

CTを用いた貧血診断の可能性

佐藤 洋一 小澤 栄人 佃 俊二 天沼 誠

埼玉医科大学放射線医学教室

Feasibility of CT Attenuation Value in the Diagnosis of Anemia

Youichi Sato, Eito Kozawa, Shunji Tsukuda, and Makoto Amanuma

Purpose: To verify the possible correlation between CT attenuation value and hemoglobin (Hb).

Materials and Methods: CT attenuation was evaluated in 113 CT studies. Anemia was defined as an Hb level less than 14 g/dl in males and less than 12 g/dl in females. Hb was compared visually by grading (Grade 1: cardiac muscle density much higher than lumen, Grade 2: cardiac muscle density higher than lumen, Grade 3: cardiac muscle density equal to lumen), and with HU of CT attenuation on unpaired t-test ($p < 0.01$). Correlations were calculated using the linear regression method.

Results: Hb of less than 6 g/dl was found to be Grade 1, while that over 12 g/dl was considered Grade 3 on visual grading. The attenuation numbers of subjects with anemia yielded low values, whereas those of normal subjects were higher. There were significant differences between subjects with anemia and normal subjects ($p < 0.01$). HU versus hemoglobin showed a linear increase, with a correlation coefficient of 0.76.

Conclusions: This simple, readily available information may provide a valuable adjunct in the interpretation of CT examinations.

はじめに

貧血症例において単純CTで心筋と心腔のコントラストが増強し、両者の分離が可能となることは日常臨床においてしばしば経験される。この原因はヘモグロビンの減少による血液のX線透過性の亢進によるものと解釈されている¹⁾。しかし少数例での検討を除き、両者の関係を量的に評価した報告はほとんどない^{2), 3)}。今回、左心室腔と心室壁の視覚的評価および大動脈のCT値と末梢血ヘモグロビン値の比較を行うことにより、両者の関係を明らかにし、CT画像から貧血の有無と程度を予測できるかどうかについて検討を行った。

対象および方法

対象は、2002年11月から2003年6月に、末梢血血液検査および腹部単純CTを施行した患者からレトロスペクティブに無作為に抽出した113症例である。ただし高脂血症例やヘモグロビン値変動の予想される手術前後の症例は検討から除外した。全例CT検査2日以内に末梢血ヘモグロビン値の測定がなされている。症例の年齢は、12~91歳で平均は59歳、男性61人、女性52人である。

使用したCT装置はGE社製High Speed Advantageである。スライス厚は7mm、pitch 1、スライス間隔7mmで撮像を行った。管電流は210mA、管電圧は120kVである。得られたCT画像において以下の点を検討した。

1) 視覚的評価：単純CTにおいて貧血の有無と程度の予測が可能か否かを視覚的に評価した。左室心筋と心腔のコントラストについて以下の4段階に分けて検討した。視覚的評価の条件は、ウインドウ幅450、レベル100にて評価した。

Grade 1：左室心筋の濃度が高く、心腔が明瞭に分離可能であるもの。Grade 2：左室心筋の濃度がやや高く両者の分離がかるうじて可能なもの。Grade 3：両者の濃度が等しく、分離が不可能なもの。Grade 4：心腔が心筋壁よりも濃度が高いものとして評価を行った(Fig. 1)。コントラストの判定は、2名の放射線科医によって評価し、判定が異なる場合には両者の合議により最終的なGradeを決定した。貧血群の定

Research Code No.: 5.1, 500

Key words: CT Anemia Hemoglobin

Received Dec. 1, 2003; revision accepted Jul. 15, 2004
Department of Radiology, Saitama Medical School

