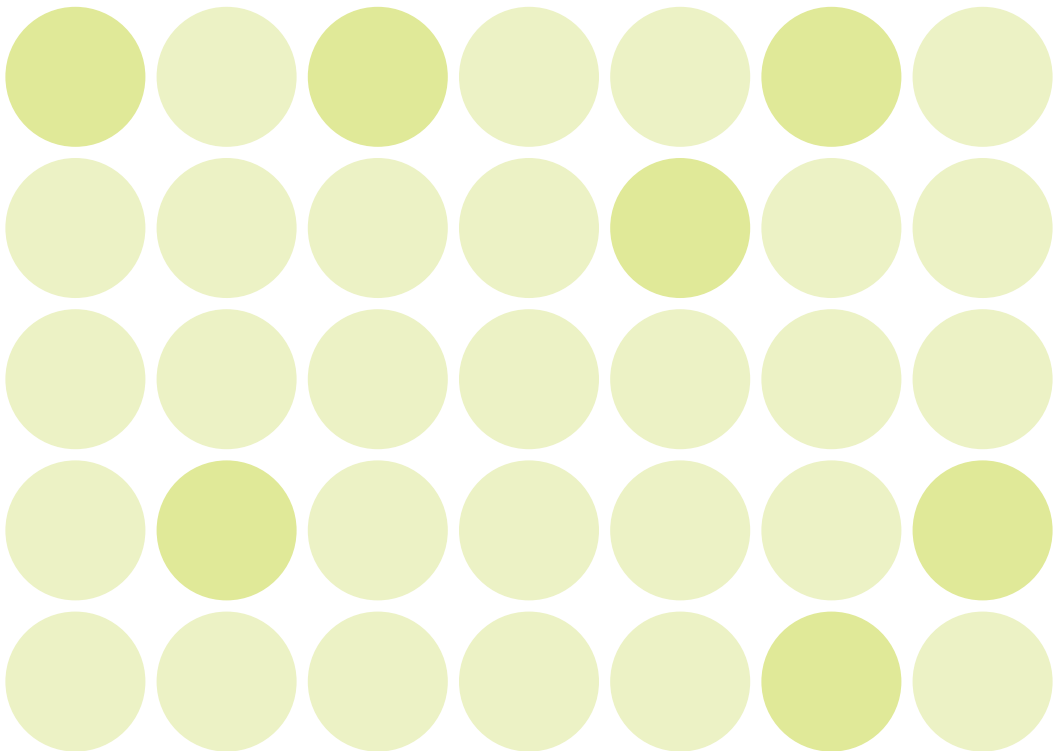


# 第7章

## 放射線治療



**A** 放射線治療は、手術療法、化学療法とともにがんの3大治療法の1つです。わが国ではこれまで、患者さんや主治医はがんにかかったらまず手術を考え、手術のできない患者さんの治療や遠隔転移の治療に放射線治療が行われていました。しかし、最近の傾向として、命さえ助かれればよいという考えは少なくなり、治療後の生活の質（QOL）の高い治療法を希望する患者さんも増えています。放射線治療はこのような時代の要求に合ったがん治療法です。放射線治療の特徴を一言でいうと、がんに侵された臓器の機能と形態の温存が可能であるということにつきます。また、がんの局所療法なので、全身的な影響が少なく、高齢の患者さんでも安心して治療が受けられます。

わが国は被ばく国のため放射線は怖いという印象があること、また放射線腫瘍医が不足していることなどから、大変有効ながん治療法であるにもかかわらず、欧米に比較すると放射線治療を受ける患者さんの割合は多くありません。

#### 用語解説

##### 放射線治療

放射線の細胞傷害作用を利用して、がん細胞を死滅させるがんの治療法です。周囲の正常組織も傷害されますが、放射線治療では可能な限りがん組織に線量を集中させるので全身的な影響が少ない治療法です。

