

LSCT ファントムを用いた胸部CT検診における

撮影条件の定性評価による検討

市立甲府病院	中央放射線室	古屋 研
市立甲府病院	放射線科	斉藤 彰俊
山梨大学 医学部	放射線医学講座	南部 敦史
山梨大学 医学部	放射線医学講座	荒木 力

要旨：LSCT ファントム（Lung cancer Screening CT Phantom）LSCT001型（京都科学）を用いて、胸部CT検診画像の撮像条件の検討を行なった。胸部CT検診画像を定性的に評価し、より精細な画像作成を行うことは要精検率を下げることに伴い、胸部CT検診における被曝の低減に役立つと考える。

Key words：胸部CT検診，LSCTファントム，被曝の低減

はじめに

肺癌は近年、わが国の悪性新生物死亡率の1位となり、その診断、治療の重要性は、ますます注目を浴びてきている。それに伴い、CTにおける肺がん検診が開始されて、その必要性はゆるぎないものとなった。米国でのELCAP(Early Lung Cancer Action Project)の検討では、初回CT型検診における肺癌発見率は2.7%と従来型検診を大きく上回った。さらにCT型検診においては、I期の肺癌の発見率が79%と高く、早期癌発見への有用性が示された¹⁾。しかし、わが国における胸部CT検診の低線量撮影条件には、はっきりとした根拠に基づいた評価がなく、またCT検診の現状での偽陽性率の高さによる要精検率の増加は、被検者に不必要な被曝と肉体的、精神的、経済的負担を与えている。

今回我々は、胸部CT検診における撮影

条件の検討を定性的に行い、被曝の低減と画質の精度の向上を考え、その両方から評価できる撮影条件の検討を行った。

対象と方法

1. 使用機器

CT装置：Hispeed Advantage SG
(GE Medical Systems)

2. 使用ファントム

LSCTファントム（Lung cancer Screening CT Phantom）LSCT001型（京都科学）

LSCTファントムは、身長175cm、体重75kg、の男性ボランティアのデータを元にして作られた人体と同等の吸収線量を持つ胸部ファントムである。ファントム中には、コントラストがバックグラウンドの模擬肺胞に対し、 $\Delta CT=100HU$ （以下すりガラス濃度結節と呼ぶ。）と $\Delta CT=250HU$ （以下高

濃度結節と呼ぶ。)となる2種類の模擬腫瘍が両肺野の肺尖部, 気管支分岐部, 肺底部にそれぞれ直径2~10mm (2mm step)で, 5段階埋め込まれている²⁾。

すりガラス濃度結節 高濃度結節



3. 撮像方法

管電圧 120 kV_p, mAs 値 24, 32, 40, 80, 160 mAs (1, 0.8 sec/rot.), スライス厚 5, 7, 10mm, ピッチ 1, 1.5, 2, と変えた時の全条件において全肺野のヘリカルスキャンを行った。

4. 評価方法

- 定性評価法

それぞれの条件下において, 2種類の模擬腫瘍が撮影されている画像をウインド幅 2000 ウインドレベル-700 でフィルムにプリントし, 2名の胸部画像診断医により, 画像のノイズの評価, ノイズやアーチファクトを含めた画質全体の評価, 結節の検出個数, 検出した最小結節についての診断確信度を評価した。また, 結節の診断確信度については, 結節の大きさで重み付けするため, 検出結節の個数×5+確信度で点数化し, すべての評価項目に対して, 2者の合計の値を mAs, ピッチ, スライス厚で比較した (Kruskall-Wallis 検定)。また, 有意差のあったものについては, 相対するパラメータ値の比較検討もおこなった (Mann-Whitney 検定)。

5. 息止め時間計測の対象と方法

当院で胸部 CT を行った検診対象となる年齢のうち, 胸部疾患の認められない男性 100人, 女性 100人, 計 200人の仰臥位における息止め時間を測定した。

また, 500人の肺のヘリカルスキャンを行った被検者を対象に, そのスライス枚数より肺の平均の大きさを求めた。

6. CTにおける被曝の指標

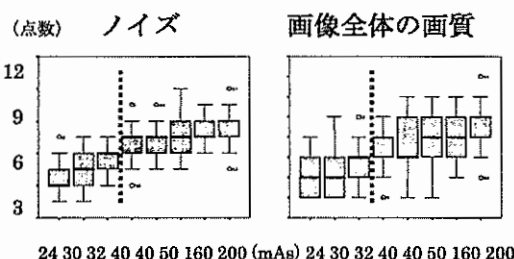
CTによる被検者への被曝は, 一般的な評価方法として, ICRPにおける便宜的な CTDI (computed tomography dose index) が用いられ, この CTDI にその中心線量と周辺線量の重み付けをして評価した値 CTDI_w及び, スキャン範囲の総合的な被曝線量を示す DLP (dose length product)³⁾は, 一般的な数値をスキャン時に Modarity に表示している。

この CTDI_w, DLP を被検者の被曝の指標として用いた。

結果

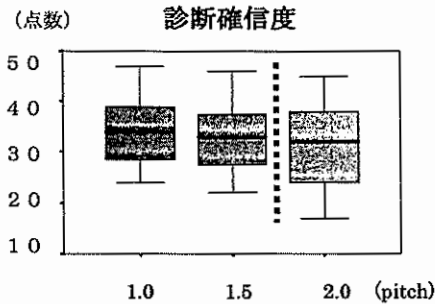
(定性的評価)

