



演題 1

TomoTherapy の汎用性、CyberKnife と組み合わせることのメリット



演者 南部徳洲会病院放射線治療科 医長/名古屋市立大学大学院医学研究科放射線医学分野 眞鍋良彦先生

本セミナーでは当院にて従来使用している TomoTherapy の様々な機能・治療計画方法の概説、および、新規導入した CyberKnife の特長、臨床アウトカム、前立腺治療における TomoTherapy との使い分けについて概説する。また、骨転移治療への定位放射線治療 (SBRT) について当院の取り組みをご紹介します。

■ I. TomoTherapy について

TomoTherapy の治療モードには TomoHelical と TomoDirect があり、TomoHelical では脳・頭頸部・腹骨盤部、TomoDirect では固定門照射としては局所進行肺癌、食道癌、乳房術後照射などが可能である。

頭尾方向に間隔のある複数部位への照射の場合、Helical 照射ではカウチ移動速度が固定のため、治療時間が遷延する。これに対し、固定多門照射を組み合わせることで各標的を連続的に治療すると、照射間のカウチ移動時間を縮め、治療時間を短縮できた (図1左 Pseudo DJDC 法)。肋骨、椎体、鼠径リンパ節への多発転移症例に対する治療計画例を示す (図1右)。標的が複雑な形状の場合、Helical 照射による治療計画ではガントリー回転速度、カウチ速度とも減速させるが、固定多門照射ではその必要がなくなり、治療時間が大幅に短縮された (38分→12分)。詳細は論文を参照頂きたい (Manabe, Yoshihiko, et al. Journal of Applied Clinical Medical Physics 21.6

(2020) : 132-138.)

また、最新の TomoTherapy である Radixact では Forward planning が活用でき、汎用機から Radixact への変更を検討される場合にもなじみやすいと考える。Leaf margin を手動で調整可能で、線量の重みづけも自在に設定できる。従来の対向2門照射のように好みの線量勾配を計画し、緊急照射にも対応できる (図2)。

更に、Radixact に新たに搭載可能となった Synchrony オプションでは動物追尾が可能となった。自由呼吸下での呼吸性移動など、臓器の移動に伴う標的の移動を治療標的または金マーカの体内位置から同定・追尾する。対象とする疾患は肺癌、肝癌などである。

■ II. CyberKnife について

当院では 2020 年に CyberKnife を導入した。導入前は TomoTherapy 1 台で 1 日 40 ~ 50 件超の照射を 12 時間診療で実施し、治療症例数の 1/3 を占める前立腺癌に対する SBRT 導入、および、離島からの患者の治療期間短縮が急務であった。

CyberKnife は寡分割 SBRT に定評があり、年々治療時間 (計画含む) 短縮が図られていたが、更に近年導入された VOLO 最適化アルゴリズムにより、治療計画の高速化と機能向上による治療時間短縮が実現された (図3)。

図1 Pseudo DJDC 法 (左：概念図、右：治療計画例)

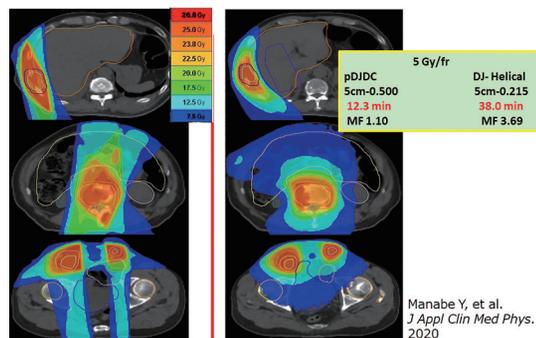
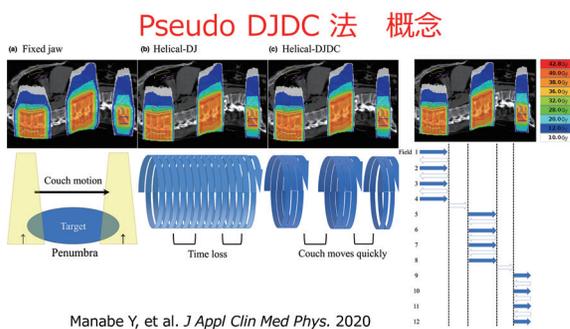


