

## 急性期脳梗塞の大規模な CT 画像データベースを用いた 読影教育効果評価

長島宏幸<sup>1)</sup>, 須永眞一<sup>2)</sup>, 小林 誠<sup>2)</sup>, 小屋栄一<sup>2)</sup>, 高橋満弘<sup>2)</sup>  
後閑隆之<sup>3)</sup>, 川島康弘<sup>4)</sup>, 根岸 徹<sup>1)</sup>, 白石明久<sup>1)</sup>, 下瀬川正幸<sup>1)</sup>  
小倉敏裕<sup>1)</sup>, 五十嵐 均<sup>1)</sup>, 原川哲美<sup>5)</sup>

- 1) 群馬県立県民健康科学大学 診療放射線学部 診療放射線学科
- 2) 桐生厚生総合病院 放射線科
- 3) 中央群馬脳神経外科病院 放射線科
- 4) 前橋赤十字病院 放射線科部
- 5) 前橋工科大学 工学部 システム生体工学科

**目的：**本研究では，急性期脳梗塞の CT 画像診断能力を短期間に習得するための，画像データベースを用いた読影教育プログラムを開発した。

**方法：**画像診断経験の浅い16名に対し，急性期脳梗塞46例と正常25例の CT 画像を用いた観察者実験を行った。次に，全観察者に対し，急性期脳梗塞の画像所見と読影方法について解説した。観察者実験結果より読影能力が同等なるよう二分した一方の観察者に対し，118例の急性期脳梗塞 CT 画像で構築された画像データベースを用いた読影教育を実施した。その後，再度，観察者実験を行い，画像データベースを用いた読影教育の有用性を検討した。

**結果：**画像データベースを用いて読影教育された観察者の能力向上は図れなかったが，観察者間での読影能力の変動を抑制でき，急性期脳梗塞の検出感度を向上できた。

**結論：**急性期脳梗塞の CT 画像診断において，構築した画像データベースを用いた読影教育は，卒前，卒後教育に有用である可能性が高い。

**キーワード：**急性期脳梗塞，X線 CT，画像データベース，読影教育

### I. 緒 言

診療放射線技師の臨床業務において，医師に適正な画像を提供するためには，画像診断装置の機械的特性や画像特性を理解するのみならず，検査目的，解剖学的知識，さらに，画像所見をも理解することが必要である。そして，生成された画像が適正か否かを判断する能力と異常部位を判断する高い読影能力を身につけることが，検査技術や画質の向上につながり，その結果，国民に安心・安全且つ質の高い医療行為を提供できると考え

る。近年の上部消化管造影検査や超音波検査において，診療放射線技師が読影レポートを作成し，それを医師がチェックする，ダブルチェック方式の検査システムを導入する施設が増加している<sup>1)</sup>。また，各学会では，診療放射線技師の実践能力に関する専門性の向上と社会的評価の取得のため，資格制度が構築されている。その中で，検診マンモグラフィ撮影診療放射線技師認定制度には，試験項目の中に撮影技術のみならず，乳癌診断に関して良悪性の鑑別をカテゴリで判定する読影の項目が含まれている。さらに，診療放射線技

師養成カリキュラムの大綱化および国家試験ガイドラインの作成により、診療画像検査学の分野に「主要疾患の読影，異常陰影の形成要因と形状表現」が新たに盛り込まれ，最近の診療放射線技師の国家試験では読影能力を問う内容の問題が出題されている。このように，診療放射線技師が高い読影能力を十分携えることが，現在の画像診断において必要とされている。

画像診断において，周辺部との画像コントラストが比較的大きい陰影の読影能力は，基礎的な画像所見の教育が施されることで習得可能と考える。しかし，急性期脳梗塞の computed tomography (CT) 画像所見のような，脳実質部に低吸収域として見られる非常に淡い陰影に対する読影能力は，豊富な臨床経験により得られるものと推測される<sup>2)</sup>。医療において，読影の難しさや臨床経験の豊富さに関係なく，読影する個人の能力の質的格差を極力なくした一定レベルの保証が重要である。したがって，臨床経験の浅い診療放射線技師に対する，読影困難な画像所見の読影能力を短期間で向上できる読影教育プログラムの開発が必要であると考えられる。

