

令和 3 年 4 月 20 日現在

機関番号：21601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K07655

研究課題名(和文)CT検査における特発性正常圧水頭症の診断支援システムの開発

研究課題名(英文)Development of computer-aided detection system for idiopathic normal pressure hydrocephalus on CT images

研究代表者

高橋 規之(Takahashi, Noriyuki)

福島県立医科大学・公私立大学の部局等・教授

研究者番号：90595076

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：CT検査における特発性正常圧水頭症の診断支援システムの開発を行った。本研究では、支援システム構築のため、以下の3つの手法を開発した。側脳室拡大指標(Evans Index)、脳梁角度自動計測法、脳溝・くも膜下腔狭小化とシルビウス裂拡大の自動検出法。性能評価実験の結果、すべての手法で、出力値は医師による計測値や検出結果とほぼ同等となった。したがって、本診断支援システムは、特発性正常圧水頭症の診断支援に寄与できることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

特発性正常圧水頭症診断のためにCT検査を広く普及させることを目的として、CT検査における特発性正常圧水頭症(iNPH)診断支援システムを開発した。急速に高齢化が進む現在、潜在的に多くのiNPH患者が存在するため、iNPHを早期に正確に診断することが重要になっている。本研究では、iNPHに特有の3つの画像所見を検出するため、自動計測法と自動検出法を開発した。性能評価実験の結果、これらの手法は医師と同等レベルの性能を示した。

研究成果の概要(英文)：The early diagnosis of idiopathic normal pressure hydrocephalus (iNPH) considered as a treatable dementia is important. We have developed three follow methods to help diagnose iNPH on CT images: an automated method to compute Evans Index, an automatic measurement of callosal angle on coronal images and an automated estimation of disproportionately enlarged ssubarachnoid space on coronal images.

AS results of performance studies, the correlation coefficient in Evans indexes between the computerized method and the manual measurement was 0.98, the correlation coefficient in callosal angle between the automated measurement and the manual measurement was 0.999, and the correlation coefficient in a ratio of CSF space of sylvian fissure to that of vertex sulci between the automated estimation and the manual measurement was 0.999. The results suggest that these methods have the potential to help diagnose iNPH on CT images.

研究分野：医用画像工学

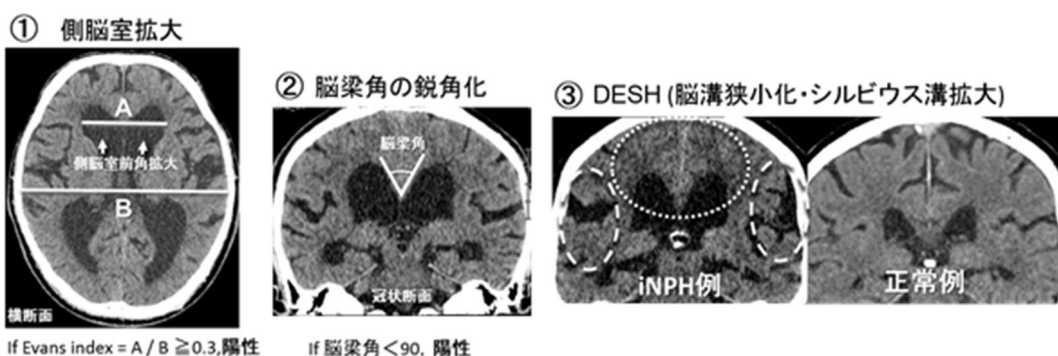
キーワード：特発性正常圧水頭症 コンピュータ支援診断

1. 研究開始当初の背景

特発性正常圧水頭症 (iNPH) は、認知障害、歩行障害、排尿障害をきたす疾患であり高齢者に発症する。iNPH は、髄液シャント術によって認知機能や歩行の改善が得られ、自立度の向上や介護の程度を軽減できる。しかし、画像所見は脳萎縮との鑑別が難しく、アルツハイマー病などの変性疾患と誤診されやすい。また、iNPH の特徴的な画像所見が広く知られていないといったことが問題とされている。急速に高齢化が進む現在、潜在的に多くの iNPH 患者が存在する (高齢者の 1~3%) と考えられている。したがって、iNPH を早期に正確に診断することが重要になっていた。