図2 Forward Planning 法

緊急RT

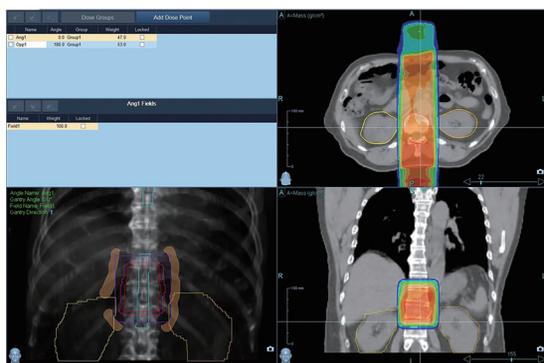


図3 CyberKnife 治療の進化 (計画の高速化・治療時間短縮)

進化したCyberKnife - 機能向上と治療時間削減 -



*上段の治療時間は、前立腺の(標準的な)分割照射における治療開始(ビームオン)から治療完了(ビームオフ)の時間比較を記載しております

当院の CyberKnife の適応を図 4 に示す。2020 年 4 月より新たに、～ 5 cm の脊椎転移、5 個までのオリゴ転移に対する定位放射線治療が保険収載され、CyberKnife の適応範囲が更に広がった。現在、導入 2 ヶ月にして、前立腺癌症例 26 名を筆頭に既に 45 症例の CyberKnife 治療を行っており(年間 270 症例ペースに相当)、好調に稼働している。

CyberKnife 導入後に開始した当院の前立腺癌 SBRT について概説する。

通常は、1 泊入院にて腰麻下に金マーカ (Visicoil)、スパーサーゲル (SpaceOAR) 挿入を泌尿器科で行う。約 2 週間後に外来で治療計画 CT/MRI 撮影、更に約 1 週間後に治療を行う(水曜日～翌週火曜日、辺縁処方 7.25 Gy × 5 fr)。また、離島バージョンとして、より短期間での診療も行っており、好評を博している(図 5)。

前立腺癌 SBRT 臨床報告には、通常分割照射と SBRT を比較した第 III 相 RCT 報告や CyberKnife による SBRT の 8 年フォローアップ報告がある。安全性について大きな問題は報告されていないことを背景に、当院では前立腺癌治療に SBRT を用いた。ただし、当院では図 6 に示す症例は TomoTherapy による治療を行っており、CyberKnife と TomoTherapy を施設内に所有する恩恵を受けている。

図4 当院の CyberKnife 適応

サイバーナイフの適応≒定位RTの適応

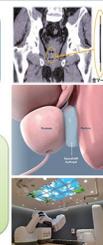


- 脳腫瘍
- 頭頸部腫瘍
- ～5cm NOM0 の 肺癌・肝癌・腎癌
- NOM0 の 前立腺癌・痔瘻
- 3 個までの 肺転移・肝転移
- ～5cm の脊椎転移
- 5 個までのオリゴ転移

図5 前立腺癌治療離島バージョン

前立腺癌CyberKnife 離島ver.

- 月am 放科、泌尿受診 術前検査など
- 火 金マーカ+スパーサーゲル挿入術
- 水am MRIのみ施行して退院



2週間後

- 月 夜までに再度入院
- 火amに治療計画CT、同日治療計画、検証まで
- 水-火 辺縁処方7.25 Gy×5 fr=36.25 Gy、退院

図6 当院の前立腺癌治療 トモセラピーの適応例

前立腺癌 CyberKnife適応外(当院では)

- 精囊浸潤 → IMRT
- 背側の皮膜外浸潤 → IMRT
- リンパ節あり → 全骨盤+局所boost IMRT
- TUR-P後 → 2個以上マーカ挿入困難ならIMRT
- 術後PSA再発 → IMRT
- 導尿や腰麻拒否、ゆっくりやりたい → IMRT

サイバーがだめでも トモがある!