そこで，我々は，画像上の異常所見を見落とす可能性が高い，急性期脳梗塞の CT 画像を対象に，読影能力を短期間に習得でき，さらに高めるための教育材料として，大規模な画像データベースを構築した。そして，その画像データベースを用いた読影教育プログラムを開発し，有用性について検討した。これまで，急性期脳梗塞の CT 画像所見の読影における観察者間での認識の差について調査した研究<sup>3-5)</sup>は試みられているが，読影能力を習得するための教育に関する研究報告はされていない。本研究では，急性期脳梗塞の CT 画像の観察に不慣れた観察者16名に対する読影実験を施行し，118症例で構築した画像データベースを用いた読影教育の有用性について検討した結果，本読影教育プログラムを受けた観察者の能力に向

上が見られたので報告する。

## II. 方 法

### 1. 観察者

対象は，本研究の主旨を説明し，参加することに同意の得られた，画像診断の経験の浅い本学の3年生16名である。すべての観察者は，本学で開講されている「診療画像技術学II」および「画像解剖学」のそれぞれ30時間の必修科目をすでに履修されており，急性期脳梗塞の CT 画像所見に対する知識や CT 画像の読影方法について習得しているものとする。

### 2. 観察者実験に用いた CT 画像

本研究では，虚血後6時間以内に撮影された，急性期脳梗塞陰影の含まれる46症例から画像所見のもっとも顕著なスライス像1枚を選択し，正常症例25例から基底核を通るスライス像を1枚選択して，計71例の CT 画像を観察者実験に使用した。正常症例において，基底核を含むスライス像を選択した理由は，脳実質領域の低吸収域が認識しやすいためである。なお，本研究における CT 画像の使用に際し，本施設の倫理委員会の審査を受け，承認を取得している。

### 3. 読影教育前の観察者実験

観察者は，あらかじめ本研究内容，観察方法，および評価基準について十分に学習した。次に，観察者は，急性期脳梗塞症例と正常症例を無作為に並べ替えした CT 画像の読影を行い，専用用紙に陰影の有無の確信度を記載した。なお，本研究では，連続確信度法を利用し，画像所見が絶対でないを0点，絶対にあるを10点とした。観察媒体は，汎用の液晶モニタを使用し，観察条件は，ウィンドウ幅を80 (Hounsfield Unit : HU) とした。また，観察距離は，モニタから約50cmとし，観察時間は，1画像あたり60秒で行うよう観察者

- ・ 脳梗塞について  
アテローム血栓性脳梗塞, ラクナ梗塞,  
心原性脳塞栓症
- ・ 早期虚血サイン (Early CT Sign) について  
皮髄境界の消失, レンズ核の不明瞭化,  
シルビウス裂・脳溝の狭小化や消失
- ・ 読影のポイント  
島における皮質と髄質の境界  
灰白質と白質における吸収値の変化の程度

図1 すべての観察者に対して行った  
読影教育の内容

に依頼した。得られた16名の確信度を数値化し、観察者ごとにコンピュータに入力して receiver operating characteristic (ROC) 解析を行った。使用ソフトは、シカゴ大学カートロスマン放射線像研究所・Metz 教授らの ROCKIT<sup>®</sup> を使用した。その後、出力された数値データから得た ROC 曲線と、ROC 曲線下面積 the area under the curve (AUC) 値を利用して、観察者の能力が同等となるよう観察者を二分した。なお、観察者の分別には、統計的有意差検定 (両側ペアード t 検定) を行い、 $p < 0.05$  を統計的有意差ありとした。

#### 4. 読影教育プログラム

読影教育は、観察者実験から2週間の期間をあけて実施した。すべての観察者に対し、図1に示した脳梗塞の分類、急性期脳梗塞のCT画像所見である早期虚血サイン、および読影のポイントについて解説した。次に、図2に示した梗塞部位のシェーマ<sup>2)</sup>と、急性期脳梗塞陰影が含まれた10症例のCT画像を観察させながら説明した。その後、一方の観察者グループに対し、急性期脳梗塞が含まれた118症例のCT画像と、症例ごとに虚血領域が描かれたCT画像で構築された画像データベースを使用して読影教育を行った。教育方法は、プレゼンテーション用ソフトである Microsoft PowerPoint 上に、それぞれのCT画像を1症例ずつ並べて配置し、スライドショー機能を

