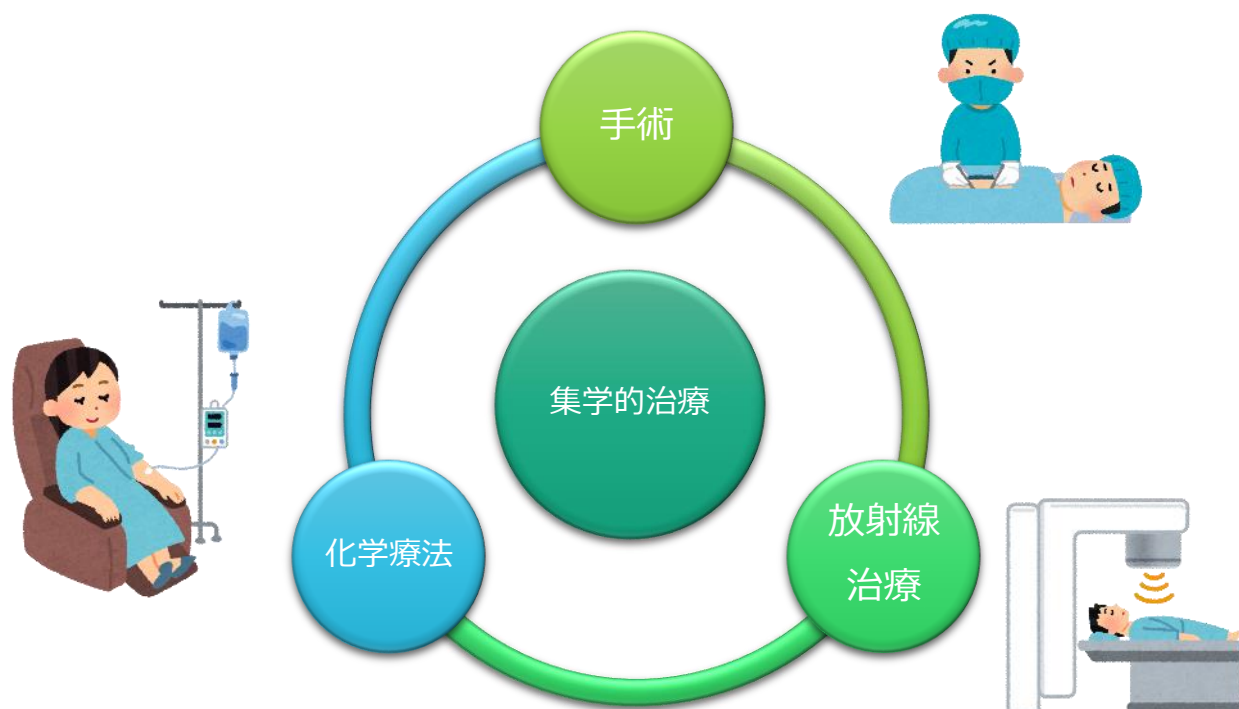


放射線治療とは？



○がんの治療法には手術、化学療法、放射線治療を3本柱として様々な治療法があります。

手術と放射線治療は病気がある所のみを治療する局所療法、化学療法は、
抗がん剤を全身投与することで腫瘍細胞の増殖を抑えて破壊する治療法です。

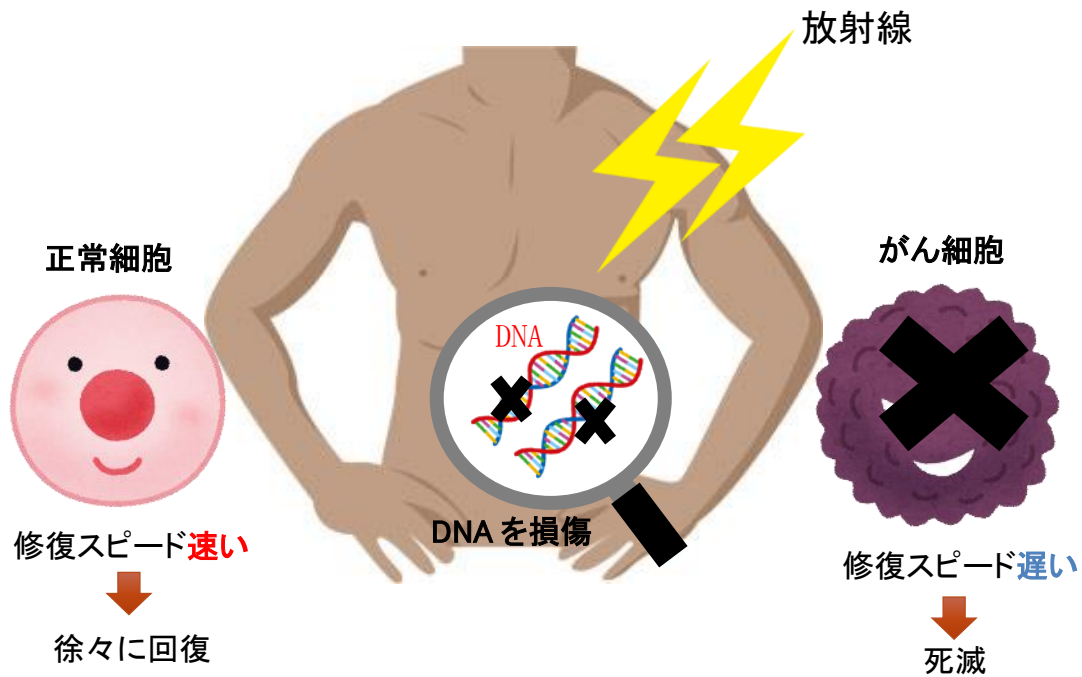
○放射線治療は大きく分けて以下の二つがあります。

- ・外照射：体の外から放射線を照射する方法。
- ・小線源治療：体の内側に放射性物質を挿入したり、組織の中に放射性物質を刺入して照射する方法。

○様々な装置によって色々な部位の治療に対応出来ます。

- ・当院は地域がん診療連携拠点病院、小児がん拠点病院として、地域医療貢献を目指します。
- ・根治的治療から緩和的治療まで幅広い放射線治療に対応しています。

放射線治療はなぜがんに有効なのか？



細胞の中には「体の設計図」とも言うべき **DNA** があります。

細胞に放射線が当たると **DNA** が傷ついて、修復出来ない細胞は死滅しますが、

正常細胞は、がん細胞に比べてかなり速いスピードで **DNA** の修復が出来ます。

そこで、正常細胞が少し回復して、がん細胞はほとんど修復出来ないぐらいの時間を置いて放射線の照射を繰り返すことで、正常組織の受けるダメージを少なくしてがん細胞を殺すのが、放射線治療の基本的なメカニズムとなります。

放射線治療の目的

根治照射

