
シンポジウム

放射線治療の進歩 — 現状と展望 —

Modern Radiation Therapy

第 617 回新潟医学会

日 時 平成 17 年 11 月 19 日 (土)

会 場 新潟大学医学部 有壬記念館

司 会 笹井啓資教授 (放射線科), 末山博男 (県立中央病院)

演 者 松本康男 (県立がんセンター新潟病院), 荻野 尚 (国立がんセンター東病院)

1 ノバルリスによる定位放射線治療の初期経験

松本 康男

新潟県立がんセンター新潟病院放射線科

First Experience in Using Novalis Shaped Beam Radiosurgery
in Niigata Cancer Center Hospital

Yasuo MATSUMOTO

Niigata Cancer Center Hospital, Department of Radiology

Abstract

The role of stereotactic radiotherapy has become increasingly important because it has been introduced to treat not only intracranial but also extracranial lesions. The increased accuracy and conformity of radiation treatment has made it possible to apply more and more radical treatment. In this paper, first experience in using the Novalis for various brain, lung and liver tumors were

Reprint requests to: Yasuo MATSUMOTO
Department of Radiology
Niigata Cancer Center Hospital
2-15-3 Kawagishi-cho,
Niitata 951-8566 Japan

別刷請求先: 〒951-8566 新潟市川岸町 2-15-3
新潟県立がんセンター新潟病院放射線科
松本康男

reported. Stereotactic radiotherapy using Novalis shaped beam surgery system are effective and safe noninvasive treatment modalities for various intracranial and extracranial tumors.

Key words: stereotactic radiotherapy, radiosurgery, radiatiotn therapy, Novalis

はじめに

高精度放射線治療装置は歴史のあるガンマナイフに始まり、現在では Novalis をはじめ Cyberknife (Accuray 社製), Synergy (Elekta 社製), Trilogy (Varian 社製), Tomotherapy (Hi-Art 社製) などがある。Novalis はドイツ BrainLAB 社が開発した高精度定位放射線治療専用機であり、頭頸部の病変だけでなく、体幹部にも定位放射線治療の保険が適応されている唯一の専用装置である。体幹部における保険適応疾患は脊髄の動静脈奇形、原発病巣の直径が 5cm 以内で転移病巣の無い原発性肺癌または原発性肝癌、3 個以内の転移性肺癌または転移性肝癌で、他病巣のないものである。

Novalis は 1997 年に合衆国で第 1 号機が導入され、欧米を中心に導入が進んでおり 2005 年 11 月現在、世界で約 70 台が導入されている。日本国内においては 2004 年に石川県の浅ノ川総合病院に最初に導入され、2005 年 3 月に奈良県立医大附属病院、その後熊本放射線外科、4 番目に当院に導入され、2005 年 7 月 1 日より稼動を開始している。現時点ではまだ日本に 4 施設しか導入されていないが、優れたソフトとハードを備えており、日本での活躍もこれからという装置である。

今回はその Novalis system の特徴などについて紹介する。

1. Novalis Body

これは体幹部定位放射線治療において要となるシステムである。患者の体表面に貼った赤外線反射マーカを赤外線モニターが認識することにより患者の位置を 3 mm 以内の誤差でセットアップする。さらに床に埋め込まれた 2 つの X 線管球からの X 線撮影を行い、治療計画に用いた CT 画像から作成した DRR (Digitally Reconstructed Radiograph) 画像とのズレを計算し、カウチ (寝

台) の位置補正を遠隔操作で自動に行うことができる (ExacTrac 装置)。これらによって高精度な照準照合が可能となっている。

2. m3 マイクロマルチリーフコリメーター (以下 m3MMLC と略す)

m3MMLC はアイソセンター (照射中心) で 3mm のリーフ幅を持つマイクロマルチリーフコリメーターで、この細かいリーフによって複雑な形状の病変 (腫瘍) に対して無駄なくフィットした形の照射野を作り周囲正常組織への被曝を最小限に抑えることが可能となっている。

3. 全自動イメージフュージョン

MRI や PET 画像、あるいは条件の異なる CT などを位置情報の基本になる CT に融合 (fusion) することにより、MRI や PET などでは認識できない病変を反映させることができ、病変の存在や病変の広がりをもより正確に把握が可能となる。頭蓋内病変においてはほとんどの場合、造影 MRI は必須である。体幹部の治療においては呼吸相の異なる CT を撮影することにより、呼吸性移動を加味した病変の把握が可能となる。当科では病変部に関しては 3 秒スロースキャンを 3 回行い、それぞれの CT 画像を癒合して呼吸による病変の移動を把握をしている。

BrainLAB 社では呼吸同期システムの開発も進んでおり、これが使用可能となれば正常組織への被曝量を更に軽減でき、有害事象の抑制にさらに貢献すると思われる。

4. マスクシステム

頭蓋内病変の治療においてはガンマナイフではヘッドリングを用いて頭蓋骨にとどくボルトピンによる固定方法が一般的であるが、ヘッドリングによる固定にはなかりの苦痛を伴う。Novalis で

