

## PET 検査における放射線業務従事者の被ばくの変化

佐々木敏秋、世良耕一郎

岩手医大サイクロトンセンター  
岩手県岩手郡滝沢村留が森 348-58

### 1 はじめに

昨年（平成 16 年）8 月から法律が変わり、既存の PET 施設は診療用放射性同位元素（陽電子断層撮影診療用放射性同位元素）設備届の提出が必要となった。その設備届の中で新たに陽電子待機室が必要となった。この法律に準拠すると、FDG-PET 検査を受ける患者は、FDG 静注後に陽電子待機室で待機しなくてはならない。今までは、当センターは待機室を設けていなかった。FDG 静注後の患者は PET 検査室からおよそ 10 メートルのところで PET-SCAN 開始まで待機させていた。それは PET 検査を受ける患者の不安を解消するとともに、放射線業務従事者に対する患者からの被ばくを少なくするためであった。しかし、今まで患者を待機させていた場所は、今回の法改正により待機室としては使用できなくなった。新たに管理区域内に待機室を設ければならなくなった。しかし、この待機室からの患者と放射線業務従事者との距離はおよそ 2.5 メートルと短くなり、患者からの被ばく増加が予想される。この法律改正後の従事者の被ばくを測定し、法律改正前と同じ期間で比較した。

### 2 目的

FDG 投与後の患者は、今まで看護師が PET 検査室からおよそ 10 メートルのところに連れて行き、そこで PET-SCAN 時間まで待機させていた。その場所は患者がくつろげる場所であり、患者自身の休憩場所として理想的な場所であった。また、PET 検査室から 10 メートルという距離は、従事者の被ばく軽減という点から充分過ぎるほどの距離である。今回の法律改正により、FDG を静注した患者を従来場所ではなく、新たな待機室に移動することで患者の動線を変化せざるを得なくなった。その変化に伴って、放射線業務従事者の被ばく線量も変化すると思われる。特に、看護師が通常の PET 検査時にいる場所が FDG 投与後の患者の待機場所から近いため、被ばく量が増加すると思われる。この被ばく量の変化を、法律改正前後の 4 ヶ月で放射線業務従事者の被ばくを比較する。また、RI を扱う作業の中で、個々の作業の被ばくがどの程度あるのかを把握していない従事者も多く存在したため、各作業でどの程度の被ばくがあるのかも測定した。

### 3 方法

RI 作業を行う施設では、個人ごとに被ばく管理を行っている。当センターでも行って、ガラスバッジメーカーにガラスバッジを毎月送り、その報告書で管理している。他にもポケット線量計で記録し、被ばく管理を行う方法がある。今回は、ガラスバッジメーカーの報告書からの結果を法律改正前と法律改正後とで比較する。また、個々の RI を扱う作業がどの程度あるのかは、線量計 ALOKA PDM-102、PANASONIC ZP-141 を使用し、その都度記録した。測定部位は、ガラスバッジは胸部、腹部、指、線量計は胸部、腹部、手、指である。

### 4 結果、考察

新しく待機室を設けた場合の PET 操作室から患者が待機している患者までの距離は、近いところで 2.5 メートルであった。

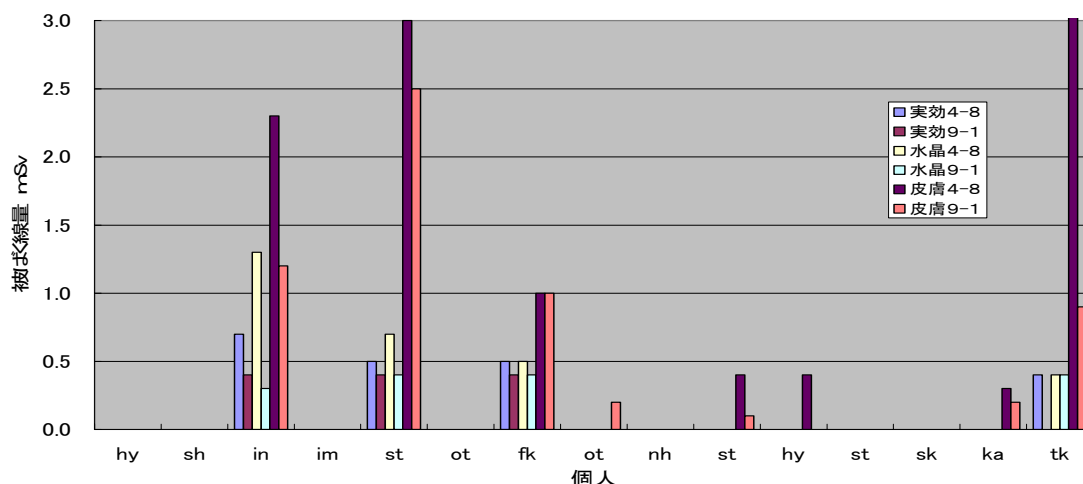


図1 それぞれの放射線業務従事者の被ばく

図1は4-8月合計と9-1月合計を月数で割ったものである。グラフは実効線量、水晶体、皮膚の順でそれぞれ4月から8月の平均被ばく線量、9月から1月までの被ばく線量としている。対象者は医師、歯科医師、看護師、放射線技師、PET製剤合成の薬剤師である。

