

《原 著》

脳スキャンにより Watershed Infarction 症例を 見い出した1例の検討

川口新一郎* 飯尾 正宏* 千葉 一夫* 村田 啓*
松井 謙吾* 山田 英夫* 阿部 正秀* 戸張 千年*

緒 言

1966年 Adams ら¹⁾は病理学的に watershed infarction 例の報告を行っている。脳スキャンでは、1972年 Hawes ら²⁾が今われわれがみると多分に疑いのある症例ではあるが、9例の watershed infarction 例を（異常を示した 38CVD 脳スキャン例の実に24%に当る）、そして1976年 Enzmann ら³⁾が鎌状赤血球症小児の watershed infarction の一臨床例を報告している。

われわれは過去4年6ヵ月間に当院で行った786例のCVD脳スキャン例についてCVDの異常描出部位の分布を再精査し、右前・中大脳動脈および右後・中大脳動脈の境界領域 (watershed) のみに異常を示した watershed infarction の1例を認めたので検討を行った。この watershed infarction 例は持続的に病気が進行し、脳梗塞症で死亡した。本症の最終剖検にて watershed 部のみならず中大脳動脈領域広範に及んだ大軟化巣が確認されたので、watershed infarction 症例の機序を解明するため、脳スキャン上2大脳動脈にまたがる広範な脳梗塞症を呈した4例についても追加検討を行った。

対象と方法

対象は都教育院附属病院核医学部門で1972年6月から1976年11月迄に脳スキャンを行った1503例(2162回)—男793名・女710名、平均年齢は66.1歳(0~100歳)—である。1503例中、現在迄に臨床的、脳スキャン上、脳血管撮影上、あるいは剖検等にてCVDと診断されている786例の脳スキャンを再精査した。脳スキャンは島津製の3"φ対向スキャナー、Searl Pho/Gamma IV ガンマカメラおよびアボット社のグラフィックスキャナーを用いて行った。製剤は^{99m}Tc 過テクネチウム酸・^{99m}Tc ピロリン酸を用い、前者は過塩素酸カリ200mgの前投与をし、20mCi 静注後数十分経て、後者は20mCi 静注後2時間経て4方向より撮影した。脳スキャン読影は異常放射能が辺縁静脈洞と等しいものをGrade III、それ以上のものをGrade IV、僅かに異常があるものをGrade I、明らかに異常放射能だが辺縁静脈洞程強くはないものをGrade II と、5段階に grading をし数量化を試みた。

結 果

(1) 786 CVD 脳スキャン例のグレイディング結果を Fig. 1 に示した。Grade 0 が全体の40.8%を占め、Grade I が36.9%、明確に障害を受けた支配血管領域を読影可能な例 (Grade II 以上) は22.3%であった (Grade II 13.6%, Grade III 5.5%, Grade IV 3.2%)。

(2) Grade II 以上即ち175例の病巣分布を Fig.

* 東京都養育院附属病院核医学放射線部
受付：52年2月7日
最終稿受付：52年5月11日
別刷請求先：東京都板橋区栄町35-2 (〒173)
東京都養育院附属病院核医学放射線部
川口新一郎

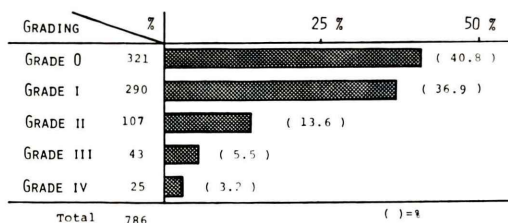


Fig. 1 Distributions of grading scores of 786 CVD patients scanned in our laboratory from June 1972 to November 1976.

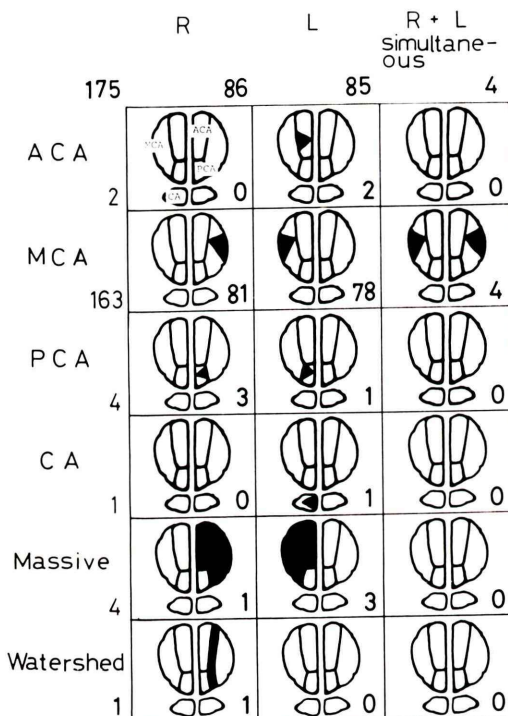


Fig. 2 Anatomical distributions of 175 CVD cases with scores higher than Grade II (ACA: Anterior Cerebral Artery, MCA: Middle Cerebral Artery, PCA: Posterior Cerebral Artery, CA: Cerebellar Artery)

