

総説

今日のSPECT (総論)

福光延吉* 大島統男**

*大田原赤十字病院放射線科 **帝京大学医学部放射線科

Today's SPECT (introduction)

Fukumitsu Nobuyoshi*, Oshima Motoo**

*Department of Radiology, Ootawara Red Cross Hospital

**Department of Radiology, Teikyo University

Keywords:

SPECT, scatter correction, attenuation correction, filter

はじめに

画像診断学は新しい医療機器や撮像法の開発などで進歩がめざましい。また、その進歩に伴って専門化、細分化が進んでいる。この連載では、核医学診療のSPECT検査について概説する。

1. 検査状況

日本アイソトープ協会では、全国核医学診療実態調査専門委員会を設けて、1982年より、核医学診療の実態を調査し、報告している。1997年の6月1日から30日の間に第4回の調査を実施し報告された。その報告によると、調査票の回答の得られた1195施設(回収率96.3%)でインビボ検査の実施件数は、1日あたり、7400件で1987年の6200件、1992年の6600件に比べ、増加している。インビボ検査のうち、SPECT検査の実施は、30.1%で1987年の7.1%、1992年の17.0%に比べ、著明に増加している。SPECT検査の主目的は心筋と脳血流である。カメラの台数については、回答の得られた1160施設で1688台で、このうち1329台(78.7%)がSPECT装置であったと報告している¹⁾。

2. SPECT装置

SPECT装置は、開発当初は単検出器型であったが、現在では、2検出器型や3検出器型などの多検出器型が主流である。3検出器型SPECT装置では360°収集を行う際に単検出器型SPECT装置の1/3の収集時間で検査を終了でき、検査のスループットの向上が可能になり、並びに、短時間で反復収集が必要とさ

れる動態検査にも応用可能である。また、近年、検出器の角度が変えられる可変型の装置が開発されている。可変型のSPECT装置では、心筋の撮像に際して検出器を90°直交に設定することにより、90°回転で180°収集が可能になる。

3. 散乱補正

被験者の体内から放出される γ 線は、人体構成物質との間でコンプトン散乱を起こし、検出器に入射する。SPECTでは、^{99m}Tcを想定したモンテカルロシミュレーションの結果では、エネルギーウィンドウを140keV \pm 10%に設定した場合、SPECT画像の内、散乱線成分のしめる割合は30-40%となる²⁾。この散乱線の多くは一次のコンプトン散乱である。²⁰¹Tlのような低エネルギーの光子では散乱線成分のしめる割合はさらに増加し、コンプトン散乱も二次や三次の成分が増加する。散乱線の補正について1980年代に本格的に検討されるようになり、最も古くから用いられてきた方法がDeconvolution法である³⁾。その後、様々な補正法が改良を加えながら開発されてきた。現在では、**Triple Energy Window法 (TEW法)** 図1が簡便かつ正確な散乱線補正法として広く浸透している⁴⁾。TEW法は光子の計測に1個のメインウィンドウと2個のサブウィンドウを用いる。メインウィンドウを光電ピークに、サブウィンドウをメインウィンドウの両端に設定する。メインウィンドウ内のプライマリ光子のカウント(Cprim)は、メインウィンドウで得られるカウント(Ctotal)と散乱光子のカウント(Cscat)から、次の式によって得られる。

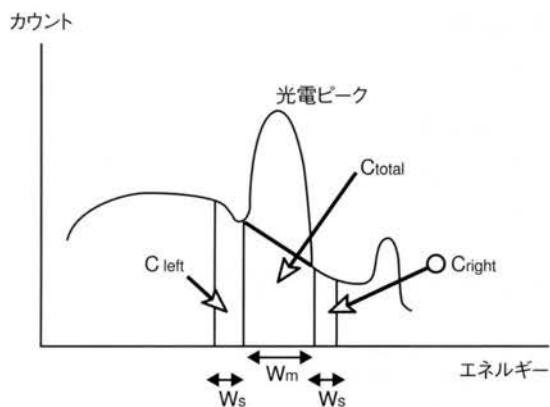


図1.TEW法

$C_{prim} = C_{total} - C_{scat}$ 。 C_{scat} は2個のサブウィンドウより得られるカウント (C_{left} , C_{right}) より、次の式によって推定される。 $C_{scat} = (C_{left}/W_s + C_{right}/W_s) \cdot W_m/2$ 。 W_m , W_s は、それぞれメインウィンドウ、サブウィンドウの幅である。

