

《技術報告》

ポジトロン CT 用頭部固定装置の試作

須原 哲也* 古川 重夫* 宍戸 文男* 福田 寛*,**

要旨 簡便な操作で頭部固定ができ、検査中の固定の安定性が得られるポジトロン CT 用頭部固定装置を作製した。装置の枠組みはアクリルで作製し、樹脂性の head rest 部分を枠組みに固定した。さらにこの上にゲルを固定して、個々人の後頭部の形状に対応させた。マスクは、熱により軟化する樹脂性の板を用いて、数分間 80°C の湯につけ、軟化した状態でそれぞれの被験者の顔に合わせて成型した。固定に要する時間は 2-3 分であった。本装置の使用により、良好な固定の安定性が得られ、繰り返し検査で位置の再現性も比較的保たれていた。また、本装置による S/N の低下も少なく、簡便で実用性の高い装置であった。

(核医学 30: 1241-1244, 1993)

I. はじめに

ポジトロン CT (PET) により定量的な測定を行うためには、測定中に被験者の動きを制限する必要がある。また、PET の測定において同一対象を時期やトレーサを変えて測定する場合、できるだけ同一の断面を再現性よく測定できることが必要とされる。このため近年いくつかの施設から、CT や MRI とも共用できるような頭部固定装置が報告されている¹⁻³⁾。しかし固定が強固であっても、被験者が苦痛を感じるような固定や繁雑で時間のかかる固定は、実際の PET 検査においては必ずしも実用的とはいえない。そこで今回われわれは、日立メディコ製ポジトロン CT (PCT 3600W) に取り付けられ、長時間の検査によっても被験者の疲労が少なく、簡単に頭部を固定できる装置を作製したので報告する。

II. 装 置

装置の枠組みは放射線治療用の頭部固定装置のもとに、PCT3600W のベッドに固定できるように、一部を改良した。枠組みは厚さ 1 cm のアクリルで作製し、熱により軟化する樹脂性の板 (東京衛材研究所製 polycast-EX) を用いて標準的な頭に合うようにヘッドレスト部分を形成し、枠組みに樹脂性のボルトで固定した (Fig. 1)。また長時間臥床に伴う後頭部の痺れを軽減する目的で、Table 1 に示す組成のゲル⁴⁾をビニール袋内に入れ head rest 部分に固定した。

III. 頭 部 固 定

ヘッドレストに用いた polycast-EX の板を用いてあらかじめ目、耳、口の部分を一定の形に切り取ったものを用意した。位置決めおよび皮膚へのマーキングを容易にするためと、被験者の拘束感を和らげるために切り取り部分は大きくとった。PET 検査時にこれを数分間 80°C の湯につけ、軟化した状態で被験者の顔に合わせてマスクを成型し、前額、鼻梁、頬骨を支点として頭部を固定した (Fig. 2)。マスクのヘッドレストへの固定は、測定視野に入らない位置に設置したビス穴に樹脂性のボルトを挿入して行った。

* 放射線医学総合研究所重粒子治療センター
障害・臨床研究部

** 東北大学加齢医学研究所機能画像医学研究分野

受付: 4 年 9 月 4 日

最終稿受付: 5 年 7 月 30 日

別刷請求先: 千葉市稲毛区穴川 4-9-1 (☎ 263)

放射線医学総合研究所臨床研究部

須 原 哲 也

IV. 測定

不整形の頭部固定器による放射線吸収によるトランスミッションスキャンの統計精度の低下を検定するために、直径 20 cm の水ファントムを、ゲルを敷いた本頭部固定装置に置いた場合と、標準装備のカーボンファイバーの頭受けに置いた場合とについて、トランスミッションスキャンを行

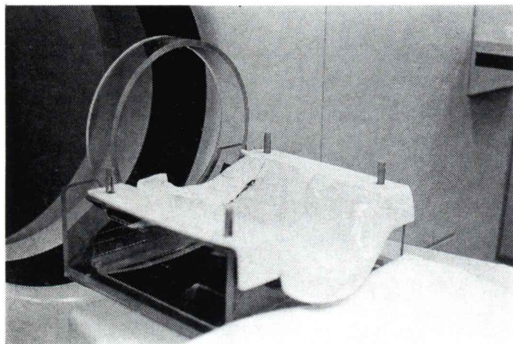


Fig. 1 Photograph of the headholder, which was placed on the bed of PET scanner (PCT3600W).

