

G. 知的所有権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

脳血流SPECT定量画像解析における測定精度評価と標準化

分担研究者 中川原 譲二 中村記念病院脳神経外科

研究要旨

脳血流定量測定の標準化を目的として、一日定量法として開発されたDual Table ARG (DTARG)法の測定精度についてQSPECTパッケージを用いて検証した。健康成人を対象として脳主幹動脈ごとに灌流領域の安静時脳血流定量と脳循環予備能を測定した。平均脳血流量については、標準ROI template (Flexer algorithm)解析を用いた灌流領域脳血流量とSEE解析を用いた脳表灌流領域脳血流量とが一致し、いずれの灌流領域でも38~40ml/100g/min前後と測定された。また、平均脳循環予備能についても、同様の一致が見られ、いずれの灌流領域でも45%前後と測定された。新たに開発された脳血流SPECT定量測定法とその解析法は、SPECT定量精度の改善と診断精度を改善させ、脳血流SPECT定量法の標準化を推進するものと考えられた。

A. 研究目的

これまでの脳血流SPECTを用いた血行力学的脳虚血の重症度評価では、安静時脳血流定量と脳循環予備能を求めるためのacetazolamide負荷時脳血流定量がIMP-ARG法を用いて別日に分けて行われてきた。しかしながら、このような2日定量法ではwell-counterを用いて測定される異なる動脈入力関数に起因する測定誤差を克服することが出来なかった。また、断層画像上の関心領域 (ROI) の設定は標準的定位的ではないため、恣意的評価が生じた。本研究では、脳血流定量測定の標準化を目的として、一日定量法として開発されたDual Table ARG (DTARG)法 (Neuroimage 33: 1126-1135, 2006) の測定精度についてQSPECTパッケージを用いて検証した。

B. 研究方法

16例の健康成人を対象として、等量のIMP (167MBq) と共通の動脈入力関数を用いるDTARGを用いて、安静時脳血流定量とacetazolamide負荷時脳血流定量が行われた。安静時脳血流量の定量測定では、安静時のトレーサーの動態に対するtwo-compartment modelを用いて、初回のSPECTの係数値と脳血流量との間にtableを作成し、初回のSPECT画像が脳血流定

量分布画像に変換された。acetazolamide負荷時の脳血流定量では、安静時およびacetazolamide負荷時のトレーサーの動態に対する dual two-compartment modelを用いて 2回目のSPECTの係数値と脳血流量との間にtableを作成し、2回目のSPECT画像がacetazolamide負荷時の脳血流定量分布画像に変換された。脳循環予備能については、 $[(\text{acetazolamide負荷時脳血流量} - \text{安静時脳血流量}) / \text{安静時脳血流量} \times 100\%]$ として定義した。定量測定精度を評価するため、脳主幹動脈ごとに灌流領域の平均脳血流量を、断層画像上の標準ROI template (Flexer algorithm)による解析法、および標準脳表画像上の灌流領域を評価するsegmental extraction estimation (SEE)解析法 (Ann Nucl Med 18: 13-21, 2004) を用いて測定した。SEE解析では、安静時脳血流量、acetazolamide負荷時脳血流量、脳循環予備能、血行力学的脳虚血の重症度が、3D-SSPで開発された標準脳表画像上に表示された。

C. 研究結果

基底核部中央の断層画像に対する標準ROI template (Flexer algorithm)解析では、安静時平均脳血流量 CBF \pm S.D.は、前大脳動脈領域では38.7 \pm 9.1(Rt), 38.0 \pm 8.3(Lt) ml/100g/min、中大脳動脈領域では40.4 \pm 8.5, 39.2 \pm 8.7

ml/100g/min、後大脳動脈領域では39.7±7.8, 39.2±7.1 ml/100g/min、であった。脳循環予備能は、前大脳動脈領域では42±20, 44±15%、中大脳動脈領域では46±15, 47±17%、後大脳動脈領域では44±19, 42±18%であった。一方、SEE解析では、安静時平均脳表血流量CBF±S.D.は、前大脳動脈領域では38.2±7.9, 38.1±8.2 ml/100g/min、中大脳動脈領域では38.1±7.3, 38.6±7.5 ml/100g/min、後大脳動脈領域では38.7±6.7, 38.1±6.4 ml/100g/min、であった。脳表循環予備能は、前大脳動脈領域では45±13, 45±16%、中大脳動脈領域では48±15, 47±14%、後大脳動脈領域では45±16, 47±15%であった。

標準ROI template (Flexer algorithm)解析を用いた灌流領域脳血流量は、SEE解析を用いた脳表灌流領域脳血流量に一致した。これまで、血行力学的脳虚血Stage2は、安静時脳血流量が健常者平均脳血流量の80%以下、かつ脳循環予備能が10%以下と定義されてきたが、脳血流の有意な低下は健常者安静時脳血流-1S.D.、脳循環予備能の有意な低下は健常者脳循環予備能-2S.D.に相当した。

D. 考察

わが国では、1990年代に飯田らにより開発されたIMP-ARG法(J Nucl Med, 35: 2019-2030, 1994)を用いた脳血流量測定が普及し、脳血行再建術の適応判定等に用いられるようになった。しかしながら、本法による健常者の脳血流量の報告では、施設間でのばらつきが大きく、過少なものは33.0±5.1ml/100g/minと報告されてきた(J Nucl Med, 38: 1102-1108, 1997)。

近年、SPECTの定量精度の向上と標準化を目的として、より正確な吸収補正と散乱線補正を行い、SPECT定量画像の再構成を一連のプログラムによって実施するQSPECTパッケージが開発された。QSPECTパッケージでは、各装置メーカーから提供されるプロジェクションデータに対して正確な吸収補正と散乱線補正を行うことが出来るため、施設および装置システムに依存しない安定したSPECT定量画像の再構成が可能である。今回、このQSPECTパッケージを用いて、健康成人の脳主幹動脈ごとに灌流領域の安静時脳血流量と脳循環予備能を測

定した。平均脳血流量については、標準ROI template (Flexer algorithm)解析を用いた灌流領域脳血流量とSEE解析を用いた脳表灌流領域脳血流量とが一致し、いずれの灌流領域でも38~40ml/100g/min前後と測定された。また、平均脳循環予備能についても、同様の一致が見られ、いずれの灌流領域でも45%前後と測定された。

脳主幹動脈のアテローム血栓性脳梗塞の二次予防として、EC-IC Bypass術が役立つ subgroupが存在することがJET study (脳卒中の外科 30: 97-100, 2002)によってすでに明確となっている。また、同時にこの研究では、術前の脳血流SPECT定量画像解析によって診断される血行力学的脳虚血Stage 2 (安静時脳血流量が健常者平均脳血流量の80%以下、かつ脳循環予備能が10%以下と定義) が手術適応判定のための surrogate marker となることが明らかにされている。今回の研究により、脳血流の有意な低下は健常者安静時脳血流-1S.D.、脳循環予備能の有意な低下は健常者脳循環予備能-2S.D.に相当し、JET studyで用いられた血行力学的脳虚血Stage 2の定義が極めて妥当であったと考えられた。

