

《研究速報》

ポジトロン CT と X 線 CT 断層面の正確な 対応を行うための試み

小川 敏英*
菅野 巖*

犬上 篤*
相沢 康夫*

山口 龍生* 矢戸 文男*
上村 和夫*

I. はじめに

ポジトロン CT (以下 PET と略) は, functional anatomy を示す方法である. したがって, PET から得られる循環, 代謝等の脳の局所機能的情報は, X 線 CT (以下 XCT と略) による正確な解剖学的情報との対応で解析されなければならない. われわれは, ポジトロン専用機である Headtome-III による機能的情報と XCT (GE CT/T 9800) の解剖学的情報との正確な対応と再現性を確保するために, プラスチック製の face mask を用いた頭部位置決め法を用いることにより, 良好な対応が得られるようになった. 精度評価の結果, PET と XCT 像の偏差は, 2 mm, 2° 以内と満足すべき結果を得た.

II. 検査手順

まず最初に, PET の被検者ごとに, Fig. 1 に示すような熱可塑性プラスチック (Thermosplint, 東京衛材研究所) による face mask を作成する. このプラスチックは, 加温により軟化し, 顔面的な正確なモデリングが容易に行えるという特徴を有している. 次いで, face mask の右側に orbito-meatal line (以下 OM line と略) に一致させた鉛線を取りつけ, PET および XCT 施行の際の基本的照準マーカーとする. また, 外眼角のやや後方に左右対称的に 45° をなすニューム管を取りつけ, 後述

するように scan 中の頭部の動きの評価等に用いている.

PET 施行の際は, この face mask を装着し, OM line 上のマーカーに照準し, ヘッドレスト上に頭部を固定する. 次に, Fig. 2 に示すように PET 断層面が鉛線で指示されたプレートで X 線フィルムの前におき, 遠距離撮影 (焦点-フィルム間距離: 約 3 m) により頭部側面像を撮影する. そして, 得られた X 線フィルムから (Fig. 3), OM line 上のマーカーと PET 断層面を示した鉛線とのズレを確認し, ズレがあれば補正を行う. PET 施行の際は, face mask のニューム管内に ^{68}Ge 線源 (1 本約 20 μCi) を入れ, OM line に平行に通常 2 scan, 10 slice (7.5 mm 間隔) ないし 3 scan 15 slice (5 mm 間隔) の PET 像を得ている. この時 PET 像には, face mask に装着された ^{68}Ge 線源が点像として同時に写し出されることになる. なお, PET 施行中は当初の頭部の位置のズレを防ぐために, face mask 上のマークと投光器からの光マークを合致させておき, 常にテレビモニターで監視し, ズレが生じた時は, ただちに当初の位置に合致させている. 頭部固定は, XCT の際とほぼ同様に行い, 被検者の不快感を軽減するため必要以上に厳重な固定は行っていない.

次いで XCT 施行の際は, face mask のニューム管内に注射針 (22 G, 長さ 70 mm) を入れ, 顔面に装着し頭部側面の scout view を撮影する (Fig. 3). scout view から PET の場合と同様に基準線と XCT 断層部位の偏差を検定し, もし差があれば補正し, PET と XCT 像の一致を確保する. 得られた scout view 上に写し出された face mask のマーカーに平行に, PET の際と同様, 7.5 mm

* 秋田県立脳血管研究センター放射線医学研究部
受付: 60年2月6日
最終稿受付: 60年4月5日
別刷請求先: 秋田市千秋久保町6-10 (☎010)

小川 敏 英



Fig. 1 The face mask.

- ▶ aluminium tubes at 45° angle
- ➔ land-marker on the orbito-meatal line

間隔ないし 5 mm 間隔にて scan を行っている。その結果、断層像上に注射針の断面が写し出されこの 4 点を結ぶ四角形の対応により、PET と XCT の断層面のズレの評価が可能となる。なお face mask 上には、OM line を示す基本的照準マーカーに平行に、12.5 mm 間隔あるいは 15 mm 間隔で、もう一本の鉛線マーカーをとりつけてい

る。これは、PET は通常 OM line から上方 20 mm の高さから scan を行っており、XCT は、その 1 スライス下の高さ、すなわち 7.5 mm 間隔のときは、OM line から上方 12.5 mm の高さから、5 mm 間隔のときは、OM line から上方 15 mm からスタートする際のマーカーとなる。

