

氏名	山内洋平
(ふりがな)	(やまうち ようへい)
学位の種類	博士(医学)
学位授与番号	甲第 号
学位審査年月日	平成26年1月8日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題名	Novel attenuation correction of SPECT images using scatter photopeak window data for the detection of coronary artery disease (虚血性心疾患の診断における新しい吸収補正 SSPAC 法を用いた負荷心筋血流 SPECT の有用性)
論文審査委員	(主) 教授 鳴海 善文 教授 勝間田 敬弘 教授 浮村 聡

学位論文内容の要旨

《背景と目的》

シンチグラフィとは、体内に投与された核種が放出する γ 線を γ カメラで検出し描像する方法であり、標的臓器における γ 線の集積を体断面上で構成した画像を、single photon emission computed tomography (SPECT)と呼ぶ。心筋血流の評価には、 γ 線源として ^{201}Tl や $^{99\text{m}}\text{Tc}$ などが用いられる。SPECTを用いた虚血性心疾患の診断では、運動または薬剤による負荷後、および2時間以上の安静後の心筋血流 SPECT 画像の比較を用いる。これを負荷心筋血流 SPECT と呼び、虚血性心疾患の診断感度は71-100%、特異度は33-100%、正診率は69-96%であると報告されている。心筋における SPECT 画像の構成においては、横隔膜や肺など周囲組織の γ 線の吸収、散乱が問題となる。そのため、外部線源や computed tomography (CT)画像から得られた減弱補正マップをもとに γ 線の吸収を補正する

transmission CT (TCT)法や CT-based attenuation correction (CTAC)法などの方法が用いられている。新しい吸収補正 segmentation with scatter photopeak window attenuation correction (SSPAC)法は、SPECT 撮像時に収集されたデータから体輪郭、肺外縁などを抽出し、吸収補正に用いる補正法である。SSPAC 法は、TCT 法や CTAC 法とは異なり、追加被曝や画像再構成時の位置ずれが生じない。本研究の目的は、SSPAC 法を用いて補正した SPECT 画像が、虚血性心疾患の診断をどの程度改善するか検討することである。

《方 法》

2007年7月から2012年3月に大阪医科大学附属病院において、負荷心筋血流シンチグラフィ、および3ヶ月以内に冠動脈造影検査を施行された連続161症例(年齢 70 ± 7 歳、男性111例)を対象とした。エルゴメーターによる多段階運動負荷検査は67例、アデノシン薬剤負荷検査は94例であった。SPECTの撮像は、 ^{99m}Tc テトロフォスミン(以下 ^{99m}Tc)を静脈内投与した30-45分後に、3検出器ガンマカメラシステムGCA9300を用いた。SPECT画像(左室短軸像、左室長軸像、ブルズアイ表示)は、データ処理装置GMS-7700Bにより、SSPAC法による減弱補正マップを作成できた症例は、補正前後のSPECT画像をそれぞれで再構成した。循環器医2名が、左室を17分割した各領域の欠損を以下の5段階(0-正常;1-軽度低下;2-中等度低下;3-高度低下;4-完全欠損)で視覚的に評価し、負荷時の合計の欠損値を算出した。5点以上を症例ごとの虚血性心疾患と診断し、3点以上をそれぞれの冠動脈枝領域における虚血性心疾患と診断とした。陳旧性心筋梗塞(米国循環器学会ガイドラインによる基準を用い、心電図検査において病的Q波を認めた症例、画像診断[左室造影検査、経胸壁心臓超音波検査など]において壁運動異常を認めた症例)、または冠動脈狭窄(血管造影上の定量的冠動脈造影法による50%以上の狭窄)を真の虚血性心疾患として感度、特異度、正診率、陽性的中率、陰性的中率が算出された。SSPAC法による補正前後の診断能を χ^2 乗検定、またはFisher検定で解析を行った。またROC曲線下面積を算出した。P値は <0.05 を統計学的有意とした。