2に示した。左右差はほとんどなく、両側同時に病巣が見られたのが4例(2.3%)あった。前・中・後大脳動脈・小脳領域支配動脈別の病巣分布はおのおの175例中、2・163・4・1例であり、圧倒的に中大脳動脈領域に多かった。

(3) 別に特異な例として今回報告する2大脳動脈の境界領域のみに病巣が見られた watershed infarction の1例と2大脳動脈領域にまたがる大軟化像を示した4例があった。この5例の詳細(脳血管造影・脳スキャン・剖検所見等)をTable 1にまとめて示した。watershed infarction は第1例目である。

(4) watershed 症例77歳の女、Fig. 3に watershed infarction 例の2回目(発症26日後)の脳スキャン像を示した。右前・中大脳動脈および右後・中大脳動脈の分水界領域に局限した帯状の放射能が見られ、脳スキャン上 watershed infarction の特徴を示した。Fig. 4に watershed infarction 例の初回(発症17日後)と3回目(発症81日後)の脳スキャン像を示した。Fig. 3, 4からこの特異な watershed 部の異常放射能も通常の脳梗塞のスキャン像と同様発症81日後の3回目の脳スキャン像ではその陽性度は減少し陽性描出範囲も狭くなっている。本例はその後持続的に病気が進行し発症5ヵ月後に死亡した。最終剖検では脳スキャン上異常を示した右前・中大脳動脈および右後・中大脳動脈の watershed 領域のみならず右中大脳動脈領域広範に及んだ大軟化巣が確認された。また頸動脈分岐直後での右内頸動脈の動脈硬化性閉塞が認められた。

(5) Fig. 5に大軟化例(Table 1の第4例目)の経時的脳スキャン像を示した。発作前から発作後1ヵ月迄の脳スキャンの経時的变化とCVDの拡大が分る。左前および中大脳動脈領域に完全な梗塞症の及ぶ以前に発作後1週目および2週目ですでに左前・中大脳動脈領域にまたがる異常放射能がみられるが、本例では経過中に明らかな watershed infarction 像は認められなかった。Fig. 6は同一症状の脳RI血管造影法(Cerebral Radioisotope Angiography: CRAG)の連続画像とそのコンピュータ解析図を示した。明らかな左脳半球のRI欠損像が分るが“hot nose”サインは見られない。コンピュータ解析により定量的に左脳半球血流量の減少を知ることができた。

Table 1 A case of watershed infarction & 4 cases of massive CVD

Case	Age and Sex	Clinical diagnosis	Side of paralysis	Contrast angiography	Radionuclide angiography	Scan image	Autopsy finding
1)	77/F	L-hemiplegia	L	Not performed	Not performed	CVD in watershed zones between R-ACA & MCA and R-PCA & MCA with another R-MCA region	Massive softening of R-MCA involving watershed zones between R-ACA & MCA and R-PCA & MCA. Arteriosclerotic obstruction of R-ICA adjacent to the bifurcation
2)	68/M	L-ICA infarct	R	Occlusion of L-ICA. Collateral circulation from L-PCA	Not performed	Massive CVD in the L-ACA & MCA	Old softening of L-MCA Fresh hemorrhagic infarct of L-MCA & bilateral ACA
3)	76/F	L-MCA infarct	R	Thrombosis in L-carotid bifurcation Collateral circulation from L-PCA	Decreased flow in L-hemisphere	Massive CVD in the L-ACA & MCA	Massive old softening of total L-ACA, MCA & a part of R-ACA. Obstruction of L-ACA & stenosis (90%) of stem of L-MCA
4)	80/M	L-ICA infarct	R	L-ICA sclerosis. Thin L-cerebral artery especially in MCA	Decreased flow in L-hemisphere	Massive CVD in the L-ACA & MCA	
5)	78/M	L-hemiparesis	L	R: not performed L: normal	Decreased flow in R-hemisphere	Massive CVD in the R-ACA & MCA	

R: Right, L: Left, A, M, P-CA: Anterior, Middle, Posterior Cerebral Artery, ICA: Internal Carotid Artery

