

○ プロジェクト研究0220-1

研究課題 「核医学のリハビリテーション医療への利用に関する研究」

サブテーマ 「医療被曝におけるリスク・ベネフィット解析」

○研究リーダー 放射線技術科学科 教授 加藤和明

○研究分担者 放射線技術科学科 助手 佐藤勝

(2名) 放射線技術科学専攻 修士2年 村野剛志

○研究年度 平成15年度

(研究期間) 平成14年度～平成15年度(2年間)

1. 研究目的

放射線被曝による平均余命短縮(縮命)の算出には既存のソフトが存在(放医研 土居)しているが、実効線量での評価であり、また被曝時年齢が40歳代までの若年層に限定してある。そこで、医療に適した等価線量で評価できるように、そして全年齢で評価できるように改良を行う。改良したソフトを利用し、LSCTによる肺癌検診と、現在主として臨床で用いられているシングルスライスCT (SDCT) およびマルチスライスCT (MDCT) を仮に肺癌検診に用いた場合を比較し、被曝によるリスクと検診によって肺癌を発見して治療を行うことにより得られるベネフィットを、平均余命の伸縮という共通の測度(measure)で評価する。また、<sup>18</sup>FDG PET検査 が2003年4月より保険診療に認可され、急速に普及すると考えられる。しかし、癌罹患率の低い若年層のリスクが大きい可能性がある。そこで、肺癌検診と同様に<sup>18</sup>FDG PET癌検診について、年齢・性別毎のベネフィット・リスク比を試算する。

2. 研究方法

①実効線量から縮命を算出する既存のソフトは、外挿によって求めた被曝時年齢50歳以降のリスク推定値を付け加えることにより被曝時年齢を全年齢に対応させた。また、リスク推定値を各部位のリスク推定値に変えることにより、等価線量から縮命が算出できるようにした。被曝による縮命の評価にはこのソフトを使用した。

②肺癌検診における救命数の算出には、飯沼の式<sup>1)</sup>を用いた。被曝線量は、LSCT1.4mSv、SDCT8.6mSv、MDCT18.8mSv (実効線量換算、実際は等価線量で評価)とした。

救命数(N) = 年齢階級別受診者数(P) × 年齢階級別の各癌罹患率(D)

×スクリーニング検査感度(Fs) × 精検受診率(S) × 精検感度(Fd)

× [検診群の生存率(Ws) - 外来群の生存率(Wo)]

救命人年(NT) = 救命数(N) × 平均余命(T)

③<sup>18</sup>FDG PET癌検診における救命数の算出には以下の式を用いた。

各癌の救命数(N') = 年齢階級別受診者数(P) × 年齢階級別の各癌罹患率(D) × FDG PET感度

× (検診群の5年生存率 - 外来群の5年生存率)

全癌の救命数(N) = Σ 各癌の救命数(N') 救命人年 = 全癌の救命数(N) × 平均余命(T)

被曝線量は1.9 μSv/Mq (実効線量換算、実際は等価線量で評価) × 260MBq投与とした。

3. 研究結果

①放射線被曝に起因する縮命を算出するデータの改良

癌年死亡確率を $dp/du$ 、リスク係数を $r_m$ 、被曝線量(実効線量)を $D_E$ 、癌死のバックグラウンド率を $B(u)$ 、線量効果係数を $d$ 、平均余命を $T$ とおくと、寿命損失 $S$ は以下の式で表される。

$$\frac{dp}{du} = r_m \cdot D_E \cdot B(u) / d \quad S = \int \frac{dp}{du} \cdot du \cdot T$$

$r_m$ に被曝時年齢50歳代以降の値を加えることによって全年齢で評価することが可能となった。上記の評価式を以下のように改良することにより等価線量から評価することが可能となった。 $D_H$ は等価線量とする。

$$\frac{dp}{du}_i = r_m \cdot D_H \cdot B(u) / d \quad S_i = \int \frac{dp}{du}_i \cdot du \cdot T \quad S = \sum S_i$$

②LSCT、SDCT、MDCTのベネフィット・リスク比の評価(表1)

③<sup>18</sup>F<sub>2</sub>FDG PET癌検診のベネフィット・リスク比の評価(表2)

表1 CTの種類別ベネフィット/リスク比

(等価線量での評価)

年齢	ベネフィット/リスク					
	LSCT		SDCT		MDCT	
	男	女	男	女	男	女
20~24	0.08	0.04	0.01	0.01	0.01	0
25~29	0.11	0.09	0.02	0.01	0.01	0.01
30~34	0.31	0.11	0.06	0.02	0.04	0.01
35~39	0.83	0.18	0.16	0.03	0.1	0.02
40~44	1.81	0.53	0.34	0.09	0.16	0.06
45~49	2.58	0.8	0.49	0.13	0.23	0.09
50~54	4.12	1.93	0.72	0.32	0.37	0.22
55~59	6.92	1.92	1.21	0.32	0.62	0.22
60~64	16.88	4.22	2.93	0.71	1.52	0.49
65~69	26.28	5.12	4.56	0.86	2.36	0.6
70~74	53.88	13.2	9.5	2.24	4.94	1.77
75~79	52.2	12.77	9.2	2.16	4.79	1.71
80~84	194.33	39.47	38.26	6.99	18.11	4.48
85~89	129.29	30.92	25.46	5.48	12.05	3.51

表2 <sup>18</sup>F<sub>2</sub>FDG PET癌検診の

ベネフィット/リスク比

	ベネフィット/リスク	
	男	女
20~24	0.07	0.0968
25~29	0.09	0.2208
30~34	0.26	0.4762
35~39	0.53	0.9505
40~44	1.44	1.7882
45~49	2.22	2.2385
50~54	5.27	3.7386
55~59	7.35	3.6079
60~64	17.89	5.8079
65~69	24.12	6.4642
70~74	52.68	12.112
75~79	48.25	10.773
80~84	199.43	30.022
85~89	141.8	21.892

4. 考察(結論)

LSCTによる肺癌検診と、現在主として臨床で用いられているSDCTおよびMDCTを仮に肺癌検診に用いた場合のベネフィット・リスク比を比較すると、LSCTによる肺癌検診が低い年齢から1を超えており、肺癌検診としてLSCTを用いることは有効であると考えられる。<sup>18</sup>F<sub>2</sub>FDG PET癌検診におけるリスク・ベネフィット解析では、ベネフィット・リスク比が1を超える年齢は男女ともに40~45歳であった。これ以降の年齢で検診が有効であると考えられる。一般に癌罹患率は女性の方が低いため、ベネフィット・リスク比が1を超える年齢は男性よりも上になると予想していた。しかし、<sup>18</sup>F<sub>2</sub>FDG PET

癌検診では女性に多い甲状腺癌や乳癌を良く発見できること、また<sup>18</sup>FDGは尿路で排泄されるため、前立腺癌を発見することが困難であることから女性に有利に働いたと考えられる。

#### 5. 学会等での研究発表

村野剛志, 館野之男, 飯沼武, 加藤和明 医療被曝におけるリスク・ベネフィット解析 日本放射線管理学会  
第2回 学術大会 (つくば市), 平成15年12月

#### 6. 参考文献

1)飯沼武：日本医師会雑誌、124、361-366、(2000).