別刷請求先
〒350-0495 埼玉県入間郡毛呂山町毛呂本郷38
埼玉医科大学放射線医学教室
佐藤 洋一

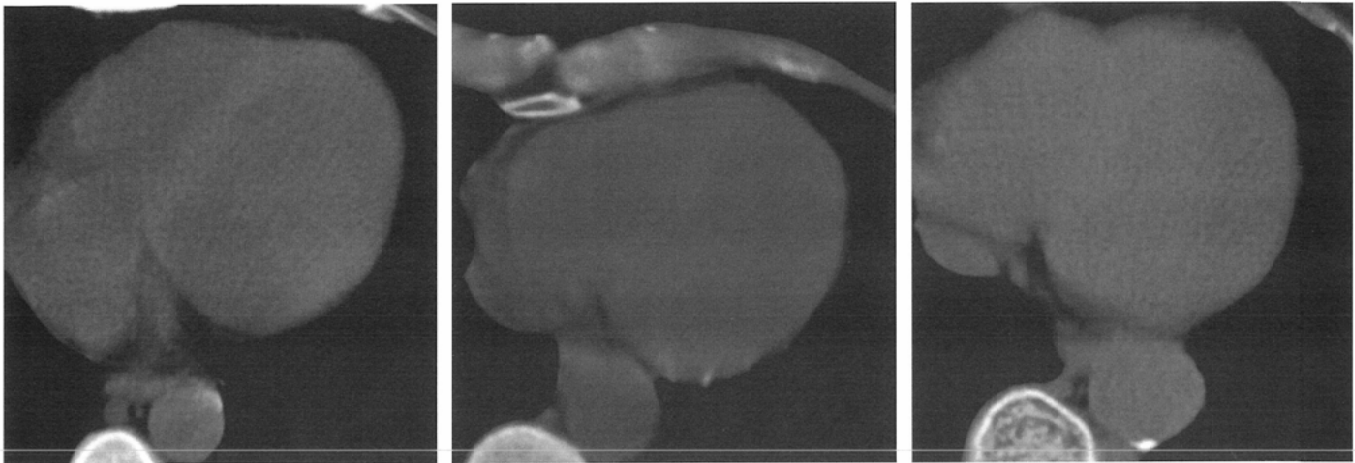


Fig. 1 Visual grading of CT (window=450, level=100).
 (A) Grade 1: Cardiac muscle density much higher than lumen. (A 74-year-old man)
 (B) Grade 2: Cardiac muscle density higher than lumen. (A 73-year-old man).
 (C) Grade 3: Cardiac muscle density equal to lumen. (A 70-year-old man).

A | B | C

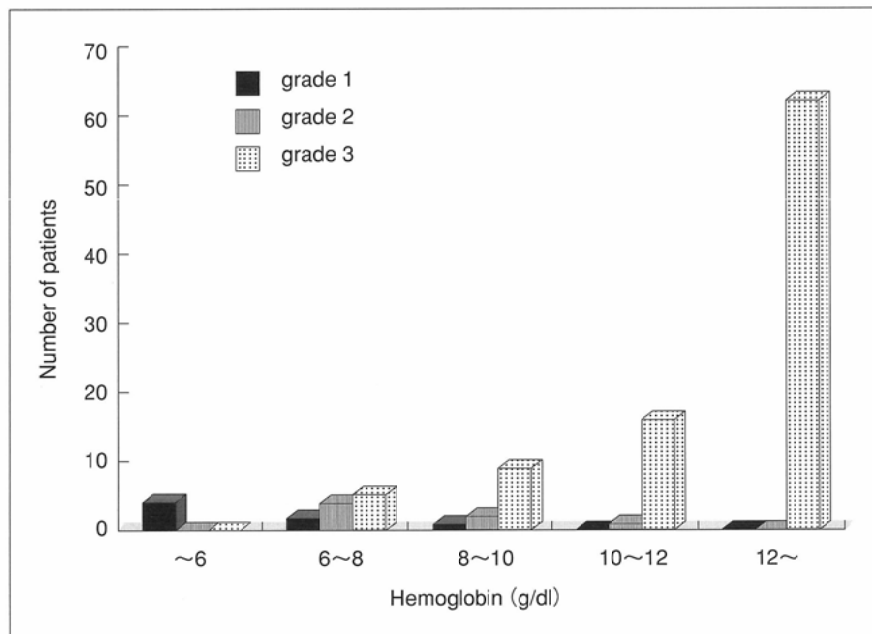


Fig. 2 Visual grading of CT.
 Hb less than 6 g/dl was Grade 1 and that over 12 g/dl was Grade 3 on visual grading.

義を男性ではヘモグロビン値14g/dl, 女性で12g/dl以下とし, 視覚的に分類したGrade 1, Grade 2を貧血と評価した場合の, sensitivity, specificity, positive predict value, negative predict value, accuracyを求めた。

2) CT値とヘモグロビン値の相関: 上腸間膜動脈分岐部のレベルで腹部大動脈に関心領域をおき, CT値を測定した。すでに記した貧血の定義から症例を正常群と貧血群にわけ, 両者の分布に有意差があるかどうかを比較した。正常群と貧血群について各々平均値と標準偏差を求め, 有意差検定にはunpaired t testを用いて $p < 0.01$ で評価した。また, 大動

脈のCT値と血中ヘモグロビン値との関係をlinear regression法により評価し, 相関係数を求めた。

結 果

Fig. 2 にヘモグロビン値と心筋・心腔コントラストの視覚評価の関係を示す。ヘモグロビン値6.0以下の症例ではすべてGrade 1に分類され, 心室壁と心腔を明瞭に評価可能であった。両者のコントラストの有無によりCT上での視覚的貧血の診断能については, Table 1で示した。sensitivityは