考 案

老人専門病院である都養育院附属病院で過去4年6ヵ月間に総計7071回のスキャンを経験し、内脳スキャンが2022回(28.6%)を占めた。更に脳スキャン例のスキャン前診断は CVD (50.6%), 脳腫瘍(18.2%), その他であり、圧倒的に CVD が多く、過半数を占めていた。われわれはすでに老人の CVD の特徴について種々、たとえば CVD の診断下に脳腫瘍の隠されていることもあり注意すべきこと⁴⁾、また CVD の診断には脳スキャンに脳 RI 血管造影法を併用すると陈旧例の診断も可能になること⁵⁾を報告してきた。今回は当科の

CVD 脳スキャン 786 例を再精査し、watershed infarction 例を中心に検討を加えた。Fig. 1 から明らかなように、40.8% は陈旧性が主な理由でスキャン時には異常は認められず、明らかな異常すなわち Grade II 以上は 22.3% に認められた。従来の CVD の脳スキャン診断率もおおよそ著者らの検討結果(22.3%~59.2%)と同じ報告がなされている^{6)~8)}。Fig. 2 から明らかなように CVD のスキャン陽性部位の発生頻度には、左右差はなく、両脳半球に同時に起る CVD は 175 例中 4 例(2.3%)であり、稀な病態と考えられたので別に報告した⁹⁾。

次に Fig. 2 で示したように CVD の陽性部位を

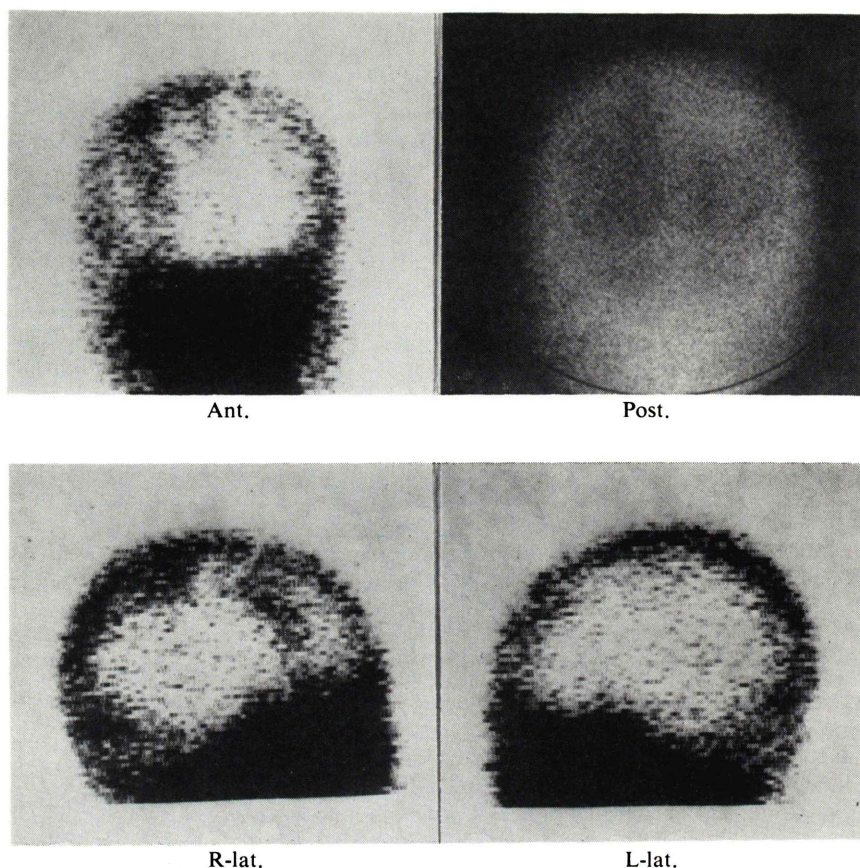


Fig. 3 A case of watershed infarction, 77 y.o. Female
 She had left hemiplegia in November 21, 1975. The second scan was obtained 1 month after the onset. The scan showed clearly abnormal activities only in watershed zones between right ACA & MCA and right PCA & MCA with another activity in right parietooccipital region. (Case No. 1 in Table 1, TMGH 750778)