用いて、画像所見の説明と読影方法について説明した。なお、読影教育は、臨床経験7年、教育経験6年の診療放射線技師により実施された。図3に、読影教育に利用した画像データベースの一例を示す。

#### 5. 読影教育後の観察者実験

すべての観察者に対する読影教育が終了した後、観察者は、教育前の観察者実験と同様、71症例のCT画像の読影を再度行った。その後、得られた確信度を用いて ROC 解析を行い、読影教育前後の ROC 曲線と AUC 値を利用して、画像データベースを用いた読影教育の有用性について検討した。

### III. 結 果

読影教育前に実施した観察者実験の結果をもとに作成した ROC 曲線および AUC 値を図4に示す。観察者の能力が同等となるよう二分したそれぞれの観察者グループの AUC 値は、 $0.572 \pm 0.070$  および  $0.570 \pm 0.087$  となり、ほぼ同等の結果であった。また、両観察者グループ間において、統計的有意差検定 (両側ペアード t 検定) を行った結果、5%の危険率で有意差なしの検定結果であった。

読影教育後に実施した観察者実験の結果をもとに作成した ROC 曲線および AUC 値を図5に示す。なお、脳神経外科医の AUC 値 ( $0.859 \pm 0.059$ ) は、本観察者実験に用いたCT画像を4名の脳神経外科医が本研究と同じ観察環境下で読影し得られた結果である。画像データベースを用いた読影教育を実施した観察者グループの AUC 値は、読影教育前後で  $0.570 \pm 0.087$  から  $0.719 \pm 0.030$  と改善されており ( $p < 0.01$ )、また、読影教育前後の AUC 値について有意差検定 (F 検定) を行った結果、標準偏差においても有意な差が認められた ( $p < 0.01$ )。画像データベースを用いない観察者