- ✓ 病巣の臨床的な治癒を目的とします。

準根治照射

- ✓ 根治を目指すものの、周囲正常組織との耐容線量の範囲内で局所制御が難しい場合に実施します。
- ✓ 化学療法などと併用し、根治を目指します。

姑息照射(対症的照射)

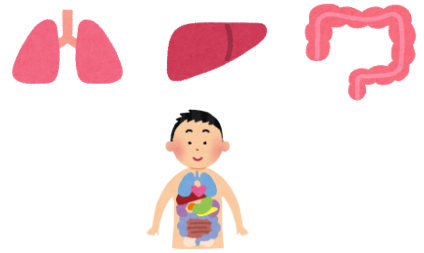
- ✓ 根治は期待できないが、患者の QOL (Quality Of Life: 生活の質) の維持・向上を目的とします。
- ✓ 除痛効果、止血、狭窄改善、病巣の進行を一時的に制御します。
- ✓ 神経圧迫症状に対する緊急照射を行います。

予防照射

- ✓ 再発・転移のリスクの高い部位に対して行います。
- ✓ 手術後に潜在的腫瘍残存が疑われる場合に実施(術後照射)します。

放射線治療のメリット

- ・ 臓器の機能や形態の温存が可能です。
- ・ 副作用(有害事象)は治療部位が中心で全身的な悪影響はほとんどありません。
- ・ あらゆる種類の「がん」に使用可能です。
- ・ 基本的に外来通院での治療が可能です。
- ・ 高齢でも根治目的で治療が可能です。

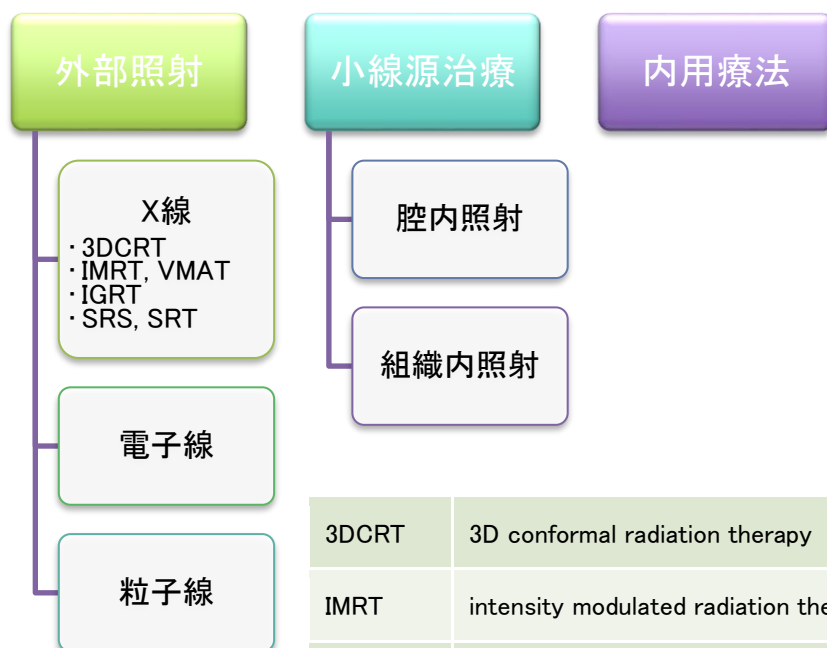


放射線治療のデメリット

- ・ 腫瘍周辺の正常組織に障害が発生するリスクがあります。
- ・ 腫瘍があった臓器を残すために再発リスクがあります。
- ・ 治療期間が長くなる場合があります。(1日で終わるものから1ヶ月以上かかるものまで)
- ・ 治療効果が分かるまで時間がかかります。