III. 本法の精度検定法

face mask を用いた場合の PET と XCT 像の断層面のズレを評価するために、face mask を用いて検査を行った対象を無作為に 10 例選び PET 施行の際、照準に用いた X 線フィルムと XCT の scout view から断層面のズレの計測を行った。すなわち、scout view 像を X 線フィルムとほぼ同じ大きさに拡大し、nasion, inion, 外耳道等の基準点を参考に、scout view での断層面を X 線フィルム上に書き込み、断層面のズレを計測した。この時、PET 施行時の X 線フィルムと XCT 施行時の scout view の各像の拡大率を補正して計測した。再現性の検討のために follow up study を施行した例で 2 回の PET 断層面のズレを X 線フィルム上で計測した。さらに、PET 施行前後に頭部側

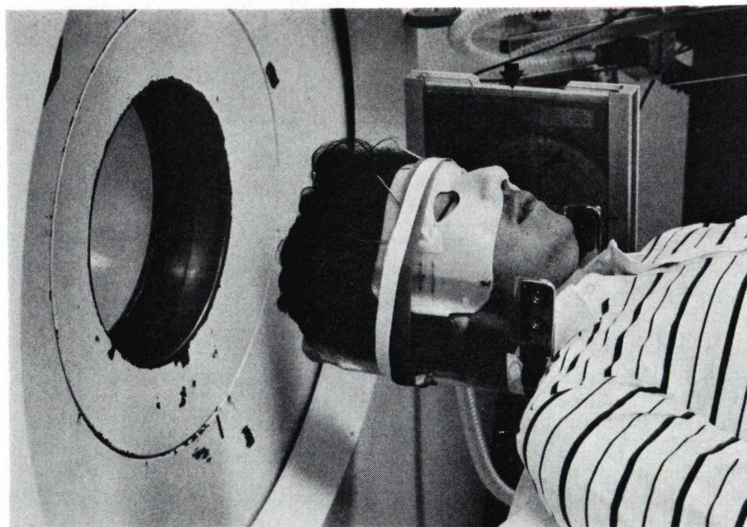


Fig. 2 Head positioning using the face mask.

- ▶ the plate indicating the scanning PET planes
- ➔ a film cassette

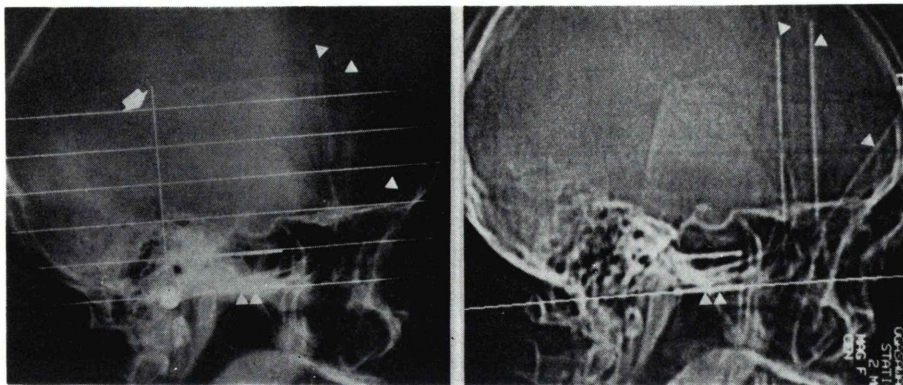


Fig. 3 A X-ray photograph and a scout view of a XCT, applied for the scanning-planes-adjustment.

- the parallel lines indicating the PET planes
- ▶ aluminium tubes with steal wires
- ▶ a land-marker on the orbito-meatal line

Table 1 Agreement and reproducibility on tomographic planes of PET and XCT

| | Agreement of PET and XCT tomographic planes | Reproducibility of tomographic planes by PET | Displacement of tomographic planes during a PET study |
|--------------------|---|--|---|
| Planner difference | 1.8 (± 1.8) mm | 1.5 (± 1.8) mm | 1.5 (± 2.2) mm |
| Angular difference | 0.6 (± 1.3)° | 1.5 (± 0.8)° | 1.1 (± 1.5)° |

(n=10)

