

## II. 骨転移

### 1. 放射線療法の目的・意義

有痛性の骨転移に対し鎮痛剤による疼痛緩和が不十分な場合に、疼痛の消失・改善を目的として放射線治療が行われる。転移病巣による神経症状や脊髄圧迫を改善し、病的骨折の発生を予防する効果が期待される。また生活の質（QOL）を改善ないし維持することも可能である。放射線治療は鎮痛剤を用いる場合と異なり、癌性疼痛の原因療法となる利点を有する。姑息・対症目的での照射であるので、治療期間や照射野の大きさを考慮して、極力急性障害をださないように配慮する必要がある。

### 2. 病期分類による放射線療法の適応

原発巣の種類や全身状態の良し悪しに関わらず、放射線治療の適応はある。生命予後ないし全身状態が不良の患者には時間的・身体的負担の少ない計画を考慮する。固定術後も術後照射の適応がある。原疾患・組織型による除痛効果の相違や明らかな線量効果関係は認められていない<sup>1)</sup>。放射線治療はオピオイドが効きにくい神経因性疼痛や突発痛にも有効である<sup>2)</sup>。

### 3. 放射線治療計画

#### 1) 標的体積

疼痛の原因となっている責任病巣の同定とその形状の把握が重要である。下肢や膝の疼痛は腰椎・骨盤・大腿骨の病変からも生じる。側胸部の疼痛は肋骨のほか、胸椎・頸椎・胸膜の病変が原因となることがある。GTVとしては骨転移病変だけでなく、骨外腫瘤を形成している場合は原則として骨外腫瘤部分を含める。CTVはX線写真やCT画像で判断される病変（GTV）に数cmのマージンを加え、骨シンチグラフィの異常集積の範囲を参考にする。CTやMRI画像を用いることで、骨外進展を考慮することができる。髄内釘固定されている場合には、骨全体あるいはなるべく広めのCTVを設定する。四肢骨では、リンパ浮腫を避けるために肢の全周を含めた照射を避ける。全身状態が不良な患者では、急性有害事象が目立つようなリスク臓器の線量も十分考慮しなければならない。将来、隣接する骨への照射がありうることも考慮しておく。多発性骨転移の場合、局在的疼痛の責任病巣が放射線治療の対象となる。