E. 結論

安静時脳血流量とacetazolamide負荷時脳血流量の一日定量法として開発されたDual Table ARG (DTARG)法の導入により、2日定量法に伴う測定誤差が克服された。SEE解析の導入は、血行力学的脳虚血の定量的重症度やその継時変化の定量的評価を可能とした。新たに開発された脳血流SPECT定量測定法とその解析法は、SPECT定量精度の改善と診断精度を改善させ、脳血流SPECT定量法の標準化を推進するものと考えられた。

F. 研究発表

1. 論文発表
なし

2. 学会発表

SPECTと臨床研究—過去、現在、未来—
第67回日本脳神経外科学会総会、
2008年10月1日、盛岡

脳血管障害の診断における標準化の必要性と
意義

第48回日本核医学会学術集会,
2008年10月24日,幕張

SPECTによる脳機能画像解析

第20回日本脳循環代謝学会,
2008年11月7日,東京

G. 知的所有権の出願・登録状況
(予定を含む。)

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

CT/SPECT一体装置を使った精度評価に関する研究

分担研究者 山田 章吾 東北大学病院 放射線治療科

研究要旨

QSPECTを用いることで従来困難とされてきたSPECT臨床診断における機能画像の正確な評価が可能になる。本研究ではCT/SPECT一体装置を用いたQSPECT施行に向けたファントム実験を試みた。

A. 研究目的

QSPECTはSPECTを用いた画像診断において、体内の放射能濃度分布を正確に画像再構成するプログラムパッケージである。これを用いることで、従来は困難とされてきたSPECT臨床診断における機能画像の正確な定量化、すなわち組織血流量、血管反応性、神経受容体結合能などの正確な評価が可能となる。本研究ではCT/SPECT一体装置（GE社製 Millennium VG2）を用いたQSPECTを施行することを目的とする。

B. 研究方法

基礎研究として、本院にあるメーカーの異なる4台のSPECT装置の長期間変動を観察し、データの安定性を検討する。

○円柱ファントムの長期間安定性の検討

各SPECT装置にて円柱ファントムを測定し、SPECT再構成画像における単位ピクセルあたりの取得カウントの変動を約5ヶ月にわたり観察する。

○ピラミッドファントムにおける各断面の取得カウントの比較

円柱ファントムと同様にピラミッド型ファントムをスキャンし、画像再構成を行い各断面の取得カウントを比較検討する。

C. 研究結果

○円柱ファントムについて

4台の装置（装置A、B、C、D）において、装置A、B、Cにおいては装置内の変動が $\text{mean} \pm 2\text{SD}$ の範囲内に収まっていたが、装置Dの変動幅が大きく、約18%程度の変動が見られた。

○ピラミッド型ファントムについて

4台の装置（装置A、B、C、D）において、装置Dが1段目と2段目の単位ピクセルあたりの取得カウントが逆転する傾向が見られた。

D. 考察

○円柱ファントムでの中長期間安定性の検討の結果、大抵の装置で変動が $\text{mean} \pm 2\text{SD}$ の範囲内に収まっていた。しかしながら、装置Dは変動幅が大きく、peak-peakで約18%もの変動が見られた（他の装置はすべて10%以内）。当院で観察された、TLU法での脳定量画像の変動理由はここに起因する可能性がある。

○ピラミッド型ファントムでの中長期間安定性の検討の結果、装置Dにおいて、不合理な変動が観察された。特に体積の小さい領域の変動が顕著であり、このような状態で吸収補正を行うと、明らかに過補正となる可能性があり、注意が必要であるものと考えられる。

E. 結論

メーカーの異なる当院の4台のSPECT装置の長期安定性を確認した結果、おおむね安定していたが、一部の装置で変動が大きな装置が存在し、定量や吸収補正に影響を及ぼす可能性があるため注意が必要である。

F. 研究発表

1. 論文発表
なし。
2. 学会発表
なし。

G. 知的所有権の出願・登録状況 (予定を含む。)

1. 特許取得
なし。
2. 実用新案登録
なし。
3. その他

今回得られたデータをふまえ、実際のQSPECTにおける変動を今後確認する必要がある

CT/SPECT一体装置を使った胸部検査の精度評価に関する研究

分担研究者 丸野 廣大 虎の門病院 放射線科

研究要旨

CT/SPECT一体装置を使用し、CTから得られる胸部吸収減弱 μ マップを用いた吸収補正・散乱線補正を可能にする。一連の物理的ファントム実験を介して精度確認を行う。この胸部検査における吸収補正・散乱線補正機能をQSPECTプログラムに新規導入する。この方法を臨床例に応用し、心筋の組織血流量と血管反応性を定量的に評価する。

A. 研究目的

QSPECT画像解析プログラムパッケージを利用して、既存のSPECT装置を使った診断精度の大幅な向上と標準化を実現する。心筋の血流量や血管反応性の定量評価を行う手法を確立し、これに基づく潜在的な動脈硬化診断法の妥当性を確認することを目標として、SPECT/CTを用いた胸部検査の精度評価を行う。

B. 研究方法

1. 物理的ファントム実験による精度確認

（方法は2007年度報告書にて報告した通り）

2. ^{201}Tl 心筋血流SPECTによる心筋血流測定

診療上、心筋血流SPECT検査が必要とされ、タリウム心筋SPECTが実施される患者（同意日に20歳以上80歳以下の検査が可能と思われる患者）に対して、負荷時または安静時に ^{201}Tl を111MBq（検定時）静注し、12分後から心室を含むSPECT早期像を30分間撮像し、続けて約5分間左心室の範囲の胸部CTを撮影する。静注後22分後に動脈採血（2ml）を一回行う。

^{201}Tl 用標準入力関数を用意したQSPECT

（Version2.3.10）のARGメニューにて心筋血流量(MBF)を計算し、心筋内のカウントが最大となるピクセルを非虚血部(または正常部)とみなしてMBFを求め、比較検討する。MBFはヘマトクリット値により補正し、更にファントム実験から得られたリカバリ係数を用いて部分容積効果の補正も行う。

主要評価項目はMBF(薬剤負荷時、運動負荷時、

安静時のいずれか)、副次的評価項目は冠危険因子の有無(種類、数)、HbA1c、血糖、脂質代謝とする。

（倫理面への配慮）

研究計画は研究委員会（倫理委員会）による承認を受けたのちに開始する。正常人・患者での検討に倫理面には十分な考慮を払い同意能力があることを確認した上で文書によるインフォームドコンセントが得られた例について検査を行う。

C. 研究結果

1. 物理的ファントム実験による精度確認

（2007年度報告書にて報告済み）

その後、CCFの測定のみ2回追加(計4回)試行し、内3回でほぼ同じ値になったため、臨床例のMBFの計算には、本実験から得られたCCF値0.49を用いた。

2. ^{201}Tl 心筋血流SPECTによる心筋血流測定

30名の患者（2007年度6名、本年度24名）において定量的心筋血流SPECTを施行した。28例は負荷検査であり、2例は安静時検査を施行した。負荷法の内訳は運動負荷17例、アデノシン負荷8例、30W3分間運動を併用したジピリダモール負荷3例であった。