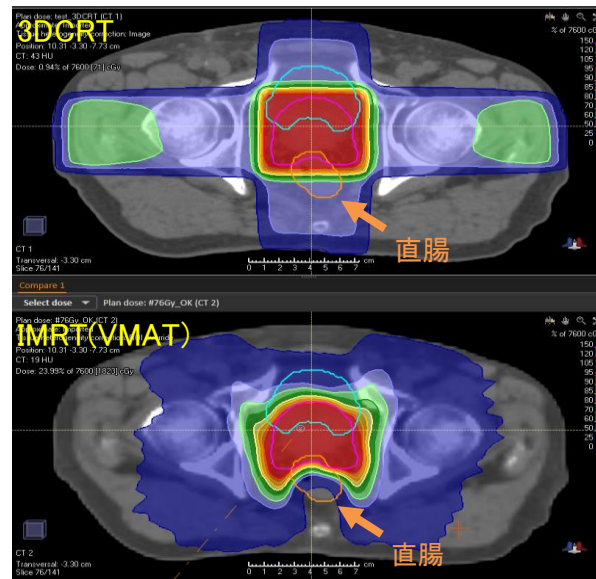


放射線治療の方法



3DCRT	3D conformal radiation therapy	3次元原体照射
IMRT	intensity modulated radiation therapy	強度変調放射線治療
VMAT	volumetric modulated arc therapy	強度変調回転放射線治療
IGRT	image guided radiotherapy	画像誘導放射線治療
SRS	stereotactic radiosurgery	定位手術的照射
SRT	stereotactic radiotherapy	定位放射線治療

3DCRT vs. IMRT vs. IMRT+IGRT

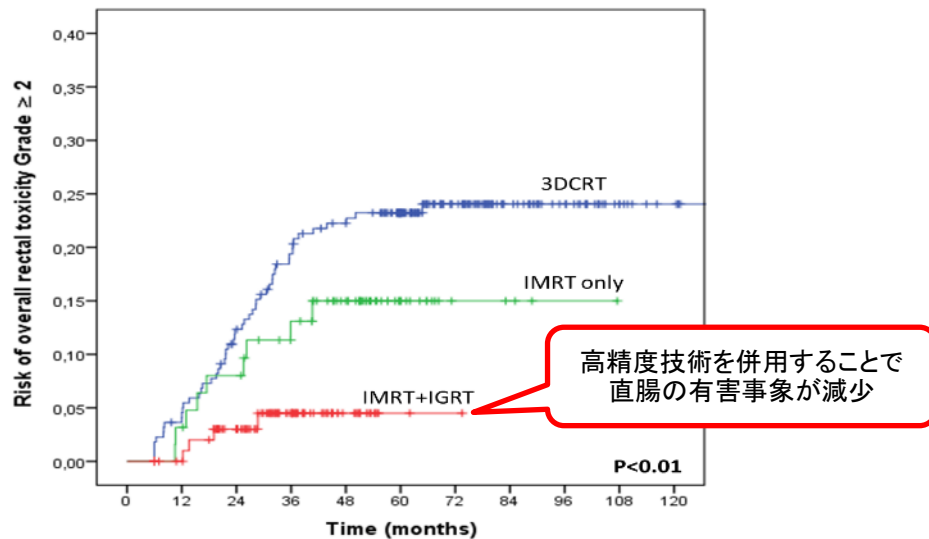


上図は放射線治療を行う際に患者さんごとに作成する放射線の線量分布図になります。

上が 3DCRT と呼ばれる通常照射、下が高精度照射である IMRT (VMAT) です。

赤い部分が放射線が多く当たっている範囲を表しますが、オレンジで囲まれた直腸の輪郭を比較すると、IMRT の方が直腸へ当たる放射線を少なく出来ます。

前立腺がん 70～80Gy での直腸毒性 Grade2 以上の発生率を比較



Delobel JB, et al. PLoS One. 2017 Jun 22;12(6):e0179845.

