

NEMA IEC BODY ファントム球体インサートを回転した場合の SUV 値の変化

佐々木敏秋、寺崎一典、世良耕一郎

岩手医科大学サイクロترونセンター
020-0173 岩手県岩手郡滝沢村滝沢字留が森 348-58

1 はじめに

PET/CT は定量性に優れており、脳血流、酸素代謝測定、がんの原発、転移巣の発見等に広く利用されている。しかし、体内深部の腫瘍は、体表面の腫瘍と比較し、PET 寝台による γ 線吸収、減弱補正、散乱線等により SUV 値が異なる可能性も秘めている。実際に、National Electrical Manufacturers Association (NEMA)^{1,2)}の企画では、NEMA IEC BODY ファントムの球体インサートの位置が定められている。そこで、体表面に存在する腫瘍と体内深部に存在する腫瘍の Standardized Uptake Value (SUV) の変化を検討することとした。

2 測定方法

2.1 ファントム線源調整

NEMA IEC BODY ファントムは体幹部の腫瘍を模擬的に表した人体ファントムであり、内容量 9300 ml のバックグラウンド (BG)、6 個の球体インサート、ファントム中心部に肺を想定した Lung インサートからなっている。ファントム球体インサートは、それぞれ直径 37、28、22、17、13、10 mm であり、60 度間隔で円形に配置されている。

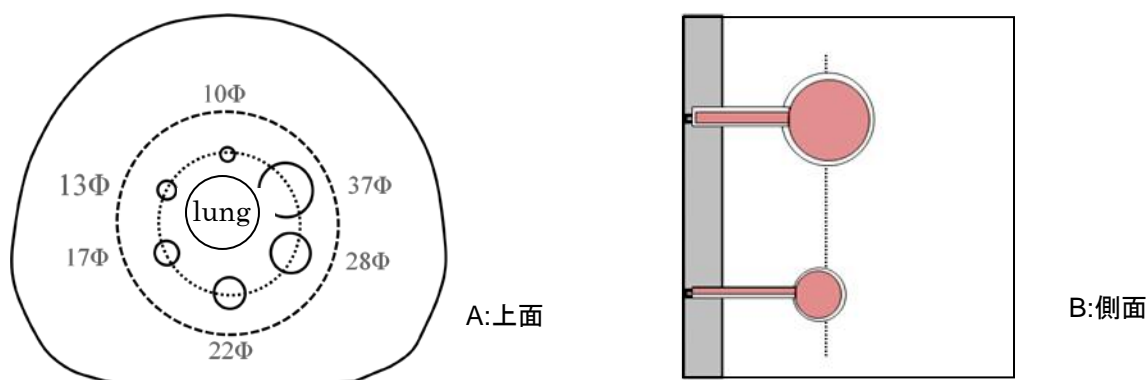


図1 NEMA IEC BODY ファントムの球体インサートの上面と側面像

がん FDG-PET/CT 撮像法ガイドラインの第二試験³⁾では、「体重 70 kg の被験者に 185 MBq の RI を投与したと想定する 2.65 MBq/ml の BG 濃度とし球体インサートの濃度はその 4 倍に調整する」と規定しているためその基準に従った。

2.2 使用機器

今回使用した機器、装置は以下のとおりである。

NEMA IEC BODY ファントム; 薬剤 $[^{18}\text{F}]\text{FDG}$ 、 $[^{18}\text{F}]\text{FRP-170}$ 、 $[^{18}\text{F}]\text{AV-45}$; 使用量 32MBq;

PET/CT 装置 Shimadzu Eminence Sophia SET3000GCT/M

2.3 PET データ収集

PET/CT のデータ収集は、臨床条件の 3 分とさらに十分な計数を得るための 30 分とした。本研究は、体表面と深部の SUV 値比較のため、NEMA IEC BODY ファントムのインサート球を回転させる必要がある。図 2 はそのインサートを回転させる様子である。10 mm 球を赤で示している。球体インサートは 60 度ごとに配置されており、その固定ねじは 30 度で取り付けられているため、30 度ごとに 12 方向で測定可能であるが、今回は 60 度ごとに 1 回の測定で評価した。図 3 は実際の PET ガントリーに NEMA IEC BODY ファントムを設置した様子である。PET 寝台に方眼紙を敷くことでファントムの位置合わせを容易にしている。

