原 著

頭部MRIにおける脳梁自動抽出法の開発と
特徴解析による早期の変性性痴呆疾患診断の検討児玉直樹・金子智之¹⁾論文受付
2005年 3月31日論文受理
2005年 5月19日Code Nos. 535
862高崎健康福祉大学健康福祉学部医療福祉情報学科
1)長岡技術科学大学大学院工学研究科

緒 言

痴呆疾患の代表的なものにアルツハイマー型痴呆 (Alzheimer-type dementia; ATD), およびレビー小体型痴呆 (dementia with Lewy Bodies; DLB) などがあるが, これらは脳変性をきたす疾患であるため, 変性性痴呆疾患と呼ばれている¹⁾. これら変性性痴呆疾患, 特にATDは早期において塩酸ドネペジル等による薬物療法や脳活性化訓練 (脳リハビリ) によって, その症状の進行を遅らせることが可能であるため, 早期発見は極めて重要である^{2, 3)}. しかしながら, ATDおよびDLBの診断には経験豊かな医師による経験や主観に頼らざるを得ないのが現状である. そのため, 変性性痴

呆疾患の客観的診断に関する研究が盛んに行われ, 数多く報告されている⁴⁻⁷⁾.

Laaksoらは左右の海馬体積を測定し, アルツハイマー型痴呆患者と健常高齢者との間に有意な差が認められ, 感度86.0%, 特異度85.3%であり, 正判別率85.7%であったと報告している⁸⁾. また, その他の研究報告においても比較的良好な結果が得られている^{9, 10)}. われわれは脳実質を自動抽出した後, ATDで萎縮が著しい部位である側頭葉を抽出し, 抽出された左右の側頭葉に対してテクスチャ解析を行ったところ, 感度および特異度ともに100%という結果が得られた¹¹⁾. しかし, これらの報告の多くは冠状断画像を用いている

Development of Automatic Extraction of the Corpus Callosum from Magnetic Resonance Imaging of the Head and Examination of the Early Dementia Objective Diagnostic Technique in Feature Analysis

NAOKI KODAMA, and TOMOYUKI KANEKO¹⁾

Department of Healthcare Informatics, Faculty of Health and Welfare, Takasaki University of Health and Welfare

1)Graduate School of Engineering, Nagaoka University of Technology

Received March 31, 2005; Revision accepted May 19, 2005; Code Nos. 535, 862

Summary

We examined the objective diagnosis of dementia based on changes in the corpus callosum. We examined midsagittal head MR images of 17 early dementia patients (2 men and 15 women; mean age, 77.2±3.3 years) and 18 healthy elderly controls (2 men and 16 women; mean age, 73.8±6.5 years), 35 subjects altogether. First, the corpus callosum was automatically extracted from the MR images. Next, early dementia was compared with the healthy elderly individuals using 5 features of the straight-line methods, 5 features of the Run-Length Matrix, and 6 features of the Co-occurrence Matrix from the corpus callosum. Automatic extraction of the corpus callosum showed an accuracy rate of 84.1±3.7%. A statistically significant difference was found in 6 of the 16 features between early dementia patients and healthy elderly controls. Discriminant analysis using the 6 features demonstrated a sensitivity of 88.2% and specificity of 77.8%, with an overall accuracy of 82.9%. These results indicate that feature analysis based on changes in the corpus callosum can be used as an objective diagnostic technique for early dementia.

Key words: Corpus callosum, Alzheimer-type dementia, Dementia with Lewy bodies, MRI, Automatic extraction別刷資料請求先: 〒370-0033 群馬県高崎市中大類町37-1
高崎健康福祉大学 健康福祉学部 医療福祉情報学科 児玉直樹 宛

が、冠状断画像はルーチン検査や脳ドック等では撮影されていない。そのため、われわれは以前、頭部MRI画像正中矢状断画像を用いてATD画像診断システムの可能性について検討した¹²⁾。正中矢状断画像はMRI撮像時の位置決め画像に使用されており、その段階で変性性痴呆疾患のスクリーニングを行うことで、その後冠状断撮影を追加することができるなど臨床上有用であると考えられる。しかし、ATD診断において最も重要である軽度を対象とした検討をこれまでに行っていない。

本研究では、頭部MRIから脳梁の自動抽出を行い、抽出した脳梁から算出できる特徴量を用いて、変性性痴呆疾患であるATDとDLB、および健常高齢者を比較することで、早期の変性性痴呆疾患の診断が可能であるか検討を行った。