Table 1 Material of gel

主 剤:
アセトアセチル化水溶性高分子化合物
メチルセルロース等
ゲル化剤:
アミン基を有する化合物
エポキシ基を有する化合物
アルミチタン等の金属キレート
比 重: 1.012 pH 6.4



Fig. 2 A patient with face mask fixed to the headholder.

った。5, 10, 20, 40 分間のデータ収集の後、画像再構成を行い、画像上に関心領域を設定してピクセル当たりのカウントとそのばらつきを比較した。また、画像のアーチファクトの有無を検討した。使用した PET は PCT3600W, 7 スライスタ입 (日立社製) で、空間分解能は静止モードで 6.5 mm である。

V. 固定の安定性および位置の再現性

レーザーライトを指標にして OM ラインの位置決めを行い、左右耳前部、左右前額部の皮膚にマーキングを行い、PET 検査前と終了後のずれを測定した (検査時間 60-80 分)。また、同一患者に同一マスクを使って位置の再現ができるかどうか検定するために、1 回目の検査から一定期間後に、同一マスクで固定し PET 検査を行った。2 回目の検査は PET ガントリーの tilt 角、ベッド高、ベッドストローク等すべて 1 回目と同じ条件下で行った。ただし、皮膚面のマークは長期間保存できないので、1 回目の検査時にマスク上につけたマークを参照してあらためて OM ラインの設定を行い、位置の設定を行った。再現性の確認には、1 回目の検査の関心領域を 2 回目の検査の画像に重ねて評価した。

VI. 結 果

本固定装置は標準装備のカーボンファイバー製の頭受けに比較し、ピクセル当たりの平均カウントで 6.4% の減少が認められた。ピクセルの平均カウントに対する変動係数は、両装置ともデータ収集時間の増加と共に減少しているが、同一収集時間で比べると本装置の方が変動係数が大きい (Fig. 3)。この図から、従来装置で 10 分間のトランスミッションスキャンを行った時と同等の統計精度を得るためには、本装置の場合約 12 分間のデータ収集が必要であることがわかる。

さらに円柱ファントムのトランスミッションの再構成画像からは、頭部固定装置に伴うアーチファクトがでないことが確認された (Fig. 4)。

固定の安定性については、10 人の被験者での検

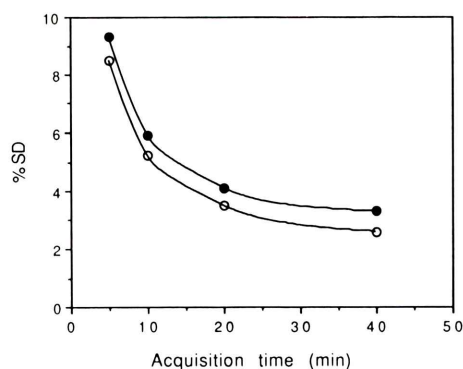


Fig. 3 The effect of the headholder on %SD of the counts of transmission scan. A new headholder (○), carbon fiber headrest (●).

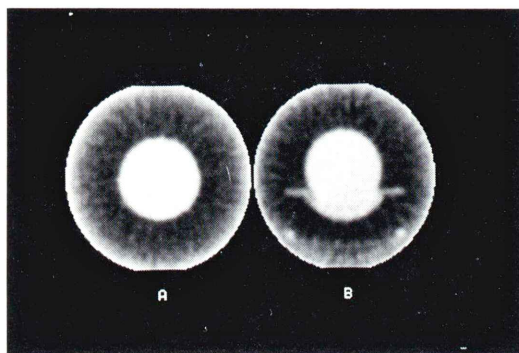


Fig. 4 Transmission scan of the water phantom. A: Phantom was placed on the headrest of carbon fiber. B: Phantom was placed on the headholder with gel.

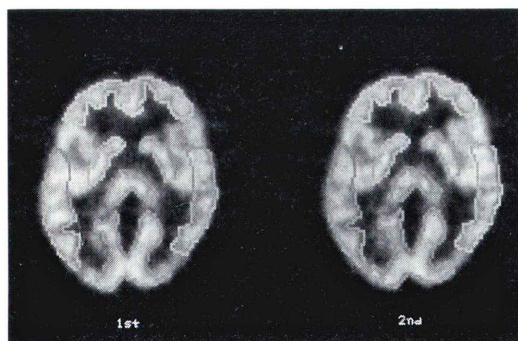


Fig. 5 Repositioning accuracy. The regions of interests which was outlined on the image of the first study were placed on the image of second study.

査前後の位置ずれは左右回転方向で 1 mm 以内, Z 軸頭足方向で 1-2 mm であった. また頭部の tilt 方向については 2-3 mm であった.