面像を撮影し、X 線フィルム上で PET 施行前後の断層面のズレについても計測を行った。

IV. 結 果

今回の計測法はきわめて厳密な方法とは言い難いが、精度評価の結果は、Table 1 に示すごとく良好であった。すなわち、PET および XCT の断層面の一致性、follow up study の際の PET 断層面の再現性、PET 施行前後での断層面の一致性に関して、いずれも、断層面位置の差が平均 2 mm 以内、その角度差は 2° 以内であった。通常施行されている PET と XCT の断層像にても、大多数の症例で同様の精度での対応が得られ、face mask の有用性が確認された。PET および XCT 施行中の断層面の対応に関しては PET および XCT 断層面の ^{68}Ge 線源および注射針の 4 点の断面を結ぶ四角形の相似性の検討により scan 中のズレの評価が可能となる (Fig. 4)。また、本

影像でも前述したことと同様な精度評価が可能だが、前述のごとく、PET 施行の前後での断層面のズレが少ないことから今回は割愛した。なお、この精度評価の際には、face mask と顔面とのズレが少ないことが前提となり、PET で写し出される ^{68}Ge 線源像が PET のボケのために精度評価が低下する可能性を考慮しなければならない。

ここで、face mask を用いた 1 例の同一断層面の ^{18}F -fluorodeoxyglucose (^{18}FDG) による PET および XCT 像を示す。normal volunteer の例であるが、PET と XCT 断層面の正確な対応が得られており、詳細な検討が可能である (Fig. 5)。

V. 考察、結論

PET と XCT 断層面の正確な対応を得ることなく、PET 像の評価を行うことは、機能の局在している脳の positron study においては、無意味と言っても過言ではない。この正確な対応を得る

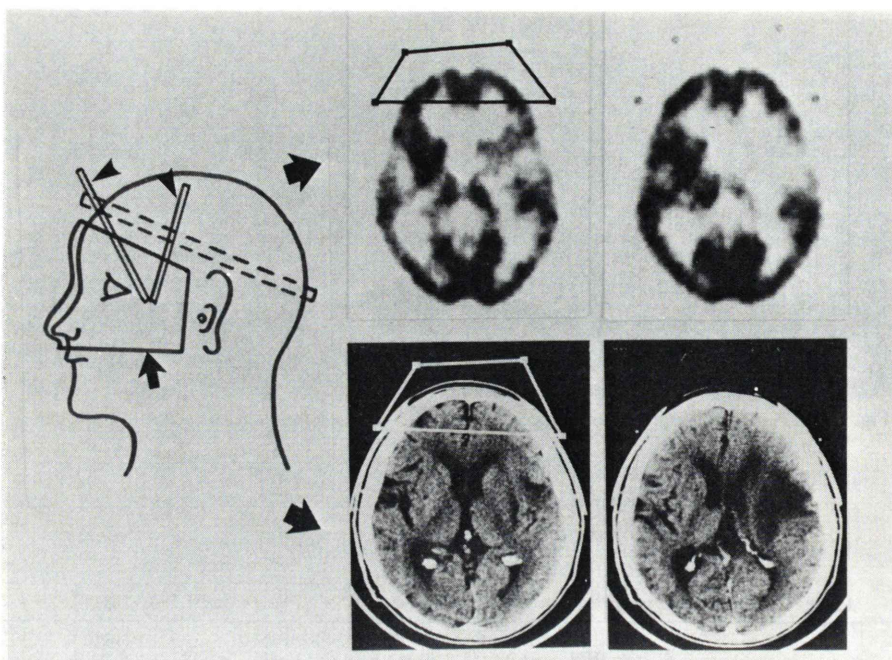


Fig. 4 Assessment of correlation between PET and XCT during examination with the marker (^{68}Ge or steel wire) in the aluminium tubes.

Trapezoids is given by linked lines among the markers in the tomographic plane of PET and XCT enable us to analyze the regional functional information in detail.

