



低出生体重児の移動型X線撮影時における保育器の影響について

About the influence of incubator at the time of Mobile radiography of low birth weight infants

栗元 伸一¹⁾ (47949) 大賀 正浩²⁾ (49343) 小野 修平¹⁾ (57146) 四辻 瑤平³⁾ (59749)
加藤 豊幸¹⁾ (35697) 梅津 芳幸¹⁾ (20595)

1) 九州大学病院 医療技術部 放射線部門 診療放射線技師
2) 宮崎大学医学部附属病院 放射線部 診療放射線技師
3) 熊本脳神経外科病院 検査課 診療放射線技師

Key words: Mobile X-ray imaging, incubator, low birth weight infants

【Summary】

Mobile X-ray imaging for low birth weight infants is performed in an incubator. However, image quality decreases by X-ray absorption of an incubator.

The X-ray image quality when using an incubator was estimated based on IQF using C-D phantom in CR system and FPD system. Furthermore, the air kerma was measured using silicon dosimeter.

As results, the tube voltage for an infant in incubator needed to raise 4~6 kV to make IQF equal to nonuse of incubator. The air kerma increased 4~9 μ Gy in this case.

In conclusion, understanding influence of X-ray absorption by an incubator was important for mobile X-ray imaging of low birth weight infants.

【要旨】

低出生体重児の移動型X線撮影は保育器に入った状態で行われている。しかし、その状態で撮影を行うと保育器のX線吸収があるため画質が低下する。そこで保育器を使用した場合の画質について、CRシステムとFPDシステムにおいて、C-Dファントムを用いたIQFに基づき評価を行った。また空気カーマを半導体線量計を用いて測定した。

その結果、保育器を使用した場合のIQFを保育器を使用しない場合と同等にするためには、管電圧を4~6kV上げる必要がある。空気カーマは、保育器を使用していない場合と比較して4~9 μ Gy増大した。低出生体重児の移動型X線撮影では、保育器のX線吸収によって画質が低下することに対し注意する必要がある。

緒言

現在、病院の新生児特定集中治療室 (Neonatal Intensive Care Unit : NICU) では、胎外の自然環境では生存の難しい低出生体重児を保温・隔離・監視することを目的として保育器が使用されている¹⁻³⁾。保育器の種類には閉鎖型と開放型があり、閉鎖型でのX線撮影には移動型X線撮影装置を使用し、低出生体重児の衛生保持のため保育器に入った状態で撮影を行う必要がある。そのときIP (Imaging Plate) カセットなどのX線検出器を患児の体の下に保持 (直置き) する必要があるが、最近の閉鎖型保育器 (以下、保育

器) には、体を持ち上げずにX線撮影が行えるカセットトレイをベッドの下に備えているものがある。この機構を使用することで患児を持ち上げることなくX線撮影が行えるので、患児とX線検出器の不必要な接触を減らすことで感染防止に役立っている。

しかし、保育器に付属しているカセットトレイを使用する場合、X線検出器を直置きする場合に比べてアクリルフード・スポンジマット、プラスチック製のベッドなどのX線吸収が懸念される。さらにX線検出器が体から離れることにより、体の下にX線検出器を直置きする場合の撮影条件に比べて線量不足となり、結果的に画質が低下する。そこで同等の画質を得るために撮影条件を上げる必要があるが、放射線感受性が高い低出生体重児においては推奨されない。

そこで画質への影響を調べるためにC-D (Contrast-Detail) ファントムを撮影し、視覚評価を行った。

また水等価ファントムに半導体線量計を用いて、空気カーマを測定し、撮影条件の変化による影響について調べた。

Shinichi Awamoto¹⁾ (47949),
Masahiro Ooga²⁾ (49343), Shuhei Ono¹⁾ (57146),
Youhei Yotsuji³⁾ (59749), Toyoyuki Kato¹⁾ (35697),
Yoshiyuki Umezu¹⁾ (20595)

- 1) Division of Radiology, Department of Medical Technology, Kyushu University Hospital
- 2) Department of Radiology, University of Miyazaki Hospital
- 3) Department of Laboratory Medicine, Kumamoto Neurosurgery Hospital