#### 2) 放射線治療計画

##### (1) 二次元治療計画

通常は二次元治療計画で十分であり、疼痛が強い場合には短時間で手際良い計画を行うように努める。図1に照射野の例を示す。

##### (2) 三次元治療計画

長期予後が期待できる症例には、リスク臓器への線量を軽減するよう三次元治療

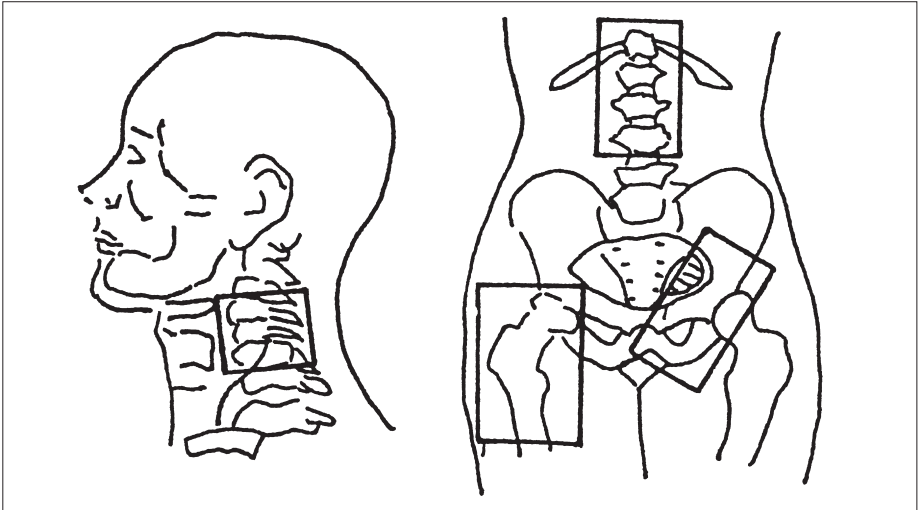


図1. 骨転移の照射野例

計画が望ましい。特に肺や腸管をさけた照射野の作成や再照射の際の治療計画において有用である。また腫瘍形成性の骨転移（肝癌，甲状腺癌，多発性骨髄腫など）における照射野作成にも有用である。図2に線量分布図の例を示す。

### 3) 照射法，X線エネルギー

脊椎では病変の深さに応じてエネルギーを選択し，必ず脊髓線量，最大線量を評価する。頸椎は左右対向二門照射，胸腰椎は後方一門照射ないし前後対向二門（線量を不均等比率にすることもあり）がよい。病変椎骨の上下1個を含めても良い。骨盤，長管骨は周囲の正常骨を数cm含め，前後対向二門で十分なことが多い。脊髓・小腸・肺などでの有害事象が最小限となるよう配慮して計画する。肋骨，鎖骨には

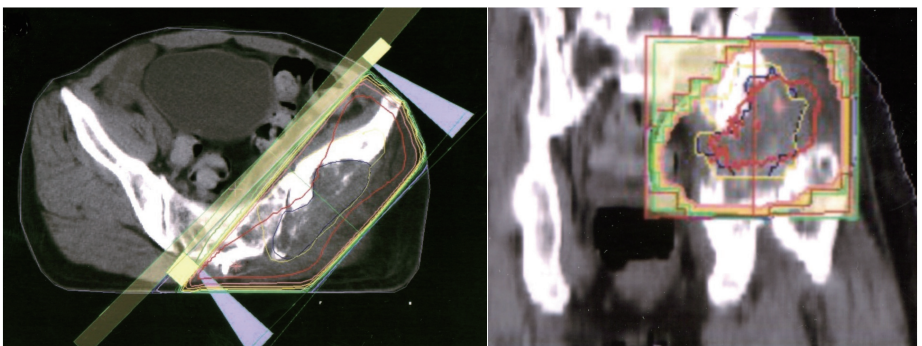


図2. 腸骨転移の照射野ならびに線量分布  
消化管を避ける目的で用いられた照射例

電子線による照射も可能である。

#### 4) 線量分割

欧米ならびにわが国では30Gy/10回/2週が広く使われている。20Gy/5回/1週ないし8Gy/1回照射でも疼痛緩和効果は同等である<sup>3~5)</sup>。近年の第Ⅲ相臨床試験の報告ではQOL評価の点でも30Gy/10回と8Gy/1回の効果は同等であると報告されている<sup>6)</sup>。長期生存が期待できる場合、荷重骨の治療や骨折予防、神経因性疼痛、化学療法併用、特殊な原発巣では1回大量照射の有効性は確立していない。8Gy/1回照射後の疼痛再燃に対する再照射については、4Gy、8Gy/1回照射の有効性が認められている。照射後の症状改善効果は4~6週で最大に達する<sup>2)</sup>。

多発性骨転移で多部位に疼痛を訴えている場合に対しては半身照射を行う場合がある。上半身6Gy、下半身8Gyの1回照射とされ、入院を要する(急性有害事象予防のため輸液や制吐剤の投与が必要)。分割照射として用いても有効である。

通常、骨転移を有する患者の予後は1年以内であることが多いが、乳癌や前立腺癌など疾患によっては数年の予後が期待できるものもある。他に活動性の転移病巣がなく、数年の予後が期待できる場合には1回線量を2~2.5Gyとし、37.5Gy/15回/3週、40Gy/20回/4週、50Gy/25回/5週といった分割回数ならびに総線量を多くした照射法の方が、照射部位の再増悪を防ぐ観点から望ましいと考えられている<sup>7,8)</sup>。