##### 放射線

放射線とは空間や物質を通じてエネルギー

を伝える能力のある電磁波および粒子線です。放射線は、目に見えず、身体にあっても何も感じません。

##### 放射線腫瘍医

放射線治療を専門に行う医師です。放射線治療期間中および終了後に定期的な診察を行います。わが国では、放射線治療専門医がまだまだ足りません。

## 放射線がどうしてがんに効くのですか

050

**A** 放射線とは空間や物質を通じてエネルギーを伝える能力のある電磁波および粒子線です。放射線は、目に見えず、身体にあたっても何も感じません。照射には痛みを伴わないので、麻酔をかける必要もありません。

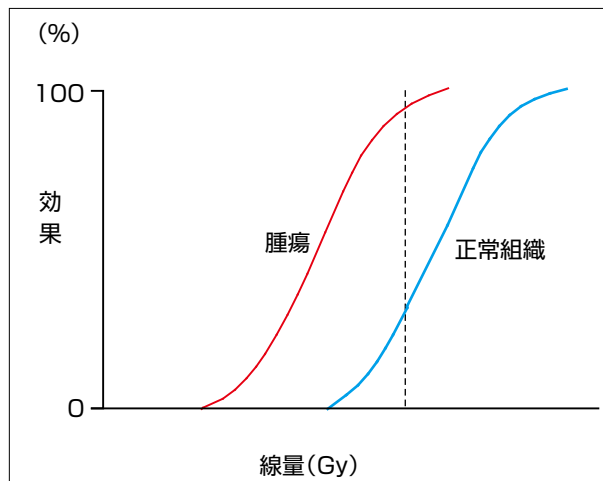
がん細胞に放射線があたると、放射線の持つエネルギーでがん細胞は傷害され、徐々に死滅します。もちろん、放射線は正常組織も傷害しますが、最近では放射線を病巣に集める方法が進歩しているので、患者さんの身体をほとんど傷つけずに、そして正常な機能を損なわずにがんの治療を行うことができます。



## 放射線の線量とは何のことですか 肺がんではどれくらいの量や回数をあてるのですか

**A** 放射線の線量は、病巣に吸収された放射線の量を示す単位Gy（グレイ）で表示されます。図に腫瘍と正常組織における線量と効果の関係を示します。腫瘍も正常組織も一定の線量以下では傷害されませんが、その線量を超えるとS字状曲線で線量の増加とともに効果（正常組織にとっては傷害）が出てきます。

このように放射線治療では十分な線量を照射すれば確実に効果が出るのですが、実際には正常組織に傷害を来さない線量以下にとどめる必要があり、十分な線量を照射できない場合もあります。肺がんの場合も、肺の放射線感受性が比較的高いため、通常1回2Gyの照射を週5回、合計6週間で60Gy程度を標準としています。



### 用語解説

**線量**  
病巣に吸収された放射線の量を示す単位で、Gyで表示されます。非小細胞肺がんでは

1回2Gy、週5回、6週間で合計60Gyの照射が標準的です。

## 放射線治療の装置について教えてください

052

**A** 放射線治療は直線加速器（リニアック）から発生する高エネルギーX線や電子線を用いて治療します。最近では直線加速器の性能が進歩したため、病巣に多方向から正確に放射線を照射できるようになり、心臓や肺などの正常組織への線量を減らすことが可能になりました。



直線加速器（リニアック）

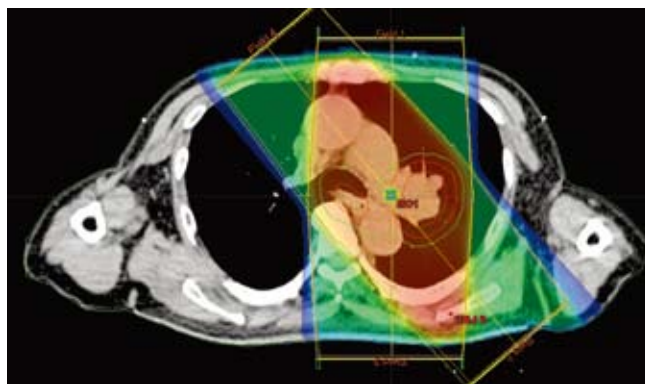
### 用語解説

**直線加速器（リニアック）**  
電子を高速に加速して高エネルギーX線あ

るいは電子線を照射する、放射線治療のための装置です。

A

**治療計画**とは、放射線治療をする前に最適な照射範囲や方向を決めることです。かつてはX線シミュレータによる二次元治療計画が行われていましたが、最近ではCTシミュレータによる三次元治療計画が一般的です。三次元治療計画では撮影されたCT画像をもとに病巣と正常組織の位置関係が三次元的に把握できるので、精密な治療計画ができます。放射線治療計画装置で体内の線量分布を計算し、病巣や正常組織にあたる線量を確認します。図は線量分布図で、赤いところに病巣があり線量がたくさん照射され、緑のところはその半分程度の線量の部位です。



診察の後、治療体位で撮影したCT画像をもとに治療計画を立てます。完成した治療計画により毎回正確に照射できるように、患者さんの皮膚に消えにくいインクでしるしをつけます。この皮膚インクはお風呂に入ったくらいでは消えませんが、大切なしるしですので石鹸などでこすって消さないようにしてください。

