

平成 21 年 4 月 30 日 現 在

研究種目：基盤研究(C)
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19591412
 研究課題名（和文） 電子カルテおよび遠隔読影における汎用液晶モニタによる画像読影の安全性に関する研究
 研究課題名（英文） Soft-copy reading using general-grade liquid crystal display at medical charts system and telemedicine
 研究代表者
 島本 佳寿広(SHIMAMOTO KAZUHIRO)
 名古屋大学・医学部（保健学科）・教授
 研究者番号：70178961

研究成果の概要：

高精細モニタ，汎用モニタ，ノートブック PC の輝度特性を比較した。高精細モニタは視野角 ±15° 以内でほぼ不変であったが，それ以外は角度をつけるとコントラストが低下した。頭部 CT の脳実質と脳梗塞は高精細よりも汎用モニタのコントラストが高かった。脳実質の輝度レベルを背景として標的を検出する読影実験では，ノートブック PC，汎用モニタ，高精細の順で正答率が高く，汎用モニタによる頭部 CT 読影は許容できることが示唆された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2008年度	800,000	240,000	1,040,000
総計	2,700,000	810,000	3,510,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：内科系臨床医学・放射線科学

キーワード：画像診断学（含放射線診断学，核医学）

1. 研究開始当初の背景

電子カルテの普及に伴い，フィルムレス診断への移行が加速されているが，フィルムレス診断が医学的に妥当であるとする根拠は，マンモグラフィを除いてフィルム読影とモニタ診断は等価であるとの研究成果の蓄積があるからである。しかし，これに関する検証実験で使用されたモニタは，最近主流となった液晶モニタ（LCD）ではなく CRT モニタであった。LCD での画像観察に関する医学的安全性については，日本医学放射線学会電子情報委員会による「デジタル画像の取り扱いに関するガイドライン 2.0 版」で CRT と同等

とするに至り，(株)日本医用画像システム工業会規格の JESRA X-0093:2005「医用画像表示用モニタの品質管理に関するガイドライン」により，診断用モニタの精度管理方法が普及してきた。

しかし，乳房 X 線写真用の高精細モニタとカラー液晶モニタ（高精細および汎用液晶モニタ）については未だ安全性が確立されないまま，自己責任の範囲で読影に使用されているのが現状である。特に電子カルテシステムの端末として使用される汎用モニタは安価であることが最優先され，文字情報を表示するには十分であっても画像観察に適さない

ような劣悪な特性を持ったモニタが使用されている。しかも、一般ユーザーはどのような性能を持ったモニタであるか乏しい情報しか与えられておらず、劣悪なモニタで読影することによるリスクに対してあまりに無知である。

同様に遠隔画像診断も急速に普及してきているが、それに使用するモニタは完全に自己責任の範囲である。遠隔読影は外出先でもインターネットに接続できる環境さえあれば業務が遂行できるのが大きな利点とされているが、現在高精細モニタを搭載したノートブック PC は存在しておらず、通常のノートブック PC で読影せざるをえない。

ノートブック PC は、視野角特性が悪い、DICOM 標準規格である GSDF に準拠していない、輝度の不均一性が大きい、コントラスト応答の最大偏差も 70% を超える、などの極めて劣悪な特性を持っている。我々が遠隔読影で使用しているノートブック PC では、高精細モニタとノートブック PC では同じ画像のコントラストに極めて相違があることを視覚的に確認している。読影ミスには様々な要因が関与するので、モニタの性能が果たしてどのように影響するのか検証実験を行い、劣悪なモニタを使用するリスクを科学的根拠で明らかにする必要がある。

2. 研究の目的

電子カルテで使用されている汎用液晶モニタ、および遠隔読影で使用されているノートブック PC と医用画像観察用の高精細液晶モニタの輝度特性の相違を明らかにし、臨床画像を表示させた場合の病変部のコントラストと使用するモニタの性能との関連性を明らかにする。これにより、汎用モニタを画像診断に用いることが許容できるかどうか、明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 電子カルテ端末および遠隔読影のノートブック PC の輝度特性評価