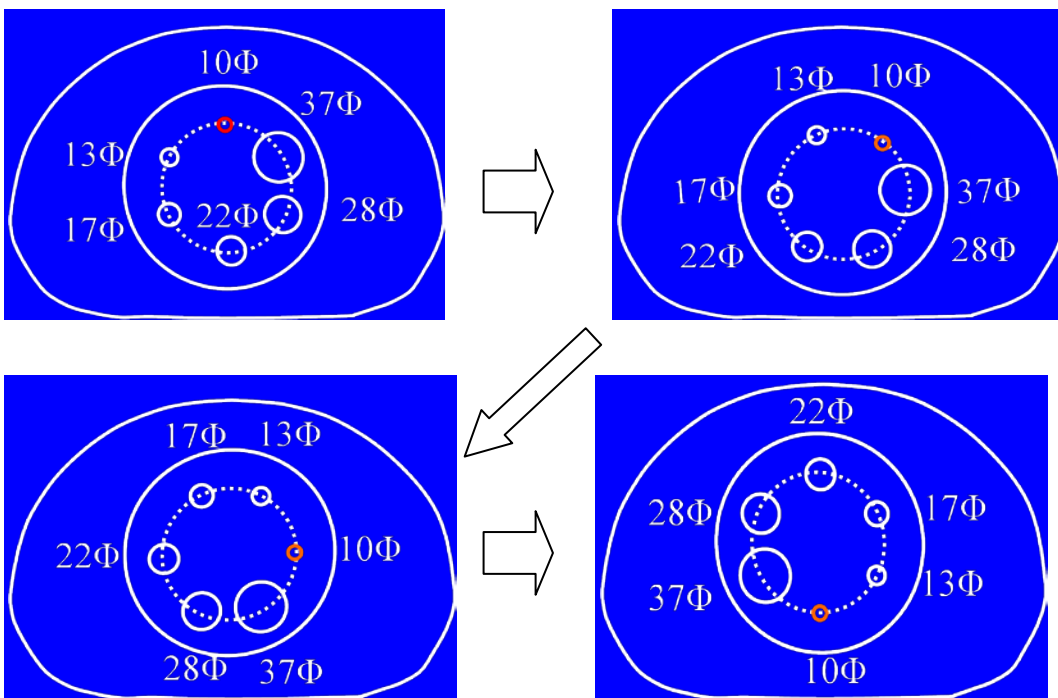


図 2 NEMA IEC BODY ファントムの球体インサートを回転する様子
(数字はファントムの直径単位 mm)

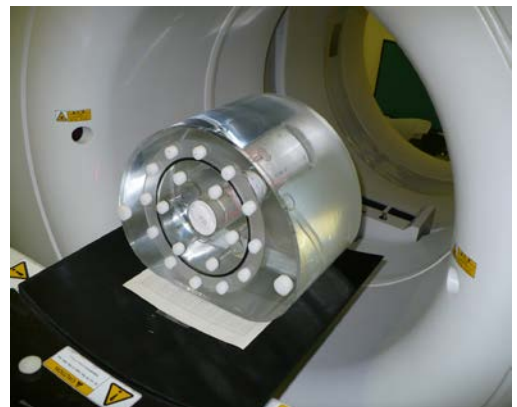


図 3 NEMA IEC BODY ファントムの実際の測定の様子

2.4 解析

PETは核医学の一部であり、PET装置のカウントが重要となる。したがって、解析には画像上に Region of interest (ROI) を設置し評価した。図4はそのROI設置の様子である。ROIは球の直径と等しい大きさとし、球体インサート以外のBGと肺の部分にもROIを設置した。ファントム中心部は肺である。