4. 吸収補正

核医学検査で使用されている放射性医薬品は低エネルギーの γ 線を放出するため、人体内での吸収により、1/2から1/5程度に減少する。吸収補正に関しては1970年代より検討されはじめ、Sorenson法(前補正法)⁵⁾やChang法(後補正法)⁶⁾が広く用いられ、現在に至っている。特徴は、Sorenson法では、画像の中央部の感度が低下し、Chang法では、逆に中央部が盛り上がる。これらは被写体全体の吸収係数を一様と仮定している。しかし、胸部に代表されるように人体の構造は均一でなく、不均一吸収体に対して、Changの逐次近似法や確率的画像再構成法(ML-EM)などが開発され、さらに、収束性を高速化したOrdered Subsets EM(OS-EM)が、近年開発された⁷⁾。また、 γ 線放出核種を封入した線源(一般に線線源)を検出器の対側に固定させることでトランスミッシヨンスキャンを用いて吸収補正を行う方法も開発され、実用化されている。

5. フィルタ

フィルタには前処理フィルタと再構成フィルタがある。検出器に投影された γ 線のデータには統計ノイズを多く含んでおり、その統計ノイズを除去することが、前処理フィルタの目的である。Butterworth filterが

一般的である。それに対して、投影データを再構成させることで、もとの物体を明らかにすることが再構成フィルタの目的である。Ramp filterが一般的である。

6. アーチファクト

SPECT検査では様々な要因によりアーチファクトを生じる可能性があり注意が必要である。SPECT撮像は、通常、検出器を4~6度ずつ回転させ、データ収集を行うが、この角度が大きすぎるとアーチファクトの原因となる。被験者の体輪郭がガンマカメラの視野より大きいと視野欠損によるアーチファクト(truncation artifact)が生じる。その他、検査時の被験者の体動がないか、SPECT装置の回転中心のずれがないか、適切なコリメータが装着されているか、光電ピークの設定や収集カウントが適切かなど注意する必要がある。

参考文献

1. (社)日本アイソトープ協会医学・薬学部会全国核医学診療実態専門調査委員会:第4回全国核医学診療実態調査報告. 核医学35:939-953,1998
2. 尾川浩一、原田康雄、市原 隆、他:モンテカルロ法を用いたSPECTデータ収集における散乱線の推定. 核医学27:467-476,1990
3. Axelsson B, Msaki P, Israelsson A: Subtraction of Compton-scattered photons in single-photon emission computerized tomography. J Nucl Med 25:490-494, 1984
4. Ogawa K, Harata Y, Ichihara T, et al: A practical method for position-dependent Compton scatter correction in single photon emission CT. IEEE Trans Med Imag 10:408-412, 1991
5. Sorenson JA: Instrumentation in Nuclear Medicine vol.2, ed. Hine GI and Sorenson JA (New York: Academic), p311-348, 1974
6. Chang LT: A method for attenuation correction in radionuclide computed tomography. IEEE Trans Nucl Sci 25:638-643, 1978
7. Hudson HM, Larkin RS: Accelerated image reconstruction using ordered subsets of projection data. IEEE Trans Med Imag 13: 601-609, 1994

ダウンロードされた論文は私的利用のみが許諾されています。公衆への再配布については下記をご覧ください。

複写をご希望の方へ

断層映像研究会は、本誌掲載著作物の複写に関する権利を一般社団法人学術著作権協会に委託しております。

本誌に掲載された著作物の複写をご希望の方は、(社)学術著作権協会より許諾を受けて下さい。但し、企業等法人による社内利用目的の複写については、当該企業等法人が社団法人日本複写権センター(社)学術著作権協会が社内利用目的複写に関する権利を再委託している団体)と包括複写許諾契約を締結している場合にあつては、その必要はございません(社外頒布目的の複写については、許諾が必要です)。

権利委託先 一般社団法人学術著作権協会

〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル 3F FAX : 03-3475-5619 E-mail : info@jaacc.jp

複写以外の許諾(著作物の引用、転載、翻訳等)に関しては、(社)学術著作権協会に委託致しておりません。

直接、断層映像研究会へお問い合わせください

Reprographic Reproduction outside Japan

One of the following procedures is required to copy this work.

1. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has concluded a bilateral agreement with an RRO (Reproduction Rights Organisation), please apply for the license to the RRO.

Please visit the following URL for the countries and regions in which JAACC has concluded bilateral agreements.

<http://www.jaacc.org/>

2. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has no bilateral agreement, please apply for the license to JAACC.

For the license for citation, reprint, and/or translation, etc., please contact the right holder directly.

JAACC (Japan Academic Association for Copyright Clearance) is an official member RRO of the IFRRO (International Federation of Reproduction Rights Organisations).

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

Address 9-6-41 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan

E-mail info@jaacc.jp Fax: +81-33475-5619