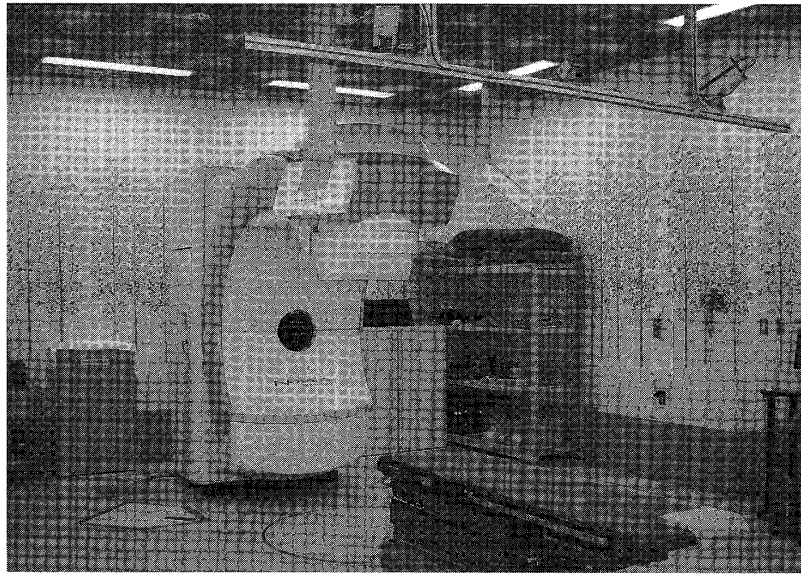


図 当院に導入されたノバリス

は専用のマスクシステムを使用することにより、この苦痛は全く感じることなく、固定精度も2mm以内に維持することが可能となっている。複数回の使用を前提としており分割照射となるため、有害事象の軽減にも寄与できる可能性がある。

5. BrainSCAN (治療計画装置)

治療計画は専用の計画装置「BrainSCAN」を用いて行う。

治療計画の流れは以下のようになっている。

1) 頭頸部の場合

- ① MRI の撮影
- ②位置決めCT撮影 (マスクシステムに localizer box を取り付けて施行)
- ③画像の取り込み, localizer の認識
- ④ CT と MRI の画像融合 (image fusion)
- ⑤標的やリスク臓器の描画
- ⑥治療計画 (照射法, 投与線量, 分割回数を決定)

- a. Circular arc
- b. 固定多門照射 (conformal beam)
- c. 原体振子照射 (conformal arc)
- d. 運動原体振子照射 (dynamic conformal

arc)

e. 強度変調放射線治療 (Intensity Modulated RadioTherapy: IMRT)

- ⑦検証作業 (実測による検証とフィルムによる検証)
 - ⑧放射線治療開始
- #### 2) 体幹部の場合
- ①固定: バキューム・クッション (シエルや腹部圧迫などは行わない)
 - ②赤外線マーカー貼り付け
 - ③ CT 撮影 3mm section 息止めなし
(赤外線マーカーを含めて臓器全体のスキャンを1回と病変部の3秒 slow scan を3回撮影)
 - ④ 4 回の CT scan の image fusion
 - ⑤治療計画
 - ⑥検証 (実測とフィルム)
 - ⑦放射線治療開始

体幹部の照射法の選択においては現在、運動原体振子照射 (dynamic conformal arc) を用いることが圧倒的に多い。ターゲットの近傍にリスク臓器がある場合には強度変調照射 (IMRT) を用い

ることもある。

治療計画ができたところで、dose-volume histogram (DVH) を描郭させて、リスク臓器が許容範囲の線量に収まっているか、あるいはターゲットへの線量が十分かどうかの確認を行う。

当科では2005年7月1日に Novalis の治療を開始し、同年11月10日まで76例の症例に治療をおこなった。

当科での治療症例数およびその内訳を以下に示す。

1) 脳：33例

転移性：原発性（神経膠腫，髄膜腫）：
他＝27：5：1

原発巣：肺癌（13），乳癌（6），胃癌（2），
腎癌（2），他（4）

2) 肺：33例

原発性：転移性＝31：2（食道，大腸）

原発性肺癌：腺癌（14），扁平上皮癌（10），
組織未定（7）

3) 肝：9例

原発（肝癌）：転移性＝4：5（大腸&直腸4，胃癌1）

4) 他（上顎洞）：1例

線量・分割

頭蓋内腫瘍：転移性腫瘍については5Gy×5回（合計25Gy）より線量を増加させてきており、現在8Gy×3回（合計24Gy）の照射を行って経過観察中である。

肺癌，転移性肺腫瘍：胸壁あるいは肺門に近い病変は7.5Gy×8回（合計60Gy），マージンをつけても周囲の高線量域に肺組織しか入らない場合は12Gy×4回（合計48Gy）の照射を行っているが、胸壁に高線量域が含まれてもあまり問題は

ないようである。

肺癌，転移性肝腫瘍：消化管がターゲット内に常時入る可能性のある部位については現在のところ適応外と考えている。10Gy×3回を基本として、肝門部に近い部位や肝臓の呼吸性移動によっては消化管も入る可能性がある部位の腫瘍には4Gy×10回を行っている。最近では少し線量の増加を要すると思われる症例もあり、10Gy×4回を試みている。肺癌とまったく同様の線量で放射線治療を行っている施設もあり、今後副作用、効果を観察しながら線量の増加を考慮している。

現時点において治療効果の評価をする時期にはないが、原発性肺癌あるいは肺の転移性腫瘍においての定位放射線治療の一次効果は良好である。頭蓋内の病変に対する定位放射線治療は1回照射による文献は多いが、分割照射の文献は乏しく線量・分割回数について更なる検討を要する。肝臓の病変についても、定位放射線治療が体幹部に應用されるまで放射線治療の適応と考えられることは殆どなかったことから、文献的にも乏しく今後頭蓋内病変と同様に線量・分割について至適線量を探っていく必要はない。

まとめ

- 1) Novalis は優れたソフトとハードで、頭頸部だけでなく体幹部領域に有効な治療手段を提供してくれる。
- 2) 2005年7月1日から同年11月10日まで76例の症例に Novalis 治療をおこなっているが、2ヶ月以上経過観察できている症例において特記すべき早期有害事象は見られていない（晚期有害事象については今後の課題）。
- 3) 頭部，肝臓への照射における線量，分割などについては今後至適な条件を探っていく予定である。