#### ● 用語解説 ●

##### 治療計画

放射線腫瘍医が診察や画像検査の結果をもとに照射の部位と方向、線量などを決定

します。最近では治療体位で撮影したCTをもとに治療計画（CTシミュレーション）を行います。

## 放射線治療の実際と スタッフについて教えてください

054

**A** 放射線治療専門の放射線腫瘍医が患者さんを診察し、各種の画像検査、血液検査などの情報をもとに患者さんの体力や病気の進み具合に合わせて最も良い治療方法を決めます。放射線治療と手術を併用する場合、抗がん剤と併用する場合、放射線治療だけの場合などがあります。

放射線の照射は、診療放射線技師が行います。診療放射線技師は放射線腫瘍医によって決定された治療方針にしたがって、病気の部分だけに確実に放射線を照射します。外部照射は直線加速器（リニアック）の設置されている放射線治療室で行います。患者さんに治療計画の時と同じ姿勢で治療台に寝てもらい放射線治療を行います。治療計画でつけた皮膚のしるしに合わせて照射します。1回目の照射では、皮膚のしるしに合わせた照射野と治療計画の照射野が一致しているかを確認するため「位置合わせ」という撮影をします。

非小細胞肺癌に対する胸部照射は、1回2Gyの照射を週5回、合計6週間で60Gy程度照射するのが標準的です。一方、小細胞肺癌に対しては、1回1.5Gyの照射を1日2回、週5日照射（加速過分割照射）し、合計3週間で45Gy照射するのが標準的です。骨や脳への転移に対する照射の場合は2週間程度かかります。照射期間中に脊髄などの正常組織への合併症を防ぐため、あるいは腫瘍の縮小に対応するため照射法を変更することもあります。

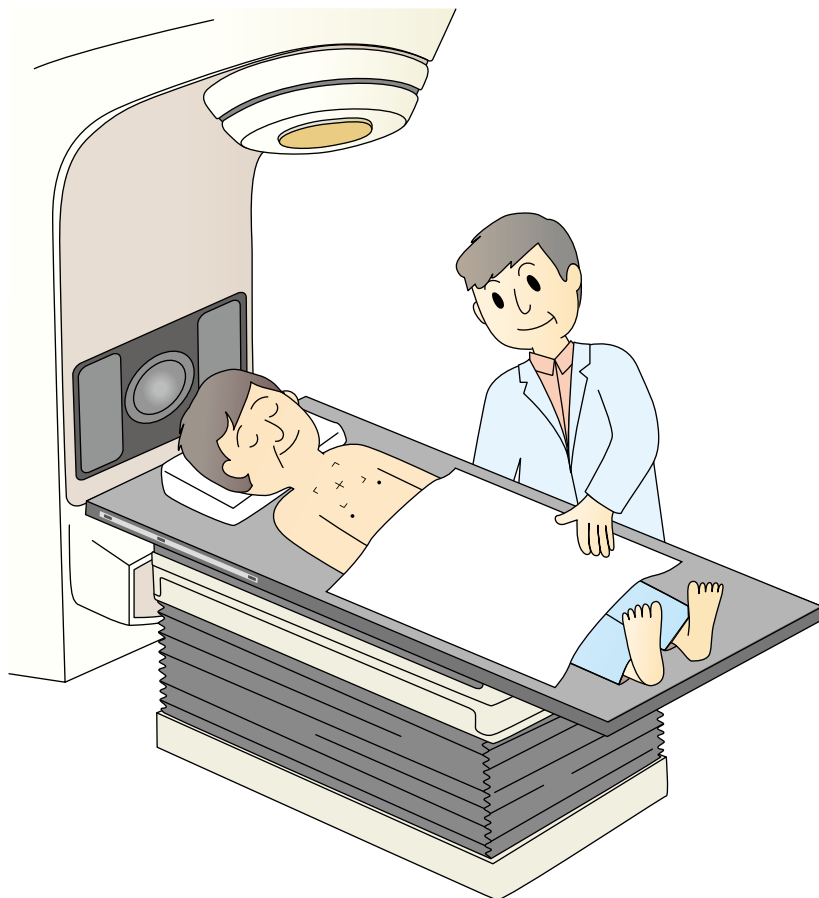
### 用語解説

#### 加速過分割照射

通常の照射は1日1回の照射ですが、増殖速度の速い小細胞肺癌では、1日2回の

照射を行い照射期間を短縮させると効果が高いことがわかっています。

照射期間中、放射線腫瘍医は定期的に患者さんを診察し、治療効果の判定や放射線治療に伴う合併症が出ていないかチェックします。また、放射線科の看護師が放射線治療中の患者さんの看護を担当します。担当医に聞きにくいことでもなんでも相談してください。放射線治療が終わった後も、放射線腫瘍医による定期的な診察が必要です。放射線の効果は治療期間中に現れることもありますが、終わってしばらくしてから現れることもあります。合併症も治療が終わってから数カ月あるいは数年経って現れることがあるからです。