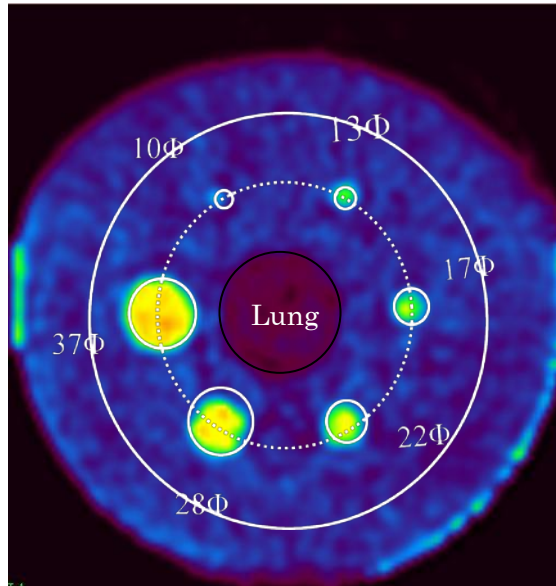


図4 NEMA IEC BODY ファントムのPET画像上にROIを設置する様子

3 結果

本研究の実際のPET/CT画像を図5に示す。現在途中経過であるため、60度と180度の測定は終了しておらず、順次追加の予定である。図6に結果のグラフを示す。10 mm球に0度、210度、270度で低下した部分がみられる(赤丸)。本来であれば横軸に平行になる必要がある。13 mmにおいても0、330度はグラフでは下降傾向にある。図7は30分間のデータ収集を行い十分な計数をとった場合のグラフである。やはり0度ではSUV 0.5、330度ではSUV 1.0付近であり3分収集同様にSUV値が低い。また、330度では10 mmと13 mmは位置が逆転している(赤丸)。図8は肺の位置のSUV値である。ここにはFDGは全く存在しないため、本来のSUV値は0となる。しかし、周囲からの散乱線を拾っていると思われる、およそSUV0.3-0.4の範囲にある。270度付近で少しSUV値がばらついているのがわかる。図9はBGにROIを設置した場合のグラフである。これはSUV 1.0付近に落ち着いている。330度を除けば30分収集の方がばらつきは少ない。グラフ全体で丸のついている部分については原因を追跡調査している。