安静時MBFは 1.12 ± 0.02 ml/g/minであり、従来の報告の約1ml/g/minに近い値であった。

運動負荷時MBFは、虚血がなく目標運動負荷量に到達した症例(n=7)で 1.89 ± 0.39 ml/g/minであり、安静時の約1.7倍であった。また、MBFは最

大運動負荷時の心拍数およびPressure Rate Productと相関する傾向が見られた。虚血性心疾患患者の非虚血部ではMBFは $1.32 \pm 0.26 \text{ ml/g/min}$ と低い値であった。

アデノシン負荷時MBFは視覚的に虚血を認めなかった症例で $1.59 \pm 0.30 \text{ ml/g/min}$ 、虚血を認めた症例の非虚血部で $1.11 \pm 0.05 \text{ ml/g/min}$ であった。運動併用ジピリダモール負荷では $1.36 \pm 0.22 \text{ ml/g/min}$ であった。

視覚的に虚血を認めなかった症例の運動負荷時MBFにおいて糖尿病患者は糖尿病のない症例と比較して運動負荷時MBFが低い傾向が見られた(1.48 ± 0.35 vs. $1.91 \pm 0.43 \text{ ml/g/min}$)。

D. 考察

安静時MBFおよび運動負荷時MBFは従来の報告に矛盾しない結果であり、負荷量との相関も見られたことから、心筋血流定量における本法の妥当性が示された。また本法により、虚血性心疾患患者の非虚血部や虚血を指摘できない糖尿病患者において負荷時MBFが低下していることが示唆された。

薬剤負荷時MBFは、予想される値より低く算出された。薬剤負荷時の標準入力関数の検討も

必要と考えられた。

E. 結論

QSPECT画像解析プログラムによる心筋血流定量法は、少なくとも安静時と運動負荷時には有用な方法であり、潜在的動脈硬化の診断法としても応用できることが示唆される。

F. 研究発表

1. 論文発表
該当するものなし
2. 学会発表
該当するものなし

G. 知的所有権の出願・登録状況 (予定を含む。)

1. 特許取得
該当するものなし
2. 実用新案登録
該当するものなし
3. その他
該当するものなし

高血圧における降圧が脳循環におよぼす影響に関する研究

分担研究者 橋川 一雄 大阪南医療センター 臨床研究部循環器疾患研究室室長

研究要旨

高血圧における降圧剤と脳循環予備能を検討する目的としてQSPECTを導入した。本年度はQSPECTによって得られた脳血流量および脳循環予備能の妥当性について検討した。また、QSPECTに用いられている散乱線補正を含む再構成法とこれまで当院で用いているSPECT装置附属画像処理装置によって得られた再構成法をファントムおよび早期アルツハイマー病症例を対象として比較検討を行った。脳血管障害症例35症例のべ43回のQSPECT検査を行った。QSPECTによって得られた各指標は従来の他施設からの報告と良く一致し、個々の症例の病態を良く一致する結果が得られた。QSPECTを複数回施行した症例ではステント直後の過灌流現象を捉えるなど病態から予想される結果が得られた。従来からの再構成法との比較ではQSPECTにおいて値の均一性とコントラストの改善を認めた。しかしアルツハイマー病に特有とされる後部帯状回および楔前部の描出能には差を認めなかった。QSPECTが降圧剤を含む薬剤負荷による脳循環変動の検出に有用な手段となり得る方法であると考えられた。

A. 研究目的

高血圧は脳梗塞や脳出血の主要な危険因子である。正常者では日常生活における生理的な血圧変動に対して脳血流量はほぼ一定値に保つ機構autoregulationが機能している。高血圧患者ではこの血圧と脳血流量の関係が高血圧よりもシフトし血圧低下に対する耐用能が低下していることが知られている。また、高血圧に伴う動脈硬化のためautoregulationによって脳血流量が一定に維持される血圧の範囲が狭くなっていることが示唆されている。この結果、高血圧患者では脳循環予備能低下が生じることが脳梗塞発症の1つの原因と考えられる。本研究の目的は循環器病センターの飯田らが開発したQSPECTを用いて、高血圧患者と正常者の脳循環動態の比較、降圧による脳循環動態の変化を測定し、降圧の脳循環におよぼす影響について調べることにある。本年度は当院に導入したQSPECTによって得られた脳血流量および脳循環予備能の妥当性について、脳血管障害症例について検討した。また、QSPECTに用いられている再構成法と従来から当院で用いている

従来型再構成の相違についてファントムによる検討および早期アルツハイマー病症例を対象とした検討を行った。

B. 研究方法

用いたSPECT装置は、シーメンス社製E-CAM、コリメータは汎用低エネルギー用コリメータおよび同社製の画像処理装置e-SOFTである。このe-SOFTによる再構成（従来法）では、吸収補正はChang法を用いた。吸収のための輪郭はAP画像より長軸、側面画像より短軸を決定した楕円領域として、この楕円領域の吸収値が0.07の一定値であることを仮定して減衰補正を行った。散乱線補正は行わなかった。

対象は、QSPECTによって得られた脳血流量および脳循環予備能の妥当性については、脳血管障害35症例を対象とした。QSPECTの標準的収集方法を用いて、安静時およびDiamox負荷時画像を得た。得られた画像から3D-SSPを用いて脳表血流を抽出し、次にSEE JETを用いて各血管領域の平均脳血流量およびDiamoxによる増加率を測定した。35症例の中で、椎骨脳底動脈系

に狭窄性病変を有さない27症例について、前大脳動脈、中大脳動脈および後大脳動脈の各領域について、対応する内頸動脈あるいは中大脳動脈の狭窄度などに応じて下記の4群に分けて、安静時脳血流およびDiamox負荷による増加率を求めた。非狭窄群(C群:50%以下、n=25)、高度狭窄の対側群(CS群、S群の対側で狭窄があっても50%以下である)、軽度狭窄群(MS群:50%を超え75%未満、n=7)および高度狭窄群(S群:75%以上、n=12)である。

QSPECTの再構成法と従来からの再構成法の比較には16cm円筒ファントムおよび直径の異なる円筒を重ねたピラミッド型ファントムを用いた。各ファントムに27MBqのI-123 IMPを注入し、QSPECTと同様の2分間28フレームのdynamic SPECT収集を行った。また、臨床例として、早期アルツハイマー病および軽度認知機能障害例MCIおよびめまいや頭痛を主訴しMRIおよびSPECTなどの検査および臨床症状から器質的疾患を否定された19症例をコントロールとした。I-123 IMP 167 MBqを投与し、投与後15分から約30分間のSPECT step収集を行った。QSPECTおよび従来法によって再構成画像を求め、3D-SSP解析を行い、アルツハイマー病に特徴とされる後部帯状回から楔前部の血流低下の検出率について比較検討をした。

(倫理面での配慮)

