

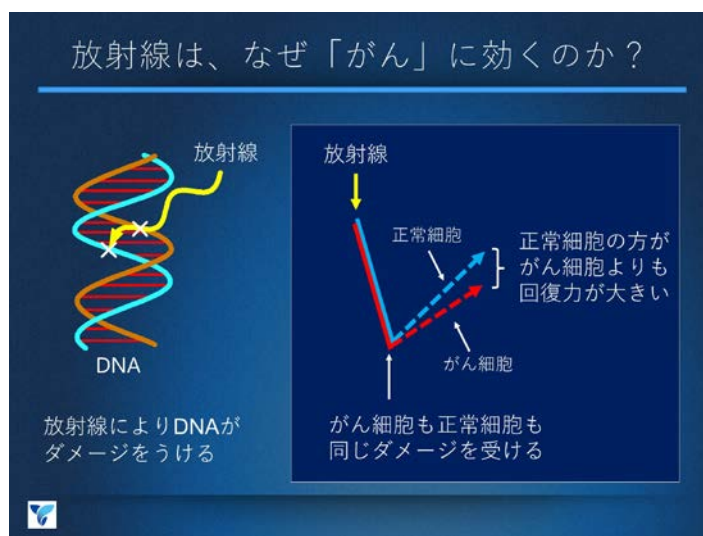
2016年12月1日放送

「がんの放射線治療の進歩」

虎の門病院 放射線科医長
小塚 拓洋

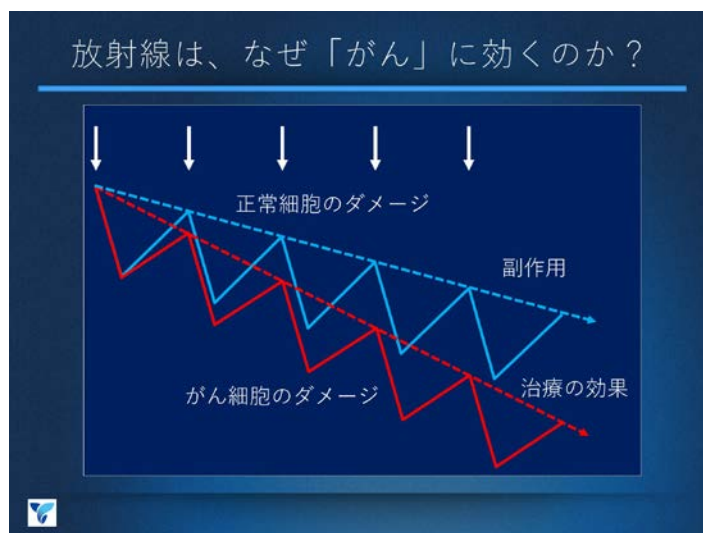
最近、放射線治療について話を聞く機会も増えていますが、具体的なイメージがわからない方も多いと思います。そこで、本日は放射線がどのように細胞に影響を与えるのか、どんながんにも放射線治療を行うのか、そして実際の治療はどのようなものか、についてお話しします。

まずはじめは、放射線による細胞への影響についてです。放射線が細胞にあたると、細胞の遺伝子であるDNAがダメージを受けます。DNAのダメージががん細胞におこればがんは縮小し、正常細胞におこれば副作用が発生します。そのため、正常細胞にあたる放射線をなるべく少なくし、より多くの放射線をがん細胞に集中させることができれば、副作用が少なく効果のある放射線治療を行うことができます。しかし、実際はがん細胞にだけ放射線をあてることはできません。その理由は、がん細胞と正常細胞が混じりあった状態になっているからです。がんは大きくなる際にまわりにある正常細胞の間に広がっていきます。そして広がっ



たがん細胞がリンパの流れにのると近くのリンパ節に転移します。さらに進行するとがん細胞が血流によって肺、肝臓、脳、骨などの臓器に転移します。

がん細胞も正常細胞も放射線に対する DNA ダメージに大きな差はありません。そのため、一度に多くの放射線があたると正常細胞のダメージ、つまり副作用が大きくなりすぎてしまいます。そこで、何回にも分けて少しずつ放射線を照射します。放射線による小さな DNA ダメージは 1 日である程度回復します。がん細胞は正常細胞に比べ DNA ダメージを修復する能力が低い場合が多く、放射線を何回にも分けて照射することで、正常細胞とがん細胞の DNA ダメージの差が大きくなります。このような理由で一般的な放射線治療は 1-2 ヶ月かけて行われます。



それでは、どのようながんに放射線治療を行うのでしょうか？放射線治療は、脳、肺、乳房、子宮、前立腺などの様々な部位のがんに行われます。また、大きく根治的放射線治療と緩和的放射線治療の2つに分けられます。

