

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 14 日現在

機関番号：33916

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26870687

研究課題名(和文)320列ADCTを用いた口腔機能評価のための基礎研究

研究課題名(英文)Development of the evaluation method for oral function using 320-ADCT

## 研究代表者

金森 大輔(Kanamori, Daisuke)

藤田保健衛生大学・医学部・講師

研究者番号：70586289

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では320列ADCTを用いて口腔機能評価時のCT撮影条件の検討をおこなった。AIDR 3D(Adaptive Iterative Dose Reduction 3D)を用いた低線量撮影条件を検討したところ管電圧120kV,管電流40mA,3.3秒間の撮影で実効線量1.08mSvであった。また口腔機能評価を目的とし口腔内二重造影を用い画質向上をはかることで可能となった長時間低線量撮影である管電圧120kV,管電流10mA,9.9秒間のCT撮影の検討では実効線量1.5mSvであった。本研究で得られた結果は、320列ADCTを用いた口腔機能評価法の基盤情報となるだろう。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to investigate the evaluation method for oral function using 320-ADCT. We investigated the effect of the latest dose reduction system. We used a tube voltage of 120 kV and a tube current of 40 mA and performed a dynamic volume scan for a period of 3.3 s. The result for the effective dose was 1.08mSv. The oral function CT examination with double contrast method conditions is tube voltage of 120 kV and a tube current of 10 mA and performed a dynamic volume scan for a period of 9.9 s. The result for the effective dose was 1.5mSv. The results obtained in this study would become the useful information when we reconsidered the radioprotection and the optimization of oral function CT examinations.

研究分野：医歯薬学

キーワード：医用画像情報学 口腔機能 CT被ばく 嚥下機能 リハビリテーション医学

1. 研究開始当初の背景

2008 年にはじめて報告された 320 列 ADCT は等時相撮影が可能となり、同一部位を連続的または間欠的に複数回撮影することで 3 次元データを動的解析し表示することが可能となった。従来、食塊を口腔や咽頭、食道へ送り込む嚥下動態機能は嚥下造影検査、内視鏡検査で取得した 2 次元画像をもとに評価してきた。一方、320 列 ADCT を用いた嚥下検査で取得できる画像は、頸部領域を任意の方向から多断面再構成画像、3 次元画像で経時的に動態観察が可能であるため、複雑に生じる嚥下の事象を正確に計測可能な利点をもつ。それらの研究からも嚥下運動の発現順序やメカニズムに関して新たな知見を報告している。我々はこれまでに嚥下 CT における被ばく線量評価の報告を行った。結果は 1 回の撮影で 1.47mSv で嚥下造影検査の 1.6 倍程度の被ばくであった。既報告した検査条件は咀嚼を伴わない嚥下様式であり、咀嚼を伴った嚥下評価をするには、現在の撮影時間より長時間となりまた顎運動や舌運動などもよりダイナミックな動きをとると考える。そのため患者被ばく線量、画質、計測値に与える影響を明確にして、撮影技術を学術的に最適化し、口腔機能を評価する新たな手段として確立するための基盤を整えることが必要である。

2. 研究の目的

本研究は、最新の 320 列 ADCT を使用することで成功したリアルタイムでの運動解析を口腔機能評価に応用するために撮影条件の決定をし、被ばく線量、画質、計測値へ与える影響を明確にすることで、撮影技術の学術的な最適化を成し遂げ、口腔機能を評価するための新たな検査方法として 確立することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 低線量撮影最適条件の決定

320ADCT を用い嚥下 CT 検査を実施する。CT 撮影の実施に当たってガントリーを 22° 傾斜させ嚥下 CT 専用のリクライニング椅子を用いて撮影をする。撮影当初と比較し CT 装置のハードウェア的な改良点として回転速度が 0.35 から 0.275 秒となっている。ソフトウェア的な改良としては AIDR 3D(Adaptive Iterative Dose Reduction 3D)が搭載されたことである。AIDR3D は逐次近似応用再構成を応用した最新の被ばく低減再構成法で、同画質の画像をより低線量で得ることができる。同技術を用いて低線量被ばく最適条件を決定する。撮影は 0.275 秒の 1 回転のみで電圧は 120kV 固定とし電流を 60,40,30,20,10mA と変化させ撮影を行う(表 1)。得られたデータから、320-ADCT 付属ワークステーションおよび Ziosoft Ziostation2 にて解析する。画像解析には誤嚥の有無や声帯閉鎖の指標として使われる輪状披裂関節 (CAJ: Cricothyroid Joint) を画質の評価として用いる(図 1)。画質評価は 5 つの撮影条件から AIDR3D のあり、なしの画像を作成し検討を

行った。

表 1 撮影条件

電圧 (kV)	電流 (mA)	mAs	CTDIvol (mGy)
120	10	2.75	0.6
120	20	5.5	1.2
120	30	8.25	1.8
120	40	11	2.4
120	60	16.5	3.5