汎用モニタはカラーモニタであり、医療用高精細モニタであっても、LCD で安全性が確認されているのはモノクロモニタだけである。したがって、モニタの性能評価は、256 階調 (8 ビット) 全てのピクセル値に対応した詳細な輝度実測データを取得した。LCD では特に視野角特性が問題になるので、視野角と輝度特性との関係を明らかにした。現在、医療用高精細モニタについて JIRAS のホームページ上でモニタの精度管理ツールが提供されているが、これは高精細用でコントラスト応答を評価するための 18 段階の階調しか用意されていないため、本研究では、256 階調すべての測定が可能なツールを導入した。

(2) 臨床画像による評価

頭部 CT 画像をモニタに表示した時の輝度測定を行い、正常の脳実質と脳梗塞が表示される輝度領域を明らかにした。これにより、高精細モニタと汎用モニタにおける病変部のコントラストを比較した。

(3) 視角認知試験における標的識別能のモニタ間の相違

頭部 CT 画像における正常の脳実質の輝度レベルから、軽度の濃度差を有する標的が識別可能かどうか、読影実験を実施した。標的の識別能、応答時間、疲労度がモニタ間で有意差がないか、検討した。

4. 研究成果

(1) モニタの性能評価

高精細モニタとして R-22S (Eizo, 1,600x1,200), R12 (Eizo, 1,280x1,024), 電子カルテシステムで使用されている汎用モニタとして MX190 (Eizo, 1,280x1,024), VL-174SE (Fujitsu, 1,280x1,024), 遠隔読影用ノートブック PC として S9/210LNKW (Toshiba, 1,024x768) の 256 階調の輝度特性を視野角 0° , $\pm 15^\circ$, $\pm 30^\circ$, $\pm 45^\circ$ で望遠型輝度計 LS-100 (Konica-Minolta) を用いて暗室で実測した。高精細モニタは DICOM3.0 Part 14 の GSDF に準拠した輝度特性を示していたが、他のモニタはガンマ 2.2 に準拠していた。モニタの輝度特性と角度依存性では、高精細モニタは $\pm 15^\circ$ 以内でほぼコントラスト比が変化しないのに対し、他の汎用モニタは角度をつけるとコントラストが著しく低下した (図 1)。特にノートブック PC は角度をつけずに観察する必要があると考えられた。

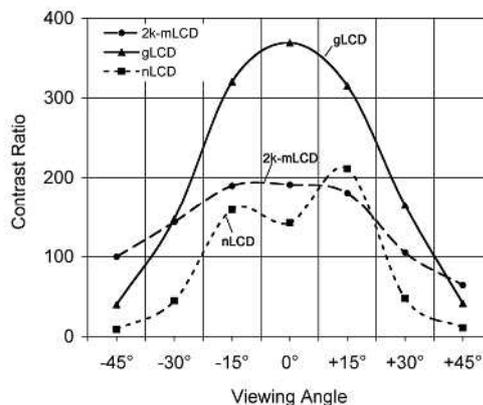


図 1 コントラスト比と視野角の関係 (mLCD=高精細モニタ, gLCD = 汎用モニタ, nLCD=ノートブック PC)