「特発性正常圧水頭症診療ガイドライン」では、脳形態評価に MRI が推奨されている。MRI の優位性から高齢者の脳スクリーニング検査に CT が用いられることは少ない。しかし、CT 検査において iNPH 診断能を向上することができれば、国内の装置保有台数が MRI の 2.5 倍ある CT は小規模施設でも検査が可能であり、CT は地域在住高齢者の中から多くの iNPH 患者をさらに拾い上げることができると考えた。

図 ~ に、3 つ画像所見である 側脳室前角拡大、脳梁角の鋭角化、DESH (正中中部脳溝・くも膜下腔の狭小化、シルビウス裂拡大) を示す。と は計測値により iNPH 判定を行う。CT では冠状断面の作成には時間と労力が必要となり、また診断のばらつきが大きい。



2. 研究の目的

本研究では、iNPH 診断における CT 検査を広く普及させることを目的として、特発性正常圧水頭症診断支援システムを開発した。ここでは、3 つの iNPH 画像所見 () の自動検出・計測法をそれぞれ開発し、それらを統合した診断支援システムを確立することを目的とした。開発する支援システムでは、iNPH ガイドラインに基づく 3 つの画像所見を同時に医師に提示することを考えている。本システムでは、CT では作成に時間と労力を要する冠状断面を自動表示し、画像所見と計測結果を同時に表示し、医師の iNPH 診断の支援を目指した。

3. 研究の方法

本研究では、

1. 側脳室拡大指標 (Evans index) の自動計測法の開発
2. 脳梁角度自動計測法の開発
3. 脳溝・くも膜下腔狭小化・シルビウス裂拡大の自動検出法の開発

を行った。

(1) 側脳室拡大指標 (Evans index) の自動計測法の開発

単純 CT 画像上の側脳室下角領域と脳実質領域の抽出を、最大事後確率推定法を用いたリージョンローイング法により行った。抽出後、両側側脳室下角最大幅と脳実質の最大横幅を自動計測し、Evans Index 値を求めた。

(2) 脳梁角度自動計測法の開発

初めに、iNPH 診断ガイドラインに定められている冠状断面を自動表示し、その断面上で側脳室領域抽出処理を行った。その後、側脳室領域と脳梁の境界線を自動決定して直線近似を行い、脳梁角度を計測した。冠状断面の自動表示には、我々が最近開発した自動多断面再構成法 (特許) を用いた。この技術により頭の形状や顔の向きに依存せず、定められた冠状断面が自動表示できる。側脳室領域抽出処理は、リージョンローイングと最大事後確率推定法を組み合わせで行った。

(3) DESH (脳溝・くも膜下腔狭小化・シルビウス裂拡大) 自動検出法開発

2 と同様に冠状断面自動表示を行った。狭小化した脳溝・くも膜下腔領域は低コントラストで

あり、リージョン Growing のパラメータを最適化した上で、最大事後確率推定法により抽出した。各領域を注した後、各容積を計測した。DESH は、狭小化した脳溝と拡大したシルビウス裂の容積の比から正常例と区別することができるため、その比の最適しい値を探索した。

4. 研究成果

(1) 側脳室拡大指標 (Evans index) の自動計測法の開発

iNPH 患者 4 名を含む 34 例に本手法を適用し性能評価を行ったところ、医師がマニュアルで求めた Evans' index の平均値は 0.317、本手法の平均値は 0.312 となり、両者の差の平均値は 0.027、標準偏差値は 0.008 であった。両者の Evans' index の相関値は 0.98 であった。

本研究では、CT 画像における Evans index の自動算出法を開発することができた。提案法は、CT 検査における iNPH の診断を支援できることが示唆された。

(2) 脳梁角度自動計測法の開発

iNPH 患者 3 名を含む 10 例に本手法を適用し性能評価を行ったところ、本手法の平均自動計測と医師による平均計測値の差は 3.3 度 (4.8%) であった (図 2)。したがって、本手法は脳梁角度を自動計測することができることが示唆された。