1. 方法

1-1 C-Dファントムの視覚評価

視覚評価試料の作成には、移動型X線装置（Sirius Star Mobile 130HP：日立メディコ）を使用した。今回の研究で使用した閉鎖型保育器（V-2100G HL Bタイプ：アトムメディカル）には低出生体重児のベッドの下にプラスチック製のX線撮影用カセットトレイが装備されており、撮影時にはトレイを引き出して、IPカセットやFPD（Flat Panel Detector）などを入れることができる（Fig.1）。本研究では保育器からカセットトレイとスポンジマットのみ取り出し撮影状況を再現した。アクリルフードについては5mmのアクリル板で模擬した。

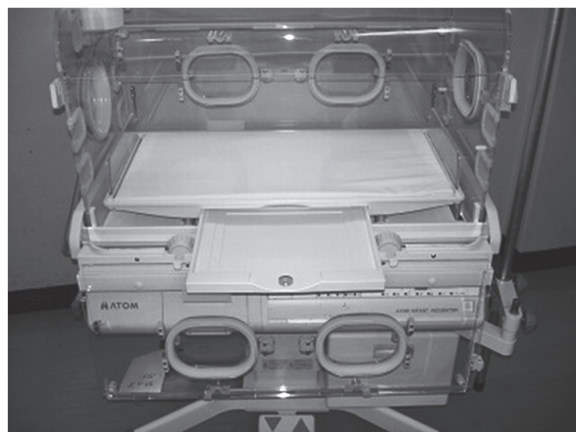


Fig.1 Incubators that are used in our hospital (Pull out the cassette-tray)

X線検出器としてはCRシステム（IP：ST-VI，IP読み取り装置 FCR PROPECT CS Plus：富士フイルムメディカル）と，FPDシステム（CALNEO C mini Wireless SQシステム：富士フイルムメディカル）を使用した。

視覚評価に使用したC-Dファントム（京都科学）は，信号（凹型信号）の直径が0.3～8.0mmの15ステップ，深さは0.3～8.0mmの15ステップである。信号が大きい3列目までは従来のC-Dファントムと同様，中心に1個の信号が存在する。しかし，4列目より径が小さい部分では各領域の中央に1つと，四隅のいずれかに信号を配置させた4点選択型C-Dファントムである。C-Dファントムは配置パターンの異なる2種類を使用した³⁻⁴⁾。

1-1-1 試料作成

保育器と同様の幾何学的配置を想定し，C-Dファ

ントムの下にIPカセットを直置きした場合とカセットトレイを使用した場合とで，撮影条件を変え撮影を行った（Fig.2）。カセットトレイの時は，保育器のアクリルフードに模擬した同じ厚さのアクリル板をX線管とアクリルファントムの間に設置した。撮影条件はCRシステム・FPDシステム共に管電流時間積2.5mAsにおいて，管電圧46～58 kVまで2 kV間隔で撮影を行った。C-Dファントムは穴のひずみが生じないように，X線管焦点－X線検出器間距離を120cmとした。

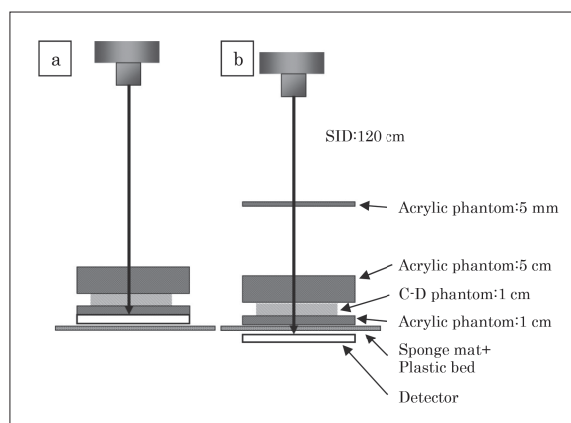


Fig.2 Experimental layout for contrast-detail measurement.