(2) 頭部 CT 画像の輝度測定

Macintosh 用の free の DICOM ビューア, Osirix を用いて頭部 CT 画像を表示し, 白質, 灰白質, 大脳基底核, 梗塞巣に関心領域 (ROI) を設定し, 100 症例の輝度値を実測した。モニタは Apple 社製 CinemaDisplay 30 インチを使用し, ウィンドウ条件は Osirix の頭部 CT 用標準であるウィンドウ幅 100, ウィンドウレベル +50 とした。視野角 0° で 256 階調における脳実質の入力値の平均は $71.3 \sim 91.2$ であり, 灰白質 83.0 ± 3.8 , 白質 71.3 ± 3.4 , 視床, 85.3 ± 4.0 , 被殻 87.7 ± 5.0 , 尾状核 91.2 ± 4.4 であった。梗塞巣は 51.3 ± 10.7 であり, 脳実質より有意に低い入力値を示した ($p < 0.001$)。視野角を 0° , $\pm 15^\circ$, $\pm 30^\circ$, $\pm 45^\circ$ と変化させると, 白質・灰白質のコントラストは高精細モニタでは変化しにくい, 汎用モニタでは $\pm 30^\circ$ 以上で急激に低下し, 特にノートブック PC では $\pm 30^\circ$ 以上では殆どコントラストが付かなくなることが判明した (図 2)。高精細モニタ以外では, 常に正面から観察するように注意が必要と考えられた。

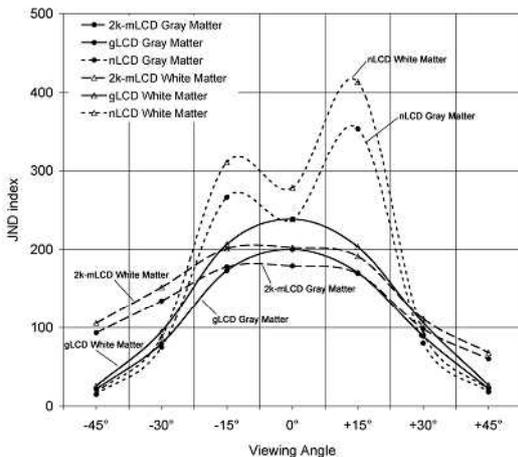


図 2 灰白質・白質の輝度レベルと視野角 (mLCD=高精細モニタ, gLCD = 汎用モニタ, nLCD=ノートブック PC)

(3) 視覚認知試験

Osirix の頭部 CT 標準のウィンドウ条件で 256 階調における脳実質の平均的入力して 75 を選択した。これを背景とし, デジタル値で $\pm 1, \pm 2$ の差を持つ標的を埋め込んだファントム画像を作成し, 標的の識別能とモニタの種類との関連を 11 名による読影実験により検証した。450x450 ピクセルの方形の領域を

四分分割し, そのうちの 1 区画に 1 つの標的 (32 または 16 ピクセルの円形) を埋め込んだものをファントム画像とした (図 3)。読影実験では, 各画像に標的を含まない画像を挟み, 残像効果を抑制した。1 つのモニタにつき, 1,600 画像を観察し, それぞれ 10 秒以内に標的のあると思われる領域を矢印キーで答えるようにした。ファントム画像の観察順序およびモニタの順序は読影者ごとに入れ替えた。



図 3 ファントム画像

平均の正答率は, 高精細モニタ $83.0 \pm 3.1\%$, 汎用モニタ (GSDF), $91.7 \pm 1.7\%$, 汎用モニタ (ガンマ 2.2) $91.4 \pm 1.7\%$, ノートブック PC $96.0 \pm 1.0\%$ であり, 高精細モニタが有意に低い正答率を示した ($p < 0.05$)。また, 応答時間の平均もノートブック PC が 1,198ms と最も早く, 汎用モニタ (ガンマ 2.2) が 1,360ms, 汎用モニタ (GSDF) 1,499ms で, 高精細モニタが 1,922ms と有意に遅かった ($p < 0.05$)。高精細か汎用モニタかの相違よりも, 階調特性がガンマ 2.2 か, GSDF かの相違が, 正答率, 応答時間に影響することが示唆された。また, 疲労度の客観的指標として酸素飽和度の連続測定を行ったが, 読影実験の前後の酸素飽和度でモニタ間の有意差は認めなかった (図 4)。

