論文受付
2003年 1 月20日

論文受理
2003年 3 月29日

Code No. 241

逆Stenvers氏撮影法の有用性の検討

丸山裕稔・井手口忠光¹⁾・大浦弘樹²⁾・東 敏也³⁾
折田信一⁴⁾・天野一弘⁵⁾・東田善治⁶⁾

国立熊本病院放射線科

1) 国立病院九州医療センター放射線部(臨床研究部)

2) 国立病院九州がんセンター放射線科

3) 宮崎医科大学附属病院中央放射線部

4) 国立病院九州循環器病センター放射線科

5) 国立療養所再春荘病院放射線科

6) 九州大学医学部保健学科放射線技術科学専攻

緒 言

耳鼻科領域における聴器，とりわけ錐体(内耳道，三半規管)撮影においては，Stenvers氏撮影法(以下Stenvers法)が一般的に用いられてる．耳鼻科専門医による読影では，左右内耳の比較読影を行うことが多く，対称に撮影することは特に重要である．しかし，Stenvers法は腹臥位で頭部正中を傾ける等のポジショニングが要求されるため，再現性よく解剖学的位置関

係を左右対称にしかも正確に描出することは難しく，熟練を要する．また，めまいを伴う患者や高齢者では，腹臥位が困難な場合も臨床の現場では数多く遭遇する．このような場合，Stenvers法に代わってポジショニングが比較的簡便で，患者の苦痛も少なく仰臥位または座位で撮影可能な逆Stenvers氏撮影法(以下，逆Stenvers法)がしばしば用いられる．しかしながら，この撮影法はStenvers法に比べ錐体の拡大率の増加や水

Usefulness of the Opposite Direction for Stenvers' Method

HIROTOSHI MARUYAMA, TADAMITSU IDEGUCHI,¹⁾ HIROKI OHURA,²⁾
TOSHIYA AZUMA,³⁾ SHINICHI ORITA,⁴⁾ KAZUHIRO AMANO,⁵⁾
and YOSHIHARU HIGASHIDA⁶⁾

Department of Radiology, National Kumamoto Hospital

1) Department of Radiology, National Hospital Kyushu Medical Center

2) Department of Radiology, National Hospital Kyushu Cancer Center

3) Department of Radiology, Miyazaki Medical College Hospital

4) Department of Radiology, National Hospital Kyushu Cardiovascular Center

5) Department of Radiology, National Alcoholism Saisyunsou Hospital

6) Department of Radiological Sciences, School of Health Sciences, Faculty of Medicine, Kyushu University

Received Jan. 20, 2003; Revision accepted March 29, 2003; Code No. 241

Summary

In otorthinolaryngology, Stenvers' method is employed in radiography of the pyramid(internal acoustic meatus and semicircular canals). However, in cases of dizziness, where the prone position is difficult to achieve, we occasionally use the opposite Stenvers' method instead of the conventional one. This makes it possible to perform radiography with the patient in the supine position. Compared with the conventional Stenvers' method, the problems of this method were increases not only in the rate of magnification but also in lens dose. In this study, we evaluated these problems by employing computed tomography(CT) and a glass dosimeter with phantom as well as by clinical evaluation. The results showed no statistically significant difference between Stenvers' method and the opposite Stenvers' method in both the rate of magnification and the clinical evaluation. The increase in lens dose with the opposite Stenvers' method was not significant. We concluded that the opposite Stenvers' method was useful.

Key words: Opposite Stenvers' method, Stenvers' method, Angle of pyramid, Lens dose

別刷資料請求先：〒860-0008 熊本県熊本市二の丸1-5
国立熊本病院 放射線科 丸山裕稔 宛

Fig. 1 Measurements of rate of magnification(a)and pyramidal angle(b).
We measured an angle consisting of a perpendicular line to the superior semicircular canal and a median line.