III. 骨転移腫瘍への SBRT

従来の骨転移放射線治療の処方線量には、8 Gy 単回照射、4-5 Gy × 5 fr (1 週間)、3 Gy × 10-13 fr (2 週間)、2 Gy × 20 fr (4 週間) などがある。各治療計画とも鎮痛効果は同等だが、8 Gy 単回照射では照射後の再燃が多いと報告されることから、分割数の少ない照射では 1 回線量を更に増加させて制御率を向上させることが課題である。CyberKnife ではリスク臓器を避けられるため、対向 2 門照射では困難な 12 Gy 単回照射も可能と考える。また、従来法 (3D-CRT) と比較して照射線量を増加した SBRT では再照射率が有意に低下した報告 (van de Ven, Saskia, et al. International Journal of Radiation Oncology* Biology* Physics 107.1 (2020) : 39-47.) などもある(図 7)。骨転移 SBRT では、初診日に CT 撮影、治療計画、検証まで行い、2 日目以降から治療を開始する。1 泊～3 泊で対応可能であり、従来の“週”単位から“日”単位へ治療期間を劇的に短縮できた(図 8)。

図7 骨転移への定位放射線治療再照射率

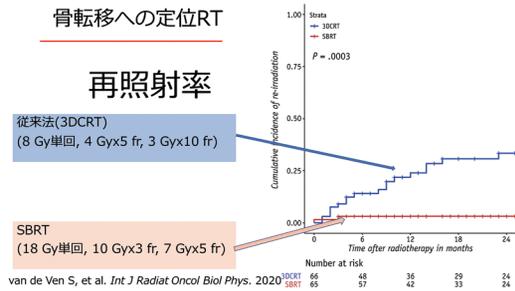


図8 骨転移治療スケジュール

骨転移への**定位**RT

- 1日目 初診、CT、治療計画、検証まで
- 2日目～ 定位RT
場所や他の状況により
12 Gy単回、10-12 Gy×2 fr、8-10 Gy×3 frなど



定位RT適応の場合→1泊～3泊で対応可能！
“週”から“日”単位へ



IV. まとめ

以上をまとめる。TomoTherapy は、1 台で前立腺癌、頭部腫瘍、頭頸部癌、肺癌、術後乳癌、食道癌などほとんどの症例をカバーできる汎用性を有している。一方、CyberKnife を導入することで SBRT がより実施しやすくなった。更に、骨転移治療は SBRT を適応することで “週” から “日” 単位の時代となった。

V. Q&A

- Q1. 前立腺癌治療における機器の使い分けはどのようにしているのか？ (松尾先生)
- A1. サイズの小さい腫瘍には CyberKnife、リンパ節転

移症例への全骨盤照射目的、前立腺床への術後照射目的などの場合は TomoTherapy を用いる。(眞鍋先生)

- Q2. 骨転移腫瘍 SBRT についてご説明頂きたい。(松尾先生)
- A2. 新たに保険収載された骨転移腫瘍の SBRT は患者さんにとって朗報である。1 回線量が 10 Gy を超える高線量治療では周辺臓器を避けた照射が必要だが、CyberKnife、TomoTherapy のような高精度放射線治療機を用いた治療が患者さんのためになると考える。(眞鍋先生)

演題 2

放射線治療で、もっと多くの人を救おう！

演者 南部徳洲会病院放射線治療科 医長/琉球大学大学院医学研究科 放射線診断治療学講座 橋本成司先生



本セミナーではこの2年で当院の放射線治療件数が伸長した結果を振り返り、これまでの当科の取り組み、および、伸長の要因を主観的に考察してご紹介する。

I. これまでの当科の取り組みについて

沖縄県には放射線治療の実施できる施設 (9 施設) が本島中南部に集中し、常勤 2 名以上の施設は 5 施設のみである。

当科では TomoTherapy を 2012 年に、CyberKnife を 2020 年 6 月に導入した。放射線治療件数は 2018 年より伸長し、2020 年は年間 500 件を超えることが予想される。直近は緩和照射が著しく増加した (図 9)。