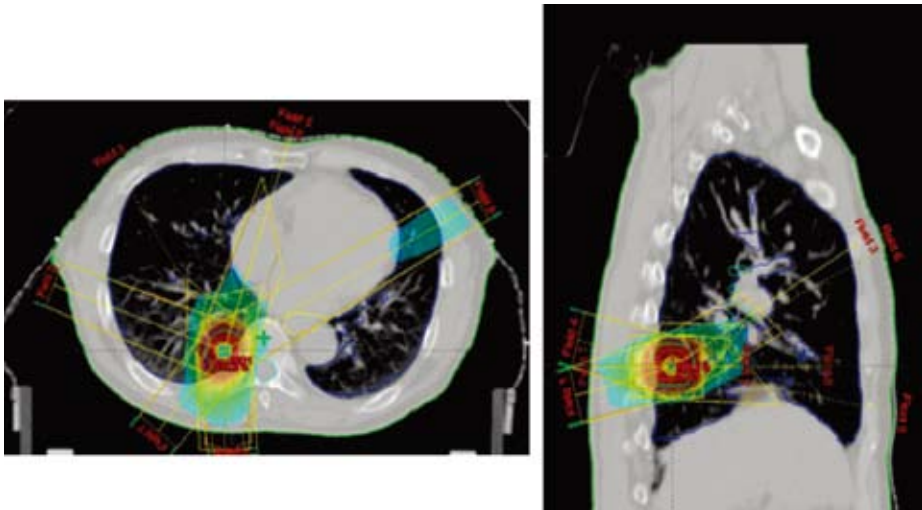




## 放射線治療の最近の進歩について教えてください

055

**A** 放射線治療成績を向上させるには、①がん病巣に高線量を集中させる、②照射期間の短縮により照射中の腫瘍増殖を抑制する。③照射効果を化学療法などで増強するなどの方法があります。がん病巣に高線量を集中させる方法は、コンピュータの進歩とともに著しく進歩しました。I期非小細胞肺癌に対して原発巣だけを多方向から狙い撃ちする**定位放射線治療（ピンポイント照射）**では、安全に高線量照射を行うことができ、従来の放射線治療に比べて良好な治療成績が得られています。定位放射線治療は、通常高精度直線加速器（リニアック）から出る高エネルギーX線で



孤立性肺癌に対する定位放射線治療（ピンポイント照射）の線量分布図

### 用語解説

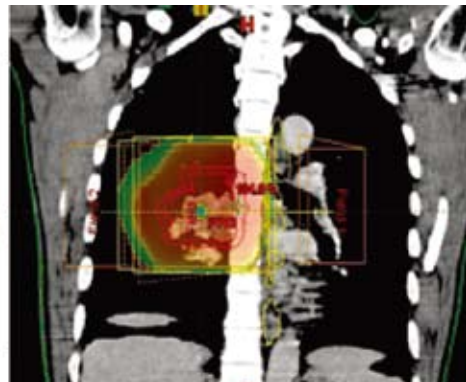
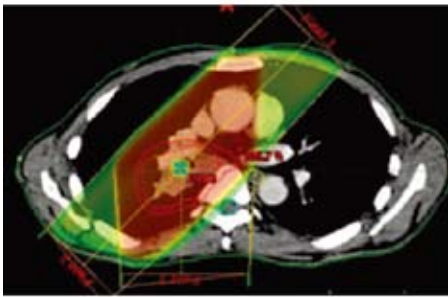
**定位放射線治療（ピンポイント照射）**  
定位放射線治療は数mm以内の精度で正確に高線量を集中させる放射線治療です。ガ

ンマナイフは脳腫瘍専用装置ですが、最近では早期の肺癌に対してもこの方法が可能になっています。

治療しますが、最近では陽子線や炭素イオン線など良好な線量分布や高い生物学的効果を持つ**粒子線治療**も行われ、早期の肺がんに対しては良好な治療成績が報告されています。

もう少し進んだⅢ期非小細胞肺がんではリンパ節などへの照射も必要となり、照射範囲が広くなるため**定位放射線治療**は困難ですが、このような局所進行肺がんに対しては、病巣の形や位置に合わせた**三次元原体照射**が行われています。三次元原体照射では、これまで標準的とされていた60Gyを超える線量を、安全に照射できます。

