

環境光が液晶モニタの空間分解能に与える影響について：（低コントラストデジタルファントムを用いた物理評価と視覚評価）

著者	堀江 常満
号	86
学位授与機関	Tohoku University
学位授与番号	医博(保)第19号
URL	http://hdl.handle.net/10097/00123375

氏名	ほりえ つねみつ 堀江 常満
学位の種類	博士(保健学)
学位授与年月日	平成29年3月24日
学位授与の条件	学位規則第4条第1項
研究科専攻	東北大学大学院医学系研究科(博士課程) 保健学専攻
学位論文題目	環境光が液晶モニタの空間分解能に与える影響について：(低コントラストデジタルファントムを用いた物理評価と視覚評価)
論文審査委員	主査 教授 石橋 忠司 教授 本間 経康 教授 権田 幸祐

論文内容要旨

医用画像は用途に応じた液晶モニタ(医用モニタ)にて読影され、ソフトコピー診断と称される。医用モニタは出荷時には輝度や階調はDICOM part 14: GSDFなどで管理されているものの、環境光の影響については考慮されていない。環境光が低コントラスト空間分解能にどのような影響を与えるのかは、研究されておらず、物理的、視覚的にも評価法が確立されていない。

画像機器(CR (Computed Radiography), CT (Computed Tomography))などからの出力画像や、フィルム画像では空間分解能の指標として MTF (Modulation Transfer Function; 変調伝達関数)が用いられ、測定法も確立されている。一方、モニタの MTF に関する研究はまだ少なく、視覚評価法はあるものの、その相関も検討されていない。

医用モニタへの環境光の影響を調べるために、バーパターン法、エッジ法用の低コントラストデジタルファントムを作製し、これらのデジタルファントムを用いて環境光下のMTFを求める。それぞれのMTFの値と視覚評価用に作製したデジタルファントムの比較を行い、モニタの環境光による影響を明らかにするものである。

医用モニタは、MS53i2 AR(TOTOKU)、輝度計はLS-100 (Konica Minolta)、照度計はT-10 (Konica Minolta)を使用する。まずJIRA BN8テストパターンを用いて、望遠型輝度計でコントラスト応答を測定し、モニタ表面で反射した環境光がコントラストにどう影響するか把握する。

(書式12)

オリジナルのデジタルファントムをそれぞれバーパターン法、エッジ法、視覚評価用に作製する。いずれも背景濃度とのデジタル値差は 1.96 ~ 13.7 %の低コントラストファントムである。デジタルファントムデータを DICOM ビューワソフトで医用モニタに表示し、4つの環境光(4, 45, 300, 1160 ルクス)の下で、デジタルカメラにてデジタルファントム画像を取得し、既存の方法に準じて MTF 解析を行う。視覚評価は9名の評価者にて視覚評価用のバーパターンが視認可能かどうかを判定する。

医用モニタの最低輝度領域では、照度が増すにつれ、モニタの輝度上昇幅が大きく、低コントラスト領域での識別能低下がみられ、環境光の影響を最も受けやすいことが証明された。

バーパターン法は、エッジ法に比べて環境光の影響、輝度差の影響を受けず、MTFの値の変化が少ない結果が得られた。また、バーパターン法は最低輝度領域でも応答が良いことがわかった。

エッジ法は、バーパターン法と比較して中～高周波領域でのMTFの値が低下する傾向を認め、MTFの値に変化の幅が目立った。最低輝度領域ではMTFの値が得られない領域があった。

視覚評価では、物理評価に比べて若干空間分解能が勝る結果が得られた。しかし、物理評価よりも個人差が大きいことも明らかとなった。最低輝度領域でも環境光が 300 ルクスより低いときでは 3 cycles/mm までの視認率は高かった。1160 ルクスでは視認率の低下は大きく、特に(比較信号/背景信号) (005/000)のとき、3 cycles/mm での視認率は 33 %と低い値であった。

医用モニタは最低輝度領域で環境光の影響を最も受けやすい。特に環境光が高い(部屋が明るい)場合には、低コントラストの識別能低下が著しく、臨床画像で求められる淡い結節や淡く不明瞭な石灰化の検出には、45 ルクス程度以下の環境での読影が望ましいと考える。

MTF は、測定法で高周波領域の値が若干異なった。エッジ法はバーパターン法より値に変化の幅が大きく、高周波領域数での低下傾向を認めた。さらに、視覚評価は高感度であるが、被検者間で変化の幅が大きい結果となった。低コントラスト空間分解能評価には MTF 測定することなく、視覚評価で代用できる可能性が示唆された。本研究で作製した低コントラストデジタルファントムは、日常の環境光が読影に影響していないかを確認するためのツールとなり得ると考える。

審査結果の要旨

博士論文題目 環境光が液晶モニタの空間分解能に与える影響について：
(低コントラストデジタルファントムを用いた物理評価と視覚評価)

所属専攻・領域名 保健学専攻・生体応用技術科学領域

学籍番号 B2MD3002 氏名 堀江 常満

近年医用画像は液晶モニタ診断を行われるようになり、高輝度、高コントラストのモニタを医用モニタとして用いられている。このモニタの精度、管理は国によっても異なるが、我が国では JIRA が基準を設けて出荷時にモニタを検査して診断用には管理グレード1の認証を与えているにすぎない。環境光の影響を考慮した読影が求められているが、詳細な検討は少なく、物理的評価法、視覚評価法も確立されているわけではない。本研究ではこのような背景から新たに物理・視覚評価を行うためにオリジナルのデジタルファントムを開発した。

これまでのデジタルファントムは濃淡のはっきりした Digital Driving Levels=DDLs で 20-80%のものであり、わずかな環境光の影響を反映できないことから、DDLs2-20%前後のデジタルファントムを作成した。MTF測定は、過去の論文に準じてエッジ法とバーパターン法とで測定した。エッジ法とバーパターン法で低濃度コントラストおよび高周波領域でデータの解離を認めた。このような結果は初めて明らかにされた。エッジ法は特に低コントラストファントムでの測定には不向きであることが判明した。

一方、視覚用のデジタルファントムはバーパターン法と同様な構造を有し、低濃度および高周波領域で視認性低下を認めた。物理測定法とほぼ近似の結果であった。物理評価より視覚評価のほうが簡便であり、日常の点検などには優れていることが判明した。

一般に、人間の目では液晶モニタの輝度範囲内では 600 階調前後分別できるとされるが、低濃度で高周波の構造物の認識は不可能であることがはじめて証明された。言い換えれば、デジタルマンモグラフィなどの淡い石灰化の集簇などは、特に環境光の影響を受けて判定が異なることを意味しており、医用モニタにおける環境光の影響を客観的に研究した成果は学位に値すると判定する。

よって、本論文は博士(保健学)の学位論文として合格と認める。