まず、根治的放射線治療についてお話しします。「根治的」とは「がんを治す」という意味です。放射線治療を単独で行う方法、抗がん剤と併用して行う方法、また手術と組み合わせる方法などがあります。例えば、喉頭がんや前立腺がんでは単独で放射線治療を行います。土日祝日を除いて 1 日 1 回、喉頭癌では 30~35 回、前立腺癌では 35~40 回おこないます。抗がん剤と併用して行う放射線治療は、肺がん、食道がんなど様々ながんでおこなわれています。これらのがんでは転移しやすい周辺のリンパ節も含めて 25-30 回くらい照射します。抗がん剤を併用することで放射線の効果を強め、検査で見えない微小ながんも治療することができますが、副作

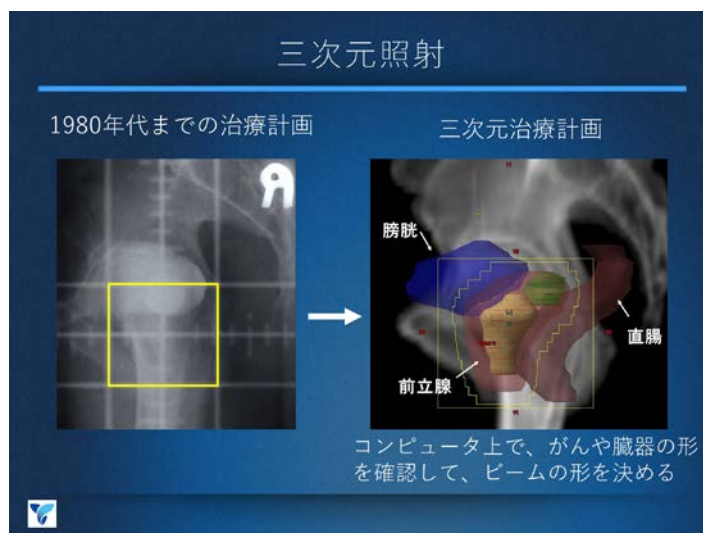
根治的放射線治療	放射線単独	
	抗がん剤と併用	
緩和的放射線治療	手術と併用	術前照射 術後照射
	脳転移、骨転移、リンパ節転移など	

用も強まります。手術との組み合わせでは、手術の前に行う術前照射、手術の後に行う術後照射があります。最近、直腸癌では手術後の骨盤内再発を減らす目的で、手術の前に放射線治療と抗がん剤を併用する治療が増えています。乳癌の手術後に行われる放射線治療は、術後照射の代表例です。手術後の乳房からの再発を予防するので、予防照射と呼ばれることもあります。

緩和的放射線治療は、痛みなどのがんによる症状を和らげる目的で行われる放射線治療です。がんが進行してリンパ節、骨、肺、脳などに転移をすると、周辺の組織を圧迫したり壊したりして様々な症状が生じます。骨転移であれば、痛みや神経圧迫による手足の麻痺などがおこることがあります。このようながんによる症状の発生を予防したり、やわらげたりする目的で放射線を照射します。この場合の放射線治療の回数は10回程度が多いですが、症状や全身状態によってある程度幅があります。

それでは、最近はどのような放射線治療が行われているのでしょうか？放射線治療は大きく外部照射と小線源治療に分けられます。外部照射はエクソ線を使ったリニアックという装置が最も利用されていますが、トモセラピー、サイバーナイフ、ガンマナイフなどの専用装置もあります。また、施設は限られますが、陽子線、重粒子線などを用いる粒子線治療も行われています。一方、小線源治療はイリジウムやヨウ素などの小さな放射線源を体内のがんの近くに差し込み、線源から出るガンマ線をがん集中させる治療法で、ブラキセラピー、ラルスなどとも呼ばれます。子宮頸がんや前立腺癌などでよく行われています。

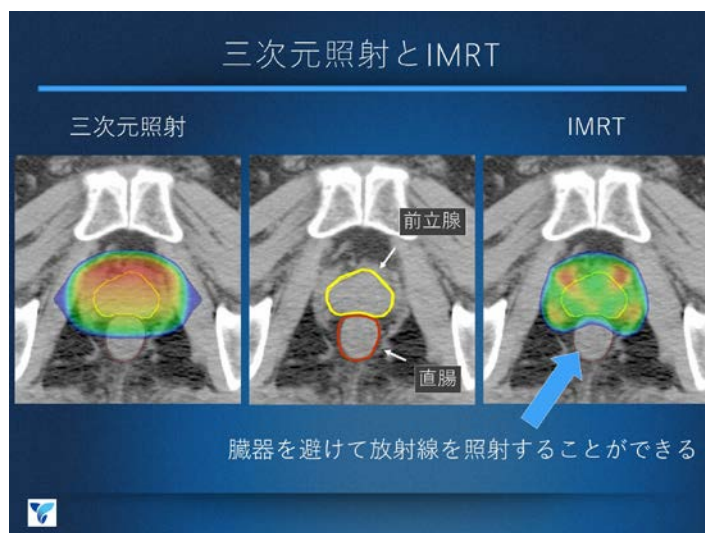
ここでは、最も使用頻度の高いリニアックについて、治療法の変化を中心にお話しします。はじめにお話したように、副作用の少ない放射線治療を行うためには、正常組織にあたる放射線をなるべく少なくし、がんになるべく多くあてる必要があります。そのために、いろいろな工夫が行われてきました。1980年代に放射線治療の計画にCTが用いられるようになると、正面や側面だけでなくいろいろな方向からみた時のがんの形をコンピュータ上で再現できるようになりました。同じ時期に放射線治療のビームの形も金属のブロックを組み合わせ