前・中・後大脳動脈・小脳領域支配動脈別に見ると、諸家の報告と同じく圧倒的に中大脳動脈領域(93.1%)に多い。watershed infarction 例は175例中1例(0.6%)にしか見られず、極めて稀な例であった。その稀な1例を示す Fig. 3, 4 の脳スキャン経過およびその剖検所見から本例の watershed infarction 像は恐らく進行性の広範な脳梗塞症の初期に、一時的に表われたものをスキャンし得たものと考えられた。なお経過中本例は全身性低血圧の明確な既往は認められなかった。本例は最終剖検上病理学的には Adams らの言う watershed infarction 例に相当しない。文献上 watershed in-

farction の成因としては、全身的低血圧との関係が論じられており、低酸素血症がなくても全身的低血圧のみでも起るとの報告もある^{12), 13)}。Adams ら¹⁾は心循環系の発作(妊婦, IVP, 労働中の Syncope および術後の心停止, 術後の低血圧)から数ヵ月以内に死亡し、最終剖検で watershed infarction が認められた6例を報告している。4例が両側性, 2例が偏側性であったと述べており, watershed infarction 発生要因を全身性の低血圧の発生の仕方や持続時間に求めている。脳スキャンは実施されていない。古く Wolf ら¹⁰⁾や Meyer ら¹¹⁾の時代にはまだ同じ現象を watershed という用語で

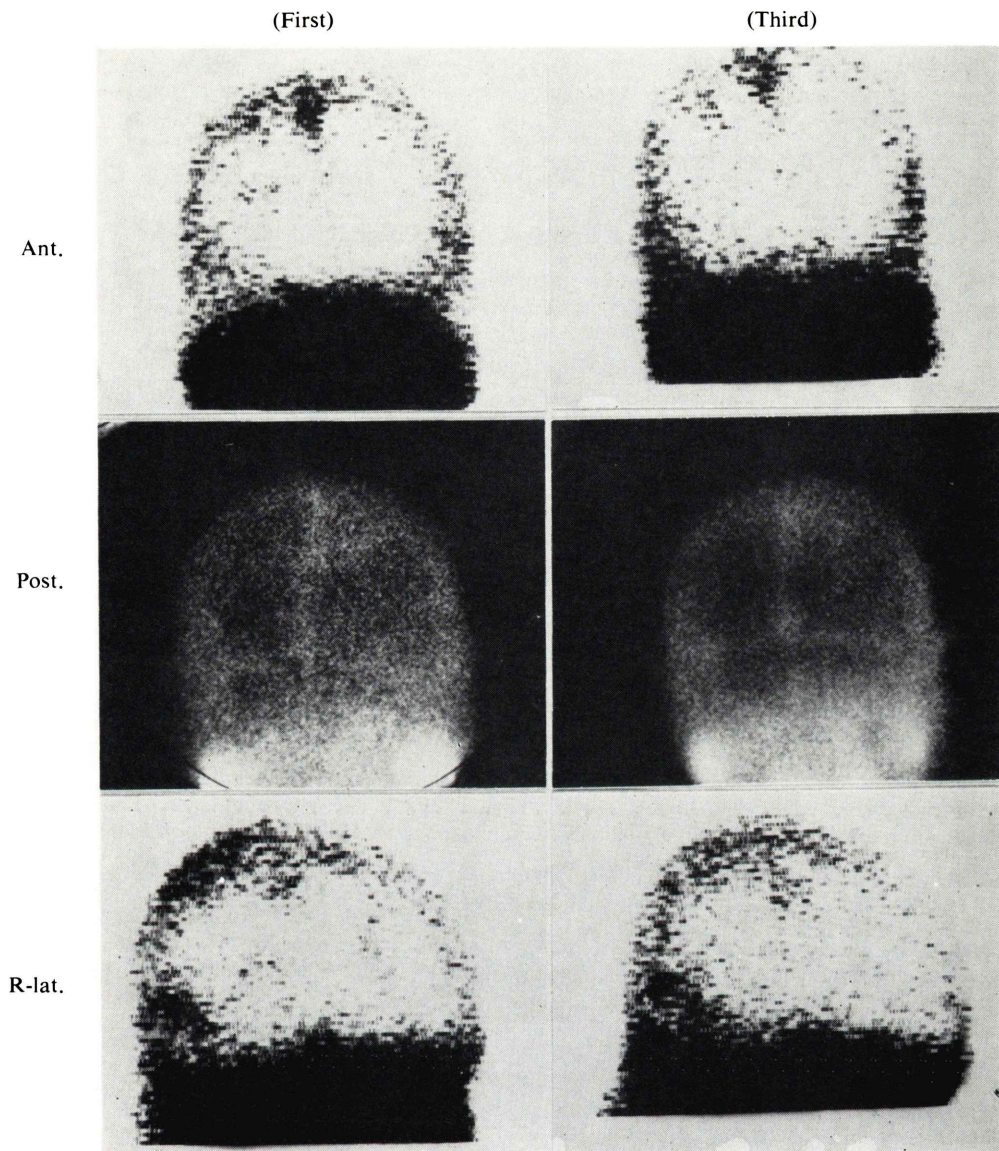


Fig. 4 The same case with Fig. 3.