1. 対象と方法

1-1 対象

本研究の対象は35名であり、35名のうち変性性痴呆疾患患者17名(男性2名、女性15名、平均年齢 77.2 ± 3.3 歳、mini-mental state examination(MMSE) 23.4 ± 3.9 点)、健常高齢者18名(男性2名、女性16名、平均年齢 73.8 ± 6.5 歳、MMSE 30点)であった。なお、詳細についてはTable 1に示す。また、変性性痴呆疾患患者の内訳はATD 15名、DLB 2名である。ATDは神経内科医によりNINCDS-ADRDA基準¹³⁾でprobable ADと診断され、脳血管性痴呆の疑いがなく、パーキンソン病やその他の神経疾患を合併していない患者を対象とした。また、すべてのATD患者はclinical dementia rating(CDR)¹⁴⁾により1(軽度)と診断された。DLBはCDLBガイドライン¹⁵⁾に基づき診断され、probable DLBとされた患者を対象とした。健常高齢者は脳疾患の既往歴がなく、さらにMRIによる画像所見からも脳病変の疑いが認められない高齢者を対象とした。なお、すべての対象者に書面でのインフォームドコンセントを得た。また、年齢、性別において統計学的有意差は認められなかった。

1-2 撮像条件

MRIはSiemens社製Magnetom Harmony(1.0T)で行い、 T_1 強調矢状断画像(3D法、TR 1500ms、TE 4.38ms、TI 1100ms、flip angle 15° 、FOV 200×200 mm)は正中矢状断を用い、1.5mm厚で撮像した。また、MRI画像はDICOM形式、画像サイズは 512×512 pixel、4096階調である(Fig. 1)。

1-3 脳梁の抽出方法

本研究ではまず入力画像である正中矢状断画像から

Table 1 Study subjects.

	No. of subjects (Male/Female)	Age	MMSE
Dementia	17 (2/15)	77.2 ± 3.1	23.4 ± 3.9
Normal	18 (2/16)	73.8 ± 6.5	30

Mean $\pm$ S.D.

Fig. 1 Original image.

脳梁の自動抽出を行った。脳梁抽出のフローチャートをFig. 2に示す。

前処理としてラプラシアンフィルタを施して辺縁を強調し、その強調画像と原画像とを差分し、メディアンフィルタを適用することでノイズの除去を行った。次に大津の判別分析法¹⁶⁾により2値化し、この2値化画像に対してマスク処理を行った。さらにこの画像に対し、適応2値化処理を行い¹⁷⁾、低濃度領域を削除した(Fig. 3)。ここでの出力画像には2値化処理によって発生した多くの断片と脳梁内部に孔が多数確認できる。そこで、ラベリング処理を行い、各ラベルの面積を算出し、平均値を閾値として断片除去を行った。その後、断片除去を行った画像に対し4近傍膨張処理、4近傍収縮処理を行うことで脳梁内部の孔埋めを行った(Fig. 4)。

孔埋め処理、断片除去を行った画像に対し、ラベリング処理を行い、ラベリング画像に対し、作成したテンプレート画像(Fig. 5)を用いてテンプレートマッチングを行った。テンプレート画像のサイズは 86×250 pixels、テンプレート画像内の扇形領域は、外径円の半径140pixels、内径円の半径110pixels、開始角 43° 、終了角 137° とした。テンプレートマッチングは画像上を1画素ずつ平行移動し、扇形領域内での最大面積と

Fig. 2 Flowchart for corpus callosum segmentation.

なる領域を検索する。最終的に扇形領域内で最大面積をとった領域を脳梁候補領域として抽出し、この出力画像を粗抽出脳梁画像とした。

粗抽出脳梁画像の輪郭線を原画像と重ね合わせた画像をFig. 6に示す。原画像上の脳梁と比較すると粗抽出脳梁画像はわずかながら欠けている領域があることが確認できる。そこで、本研究では脳梁候補領域の補正処理を行った。

補正処理はまず、Fig. 7(a)に示すように粗抽出脳梁の輪郭線上に7×7画素の関心領域(region of interest; ROI)を設定する。このROIを粗抽出脳梁の輪郭線上を移動させながらROI内のヒストグラムを作成する。さらに作成したヒストグラムに対し4次の最小自乗法でフィッティングを行うと、双峰性のヒストグラムを示す(Fig. 7(b))。これは、ROI内に入る画素は脳梁構成画素と非脳梁構成画素に分けられるためである。このヒストグラムにおける谷の部分を検出し、検出した濃度値を閾値として投票を行う。輪郭線上を1画素ずつROIは移動していくため、ROIに入った画素はROIが一周すると複数回投票したことになる。最終的には脳梁構成画素への投票数が多ければ粗抽出脳梁画像にその画素を追加して出力する。

補正処理後の脳梁輪郭線を原画像と重ね合わせた画

Fig. 3 Binarization processing image.

