

氏名（本籍）	野 澤 麻 枝（岐阜県）
学位の種類	博 士（医学）
学位授与番号	乙第 1481 号
学位授与日付	平成 27 年 3 月 18 日
学位授与要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	Glucose corrected standardized uptake value (SUV_{gluc}) in the evaluation of brain lesions with 18F-FDG PET
審査委員	（主査）教授 岩 間 亨 （副査）教授 山 本 哲 也 教授 塩 入 俊 樹

論文内容の要旨

頭蓋内腫瘍の良悪性を判断するため、臨床の現場では CT や MRI などの形態画像診断が用いられることが多い。しかしながら、時として良性腫瘍や治療後変化は悪性腫瘍との鑑別が困難な場合がある。そこで、より正確な診断を目指すために、ブドウ糖代謝を画像化した FDG PET 検査が有用であると言われている。とりわけ FDG PET 検査をダイナミック撮影法を用いて施行し、グルコース代謝率を求め評価する手法が信頼されているが、検査手技が煩雑であり、日常臨床での施行は困難である。そこで standardized uptake value (SUV) という指標を用いた診断が一般的に用いられているが、この SUV 値は様々な要素に影響されて変動することが知られており、その要素の 1 つとして血糖値が挙げられる。本研究では FDG PET 検査において SUV を血糖値で補正する方法を考案し、頭蓋内病変の良悪性を診断する際の有用性について検討した。

【対象と方法】

- 1) FDG PET brain scan が施行された患者 74 人のうち、条件を満たした患者 42 人 81 病変について検討した。すべての症例において、FDG PET scan の前後 1 ヶ月以内に MRI が撮影されており、最終診断は病理組織学的、もしくは繰り返し施行された follow up MRI 検査の結果により決定された。
- 2) 得られた画像において、病変部の最大 SUV 値を SUV_{max} とし、 SUV_{max} と同側小脳皮質の平均 SUV 値との比を SUV_{Rc} 、対側大脳白質の平均 SUV 値との比を SUV_{Rw} 、さらに $SUV_{max} \times \text{血糖値} \div 100$ として計算された値を SUV_{gluc} とした。さらにパトラック法を用いたパラメトリックイメージより得られたグルコース代謝率 GMR を算出した。
- 3) 2) で得られた各々の値に対して良悪性の判断基準となる数値を設定し、最終診断結果と対比した。データは t-test で評価し、 $p\text{-value} < 0.05$ で有意差ありと判断した。また診断精度を評価するため ROC 解析を行った。

【結果】

- 1) 81 病変のうち、32 病変は病理学的に、残り 49 病変は繰り返し施行された MRI により最終診断が決定された。その内訳は、高悪性度神経膠腫（WHO による悪性度分類 grade III もしくは grade IV）38 例、悪性リンパ腫 6 例、転移性脳腫瘍 6 例、高悪性度肉腫 1 例、治療後変化（放射線照射後変化や術後変化）28 例、髄膜腫 1 例、神経線維腫 1 例であった。
- 2) 悪性腫瘍と良性病変（治療後変化もしくは良性腫瘍）における SUV_{max} 、 SUV_{Rc} 、 SUV_{Rw} 、 SUV_{gluc} 、GMR の各平均値は明確に分離しており、すべて統計学的に有意差が見られた。

- 3) ROC 解析において、Area under the curve は SUV_{max} (0.7955), SUV_{Rc} (0.8278), SUV_{Rw} (0.8559), SUV_{gluc} (0.8661), GMR (0.8694) という値が得られ、 SUV_{gluc} は日常診療で用いられる SUV_{max} よりも正確であり、 SUV_{Rc} , SUV_{Rw} , GMR と同程度に信頼できることが証明された。
- 4) SUV_{gluc} のカットオフ値を ≥ 4.5 に設定した場合、sensitivity 80%, specificity 79%, accuracy 80% が得られた。

【考察】

- 1) 頭蓋内の腫瘍性病変を評価するため、FDG PET 検査が施行されてきた。しかしながら通常用いられる SUV_{max} を基にした診断は、 SUV_{gluc} を使用した場合と比較して検査の精度が低いことが証明された。また GMR を用いた診断は SUV_{max} より正確であるものの検査手技が煩雑であり、日常臨床に使用するには現実的とは言えない。今回の検討では SUV_{gluc} , SUV_{Rc} および SUV_{Rw} は GMR と同程度の高い Area under the curve を示した。中でも SUV_{gluc} を用いれば、さらなる ROI を計測する必要が無く、また血糖値はすべての FDG PET 検査において必ず測定され、自動的に parametric image を作成することが可能であるため、より使い勝手が良いと言える。
- 2) 脳腫瘍を有する患者は脳浮腫軽減のため、高い頻度でステロイドが用いられるが、ステロイドの副作用として糖尿病の発症が知られており、血糖の上昇が生じる。一方で糖尿病治療薬は血糖を降下させるため、いずれの状況においても SUV_{max} への影響は避けられず、血糖値で SUV_{max} を補正する意義は大きい。

【結論】

FDG PET 検査を用いて頭蓋内占拠性病変を評価するうえで、 SUV_{gluc} はルーチンに用いられる SUV_{max} と比べて信頼性が高いことが本研究により証明された。また SUV_{gluc} を得るための検査手技と画像処理は煩雑でないため、少ない労力で高い精度の結果を得られ、日常診療に寄与することが示唆された。

論文審査の結果の要旨

申請者 野澤麻枝 は、FDG PET 検査を用いて頭蓋内占拠性病変を評価するにあたり、SUV を血糖値で補正する方法を考案した。そして病変の良悪性を判断する際の有用性について、現在臨床的に使われているその他の方法と比較検討した。その結果、この手法は検査手技と画像処理が煩雑でないことに加え、通常用いられる SUV_{max} を用いる診断法よりも信頼性が高いことが明らかとなった。本研究の成果は、頭蓋内占拠性病変の診断と治療方針決定の一助となり、核医学検査の臨床応用と放射線医学診断の進歩に少なからず寄与するものと認める。

〔主論文公表誌〕

Asae Nozawa, Ali Hosseini Rivandi, Santosh Kesari, Carl K. Hoh: Glucose corrected standardized uptake value (SUV_{gluc}) in the evaluation of brain lesions with 18F-FDG PET
European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging 40, 997-1004 (2013).