て作る単純な形から、複雑なビームの形を自由に作れる装置が普及してきました。こうして三次元照射(3D-CRT)と呼ばれる放射線治療が広まりました。三次元照射では、従来に

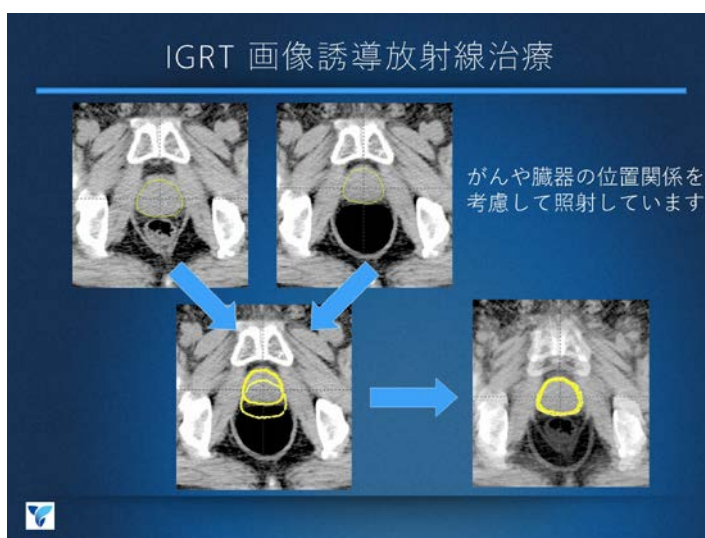
比べて正常組織にあたる放射線の量を抑え、より多くの放射線のがんにあてることができるようになりました。

しかし三次元照射でも、放射線に弱い臓器と接しているがんには十分な放射線をかけることができませんでした。1990年代になって強度変調放射線治療（IMRT）と呼ばれる方法が開発されると、三次元照射に比べて正常組織の放射線の量をおさえることが可能になり、がんにより多くの放射線をあてることができるようになりました。当初 IMRT は専用の装置で行われましたが、今では普通のリニアックで IMRT がおこなえるようになりました。最近のリニアックは高性能で、治療範囲が大きくても短時間で IMRT を行うことができます。



IMRTを行うためには、体の中のがんと正常臓器が、治療の準備をした時と同じ位置関係にある必要があります。せっかく IMRT でがんの形に合わせて放射線を照射しても、がんと臓器の位置関係が同じでないと、臓器にあたる放射線が計画よりも高くなったり、がんにあたる放射線が計画よりも少なくなったりしてしまいます。

体の中のがんの位置を正確にあわせるためには、放射線治療のベッドの上で直前に CT を撮影したり、がんの近くに埋め込んだ金属などのマーカーをエックス線写真で確認したりしてがんの位置を合わせます。これをイメージガイド下放射線治療（IGRT）と呼びます。このように IGRT と IMRT を組み合わせ



て高精度の放射線治療が行われています。IMRT は前立腺がんや「のど」のがんから普及し、いまでは多くのがんに対して行われています。

最後に、定位放射線照射についてお話しします。CT、MRI、PET-CT などの画像診断が向上し、がん細胞の広がりを正確に判断できるようになり、放射線をあてる範囲を以前よ

りも小さくすることができるようになりました。定位放射線照射は一部に限局したがんに集中して放射線をあてる治療法で、ピンポイント照射とも呼ばれています。1回で照射する定位放射線照射を定位手術的照射、数回にわけて治療を行うものを定位放射線治療と呼んでいます。これらの治療では、放射線のあたる範囲をなるべく小さくして正常細胞のダメージを最小限にすることで、1回の放射線の量を多くし短期間で治療を終わらせることができます。

定位放射線照射はガンマナイフを用いた脳的定位手術的照射から始まり、最近では肺の定位放射線治療も広く行われています。肺の中に限局する3cm程度までの比較的小さな肺がんに対し、手術の代替手段として用いられることも多くなってきました。しかし肺がんではがんが呼吸によって2cm程度動く場合もあります。そのため正確な放射線治療を行うためには、呼吸によるがんの移動対策が必要で、呼吸抑制、息止め照射などが行われています。

本日は、放射線治療、特に外部照射についてお話ししました。