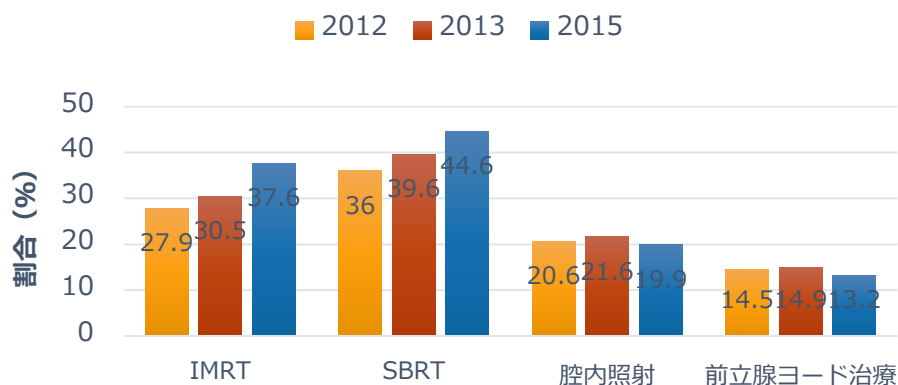
上のグラフは 3DCRT と IMRT、IMRT に IGRT という技術を組み合わせた場合で、

前立腺がんを放射線治療した患者さんの直腸の有害事象発生率を比較したものです。

上にいくほど有害事象の発生率が高いことになりますが、IMRT と IGRT を組み合わせた場合では、通常照射に比べて直腸の有害事象発生率が大きく減少することが分かっています。

このように、高精度技術が治療結果に与える影響は明らかと言えます。

日本における実施施設の割合



SBRT: stereotactic body radiotherapy, 体幹定位放射線治療

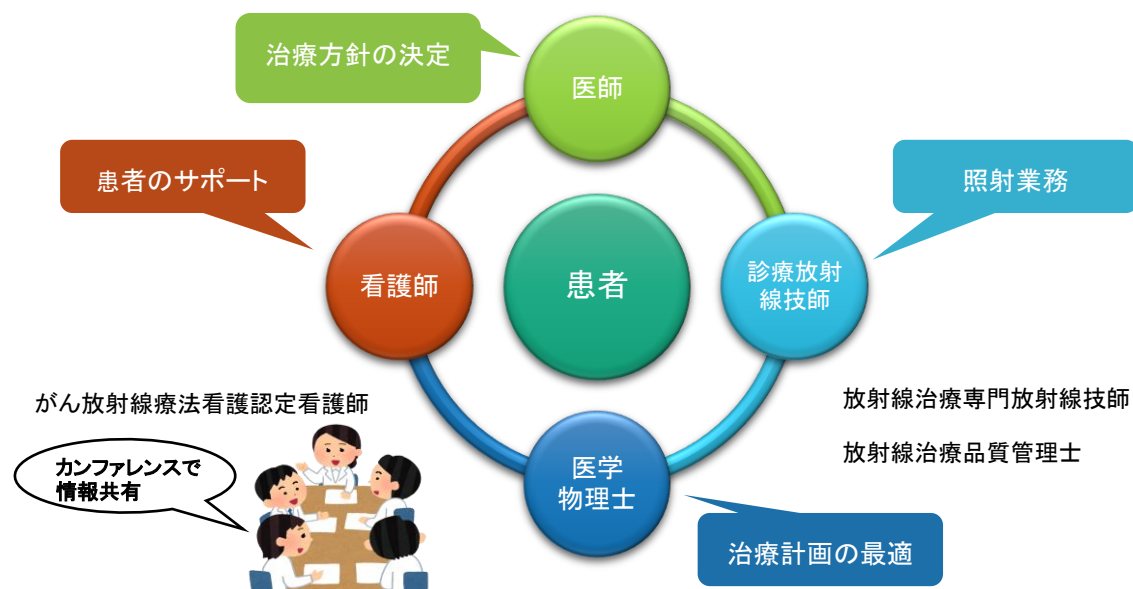
放射線腫瘍学会 全国放射線治療施設の 2012 年, 2013 年, 2015 年定期構造調査報告(第 2 報)より作成

IMRT は年々実施する施設が増加しており、現在、日本の 3 分の 1 以上の治療施設で実施されています。

また、体幹部定位放射線治療(SBRT)については、40%以上の施設で実施されています。

腔内照射や小線源治療の一つである前立腺コード治療は 2 割に満たない実施状況となっていますが、当院ではこちらに挙げた特殊治療はすべて実施しています。

放射線治療に携わるスタッフ



放射線治療では複数のスタッフが患者さんを中心として、その治療に携わっています。

近年の放射線治療の高度化や、それに伴って一時期放射線治療の事故が増えたこともあって、専門的な人材を配置する施設が増えてきています。

聞き慣れないと思いますが、“**医学物理士**” もそういった専門職のひとつです。

このように複数の職種が情報共有しながら治療にあたっています。

■主な治療装置

リニアック 1 (Clinac iX)



2012年度購入 Clinac iX



IGRTに対応

位置合わせ時と治療時の画像を重ね合わせて位置照合を行います

高エネルギーのX線(4MV,10MV)を用いて治療します。体の表面にある癌に対しては電子線 (4,6,9,12,15MeV)を用いて治療する事が可能です。

IGRT(Image Guided Radiation Therapy:画像誘導放射線治療)に対応しているので、位置合わせ時に撮影した画像と、治療当日に撮影した画像とを重ね合わせて細かい位置照合を行ったのち、治療します。