The first scan (left side) obtained 2 weeks after the onset showed illdefined multiple hot lesions in the right hemisphere. The second scan is shown in Fig. 3. The third scan (right side) obtained 3 months after the onset showed decreased activity in the right hemisphere with almost disappeared watershed lesion. With continuous deterioration of her symptom she died 5 months later and her autopsy revealed extensive softening in the right hemisphere including watershed regions. Therefore this finding is considered to be temporal symptom occurred at the beginning of progressive and extensive cerebral softening.

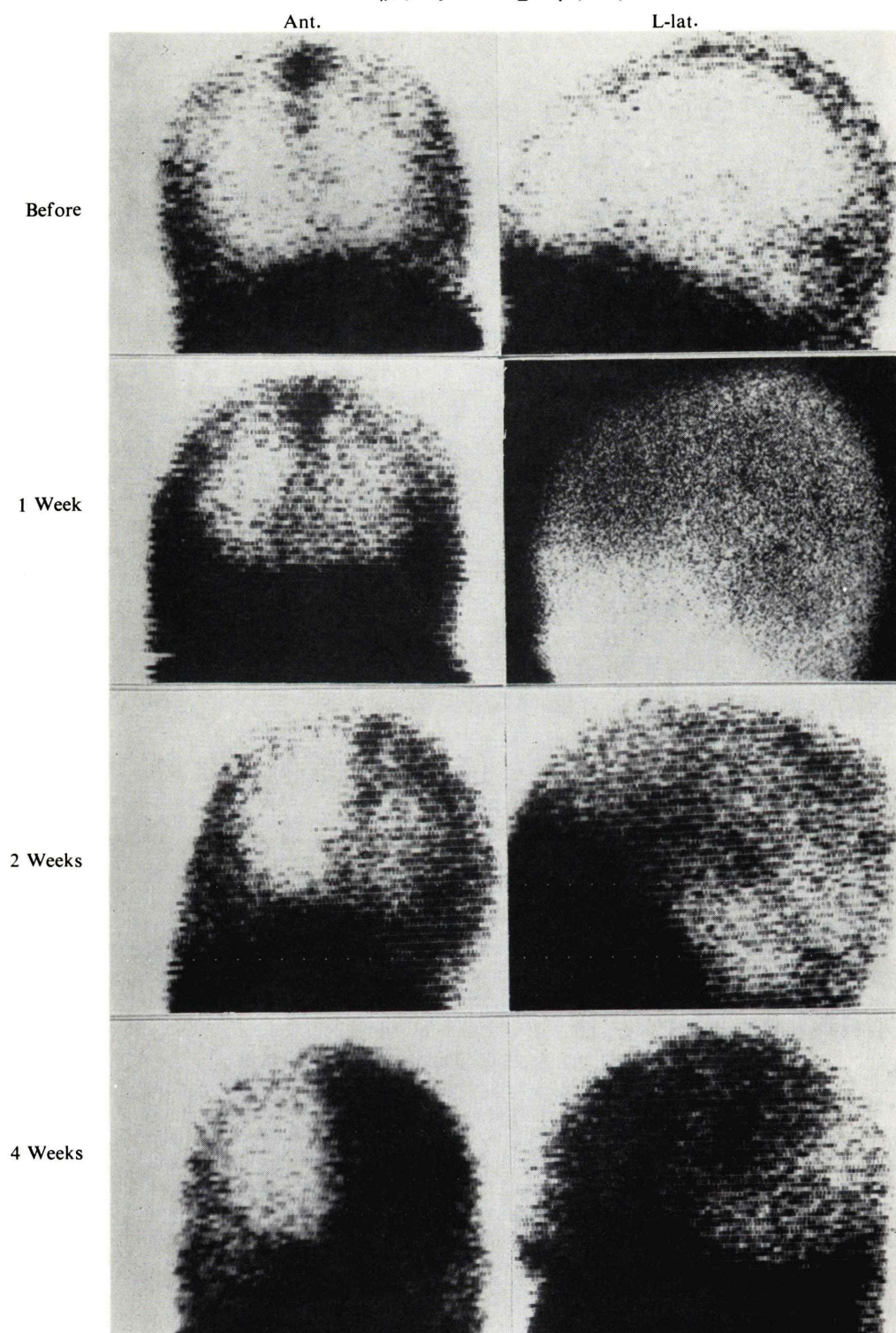
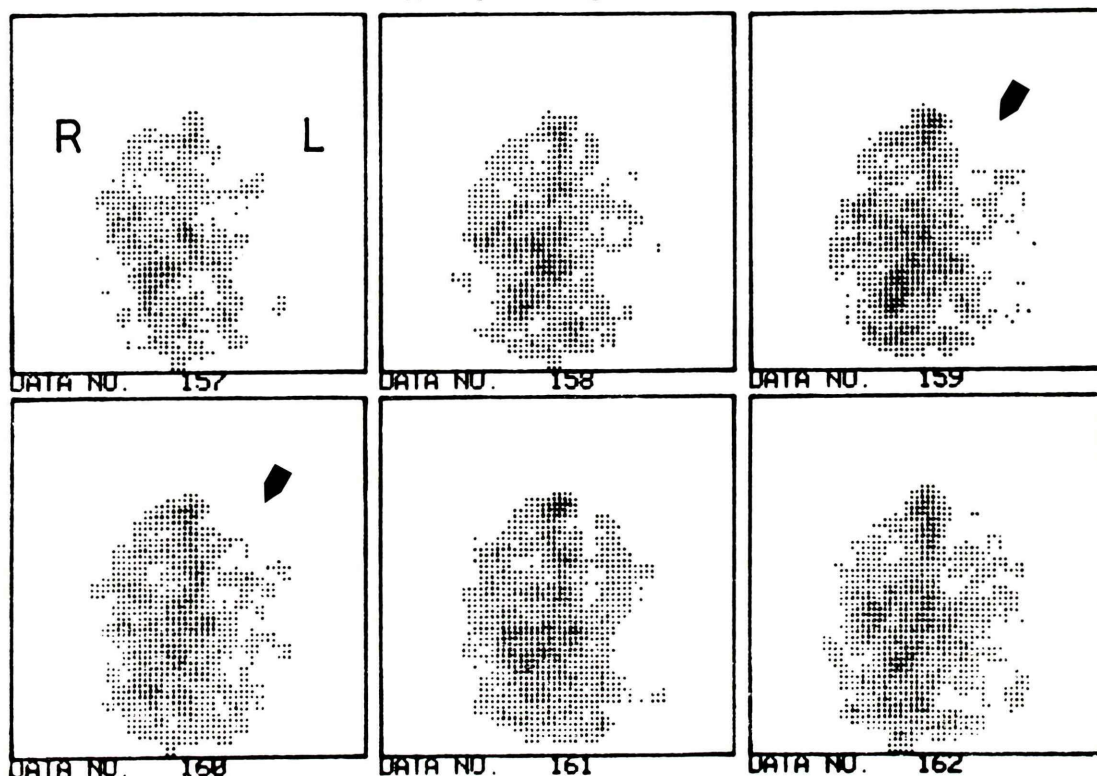