晶体の被曝線量増加, 内耳道, 三半規管のひずみや描出不良が考えられ, 一般的には推奨されていない。本研究の目的は, これらの問題点を頭部CT画像を用いて, 錐体の正中軸からの角度や拡大率の計測を行い統計学的に解析し, 逆Stenvers法の有用性を検討することである。また, Stenvers法と逆Stenvers法を用いて撮影された, X線画像の視覚評価および水晶体の被曝線量も測定し, あわせて検討した。

1. 使用機器および方法

1-1 頭部正中軸傾斜角の計測および錐体拡大率

Stenvers法および逆Stenvers法の撮影時における適正な頭部正中軸傾斜角を求めるために, CT画像を用いて, 錐体の正中軸からの角度を計測した。対象は, 国立熊本病院で2000年7月から2000年9月までに頭部CT検査を受けた患者45名で, その内訳は男性22名(平均年齢 58.2 ± 23.6 歳), 女性23名(平均年齢 58.6 ± 24.6 歳), である。使用したCT装置は日立社製CT-W2000である。計測の方法は, まずCT画面上で上半規管に対し垂直な直線を引き, その線と頭部正中線のなす角度を錐体角度とした(Fig. 1(a))。求めた角度の左右差および性別による差の統計解析を行った。用いた統計解析方法はスチューデントのt検定で, 危険率5%以下を有意差ありとした。拡大率についても同様にCT画面上で, Stenvers法, 逆Stenvers法におけるカセット面の位置を想定し, カセット面を錐体に対し, 平行に配置したときの三半規管からカセット面までの距離を, それぞれa, bとし拡大率を求めた(Fig. 1(b))。拡大率を求めるときの焦点—フィルム間距離は

120cmとした。

1-2 水晶体被曝線量

水晶体被曝線量は, 頭部ファントム(京都科学社製頭部ファントム)を用いて測定を行った。水晶体の位置にガラス線量計の素子を配置し, 臨床と同条件でStenvers法, 逆Stenvers法のポジショニングを行い撮影を行った。照射野はカセット面上で, 眼窩外側から乳突蜂巣および乳様突起を含む $10\text{cm} \times 11\text{cm}$ とした。その配置図およびその照射野で撮影したX線写真をFig. 2(a), (b)に示す。撮影に使用したX線管球はCIRCLEX 0.5/IP33C, X線発生装置は島津社製UD150L-30で, 撮影条件74kV, 160mA, 80msec, FFD(film focus distance)=120cmにて撮影を行った。水晶体被曝線量, およびバックグラウンドの測定には, それぞれ五つのガラス素子を使用した。また測定値の平均値からバックグラウンドの平均値を差し引いた値を, 水晶体被曝線量とした。また, 使用したガラス線量計は千代田テクノールDose Ace GD-352Mであり, ガラス素子の性能は, 測定線種X線: 15keV~20MeV, 測定線量範囲: $10\mu\text{Gy} \sim 500\text{Gy}$ である。

1-3 臨床評価

臨床における逆Stenvers法の有用性を検討するために, 専門医による視覚評価を行った。対象は健常ボランティア16名で, その内訳は男性6名(平均年齢 51.8 ± 15.1 歳), 女性10名(平均年齢 58.5 ± 15.4 歳)である。まず, 2-1の結果(錐体角度)をもとに, Stenvers法および逆Stenvers法を用いて同一対象者の右側のみの

Fig. 2 Position of glass dosimeter(a), field of exposure dose measurement (10 cm×11 cm) (b). The glass dosimeter was positioned to a phantom of the lens.

撮影を行った。評価の方法は、得られた逆Stenvers、Stenvers法のX線画像計32枚を用い、経験年数2年以上の放射線科医3名および耳鼻科医4名による3段階(1=good:内耳道, 三半規管が正確に描出され十分に診断可能である。2=adequate:内耳道, 三半規管はある程度描出され, 診断は可能である。3=poor:内耳道, 三半規管のどちらかの描出が悪く診断が困難である)の視覚評価を行った。Stenvers法および逆Stenvers法の描出能の差は、視覚評価により得られた結果をMann-Whitney検定を用い危険率5%以下を有意差ありとした。なお、撮影に際しボランティア16名に、研究の趣旨を説明し、同意を得た。