Fig. 4 Hole burial and segment removal processing image.

Fig. 5 Template image.

像をFig. 8に示す。Fig. 6と比較すると補正処理後の脳梁は欠けている箇所が少ないことが確認できる。抽出した脳梁は神経内科医により抽出された脳梁と比較し、抽出精度は(1)式により算出した。ETは本システムにより抽出された脳梁の面積、GSは神経内科医に

Fig. 6 Comparison between the outline of a rough extraction of the corpus callosum and the original image.

より抽出された脳梁の面積，EXは脳梁の抽出精度である。

$$EX = \frac{GS \cap ET}{GS \cup ET} \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

1-4 ランレングス行列

ランレングス行列とは，画像内で θ 方向の濃度 i の点が j 個続く頻度 $P_\theta(i, j)$ ，($i=1, 2, \dots, n-1, j=1, 2, \dots, l$)を要素とするランレングス行列を求め，その行列から5種類の特徴量を計算し，それらによってテクスチャを特徴づけるものである^{18, 19)}。ランレングス行列の作成方向は $\theta=0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$ と計4方向とするのが一般的であるが，本研究では $\theta=0^\circ$ のみを作成し，ランレングス行列の特徴量5種類(short runs emphasis; SRE, long runs emphasis; LRE, gray level nonuniformity; GLN, run length nonuniformity; RLN, run percentage; RPC)を算出した。なお，演算処理量を減らすために，64階調に変換して特徴量を算出した。

1-5 同時生起行列

同時生起行列とは，画像の濃度 i の点から一定の変位 $\delta=(r, \theta)$ だけ離れた点の濃度が j である確率 $P_\delta(i, j)$ を要素とする同時生起行列を求め，その行列から14種類の特徴量を算出し，それらの値によってテクスチャを特徴づける手法である^{18, 19)}。本研究では，14種類の特徴量のなかからASM(angular second moment), CON(contrast), COR(correlation), VAR(variance), IDM(inverse difference moment), ENT(entropy)の6種類を用い，抽出した脳梁画像に適応させた。同時生起行列においてもランレングス行列と同様に， $\theta=0^\circ$ のときの特徴量を算出した。なお，演算処理量を減らすために，64階調に変換して特徴量を算出した。

1-6 ストレートライン法

ストレートライン法とは，対象領域を長軸に沿って

Fig. 7 (a) Set concept chart of ROI.
(b) Concept chart of histogram in ROI.

Fig. 8 Comparison between the outline of the corpus callosum after compensation processing and an original image.

数分割する手法であり，算出される特徴量を用いることで統合失調症の画像診断の研究に用いられている^{20, 21)}。脳梁は領域を5分割することができ，前から膝部(genu)，前体部(anterior body)，後体部(posterior body)，峡部(isthmus)，膨大部(splenium)とされているが，本研究では前からCC1, CC2, CC3, CC4, CC5と呼ぶことにする。ストレートライン法概念図をFig. 9に示す。なお，CC1～CC5の各領域は脳梁全体の面積で正規化した。これにより，脳梁領域での組織の偏りを形状特徴量として使用した。

1-7 統計学的検討

平均値の差の検定にはMann-WhitneyのU検定で行

Fig. 9 Straight-line method concept chart.

い、有意水準は5%とした。データは平均値±標準偏差で示した。また、判別分析にはマハラノビスの汎距離を用いた。

2. 結果

頭部MRI正中矢状断から脳梁を抽出した際の抽出精度は全症例で $84.1 \pm 3.7\%$ であった。なお、変性性痴呆疾患の抽出精度は $85.0 \pm 3.1\%$ 、健常高齢者の抽出精度は $83.3 \pm 4.1\%$ であった。