今回の検査はすべて臨床目的にて施行され、保険適応の検査として行い、患者に有用な情報が得られた。

C. 研究結果

1. 脳血管症例の病態についての検討

前大脳動脈領域ACAの平均脳血流量は、C群 34.6 ± 7.7 ml/min/100gr(mean±sd)、CS群 32.5 ± 2.9 、MS群 31.3 ± 5.7 、S群 32.5 ± 3.3 で各群において有意差を認めなかった。また、Diamoxによる脳血流増加率は、C群 $42.6 \pm 16.4\%$ 、CS群 45.1 ± 17.5 、MS群 31.6 ± 13.5 、S群 23.3 ± 26.2 で、S群においてC群およびCS群に対して有意な低下を認めた($p < 0.01$)。中大脳動脈領域では、脳血流量はC群 34.5 ± 7.7 ml/min/100gr(mean±sd)、CS群 33.9 ± 3.1 、MS群 32.4 ± 7.0 、S群 33.1 ± 3.7 であり、各群に有意差を認めなかった。また、Diamox投与による増加率はC群 $43.3 \pm 18.3\%$ 、CS群 48.7 ± 15.7 、MS

群 31.5 ± 19.4 、S群 18.2 ± 25.2 であり、S群においてC群およびCS群に対して有意な低下を認めた($p < 0.001$)。後大脳動脈領域では、脳血流量はC群 37.0 ± 7.6 ml/min/100gr(mean±sd)、CS群 35.1 ± 2.9 、MS群 34.1 ± 6.9 、S群 35.9 ± 4.5 で、各群に有意差を認めなかった。また、Diamox投与による増加率はC群 $46.4 \pm 18.2\%$ 、CS群 53.9 ± 14.1 、MS群 43.7 ± 13.9 、S群 47.0 ± 21.1 で、各群に有意差を認めなかった。

また、4例において頸動脈ステント留置前後など2回以上のQSPECT検査を施行した。これらの症例ではステント留置後の過灌流現象を認めるなど病態と一致する結果が得られた。また、前大脳動脈、後大脳動脈あるいは脳底動脈に90%以上の狭窄を有する計3症例において、それぞれの対応する領域のDiamox負荷増加率の低下を認めた。

2. QSPECTの再構成法と従来法との比較

1) ファントムによる検討

直径16cmのファントムにおける視覚的評価ではQSPECT再構成と従来法による再構成に明らかな差を認めなかった。しかし、直径の異なる円筒を重ねたピラミッド型ファントムでは、QSPECTによる再構成が均一性に優れていた。

2) 早期アルツハイマー病および軽度認知機能障害MCIにおける後部帯状回から楔前部の血流低下所見の検討

早期アルツハイマー病 38例 (AD群: 平均年齢 76.5 ± 7.9 才、M/F=17/21、MMSE $16 \sim 24/30$)、軽度認知機能障害群 24例 (MCI群: 平均年齢 73.6 ± 6.8 才、M/F=11/12、MMSE $22 \sim 29/30$)を対象とした。また、めまいや頭痛にてIMP SPECTおよびMRIを施行し、器質的疾患を否定された19症例(平均年齢 73.9 ± 9.2 才、M/F=10/9)をコントロールとした。

コントロール群におけるSD mapの比較では従来法による再構成では、大脳に比較して小脳のSD値が高かった。これに比較して、QSPECT再構成では小脳から大脳にかけてSD値がほぼ一様であった。視覚的評価では、QSPECTによる再構成は従来法に比較して低下領域がより明瞭に観察された。再構成データによって後部帯状回および楔前部の低下を認めた症例は、従

来法ではAD群 15例(/38)、MCI群 9例(/23)、また、QSPECTの再構成では、AD群 16例(/38)、MCI群 7例であった。両者の後部帯状回および楔前部の描出能に差異を認めなかった。

D. 考察

脳血管症例を対象としてQSPECTによって求めた脳血流量およびDiamox負荷増加率は従来からの他施設からの報告と良く一致した。狭窄性病変を有する症例において、安静時脳血流量ではコントロールとの差を認めなかったのに対してDiamox負荷による脳循環予備能の低下を認めたことは、Diamox負荷検査が病態把握に必須の検査であると考えられた。また、主要血管に狭窄性病変を認める領域においてはDiamox負荷増加率において有意な低下を認め、中大脳動脈領域ばかりでなく、椎骨脳底動脈領域や前大脳動脈領域の血行動態評価におけるQSPECTの有効性を示唆する結果であった。

QSPECTの再構成と従来法との比較では、直径の異なる円筒を重ねたピラミッド型ファントムにおいてQSPECT再構成の方がより均一な値が得られた。この結果は、従来法の再構成に比較してQSPECTの再構成法が対象の大きさや形状による影響を受けにくいためと考えられた。

AD群やMCI群における特徴的所見とされる後部帯状回や楔前部の描出能では従来法およびQSPECT再構成の両者は同程度であった。以前よりQSPECTの再構成では基底核や視床など深部構造の描出能が劣る可能性が示唆されている。QSPECTでは均一性やコントラストが優れる一方において、深部構造の分解能が劣る可能性がある。両者が相殺された結果、両法の結

果に差を認めなかったことが考えられる。

E. 結論

当院でのQSPECTで得られた脳血流量およびDiamox負荷による増加率は、従来からの他施設からの報告と良く一致した。また、脳血管障害においては各症例の病態を良く反映する結果が得られた。QSPECTが降圧剤を含む薬剤負荷による脳循環変動の検出に有用な手段となり得る方法であると考えられた。また、多施設共同研究に用いることが出来る手法であると考えられた。

F. 研究発表

1. 論文発表

Nishi H, Sawamoto N, Namiki C, Yoshida H, Thy DH, Ishizu K, Hashikawa K, Fukuyama H. Correlation between Cognitive Deficits and Glucose Hypermetabolism in Mild Cognitive Impairment. Journal of Neuroimaging 2008, Nov 6. [Epub ahead of print].

2. 学会発表 なし

G. 知的所有権の出願・登録状況 (予定を含む。)

1. 特許取得 なし

2. 実用新案登録 なし

3. その他 なし

糖尿病症例における脳血管反応性に関する研究

分担研究者 鈴木 倫保 山口大学医学部脳神経病態学講座 教授

研究要旨

糖尿病治療薬であるピオグリタゾン、頸動脈などにおいて抗動脈化作用が注目されている。今回我々は、糖尿病を合併した脳主幹動脈狭窄病変を有す患者において、ピオグリタゾンが脳循環に対して、どのような影響を及ぼすのかを検討した。

A. 研究目的

糖尿病治療薬であるピオグリタゾンが脳循環に及ぼす影響を定量性に優れた脳血流検査（Dual table autoradiography: DT-ARG）を用いて検討する。

B. 研究方法

脳主幹動脈に狭窄病変が認められ、かつ糖尿病を合併している症例に対して、6ヶ月間のピオグリタゾンによる内服治療を行う。投与期間の前後で、DT-ARGによる脳血流・脳血管予備能検査を行い、脳血流・予備能がどのように変化したかを検討する。

（倫理面への配慮）

本研究は、脳主幹動脈狭窄症に対して、通常に行われている検査であるDT-ARGと、糖尿病に対して通常に行われているピオグリタゾンによる加療を組み合わせる研究である。特に倫理的に問題となることは無いと考える。

C. 研究結果

対象となった症例は現在6症例で、男性4例、女性2例である。6ヶ月後の脳血流・脳血管予備能検査まで終了している症例は4例である。ピオグリタゾン投与前の空腹時血糖およびHbA1cはそれぞれ 161 ± 55.06 mg/dl、 7.38 ± 1.58 %であった（mean±sd）。脳血流量は 33.56 ± 6.61 ml/100g/min、脳血管予備能は 36.89 ± 13.36 %であった（mean±sd）。