転移性脊髄圧迫 (MSSC) を含む骨転移など、有症状の転移性病変を早期に緩和照射につなげる取り組みとして、現在、出張講演会を積極的に実施している (図 10)。他にも、学生や研修医の教育、一般市民向け医療講演、自

院外来患者からの早期発見・スクリーニングといった啓発活動に取り組んでいる。

図9 当科症例内訳

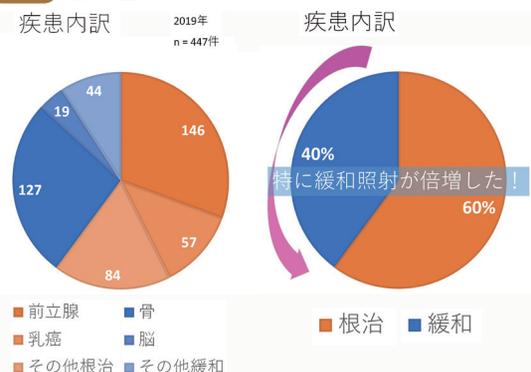
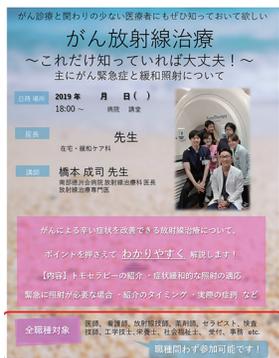


図10 出張（おしかけ型）講演会（左：講演会ポスター、右：講演スライド抜粋）



がん診療と関わりが少ない医療者にもぜひ知っておいて欲しい
がん放射線治療
~これだけ知ってれば大丈夫!~
主にがん緊急症と緩和照射について

講演者: 橋本 成司 先生
在籍: 緩和ケア科
所属: 橋本 成司 先生
南都中央病院 緩和ケア科
緩和ケア科 緩和療法部長
緩和ケア科 緩和療法部長

がんによる辛い症状を改善できる放射線治療について
ポイントを押さえて **わかりやすく**、解説します!
【内容】トモセラピーの紹介・症状緩和的な照射の適応
緊急に用いられる場合・紹介のタイミング・実際の症例 など

全職種対象
医師、看護師、放射線技師、薬剤師、セラピスト、検査技師、理学療法士、作業療法士、社会福祉士、栄養士、臨床心理士、放射線科長、緩和ケア科長

職種問わず参加可能です!

講演歴)

- 2017.06.06 那覇市立病院 研修医向け勉強会 参加約12名
- 07.27 那覇市立病院 参加86名 (医師16名)
- 10.25 中頭病院 参加80名 (医師7名)
- 11.14 同仁病院 参加76名 (医師9名)
- 12.09 豊見中央病院 参加80名 (医師7名)
- 2018.02.07 AMC緩和ケア交流会 参加61名 (9病院、医師7名)
- 03.13 浦添総合病院 参加約30人 (医師10名)
- 03.23 沖縄骨転移カンサーボード 参加約50人
- 2019.01.31 琉球大学病院 研修会 参加45名 (医師5名)
- 06.07 沖縄協同病院 参加39名 (医師9名)
- 10.02 中部徳洲会病院 参加91名 (医師14名)

沖縄県内の
医療関係者 650人、医師 146人

放射線治療の目的 ~大きく分けて2つ~

1 根治照射
対象) 限局性の前立腺/肺/頭頸部/食道/子宮頸癌など
乳癌術後や直腸癌術前など予防(補助)照射も

☆放射線の量は **しっかり多め**
総線量) 50Gy ~ 70Gyを超えて処方、一定の副作用もある

放射線治療の目的 ~大きく分けて2つ~

2 緩和照射
対象) 骨転移の痛み、腫瘍の出血、脳転移の頭痛 など
緊急で照射が必要な場合もあり!

☆放射線は **ひかえめな量** でも十分な効果あり
総線量) 20Gy/5回、8Gy/1回など 短期間で完済し再照射もOK

なぜ、放射線ががんの痛みが消える?