がん細胞は照射期間中も増殖しているので、放射線治療を途中で休み照射期間が延長すると照射の効果が弱まります。したがって、いったん開始された放射線治療はできる限り休止することなく予定の日数で終了させることが大切です。逆に、照射期間を短くすると照射中のがん細胞の増殖が抑えられます。実際、増殖の速い小細胞肺がんでは1日2回照射法（加速過分割照射法）で照射期間を3週間にすると、通常照射法で5週間かかった場合よりも治療成績が向上しました。



三次元原体照射の線量分布図

### 用語解説

#### 粒子線治療

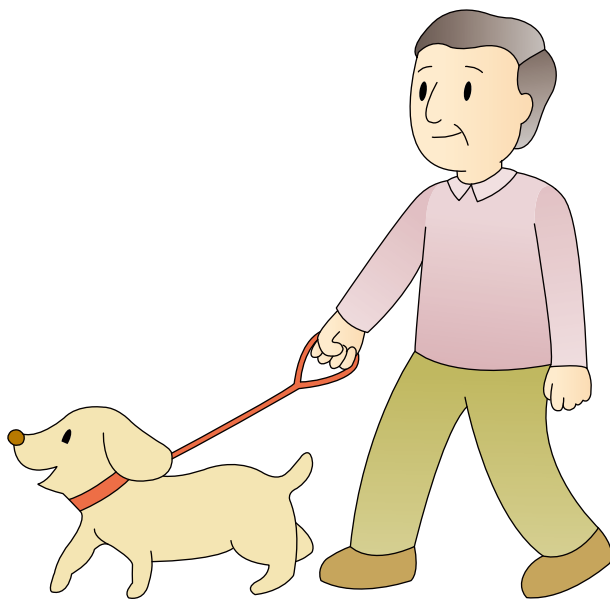
粒子線治療では専用の加速器を用いて、陽子や炭素イオンなどで放射線治療します。粒子線は物理的に良好な線量分布が得られ、がん組織に線量を集中させることが容易にできます。また、炭素イオン線は生物学的に放射線抵抗性の細胞にも効果があります。

#### 三次元原体照射

CTシミュレーションをもとにした病巣の形や位置に合わせた多方向からの照射法です。正常組織への線量が少なくできるので、安全性が高くなります。

**A** 多くの抗がん剤には放射線の効果を強める作用があり、また、抗がん剤は全身に拡がった微小転移に対しても効果があるので、さまざまながんに対して抗がん剤と放射線治療を組み合わせた化学放射線療法が行われています。肺がんに対しても化学放射線治療で放射線単独に比べて、治療成績が向上しました。

化学放射線療法には、化学療法を先に行いその後放射線療法を行う方法と、両者を同時に併用する方法があります。化学療法と放射線療法を同時に併用すると、効果も高いのですが照射中の合併症も強く出ます。このため、元気で全身状態の良い肺がん患者さんには、同時化学放射線療法が行われますが、高齢の患者さんや全身状態の良くない患者さんには、化学療法の後に放射線治療を行ったり、あるいは放射線治療だけを選択します。



**A** 胸部への放射線照射中に見られる合併症には、白血球減少、貧血、食事の時にしみたり痛かったりする放射線食道炎、そして放射線肺臓炎などがあります。放射線治療の合併症は照射した部位にしか現れないので、胸部に照射しても髪の毛が抜けることはありません。化学放射線療法では、抗がん剤特有のむかつきや食欲不振、手足のしびれなどの合併症が加わり、また放射線治療による合併症も強く出ます。通常このように照射期間中に現れる合併症は、治療終了後時間とともに改善します。

肺は放射線に対する感受性が高く、40Gy以上照射された場所は照射終了直後～数カ月で放射線肺臓炎を起こします。放射線肺臓炎は通常照射野に一致して見られ、症状のないこともしばしばです。多くは少し咳が出る程度で知らないうちに治まってしましますが、ときに発熱、呼吸困難などの症状で重症化することがあります。残念ながら、まれには放射線肺臓炎が原因となって亡くなる肺がん患者さんもおられます。高齢者、慢性肺疾患などの肺合併症を有する患者さん、喫煙歴がある患者さんなどは放射線肺臓炎の危険性が高くなることが知られています。

放射線治療後、何年も経ってからおこる晩期合併症のひとつに、下半身の麻痺を生じるような放射線脊髄症がありますが、現在では、治療計画に基づいて、脊髄への合計線量を安全な範囲に設定していますので、その心配はほとんどありません。