

第24回岐阜大学臨床セミナー 教育講演

期日：2012年7月22日（日）14:00～17:00

場所：名古屋市獣医師会館

<http://www.animalhospital.gifu-u.ac.jp>

臨床獣医師のための 放射線治療の基礎知識

森 崇

岐阜大学応用生物科学部獣医分子病態学分野

はじめに

現在、放射線治療は癌治療においてなくてはならないものになっており、リニアックによる高エネルギー（メガボルトージ）放射線治療装置の保有施設も徐々に増加している。常電圧（オルソボルトージ）放射線治療装置にいたっては、かなりの数が導入されているようであり、放射線治療を請け負う二次診療病院も多くなってきている。そこで今回は、放射線治療を行うことが多い疾患の概説を含め、放射線治療を紹介する際に参考となるような内容に絞って解説する。

放射線治療の特徴

放射線治療の重要な特徴としては、手術と同じように局所療法ではあるけれども、きわめて侵襲性が低い点があげられる。そのため、鎮静剤によって短時間の不動化が可能であれば、全身状態に多少問題があっても照射できる場合が多い。また、重篤な放射線障害を起こさなければ臓器の温存が可能であり、治療によって生活の質（QOL）が低下することはほとんどない。そのため、部位によっては手術と比較して治療成績が悪い場合でも、放射線治療が選択されるケースが少なくない。

放射線の種類

現在、日本の獣医学領域の放射線治療で使用されてい

る放射線は、ほぼX線と電子線のみであり、これらを体外から照射することで治療する。さらにX線は、オルソボルトージとよばれる常電圧（管電圧200～300KVp）のもの、リニアックを用いる超高压のものに分けられ、それぞれ特徴が存在する。

最も保有施設が多いと推測されるオルソボルトージ放射線治療装置は、導入コストが安いために治療費も安価となる場合が多い。体表や口腔内などの腫瘍では効果が期待できるが、透過力が弱く骨で吸収されやすいことと、コンピュータシミュレーションによる線量計算ができないことから、深部組織の照射には不向きである。しかし、頭部や鼻腔内などの部位にまったく使用できないというわけではなく、小型犬であったり、あるいは化学療法と併用するなど、状況によっては効果が見込まれる場合もあるため、実際の適応についてはその施設の担当獣医師に相談すべきである。

リニアックを用いた場合は、透過力が強く深部でも十分な線量が得られるため、身体のほぼすべての部位に照射可能である。ただし、放射線感受性の高い臓器が腫瘍に隣接している場合は、総線量が制限されることがある。また、CT画像をもとにして三次元で線量を計算することが可能なため、放射線の副作用を低減し、目的部位に高線量を照射することが可能である（図1）。欠点は、導入コストが高額であるため、治療費も高額になることである。

ほとんどのリニアックは電子線も照射可能である。電子線は体表数cmの深度で線量が急激に減少し、深部の

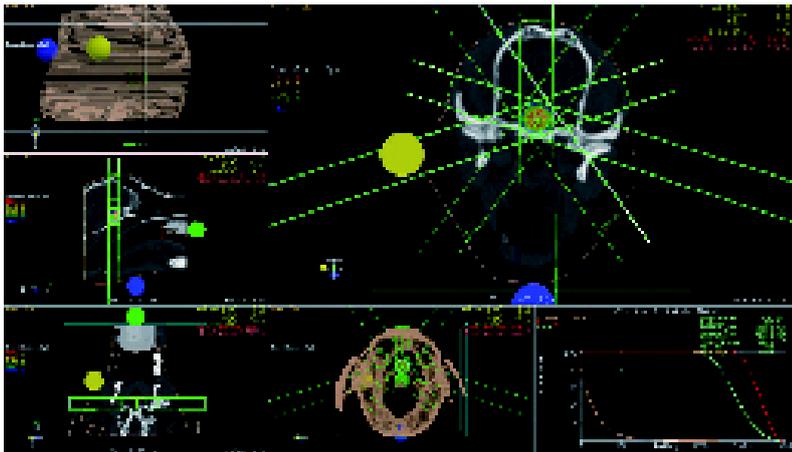


図1 下垂体腺腫に対する治療計画
5方向から照射することで、標的部位のみが高線量となるように治療計画を行っている。

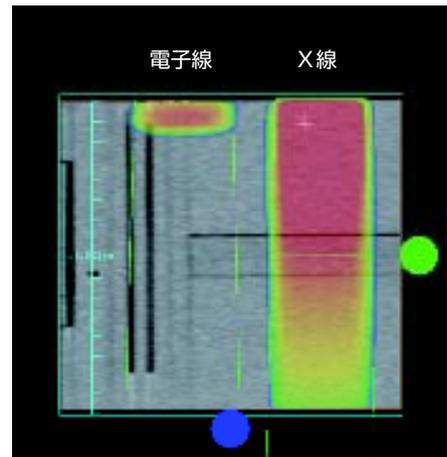


図2 4MV電子線とX線の線量分布の比較
ファントム上で治療計画装置を用いて線量分布を計算した。横のスケールは一目盛り1cmであるため、電子線は数cmでほぼゼロになることがわかる。

表1 放射線治療の急性障害および晩期障害

臓器	急性障害	晩期障害
造血器	形成不全, 汎血球減少	脂肪髄, 骨髄線維症, 白血病
皮膚	紅斑, 脱毛, 水疱, びらん, 潰瘍	色素沈着, 色素脱出, 毛細血管拡張, 萎縮, 瘢痕, 潰瘍
口腔粘膜	充血, 浮腫, びらん, 白苔, 潰瘍	線維化, 瘢痕, 潰瘍
眼球	流涙, 涙分泌減少, 眼球乾燥	白内障, 網膜症, 角膜潰瘍
唾液腺	粘稠唾液, アミラーゼ増加, 口内乾燥	口内乾燥, 味覚障害, う歯, 線維化
肺	肺炎	肺線維症
心臓	—	心外膜炎, 心嚢液貯留
食道	食道炎	食道狭窄, 食道潰瘍, 穿孔
腸管	下痢	潰瘍, 狭窄, 腸閉塞
腎臓	腎炎	萎縮腎(腎硬化症), 悪性高血圧
膀胱	膀胱炎, 頻尿	萎縮膀胱, 頻尿
脳・脊髄	脳浮腫, 脳圧亢進	脳壊死, 脊髄症, 末梢神経障害
筋・軟部組織	浮腫	硬結(線維化), 循環障害(リンパ浮腫)
骨	成長停止	骨壊死, 成長障害

大西 洋, 唐澤克之, 唐澤久美子編, がん・放射線療法 2010. より引用, 一部改編。

線量はほぼゼロとなる。したがって、表在性腫瘍に対してよく適用される(図2)。

集学的治療における放射線治療

放射線治療には、放射線治療単独で行う場合と別の治療法を組み合わせで行う場合がある。著者らの施設では、放射線治療単独の場合は少なく、多くのケースで化学療法や外科手術と組み合わせで行っている。

最も多い組み合わせは化学療法との組み合わせで、化学放射線療法とよばれる。化学放射線療法の理論は、原発巣の局所制御に優れている放射線治療と、局所制御よりも微小遠隔転移に効果が期待できる化学療法を組み合わせることで、互いの欠点を補い合い、治療効果を高めるという概念である。また、化学療法によって放射線の作用を高める効果も期待できる。実際に医学領域では、化学放射線療法の進歩によって、癌の種類によっては外科手術と同等か、あるいはそれ以上に良好な治療成績の