

MDCTにおける 実測値とコンソール表示被曝 線量の精度検証

大阪大学医学部保健学科

○大岩恵里香・魚澤里奈・白岡彩奈・高岡悠太・松本光弘

大阪大学医学部附属病院 医療技術部放射線部門

佐藤和彦・四十物沙織・渡邊朋哉

この研究発表の内容に関する利益相反事項は、

ありません

日本放射線技術学会
近畿部会
第57回学術大会

背景

IEC60601-2-44(2002)において被曝線量情報
(CTDIvol,DLP)をオペレータコンソール上に表示す
ることを勧告

これらの線量情報は設定した撮影プロトコルに対応
した値を表示するため事前に線量を把握して検査を
開始することができる

そのためプロトコル作成時及び変更時の
有用な線量ガイダンスとして活用できる

目的

コンソール表示被曝線量が実測値とどれほどの精度
を持っているのかを検証

CT線量計における不確かさの見積もり

使用器具

- MDCT:TOSHIBA社 Aquilion64
GE社 CT750HD
TOSHIBA社 Aquilion ONE
- CTDIアクリルファントム:頭部用 16cmΦ×15cm
腹部用 32cmΦ×15cm
- 線量計:UNIDOS-E
TN30009型3.14cc線量計(CTチェンバ)
PTW30010線量計(ファーマーチェンバ)
- 水銀温度計
- アネロイド気圧計

装置



方法

吸収線量の測定

X線CTにおける線量測定マニュアル
(公益社団法人日本診療放射線技師会)
⇒ CTDI_w、CTDI_{vol}を算出

上下左右と中心の5点を測定

CTチェンバ
及び
ファーマーチェンバ

方法

CTDI_w、CTDI_{vol}の算出方法

$$CTDI_w = \frac{1}{3} CTDI_{\text{中心}} + \frac{2}{3} CTDI_{\text{上下左右の平均}}$$

$$CTDI_{\text{vol}} = CTDI_w / \text{CT pitch factor}$$

方法

実際のスキャン長(実効スキャン長)の検討

多列MDCTではスカウト像上に設定したスキャン長よりも実効スキャン長が長くなる傾向がある

各撮影条件下での
実効スキャン長を調べる

実効スキャン長
=コンソール表示値DLP[Gy·cm]/CTDI_{vol}[Gy]

(※設定スキャン長: 10cm)

方法

CT線量計における計測値の不確かさの見積もり

(PTW30009型CT線量計)

物理量または手段	相対標準不確かさ(%)
線量校正における不確かさ	5
X線出力	1
合成標準不確かさ	5.1
相対拡張標準不確かさ(包含係数:k=2)	10.2

撮影条件

TOSHIBA社 Aquilion64

基準	列数64 ← 列数32(PF 0.844)	FOV S(240mm)...頭部条件
	PF 0.828 ← PF 0.641	FOV L(400mm)...腹部条件
	300mA ← 150mA	
	スライス厚 0.5	

GE社 CT750HD

基準	列数64 ← 列数32(PF 0.969)	FOV SmallHead(250mm) ...頭部条件
	PF 0.984 ← PF 0.516	FOV LargeBody(500mm) ...腹部条件
	300mA ← 150mA	
	スライス厚 0.625	

撮影条件

TOSHIBA社 Aquilion ONE

基準	列数64 ← 列数32(PF 0.844)	FOV S(240mm)...頭部条件
	PF 0.828 ← PF 0.641	FOV L(400mm)...腹部条件
	300mA ← 150mA	
	スライス厚 0.5	

320列のとき

基準	列数320	FOV L(400mm)	300mA	500mA	スライス厚 0.5
----	-------	--------------	-------	-------	-----------

結果

TOSHIBA社 Aquilion64 単位:mGy

頭部 基準:列数64、PF 0.828、300mA、FOV S(240mm)、スライス厚 0.5

	表示値(CTDIvol)	測定値(CTDIvol)	誤差(%)
基準	74.3	73.8	0.7
150mA	37.1	36.9	0.7
PF 0.641	96.0	94.7	1.4
列数32(PF0.844)	80.2	77.6	3.4

腹部 基準:列数64、PF 0.828、300mA、FOV L(400mm)、スライス厚 0.5

	表示値(CTDIvol)	測定値(CTDIvol)	誤差(%)
基準	43.8	44.4	-1.3
150mA	21.9	22.1	-1.0
PF 0.641	56.7	56.8	-0.2
列数32(PF0.844)	47.3	46.4	1.9

結果

GE社 CT750HD 単位:mGy

頭部 基準:列数64、PF 0.984、300mA、FOV SmallHead、スライス厚 0.625

	表示値(CTDIvol)	測定値(CTDIvol)	誤差(%)
基準	44.9	52.3	-14.2
150mA	22.4	26.2	-14.4
PF 0.516	89.7	100.2	-10.5
列数32(PF0.969)	53.1	54.5	-2.5