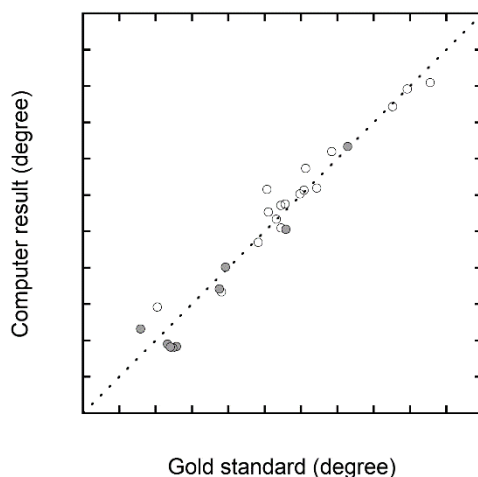


図 2 脳梁角計測値 (医師の計測値との比較)

(3) DESH (脳溝・くも膜下腔狭小化・シルビウス裂拡大) 自動検出法開発

iNPH 患者 6 名を含む 24 例に本手法を適用し性能評価を行ったところ、本手法によるシルビウス裂領域と脳溝領域の (Dice similarity coefficient) は、それぞれ 0.867 と 0.899 であった。さらに、抽出したこれらの領域から求めた脳溝とシルビウス裂との面積比に関して、本手法と医師が計測した値の相関値は 0.999 となった (図 3)。したがって、本手法は、DESH 患者を自動検出することができることが示唆された。

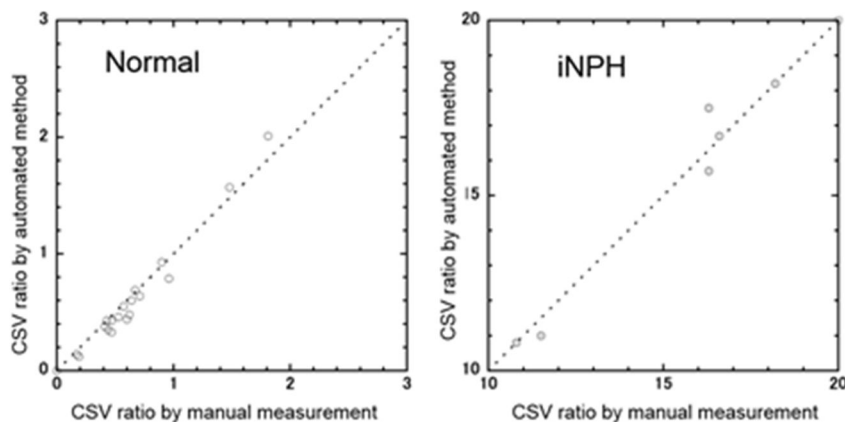


図 3 脳溝とシルビウス裂領域面積の比。(左：正常例，右：特発性正常圧水頭症例)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Takahashi N, Kinoshita T, Ohmura T, Matsuyama Eand Toyoshima H	4. 巻 vol. 13
2. 論文標題 Development of automatic measurement of callosal angle on coronal image in head CT	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Int. Journal of Computer Assisted radiography and surgery	6. 最初と最後の頁 S184-S185
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件／うち国際学会 2件）

1. 発表者名 高橋 規之, 篠原 祐樹, 大村 知己, 木下 俊文, 坂元健太郎
2. 発表標題 Computerized detection of Alzheimer's disease using deep learning in CT scan
3. 学会等名 第76回日本放射線技術学会総会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 N. Takahashi, T. Kinoshita, Y. Shinohara, T. Ohmura, E. Matsuyama, and H. Toyoshima
2. 発表標題 Development of automated estimation of disproportionately enlarged subarachnoid space in head CT
3. 学会等名 CARS2019 Computer Assisted Radiology and Surgery (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takahashi N, Kinoshita T, Ohmura T, Matsuyama Eand Toyoshima H
2. 発表標題 Development of automatic measurement of callosal angle on coronal image in head CT
3. 学会等名 CARS2018 Computer Assisted Radiology and Surgery (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	木下 俊文 (Kinoshita Toshibumi) (70314599)	秋田県立循環器・脳脊髄センター(研究所)・放射線医学研 究部・副病院長 (81404)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------