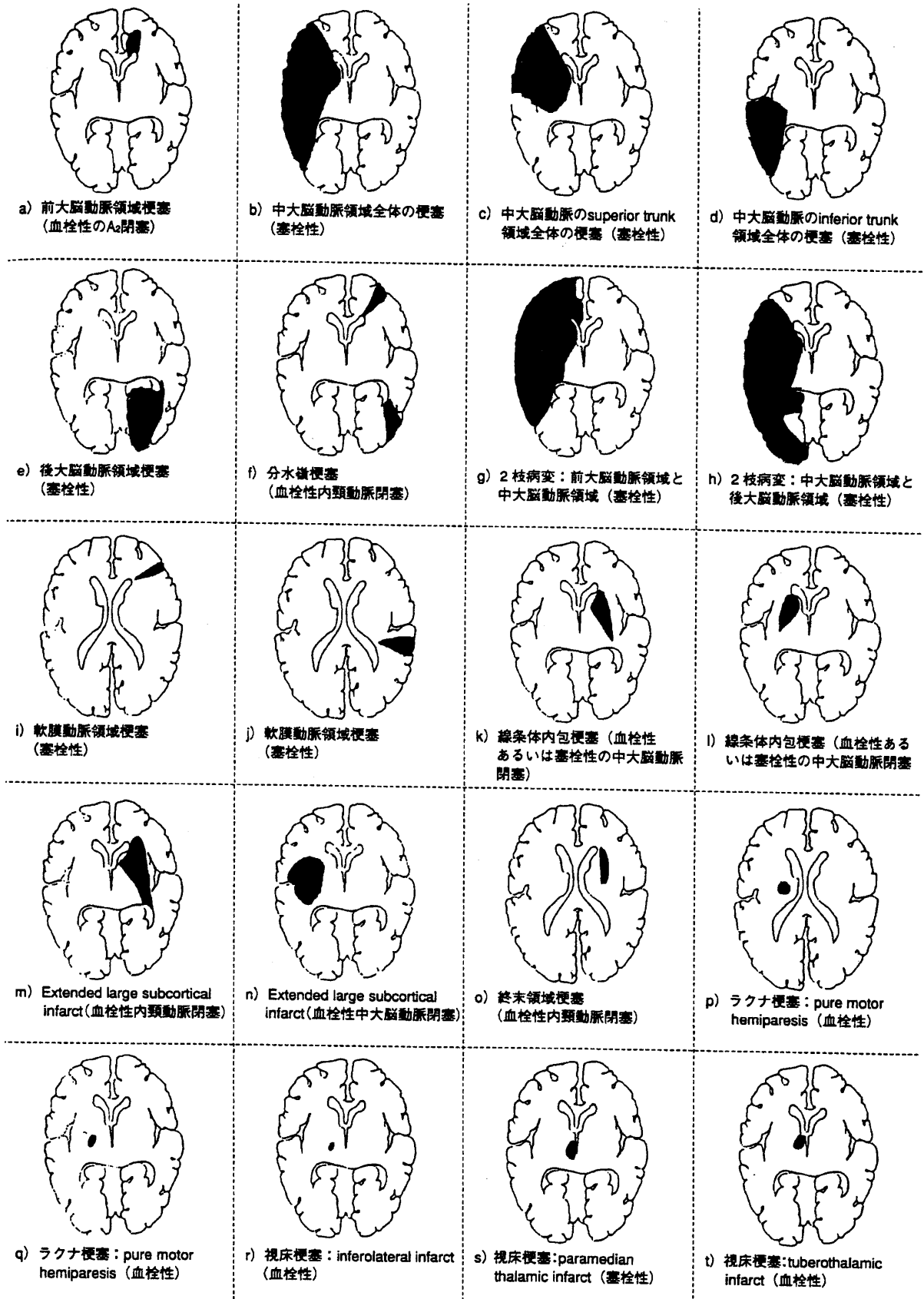


図2 すべての観察者に対する読影教育に利用した脳梗塞部位のシエーマ

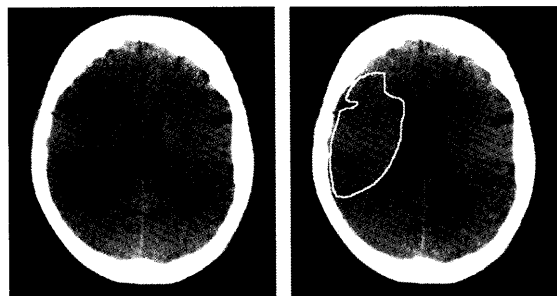


図3 読影教育に利用した画像データベースの一例

グループの AUC 値もまた、 $0.572 \pm 0.070$  から  $0.677 \pm 0.068$  と改善されていた ( $p < 0.01$ )。

画像データベースを用いた読影教育の有無における観察者実験結果の比較では、ROC 曲線の形状に多少の改善は認められたが、AUC 値は、5%の危険率で有意差なしの検定結果となった。また、本研究結果は、脳神経外科医の読影能力に及ばない結果となった。

読影教育前後における急性期脳梗塞症例46例ごとの確信度の差を図6に、正常症例25例ごとの確信度の差を図7に示す。図6および図7ともに、

(A) は、画像データベースを用いない観察者グループの平均結果を、(B) は、画像データベースを用いた観察者グループの平均結果を示す。なお、図上の確信度の差は、読影教育後から教育前の確信度を減算した値である。 $\pm 10$ の範囲になっているのは、確信度を0~10点としたためである。図6において、急性期脳梗塞症例ごとの確信度の差から平均値および標準偏差を算出した結果、画像データベースを用いない観察者グループでは  $0.44 \pm 1.31$ 、画像データベースを用いた観察者グループでは  $1.54 \pm 1.54$  となり、両観察者グループ間において5%の危険率で有意差ありの検定結果となった。図7においても同様に、正常症例ごとの確信度の差から平均値および標準偏差を算出した結果、画像データベースを用いない観察者グループでは  $-0.759 \pm 1.19$ 、画像データベースを用いた観察者グループでは  $0.183 \pm 1.69$  となり、両観察者グループ間において5%の危険率で有意差あ