Fig. 5 説明文次ページ★

(1) Sequential images of CRAG



(2) Computer analysis of CRAG

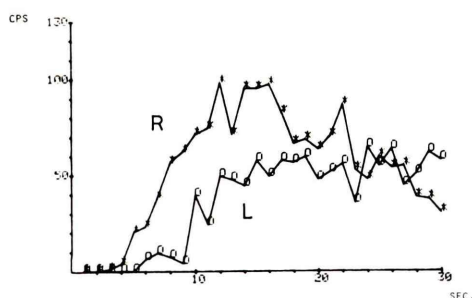


Fig. 6 Cerebral Radioisotope Angiography (CRAG) images and the computer analysis of the case in Fig. 5.

(1) The initial part of sequential images of CRAG showed remarkable decrease in cerebral flow (arrow) of left hemisphere corresponding with the results of scan without the evidence of "hot nose" sign.

(2) Computer analysis of CRAG quantitatively showed decreased cerebral flow in left hemisphere corresponding with the recent massive CVD.

★ **Fig. 5** Sequential scan images of massive CVD, 80 y.o. Male

The first scan was obtained with clinical diagnosis of dementia suggesting almost normal brain scan. He had right hemiplegia in October 19, 1976. The second scan (1 week after the onset of CVD), the third scan (2 weeks after the onset) and the fourth scan (1 month after the onset) showed remarkable progress of cerebral infarction which accompanied by right hemiplegia. The abnormal activities in left ACA and MCA region involving watershed area were gradually expanded. The fatal clinical signs were also compatible with the scan images. (Case No. 4 in Table 1, TMGH 730243)

表現していなかった。脳スキャン上 Enzmann³⁾の示した1例は両側性の watershed infarction の臨床例で、我々の経験例のごとく進行性のものか否かは不明である。また彼の論文中興味深いことは現在脚光を浴びている Computerized Tomography(CT)にては脳スキャン程の明らかな情報が得られなかったことである。造影剤の注入でも異常 density は見られず、このような watershed infarction のごとく末梢部位の極めて薄い組織の病変の診断には脳スキャンの方が有用であることを述べている。われわれの経験した watershed infarction 例では CT スキャンは行っていない。また Hawes らは watershed infarction の CRAG 所見に高率に異常を認めているが Enzmann は本例では正常であったと述べている。Enzmann は本例の原因は不明であったと述べているが本例の病態から低酸素血症も重要な一因と考えられよう。Hawes²⁾の示した watershed infarction には多少疑問が残る。例示された代表例は、剖検にて同部の watershed 領域に病巣が確認されたと述べているが、2面よりの脳スキャンより判断すると前大脳動脈領域の異常放射能像であり(なんとすれば正面像では前大脳動脈のみにしか異常がない)、側面像に現れた異常放射能の幅も watershed infarction 像としては広過ぎる。さらに38異常 CVD 脳スキャン例中実に9例の高率(24%)に watershed infarction 像が見られたと言うのは非常に疑わしい成績である。われわれの結果では watershed infarction の発生頻度は0.6%と彼の報告とは大差がある。ただし watershed infarction の原因を頸動脈の閉塞性疾患に求めているのは、われわれと共通性がある。われわれの経験した高齢者の watershed infarction 例は進行する脳梗塞症の初期の一現象として出現すると考えられた。watershed infarction の1例と、その出現の可能性のある大軟化例の4例をまとめて示した Table 1 から、これら5例には頸動脈の閉塞ないしは狭窄が多いことが分る。当然 Fig. 6 に示すごとく、頸動脈障害側脳半球の脳血流量も減少する、しかしわれわれが本症候群に実施した CRAG 施行の3例中では1例も“hot

nose”サインは認められなかった。Watto¹⁴⁾ からも“hot nose”サインと内頸動脈閉塞との関係は今迄言われているようには強くないことを報告している。Hawes らの示した“hot nose”サイン陽性率(8例中3例に陽性)は高過ぎるように思われる。参考例として示した Fig. 5 の大軟化例では、経時的に脳スキャンを行い得たが、途中明らかな watershed infarction 像は認められなかった。本例は血管造影法にて左内頸動脈の硬化所見と左大脳動脈特に中大脳動脈の狭小化が認められた。臨床経過も脳スキャンに見られるのと同様で予後は不良であった。他3例の(Table 1 の第2, 3, 5例目)大軟化例でも検査し得た脳スキャン経過中では明らかな watershed infarction 像は見られなかった。なお、文献上脳スキャンによる watershed infarction の報告はわれわれの知り得る限り、Hawes らおよび Enzmann ら以外にはなかったが Hawes らのものが疑わしいことから本報告は Enzmann に続く第2例目の報告であり Enzmann のものとは原因・症状ともに異なるものであることを強調したい。

結 語

過去4年6ヵ月間に当院で行った786 CVD 脳スキャン例を再検討した。

(1) 明らかな異常脳スキャンを175例(22.3%)に認めた。

(2) 175例の異常陽性部位を前・中・後大脳動脈・小脳領域支配動脈別に見るとそれぞれ1.1, 93.1, 2.3, 0.6%であり、他に境界領域のみに病巣を持つ watershed infarction の1例と2大脳動脈領域にまたがった大軟化例の4例があった。

(3) watershed infarction 症例は77歳の女、右前・中大脳動脈および右後・中大脳動脈の境界領域(watershed)に同時に発生した梗塞症の所見を4方向よりの脳シンチグラムで確認した。本例は脳スキャン上純粋に watershed 部に病巣がみられたがその後さらに進行性の広範な脳梗塞症を呈し死亡した。脳スキャンし得た watershed infarction 像は進行する脳梗塞症初期に表われた一時期の像