Table 1 Diagnostic efficacy of CT

sensitivity	15/51 (29.4%)
specificity	62/62 (100%)
PPV	15/15 (100%)
NPV	62/98 (63.3%)
accuracy	77/113 (68.1%)

PPV: positive predict value

NPV: negative predict value

29.4%, specificity 100%, accuracy 68.1%であった。なお Grade 4 に分類された例は103例中 1 例も存在しなかった。

Fig. 3 に正常群と貧血群の血液のCT値の分布を示す。測定した腹部大動脈の平均面積は $110 \pm 11 \text{ mm}^2$ であった。貧血群のCT値は $42.2 \pm 0.7 \text{ HU}$ であり、正常群の $46.3 \pm 0.8 \text{ HU}$ と比較して有意に高い値を示していた($p < 0.01$)。

Fig. 4 に血中Hb量と測定されたCT値の相関関係を示す。Fig. 4 では、 p 値は0.0001 以下であり両者には明瞭な正の線型の相関が存在し、相関係数は0.76であった。

考 察

赤血球は直径約 $8 \mu\text{m}$ 、厚さは約 $2 \mu\text{m}$ の大きさを有し、血液 $1 \mu\text{l}$ 中に約400万個含まれている。1 個の赤血球には約30pgのヘモグロビンが含まれており、ヘモグロビンは、中心部にあり鉄分子を含むヘムとこれをとりまく蛋白質であるグロビンから構成されている。血液X線吸収は主にこのヘモグロビンの多寡によって決定されると考えられており、すでに1980年代の初頭より胸部CTを用いて貧血の存在を指摘できることが示唆されていた^{1), 4), 5)}。また、Collinsらは少数例ではあるが大動脈の内腔のCT値とヘモグロビン値と間に線形関係が成り立つことを示唆している²⁾。

心筋と心腔のコントラストの存在が貧血の有無の判定に使えるかどうかについてわれわれの検討ではsensitivity 29.4%, specificity 100%, accuracy 68.1%であり、必ずしも有用な結果であるとはいえない。しかしpositive predictable valueは100%であり、いいかえればCTで両者のコントラストが観察された場合には確実に貧血の存在を診断してよいということになる。特にコントラストが明瞭な場合には重症の貧血が存在すると考えられ、われわれの検討でもGrade 1 に分類された症例は全員($n = 7$)が血中ヘモグロビン値 10 g/dl 未満で過半数($n = 4$)は 6 g/dl 未満であった。

Accuracyが68.1%と低かった原因はfalse negativeが多かったためであり、貧血症例でも視覚評価では判定が困難な場合が多いと思われる。高脂血症は、血液中の脂質が異常に多い状態でリポ蛋白質が多量に血中に存在している状態であるが、体幹の脂肪含有量に大きな影響を与えることが知られている⁶⁾。今回われわれは、視覚評価を行うにあたり、心筋への脂肪沈着の影響を考慮し、高脂血症例を除外した。また、Fig. 4 で示されているように、正常のヘモグ

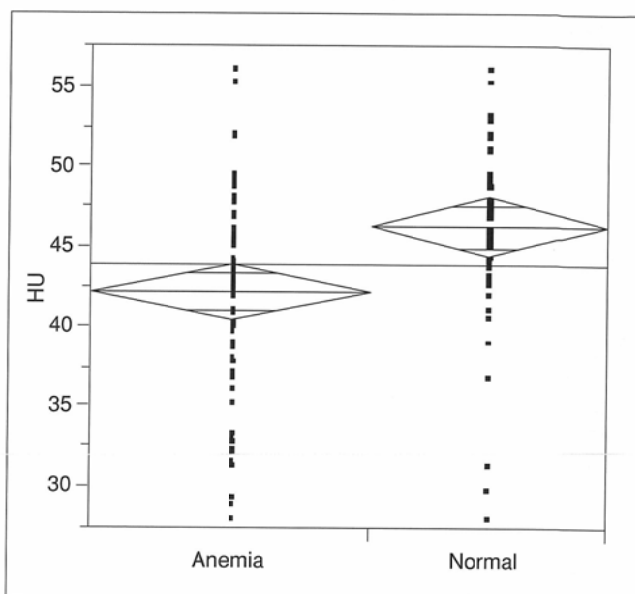


Fig. 3 HU of anemic subjects versus normal subjects. Anemic subjects showed low HU values, while those of normal subjects showed high values. There were significant differences in HU values between normal subjects and those with anemia ($p < 0.01$). Diamonds represent means and 95% confidence intervals of means.