通常、ガラスバッジで測定される被ばく線量はPET検査では非常に少ないため、対象月数を合計して表示すると、被ばくが多い少ないがわかりやすい。しかし、ガラスバッジメーカーの表示は一ヶ月となっているため、今回は月の平均値で示すこととした。図1を見ると、実効線量、水晶体、皮膚ともに4月から8月は、後の9月から1月と比較して減少していることがわかる。患者との距離は確実に少なくなっているにもかかわらず、被ばく線量は減っている。図1の被ばくはFDGのみの患者からの被ばくのみではなく、0-15のガス、H<sub>2</sub>O、NMSP、FMZ等の他のPET検査を行った被ばくも含まれている。しかし、調査期間が4ヶ月と比較的長いこと、メンテナンス等のPET検査を行わない期間、サイクロトロン、CBB、PET装置の故障によるPET検査中止等のPET薬剤に触れないための被ばく量の変化は両方の対象期間に存在する。この調査の間に放射線業務従事者に対して変化したのは、FDGの待機室設置による被ばく量の変化であると考えられる。PET薬剤を合成する従事者は設置された待機室とは離れて作業しているため、この待機室による影響を常に受けるのは看護師と放射線技師である。よってPET薬剤合成

者は除きおもに患者と接する看護師、放射線技師を中心に測定することとなった。

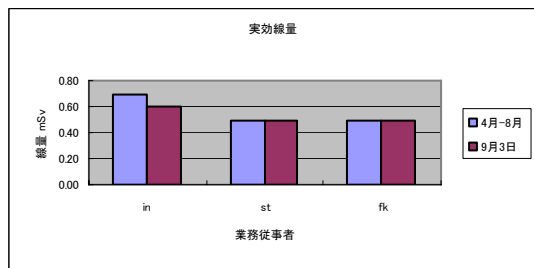


図 2

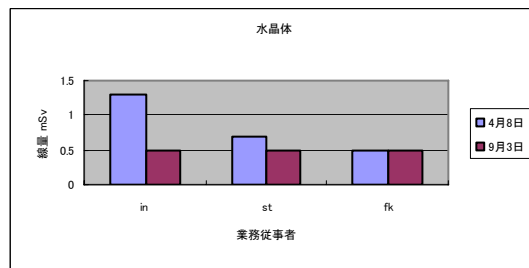


図 3

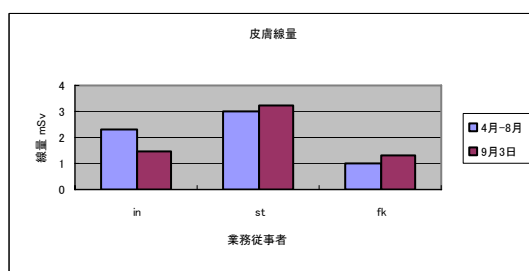


図 4

図 2-4 は看護師 2 名、放射線技師 1 名、それぞれ 4 ヶ月間の月平均被ばく量の変化である。実効線量、水晶体線量、皮膚線量ともに、ほとんどは同じかあるいは減少している。図 4 で 2 名の皮膚線量が若干増加しているのみである。なぜ実効線量が減少したかを検証する必要がある。しかし、これは被ばく線量の月平均であるため、単に PET 検査数が減少しても被ばく量は減少することとなる。そこで PET 検査数を示すこととした。

表 1 対象月の検査数

種類	FDG	NMSP	H2O+NMSP	FMZ	GAS+H2O	TOTAL
4-8 月	41	22	7	0	22	85
9-1 月	38	16	4	1	29	84

PET 検査数を表 1 に示した。PET 検査数は FDG がやはり多いが、対象月は 3 件減少、NMSP 6 件減少、しかし、GAS+H<sub>2</sub>O は増えており、総合的には 1 件減少しているのみであった。そこで、この調査期間中に被ばくの面で変化したものは、FDG 検査時の待機室の変化と考えることが出来る。今回の調査で、被ばく量が減少したのは驚きである。考えられる原因としては 3 つあげられる。一つ目は、看護師の場合は、FDG 注入後今までは別室の直線で約 10 メートルの場所に引率していたが、それがなくなったこと。FDG 注入直後に引率していたため、まだ患者に FDG が多く残っている。その患者に接近する時間が減少した。二つ目は、待機室は PET 室を使用することも出来るため、PET 検査が 1 人という場合には PET 検査室で FDG を静注し、そのまま PET 装置の上で待機している。この二つが FDG 静注後すぐに患者に近づくことがなり被ばく減少につながったと考えられる。