小児にも対応しており、治療の約1割が小児の患者です。

《主な治療》

IMRT(強度変調放射線治療)の必要のない頭頸部がん・全脳照射・肺がん・乳がん・子宮がん・前立腺がん
転移性骨腫瘍・全身照射・小児の腫瘍 等



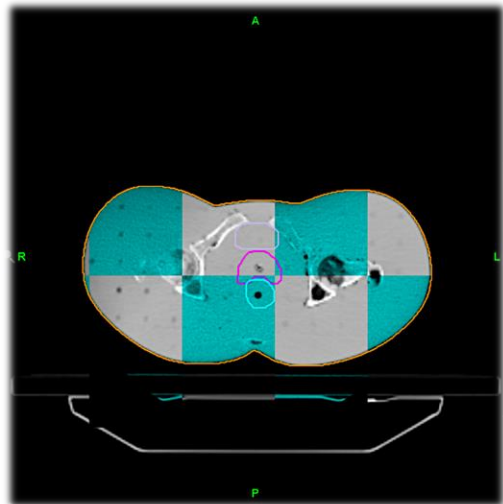
体幹部用定具



頭頸部専用固定具



2014年度購入 TomoTherapy HD



IGRTに対応

位置合わせ時と治療時の画像を重ね合わせて位置照合を行います

リニアック1同様に位置決めCTをもとに医師と医学物理士が協力して治療計画を立てます。

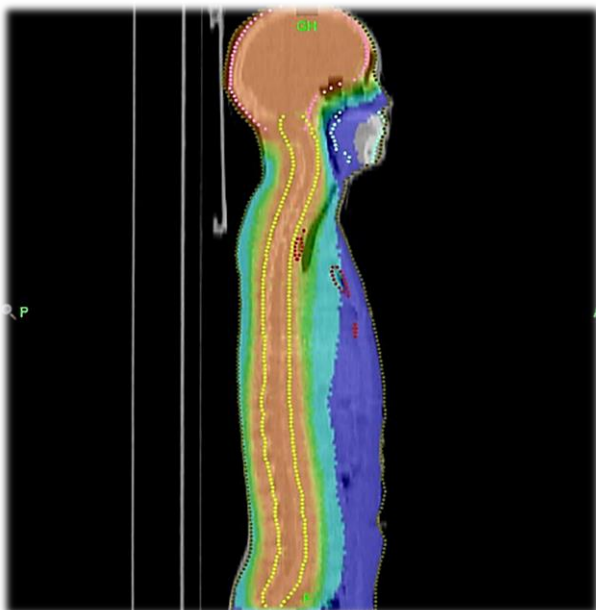
当院ではTomotherapyをIMRT(強度変調放射線治療)専用の装置として使用しています。IMRTでは放射線のビームを細かく調整しながら治療していくので、治療部位に近い正常組織への線量を減らすことができ、副作用をより抑えることが出来ます。

また、TomotherapyでもIGRT(画像誘導放射線治療)を行っています。

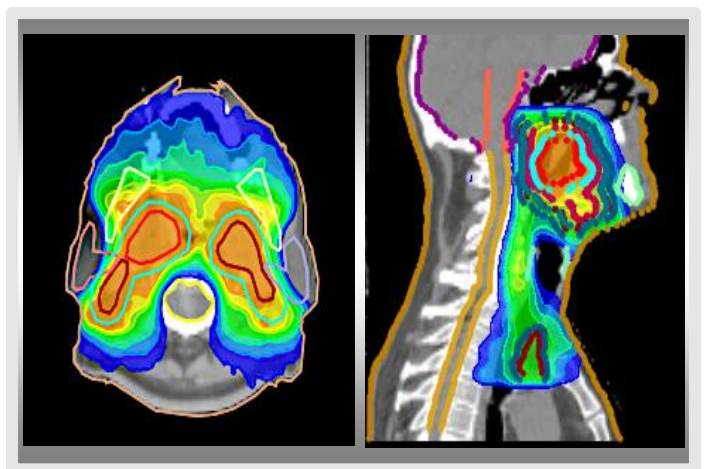
さらに Tomotherapy では一度に広範囲の治療ができるので、全身照射(Total Body Irradiation: TBI)や全脳全脊髄照射(Craniospinal Irradiation: CSI)も行っています。

《主な治療》

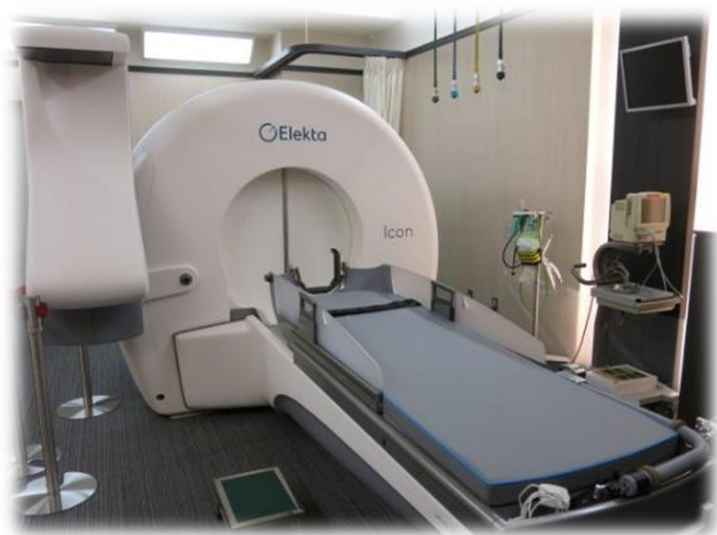
脳腫瘍・頭頸部腫瘍・子宮がん・前立腺がん・転移性骨腫瘍・全脳全脊髄照射・小児の腫瘍 等



