計測を行った。それぞれの CVI は、それぞれの脳室の計測部位が最も明瞭に描出されているスライスにおいて、頭蓋内板に対する最大

脳室横径比を求めた。

② 二次元法: 脳室/脳断面積比 (Ventricular Area Index 以下 VAI), 脳実質/頭蓋内腔断面積比 (Brain Atrophy Index 以下 BAI)

VAI 及び BAI は, personal computer (NEC 8801) に接続した digitizer (PCPAD) で計測部位を CT フィルム上で用手的に trace するだけで, 各断面積比が自動的に計算され, かつデータベースに収納されるプログラムを作成し計測を行った。

VAI の測定は, Synek ら²⁾の Ventricular-Brain ratio に準じた。しかし, VAI では脳表の萎縮を十分に反映できないと思われたため, クモ膜下腔及び脳室の変化, すなわち全脳脊髄液腔の変化を示す index として, すでに我々が報告した頭蓋内腔断面積に対する脳実質の比を求めた BAI の計測を行った。VAI 及び BAI は, 大脳においては基底核レベル, 側脳室体部レベルで計測を行い, 小脳・脳幹については視交叉レベルで計測を行った (Fig. 1)。

統計処理は, Student t 検定を行った。

Fig. 1 Brain Atrophy index (BAI) Ventricular Area index (VAI) B: 脳断面積 V: 脳室断面積 C: 頭蓋腔断面積
BAI = (B - V) / C × 100%
VAI = V / B × 100%

結 果

- ① 大脳における各 index の加齢に伴う変化
大脳においては, すべての index は年齢と有意に相

Table 1 各 index の相関

	BF	BC	TV	CM	VAI-1	VAI-2	BAI-1	BAI-2	FV	VAI-3	BAI-3
BF											
BC	0.33*										
TV	0.53**	0.41**									
CM	0.23*	0.40**	0.45**								
VAI-1	0.47**	0.68**	0.73**	0.50**							
VAI-2	0.28*	0.68**	0.64**	0.30*	0.73**						
BAI-1	-0.42**	-0.69**	-0.67**	-0.44**	-0.93**	-0.70**					
BAI-2	-0.31*	-0.69**	-0.63**	-0.34*	-0.80**	-0.87**	-0.83**				
FV	-0.20	-0.10	-0.23*	-0.10	-0.14	-0.26*	0.10	0.16			
VAI-3	0.11	0.09	0.14	0.09	0.18	0.18	-0.09	-0.16	-0.04		
BAI-3	0.08	-0.07	0.02	-0.09	-0.17	-0.14	0.24*	0.25*	0.06	-0.27*	
	BF	BC	TV	CM	VAI-1	VAI-2	BAI-1	BAI-2	FV	VAI-3	BAI-3

* p < 0.05 ** p < 0.01

BF: Bifrontal index BC: Bicaudate index TV: Third ventricle index
CM: cella media index VAI-1: 基底核レベル VAI VAI-2: 側脳室体部レベル
VAI BAI-1: 基底核レベル BAI BAI-2: 側脳室体部レベル BAI FV: ForAh
ventricle index VAI-3: 小脳・脳幹 VAI BAI-3: 小脳・脳幹 BAI

関した。すなわち、CVI, VAI は加齢に伴い増加し、年齢との相関係数は、CVI では BF: $r=0.46$ ($p<0.01$), BC: $r=0.47$ ($p<0.01$), TV: $r=0.26$ ($p<0.05$), CM: $r=0.31$ ($p<0.05$) であり、VAI では基底核レベルで $r=0.64$ ($p<0.001$), 側脳室体部レベルで $r=0.49$ ($p<0.01$) であった (Fig. 2A)。BAI は加齢に伴い減少し、年齢との相関係数は基底核レベルで $r=-0.70$ ($p<0.001$), 側脳室体部レベルで $r=-0.69$ ($p<0.001$) と最も良好な逆相関を示した (Fig. 2B)。大脳における各 index は相互に有意の相関を認めた

(Table 1)。また VAI, BAI は CVI に比較して有意に良好に年齢と相関していた。重回帰分析では、年齢に対する重相関寄与率が CVI のみの 32.6% に比較し、VAI と BAI では 51.9% であった。

② 小脳・脳幹における各 index の加齢に伴う変化
FV は 40 代以後減少の傾向を示したが、年齢とは有意の相関を示さなかった。また、各年代群相互の値に有意差はなかった (Fig. 3)。

VAI は 40 歳以後増加を示し、BAI は 40 歳以後減少を示したが、年齢とは有意の相関を示さなかった。VAI,

Fig. 2 大脳の BAI, VAI 上表 (Fig.2A): 大脳 VAI 下表 (Fig. 2B): 大脳 BAI
slice 1: 基底核レベル slice 2: 側脳室体部レベル

Fig. 3 IVth ventricular index

Fig. 4 上表 (Fig. 4A): 小脳脳幹 VAI 下表 (Fig. 4B): 小脳脳幹 BAI

BAIにおいても、各年代群間相互の値には有意差はなかった (Fig. 4A, B).