2. 結果

2-1 頭部正中軸傾斜角および錐体拡大率

Fig. 3に対象45名のCT画像より計測した、錐体と頭部正中線のなす角度(以下、錐体角度)の結果を示す。得られた角度の平均は、左錐体角度 50.8 ± 3.35 度、右錐体角度 49.6 ± 3.25 度となり、検定において両者間に有意な差は認められなかった。以上のことより、左右の錐体角度に差はないとの結果が得られた。また平均の錐体角度は約50度であり、これにより撮影時における頭部正中軸の傾斜角は、40度が最適であるとの結果が得られた。

Fig. 4, 5には男女別の錐体角度をそれぞれ左右別にヒストグラムで示す。左錐体角度は男性平均 50.9 ± 3.81 度、女性平均 50.6 ± 2.91 度、右錐体角度は男性平均 49.9 ± 3.51 度、女性平均 49.4 ± 3.03 度となり、検定において男女間に有意な差は認められなかった。

次に錐体の拡大率は、CT画像より求めた対象45名の平均では、逆Stenvers法 $=1.09 \pm 0.04$ 、Stenvers法 $=1.07 \pm 0.03$ 倍となり、逆Stenvers法がわずかに拡大率は大きかった。

Fig. 3 Distribution of pyramidal angle measurements in 45 patients.

There was no difference between the two methods.

2-2 水晶体被曝線量

水晶体被曝線量の結果をTableに示す。Stenvers法、逆Stenvers法それぞれにおける五つのガラス素子の読み取り値と、バックグラウンドの値、その平均値を表示した。読取値の平均は逆Stenvers法で $47.6 \mu\text{Gy}$ 、Stenvers法では $33.4 \mu\text{Gy}$ となり、バックグラウンドの平均 $31.6 \mu\text{Gy}$ を差し引くと、水晶体被曝線量は逆Stenvers法 $=16.0 \pm 1.85 \mu\text{Gy}$ 、Stenvers法 $=1.80 \pm 0.49 \mu\text{Gy}$ であった。得られた結果より水晶体の被曝線量は逆Stenvers法がStenvers法の約9倍の増加となった。

2-3 臨床評価(視覚評価)

逆Stenvers法およびStenvers法の臨床における視覚評価の結果をFig. 6に示す。Stenvers法におけるgoodの評価は67.9%、逆Stenvers法は56.3%であり、従来のStenvers法が明らかに高率であった。しかし診断可能なgoodとadequateの評価を合わせると、Stenvers法は87.5%、逆Stenvers法が88.4%と逆Stenvers法の評価が

Fig. 4 Sex distribution by left pyramidal angle.
There was no difference between the two methods.

Fig. 5 Sex distribution by right pyramidal angle.
There was no difference between the two methods.

Table Results of lens dose measurement.

	Read dose (μGy)					AVE	Lens dose (μGy)
	1	2	3	4	5		
Opposite stenvers method	47	51	46	46	48	47.6	16.0 ± 1.85
Stenvers method	33	34	33	33	34	33.4	1.8 ± 0.49
Back ground	28	34	33	33	30	31.6	

高かった。しかし、その差は0.9%とわずかであり、ほぼ同等の評価であると思われる。診断が困難なpoorの評価では従来のStenvers法が12.5%、逆Stenvers法が11.6%とその差は0.9%であり、この差もわずかであった。ちなみに検定においては、両者間に有意な差は認められなかった。Fig. 7にはgood, Fig. 8にはadequateの評価を受けた症例を、またFig. 9にはpoorの評価を受けた逆Stenvers法およびStenvers法の症例を供覧する。

3. 考察

難聴、耳鳴、耳閉感、めまい等の異常を伴う臨床像は、聴神経腫瘍が疑われ^{1, 2)}単純X線撮影法の一つであるStenvers法がスクリーニング検査として、通常選択されている。しかし、Stenvers法は、ポジショニングが非常に困難であり、患者の苦痛も大きく、診断に適した画像を得るには熟練を要する撮影法の一つである。そこで今回、ポジショニングも簡便で患者の苦痛も小さい、逆Stenvers法の臨床的有用性を検討した。検討した項目は、正中軸傾斜角度、拡大率、水晶体被曝線量、描出能(視覚評価)である。

まず正中軸傾斜角度は、男女合計45名を対象に計測を行った結果、平均で左錐体角度 50.8 ± 3.35 度、右錐体角度 49.6 ± 3.25 度となった。また、検定により錐体

Fig. 6 Results of clinical evaluation.
Results of the clinical evaluation were practically the same.