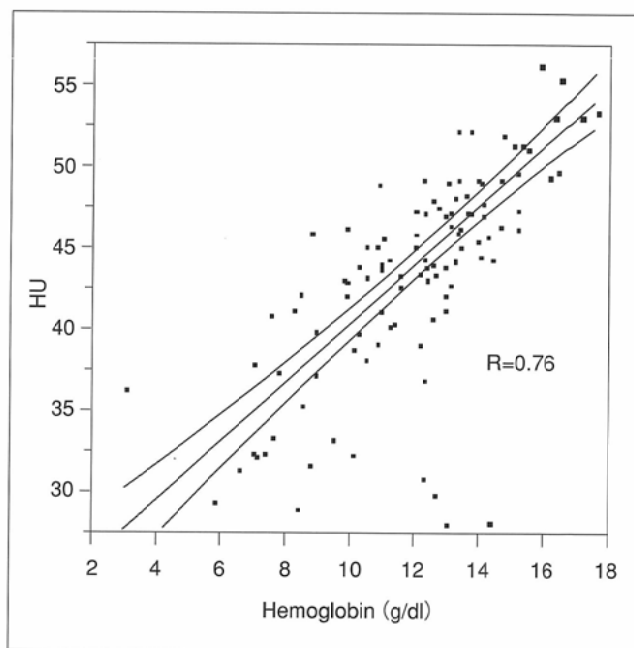


Fig. 4 Analysis of changes in HU on hemoglobin. The best-fitting curve (linear) and 95% confidence limits are plotted. HU versus hemoglobin shows a linear increase.

ロビンの値をとりながら、CT値 40 HU 以下が5例、 30 HU 以下も1例存在していた。これらは、われわれは高脂血症例を除外したが、Hbや除外した高脂血症以外にも、血液に影響を与える因子が存在している可能性があると考えている。

視覚評価は相対評価であり、血液側のCT濃度のみでなく、疾患により心筋が影響を受けることも考えられる。

Grayらは、心筋梗塞後18～48時間の心筋で浮腫によりCT値が低下することを報告している⁷⁾。またSekiyaらは心筋アミロイドーシスにおいて心筋のCT値が低下することを報告しており、その他にも心筋症や薬剤の使用によって筋肉の間が広がり脂肪が入り込みCT値が低下することが報告されている^{8), 9)}。より正確な評価には、これらの疾患以外にも、肥満や羸瘦も考慮に入れ評価していく必要がある。

貧血の有無の診断目的でCTを撮影することは考えられないが、日常のCT画像読影の際に貧血の存在は重要な付加情報であり、鑑別診断を考える上での参考になる。単純CTを観察する場合には常にこの点も含めた読影を心がけるべきと考えられる。

結 語

1. 心筋と心腔のコントラストの有無と貧血の診断能について113例の単純CT画像において検討を行った。
2. 両者のコントラストの有無による貧血の診断能はsensitivity 29.4%, specificity 100%, accuracy 68.1%であった。コントラストが明らかな場合には確実に貧血の存在を診断可能である。
3. 血中ヘモグロビン値とCT値の間には明瞭な相関関係が認められた。
4. 単純CT読影時に心筋と心腔の観察は容易であり、日常の読影において留意すべきと考えられた。

文 献

- 1) New PF, Aronow S: Attenuation measurements of whole blood and blood fractions in computed tomography. *Radiology* 121: 635-640, 1976
- 2) Collins AJ, Gillespie S, Kelly BE: Can computed tomography identify patients with anemia? *Ulster Medical Journal* 70: 116-118, 2001
- 3) Di Giandomenico E, Genovesi N, Sciarra R, et al: Valutazione quantitative del sangue in vivo mediante Tomografia Computerizzata 85: 416-420, 1993
- 4) Doppman JL, Rienmuller R, Lissner J, et al: The visualized interventricular septum on cardiac computed tomography: a clue to the presence of severe anemia. *JCAT* 5: 157-160, 1981
- 5) Corcoran HL, Cook DE, Proto AV, et al: Diagnosis of anemia on computed tomography scans of the thorax. *JCAT* 12: 116-121, 1988
- 6) Pouliot MC, Despres JP, Moorjani S, et al: Computed tomography-measured trunk fat and plasma lipoprotein levels in nonobese women. *Metabolism* 38: 1244-1250, 1989
- 7) Gray WR Jr, Parkey RW, Buja LM, et al: Computed tomography: in vitro evaluation of myocardial infarction. *Radiology* 122: 511-513, 1977
- 8) Sekiya T, Foster CJ, Isherwood I, et al: Computed tomographic appearances of cardiac amyloidosis. *British Heart Journal* 51: 519-522, 1984
- 9) 柏原正雄, 高橋良輔, 大竹敏之, 他: Pindolol使用中rbdomyolysisをきたしたサルコイドーシスの1例. *臨床神経学* 31: 103-106, 1990