表 2 FDG の 1 検査ごとの被ばく量 (単位 mSv)

FDG	MEAN	MAX	MIN
医師胸	6	11	1
医師指	141	314	50
ナース F 胸	8	11	2
ナース F 腹	8	23	1
ナース I 胸	5	6	2
ナース I 腹	3	4	0
技師手首	120	374	25
技師胸	13	30	3

表 3 GAS+H<sub>2</sub>O の 1 検査ごとの被ばく量 (単位 mSv)

GAS+H <sub>2</sub> O	MEAN	MAX	MIN
医師胸	4	8	1
ナース F 胸	4	11	2
ナース F 腹	3	23	1
ナース I 胸	10	17	4
ナース I 腹	4	10	2
技師手首	3	3	1
技師胸	3	6	1

表 4 NMSP の 1 検査ごとの被ばく量 (単位 mSv)

NMSP	MEAN	MAX	MIN
医師胸	8	6	1
医師指	234	433	224
ナース F 胸	7	13	6
ナース F 腹	3	23	1
ナース I 胸	7	17	4
ナース I 腹	4	10	2
技師手首	36	65	17
技師指	113	142	78
技師胸	2	6	1

ポケット線量計は、全部で ALOKA PDM-102 3 個、PANASONIC ZP-141 4 個を使用した。ALOKA PDM-102 は管理区域への入退室の管理も行うため、PET 検査を行う場合、全員胸に装着する（女性は腹部）。PANASONIC ZP-141 は ALOKA PDM-102 以外の体幹部、または指、手等の測定に使用した。対象は PET 検査に携わる医師、歯科医師、放射線技師、看護師である。一回検査ごとの平均値、最大値、最小値を示した。表 2-4 がそれである。表 2 は FDG の結果である。多いのが放射線技師の手首の線量であった。FDG-CBB から患者に静注するとき 5ml のシリンジに分注する。その時の作業が被ばくを多くする。また医師の患者への静注も被ばくが多い。看護師については、特に患者に長く付き添う必要が無い限りあまり多くの被ばくということにはなかった。

障害防止法では、女性は腹部に、またそれ以外に線量が高いところがある場合はその部位にも装着と記している。当センターでは、ガラスバッジは腹部のみ装着しているが、女性の胸部にポケット線量計を装着すると、わずかではあるが胸部のほうが高くなる。看護師の GAS+H<sub>2</sub>O については、PET 検査時 PET 装置の寝台の高さがちょうど看護師の胸のあたりに来るため、腹部よりも胸部のほうが高線量になるものと思われる。しかし、腹部と比較してそれほど多い量ではない。PET 検査における GAS+H<sub>2</sub>O の場合は患者の疾患の性格上、アルツハイマータイプ、または脳血管性痴呆が多く多少患者に付きつきりにならなくてはならないため患者の疾患の進行度合いによっては付き添いが必要な場合に被ばくが多くなる。

NMSP の場合は医師の指が飛びぬけて被ばくが多い。同様に放射線技師の手首の被ばくも多くなっている。FDG の患者への静注線量はおよそ 185MBq である。NMSP の場合はおよそ 740MBq 静注する。やはり多量の RI を扱うため FDG よりも多くなるものと思われる。

今回の調査で RI を扱うどの作業の被ばくが多いのかをはっきりさせることが出来た。他にも、放射線技師の指の被ばくはトランスミッションスキャンでは 2 $\mu$  Sv、クロスキャリブレーションでは手首 76 $\mu$  Sv、胸 8 $\mu$  Sv、H<sub>2</sub>O-CBF を定量化するための検出器の校正では指で 78 $\mu$  Sv であった。これらの作業は通常行われる PET 検査そして PET 装置メンテナンスには必要不可欠な作業である。

PET 薬剤は一般に半減期が短く、今までは多少 PET 検査数が多くなろうとも従事者の被ばくはあまり問題視されてこなかった。しかし、待機室設置による被ばく量の調査では、改めて被ばくを少なくしなくてはならないという意識がうえつけられた。

## 5 結論

法律改正の前後の PET 検査における被ばくを測定した。法改正の前後で大きな被ばくの変化は無いが検査数自体はほぼ同じでも被ばく線量は減少した。その原因として、看護師患者誘導の時間の減少、PET 検査室も待機室とし、患者に近づく機会と時間が減少したことがあげられる。そして毎回ポケット線量計を着用して記録したため、被ばくの意識が高まったのも原因と思われる。ここの RI 作業の被ばくに関して、看護師は腹部よりも胸部の被ばくが多く、FDG、NMSP の医師、放射線技師の手首、および指の被ばくが飛びぬけて多かった。今後は少しでも被ばく線量を減少させる努力が必要であると思われる。ガス、H<sub>2</sub>O の被ばくは全般に低かった。