図 1 輪状披裂関節 (CAJ: Cricothyroid Joint)

(2) 被ばく線量の検討

低線量最適撮影条件における被ばく線量の評価を、人体型ファントム (Alderson RANDO® Phantom RAN-110 型. The Phantom Laboratory., NY, USA) を用いた TLD (thermo luminescent dosimeter) 法で行った。人体型ファントムの頭部から生殖腺部まで TLD 素子 (MSO-S. Kyokko., Tokyo, Japan) を計 186 本設置した。ファントムの表面に TLD 素子 3 個を 1 セットとし計 39 セットを設置した(図 2)。内部には 69 本設置した。エックス線照射後、TLD リーダ(Kyokko Model 3000. Kyokko., Tokyo, Japan)で TLD 素子を読み取り、吸収線量を算出した。



図 2 線量測定ファントム

(3) 咀嚼を伴う嚥下での CT 撮影条件の決定  
咀嚼を伴う嚥下の CT 撮影では長時間の撮影となるため従来撮影方に加え低線量口腔内 2 重造影法を用いて検討した。被検物は CT 値陰性の Oil および CT 値陽性の pasta, バリウムとした。撮影条件は低線量最適撮影条件である 120kV40mA と 120kV10mA 口腔内 2 重造影なし, 120kV10mA 口腔内 2 重造影ありの 3 種類とした。撮影された画像を用い画像評価を行った。

#### 4. 研究成果

##### (1) 低線量撮影最適条件の決定

AIDR3D は統計学的ノイズモデルとスキャナーモデルから, CT 装置及び撮影条件ごとに異なる複数種のノイズモデルを考慮し, 収集された投影データ上でノイズやストリークアーチファクトのみ効果的に除去, さらに 3 次元アナトミカルモデルを用い, それぞれの部位に合わせたノイズ低減を行うことで低線量撮影であっても画質の向上を目指した技術であり嚥下 CT でも有用であった (図 3)。

表2 CAJが確認可能な割合

電流 (mA)	AIDR 3D	CAJ 確認可能な割合 (%)
10	なし	0
	あり	0
20	なし	0
	あり	25
30	なし	25
	あり	75
40	なし	75
	あり	100
60	なし	100
	あり	100

n=4

CAJ が確認可能であった低線量最適撮影条件は 120kV, 40mA, AIDR3D 有りであった。低線量最適撮影条件で撮影された画像全フレーム中の CAJ が確認できた割合を求めたところ食塊の位置が口腔にあるときで 85.1%, 咽頭で 85.3%, 食道で 95.3% 全体で 90.4% であった。

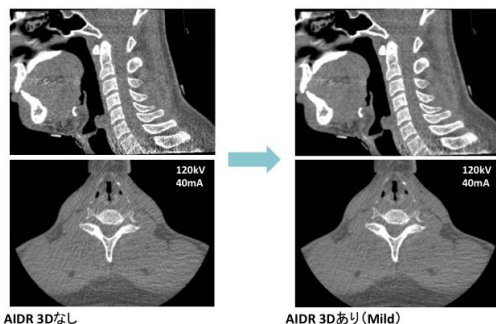


図3 AIDR 3Dの有無による違い

##### (2) 被ばく線量の検討

低線量最適撮影条件である 120kV, 40mA, 3.3 秒間の被ばく線量測定を行った結果を示す (表 3, 4)。実効線量は 1.08mSv であった。

この値は過去に我々が報告した 320-ADCT を用いた嚥下 CT 撮影 (120kV60mA 3.15s/9rot) の被曝線量 1.65mSv の 3 分の 2 程度であり, 1 回の VF (5 分間) における被曝線量 1.05mSv と同等であった。皮膚の表面線量は最大でも 28.1mGy であり 1000mGy 以上の被ばくで発症するとされる急性放射線症候群のしきい値を大きく下回っていた。

表3 被ばく線量

	組織加重係数	吸収線量 (mGy)	実効線量 (mSv)
骨髄		0.03	0.003
結腸	0.12	1.15	0.138
肺		-	-
乳房		-	-
その他		-	-
胃	0.08	0.09	0.007
生殖腺		0.01	0.001
膀胱		0.02	0.001
食道	0.04	2.91	0.117
肝臓		0.13	0.005
甲状腺		10.65	0.426
骨表面		-	-
頭部	0.01	12.32	0.123
唾液腺		25.29	0.253
胸部	0.01	0.44	0.004
皮膚		0.02	0.000
生殖腺部			0.000
合計			1.08

表4 入射表面線量

	右	左	正面	背面
眼下	25.69	22.97	-	-
耳下	26.30	27.88	-	-
首1	25.59	28.07	22.81	25.57
首2	20.90	21.43	25.30	17.96
甲状腺	11.40	8.51	10.66	13.09
首3	3.80	3.50	-	-
胸部1	0.45	0.42	0.67	0.60
胸部2	0.36	0.35	0.51	0.45
胸部3	0.28	0.25	0.35	0.37
胸部4	0.25	0.22	0.27	0.24
生殖腺	0.04	0.03	0.03	0.01