6ヶ月間のピオグリタゾン投与後の空腹時血糖およびHbA1cはそれぞれ 140.5 ± 72.88 mg/dl、 6.05 ± 0.66 %であった（mean±sd）。脳血流量は 38.81 ± 7.17 ml/100g/min、脳血管予備能は 29.12 ± 20.52 %であった（mean±sd）。

D. 考察

糖尿病が動脈硬化性疾患の極めて重要な危険因子である事は良く知られている。Framingham studyでは糖尿病が脳梗塞の独立した危険因子である事が明らかにされた。

また、最近では糖尿病治療薬であるピオグリタゾンの投与が脳卒中を大幅に抑制する事がPROactive studyで証明された。これらの研究から、糖尿病の厳重な管理が脳循環に対して良好な影響を与える事が予想されるが、十分に検討された報告は今まで無かった。

その原因としては、脳血流量と脳循環予備能を正確に定量できる簡便な方法がなかったことが挙げられる。DT-ARGは、脳血流量と予備能を正確に測定できる手法であり、脳循環を簡便に定量化することが可能となった。本研究により、今まで検討されてこなかった糖尿病治療と脳循環の関係が明らかとなる可能性がある。

今回の我々の結果は4症例であり結論を述べることはできないが、ピオグリタゾンの投与による脳血流量の増加傾向が認められた。脳血管予備能には明らかな改善傾向は認められなかった。今後のフォローアップ症例の結果をまとめ、ピオグリタゾンの6ヶ月投与による脳血流・脳血管予備能への影響を更に検討する必要がある。

E. 結論

脳主幹動脈狭窄症に糖尿病を合併している症例に対して、ピオグリタゾンを6ヶ月間投与する事により、脳循環が改善する可能性がある。本研究はまだ継続中であり、今後も症例数を増やしていく必要がある。

F. 研究発表

1. 論文発表 なし。

2. 学会発表

① 第47回日本核医学会学術総会
QSPECTを用いた『脳神経外科領域における脳循環動態の評価』

The Evaluations of cerebral blood flow and cerebral reserve capacity using QSPECT method

山口大学脳神経病態制御医学 脳神経外科学
黒川 徹、加藤祥一、原田 啓、石原秀行、奥高行、前田佳彦、野村貞宏、鈴木倫保

② 第13回 日本脳神経外科救急学会
重症頭部外傷急性期における¹²³I iomazenil SPECTを用いた皮質損傷の評価

山口大学医学部脳神経外科
小泉博靖、藤澤博亮、黒川 徹、野村貞宏、梶原浩司、秋村龍夫、加藤祥一、藤井正美、鈴木倫保

③ 第24回日本脳神経血管内治療学会
CASによる慢性期脳循環動態の変化
Chronic Cerebral Hemodynamic changes after Carotid Artery Stenting

山口大学脳神経外科
石原秀行、加藤祥一、原田啓、黒川徹、白尾敏之、中山尚登、吉野弘子、米田浩、岩永秀幸、鈴木倫保

④ 第67回日本脳神経外科学会総会
CASによる慢性期脳循環動態の変化
Chronic Cerebral Hemodynamic changes after Carotid Artery Stenting

山口大学脳神経外科
石原秀行、加藤祥一、原田啓、黒川徹、白尾敏之、中山尚登、吉野弘子、米田浩、岩永秀幸、鈴木倫保

⑤ 第67回日本脳神経外科学会総会
内頸動脈両側性病変の術前術後の脳血流変化
山口大学脳神経外科
吉野弘子、石原秀行、加藤祥一、原田啓、白尾敏之、黒川徹、岡史朗、中山尚登、岩永秀幸、鈴木倫保

⑥ 第11回日本栓子検出と治療学会
CASによる慢性期脳循環動態の変化
Chronic Cerebral Hemodynamic changes after Carotid Artery Stenting
山口大学脳神経外科

石原秀行、加藤祥一、原田啓、黒川徹、白尾敏之、中山尚登、吉野弘子、米田浩、岩永秀幸、鈴木倫保

⑦ 第37回日本脳卒中の外科学会
SEE-JET法による鎖骨下動脈盗血症候群の脳血流評価

Regional CBF evaluated by SEE-JET method in patients with Subclavian steal syndrome

山口大学脳神経外科
石原秀行、黒川徹、加藤祥一、原田啓、中山尚登、岡史郎、北原哲博、長綱敏和、鈴木倫保

⑧ 第7回日本頸部脳血管治療学会
内頸動脈両側性病変の術前術後の脳血流変化
山口大学脳神経外科

石原秀行、加藤祥一、原田啓、白尾敏之、黒川徹、岡史朗、中山尚登、岩永秀幸、吉野弘子、鈴木倫保

⑨ The 36th International Society for Pediatric Neurosurgery

Clinical presentation of quasi-moyamoya disease and moyamoya disease with asymmetric features
Department of Neurosurgery and Clinical Neuroscience, Yamaguchi University School of Medicine

Sadahiro Nomura, Shoichi Kato, Hirotsuke Fujisawa, Hideyuki Ishihara, Seiji Uesugi, Hiroshi Yoneda, Satoshi Shirao, Hidekatsu Kiya, Michiyasu Suzuki

⑩ 第31回山口県小児神経研究会
横隔膜ヘルニアに対して膜型人工肺(ECMO)による管理を行った子の脳血流

Cerebral blood flow of the children underwent extracorporeal membrane oxygenation for the management of diaphragmatic hernia

山口大学脳神経外科
野村貞宏、白尾敏之、秋村龍夫、前田佳彦、黒川徹、鈴木倫保

G. 知的所有権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1. 特許取得
なし。

2. 実用新案登録
なし。

3. その他
なし。

脳循環測定におけるQSPECTと¹⁵OガスPETの比較に関する研究

分担研究者 松田 博史 埼玉医科大学国際医療センター核医学科

研究要旨

症候性頸動脈狭窄症患者において、QSPECTによる脳血管反応性評価を¹⁵Oガス吸入によるPET検査と比較した。9人の閉塞性主幹脳動脈を有する患者においてSteady-state法による一連のC¹⁵O₂, ¹⁵O₂, C¹⁵Oガス吸入PET検査を10回施行し、QSPECTによるSEE-JETでのStage分類と比較した。SEE-JETでStage II領域がみられた6症例で、ほぼ同一の領域に酸素摂取率の上昇がみとめられた。一方、SEE-JETでStage 0～Stage I領域であった3例と頸動脈ステント留置術後の1例では、酸素摂取率の上昇はみられなかった。QSPECTは、脳循環予備能の評価に関してPETに匹敵する精度を有することが確認された。

A. 研究目的

QSPECT (quantitative single photon emission computed tomography) は真の放射能濃度分布を正確に再構成することができ、従来のSPECT法に比べて高いコントラストを提示することが可能とされている。この手法を用いれば、施設間誤差の少ない標準的画像診断法として脳血流SPECT検査が確立されるものと期待される。今まで、症候性頸動脈狭窄症患者における頸動脈ステント留置術前後のQSPECTによる脳血管反応性と高次脳機能の関連を検討してきたが、脳血管反応性が術前不良であった患者に術後、高次脳機能の改善がみられる傾向にあった。今回、このQSPECTの信頼性をさらに評価する目的で、¹⁵Oガス吸入によるPET検査との比較を行った。