広範囲の治療(全脳全脊髄照射)



頭頸部がんの治療計画分布図例



放射線ユニットとトリートメントテーブル

ガンマナイフとは、コバルト60を線源とする頭部専用の定位放射線手術を行う装置です。頭蓋骨に直接フレームを固定する方法と、専用のマスクによる固定の2つの方法があります。ガンマナイフ装置でCTが撮影できることにより、マスクでの治療が可能になりました。MRIやCTの画像をもとに脳外科医により治療計画が立てられます。フレームやマスクで頭部を固定する事により、開頭しない非侵襲的な脳手術を可能にし、周辺細胞に対して影響をほとんど与えません。

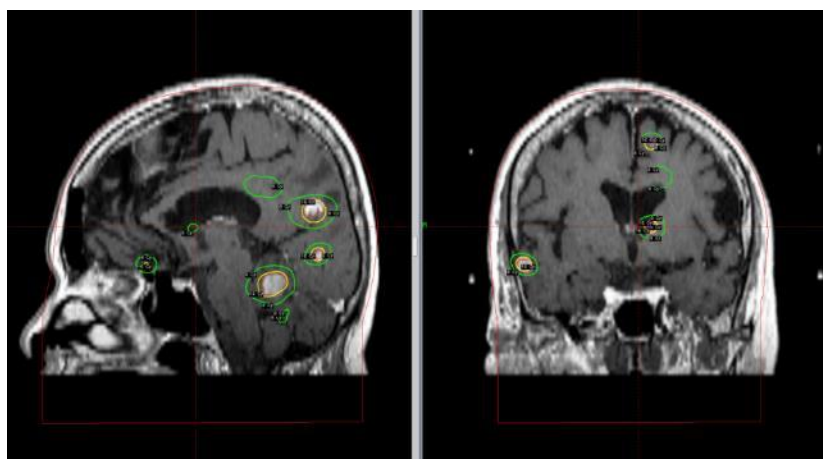
したがって、精密な手術と同様な放射線治療が可能です。

この治療は外科的手術では困難であった脳深部の治療などに対して効果を発揮します。そして外科的手術に比べて、はるかに侵襲の少ない治療法ですので、手術に耐えられない患者さんや高齢者の治療も行えます。また、照射による認知機能の低下も少なく、再発に対しても繰り返し治療を行うことが出来ます。

MRIに対応した麻酔器を使用する事で、小児に対する全身麻酔下での治療も可能です。

《主な治療》

- ① 脳血管障害：脳動静脈奇形など
- ② 脳腫瘍：聴神経腫瘍、下垂体腺腫、頭蓋咽頭腫、松果体腫瘍、髄膜腫、転移性脳腫瘍など
- ③ 機能的疾患：三叉神経痛、脳梁離断など



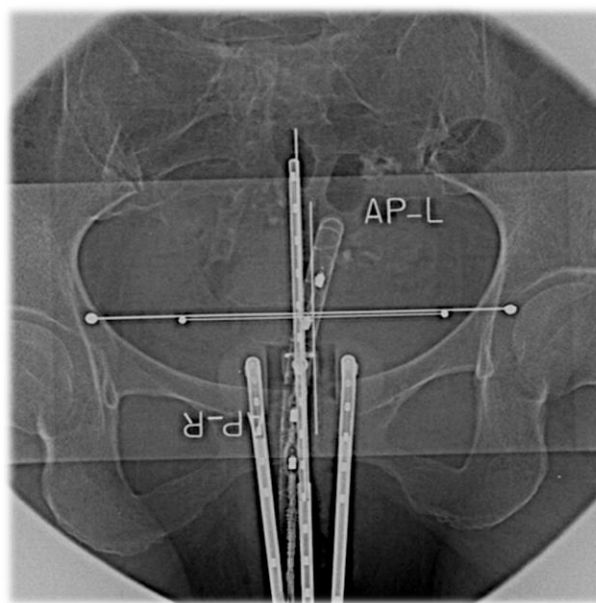
治療計画画面（細かい線量分布を描くことが出来ます。）



治療用マスク



micro Selectoron-HDR 本体



スタンダードアプリーケーターによる治療

高線量率腔内照射法は密封小線源(自ら放射線を出す物質)を患部近くに滞留させて、体内から放射線を照射する治療です。治療の対象となる部位は、子宮が主ですが、アプリーケーターと呼ばれる直径2mm程度の管が病変部に挿入できる場所であればどこでも治療が可能です。