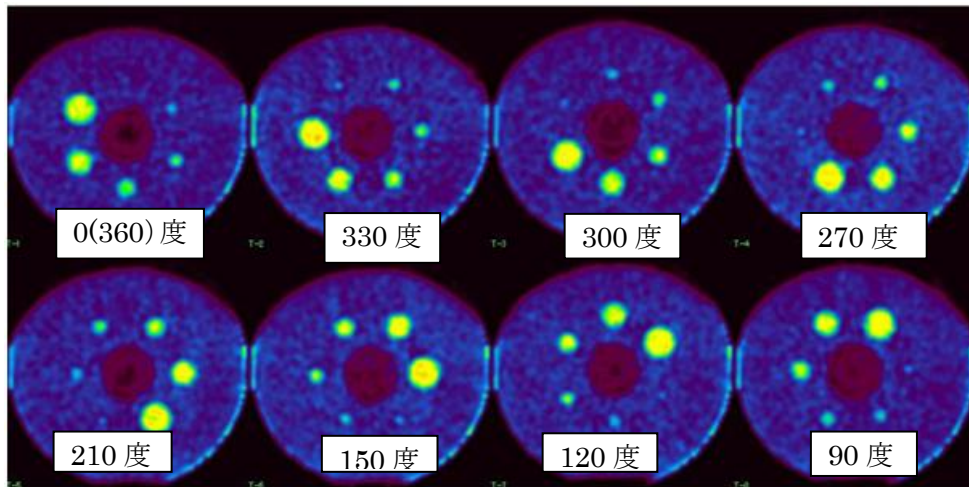


図5 NEMA IEC BODY ファントムの実際のPET画像

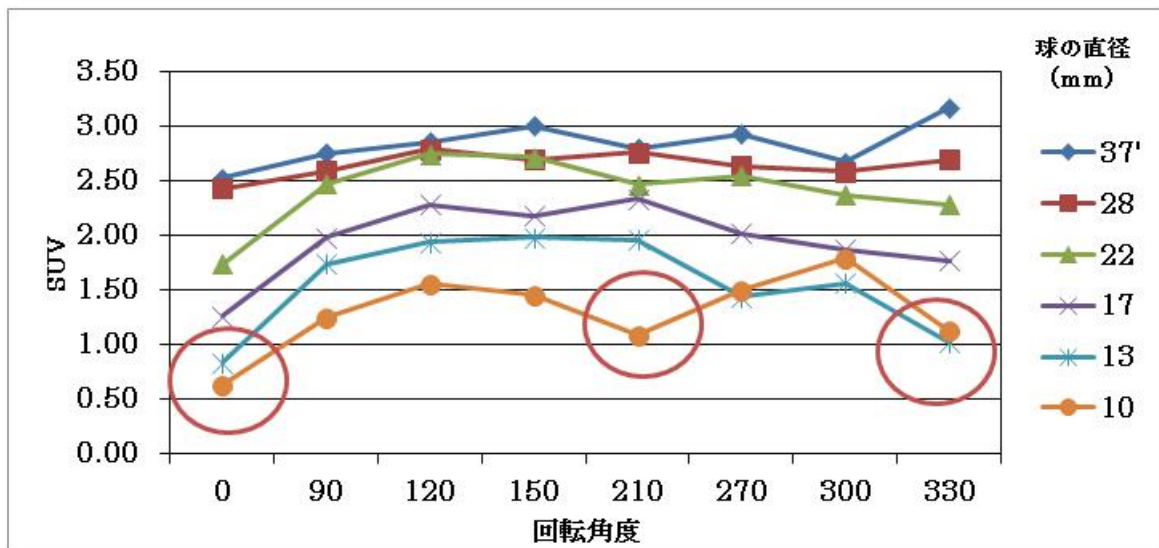


図6 3分データ収集のSUV平均値のグラフ

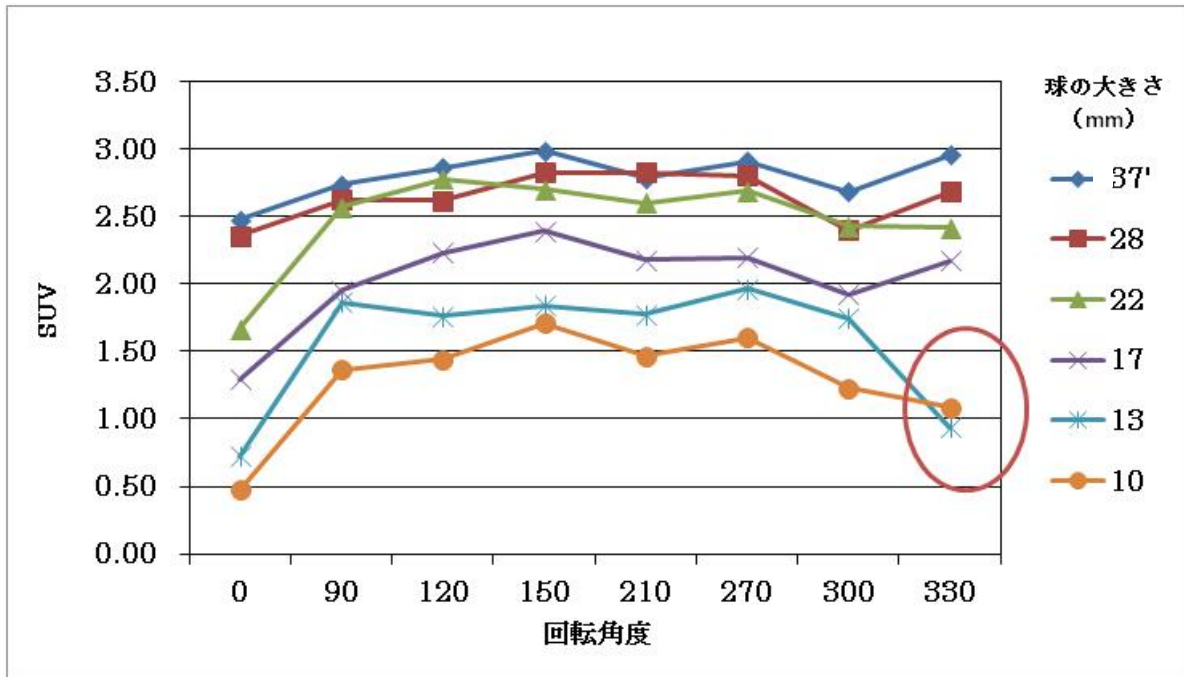


図7 30分データ収集のSUV値平均値のグラフ

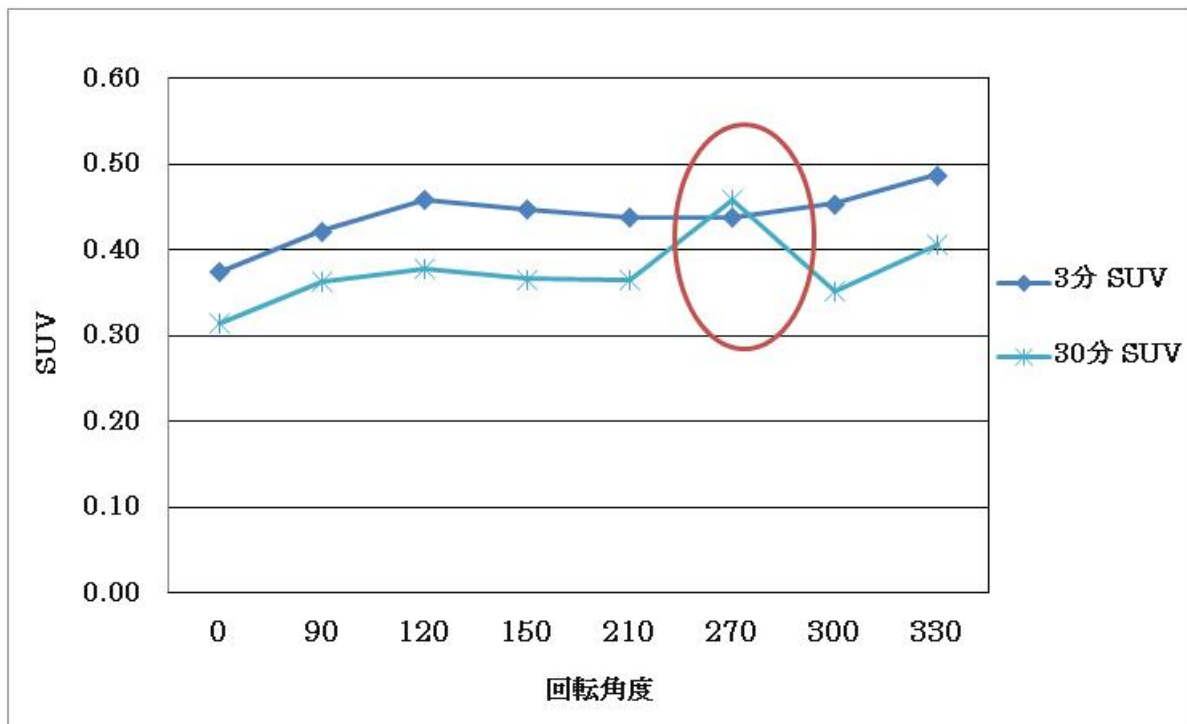


図8 肺の位置 (NEMA IEC BODY ファントム中心) のSUV平均値のグラフ

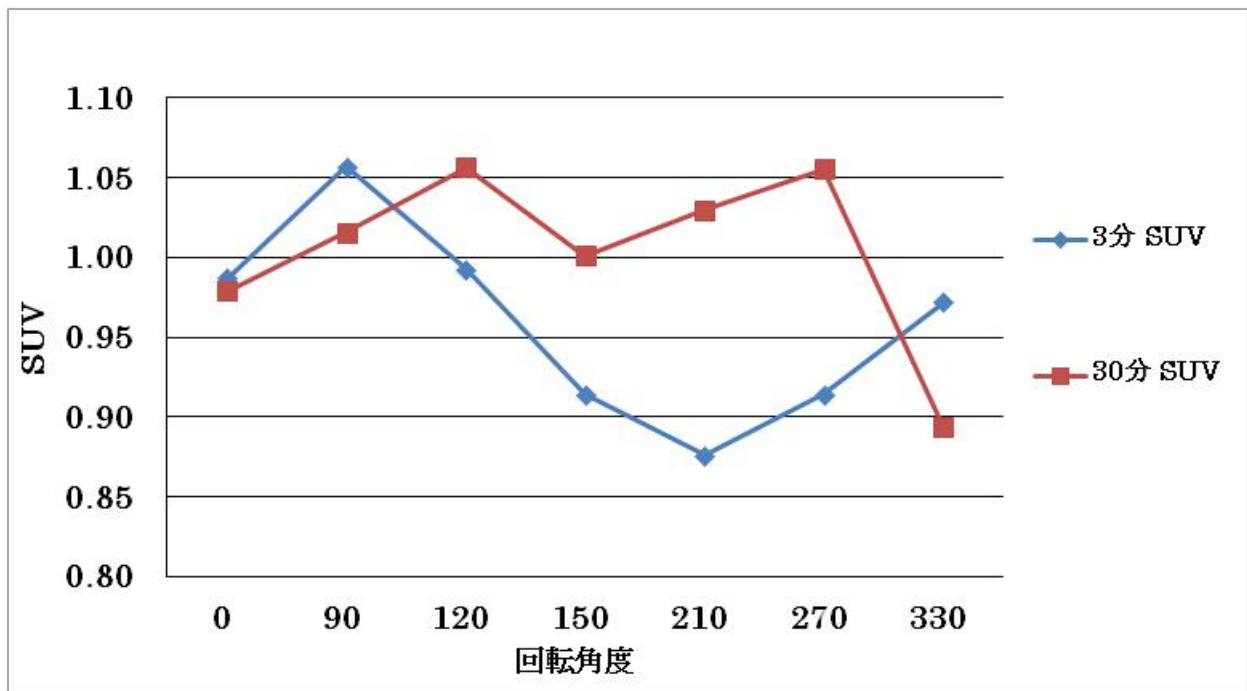


図9 BGにROIを設置したグラフ

4 考察

NEMA IEC BODY ファントムを使用し、中の球体インサートを回転させてPETデータ収集を施行した。得られたデータから10、13 mm ホット球において、0度と330度のSUV値に低い傾向が見られた。ただし10、13 mm 球はスライスにまたがって撮像されている可能性もあるため、ROI設定と解析には注意を要する。結果として明確なホット球の位置によるSUVの変化は確認されなかった。しかし、本報告では一度の測定しか実施していないため、今後はいまだ測定していない角度と今回の結果を検証し、さらに2回程度追加実験を行う予定である。

参考文献

- 1) National Electrical Manufacturers Association: NEMA standards publication NU2-2001, "Performance Measurement of Positron Emission Tomographs. Rosslyn, VA, (2001)