放射線は「痛みの原因をとる」効果あり

- ・がんを縮小、死滅させる
- ・痛みの原因物質がなくなる

⇒ 腫瘍は「痛みを感じないようにする」
放射線治療すると 80%で痛み改善

転移性脊椎圧迫症 MSCC (Metastatic Spinal Cord compression)

- ・脊椎圧迫の原因は骨体転移が多い
- ・症状はまず痛み、経過で次第に強くなる
- ・マヒ症状が出現したら緊急照射が必要!

緊急性の程度は?
48時間以内

図11 周知活動（左：周知活動一覧、中：治療機 PR ポスター、右：e-Learning ファイル送付 (USB 格納)）

コロナ禍に負けない周知活動

- ・WEBページを充実させる (わかりやすく!)
- ・病院広報誌、リーフレット、ポスター
- ・院内でe-Learning (全職員の必須講習)
- ・沖縄県内の癌治療にかかわる医師をリストアップし、e-Learning動画ファイルを入れたUSBメモリーを送付
- ・モノレール広告、ポスター作製
- ・オープニングセレモニーの新聞報道




e-Learning



県内医師 550人へ送付



II. CyberKnife 導入に伴う啓発活動

CyberKnife 導入に伴う部門拡張を利用し、患者さんの満足度を高め、前向きな気持ちで放射線治療を受けてもらう工夫を行った。近未来的な治療装置に独自の南国仕様のスカイシーリングパネルを設置した治療室設営、放射線治療を学ぶ映像 (JASTRO 患者向け情報など) の待合室での放映などを行い、成果を実感した。

2020年に新たに保険収載されたオリゴ転移、転移性脊椎腫瘍についても積極的な告知が必要と判断し、周知活動を行った(図11左)。特に、ポスター院内掲示(図11中央)、沖縄県内の癌治療関連医師への e-Learning 動画ファイル送付(図11右)、オープニングセレモニーの新聞報道からは強い反響が得られた。

今後の個人的な目標としては、放射線治療啓発の継続(特に転移・再発癌治療)、整形外科との連携(骨転移カンサーボードなど)、夜間治療体制の構築を挙げる。

III. まとめ

以上、当科の取り組みを紹介した。治療件数の伸長には、多職種対象の講演会や e-Learning での周知などが有効で

あったと考える。沖縄県内にはまだまだ放射線治療で救われる患者さんが多くおられ、治療啓発に向けて尽力していきたい。

IV. Q&A

Q1. 集患活動で苦労した点、入院患者対応についてご説明頂きたい。(松尾先生)

A1. 集患は昨今の状況を鑑みて e-Learning に注力した。院内各診療科に入院患者を受け入れて頂いている。特に緩和照射は状態の悪い方が多いが、緩和ケア科に協力頂いてスムーズな入院を行っている。(橋本先生)

Q2. 照射時間拡大の工夫についてご説明頂きたい。(松尾先生)

A2. 当院では朝7時から治療を開始している。働きながら治療を受けたい多くの方へ出勤前に治療を提供している。今後は夕方以降にも治療を実施できる体制が実現されることを望んでいる。(橋本先生)

以上

放射線治療の安全性について:

放射線療法 (Accuray 製品を通じて実施される放射線療法を含む) における副作用のほとんどは、軽度で一時的なものであり、その多くは疲労、悪心、皮膚刺激などです。しかしながら、重症な副作用を伴う場合もあり、疼痛や正常な身体機能の変化 (例えば、泌尿器や唾液の機能の変化)、生活の質の悪化、永続的な損傷、さらに死亡につながる場合があります。副作用は、放射線治療中または治療直後に生じる可能性も、治療後、年月を経てから生じる場合もあります。副作用の性質や重症度は多くの要因に依存しており、治療対象である腫瘍の大きさや位置、治療手技 (例えば照射線量)、患者の全身症状などに依存することが例として挙げられます。

製造販売元・お問い合わせ先

アキュレイ株式会社

〒100-0004 東京都千代田区大手町 2-2-1 新大手町ビル 7 階
TEL: 03-6265-1526 FAX: 03-3272-6166 www accuray.co.jp
©2021 Accuray Incorporated. All Rights Reserved. AJMKT-CKRS6(2010)(2)-2105

ACCURAY