次に、抽出した脳梁に対し、ストレートライン法、ランレングス行列、同時生起行列の特徴量を算出した結果、ストレートライン法ではすべての領域において有意差は認められなかった(Table 2)。また、ランレングス行列ではSRE, LRE, GLN, RPCにおいて有意差が認められ、同時生起行列ではCON, CORにおいて有意差が認められた(Table 3, 4)。有意差の認められた特徴量を用いて判別分析を行った結果、感度88.2%、特異度77.8%、正判別率82.9%であった(Table 5)。

3. 考察

脳梁の抽出精度を算出した結果、変性性痴呆疾患群においては $85.0 \pm 3.1\%$ 、健常高齢者群においては $83.3 \pm 3.7\%$ 、全体としては $84.1 \pm 3.7\%$ の抽出精度であり、良好な抽出結果が得られた。脳梁の面積は小さいため、1画素の違いが抽出精度に大きな影響を与えるが、今回の結果から脳梁を比較的正確に抽出することができたと考えられる。林らは同様の評価方法で側頭葉を抽出したときの抽出精度は $83.2 \pm 4.0\%$ であったと報告している²²⁾。また、同様の評価方法で小脳を抽出したときの抽出精度は健常者において $78.5 \pm 4.1\%$ 、アルツハイマー型痴呆では $71.5 \pm 4.9\%$ であったと報告している²³⁾。このことから、抽出部位は異なるものの本研究における脳梁自動抽出法の抽出精度は良いものであると考えられる。

Table 2 Results of straight-line method.

	Dementia	Normal	p-value
CC1	0.28 ± 0.02	0.29 ± 0.04	N.S.
CC2	0.14 ± 0.01	0.14 ± 0.01	N.S.
CC3	0.14 ± 0.01	0.12 ± 0.01	N.S.
CC4	0.13 ± 0.01	0.12 ± 0.02	N.S.
CC5	0.31 ± 0.02	0.31 ± 0.03	N.S.

Mean±S.D.

N.S.=Not Significant

Table 3 Results of run-length matrix.

	Dementia	Normal	p-value
SRE	0.85 ± 0.01	0.83 ± 0.01	<0.01
LRE	2.16 ± 0.17	2.29 ± 0.13	<0.05
GLN	159.8 ± 34.1	201.0 ± 32.7	<0.001
RLN	1804 ± 271.1	1885 ± 225.4	N.S.
RPC	0.010 ± 0.002	0.011 ± 0.001	<0.05

Mean±S.D.

N.S.=Not Significant

Table 4 Results of co-occurrence matrix.

	Dementia	Normal	p-value
ASM	0.94 ± 0.01	0.93 ± 0.01	N.S.
CON	3.46 ± 0.65	4.06 ± 0.64	<0.01
COR	0.025 ± 0.001	0.027 ± 0.002	<0.05
VAR	39.1 ± 8.5	43.3 ± 8.1	N.S.
IDM	0.97 ± 0.005	0.97 ± 0.004	N.S.
ENT	0.35 ± 0.07	0.38 ± 0.06	N.S.

Mean±S.D.

N.S.=Not Significant

Table 5 Results of discriminant analysis.

	Dementia (CAD)	Normal (CAD)
Dementia (Clinical)	15	2
Normal (Clinical)	4	14

抽出された脳梁に対し、ストレートライン法、ランレングス行列、同時生起行列を用いて特徴量を算出し、有意な差が認められた特徴量を用いて判別分析を行った。その結果、感度88.2%、特異度77.8%となり、正判別率は82.9%であった。今回の変性性痴呆疾患、特にATDはCDR 1と軽度の症例を用いていることから、正判別率82.9%は非常に高い値であると考えられる。これまでのわれわれの研究では、軽度ATDの

感度は87.0%，特異度66.7%であった²⁴⁾。この結果と比較しても，今回の判別率は高いものであると考えられる。しかし，本研究の対象は35名と少数であった。本システムを臨床上有用なものとするためには100症例以上の検討が必要であると考えられ，今後症例数を増やし，さらに検討していかなければならないと考えられる。

本研究の変性性疾患は軽度を対象としているため，面積比率を特徴量としているストレートライン法ではすべての領域において有意な差は認められなかった。このことから，軽度の症例では，脳梁の萎縮は顕著ではないと考えられる。しかし，ストレートライン法の面積比率などでは変化はないものの，脳梁の輪郭辺縁等において濃淡の変化があり，その変化をランレングス行列や同時生起により捉えることができたと考えられる。