角度に、性差および左右差は認められなかった。以上の結果より、錐体角度は約50度であり、撮影時の正中軸傾斜角度は40度が適当であるとの結果が得られた。従来からの成書には、正中軸傾斜角度は45度と記載されている^{3, 4)}。しかしそれらは、頭部断面において長軸方向に比較的長い外国人がモデルである。外国人に比べ、短軸方向に比較的長い日本人には錐体をカセットに平行にポジショニングするには、45度という角度

Fig. 7 Clinical radiography was evaluated as "good".
Internal occipital crest was out of the lateral semicircular canal.

Fig. 8 Clinical radiography was evaluated as "adequate".
Internal occipital crest was on the internal acoustic meatus.

Fig. 9 Clinical radiography was evaluated as "poor".
Internal occipital crest was on the fundus of the internal acoustic meatus and vestibule.

は不適當であると考えられた。耳鼻科専門医によると、内後頭稜を外側半器官の外側に描出するために、正中線を傾けすぎるのは、内耳道を短縮して描出するため、内耳道の評価には好ましくない。また一番重要なのは、左右対称に撮影することであるという意見であった。

錐体の拡大率は平均で、逆Stenvers法 $=1.09 \pm 0.04$ 、Stenvers法 $=1.07 \pm 0.03$ であり、わずかに逆Stenvers法の拡大率が大きいものの、読影診断に際してほとんど問題ない差であると考えられた。

次に水晶体被曝線量は、逆Stenvers法 $=16.0 \pm 1.85 \mu\text{Gy}$ 、Stenvers法 $=1.80 \pm 0.49 \mu\text{Gy}$ という値が得られた。逆Stenvers法がStenvers法に比べ約9倍の被曝線量の増加であるが、白内障発生のしきい値 0.15Gy と比較しても、ほとんど問題ない値であった。ちなみに、1990年(Pub.60)のICRP(International Commission on Radiological Protection: 国際放射線防護委員会)の勧告によると、一般公衆の線量限度における水晶体等価線量は、 15mSv/年 とされており、その値と比較しても約1000分の1の値であった。臨床の現場において、実際に撮影を行う場合、逆Stenvers法では術者は自分の目で被写体の眼窩が確認できるため、水晶体にX線が照射されないように、容易にコリメーションを行うことができる。しかし、Stenvers法では、術者は眼窩の確認が不可能であるため、コリメーションは経験および勘に頼る場合が多く、必然的にStenvers法が逆Stenvers法に比べ、水晶体被曝線量は増加するケースが多くなるとも考えられた。

最後に同一症例16名において、逆Stenvers法およびStenvers法にて撮影された画像の視覚評価の結果は、診断可能と判断されたgoodとadequateの評価を合わせると、Stenvers法は87.5%、逆Stenvers法が88.4%とわずかに逆Stenvers法の評価が高かった。しかし、その差は0.9%とわずかであり、両者の画像にほとんど差はないと考えられた。逆Stenvers法は、後頭稜の位置がカセットに近い場合、正中軸傾斜角度40度を用いた場合、Stenvers法に比べ、比較的后半規管と重なりやすい傾向にあった。しかし今回の専門医による評価

では、それらの症例もほとんどが診断可能と評価されており、内耳道の描出を中心に評価しており、診断への影響は少ないと考えられた。

Stenvers法を用いて撮影された、内耳道径の左右差が2mm以上を有意とした場合^{5, 6)}、一側聴神経腫瘍で、水野ら⁷⁾は93%、神崎⁸⁾は90.4%、Kaseffら⁹⁾は85%に異常が認められたと報告している。相原ら¹⁾は、単純撮影はどの医療機関でも容易にかつ安価に行い得る検査であり、聴神経腫瘍の早期診断にあたってはStenvers法が極めて有用と考えられ、注意深く読影することが大切であるとも報告している。伊藤ら¹⁰⁾は最近では聴覚系の諸検査やMRIの導入により内耳道内に限局する小さな聴神経腫瘍も診断が可能となったが、患者すべてにMRI検査を行うことは現実的には不可能であると述べている。それゆえに、難聴、耳鳴、耳閉感、めまい等の症状を伴う患者のスクリーニングには、Stenvers法が選択されることが多く、左右対称に撮影することは読影診断にとって特に重要となる。しかし、われわれ放射線技師にとって、Stenvers法を用いて、左右対称に内耳道を撮影することは、かなりの熟練を要する。