《結 果》

SSPAC 法に用いる減弱補正マップ作成は、161 例中 150 例(93%)で成功し、その全例で補正 SPECT 画像を構成した。減弱補正マップ不成功は、体格が大きく体輪郭の抽出ができないこと、肺への ^{99m}Tc の集積が多く肺外縁が抽出できないことが主な原因であった。150 症例の平均年齢は 70 ± 7 歳、男性は 102 例(62%)、陳旧性心筋梗塞は 41 例(27%)、冠動脈の有意狭窄は 86 例(57%) に認めた。虚血性心疾患の診断の感度、特異度、正診率、陽性的中率、陰性的中率は、以下の通り：SSPAC 法補正前 77%、76%、77%、87%、62%；補正後 91%*、90%、91%*、95%*、83%* (* $P<0.05$)。ROC 曲線下面積では SSPAC 補正前は 0.87、補正後は 0.94 と有意に改善した ($P<0.05$)。冠動脈枝領域別の診断では、右冠動脈枝領域において特異度、正診率、陽性的中率で、左前下行枝領域において感度、陰性的中率で、SSPAC 補正後、有意な改善が得られた。

《考 察》

心筋血流 SPECT 画像の構成においては、 γ 線の吸収、散乱により、特に下壁及び中隔の集積が低下することが問題となりやすい。そのため米国心臓核医学会のガイドラインは、CTAC 法などを用いた吸収補正を行うことを推奨している。SSPAC 法は CTAC 法などで認める追加被曝や、呼吸による位置ずれの問題がない新しい吸収補正法である。

本研究では、SSPAC 法は、CTAC 法による補正 SPECT 画像の報告と同じく、虚血性心疾患、ことに右冠動脈枝領域での正診率が改善した。右冠動脈枝領域では、SSPAC 法が、横隔膜、肝臓などによる γ 線の吸収により生じる下壁領域の集積低下を補正し、偽陽性症例を減少させると考えられる。一方で、左冠動脈領域の正診率に補正前後で有意差を認めなかった。心尖部領域では心筋組織が薄く、SSPAC 法の補正により、むしろ偽陽性症例を増加させる可能性があると考えられた。

《結 論》

SSPAC 法により SPECT 画像の吸収補正ができた症例は 161 例中 150 例(93%) であった。SSPAC 法は追加被曝および位置ずれのない吸収補正法であり、虚血性心疾患、ことに右冠動脈疾患の正診率が有意に改善すると考えられた。

(様式 甲 6)

論文審査結果の要旨

負荷心筋血流シンチグラフィは、虚血性心疾患の診断において非侵襲的な検査法である。横隔膜や肺など心臓周囲の臓器における γ 線の吸収、散乱は、心筋血流 single photon emission computed tomography (SPECT)画像の診断精度を低下させる。 γ 線の吸収を補正する方法として、computed tomography (CT)を利用した CT-based attenuation correction (CTAC)法がしばしば用いられてきたが、追加被曝、および CT と SPECT 画像での位置ずれの問題がある。新しい吸収補正 segmentation with scatter photopeak window attenuation correction (SSPAC)法は、SPECT 撮像時に収集されたデータから体輪郭、肺外縁などを抽出し、吸収補正に用いる補正法であり、追加被曝や画像再構成時の位置ずれが生じない。

申請者らは、SSPAC 法を用いた吸収補正前後の SPECT 画像で、虚血性心疾患の診断精度を比較検討した。

SSPAC 法により SPECT 画像の吸収補正ができた症例は 161 例中 150 例(93%)であった。虚血性心疾患の診断において、正診率は SSPAC 補正前 77%、SSPAC 補正後は 91%であった($P<0.05$)。ことに、右冠動脈領域での正診率が改善した。

これらの結果は、負荷心筋血流シンチグラフィで、SSPAC 法により吸収補正された SPECT 画像は、虚血性心疾患の診断精度を高め、臨床的に有用であると考えられる。

以上により、本論文は本学大学院学則第 11 条に定めるところの博士(医学)の学位を授与するに値するものと認める。

(主論文公表誌)

Journal of Nuclear Cardiology 21(1): 109-117, 2014