腹部 基準:列数64、PF 0.984、300mA、FOV LargeBody、スライス厚 0.625

	表示値(CTDIvol)	測定値(CTDIvol)	誤差(%)
基準	22.3	25.2	-11.6
150mA	11.1	12.6	-11.9
PF 0.516	44.5	48.2	-7.8
列数32(PF0.969)	26.4	26.3	0.2

結果

TOSHIBA社 Aquilion ONE(64列) 単位:mGy

頭部 基準:列数64、PF 0.828、300mA、FOV S(240mm)、スライス厚 0.5

	表示値(CTDIvol)	測定値(CTDIvol)	誤差(%)
基準	78.9	82.0	-4.1
150mA	37.3	39.2	-5.3
PF 0.641	102.0	105.7	-3.9
列数32(PF0.844)	89.2	89.6	-0.7

腹部 基準:列数64、PF 0.828、300mA、FOV L(400mm)、スライス厚 0.5

	表示値(CTDIvol)	測定値(CTDIvol)	誤差(%)
基準	37.1	35.3	5.2
150mA	17.0	16.8	1.0
PF 0.641	47.9	45.4	5.6
列数32(PF0.844)	41.8	38.4	8.8

結果

TOSHIBA社 Aquilion ONE(320列・腹部) 単位:mGy

CTチェンバ

基準:列数320、FOV L(400mm)、スライス厚 0.5	表示値(CTDIvol)	測定値(CTDIvol)	誤差(%)
300mA	31.9	28.4	12.4
500mA	53.2	48.8	9.1

ファーマーチェンバ

基準:列数320、FOV L(400mm)、スライス厚 0.5	表示値(CTDIvol)	測定値(CTDIvol)	誤差(%)
300mA	31.9	27.8	14.7
500mA	53.2	49.7	7.1

結果

各装置の列数ごとのCTDIvol表示値と実測値の誤差 (平均値)

	64列		32列		320列(腹部)	
	頭部	腹部	頭部	腹部	CTチェンバ	ファーマーチェンバ
TOSHIBA社 Aquilion64	0.9	-0.8	3.4	1.9		
GE社 CT750HD	-12.9	-10.3	-2.2	0.5		
TOSHIBA社 Aquilion ONE	-4.4	3.9	-0.7	8.8	10.7	10.9

誤差(%)

結果

各装置の列数・部位別の実測値CTDIvolの比較

	64列		32列	
	頭部	腹部	頭部	腹部
TOSHIBA社 Aquilion64	73.8	44.4	77.6	46.4
GE社 CT750HD	52.3	25.2	54.5	26.3
TOSHIBA社 Aquilion ONE	82.0	35.3	89.6	38.4

単位(mGy)

結果

装置毎の列数別、PF別の実効スキャン長の比較
(平均値)

	64列		32列	320列(腹部)
	基準 (TOSHIBA: PF0.828) (GE: PF0.984)	(TOSHIBA: PF0.641) (GE: PF0.516)		
TOSHIBA社 Aquilion64	16.3	15.9	13.7	
GE社 CT750HD	14.6	14.1	12.3	
TOSHIBA社 Aquilion ONE	12.9	12.8	11.8	16.0

単位(cm)

考察

各装置によって総ろ過などが異なる

CT被曝線量(DLP)は
CTDIvol × スキャン長となるため
(実効スキャン長)
—(設定スキャン長)
の長さの分だけ、
被曝が増えてしまうことになる。

・実効エネルギーつまり線質が変わってくる
・被曝線量なども変わる
(軟線は被写体での吸収が大きい)

GE社の装置で被曝線量が低く出た理由としては、実効スキャン長が短いこと、実効エネルギーが高いことがあげられる。

考察

コンソール表示被曝線量はメーカーにおいても今回同様の測定結果から得られた値であることに変わりはない

→ 計測における不確かさの程度は不明である

仮に不確かさが5%とする

10%を超える誤差は有意な誤差と判断せざるを得ない

それぞれに応じてCTDIvol、DLPは変化しているため、自施設のCT装置のコンソール表示値と実測値の把握が重要である。

結論

各施設が各装置においてこれらの特徴を把握することにより、コンソール表示被曝線量情報は多少の過大評価過小評価はあるものの概ね不確かさの範囲内である。

ご清聴ありがとうございました。

結果

TOSHIBA社 Aquilion64

単位:mGy

頭部

基準: 列数64、PF 0.828、300mA、FOV S(240mm)、スライス厚 0.5

	表示値(CTDIvol)	測定値(CTDIvol)	誤差(%)	実効スキャン長 _(cm)
基準	74.3	73.8	0.7	16.29
150mA	37.1	36.9	0.7	16.32
PF 0.641	96.0	94.7	1.4	15.10
列数32(PF0.844)	80.2	77.6	3.4	13.72

