各種 neuroradiogram の holography による観察

脊柱断層写真の hologram

渡部 三郎・岩田金治郎・鈴木 正根*

Holography of Neuroradiograms

Holography of Spinal Tomograms

Saburo WATANABE, Kinjiro IWATA and Masane SUZUKI*

Department of Neurological Surgery, Aichi Medical University, Aichi; *Fuji Optic Institute, Omiya

Abstract

Since 1975, the authors have introduced the new technology of holography for three-dimensional evaluation of neuroradiograms. In this study we holographed conventional tomograms, axial transverse tomograms, and CT scans of a dry cervical vertebral column. The axis of the spinal canal must be as vertical as possible to the tomographic plane in order to observe deeply inside the spinal canal. The hologram was the most clear when 8-10 sheets of tomographic film with a distance of 3-5 mm between each tomogram were recorded. The hologram from CT scans were more stereoscopic and clear than other types of holograms or the sagittally reconstructed CT. Clinically, the authors produced spinal multi-layered tomogram holograms of CT scans for two cases of cervical spondylosis, one of lumbar disc herniation, three of ossification of posterior longitudinal ligament and one of lipoma of the upper cervical region.

Key words: neuroradiogram, holography, computed tomography

I はじめに

脳神経外科の領域では神経学的診断があくまで基本であるが、補助検査ないし裏付け検査として neuroradiogram の役割は大きく、従来その三次元、立体視について各種工夫がなされてきた^{1,2)}。我々は1975年以来、新しい立体視の方法としてホログラフィー(holography)を導入し、その原理、方法および頭蓋腔の断層面多重記録ホログラフィー(multi-tomogram holography)による観察についてはすでに報告してきた³⁻¹¹⁾。今回は脊柱の断層写真のホログラム(hologram)化を試み、脊椎の疾患、特に変形性脊椎症、椎間板疾患、後縦靱帯骨化症などでその利用価値を検討した。

II Spinal Tomogram のホログラム化 および観察

1. 脊柱管の方向と共通軸

基礎実験として、乾燥脊椎骨にて従来の断層写真、回転横断およびCTによるモデル写真を撮影した。この際CTは共通軸を有しているのものでそのまま容易に多重記録ホログラムに入れることができるが、従来の断層写真や回転横断写真を撮るときは、水平または垂直のX線に撮影される共通軸2~3本を脊柱の近傍に置き撮影し、フィルムに撮影されたその点を共通にフィルムホルダーに固定しなければ、多重記録の際にずれを生じて完全な像が得られない。

また脊柱管の方向をできるだけ断層面に垂直になるように位置させないと、ホログラム再生、観察時に脊柱管が斜めとなり、脊柱管は頭蓋に比し非常に狭いので深い深度ま

愛知医科大学脳神経外科 * 富士写真光機

Request reprints to: S. Watanabe, M.D., Department of Neurological Surgery, Aichi Medical University, 21 Aza Karimata, Ohaza Yazako, Nagakute-chō, Aichi-gun, Aichi 480-11.

受稿 1981年7月2日 受理 1982年3月1日

Fig. 1 Production and reconstruction of multi-tomogram hologram.

での観察が困難となる。臨床例ではあらかじめ側面の単純脊椎写を行い、体位を十分補正しておく必要がある。

2. 多重記録の原画の枚数

1枚のホログラム乾板上に収録しうる原画の枚数が多いほど、その再生により多くの情報が得られるわけであるが、乾板上に干渉縞として重なるために、あまり原画の枚数が多いと再生像が不鮮明となる。モデル実験として円錐および四角錐を横断した図形を5枚、10枚、15枚、20枚と原画の枚数を増加して多重記録ホログラムを作製し、その再生像を検討した。また乾燥脊椎骨にて同様のことを行ったが、原画の枚数が増えるほど再生像は白っぽくなり見づらくなる。種々の枚数によるホログラムを観察した結果、原画の枚数は8ないし10枚を多重記録したものがもっとも観察に適した。

多重記録の原画の枚数が増加すると再生像が白っぽくなると述べたが、これはFig. 1に示したように、X線写真フィルムからホログラムを作製する際、そのままレーザーを照射すると素通りして参照光との間に干渉縞が形成されないため、そのため原画を拡散板とともにホルダーに固定するが、この拡散による現象、回折効果の低下ならびに不均一性が生ずるためと考えられる。Fig. 2は白い背景に黒いピラミッド形の図形を多重記録したものであるが、最初の1枚は良いがしだいに白っぽく写っている。これは白い

Fig. 2 Hologram of a square cone model.