ランレングス行列の特徴量であるSREは短いランの発生頻度が高いほど大きな値をとり，LREはSREとは逆に長いランの発生頻度が高いほど大きな値をとる。SREは変性性痴呆症患者と健常高齢者を比較すると変性性痴呆症患者で大きな値をとっており，LREでは逆の結果となっている。このことから，変性性痴呆症患者は健常高齢者に比べ脳梁の濃度値が変化していると考えられる。GLNは偏った濃度レベルでのランの発生率が高いときに大きな値をとる。本研究の結果から，変性性痴呆症患者よりも健常高齢者の方が大きくなっているため，健常高齢者の脳梁の濃度は変性性痴呆症患者より高い濃度値でのラン発生率が高く，変性性痴呆症患者は健常高齢者に比べ局所的な濃度の落ち込みがあると考えられる。RPCは同じ濃度値が連続している画素対が多いほど大きな値をとる。本研究の結果から，健常高齢者が変性性痴呆症患者に比べ大きな値をとっているため，健常高齢者は変性性痴呆症患者に比べ脳梁の濃度値が一樣であると考えられる。

同時生起行列ではCON，CORに有意な差が認められた。CONはコントラストの高い画素対が多いほど大きな値をとる。本研究の結果から，健常高齢者が変

性性痴呆症患者に比べ大きな値をとっている。よって，変性性痴呆症患者の脳梁は局所的な濃度の変化があると考えられる。CORは距離 r の関係にある画素対の濃度値が比例関係にあるほど大きな値をとる特徴量である。本研究の結果から，健常高齢者の方が変性性痴呆症患者に比べ大きな値をとっている。このことから，変性性痴呆症患者の脳梁は局所的な濃度の落ち込みにより濃度値がまばらになっていると考えられる。以上のことから，変性性痴呆症患者の脳梁は健常高齢者に比べて萎縮は認められないものの，局所的な濃淡の変化があり，脳梁内部の濃度分布が一樣ではないなどの形状変化があると考えられ，これによりテクスチャ特徴量で有意な差が認められたものと考えられる。

4. 結 語

頭部MRIから脳梁の自動抽出を行い，抽出した脳梁から算出できる特徴量を用いて，変性性痴呆症患者であるATDとDLB，および健常高齢者を比較し，早期の変性性痴呆症の診断が可能であるか検討を行い，以下の結果を得た。

- 1) 脳梁の抽出精度は全症例で $84.1 \pm 3.7\%$ であった。なお，変性性痴呆症の抽出精度は $85.0 \pm 3.1\%$ ，健常高齢者の抽出精度は $83.3 \pm 4.1\%$ であり，良好な結果が得られた。
- 2) 健常高齢者と変性性痴呆症との間で有意な差が認められた特徴量はSRE，LRE，GLN，RPC，CON，CORの6種類であった。
- 3) 有意差が認められた6種類の特徴量を用いて判別分析を行った結果，感度88.2%，特異度77.8%となり，正判別率は82.9%であった。
- 4) 早期の変性性痴呆症の診断は可能であることが示唆された。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり，多大なるご協力をいただいた(医)川瀬神経内科クリニック院長 川瀬康裕様をはじめスタッフの皆様に深謝いたします。