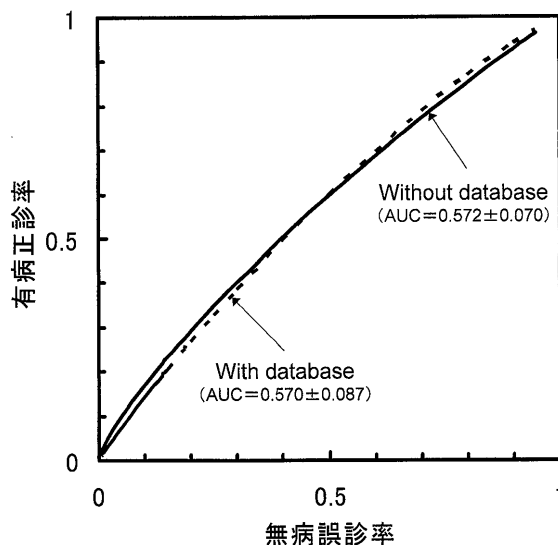


図4 読影教育前の ROC 曲線と AUC 値

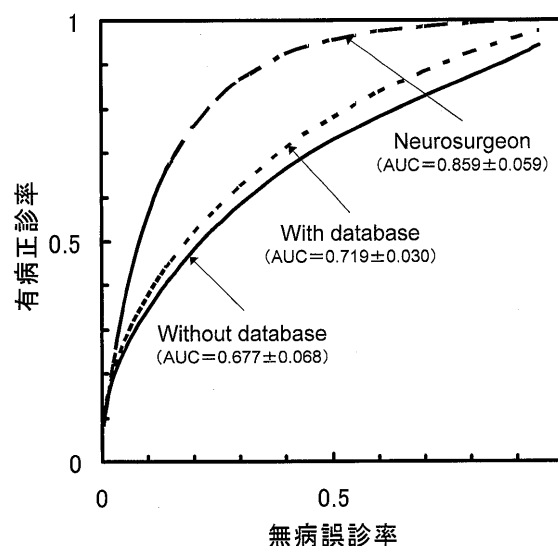


図5 読影教育後の ROC 曲線と AUC 値

りの検定結果となった。

#### IV. 考 察

脳血管疾患は、高齢化社会が進む中で年々増加傾向にあり、要介護性疾患の首位を占めている<sup>7)</sup>。脳血管疾患の7~8割を占める脳梗塞の急性期における画像診断には、CT 検査が施行されている。急性期脳梗塞の CT 画像所見は、周辺部との画像コントラストが非常に小さいため、見落とされることがあり、観察者間で認識に差が生じると報告されている<sup>8)9)</sup>。急性期脳梗塞の CT 画像に対す

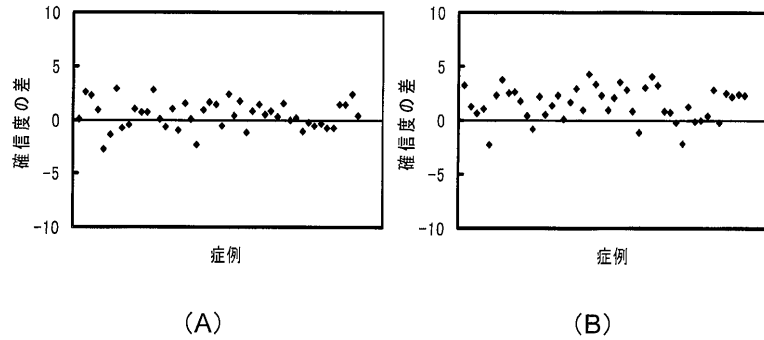


図6 読影教育前後における急性期脳梗塞症例ごとの確信度の差  
 (A) 画像データベースを用いない観察者グループの平均結果,  
 (B) 画像データベースを用いた観察者グループの平均結果