- a) directly
- b) cassette-tray

1-1-2 視覚評価方法

試料の観察は医療用液晶モニター（RadiForce RX340：EIZO）を使用し，照度を一定とし，観察距離・観察時間は観察者の自由とした。観察は5人の診療放射線技師がそれぞれ単独で行い，各観察者はC-Dファントムに含まれる各信号サイズについて，50%の確信度で認識できる深さを答えるようにした。評価方法は，各撮影条件の平均C-Dダイアグラムを作成し，比較を行った。またこの平均C-DダイアグラムよりIQF（Image Quality Figure）を算出し，IQFより各撮影条件の比較を行った⁴⁻⁵⁾。

1-2 空気カーマの測定

線量測定には同じ移動型X線撮影装置を使用し，半導体線量計（Unfors Xi：東洋メディック）を使用した。放射線検出器はR/F検出器を使用した（Fig.3）。

1-2-1 空気カーマ測定方法

X線管焦点－X線検出器間距離を93cm（カセット

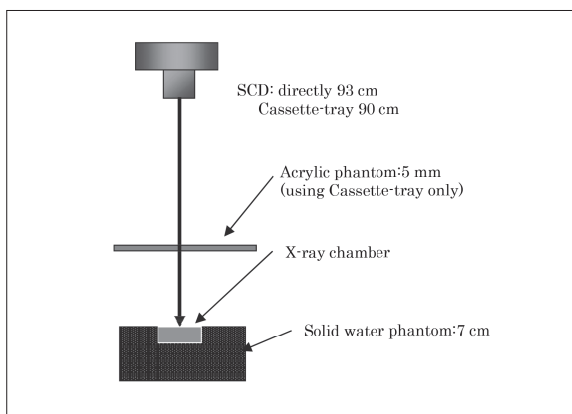


Fig.3 Method of air kerma measurement

トレーは90cm)とし、7cm厚の水等価ファントム表面に線量計を配置し、保育器のアクリルフードを模して5mm厚のアクリル板を線量計から20cm離して設置し、視覚評価と同様の撮影条件において照射を行った (Fig.3).

2. 結果

2-1 C-Dファントムの視覚評価

直置きとカセットトレーについて、C-Dファントムによる視覚評価を行った結果を Fig.4~7 に示す。CRシステム・FPDシステム共に、カセットトレーを使用するとC-Dダイアグラムでは識別コントラストが低下していた。

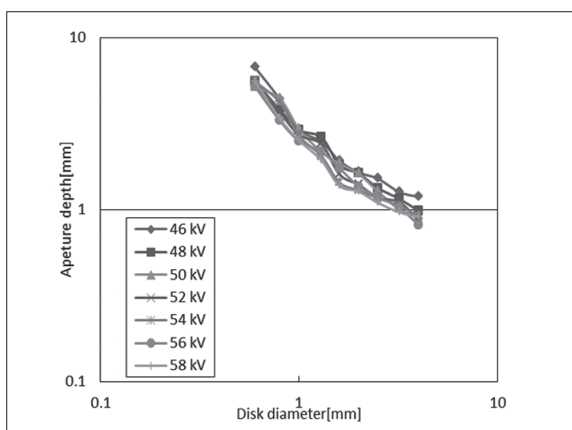


Fig.4 Contrast-detail curves of images acquired using the CR system (directly).

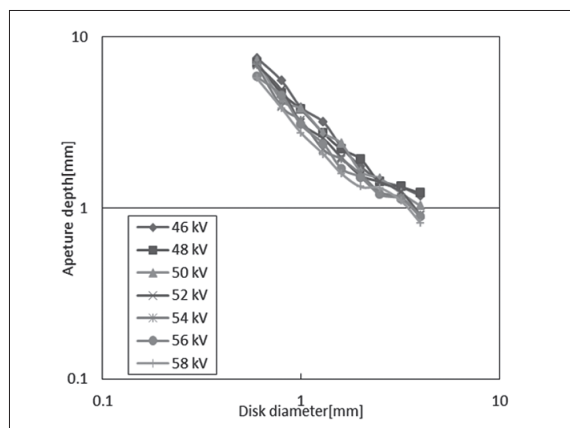


Fig.5 Contrast-detail curves of images acquired using the CR system (cassette-tray).

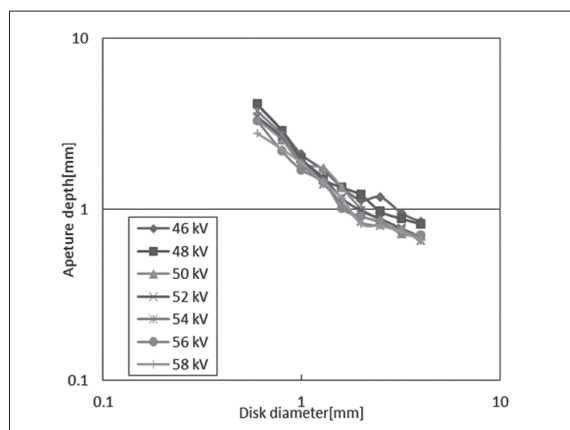


Fig.6 Contrast-detail curves of images acquired using the FPD system (directly).