Fig. 3 A contour line model.

像より黒い像の多重記録の際に問題が大きくなってくる。この対策としては、1) 後方の画像のホログラム記録時に露出時間を変えて記録する。2) 重要な一部または全部を参照光の角度を変えて乾板上に収録し、再生時には再生参照光の角度を変えて観察する。3) 黒い像を反転して白い像として原画を作製し、これをホログラム化するなどがあげられる。

さらにホログラム作製時、ホログラムを空間的に短冊状に分割し、それぞれのホログラムに枚数を少なめに多重記

録すれば、像の劣化を防ぎながら情報量を増加させることができる。この場合の短冊の幅は0.1 mm ないし0.2 mm 程度、分割は2～3程度であり、多重記録の原画の最大枚数は従来の方法の三倍ぐらいまで増やすことができる。

3. 各断層写真間の距離

各断層写真間の距離が短ければ短いほど立体感が得られるが、先に述べたように原画の枚数が増加するため再生像は不鮮明となる。この際、隣接する断層写真上の図形の大きさの拡大または縮小の幅、Fig. 3 の A_1 , A_2 , A_3 や、 B_1 , B_2 , B_3 の幅が問題となる。いわゆる地図上の等高線(これは地形の断層像を重ねて二次元画像として記録したものといえるが)の間の幅となる。地形でいえば、急峻な地形はこの幅が狭く、緩やかな地形ほど幅が広がるが、あまり幅が広いと立体感がなくなってしまう。

頭蓋内の病巣はせいぜい半径4～5 cm の像であり、4×5 inch のホログラム乾板上に頭蓋骨全体を入れると、原画は実物大の1/2～1/1.7となり、10 mm 幅が5～6 mm に、5 mm 幅は2.5～3 mm で、隣接した断層写真間の距離と図形の拡大または縮小の幅が1:1、すなわち傾斜角

45°の場合でも各断層写真間距離は5 mm で十分であり、10 mm でも立体視は可能である。しかし脊柱の場合には頭蓋に比しずっと小さいので、原画は実物大が適当であり、したがって各断層写真間の距離は頭蓋の約1/2、3～5 mm が適当であった。脊柱管内のみをさらに詳しく見ようとすれば、原画は実物大の2倍くらい、断層写真間距離もそれに応じてさらに小さくなることになる。

4. 側面ないし後面視について

ホログラムの再生像観察にて、円錐とかピラミッド形のは少し視点を変えただけで側面がよく観察されるが、球形の場合はどの程度側面～後方が見えるかということが問題となる。ホログラム上には情報として収録され再生して像を作っている、手前の画像が邪魔をして見えないわけで、再生像ができるだけ乾板に近い位置に結像するほど、より側面からの観察が可能である。しかしホログラム作製の際の参照光の入射角に制限があり、これが約45°であって乾板と同大の原画では再生像はもっとも近くで約15 cm ということになる。これを上下、左右から観察すると約35°視点を変えられるが、これではFig. 4のように数mmしか後方が見えない。この解決策としては、反対側の原画を逆に並べて反対方向からのホログラムを作製し、これを再生、観察することができる。また原画の大きさを小さくすれば良いが、ホログラムは乾板という窓から向こうの景色を眺めているようなもので、原画が大きいと視野が狭くなり、原画が小さいと側面視はより可能となるが、画像が小さくて見づらくなる。この点を考慮しても脊椎像のホログラムは実物大の原画が適当であった。

5. 各種断層写真のホログラム化の比較 および CT sagittal reconstruction との比較

乾燥脊椎骨にて従来の断層写真、回転横断およびCTの

Fig. 4 Direction and angle of the observation.

Fig. 5 Hologram of conventional tomogram (left) and of CT (right). Dry cervical vertebrae were used.

Fig. 6 Hologram of CT in a case of ossification of posterior longitudinal ligament.