患部のみに限局して放射線を照射することに優れ健常組織へ与える影響を最小限に抑えることができる特徴があります。治療は病変部に、アプリーケーターを挿入(体腔・管状器官などを利用)して放射性同位元素が通るルートを確認します。次に患部の形状やアプリーケーターの位置関係を3次的に治療計画装置を使って計算し、最適な密封小線源の滞留時間を決定します。

適切な線量分布が得られると治療を開始します。

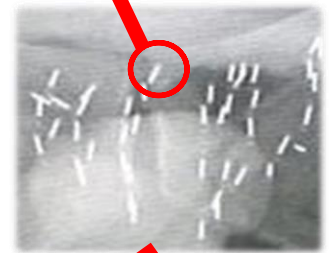
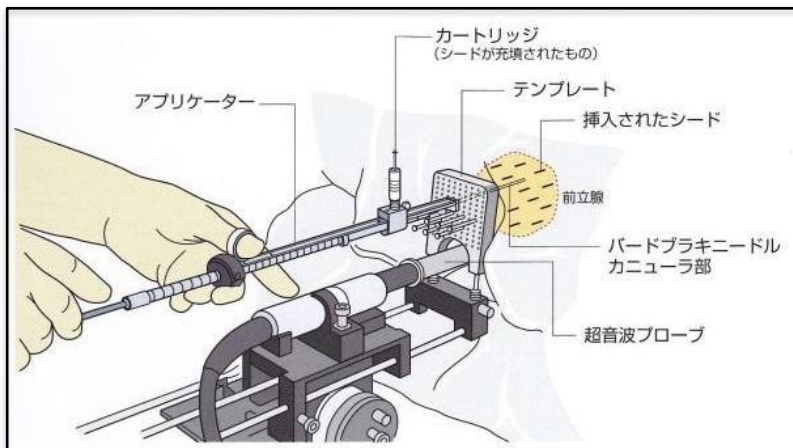
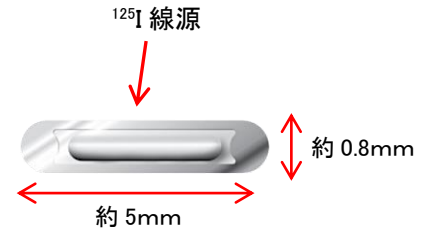
アプリーケーター挿入時に違和感を伴うこともあります、必要に応じて鎮静や麻酔を併用します。放射線照射中は何も感じることはありません。



治療計画画面

前立腺癌に対する永久挿入療法(密封小線源治療)

線源の充填されたカートリッジ



^{125}I (ヨード)密封小線源永久挿入治療(ブラキセラピー)とは手術療法や放射線外照射療法と並ぶ ^{125}I (ヨード)線源を用いた限局性前立腺癌の根本的治療法の一つです。

上図のようなチタン製カプセル内に格納された ^{125}I (ヨード)と言う放射線源を、前立腺全体に放射線が分布する様に経直腸超音波ガイドで前立腺を見ながら挿入する根本的治療法です。腰椎麻酔下で行われるので痛みもほとんどありません。

リスク分類によって治療線量は異なり、

低リスク、中リスクの治療には ブラキセラピー単独療法 で、

高リスクの場合にはブラキセラピーと外照射を組み合わせ、さらにホルモン療法を並行して行う、いわゆるトリモダリティ療法にて完治を目指します。

前立腺内へ限局した高線量の照射が照射可能で、周辺臓器への影響が比較的少ないという特徴を有しています。また単独療法であれば医療期間も短期間なため、早期の社会復帰が可能です。

位置合わせ CTシミュレータ・X線シミュレータ

放射線治療を行う為の位置合わせを行います。放射線治療では治療部位へ正確に照射する為に毎回同じ姿勢を保持していただく必要があります。そのため、姿勢を保持するための固定具を決定したり、作成したりします。

呼吸などの動きの大きい部位ではX線シミュレータを用い、呼吸に同期したCTを撮影する事で動きの観察も行うことが可能です。

ここで撮影したCT画像を用いて医師、医学物理士が治療計画を立て、医学物理士、放射線技師によって治療計画の検証が行われたあと、治療を行います。



アクイリオン LB・LX-40 (CT と共通寝台)

CT シミュレータ、X線シミュレータの同室設置により、患者さんの負担を最小限に呼吸性移動の観察が可能です。

放射線治療のまとめ

- ・放射線治療は、がんの根治から症状の緩和まで幅広い目的で使用されます。
- ・放射線治療技術は高精度化を続けています。現在は、腫瘍にピンポイントで正確に放射線を照射し、周囲の正常臓器への照射を極力減らすことが可能となっています。
- ・放射線をむやみに怖がって、放射線治療を忌避することは高度な医療技術の恩恵を、放棄することに繋がります。