腹部

基準: 列数64、PF 0.828、300mA、FOV L(400mm)、スライス厚 0.5

	表示値(CTDIvol)	測定値(CTDIvol)	誤差(%)	実効スキャン長 _(cm)
基準	43.8	44.4	-1.3	16.32
150mA	21.9	22.1	-1.0	16.32
PF 0.641	56.7	56.8	-0.2	15.09
列数32(PF0.844)	47.3	46.4	1.9	13.71

結果 GE社 CT750HD

単位:mGy

頭部

基準:列数64、PF 0.984、300mA、FOV SmallHead、スライス厚 0.625

	表示値(CTDIvol)	測定値(CTDIvol)	誤差(%)	実効スキャン長(cm)
基準	44.9[45.0]	52.3	-14.2[-14.0]	14.59
150mA	22.4[22.5]	26.2	-14.4[-14.1]	14.60
PF 0.516	89.7[89.9]	100.2	-10.5[-10.3]	14.11
列数32(PF0.969)	53.1[53.5]	54.5	-2.5[-1.8]	12.26

腹部

基準:列数64、PF 0.984、300mA、FOV LargeBody、スライス厚 0.625

	表示値(CTDIvol)	測定値(CTDIvol)	誤差(%)	実効スキャン長(cm)
基準	22.3[22.3]	25.2	-11.6[-11.3]	14.60
150mA	11.1[11.2]	12.6	-11.9[-11.6]	14.59
PF 0.516	44.5[44.6]	48.2	-7.8[-7.5]	14.11
列数32(PF0.969)	26.4[26.5]	26.3	0.2[0.8]	12.26

結果 TOSHIBA社 Aquilion ONE(64列)

単位:mGy

頭部

基準:列数64、PF 0.828、300mA、FOV S(240mm)、スライス厚 0.5

	表示値(CTDIvol)	測定値(CTDIvol)	誤差(%)	実効スキャン長(cm)
基準	78.9	82.0	-4.1	13.02
150mA	37.3	39.2	-5.3	13.02
PF 0.641	102.0	105.7	-3.9	12.90
列数32(PF0.844)	89.2	89.6	-0.7	11.86

腹部

基準:列数64、PF 0.828、300mA、FOV L(400mm)、スライス厚 0.5

	表示値(CTDIvol)	測定値(CTDIvol)	誤差(%)	実効スキャン長(cm)
基準	37.1	35.3	5.2	12.76
150mA	17.0	16.8	1.0	12.74
PF 0.641	47.9	45.4	5.6	12.66
列数32(PF0.844)	41.8	38.4	8.8	11.73

結果 TOSHIBA社 Aquilion ONE(320列・腹部)

単位:mGy

CTチェンバ

基準:列数320、FOV L(400mm)、スライス厚 0.5

	表示値(CTDIvol)	測定値(CTDIvol)	誤差(%)	実効スキャン長(cm)
300mA	31.9	28.4	12.4	15.99
500mA	53.2	48.8	9.1	15.98

ファーマーチェンバ

基準:列数320、FOV L(400mm)、スライス厚 0.5

	表示値(CTDIvol)	測定値(CTDIvol)	誤差(%)	実効スキャン長(cm)
300mA	31.9	27.8	14.7	15.99
500mA	53.2	49.7	7.1	15.98

謝辞

大阪大学医学部附属病院放射線部

佐藤 和彦 主任技師
 四十物 沙織 技師
 渡邊 朋哉 技師
 遠地 志大 技師

本研究を進めるにあたり、多くのご指導、ご協力をいただきました。皆様には心からの感謝の気持ちと御礼を申し上げたく、謝辞にかえさせていただきます。本当にありがとうございます。

撮影条件

TOSHIBA社 Aquilion64	GE社 CT750HD	TOSHIBA社 Aquilion ONE
基準 列数64 PF 0.828 300mA スライス厚 0.5 150mA PF 0.641 列数32(PF 0.844)	基準 列数64 PF 0.984 300mA スライス厚 0.625 150mA PF 0.516 列数32(PF 0.969)	基準 列数64 PF 0.828 300mA スライス厚 0.5 150mA PF 0.641 列数32(PF 0.844)
FOV S(240mm)...頭部条件 FOV L(400mm)...腹部条件	FOV SmallHead...頭部条件 FOV LargeBody...腹部条件	FOV S(240mm)...頭部条件 FOV L(400mm)...腹部条件 列数320 FOV L(400mm) スライス厚 0.5 300mA 500mA