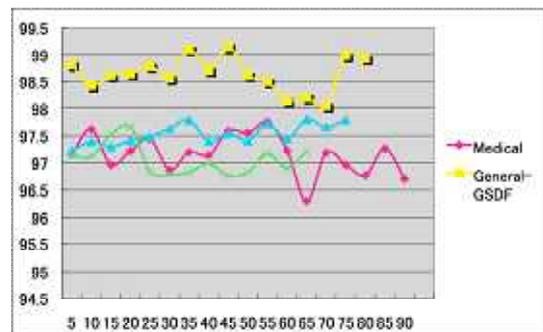


図 4 酸素飽和度の経時的変化

(4) 結論

頭部 CT の読影では、高精細モニタよりも汎用モニタの方が病変を識別しやすい可能性があり、視野角に留意すれば電子カルテシステムの端末で頭部 CT を読影することが許容できることが示唆された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計5件)

Katsuhiro Ichikawa, Mikio Hasegawa, Naohiro Kimura, Yoshie Kodera, Akihiro Takemura¹, Kosuke Matsubara¹, Aya Nishimura: Analysis method of noise power spectrum for medical monochrome liquid crystal displays. Radiological Physics and Technology 1(2), 201-207, 2008. 査読あり
Fukushima Hiromichi, Mitsuru Ikeda, Takeo Ishigaki, Hisashi Usami, Kazuhiro Shimamoto.

Influence of liquid crystal display monitors on observer performance for detection of diffuse pulmonary disease on chest radiographs. Radiation Medicine 25: 211-217, 2007 査読あり

吉村公美子, 島本佳寿広. 液晶モニタの臨床的安全性 映像情報Medical 39(No.9): 770-773, 2007. 査読なし
島本佳寿広. 画像診断医はモニタをどのようにとらえるべきか. 新医療 34 (No.9): 80-82, 2007. 査読なし

島本佳寿広. 「デジタル画像取り扱いに関するガイドライン」の適応上の問題点. 医用画像情報学会雑誌 24(3): 103-105, 2007. 査読なし

[学会発表](計6件)

吉村公美子, 島本佳寿広, 長縄慎二, 市川勝弘. 汎用液晶モニタの画像診断の信頼性の検討 頭部CT画像によるカラー高精細モニタとの比較. 第67回日本医学放射線学会総会, 平成20年4月4日, 横浜

島本佳寿広. 液晶モニタの基礎知識 第67回日本医学放射線学会総会 平成20年4月4日 横浜

Kumiko Yoshimura, Kazuhiro Shimamoto, Shinji Naganawa, Katsuhiro Ishikawa. Soft-copy reading of Brain CT: Comparative performance study between high-grade and low-grade LCD in the electronic medical charts. ECR2008, 19th European Congress of Radiology, 平成20年3月7日, ウィーン
島本佳寿広. 「デジタル画像取り扱いに関するガイドライン」の適応上の問題点. 医用画像情報学会第148回大会, 平成19年6月2日, 名古屋

島本佳寿広. 液晶モニタの医学的安全性. 日本医学放射線学会第66回学術集会, 平成19年4月15日, 横浜

島本佳寿広, 石垣武男, 古賀佑彦. 輝度特性からみた遠隔読影端末の医学的安全性の検討. 日本医学放射線学会第66回学術集会, 平成19年4月13日, 横浜

6. 研究組織

(1) 研究代表者

島本佳寿広 (SHIMAMOTO KAZUHIRO)
名古屋大学・医学部(保健学科)・教授
研究者番号: 70178961

(2) 研究分担者

池田 充 (IKEDA MITSURU)
名古屋大学・医学部(保健学科)・教授
研究者番号: 50184437

市川 勝弘 (ICHIKAWA KATSUHIRO)
金沢大学・医学部・准教授
研究者番号: 40402630

(3) 連携研究者

吉村 公美子 (YOSHIMURA KUMIKO)
名古屋大学・医学部(保健学科)・教務職員
研究者番号: 90419151