参考文献

- 1) 森 悦朗: Lewy小体を伴う痴呆の臨床—アルツハイマー病との比較. 精神医学, 45(8), 869-875, (2003).
- 2) 田中由利子, 羽生春夫, 櫻井博文, 他: アルツハイマー病患者の塩酸ドネペジル治療によるresponderの検出—MRIによる検討. 日本老年医学会雑誌, 40(3), 261-266, (2003).
- 3) 成田耕介, 小野寿之, 玉井 顯, 他: デイケア通所痴呆患者における認知機能の縦断的検討. 老年精神医学雑誌, 12(2), 155-162, (2001).
- 4) Kodama N, Shimada T, Kobayashi Y, et al.: The Possibility of Magnetic Resonance Imaging-Based Diagnosis of Alzheimer-type Dementia. IEICE Transaction Information and Systems, E85-D(3), 592-596, (2002).
- 5) Kodama N, Kawase Y, Okamoto K, et al.: Relationship Between Hippocampal Atrophy and Cognitive Dysfunction in Early Alzheimer-type Dementia. PSYCHOGERIATRICS, 2(3), 180-186, (2002).
- 6) 児玉直樹, 島田哲雄, 歸山智治, 他: テクスチャ特徴量によるアルツハイマー型痴呆客観的診断への応用. Med Imag Tech, 21(1), 41-48, (2003).
- 7) 児玉直樹, 島田哲雄, 歸山智治, 他: 同時生起行列の導入による軽度認知障害の診断に関する研究. 生体医工学, 42(1), 22-26, (2004).
- 8) Laakso MP, Hallikainen M, Hanninen T, et al.: Diagnosis of Alzheimer's disease: MRI of the hippocampus vs delayed recall. Neuropsychologia, 38(5), 579-584, (2002).
- 9) Killiany RJ, Hyman BT, Gomez-Isla T, et al.: MRI measures of entorhinal cortex vs hippocampus in preclinical AD. Neurology, 58(8), 1188-1196, (2002).
- 10) Goncharova II, Dickerson BC, Stoub TR, et al.: MRI of human entorhinal cortex: a reliable protocol for volumetric measurement. Neurobiology of Aging, 22(5), 737-745, (2001).
- 11) 歸山智治, 児玉直樹, 金子智之, 他: 冠状断MR画像における側頭葉の自動抽出に基づくアルツハイマー型痴呆のCAD性能向上. Med Imag Tech, 22(2), 99-106, (2004).
- 12) 金子智之, 児玉直樹, 歸山智治, 他: 頭部MR画像正中矢状断からの脳梁の自動抽出とその特徴解析によるアルツハイマー型痴呆客観的診断システムの検討. 日放技学誌, 60(2), 293-298, (2004).
- 13) McKhann G, Drachman D, Folstein M, et al.: Clinical diagnosis of Alzheimer's disease: Report of the NINCDS-ADRDA Work Group under the auspices of Department of Health and Human Services Task Force on Alzheimer's Disease. Neurology, 34(7), 939-944, (1984).
- 14) Hughes CP, Berg L, Danziger WL, et al.: A new clinical scale for the staging of dementia. Br J Psychiatry, 140, 566-572, (1982).
- 15) McKeith IG, Galasko D, Kosaka K, et al.: Consensus guideline for the clinical and pathologic diagnosis of dementia with Lewy bodies (DLB): report of the consortium on DLB international workshop. Neurology, 47(5), 1113-1124, (1996).
- 16) 大津展之: 判別および最小2乗規準に基づく自動しきい値選定法. 信学論, J 63-D(4), 349-356, (1980).
- 17) 河田 聡, 南 茂夫: 科学計測のための画像データ処理. CQ出版社, 東京, (1994).
- 18) 高木幹雄, 下田陽久: 画像解析ハンドブック. 東京大学出版会, 東京, (1991).
- 19) 下田陽久: 画像処理標準テキストブック. 財団法人画像情報教育振興協会, 東京, (1997).
- 20) Brambilla P, Nicoletti MA, Sassi RB, et al.: Magnetic resonance imaging study of corpus callosum abnormalities in patients with bipolar disorder. Biol Psychiatry, 54(11), 1294-1297, (2003).
- 21) Panizzon MS, Hoff AL, Nordahl TE, et al.: Sex differences in the corpus callosum of patients with schizophrenia. Schizophr Res, 62(1-2), 115-122, (2003).
- 22) 林 則夫, 真田 茂, 鈴木正行: 頭部MR画像冠状断像における側頭葉後部自動抽出法の開発. 日放技学誌, 59(11), 1407-1413, (2003).
- 23) 林 則夫, 真田 茂, 鈴木正行, 他: モルフォロジー処理を利用した頭部MR画像における小脳および脳幹部の自動抽出法. 医用画像情報学会雑誌, 21(1), 109-115, (2004).
- 24) 児玉直樹, 島田哲雄, 歸山智治, 他: 軽度アルツハイマー型痴呆における客観的診断の可能性. Med Imag Tech, 21(4), 281-285, (2003).

図表の説明

- Fig. 1 原画像
 Fig. 2 脳梁抽出のフローチャート
 Fig. 3 2値化画像
 Fig. 4 孔埋め処理画像
 Fig. 5 テンプレート画像
 Fig. 6 粗抽出脳梁画像の輪郭線と原画像の比較
 Fig. 7 (a)ROI設定の概念図
 (b)双峰性のヒストグラム概念図
 Fig. 8 補正処理後の脳梁輪郭線と原画像の比較
 Fig. 9 ストレートライン法の概念図

- Table 1 被験者
 Table 2 ストレートライン法の結果
 Table 3 ランレンジ行列の結果
 Table 4 同時生起行列の結果
 Table 5 判別分析の結果