- ▶ aluminium tubes
- ➔ the face mask

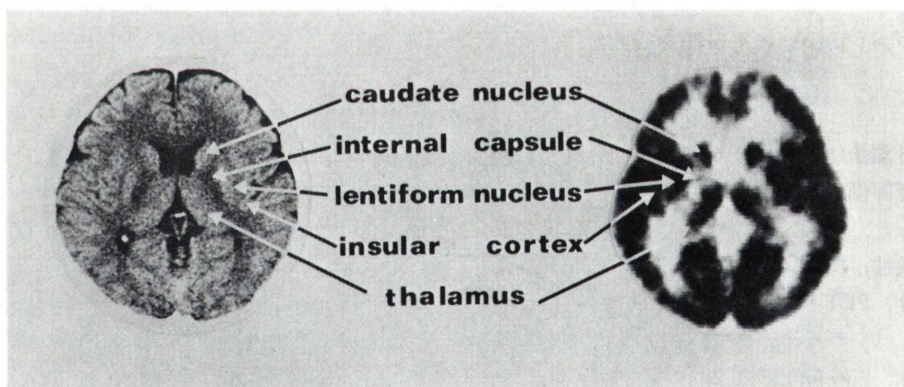


Fig. 5

ために、Greitz らの stereotaxic な方法^{1,2)}をはじめとして、Ter-Pogossian³⁾、Mazziotta⁴⁾ による種々の頭部位置決め法が報告されている。この位置決めの際には、その方法が断層面の一致性、再現性に優れていることはもちろんだが、容易に

位置決めができること、被検者に苦痛を与えないことも、検査時間の長い PET 検査にとって重要なことである。

今回われわれは、Ter-Pogossian らによる方法と類似の face mask を利用することにより、従来に

比べ、断層面の距離、角度のズレが、平均 2 mm, 2° 以内と良好な対応が得られるようになった。これらのズレは、face mask と顔面とのズレ、検査時の頭部の動きに基づくものと推定されるが、face mask の利用は、作成に手間がかかること、体動が激しい患者には適さないことといった欠点はあるものの、十分当初の目的にかなうものと考ええる。

本稿の要旨は第43回日本医学放射線学会にて発表した。

本研究は昭和 59 年度厚生省神経疾患研究委託費 No. 84-16-04 (井樋班) によった。

文 献

- 1) Greitz T, Bergström M, Boëthius J, Kingsley D, Ribbe T: Head fixation system for integration of radiodiagnostic and therapeutic procedures. *Neuroradiology* **19**: 1-16, 1980
- 2) Bergström M, Boëthius J, Eriksson L, Geitz T, Ribbe T, Widen L: Head fixation device for reproducible positron alignment in transmission CT and positron emission tomography. *J Comput Assist Tomogr* **5**: 136-141, 1981
- 3) Ter-Pogossian MM, Ficke DC, Hood JT, Yamamoto M, Mullani NA: PETT VI: A positron emission tomograph utilizing cesium fluoride scintillation detectors. *J Comput Assist Tomogr* **6**: 125-133, 1982
- 4) Mazziotta JC, Phelps ME, Meaders AK, Ricci A, Winter J, Bentson JR: Anatomical localization schemes for use in positron computed tomography using a specially designed head holder. *J Comput Assist Tomogr* **6**: 848-853, 1982

Summary

A Method to Obtain Accurate Correlation between Positron Emission Tomogram and X-ray Computed Tomogram

Toshihide OGAWA, Atsushi INUGAMI, Tatsuo YAMAGUCHI, Fumio SHISHIDO, Iwao KANNO, Yasuo AIZAWA and Kazuo UEMURA

Department of Radiology and Nuclear Medicine, Research Institute for Brain and Blood Vessels, Senshu-Kubota-machi, Akita City, Akita 010, Japan

Functional information of the brain obtained from a positron emission tomogram (PET) must be analyzed on the basis of anatomical information from a X-ray computed tomogram (XCT).

To achieve accurate agreement of the section slices between PET and XCT, we applied a face mask with land-marks. The face mask was made of plastic (Thermosplint, Tokyo Eizai Lab. Co., Ltd.) and was individually molded to each subject's face. The land-marks were consisted of the markers for the orbito-meatal line and a pair of 45° degreed tubular marks in which ⁶⁸Ge sources

or steel wires were inserted to estimate slice level and axial shift on the studied with PET or XCT, respectively.

Using randomized samples from routine PET studies, displacement between PET and XCT studies using this technique were proved with 2 mm for slice level and 2° for slice angle. The method present here is not very strict one but has been proved to be practical and accurate.

Key words: Positron emission CT (PET), X-ray computed tomogram (XCT), Face mask.