#### 5) 再照射

骨転移の疼痛緩和に用いられる照射線量は通常、正常組織の耐容線量より低いため、疼痛が再燃した場合、前回の照射から数ヶ月以上経過していれば再照射が可能な症例もある。再照射の場合も疼痛緩和には50~60%で有効である。ただし脊髄などのリスク臓器の耐容線量に注意を払う必要がある。

#### 6) 併用療法

有痛性骨転移に対する放射線治療を施行するうえでも鎮痛剤を併用で用いることが望ましい(WHO 3段階除痛ラダーに基づく投与)。全身療法としてはビスフォスフォネート治療が有効であるとされ、SRE(骨関連事象)の発生を低下させる効果が認められている。脊髄圧迫症状がある場合にはステロイドを併用する。ステロイドは、照射中に増悪がなければ漸減する。またストロンチウム89治療により疼痛緩和効果が認められるとされている。脊髄麻痺が増悪する場合には手術を考慮する。荷重骨の骨皮質が50%以上破壊されている場合には、骨折を生じる可能性が高いため、可能なら内固定後に術後照射を行う。

### 4. 標準的な治療成績

疼痛緩和は70~90%の患者に得られる。疼痛の消失が40~50%に得られる。放射線治療終了後にしばらくして疼痛緩和が得られる場合もある。

脊髄圧迫では、患者が歩行可能なうちに治療開始ができれば、80%の患者は歩行を維持できる。治療開始時に歩行不能であれば、治療後に歩行できる患者は10%以下である<sup>9)</sup>。

## 5. 合併症(急性・晩期)

部位と照射範囲により、粘膜炎、皮膚炎、腸炎、骨髄抑制等がある(多発性骨転移の場合には骨髄抑制に注意を払う必要がある)。

## 6. 参考文献

- 1) Janjan NA, Delcos ME, Ballo MT, et al. Palliative care. In: Radiation Oncology. Cox JD eds, 8 th ed, St. Louis, Mosby, 2001, p954-986.
- 2) Agarawal JP, Swangsilpa T, van del Linden Y, et al. The role of external beam radiotherapy in the management of bone metastases. *Clinical Oncology* 18 : 747-760, 2006.
- 3) Steeland E, Leer J, Houwelingen H, et al. The effect of a single fraction compared to multiple fractions on painful bone metastases: a global analysis of the Dutch Bone Metastasis Study. *Radiother Oncol* 52 : 101-109, 1999.
- 4) Bone Pain Trial Working Party. 8 Gy single fraction radiotherapy for the treatment of metastatic skeletal pain: randomized comparison with a multifraction schedule over 12 months of patient follow-up. *Radiother Oncol* 52 : 111-121, 1999.
- 5) Wu JS-Y, Wong R, Johnston M, et al. Meta-analysis of dose-fraction radiotherapy trials for the palliation of painful bone metastasis. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 55 : 594-605, 2003.
- 6) Kaasa S, Brenne E, Lund JS, et al. Prospective randomized multicenter trial on single fraction radiotherapy (8Gy×1) versus multiple fractions (3Gy×10) in the treatment of painful bone metastases. *Radiother Oncol* 79 : 278-284, 2006.
- 7) Ratanatharathorn V, Poweres W, Moss W, et al. Bone metastases: Review and critical analysis of random allocation trials of local field treatment. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 44 : 1-18, 1999.
- 8) Blitzer PH. Reanalysis of the RTOG of the palliation of symptomatic osseous metastasis. *Cancer* 55 : 1468-1472, 1992.
- 9) Loblaw DA, Laperriere NJ. Emergency treatment of malignant extradural spinal cord compression: an evidence-based guideline. *J Clin Oncol* 16 : 1613-1624, 1998.

(埼玉医科大学総合医療センター放射線科 高橋健夫,  
国立病院機構東京医療センター放射線科 萬 篤憲)