- 2) National Electrical Manufacturers Association: NEMA standards publication NU2-2012, "Performance Measurement of Positron Emission Tomographs. Rosslyn, VA, (2012)
- 3) 日本核医学技術学会: ガイドライン策定ワーキンググループ(WG)メンバー, "がんFDG-PET/CT撮像法ガイドライン", 核医学技術, Vol. 29, No. 2(2009)

Fluctuation of SUV values with rotation of 6 insert sphere phantoms in the NEMA IEC BODY phantom

T. Sasaki, K. Terasaki and K.Sera

Cyclotron Research Center, Iwate Medical University
348-58 Tomegamori, Takizawa, Iwate 020-0173, Japan

Abstract

PET/CT images provide us with useful information of original cancers and their metastases. But standardized uptake values (SUV) obtained from the images may vary depending the location of the tumors due to some effects such as gamma ray absorption by the bed, attenuation correction and scatter fraction. National Electrical Manufactures Association (NEMA) sets positions for 6 insert sphere phantoms in the NEMA IEC BODY PHANTOM. We rotated the inserted 6 phantoms and obtained standardized uptake values (SUV) at the points of 0°, 90°, 120°, 150°, 210°, 270°, 300° and 330° to see if the values in the surface and those in the deeper spots of the NEMA PHANTOM are consistent. PET/CT acquisition times were 3 minutes (same as usual clinical condition) and 30 minutes (to get sufficient acquisition data). We set circle regions of interest (ROI) on the PET/CT images with the diameters of 37, 28, 22, 17, 13 and 10 mm, same as those of the 6 inserted phantoms.

In this study, though the SUV values of 10 mm phantom were found to be slightly lower at 0° and 330°, no significant difference was observed among SUV values in the surface and those in the deeper spots of the NEMA PHANTOM. We have yet to obtain data for more accurate evaluation.