小児放射線治療の紹介

当院は小児がん拠点病院として地域医療に貢献しています。

放射線治療部門では、子供サポートチームと協力して、子どもたちが安心して放射線治療を受けることが出来るように様々な工夫をしています。



プレパレーション

プレパレーションとは、「準備」「予習」を意味する言葉です。

小児用の放射線治療を紹介した冊子を使って、どんな部屋に行くのか、どんなことをするのかを知ることが出来ます。

また、位置合わせCTや、治療の部屋を見学することも可能です。

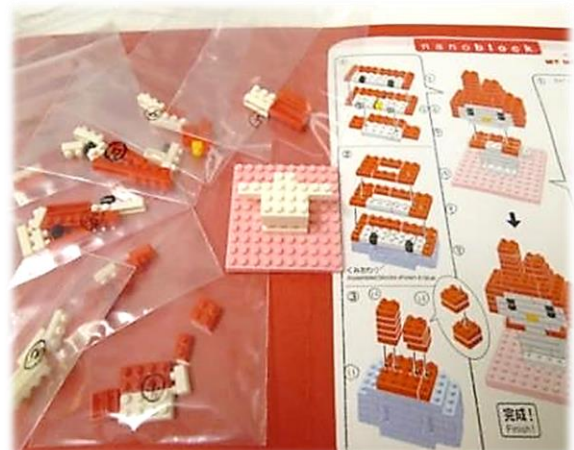
見学だけではなく、実際に治療台に寝てみたり、固定具の素材に触れたりして、遊びながらスタッフや固定具に慣れるようにします。



スタンプ・シール・ブロック

治療期間中、毎日の達成としてスタンプカードやシールカードがあります。

毎日少しずつパーツが集まり、治療期間が終了すると完成するブロックで、治療終了までの目標を持てるように工夫しています。



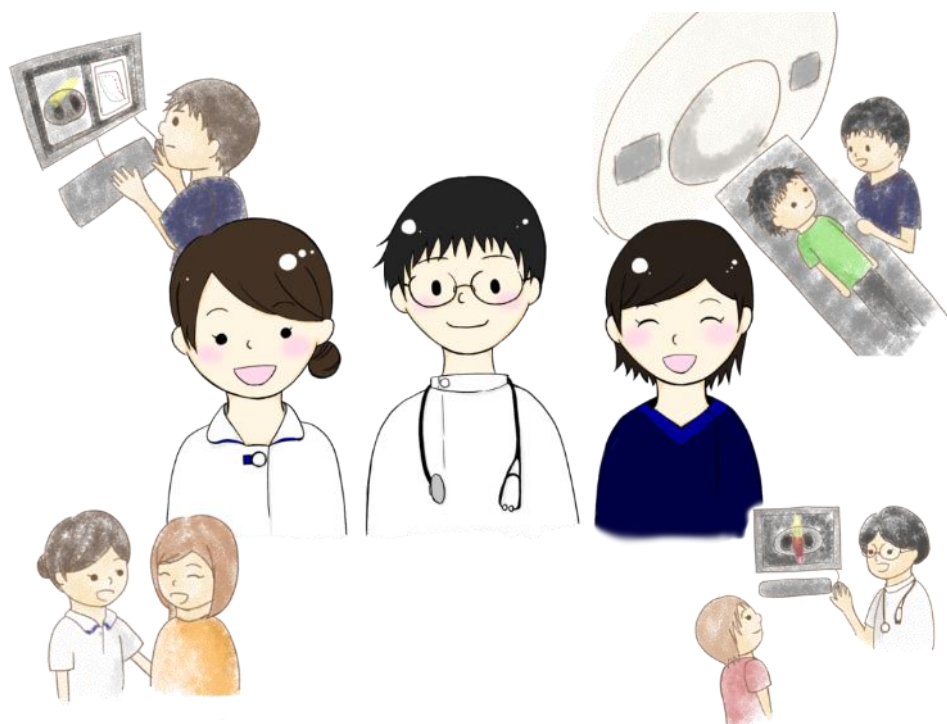
■看護について

当院では患者様の不安や副作用に対処できるよう各治療室に看護師を配置し、院内に在籍している“がん放射線療法看護認定看護師”と協働しながら看護を行っています。

放射線治療は小児から高齢者までと対象が幅広く、また治療の目的や治療回数も様々です。放射線治療はイメージが付きにくく、治療期間が長期に渡ることもあり、患者様やご家族が不安に感じることも少なくありません。

また、治療する部位によって副作用も様々です。放射線治療は毎日継続し、予定した治療を受けることが重要になります。

痛みなどの症状や放射線治療による副作用のために治療を中断したり延期することがないように、放射線腫瘍医や診療放射線技師と連携しサポートをしています。



■実績

治療装置	人数(人)
リニアック(2 台)	470(小児 37) 人
腔内・組織内治療	22 人
シード線源治療	34 人
ガンマナイフ	312(小児 18) 人
CT	544 人

(2021年度の治療数(リニアック治療装置の約8%が小児患者の治療です))