今回検討を行った逆Stenvers法はポジショニングが簡便で、患者の苦痛も少なく仰臥位または座位で撮影可能であり、熟練を要することなく、再現性よく解剖学的位置関係を左右対称にしかも正確に描出することができ、日常臨床において非常に有用な撮影法であると考ええる。

4. まとめ

逆Stenvers氏撮影法は、Stenvers氏撮影法との比較において、拡大率、被曝線量、臨床視覚評価ともに問題なく、ポジショニングも簡便であり、患者の苦痛も少ない撮影法である。

以上のことより、逆Stenvers氏撮影法は日常臨床において、非常に有用な撮影法であると考えられる。

謝 辞

稿を終えるにあたり、ご協力いただいた株式会社千代田テクノル 萱野信二氏に、深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 相原康孝, 神尾友和: 当院における聴神経腫瘍症例の検討. 耳鼻臨床, 88(11)1395-1401, (1995).
- 2) Naunton RF, and Petasnick JP: Acoustic neurinomas with normal internal auditory meatus. Arch Otolaryngol, 91, 437-443, (1970).
- 3) Philip w. Ballinger: Temporal bone: Merrill's atlas of radiographic positions and radiologic procedures volume two, 448-449, The C.V.Mosby Company, St.louis.Toronto.London, (1982).
- 4) 飯沼壽孝: ステンバース法. 耳と鼻のレントゲン写真, 13-16, エッセクス日本株式会社, 東京, (1987).
- 5) 小寺一興, 飯沼壽孝: 内耳道のX線診断—普通X線撮影における内耳道正常値—. 耳鼻臨床, 67, 697-706, (1974).
- 6) Thomsen J, Reiter S, Borum P, et al.: Tomography of the internal acoustic meatus. J Laryngol Otol, 95, 1191-1204, (1981).
- 7) 水野正浩, 室伏利久: 単純X線写真における内耳道について. Otol Jpn, 4, 74-77, (1994).
- 8) 神崎 仁: 聴神経腫瘍の外科的治療に関する研究. 耳展33補3, 243-523, (1990).
- 9) Kaseff LG, Perkins R, and Hambley WH: Radiological techniques for small acoustic tumors: a re-evaluation. Laryngoscope, 91, 63-70, (1981).
- 10) 伊藤信輔, 安本誠司, 山口勝矢: 聴神経腫瘍の診断—経迷路的手術例における検討—. 耳鼻, 38, 606-610, (1992).

図表の説明

- Fig. 1 拡大率の測定(a), 錐体角度の測定(b)
錐体角度は, 上半器官に対し垂直な線と, 正中線とのなす角を測定.
- Fig. 2 ガラス線量計配置図(a), 被曝線量測定時の照射野(10cm×11cm)(b)
線量計は照射野外に配置, 水晶体(眼窩)は照射野に含まない.
- Fig. 3 対象者の錐体角度の分布
両者間に有意な差は認められなかった.
- Fig. 4 錐体角度の性別による分布(左)
男女間に有意な差は認められなかった.
- Fig. 5 錐体角度の性別による分布(右)
男女間に有意な差は認められなかった.
- Fig. 6 臨床における視覚評価の結果
ほぼ同等の評価である.
- Fig. 7 goodの評価を受けた臨床写真
内後頭陵が外側半器官の外側に描出されている
- Fig. 8 adequateの評価を受けた臨床写真
内後頭陵が内耳道と重なっている.
- Fig. 9 poorの評価を受けた臨床写真
内後頭陵が内耳道底および前庭に重なって描出されている.
- Table 水晶体被曝線量測定結果