また各 index において、40歳未満群と40歳以上群について検討を行うと、VAIのみが40歳未満群 $1.58 \pm 0.37\%$ (mean $\pm$ SD) 40歳以上群 $1.85 \pm 0.47\%$ (mean $\pm$ SD) と有意差 ($p < 0.02$) を示した。

小脳・脳幹における各 index 間の相関の検討では、FVはVAI, BAIと相関を示さず、VAI-BAI間においては、有意の逆相関が認められた。

③ 大脳と小脳・脳幹における各 index 間の相関の検討

大脳と小脳・脳幹における各 index 間の相関を求めたところ、小脳・脳幹のBAIは大脳基底核レベルのBAIに対して $r = 0.24$ ($p < 0.05$)、側脳室体部レベルのBAIに対して $r = 0.25$ ($p < 0.05$)と有意の相関を認めた (Table 1)。

考 察

加齢に伴い脳重量が減少する事は多くの研究者により報告されている。亀山は³⁾、60代以降脳重量が著明に減少する事を報告している。脳重量の減少は、天幕上部および下部で共に認められる。Ellis⁴⁾は、小脳重量を計測し、20代と80代の間で、男性では8%、女性では7%の重量の減少が認められ、特に50歳以後その減少が著しい事を報告している。Rossmanら⁵⁾は、天幕上部と下部の間の重量比の検討により、アルツハイマー病においては全脳重に対する天幕上部の減少の程度に比較し、天幕下部の減少は軽度であったとしている。

最近CT上における加齢に伴う大脳萎縮の検討が、多く報告されている。Harnら⁶⁾はBFとBCが、年齢と相関している事を報告している。Barronら⁷⁾は、70代以降急激に側脳室の拡大がおこるとしている。また、Walserら⁸⁾により脳室及び脳全体の体積の計測法も報告されている。しかし、小脳についてCT上その加齢性萎縮を検討した報告は少ない。秋本ら⁹⁾は、大脳および小脳において、一次元法を用いた脳室の大きさの加齢性変化を検討しており、大脳におけるCVIは加齢に伴い有意に増加を示すが、小脳に関してはFVが30歳代で有意に増加を示すものの、その後の増加は明らかでない事を報告している。永井ら¹⁰⁾も、やはり一次元法を用いた検討によりCT上においては、加齢に伴い大脳萎縮は認められるが、小脳萎縮は認められない事を報告している。Kollerら¹¹⁾は、CT上における小脳萎縮の評価を、一次元法であるFV、脳底槽の計測等によ

り行い、加齢に伴う小脳萎縮は、虫部に認められ、小脳半球では明らかではない事を報告している。また、彼らは Harn ら⁹⁾が報告した BF, BC 等を用いて、大脳萎縮を検討も行い、小脳萎縮と大脳萎縮に相関がない事も報告している。また、彼ら¹²⁾は、同様の検討を種々の小脳萎縮をきたす疾患に対しても行い、アルコール中毒患者には大脳萎縮と小脳萎縮に相関がある事を報告している。

今回我々の検討では、一次元法においては、大脳における CVI は従来の報告とよく一致して、加齢に伴う増加を示した。一方、小脳における FV は、加齢に伴う有意の変化を示さなかった。二次元法による検討では、大脳における VAI, BAI は CVI に比較し有意に良好に年齢と相関している事を、我々は¹³⁾すでに報告している。大脳における VAI および BAI は、60 歳代以後 VAI は増加し、BAI は減少した。この二つの index において、50 歳代群と 60 歳代群との間に有意差が認められた。すなわち、60 歳以降大脳萎縮が急激に進行する事が示唆され、これは亀山²⁾の報告とよく一致した。一方、小脳・脳幹における VAI 及び BAI は、40 代以後 VAI は増加し、BAI は減少を示したが、各年代群間には有意差はなかった。しかし、40 歳未満群と 40 歳以上群の二群にわけて検討を行うと、VAI に有意差がみられた。これより、Koller ら¹¹⁾がいつているような、小脳虫部の萎縮が、40 代以後著明になる事が示唆された。