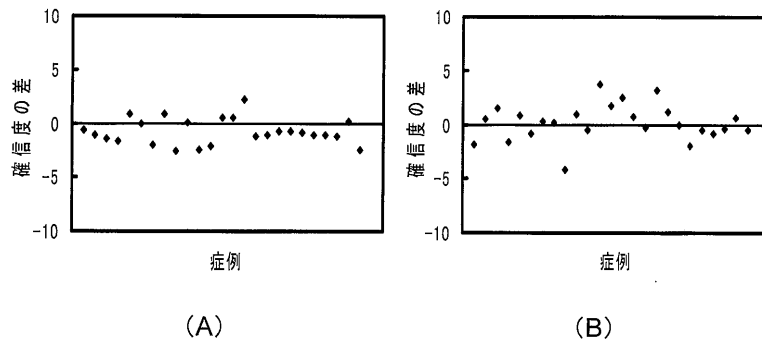


図7 読影教育前後における正常症例ごとの確信度の差  
 (A) 画像データベースを用いない観察者グループの平均結果,  
 (B) 画像データベースを用いた観察者グループの平均結果

る診療放射線技師の読影能力は、豊富な臨床経験により得られるものと推測され、専門医や放射線科医が常時いない施設や夜間の救急医療施設においては、経験不足により患者への医療サービスに格差が生じる可能性がある。

本研究では、急性期脳梗塞のCT画像における読影能力を短期間に習得するための教育材料として、118症例からなる大規模な画像データベースを構築し、観察者実験を実施して、画像データベースを用いた読影教育の有用性について検討した。

読影教育前において、観察者の能力がほぼ同等となる2つの観察者グループを設け、両観察者グループに対して読影教育を実施した結果、画像データベースを用いた読影教育の有無に関わらず、AUC値は改善されていた。この結果は、市販されている教材を利用した、疾患に対する基礎的な画像所見と読影方法の教育が、読影能力の向上

に寄与することを示している。

画像データベースを用いて読影教育された観察者グループは、市販されている教材のみを用いて教育された観察者グループに比べ、多少の読影能力の向上が見られるものの、有意な差は認められず、脳神経外科医の読影能力に及ばない結果となった。本研究では、観察者に対する画像データベースを用いた読影教育を診療放射線技師が実施した。今後、画像データベースの更なる拡大と、画像データベースを用いた専門医による読影教育の実施を検討している。また、画像データベースを用いた読影教育は、AUC値の標準偏差を減少できた。これは、観察者間における読影能力の変動が抑制できたことを示しており、今後、観察者数を増加させ、再度、観察者実験を行いたいと考えている。

本研究では、観察者実験に用いたCT画像ごと

に読影教育前後の確信度の差を算出し、検討を行った。その結果、急性期脳梗塞症例において、画像データベースを用いて読影教育された観察者グループに、確信度の有意な上昇が認められた。したがって、我々が構築した画像データベースを用いた読影教育は、CT 画像上の淡い陰影の検出に有用であると考えられる。しかし、正常症例においても、画像データベースを用いて読影教育された観察者グループに、確信度の差の変動に有意な増加が認められた。これは、画像データベースが急性期脳梗塞陰影の含まれた CT 画像のみで構築されているため、無病誤診率の増加を招いたと考えられ、正常症例を加えた画像データベースの再構築を今後の課題としたい。

## V. 結 論

本研究では、急性期脳梗塞の CT 画像診断における読影能力を短期間に習得するための教育材料として画像データベースを構築し、画像データベースを用いた読影教育プログラムを開発して、有用性について検討した。その結果、画像データベースを用いた読影教育の有無における観察者間に、有意な向上は認められなかったが、画像データベースを用いた読影教育は、観察者間での読影能力の変動を抑制することができ、さらに、急性期脳梗塞陰影の検出感度を向上することができた。

今後、読影教育方法の再検討と画像データベースの再構築は必要であるが、認識が非常に困難で見落とす可能性のある、急性期脳梗塞の CT 画像診断において、我々が構築した画像データベースを用いた読影教育は、卒前、卒後教育に有用である可能性が高い。