B. 研究方法

9人の閉塞性主幹脳動脈を有する患者においてSiemens社製PET/CT装置Biographを用いてSteady-state法による一連のC¹⁵O₂, ¹⁵O₂, C¹⁵Oガス吸入PET検査を行った。ほぼ、同時期に¹²³I-IMPを用いたDiamox負荷Dual Table ARG法によるQSPECTにはSiemens社製Symbia T6を用い、SEE-JETでのStage分類を行った。1例では、頸動脈ステント留置術前後に両法による脳循環測定を行った。Dual Table ARG法による血行力学動態評価には、SEE-JETを用いた。Stage分類は、0 (正常な脳循環予備能), I (脳循環予備能が喪失されるまでの血行力学的脳虚血), II (脳循

環予備能の喪失から脳代謝予備能の喪失までの血行力学的脳虚血) とし、PETでの酸素摂取率 (Oxygen Extraction Fraction; OEF) 上昇はStage IIに相当する。

(倫理面への配慮)

情報は匿名化した。

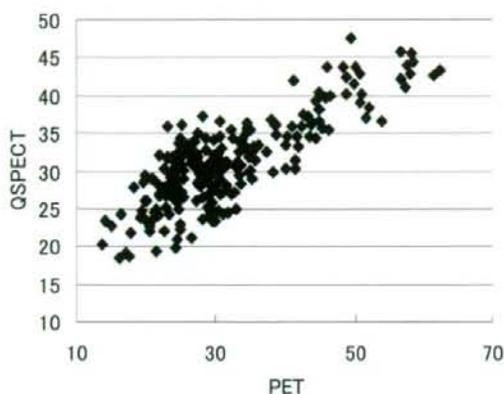
C. 研究結果

9人の閉塞性主幹脳動脈を有する患者における10回のQSPECTによる脳循環測定とPET測定の関連を以下の表に示す。SEE-JETでStage II領域がみられた6人、6回の測定で、ほぼ同一領域にPETでOEF上昇がみられた。一方、SEE-JETでStage 0～Stage I領域しかみられなかった3例、4回の測定では、OEF上昇域は認められなかった。

症例	病変	QSPECT	PET
72M	R IC stenosis	Stage II	OEF上昇
56F	R MCA stenosis	Stage II	OEF上昇
54F	L IC occlusion	Stage II	OEF上昇
64M	R MCA stenosis	Stage II	OEF上昇
70M	L IC occlusion	Stage I	OEF正常
69M	R IC stenosis preope	Stage II	OEF上昇
	R IC stenosis postope	Stage 0	OEF正常
70M	L IC stenosis	Stage I	OEF正常
65M	R IC stenosis	Stage II	OEF上昇
64M	R MCA stenosis	Stage 0	OEF正常

さらに、安静時脳血流量の測定結果をQSPECTと $C^{15}O_2$ ガス吸入PETで比較したところ、次の図のごとく両者の相関係数は0.817と高い相関がみられた。SPECT = 16.277807 + 0.4701443*PETの直線回帰式が得られ、SPECTでは、高血流域での過小評価が認められた。

単位はml/100g/min



D. 考察

^{123}I -IMPを用いたDiamox負荷Dual Table ARG法におけるSEE-JETによる血行力学的脳虚血の重症度 (Stage) 分類の定義は以下のごとくである。

Stage 0; 脳血管反応性が30%以上

Stage I; 安静時脳血流が正常値の平均の80%を超える (34ml/100g/minを超える)、または、脳血管反応性が10%を超え、30%以下

Stage II; 安静時脳血流が正常値の平均の80%以下 (34ml/100g/min以下)、かつ脳血管反応性が10%以下

この分類からわかるように、安静時脳血流が正確に測定されることがSPECTによるStage分類に重要である。今回の検討では、QSPECTによる安静時脳血流測定結果が $C^{15}O_2$ ガス吸入PETによる測定結果と統計学上優位の高い正の相関を示したことから、QSPECTの高い測定精度が示された。さらに、Diamox反応性を加味したStage分類において、Stage II領域はPETによるOEF上昇領域とほぼ一致していたことから、血行力学的脳虚血の重症度判定において、

QSPECTはPETと同等の精度を有することが確認された。今後、さらに多数例での比較と、頸動脈ステント留置術前後での比較を進めていきたい。

E. 結論

QSPECTは、脳循環予備能の評価に関してPETに匹敵しうる精度を有する。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

Imabayashi E, Matsuda H, Kuji I, Seto A. CT-based attenuation correction provides more accurate tracer distribution in brain SPECT than Chang's method. The 55th SNM annual meeting, June 16, 2008, New Orleans

Ito K, Imabayashi E, Seto A, Kuji I, Matsuda H. Utility of PET/CT in 15O-gas study-state method for brain hemodynamic studies. the 21st annual congress of the EANM in 2008, Oct 14, 2008, Munich

瀬戸 陽、伊藤公輝、今林悦子、久慈一英、松田博史。頸動脈狭窄患者におけるステント術前後の高次脳機能と脳血管反応性。第48回日本核医学会学術総会。2007年10月、幕張。

伊藤公輝、今林悦子、菊田大介、山田 実、伊藤邦泰、瀬戸 陽。久慈一英、松田博史。PET/CT装置によるO-15標識ガス持続吸入法における非視見的血流測定の試み。第48回日本核医学会学術総会。2007年10月、幕張

G. 知的所有権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

脳組織への酸素拡散能を評価する新たな指標の確立に関する研究

分担研究者 畑澤 順 大阪大学大学院医学系研究科核医学講座

研究要旨

脳への酸素分子移行を評価するための新たな指標として、脳循環の単位平均循環時間（Mean Transit Time; MTT）当たりのOEF（OEF/MTT）を求め、局所的差違およびODとの関係を解析した。大脳基底核、視床、小脳では白質よりも上昇しており、局所性が見られた。OEF/MTTは有効酸素拡散能と正相関していた。OEF/MTTは酸素分子が血液から脳組織に移行する過程を評価することができる新たな指標になりうると考えられた。

A. 研究目的

血液から脳組織への酸素分子の取り込みは、脳酸素摂取率（Oxygen Extraction Fraction; OEF）や有効酸素拡散能（Oxygen Diffusivity; OD）を指標にして評価されてきた。本研究は、脳への酸素分子移行を評価するための新たな指標として、脳循環の単位平均循環時間（Mean Transit Time; MTT）当たりのOEF（OEF/MTT）を求め、局所的差違およびODとの関係を解析した。

B. 研究方法

健康な成人12例（男6例、女6例、平均年齢は 50 ± 3 才）で $H_2^{15}O$ と $^{15}O_2$ の単回投与方法（ $C^{15}O$ による補正あり）を施行し、脳血流量（CBF）、脳血液量（CBV）、OEF、脳酸素消費量（ $CMRO_2$ ）を測定した。3T MRIで頭部を撮像し、各症例のMRIをもとにPET画像の解剖学的標準化を行った。画像解析・演算にはSPM2とDr.View/Linux R2.5を用いた。