年齢と小脳・脳幹 VAI, BAI との間には相関がみられなかった。しかし、大脳と小脳・脳幹における各 index 間の相関をみると BAI 間においては有意の相関がみられた。

以上の結果は、ある程度の関連をもって加齢に伴い、天幕上、天幕下共に脳が萎縮する事を示唆しているが、小脳・脳幹は大脳に比較し加齢による萎縮性変化が明らかに軽いものであり、脳の加齢性変化を検討する上で興味深い点と思われる。

文 献

- 1) Evans WA: An encephalographic ratio for estimating ventricular enlargement and cerebral atrophy. Arch Neurol and Phy 47:

- 931—937, 1942
- 2) Synek V, Reuben JR: The ventricular brain ratio using planimetric measurement of EMI scans. Brit J Radiol 49: 233—237, 1976.
- 3) 亀山正邦: 神経系の老化. 日老医誌 20: 1—11, 1983.
- 4) Ellis J: Changes in cerebellum with aging. J Comp Neurol 32: 1—33, 1920.
- 5) Rossman V: Weight ratio between the infratentorial and supratentorial portions of the central nervous system. J Neuropathol Exp Neurol 33: 164—170, 1974
- 6) Harn FJY, Rim K: Frontal ventricular dimensions of normal computed tomography. AJR 126: 593—596, 1976.
- 7) Barron SA, Jacobs L, Kinkel WR: Changes in size of normal ventricle during aging determined by computed tomography. Neurology 26: 1011—1013, 1976.
- 8) Walser RL, Ackerman LV: Determination of volume from computerized tomograms: Findings the volume of fluid brain cavities. J Comput Tomogr 1: 117—130, 1977.
- 9) 秋本 宏, 牧 豊, 小野幸雄, 熊熱忠雄, 古沢卓: CT による正常脳室および脳溝の加齢現象についての検討. 脳と神経 35(2): 139—147, 1983.
- 10) 永井博子, 広田紘一, 片岡 忠, 栗田 勇, 武田憲夫: 脊髄小脳変性症における Computed Tomography. CT 研究 1(4): 529—538, 1979.
- 11) Koller WC, Glatt SL, Fox JH, Kaszniak AW, Wilson RS, huckman MS: Cerebellar atrophy: Relationship to aging and cerebral atrophy. Neurology (My) 31: 1486—1488, 1981.
- 12) Koller WC, Glatt SL, Perlic S, Huckman MS, Fox JH: Cerebellar atrophy demonstrated by computed tomography. Neurology (Ny) 31: 405—412, 1981.
- 13) 木谷光博, 小林祥泰, 山口修平, 勝部知子, 岡田和悟, 村田昭博, 恒松徳五郎: CTscan による大脳の加齢性萎縮の検討. CT 研究 投稿中.

Abstract

Age-Related Infra-Tentorial Brain Atrophy on CT Scan

Mitsuhiro Kitani, Shotai Kobayshi, Shuhei Yamaguchi, Kazunori Okada,
Akihiro Murata and Tokugoro Tsunematsu

We had reported that the brain atrophy progressed significantly with advancing age using the two dimensional CT measurement by digitizer which was connected with personal computer (Fig. 1). Using this method, we studied the age-related infra-tentorial brain atrophy in 67 normal subjects (14—90 years), and compared that with age-related supra-tentorial brain atrophy.

There was a significant correlation between age and all indices [cranio-ventricular index (CVI), ventricular area index (VAI) and brain atrophy index (BAI)] in supra-

tentorial brain. These indices did not correlated to the age in infra-tentorial brain (brainstem and cerebellum). Significant change of the brain atrophy occurred above 60 years old was observed by BAI and VAI in supra-tentorial brain (Fig. 2). There was a significant correlation between supra-tentorial brain atrophy index (BAI) and that of infra-tentorial brain (Table 1).

These results indicate that age-related brain atrophy might progress more slowly in brainstem and cerebellum than in cerebrum.

key words: *brain atrophy, normal aging, CT-scan, cerebellum*

(Jpn J Geriatr 22: 47—52, 1985)

Department of Internal Medicine, Shimane Medical University, Izumo, Shimane, 693, Japan