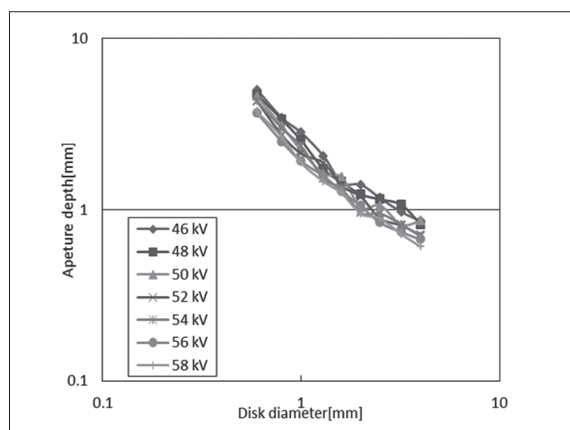


Fig.7 Contrast-detail curves of images acquired using the FPD system (cassette-tray).

IQFについては、直置きとカセットトレーのIQFはCRシステムが平均13%、FPDシステムが平均12%上昇し、画質が悪くなっている (Fig.8~9).

CRシステムとFPDシステムの比較では、FPDシステムの方が平均30% IQFが低く、画質が優れていた。

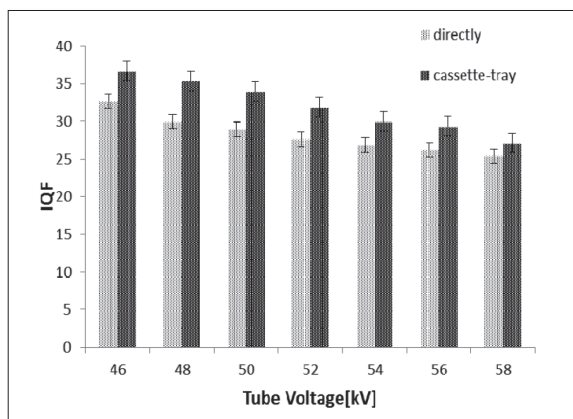


Fig.8 IQF data of images acquired using the CR system.

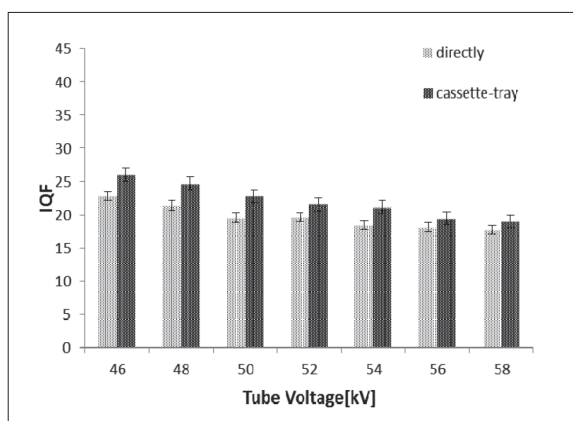


Fig.9 IQF data of images acquired using the FPD system.

2-2 空気カーマの測定

直置きと同じ画質をカセットトレーで得ようとする場合、管電圧を4~6kV上げることになり、そのときの空気カーマは約4~9 μ Gy増加した (Fig.10)。

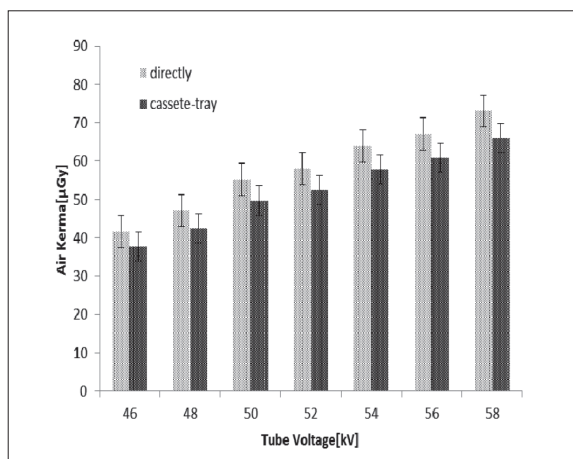


Fig.10 Result of air kerma using silicon dosimeter.