## 謝辞

本研究にあたり、多大な御協力を頂きました中央群馬脳神経外科病院、桐生厚生総合病院の皆様へ深く感謝致します。

なお、本研究は、第 1 回診療放射線学教育学会学術集会にて発表した。

## 【引用文献】

- 1) 佐藤慎祐, 青木良介, 吉田隆志ほか(2008) : 上部消化管造影検査における診療放射線技師読影・所見レポート作成の現状. 日本放射線技師会雑誌 55 (2) ; 127-132
- 2) 橋本洋一郎(2003) : 脳卒中を防ぐ一病診連携の最前線, p.81-104, 南山堂, 東京
- 3) Hacke W, Kaste M, Fieschi C, et al (1995) : Intravenous thrombolysis with recombinant tissue plasminogen activator for acute hemispheric stroke. The European Cooperative Acute Stroke Study. JAMA 274 (13) ; 1017-1025
- 4) Moulin T, Cattin F, Crepin-Leblond T, et al (1996) : Early CT signs in acute middle cerebral artery infarction: predictive value for subsequent infarct locations and outcome. Neurology 47 (2) : 366-375
- 5) Marks MO, Holmgren EB, Fox AJ, et al (1999) : Evaluation of early computed tomographic findings in acute ischemic stroke. Stroke 30 (2) : 389-392
- 6) 白石順二(2002) : デジタル時代の画像評価の基礎と応用 1. デジタル画像診断がもたらす効果の判定と ROC 解析. 日本放射線技術学会雑誌 58 (1) ; 15-19
- 7) 緒方利安, 岡田 靖(2005) : 急性期脳梗塞の画像診断再入門 急性期脳梗塞の診療と画像診断の役割. 画像診断 25 (12) ; 1448-1453
- 8) 成富博章 (2001) : 脳梗塞超急性期—Brain attack 時代の診断と治療, p.25-31, 医歯薬出版株式会社, 東京
- 9) 前田正幸(2005) : 急性期脳梗塞の画像診断再入門 頭部 CT の臨床的意義と課題—血栓溶解療法を行うにあたり—. 画像診断 25 (12) ; 1454-1462

## **Determination of the Effect of an Interpretation Training Program Using Large-Scale Computed Tomography Image Databases in Acute Ischemic Stroke**

Hiroyuki Nagashima<sup>1)</sup>, Shinichi Sunaga<sup>2)</sup>, Makoto Kobayashi<sup>2)</sup>, Eiichi Koya<sup>2)</sup>, Mitsuhiro Takahashi<sup>2)</sup>,  
Takayuki Gokan<sup>3)</sup>, Yasuhiro Kawashima<sup>4)</sup>, Toru Negishi<sup>1)</sup>, Akihisa Shiraishi<sup>1)</sup>, Masayuki Shimosegawa<sup>1)</sup>,  
Toshihiro Ogura<sup>1)</sup>, Hitoshi Igarashi<sup>1)</sup>, Tetsumi Harakawa<sup>5)</sup>

- 1) School of Radiological Technology, Gunma Prefectural College of Health Sciences.
- 2) Department of Radiology, Kiryu Kosei General Hospital.
- 3) Department of Radiology, Central Gunma Neurosurgical Hospital.
- 4) Department of Radiology, Maebashi Red Cross Hospital.
- 5) The Department of Information Engineering, Maebashi Institute of Technology.

**Objectives :** In this study, an educational training program was developed using image databases to master the ability to interpret diagnostic computed tomography (CT) images of acute ischemic stroke (AIS) patients in a short period of time.

**Methods :** The interpretation ability of the 16 observers who are inexperienced in diagnostic CT imaging for AIS was evaluated by the observer study using 46 abnormal cases and 25 normal cases. All of the observers were then taught about the CT image findings and their interpretation in AIS. The observers were divided into two groups of equivalent interpretation ability based on the results of the initial evaluation. One observer group was also trained in the interpretation method using a CT image database including 118 AIS cases. Finally, the ability of the 16 observers to interpret CT images in AIS was re-evaluated.

**Results :** Although the training program using the image databases was not able to improve the observers' ability, it did reduce the difference in ability between observers and was able to improve the sensitivity in the detection of AIS.

**Conclusions :** In diagnostic CT imaging of AIS, training in interpretation using image databases may be useful for radiological technologists before and after graduation.

**Key words :** Acute Ischemic Stroke (AIS), X-ray Computed Tomography (CT), Image Database,  
Interpretation Training