位置の再現性に関しては, Fig. 5 に示すごとく, 1 回目の画像に設定した関心領域と 2 回目の検査の画像とのズレはなく, 位置の再現性は視覚的にはよく保たれていた.

VII. 考 察

今回われわれが作製した固定装置は, 頭受け部分は固定式とし, これにゲルをのせることにより個々の症例の頭の形状に合わせることにした. 頭部の固定に使うマスクは加温後の成型はきわめて速やかに行うことができ (Fig. 2), 2 名の医師で行うと, 固定に要する時間はごく短かった (2-3 分). このことは, マスク成型専門の技術補助者を用意できないわが国の PET 施設では重要である.

またゲルの使用は後頭部のしびれを軽減させた. 従来の装置とゲルを用いた本装置の両方を使用した 7 人中 6 人が, 後頭部のしびれの軽減を報告した. 一方ゲルの吸収は Fig. 4 に見られるごとく, ほぼ水と同程度であるため測定に当たっては, 計算による吸収補正では対応できず, トランスミッションスキャンが不可欠となる. また, S/N に与える与える影響も少なく, 通常の検査では 2-3 分程度トランスミッションスキャンを延長すればよく, またアーチファクトの発生も認められないことから実用上問題は認められなかった.

固定の安定性については, すでに報告されている強固な固定装置にくらべてやや劣ると考えられる. 特に, 嚥下時の咽頭部の不快感を軽減するために下顎部の固定を行っていないので, 顔面の tilt に対しては固定が不十分のようである. しかし, 被験者が協力的で安静を自分の意志で保てる場合には, 当施設の PET で臨床的に問題となるような 5 mm を超えるずれはなかった. 無理に動かそうとする患者に対しては, フレームとピンを用いる強固な装置以外は, 本装置を含めて大部分の装置は対応できないと考えられる. もし完全な固

定を望むならば、このシステムにバイトブロックを併用することは可能である。

われわれはこの固定装置を用いて現在までに 90 回以上の検査を行っており、そのうち 40 回は同一被験者を対象に 2 回の検査を行ったものである。位置の再現性については、皮膚表面のマークの保存ができないために、マスクに記録されたマークにより位置を再現する方法をとった。厳密な評価は行っていないが、2 回目の画像と 1 回目に設定した関心領域とのずれを検討したが、視覚的には問題となるようなずれはなかった。コンピュータにより、回転を評価する方法もあるが、PET 画像内の内部標準は不確かであり、2-3 mm の精度で 3 次元でのズレを評価することは困難であり、今回は行っていない。

以上、本装置は簡便さ、固定の安定性について臨床上有用な装置であると考えられた。さらにこ

の装置は、X 線 CT に共用できるほか、body coil を用いれば MRI にも共用することが可能であり、1.5 テスラの MRI を用いて良好な画像が得られることを確認している。

文 献

- 1) Bergstrom M, Boethius J, Eriksson L, Greitz T, Ribbe T, Widen: Head fixation device for reproducible position alignment in transmission CT and positron emission tomography. *J Comput Assist Tomogr* 5: 136-141, 1981
- 2) Kearfott KL, Rottenberg DA, Knowles RJR: A new headholder for PET, CT, and NMR imaging. *J Comput Assist Tomogr* 8: 1217-1220, 1984
- 3) Bettinardi V, Scardaoni R, Gilardi CM, Rizzo G, Perani D, Paulesu E, et al: Head holder for PET, CT, and MR studies. *J Comput Assist Tomogr* 15: 886-892, 1991
- 4) 古川重夫, 中村 護, 他: 陽子線治療用ボータスの開発とその応用. 放射線治療システム **Suppl** 4: 136-139, 1987

Summary

A New Headholder for Positron Emission Tomography

Tetsuya SUHARA*, Sigeo FURUKAWA*, Fumio SHISHIDO*
and Hiroshi FUKUDA**

*Division of Clinical Research and Radiation Health, Research Center of Charged Particle Therapy, National Institute of Radiological Sciences

**Department of Nuclear Medicine and Radiology, Institute of Development, Aging and Cancer, Tohoku University

We developed a new headholder for the fixation and repositioning of patient head in PET study. The device consists of acryl frame and headrest of thermoplastic resin. Special gel is placed on the headrest to adapt different shape of occiput in each patient. Individual face mask was made with thermoplastic resin just before the PET study and

was fixed with the holder using plastic taper.

It took about 2-3 min to fix the patient head using these system. Immobilization of the patient's head during PET study was good. Accuracy of repositioning in the same patient was relatively good between separate PET studies.

Key words: Headholder, PET, Face mask, Gel.