3. 考 察

低出生体重児は環境への適応能力が低いため、保育器に入った患児の撮影には細心の注意を払わなくてはならない。保育器付属のカセットトレーを使用しない場合、低出生体重児の移動型X線撮影の時には患児を持ち上げてX線検出器を直置きする必要があるため、不衛生なX線検出器の接触による感染のリスクが増大する。そのリスクを低減するためにも保育器付属のカセットトレーを使用して撮影を行うことが望ましい。しかし、X線撮影において保育器の材質によるX線吸収や、X線検出器と低出生体重児との距離が離れる問題があり、その影響は明らかにされていない。

今回の実験で、X線検出器を直置きした場合とカセットトレーを使用した場合とでは、画質を同等にするために撮影条件の管電圧を4kV上げなければならず、撮影線量が増加し被ばく増大につながる。このような問題を把握した上で、保育器の材質はX線撮影時にX線吸収の少ない物質で作成されるべきである。

またCRシステムに比べ、FPDシステムの方がC-Dファントムの信号検出能が優れていた。これは、FPDシステムがCRシステムよりもDQE (Detective quantum efficiency: 量子検出効率) が優れるため、同じ線量でも信号検出能に差が出ることになる⁶⁾。CRシステムからFPDシステムに切り替えることで、画質の向上と被ばく線量の低減にもつながることが期待される。

Fig.8~9の結果より、保育器本体のX線吸収により管電圧を上げるとIQFは下がり、画質が向上しているが、Fig.10によると、管電圧を4kV上げると照射線量が約4 μ Gy増加している。当院において、低出生体重児1人当たりの撮影回数は一般小児病棟よりも多い傾向にあるので、1回の撮影に対する被ばくは最小限に抑えるべきである。

4. 結 語

保育器に入った低出生体重児の移動型X線撮影について、保育器の影響を調べるためにC-Dファントムを用いて視覚評価を行った。その結果、X線検出器を直置きした場合と保育器内部のカセットトレーを使用した場合とで同じ画質にするためには、カセットトレーを使用した時の撮影管電圧を4kV上げる必要がある、それに伴い空気カーマは4 μ Gy増大する。

保育器の設計にはX線吸収の少ない素材の選択が

望まれる。

本研究は、第30回日本診療放射線技師学術大会において発表した。

図の説明

- Fig.1 当院で使用している閉鎖型保育器（カセットトレイを引き出したところ）
- Fig.2 視覚評価試料作製方法
a) 直置き
b) カセットトレイ
- Fig.3 照射線量測定方法
- Fig.4 CRシステムを使用した、直置きの画像のC-D曲線
- Fig.5 CRシステムを使用した、カセットトレイの画像のC-D曲線
- Fig.6 FPDシステムを使用した、直置きの画像のC-D曲線
- Fig.7 FPDシステムを使用した、カセットトレイの画像のC-D曲線
- Fig.8 CRシステムを使用した時の各管電圧のIQFの結果
- Fig.9 FPDシステムを使用した時の各管電圧に対するIQFの結果
- Fig.10 半導体線量計を使用した時の空気カーマの結果

参考文献

- 1) 三輪真弓 他：閉鎖式保育器の保守管理業務—改正医療法への対応—, 医療機器学, 82 (1), 40-48, 2012.
- 2) 相原雅典 他：Methicillin耐性黄色ブドウ球菌による未熟児室内感染とその対策—ポビドンヨード液清拭の有用性について—, 感染症学雑誌, 64 (6), 479-486.
- 3) 深尾有紀：生後2週間の新生児の細菌獲得の変化から見た保育器交換の検討, 日本新生児看護学会誌, 13 (2), 24-27, 2007.
- 4) 加藤豊幸 他：両面集光方式による新しいCRシステムの低コントラスト検出能, 日放技学誌, 59 (3), 410-415, 2002.
- 5) 木下絵美 他：胸部用デジタル撮影装置のC-Dファントムによる比較と胸部撮影条件の最適化, 日放技学誌, 60 (7), 969-974, 2004.
- 6) 横井知洋 他：直接型および間接型Flat Panel DetectorsとComputed Radiographyにおける物理的画質評価を利用した画質同一化の試み, 日放技学誌, 67 (11), 1415-1425, 2011.