C. 研究結果

大脳基底核、視床、小脳、大脳皮質（側頭葉）、大脳白質のOEFは各々 0.39 ± 0.04 , 0.34 ± 0.05 , 0.36 ± 0.04 , 0.37 ± 0.05 , 0.34 ± 0.06 （有意差なし）であった。大脳基底核、視床、小脳、大脳皮質（側頭葉）、大脳白質のMTTは各々 0.040 ± 0.010 , 0.049 ± 0.016 , 0.050 ± 0.015 , 0.066 ± 0.017 , 0.082 ± 0.020 であった。大脳基底核と白質、大脳基底核と側頭葉、視床と白質、小脳と白質の間に有意差を認めた（ $p<0.01$ ）。大脳基底核、視床、小脳、大脳皮質（側頭葉）、大脳白質の

OEF/MTTは 10.3 ± 2.9 , 8.1 ± 3.3 , 8.4 ± 3.5 , 6.1 ± 2.1 , 4.4 ± 1.3 (1/min)であった。大脳基底核、視床、小脳のOEF/MTTは白質と比較して、有意に上昇していた（ $p<0.024$ ）。健常人ではOEF/MTTとODは正相関していた（OEF/MTT= $1.99+0.21OD$, $r=0.73$, $p<0.01$ ）。

D. 考察

本研究およびItoらの結果（Neuroimage 2003）から、小脳、視床、大脳基底核のMTTは白質と比較して短縮している。一方、OEFの局所性は少ない。本研究の結果は、小脳、視床、大脳基底核では大脳皮質や白質と比較して単位循環時間当たりの酸素の取り込み効率が高いことを示唆している。OEF/MTTと相関が見られたODは毛細管レベルの血液量と正相関する（Hyderら、JAP 1998）。健常人におけるOEF/MTTの脳内局所差にはODの局所性、毛細管レベルの血液量の局所性が関与していると推定される。

E. 結論

平均循環時間当たりの酸素摂取率（OEF/MTT）という脳組織への酸素移行に関する新たな指標を考案した。大脳基底核、視床、小脳では白質よりも上昇しており、局所性が見られた。

F. 研究発表

1. 論文発表

Tanaka M, et al. Chronic middle cerebral artery occlusion: a hemodynamic and metabolic study with positron emission tomography. AJNR Am J Neuroradiol 29:1841-1846

2. 学会発表

藤井歩、他：健常人における脳酸素摂取率と平均循環時間の関係について 日本脳循環代謝学会総会 平成20年11月7日（東京）

G. 知的所有権の出願・登録状況 （予定を含む。）

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

DTARG法による脳血流量測定における脳血液分配定数の最適化

分担研究者 福島 和人 国立循環器病センター放射線診療部

研究要旨

Dual Table ARG (DTARG)法において用いられるIMPの脳血液分配定数(Vd)は固定されるが、局所脳血流量に与える影響は大きく、慎重にVd値を決定する必要がある。本研究では、慢性期脳血管障害患者を対象に、DTARG法と¹⁵O-Water PETによる脳血流量測定を行い、¹⁵O-Water PETで測定した値を基準値として、DTARG法においてVd値を変動させた時の測定値と比較した。CBF、CVRともに、Vd値35で算出した場合が最も良好な相関がみられ、最適なVd値を35と決定した。DTARG法は施設間誤差のない標準化された方法であり、同様の検討ができない施設ではVd値35を採用することを推奨する。

A. 研究目的

Dual Table ARG (DTARG)法において用いられるIMPの脳血液分配定数 (Vd)は固定されるが、IMPの局所脳組織での挙動は脳血流量(CBF)とVd値で定義される2コンパートメントモデルに従うと仮定されているため、Vd値がCBFに与える影響は大きく、正確なCBF測定を行うためには慎重にVd値を指定する必要がある。従来のIMP-ARG法（二日法）ではVd値は30-50%程度に指定されてきたが、装置の特性、画像再構成の手法、吸収補正の手法、散乱線補正の有無などに依存するため、QSPECTプログラムに基づくDTARG法における最適なVd値を決定する必要がある。

本研究の目的は¹⁵O-Water PETで測定した安静時およびAcetazolamide (ACZ)負荷時のCBFとそれらから算出したCerebrovascular Reserve (CVR)を基準値とし、DTARG法においてVd値を変動させた際のCBFとCVRを比較することにより、最適なVd値を決定することである。

B. 研究方法 対象

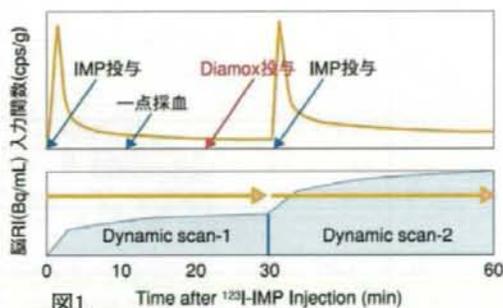
当センター入院時にDTARG法による安静時およびACZ負荷時脳血流量測定と¹⁵O-Gas PETによる脳循環代謝の評価を行う予定である慢性期脳血管障害患者のうち、¹⁵O-Water PETを用いた安静時およびACZ負荷時脳血流量測定に

よる検証試験（当センター倫理委員会承認済）への参加に同意が得られた14症例。

DTARG法

IMP 111MBqを投与すると同時に60分間(2.5分×24回転)のDynamic収集によりSPECT撮像を行う。入力関数を得るために、静注10分後に動脈採血を行い、さらに10分後にACZ (17mg/kg)を1分かけて投与する。初回IMP静注の30分後（ACZ投与開始より10分後）にIMP 111MBqを再び投与する。

0-30分のデータを用いて安静時CBFを、30-60分のデータを用いてACZ負荷時CBFを測定し、それらよりCVRを算出した。



¹⁵O-Water PET

¹⁵O-Gas PETに引き続き、¹⁵O-Water 1110MBqを投与し、安静時CBFを測定した。ACZ (17mg/kg)を静注し、その10分後に¹⁵O-Water

1110MBqを投与し、ACZ負荷時のCBFを測定した。

関心領域 (ROI)の設定

ROIの設定は自動ROI解析ソフト3D-SRTを用いて行い、側脳室と基底核レベルの中大脳動脈領域の左右それぞれ5ヶ所、計10ヶ所を選択し、解析に用いた。

C. 研究結果

DTARG法においてVd値を30, 35, 40, 45, 50に変更し、測定したCBFとCVRを¹⁵O-Water PETで測定したそれらと比較したところ、Vd値35で最も良好な相関が得られた。

DTARG法においてVd値35で算出したRest-CBF, ACZ-CBF, CVRと¹⁵O-Water PETで測定したそれらと比較した結果を以下に示す(図2, 3, 4)。