1. mAs 値の違いによる結節の診断検出能
検出個数, 診断確信度共に, 高濃度結節, すりガラス濃度結節において有意差は認められなかった。また, 見た目の評価においては, ノイズ及び画像全体の画質共に, 32mAs と 40mAs の間で有意差を認めた。



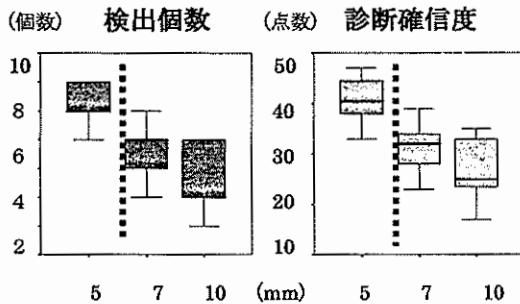
2. ピッチの違いによる結節の診断検出能

高濃度結節において、有意差は認められなかったが、すりガラス濃度結節における診断確信度は、1.5と2.0の間で有意差を認めた。



3. スライス厚の違いによる結節の診断検出能

高濃度結節においては、検出個数に7mmと10mmの間で有意差を認めた。また、すりガラス濃度結節において、検出個数及び診断確信度共に、5mmと7mmの間で有意差を認めた。



4. 息止め時間の検討

最小時間 19 sec, 最大時間 88 sec, 平均 35.39 sec で、19sec と 32sec の間に 51% の人が分布している。また、95% の人が 23sec の息止めが可能な結果となった。

また、肺のヘリカルスキャンを行った 500

人の被検者を対象に、そのスライス枚数より肺の平均の大きさを求めると、29.5cm となり、その時のそれぞれの撮影条件における撮影枚数と息止め時間、CTDI_w(mGy)、DLP(mGy・cm)の値は以下のものであった。

撮影枚数	息止め時間	CTDI _w	DLP
120kVp 50mAs 10mmthickness pitch2.0			
30	12.4	1.85	57.51
120kVp 40mAs 5mmthickness pitch1.5			
60	32.3	2.00	60.45
120kVp 32mAs 7mmthickness pitch1.5			
42	22.7	1.60	47.56
120kVp 40mAs 7mmthickness pitch1.5			
42	22.7	2.00	59.45

考察

LSCT ファントムを用いて撮像条件を変え、模擬腫瘍を評価した。実際は、高濃度結節及びすりガラス濃度結節は左右共に5つずつ存在するのであるが、一番小さい2mmの腫瘍は認識が困難であり、事実上4つの腫瘍の評価となった。

mAs 値を変えて撮影した画像の評価では、高濃度結節及びすりガラス濃度結節共に検出個数、診断確信度において有意差は認められず、見た目の評価においてノイズ、画像全体の画質共に、32mAs と 40mAs の間で有意差を認めた。またピッチにおいては、高濃度結節での有意差は認められなかったが、すりガラス濃度結節の診断確信度において、1.5と2.0の間で有意差を認めたため、1.5以下が妥当であると考えた。またスライス厚において高濃度結節の検出能は、10mm と 7mmの間で有意差を認め、すり

ガラス濃度結節においては7mmと5mmの間で有意差を認めたとしたが、息止め時間を考慮し7mmが妥当であると評価した。これらの結果においては、SD値及びパーシャルボリューム効果が画像に影響を及ぼしていると考えられる。このことは、定量的に評価し検討する必要があると思われる。

息止め時間の検討の結果によると、1回の呼吸により撮影可能な時間は23秒以下であり、平均的な肺の大きさとする29.5cmを撮影可能なピッチ、スライス厚を考えると、CT検診で推奨されている120kVp / 50mAs / 10mm thickness / pitch2.0⁴⁾においては、スライス時間が平均で12.4 secと短く、実用的ではあるが、スライス厚、ピッチの両方において画質の評価が低い。このため、スライス厚、ピッチを低くし、1回の呼吸で撮影が可能な7mm thickness / pitch1.5が妥当であると考えられる。これにより、撮像枚数も増加し、より小さい腫瘍への診断能も上がる。また、被曝の面から考えると現在の検診においては、総被曝線量57.51mGy・cmであるため、40mAsの59.45 mGy・cmは1.94mGy・cmと多少増加するが、ほぼ同等と評価できる。また、32mAsの47.56 mGy・cmのほうが被曝は低く評価的ではあるが、見た目の評価において、32mAsと40mAsの間で有意差を認めるため、検出及び診断確信度への影響はないが、定量的評価との比較検討が必要と考え、120kVp/ 40mAs/ 7mm thickness/ pitch1.5が適切であると評価した。

結語

現在CT検診で推奨されている撮像条件の定性的な検討を行った。その結果、低線

量でかつ息止めを考慮し、画質を向上することが可能な条件として、

120kVp/ 40mAs/ 7mmthickness/ pitch1.5が適切であると考えた。この条件により、CT検診において問題とされる偽陽性率が下がり、要精検率の向上が期待できる。今後は、このデータに定量的な評価を加え、撮影条件の信憑性を図り臨床への適応を検討する予定である。

参考文献

- 1) 山本 鼎：検診の実際. 臨床画像 4, Vol.19, No.4 : 378(26), 2003.
- 2) 津田 雪裕：Lung Cancer Screening CT(LSCT)用ファントムの開発
- 3) 社団法人 日本放射線技師会：X線CT. 医療被曝ガイドライン. 医療科学社：52-56, 2002.
- 4) 柿沼 龍太郎ほか：肺癌検診での結節の診断基準. 臨床放射線 3, Vol.49, No.3 : 369, 2004.