であった。

なお、本論文の要旨は第 277 回日本医学放射線学会関東地方会において報告した。

文 献

- 1) Adams JH, Brierley JB, Connor RCR, et al: The Effects of Systemic Hypotension upon the Human Brain. Clinical and Neuropathological Observations in 11 Cases. *Brain* **89**: 235-268, 1966
- 2) Hawes DR, Mishkin FS: Brain Scans in Watershed Infarction and Laminar Cortical Neurosis. *Radiology* **103**: 131-134, 1972
- 3) Enzmann D, Gates GF: "Watershed" Infarction in sickle Cell Disease. *Radiology* **118**: 337-339, 1976
- 4) 川口新一郎, 飯尾正宏, 千葉一夫他: 脳血管障害の診断にかくされた高齢者脳腫瘍. *核医学* **14**: 841~847, 1977
- 5) 川口新一郎, 飯尾正宏, 村田啓他: 老年者の脳スキャン時脳 RI 血管造影法の意義 (特に脳血管障害について). *日本老年医学会雑誌* **13**: 17, 1976
- 6) Krishnamurthy GT, Mehta A, Tomitasu U, et al: Clinical value and limitation of 99m-Tc brain scan: An autopsy correlation. *J. Nucl. Med.* **13**: 373-378, 1972
- 7) Allen MB, Dick DAL, Hightower SJ, et al: The value and limitations of brain scanning. A review of 401 consecutive cases. *Clin. Radiol.* **18**: 19-27, 1967
- 8) Tow DE, Wagner NH, Deland FH: Brain scanning in cerebrovascular disease. *JAMA* **207**: 105-108, 1969
- 9) 川口新一郎, 飯尾正宏, 千葉一夫他: 脳スキャンにより診断された両側同時に発生した中大脳動脈硬塞症の検討. *核医学* 15 巻 2 号 (4 月刊) の予定
- 10) Wolf A, Siris J: Acute Non-traumatic Encephalomalacia Complicating Neurosurgical Operations in the sitting position. *Bull Neurol Inst New York* **6**: 42-61, 1937
- 11) Meyer JE: Über die Lokalisation frühkindlicher Hirnschäden in Arteriellen Grenzgebieten. *Arch Psychiat Nevenkr* **190**: 328-341, 1953
- 12) Brierley JB, Brown AW, Excell BJ, et al: Brain Damage in the Rhesus Monkey Resulting from Profound Arterial Hypotension. I. Its Value, Distribution and General Physiological Correlates. *Brain Res* **13**: 68-100, 1969
- 13) Brierley JB, Excell BJ: The Effects of Profound Systemic Hypotension upon the Brain of M. Rhesus: Physiological and Pathological Observation. *Brain* **89**: 269-298, 1966
- 14) Watto G, Mena I, Stanton HJ: Cerebral Radioisotope Angiogram: The Significance of Increased External Carotid Circulation. *J Nucl Med* **17**: 527, 1976

Summary

Watershed Infarction in the Aged

Schinichiro KAWAGUCHI, Masahiro IIO, Kazuo CHIBA, Hajime MURATA,
Kengo MATSUI, Hideo YAMADA, Masahide ABE and Chitose TOBARI

Tokyo Metropolitan Geriatric Hospital, Tokyo, Japan

Since its first mention by Adams et al. (1966), cases of watershed infarction have been reported infrequently. In 1972 Hawes et al. made a first report of the cases by brain scans in 9 cases (24%) out of 38 abnormal CVD brain scans. However author believe that validity of his diagnosis still remains to be reexamined. In 1976 Enzmann et al. reported bilateral watershed infarction proven by brain scintigraphy in a only case with Sickle Cell Disease.

Seven hundreds and eighty six CVD cases out of 1503 brain scans in our laboratory in the last 4 years and 6 months were carefully investigated and both clinical and pathological findings were evaluated. As a result (1) Out of 786 cases of CVD, positive brain scans were obtained in 22.3% and negative brain scans in 40.8%. (2) There found no difference in the incidences of the CVD lesion between both hemispheres. (3) Four cases (2.3%) showed simultaneously occurred bilateral CVDs of middle cerebral artery (MCA). (4) Incidence of

CVD were in anterior cerebral artery (ACA) 1.1%, in MCA 93.1%, in posterior cerebral artery (PCA) 2.3% and in Cerebellar artery 0.6%. One case (77 y.o. Female) showed Watershed Infarction in her second scan which proved focal hot lesions overlaped the distributions of right ACA and MCA and right MCA and PCA. This case showed continuous deteriorolation and died 4 month after the 2nd scan which showed Watershed Infarction. Autopsy performed revealed extensive softening in the right hemisphere including Watershed regions. The transient finding of watershed lesion in this case was considered to be one of early sign of progressive & extensive cerebral softening. (6) Because of the progress of this case four other cases of widespread involvement of ACA & MCA were examined. Including the case of watershed infarction all these 5 cases were characterized by the high grade stenosis or occlusion of carotid artery.