モデル写真を撮影し、これをホログラム化して立体観察を行った。これらの再生像を比較してみるに、CT のホログラムが他の二者に比してより鮮明に見える。これは従来の断層写真や回転横断写真では前後の像が若干重なって写るため原画にボケを生じ、したがってホログラムも不鮮明となるわけである。Fig. 5 で、特に脊柱管は頭蓋腔に比して小さいため、sagittal や coronal 方向の断層写真ではボケが大きくてホログラム化が困難であった。

次に臨床例で脊椎疾患の CT 写真のホログラム化を行ったが、頭蓋腔同様脊柱管の立体的観察は可能であった。Fig. 6 は頸椎後縦靱帯骨化症の CT 写真のホログラム再生像であるが、脊柱管内の骨化像が立体的によく観察される。しかし椎体、椎弓、関節面などの骨の重なった部位では像が重なって前面の像に邪魔をされ、後方の像は見えなくなる。CT では脊柱の sagittal や coronal 方向の直接撮影は技術的に困難であるので、sagittal reconstruction により像を得たが、脊柱管内はホログラムのほうが立体的に観察されて良いが、骨の重なった部位は sagittal reconstruction 像のほうが良いか考える。

さらに sagittal 像のホログラム化も可能であるが、先に述べたように従来の断層写真では前後の像の重なりによるボケが大きく、良い原画が得られない。CT の sagittal reconstruction を数枚連続して作製し、これをホログラム化すればより鮮明な側面よりの脊柱管内の立体的観察ができる。

III おわりに

脊柱の断層写真のホログラム化を試み、CT 写真で頭蓋腔同様脊柱管の立体的観察が可能であることを確かめた。

また実際のホログラム作製、再生、観察時における 2 ～

3 の問題点を検討するとともに、CT の sagittal reconstruction との比較、検討を行った。

今後さらに再生像の鮮明化、装置の簡略化、縮小化を図っていきたい。

文 献

- 1) Bennett AMH: A stereotaxic apparatus for use in cerebral surgery. *Br J Radiol* 33: 343-351, 1960
- 2) Davis ML, Dalrymple GV: Objective stereoscopy. *Radiology* 78: 802-805, 1962
- 3) 岩田金治郎, 渡部三郎, 鈴木正根, 松岡 猛: Holography の医学的応用, 第 1 報. X線像の立体観察の新法. *臨神経* 16: 175, 1976
- 4) Iwata K, Watanabe S: Holographic reconstruction of serial roentgen tomogram. The first report: A new method of 3-dimensional observation. *J Aichi Med Univ Assoc* 4: 233-235, 1976
- 5) 岩田金治郎, 渡部三郎, 松岡 猛, 鈴木正根: Holography の神経放射線診断への応用. *Neurol Med Chir (Tokyo)* [Suppl] 16: 104 pp, 1976
- 6) Iwata K, Watanabe S: Holographic viewing of neuro-radiograms; A new method of 3-D observation, in Carrea R (ed): *Program of International Congress Series No. 418, 6th International Congress of Neurological Surgery*. Sao Paulo, Excerpta Medica, 1977, 145 pp
- 7) 岩田金治郎, 渡部三郎, 安藤雄治, 奥村輝文, 佐久間貞行, 辻内順平, 鈴木正根, 斉藤隆行, 関 一寿: 各種 neuroradiogram の holography による観察. *Neurol Med Chir (Tokyo)* [Suppl] 18: 119 pp, 1978
- 8) 渡部三郎, 岩田金治郎, 奥村輝文, 辻内順平, 鈴木正根, 斉藤隆行, 関 一寿: 各種 neuroradiogram の holography による観察, 第 2 報. *Neurol Med Chir (Tokyo)* [Suppl] 19: 26 pp, 1979
- 9) Iwata K, Watanabe S, Suzuki M, Saito T: Holographic

viewing of neuroradiograms; An attempt of a new method for 3-dimensional and dynamic observation. *The Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers vol 211. Optic and Photonics Applied to Medicine.* pp 59-61, 1979

- 10) 岩田金治郎, 渡部三郎: Tomogram の holography 観察. ホログラフィーによるX線像の立体視. 臨床シンポジウム抄録集, 東京, 1979年12月, pp 9-10
- 11) 渡部三郎, 岩田金治郎, 中川 洋, 辻内順平, 鈴木正根,

斉藤隆行, 関 一寿: 各種 neuroradiogram の holography による観察, 第3報. Spinal CT の hologram. *Neurol Med Chir (Tokyo)* [Suppl] 20: 177 pp, 1980

[別刷請求先: 〒480-11 愛知県愛知郡長久手町大字 岩作字 雁又21, 愛知医科大学脳神経外科, 渡部三郎]