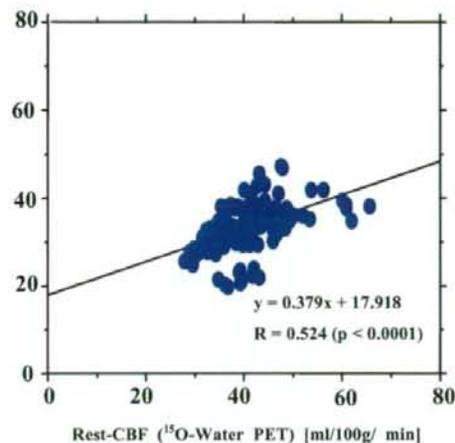


図2: Rest-CBF (DTARG;Vd35)

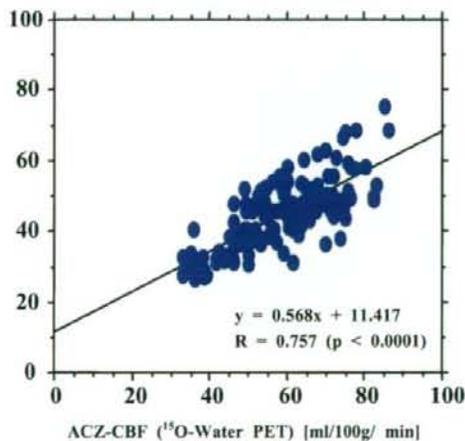


図3: ACZ-CBF (DTARG;Vd35)

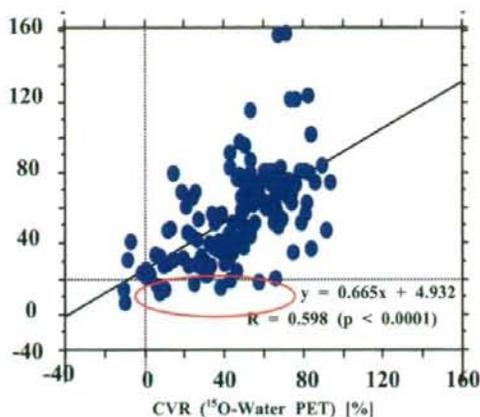


図4: CVR (DTARG; Vd35)

CVRに関して、安静時CBFよりもACZ負荷時CBFの方が低値を示し、CVRが負の値を示す盗血現象の頻度に着目し、DTARG法でVd値35とVd値45で算出した場合のCVRを比較した。¹⁵O-Water PETでは盗血現象を認めないにもかかわらず、DTARG法で盗血現象とみなされる領域数はVd値35よりもVd値45で算出した場合の方が多かった(図4, 図5赤丸)。

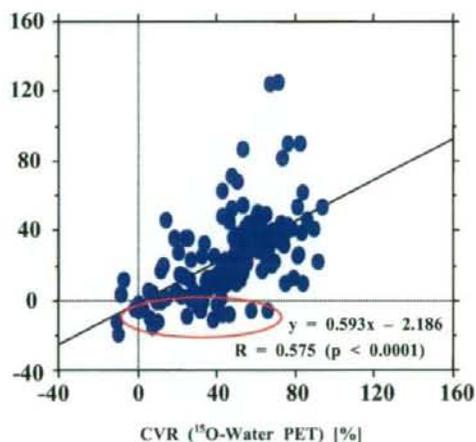


図5: CVR (DTARG; Vd45)

D. 考察

我々の施設では、安静時とACZ負荷時CBFを別日に測定していた従来のARG法においてVd値35が採用されていたが、現在のDTARG法では、Vd値45が標準値として設定されている。今回、我々の施設で行った¹⁵O-Water PETとの比較試験では、CBF, CVRともに、Vd値35で算出した

場合が最も良好な相関がみられた。特にCVRにおいて、盗血現象の不一致がVd値35で算出した場合において最も少なかったことから、最適なVd値を35と決定した。

E. 結論

¹⁵O-Water PETとの比較試験の結果、DTARG法における最適なVd値は35であった。

Vd値は装置の特性、画像再構成の手法、吸収補正の手法、散乱線補正の有無などに依存するため、各施設で最適なVd値を設定する必要があるが、DTARG法は施設間誤差のない標準化された方法であり、同様の検討ができない施設ではVd値35を採用することを推奨する。

F. 研究発表

1.論文発表

なし

2.学会発表

1. 収集開始時間が脳血流量に及ぼす影響
-Q-SPECTプログラムを用いたARG法における
検討- 福島和人 福本真司 他 第48回日本
核医学会学術総会 幕張

2. ¹²³I-IMPを用いたDual Table ARG法による脳
血流量測定における喫煙の影響 福島和人 福
本真司 他 STROKE2009 島根

3. Dual Table ARG法の小児患者への応用にお
ける問題点と適応拡大に向けた試み 福本真司
福島和人 他 STROKE2009 島根

G. 知的所有権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1.特許取得

なし

2.実用新案登録

なし

3.その他

なし

次世代SPECT装置—超高解像度化システムの開発

分担研究者 銭谷 勉 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 特任准教授

研究要旨

本研究事業はSPECT検査における標準的画像診断法の確立を統一された再構成プログラムと機能画像計算プロトコルとで目指すものであるが、本分担研究では次世代の標準化に向けた基盤づくりとして、ソフトウェアによる既存SPECT装置の画質向上および超高解像度SPECT装置開発を目的とする。本年度は、開発した画像再構成プログラムの解像度補正効果を脳ファントム実験によって確認できた。また、超高解像度SPECT装置の開発は、開発初年度であるが中視野検出器を搭載した試作機の設計を完了し、製作もほぼ完了しつつある。

A. 研究目的

本研究事業はSPECT検査における標準的画像診断法の確立を統一された再構成プログラムと機能画像計算プロトコルとで目指すものであるが、本分担研究では次世代の標準化に向けた基盤づくりとして、ソフトウェアによる既存SPECT装置の画質向上を目指す。本年度は、開発した画像再構成プログラムの解像度補正効果を脳ファントム実験によって確認する。しかしながら、ソフトウェアによる高解像度化には限界があるため、これと並行して局所超高解像度撮像用小視野検出器と中視野検出器を搭載した超高解像度頭部専用SPECT装置開発を目指す。開発初年度の本年度は、従来よりも高い解像度を有する中視野検出器を搭載したSPECT装置を試作する。

B. 研究方法

1. 解像度補正効果の評価

コリメータによるボケはガウス関数で近似でき、コリメータからの距離の関数として表すことができる。このモデルを逐次近似画像再構成法(OSEM)に組み込んだ。これまで、シミュレーションでは評価したが、今回、ファントム実験で解像度補正効果を確認する。SPECT装置は東芝GCA7200A、コリメータは低エネルギー高解像度用LEHR、核種はTc-99m(140keV)を用いて実験を行った。

(1) コリメータ応答関数の作成

図1のようにTc-99mで満たされたラインソースの投影データのコリメータからの距離を変えて収集した。それらのプロファイルの半値幅(FWHM)を求め、コリメータ応答関

数を作成した。



図1 コリメータ応答関数作成のためのラインソースのプラナー像収集のセットアップ

(2) マルチラインソースファントムSPECT撮像

直径20cmの円筒の中に複数のTc-99mラインソースが配列されたファントムを、図2のようにセットして、回転半径130mmでSPECT撮像した。QSPECTと開発した画像再構成プログラムによって再構成した画像でラインソースの半値幅を測定して解像度を比較、評価した。