(mGy)

(3) 咀嚼を伴う嚥下での CT 撮影条件の決定  
口腔機能評価をするには一般の嚥下 CT より長時間の検査となるため撮影条件の工夫が必要となる。口腔内 2 重造影は画質向上に有効であると考えられた (表 5)。

表5 撮影条件と画質評価

	120kV40mA	120kV10mA 2重造影なし	120kV10mA 2重造影あり
亜麻仁油	△	△	○
pasta	△	×	△
バリウム	○	○	○

○: 評価者2名とも良い △: 評価者1名良い ×: 評価者2名とも悪い

口腔内機能評価の撮影条件としては 120kV, 10mA 2 重造影が有効であった。長時間低線量最適撮影条件で被ばく線量測定の結果は実効線量 1.5mSv であった (表 6)。

320 列 ADCT を用いた口腔機能評価により顎運

表6 咀嚼を伴う嚙下での被ばく線量

測定臓器	TLD素子数	F-factor	平均組織吸収 線量[mGy]	等価線量 H <sub>eq</sub> [mSv]	組織加重係数 W <sub>r</sub>	実効線量を求 めるための値
皮膚	39	1.0000	3.82	3.92	0.01	0.04
脳	6	1.0644	3.05	3.05	0.01	0.03
唾液腺	2	1.0644	15.76	15.76	0.01	0.16
唾液腺(体表面)	12	1.0000				
膀胱	4	1.0644	0.01	0.01	0.04	0.00
食道	6	1.0644	1.82	1.82	0.04	0.06
甲状腺	2	1.0000	17.15	17.15	0.04	0.69
甲状腺(体表面)	6	1.0000				
肝臓	9	1.0644	0.10	0.10	0.04	0.00
脾臓	2	1.0000	0.01	0.01	0.08	0.00
膵臓	3	1.0000	0.02	0.02	0.01	0.00
肺	23	0.8971	1.75	1.75	0.12	0.21
乳房	6	1.0000	0.28	0.28	0.12	0.03
乳腺	15	1.0644	0.03	0.03	0.12	0.00
胃	6	1.0644	0.12	0.12	0.12	0.01
十二指腸	6	0.9679	4.83	4.83	—	—
腸(小、中、大、直腸、肛門、肛門、肛門、肛門、肛門)	23	1.0644	2.09	—	0.12	0.25
合計TLD素子数	169					1.50

測定の臓器	心臓	眼	前立腺	小腸	膀胱	口腔粘膜	腎臓
TLD素子数	4	2	3	4	3	3	4
平均吸収線量[mGy]	0.38	0.08	0.00	0.02	0.06	13.21	0
平均値の平均				1.97			
F-factor				1.0644			
平均組織吸収線量				2.09			

動や舌運動のダイナミックな動きを高精細な3D画像として得ることが可能であった。口腔機能の評価にはCT値が口腔組織と異なる食塊が適しておりCT値を調整したバリウムなどが適切であると考えられた。本研究の結果から120kV10mAで2重造影を行うことで被ばく低減し画像の解像度を保った状態で検査が可能であった。撮影時間など今後さらなる撮影条件の最適化が必要と考えられた。

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0件)

[学会発表](計4件)

金森大輔, 藤井直子, 稲本陽子, 鈴木昇一, 小林正尚, 片岡由美, 片方明男, 山本有香, 藤井健二, 片田和広, 才藤栄一: 嚙下CTにおける術者の散乱線被ばくの検討 Advanced CT・MR 2015

金森大輔, 加賀谷齊, 稲本陽子, 藤井直子, 永田千里, 坂口貴代美, 園田茂, 才藤栄一: 口腔機能評価のためのCT撮影条件の検討 第21回日本摂食嚙下リハビリテーション学会学術大会

金森大輔, 永田千里, 坂口貴代美, 中川量晴, 岡本美英子, 松尾浩一郎, 中田悠, 鈴木瞳, 渡邊理沙: 320-ADCTを用いた低線量撮影条件における被ばく線量の検討 -CBCTとの比較- 第32回日本障害者歯科学会学術大会

Kanamori D: ADCT Scan Conditions for Exposure Dose Reduction in Dental Imaging. ECR2016, Vienna Mar. 2-6, 2016.

[図書](計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

名称:

発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

取得状況(計0件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
取得年月日:  
国内外の別:

[その他]  
ホームページ等  
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

金森大輔 (KANAMORI, Daisuke)

藤田保健衛生大学・医学部・講師

研究者番号: 70586289

(2) 研究分担者

( )

研究者番号:

(3) 連携研究者

( )

研究者番号: