

研究プロジェクト

4次元CT機能試験機による臨床研究始まる －インターベンション治療の応用範囲が拡大－



重粒子医科学センターを中心として実施されている4次元CT研究プロジェクトでは、中期計画期間中に4次元CTを開発し、インターベンション治療などに応用する研究開発を行っているが、本年8月から機能試験機による臨床研究を開始した。

重粒子線医科学センター医学物理部長 遠藤 真広

このプロジェクトは2つの大きな柱に分けることができる。その第一は4次元CTの開発である。ここで、4次元CTとは心臓など動く臓器の3次元構造を画像化し、その時間変化を観るものである。3次元に時間の次元を加えるという意味で、4次元CTと命名された。従来技術は、断面画像(2次元)の時間変化か、または静止した3次元画像の撮影しかできないので、3次元構造の時間変化を観察できる4次元CTにより新たな診断情報が追加されることが予想される。また、第二の柱は、4次元CTで収集される画像情報をリアルタイムで観察する4次元ビューアの開発であり、これによりカテーテルなどを用いるインターベンション治療の応用範囲が拡大し、ナビゲーション外科手術とも呼ぶべき治療法が始められると期待されている。

本研究プロジェクトは部分的にはかなり進展している。本年3月に機能試験機が画像診断棟の3階のCT撮影室に導入され調整されてきたが、この8月末より臨床研究を開始した。この臨床研究は、4次元CTの可能性を探るとともに、研究の結果を2年後に完成する予定の本格的装置の設計・製作にフィードバックすることを目的としている。

以下に導入された試験機を中心に研究の現状を概説する。

図1は4次元CTの原理を示したものである。2次元検出器とX線管を被写体の周りに回転させるスキャン方式をコーンビームCTという。これは被写体に照射されるX線の形状がコーン(実際には「円錐」ではなく「角錐」となっているが)状をしていることから、名付けられている。コーンビームCTでは1回転で3次元画像が得られるので、連続回転により、その時間変化すなわち4次元画像が得られる。

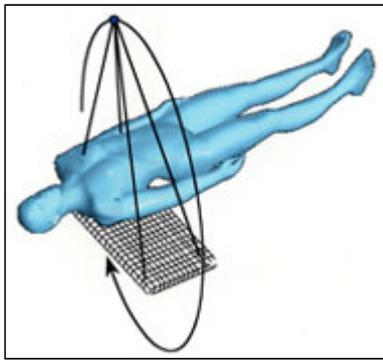


図1 4次元CTの原理

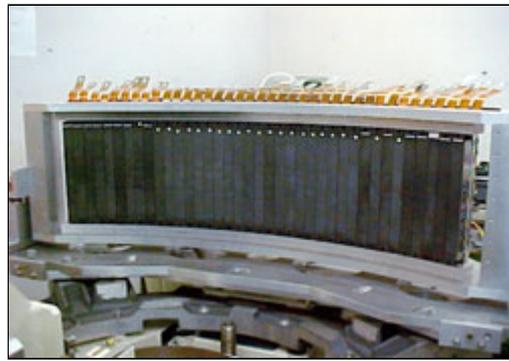


図2 2次元検出器。カーボン樹脂製保護板の後ろに検出素子(大きさ1mm×1mmが912×256個)が配列されている。

4次元CTの要素技術の一つに2次元検出器があるが、これは既に開発されている。図2に検出器を示す。この検出器を商用機の回転機構に、最小の改造により搭載したものが、機能試験機である(図3)。



図3 機能試験機の外観写真



図4 頭部の3次元画像。4次元画像(動画)から1枚を切り出して示している。

図4は本装置で撮影された最初の4次元画像である。実際には3秒間収集され、0.1秒毎に再構成されている。動画表示すると顎の動きが分かるが、ここではそのうちの1枚だけを切り出して示す。また、図5は3次元画像としての特性を示したもので、0.5mmの等方的解像力を有することがわかる。これは、静止画としても従来の最高級CTに匹敵する。

以上のように、この機能試験機は本格的装置と比較した場合、基本的なデータ収集能力はそれほど遜色ない。しかし、ユーザから見た性能(画像再構成時間、装置の操作性、ソフトウェアなど)は大幅に改善の余地がある。それを改善して行くことが、今後2年間の課題である。

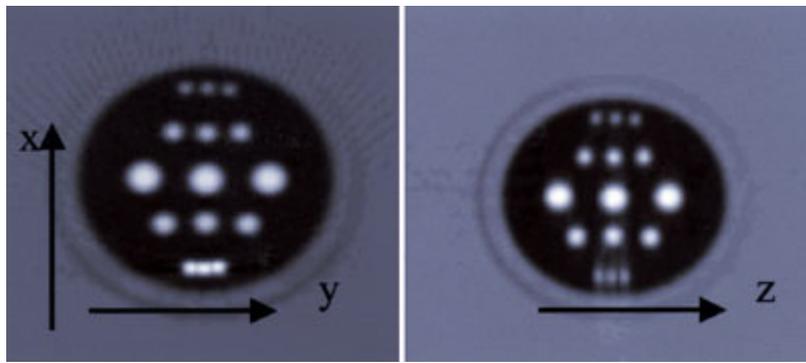


図5 解像力テストの結果。横断面(左)でも体軸方向(z方向)でも、0.5mm(最小径)まで解像されている。

訂正とお詫び

放医研ニュース第70号(8月号)の1ページリード部の9行目の「Einmedizinischer Strahlungsme β plat」の β が「Einmedizinischer Strahlungsme β plat」の β の間違いでした。訂正してお詫び申し上げます。

飛程測定装置の開発

■はじめに

重粒子線がん治療においては、加速器から供給された炭素ビームの飛程が計画どおりであることを確認する必要があります。この研究では短時間で精度よく飛程を確認できる装置の開発を行っています。現在は、試作機を製作しテストを行っています。

■原理

飛程測定装置は10層の平行平板電離箱からなっており、ブラッグピーク近傍の深部線量分布を測定し、線量のピーク位置がどこにくるかを測定することで計画どおりの飛程で炭素ビームが供給されていることを確認します。1層あたりの水等価圧は0.5mmで、10層で水等価圧5mmの領域でしか測定できませんが、その分精度よく測定を行うことができます。また、加速器から供給されるビームの飛程は本来非常に安定しており、5mm程度の測定領域があれば飛程の確認を行うのに十分だと考えています。試作機は各層とも高圧、信号電極はアルミニウムできており、90mmφの有感領域があります。高圧電極厚さは200 μ m、信号電極の厚さは50 μ m、高圧電極と信号電極の間は5mmの空気層になります。試作機全体の長さは約15cmです。ビームは各電極及び空気層でエネルギーを失い、どこかの層で止まります。空気の密度は電極に用いられているアルミニウムの密度の約2000分の1しかありませんので、1層あたりの水等価圧はほぼ電極の厚さで決まり、この仕様は上述のように水等価圧0.5mmになります。電極の厚さを薄くすれば測定精度の向上も可能ですが、装置全体としては大きくなってしまいます。現在は試作段階ということもあり製作の容易さも考慮してこの仕様になりました。各信号電極からの出力はアナログI/V変換回路を経由してシーケンサユニットに送られ、デジタル信号に変換されます。

■テスト結果

試作機を用いた飛程測定のテストを行いました。測定の様子を図1に示します。使用した炭素ビームのエネルギーは400MeV/uです。加速器から供給されたペンシル状のビームの飛程を測定します。測定装置の上流にバイナリーフィルタを設置し、ビームの飛程を任意に調節して、その飛程の違いが確認できるかをテストしました。測定結果を図2に示します。横軸は各層の番号で、数字が小さい方が上流側の層を示しています。縦軸はそれぞれの層の出力を示しています。図中の数字はバイナリーフィルタの厚さを示しています。バイナリーフィルタが厚くなるに従って、

出力のピーク位置が上流側に移動していく様子が確認されました。1層あたりの水等価圧が0.5mmであることを考慮すると、移動幅も妥当だといえます。

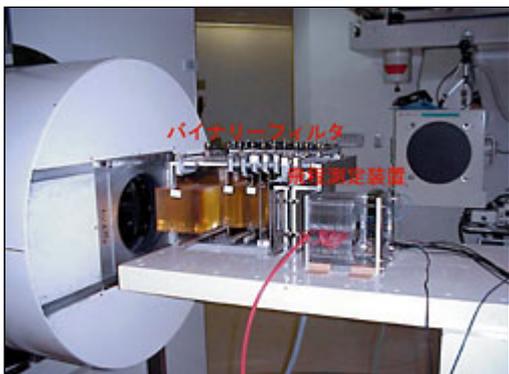


図1 飛程測定装置

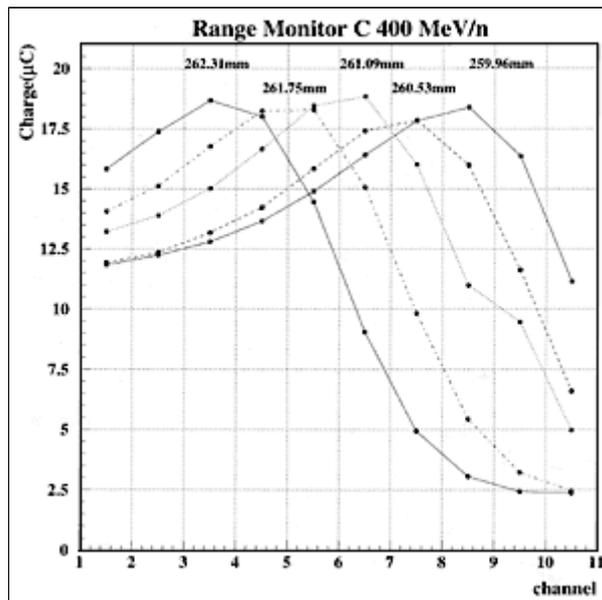


図2 ビームの飛程測定結果

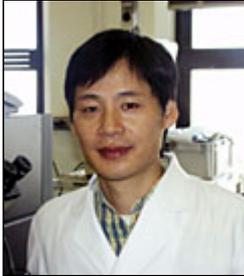
■まとめ

10層の平行平板電離箱からなる飛程測定装置の試作機を製作し、飛程確認のテストを行いました。バイナリーフィルタで飛程を変更していくと、出力のピーク位置が移動していくことが確認されました。今後は装置の小型化を行い、既存の照射システムに容易に組み込むことが可能な装置の開発を行います。

(医学物理部 小森 雅孝)

TOPICS

平成14年度 放射線影響学会 奨励賞受賞
**放射線の胎内被ばくにより誘発される
 脳の発生障害に関する研究**



環境放射線あるいは医療放射線によるヒトの胎内被ばくで問題になるのは、精神遅滞や小頭症である。このような障害には、しばしば構造的にEctopic gray matterすなわち、異所性灰白質が認められる。MRIを用いて、原爆胎内被ばくによる精神遅滞者の脳を観察したところ、小頭症、脳室拡大、異所性灰白質などの脳形成障害が見られた。この異所性灰白質の原因の一つは神経系の発生・発達過程における神経細胞死と考えられるが、詳細な発症機構は不明であった。そこで、我々は動物モデルを作り研究を行った。

放射線医学総合研究所 比較環境影響研究グループ 孫 学智

脳の発生異常パターンは照射の時期や放射線の線量によって異なる。我々は妊娠12日から妊娠19日までのマウスに種々の線量のX線を照射し、脳の発生に及ぼす影響を研究してきた。妊娠13日のマウスに全身に1.5GyのX線を一回照射して、自然分娩させると、原爆胎内被ばく者と同じ脳障害パターンが見られる。図1の矢印部分が異所性灰白質である。そこで、動物モデルを使って、この異所性灰白質の発生メカニズムを調べた。

ICRマウスを用いて、妊娠13日にX線を1.5Gy照射し、妊娠15日目に母体にプロモデオキシウリジン(BrdU)を投与した。動物は照射後6時間から生後8週間の異なる時期に屠殺し、脳を灌流固定した後、脳の連続切片を作成した。切片は、常法にしたがい、HE染色および抗BrdU、抗Midkine(MK)、抗Glial fibrillary acidic protein(GFAP)抗体を用いた免疫組織化学染色を行った。また、サンプルの一部から電子顕微鏡の試料を作製した。

被ばく後の異なる時間に神経細胞死や組織のリモデリングが起こり、ダイナミックで様々な組織構築異常が出現してきた。妊娠18日では放射線を照射した脳で、明らかな異所性の細胞集団の形成が脳室に沿って始まっていた。抗BrdU抗体による免疫染色を用い、観察したところ、コントロールの皮質では標識された細胞が遊走を終え、皮質の上部に達していた。これに対し、照射した動物の脳では標識細胞の一部は、皮質の上部に達していたが、他の標識細胞は皮質原基の下部に止まっていた。一方、脳室に沿って形成されている異所性細胞集団の中に標識細胞が認められた(図2参照)。このことから明らかなように照射した脳では神経細胞の遊走が障害を受けることが分かった。

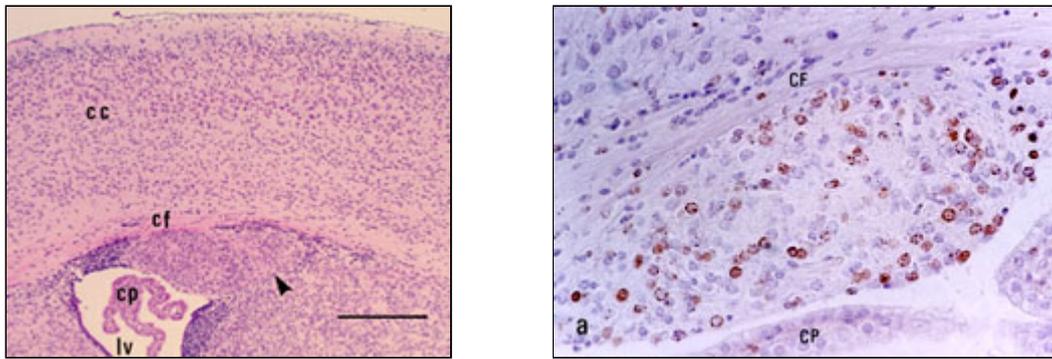


図1 照射した動物の脳では異所性灰白質が見られる(矢印部分)。cc:大脳皮質、cf:脳梁、cp:脈絡膜叢、lv:側脳室
 図2 異所性細胞集団の中にはプロモデオキシウリジン標識された細胞(褐色)が認められた。

ニューロンの遊走はラジアルグリアと深く関係がする。胎生期に脳室帯で産生された若いニューロンは脳の表面の方向に遊走して皮質原基を形成する。ラジアルグリアの線維はニューロンが遊走する際、ガイドの役割を果たしていると言われている。抗MK免疫染色で観察した結果、正常胎仔の脳ではラジアルグリア線維が垂直に直線状に伸展していた。一方、被ばくしたマウスの脳では明らかにラジアルグリア線維の走行が乱れていた。抗GFAP抗体を用いた免疫染色でも同じ結果を得た。正常な出生仔の脳ではラジアルグリア線維が垂直に伸びているが、被ばくした脳では線維の乱れが認められる。この結果から、神経細胞の遊走経路でガイド役を果たしているラジアルグリア線維に異常が起こり、神経細胞の一部に遊走障害が生じて、脳室帯に溜まってしまふことが、異所性細胞集団が形成される原因と分かった。

次に、異所性灰白質のタイプおよび三次元分布についての研究を行った。方法として1.5Gy照射したマウスの脳の連続切片を作成し、常法に従って、HE染色を行い。さらにMagellan 3.6 programというコンピュータソフトを用いて、連続切片のイメージデータから異所性灰白質の三次元分布について検討した。その結果、脳の部位毎に特徴的な異所性灰白質が形成されることが明らかになった。第一のタイプは大脳の灰白質の下にPeriventricular ectopiaと呼ばれる異所性灰白質が脳室に沿って形成された。第二の形態はHippocampal ectopiaと呼ぶのが適当な形態のものであり、異所性灰白質が海馬CA2の錐体細胞などの神経細胞に取って代わっていた。第三のタイプは、元々細胞の少ない大脳の第I層に多くの細胞が集まり、細胞の集団になったタイプである。このタイプの異所性灰白質はLayer I ectopiaと名づけた。以上のような、脳の連続切片から観察したイメージをMagellan 3.6 programを用いて処理し、三種類の異所性灰白質の三次元分布をコンピュータで再構築をした(図3参照)。この結果から、胎生期に放射線により誘発される大脳の異所性灰白質のタイプは三種類に分類できることが分かった。

本研究により、異所性灰白質の発生メカニズムの一端が明らかになった。異所性灰白質には3種類があり、それぞれ特徴的な三次元分布を持っている。この結果は放射線脳障害及び先天性脳障害(学習遅滞、機能性自閉症、注意欠損性多動症など)の臨床診断や治療法の開発の参考になると考えられる。

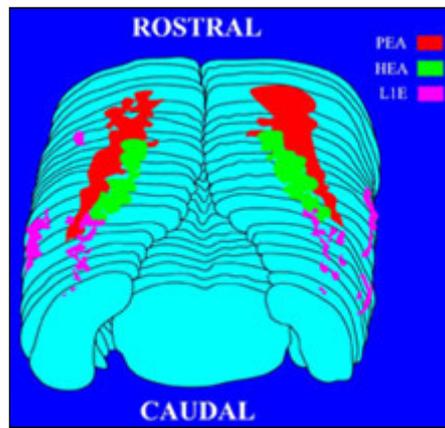


図3 背後から見る異所性灰白質の三次元分布の鳥瞰図。赤色は Periventricular ectopiaを、紫はLayer I ectopiaを、緑はHippocampal ectopiaをそれぞれ示している。

TOPICS

放医研原子力防災訓練実施される

放医研では、昨年4月に策定した「放射線医学総合研究所防災業務計画」に基づき、8月30日(金)から9月5日(木)までの防災週間を中心に、以下のとおり原子力防災訓練を実施しました。

9月1日(日)は、中央防災会議の主催する平成14年度総合防災訓練の趣旨に沿って実施された大規模地震(東海地震)の災害に係る文部科学省の訓練(予知対応訓練及び発災対応訓練)の一環として、所内原子力防災関係者を対象に、警戒宣言発令、地震発災、原子力施設等の異常の有無の調査結果に関する情報について各々通報連絡訓練を実施しました。

また、9月3日(火)、9月10日(火)は、平成14年度総合防災訓練大綱(平成14年4月23日中央防災会議決定)に基づいて行う原子力災害に係る訓練の一環として次の訓練を実施しました。

<9月3日>

緊急モニタリングチームによる参集訓練及び資機材点検及び取扱い等訓練。第3四半期(7月～9月)の当番チームは、待機チーム(その他の四半期の当番チーム)とともに第3研究棟緊急被ばく医療施設に参集し、資機材の点検及び取扱い等の訓練を実施しました。

さらに、各チームの放射線モニタリング班、放射能モニタリング班による模擬測定訓練を実施しました。

<9月10日>

緊急被ばく医療診療チームによる体内汚染患者対応訓練。原子力施設内においてプルトニウムを含む排気が漏洩し、作業員3名が吸入による内部被ばく及び体内汚染を伴う事故を被災したと想定して本番さながらに訓練を実施しました。

放医研救急車で搬送された患者を受け入れ、第3研究棟緊急被ばく医療施設において、汚染検査、創部の除染及び測定等の措置について、また、内部被ばく実験棟においては肺モニタによる体内物質の測定等について訓練シナリオに基づき実施しました。

なお、各要員のとるべき行動については詳細のシナリオを設定せずに臨機応変に対応しました。

今回の訓練には、原子力防災活動に関わる職員約100名が参加しました。各要員とも各々の役割について再検証できたことで、各々予定した訓練の目的は達成されました。

万が一の緊急時の事象に備えて今後も所要の訓練を継続していきます。



傷部汚染の処置状況

TOPICS

シンポジウムのご案内
**第2回重粒子医科学センター・第1回フロンティア研究センター
 合同シンポジウム開催**

<概要>

放医研の重粒子医科学センターで、1994年6月から実施している重粒子線(炭素イオン線)によるがん治療臨床試験も今年で8年が経過しました。これまで治療した患者数は1,200人を突破し、対象となる部位の増加に加え、良好な成績が得られています。

一方、放医研のフロンティア研究センターでは、将来のオーダーメイド放射線治療の実現に向け、個々の患者さんについて放射線感受性を決定する遺伝子の多型情報の研究プロジェクトが進行中です。

今回は、重粒子線がん治療臨床試験の成果とオーダーメイド放射線治療に向けた研究を一般に知っていただくため、新しい企画として重粒子医科学センターとフロンティア研究センターが合同でシンポジウム開催することにいたしました。

多くの皆様のご参加をお待ちしております。

日時: 平成14年11月28日(木)9:00~17:45

29日(金)9:00~17:30

場所: 放射線医学総合研究所講堂

テーマ: 「オーダーメイド放射線治療を目指して」

特別講演: 藤原和博氏<<杉並区教育委員会参与>>

「ハンバーガー1個から世界が見える」

鎌谷直之氏<<東京女子医科大教授>>

「遺伝統計学の論理と手法」他

セッション: 28日 ○重粒子線はこんな疾患に効く

○重粒子線治療に期待するもの

○ランチョンセミナー

「日本の粒子線治療施設」

○先端医療を支える基礎及び臨床研究

○臨床研究における倫理的側面

○特別講演「ハンバーガー1個から世界が見える」

29日 ○放射線感受性遺伝子プロジェクトの目的と意義

○放射線感受性の個人差検索

- 特別講演遺伝統計学の論理と手法
- 分子レベルでの放射線応答解析
- 総合討論

参加費: 無料

申込: 不要

主催: 放射線医学総合研究所

後援: 日本放射線腫瘍学会、日本医学放射線学会、日本放射線影響学会、日本医学物理学会、日本核医学会、日本保健物理学会

問い合わせ先: 放射線医学総合研究所

国際・研究交流部 研究交流・情報室 TEL:043-206-3024

FAX:043-206-4061

E-mail:kouryu@nirs.go.jp

広報室

TEL:043-206-3026

FAX:043-206-4062

E-mail:info@nirs.go.jp

平成14年度防災功労者として前川和彦氏表彰される



内閣府では、毎年防災週間の行事の一環として防災功労者(団体、個人、ボランティア、企業等)の表彰を行っており、平成14年度表彰式が去る9月9日(月) 総理大臣官邸で行われました。

前川和彦氏
関東中央病院 院長
放医研緊急被ばく医療
ネットワーク会議 委員長

3年前の1999年、日本で最初の原子力関連施設での被ばく事故が、茨城県東海村のウラン加工工場(JCO)で発生しました。前川先生は事故後の被ばく患者の医療に貢献されたことで、今回、内閣府の防災功労者として受賞の栄に浴されました。前川先生は、このJCO事故の発生直後においては、放医研の緊急被ばく医療ネットワーク会議の委員長として、早急に緊急被ばく医療ネットワーク会議の専門家を招集し、治療方針などの検討会議を開催され、また、このJCO事故で被ばくした3名の患者さんの受け入れ治療などに精力的にご活躍されました。

被ばくした3名の患者さんの内、高線量被ばくをされた2名の患者さんについては、前川先生を筆頭に万全の医療スタッフで長期間、生存に向けた医療に全力を注がれましたが、残念ながら2名の患者さんは治療の甲斐なく亡くなりました。この教訓を今後の被ばく医療に充分生かすべく、原子力安全委員会等の関係方針策定にも尽力されました。心からお祝い申し上げます。



放医研の緊急被ばく医療ネットワーク会議(JCO事故時の会議)

エッセイ・ぱるす NO.11

乗り物遍歴



生まれて初めての乗り物は、スケータという数年前に流行したキックボードを小型にしたものであった。アルバムに、右足をスケータに乗せて得意げな3歳頃の写真がある。次に三輪車にも乗ったのだろうが、あまり記憶がない。初めての自転車は、古い子供用自転車を父親が緑に塗ってくれたものであった。意外と運動神経は良かったのか、せっかく付けた補助輪もすぐに不要になったと、父が息子の成長に目を細めて人に話しているのを覚えている。この自転車の後輪は古くなって溝が全くなかったので、砂利道で少し強くブレーキをかけると横滑りした。このいわゆるスピニングが面白くて膝小僧を赤チンだらけにしながらか、暗くなるまで遊んだものである。その後、10段変速のついた自転車を買ってもらったが、すでに興味はエンジンのついた乗り物に移っていて、自転車は通学や遊びの足に過ぎず、強い印象はあまりない。

大学1年生のときの奨学金は1ヶ月6,000円であった。初めてもらった2ヶ月分の奨学金をもって、そのまま銀閣寺道にある自転車屋に行き、かねてから目をつけていたオートバイを買った。ホンダのスーパーカブ号であった。おそらく世界で最も優れた庶民の乗り物ではないかと思う。50ccの原付とはいえ、生まれて初めてのエンジンがついた乗り物に感動した覚えがある。その後、いわゆる大型オートバイのナナハン(750cc)にまで乗り換えたが、自分の技量では危ないことを早々に悟って、自動車族へと転向した。自動車はもう30台あまりを乗りつぶした。数ヶ月で乗り換えた車もあれば、数年間乗った車もある。車についての思い出も尽きない。若いころあこがれたスカG(スカイラインGT)が買える程度の収入になったが、すでに似合わない年になってしまった。

子育てが一段落したころ、稲毛の浜でヨットの練習を始めた。風に吹かれてセーリングするのは気持ちがいいが、もう少し年を取ってからの趣味に残しておこうと思い、一人でセーリングできる程度まで上達した時点で止めた。そのまま場所を千葉港へ移しモータボートの免許を取った。4級小型船舶操縦士といういちばん簡単な免許だが、それでも数トンまでのモータボートを操縦できる。訓練中は緊張していたので気づかなかったが、その後、数回、海に出てみて自分は船酔いするのだと悟った。ちょうど今の自宅を買った頃で、クルーザを買う金銭的な余裕もなかったため、この乗り物も早々に見限った。

現在の趣味は、セスナの操縦である。まだ、ようやく一人で飛べるようになった段階で、自動車免許で言えばいわゆる仮免だが、今までの乗り物の中で1番面白い乗

現在の趣味は、セスナの操縦である。まだ、ようやく一人で飛べるようになった段階で、自動車免許で言えばいわゆる仮免だが、今までの乗り物の中で1番面白い乗

り物である。なにしろ、あたりまえのことだが動きが3Dであり、景色も3Dである。積乱雲の間を縫って飛んでいくとき、夕日の中をはるか水平線に向かっていくとき、その雄大さに圧倒される。飛行機の着陸は後戻りができない。車のようにバックできないので、すべての動作はやり直しが利かない。いったん着陸態勢に入ると、確実に数分後には滑走路に飛行機を下ろさないといけない。横風が吹いても、急にエンジンが止まっても、滑走路にタッチダウンするまでは引き返せない。定期航路のパイロットを目指している同じスクールの若い訓練生の真剣なまなざしを見ていると、飛行機の着陸と同じで後戻りできない自分の人生を考えてしまうことがある。

放射線安全研究センター 高橋 千太郎

がん治療最前線

シリーズ17 肺がん診断と治療 細胞診の役割(2)

前稿では早期(小型)肺がんの発見を目指して行われている肺がん検診の実際と肺癌検診における細胞診の役割について述べました。

X線検査で辺縁の肺がんを疑う陰影が発見された場合はその陰影が肺がんかどうかを確認する必要がありますし、また喀痰細胞診で気管や太い気管支の肺がんが疑われた(要精査)場合も異型細胞(病気を疑う細胞)の由来となった病気のある場所をつきとめ、その病気が癌かどうかを確認することがやはり必要となります。さらにそのようにして確定診断(癌の存在部位と種類を確定すること)された肺がんの種類(組織型、すなわち小細胞がんかその他の非小細胞がんかなど)、肺がんの存在する部位および病期(肺がんの進み具合)によって適切な治療法が選択されることとなります。この確定診断の段階においても細胞診は重要な役割を果たしていますので、本稿では細胞診を含む確定診断法と肺がんの治療法について述べます。

■ 肺がんの確定診断

辺縁にできた肺がんの確定診断は陰影の場所から生検(細胞診標本や組織標本をいろいろな器具を用いて採取すること)することでおこないます。生検はまず、気管支鏡という気管・気管支用の内視鏡(細い胃カメラのようなもの)を用いて行います。気管支鏡には生検器具を通すための穴が開いており、生検の方法としては試験管を洗うブラシのような道具を通して陰影を擦過したり、細長い針を通して陰影を刺し吸引して細胞を採取したり、鉗子と呼ばれる器具でかじるように陰影から組織を採取したりします(図1)。このような生検を行うと肺の辺縁であっても出血を伴います。気管支内は意外と狭い空間であり生検による検体の採取は被験者に多大の侵襲を与えます。そのような訳で、肺がんとくに辺縁の肺がんに対する生検は細胞診が多用されるわけです。気管支鏡を用いた生検では適切な標本が採取されない場合は経皮的(X線によって透視しながら生検針が陰影に的中するのを確認しながら)に針を刺して吸引し細胞診標本を採取したり、太い針で組織標本を採取したりすることもできます(図2)。しかしながらこの場合も侵襲をなるべく少なくするために細胞診が一般的に用いられています。このようにとくに辺縁の肺がんでは発見された異常陰影の確定診断は細胞診に負うところが大きいのです。

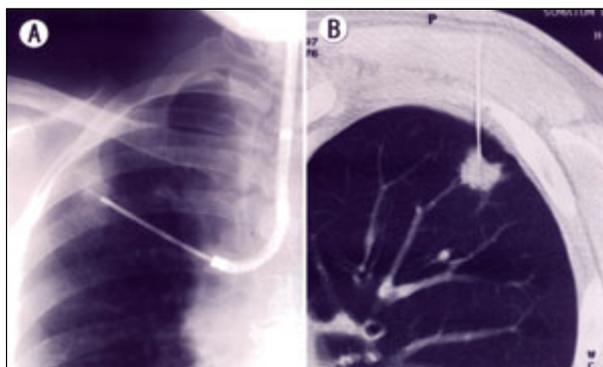
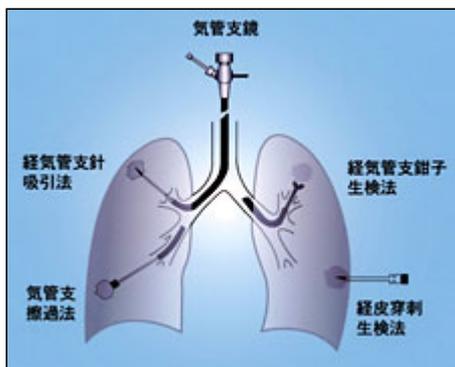


図1 気管支鏡を通しての生検や 図2 X線透視で確認しながら気管支鏡を通し皮膚を通して(経皮)穿刺する方
 法。(臨床と研究79;2002:749-752より引用、一部改変) 図2 Aで針を刺し、吸引生検をしているところ(A)とCTでみながら経皮的に針を刺して生検を行っているところ(B)を示します。(臨床と研究79;2002:749-752より引用、一部改変)

一方、気管や太い気管支に発生した小型で症状に乏しい早期の癌は喀痰細胞診でなければ検知することができませんが、検知されたとしても気管支鏡検査によって認識できるとは限りません。通常白色光の光源を用いた気管支鏡で肉眼的に腫瘍を確認できる場合は辺縁の癌と同じように、その部の擦過や、針による吸引により細胞診標本を採取したり、あるいは鉗子を用いて組織片を採取したりして確定診断を行うことができます。しかしながら、早期肺癌の中でも最も早期である粘膜内がん(気管支の内側を覆う粘膜の中だけにがんがある段階で、まだ浸潤して周囲を破壊する段階に至っていないものであり、子宮がんや胃がんではすでによく検討されています)の場合は通常気管支鏡で肉眼的に観察しただけでは認識できないことがよくあります。そこで最近では、自家蛍光といって波長442nmの特殊な青色レーザーを当てると正常組織は自然に緑の蛍光色に光るのに対し、異常部分は自家蛍光が消失し暗く見えることを利用して異常部分を発見する蛍光気管支鏡が開発され、この新開発の気管支鏡を用いて従来の白色光では確認できなかった病変に対し生検を行うことができるようになりました(図3)。その結果気管や太い気管支において粘膜内がんが確定診断されるようになってきたのです。

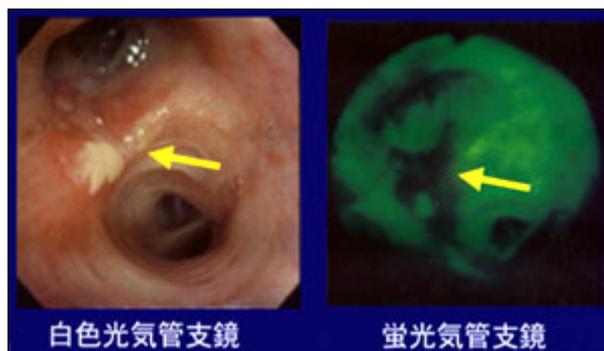


図3 肺癌を気管支鏡で見ますとこのように見えます。白色光でみている左の気管支鏡写真とレーザーをあてて蛍光をみている右の気管支鏡写真で、矢印は気管支内の同一部位の扁平上皮癌の部分を示しています。白色光で表面に白いものが付着した赤い肺癌が蛍光気管支鏡では緑の蛍光が無く暗く見えています。(臨床医25;1999:24-27より引用、一部改変)

■肺がん治療

肺がんの治療はまずその種類によって大きく分けられます。肺がんの種類のうちよくみられるものを4大組織型とよび、腺がん、扁平上皮がん、小細胞がん、大細胞がんなどがありますが、治療法の違いから小細胞がんと非小細胞がんに分けることができます。

小細胞がんは抗がん剤や放射線がよく効くのですが再発も早いものが多く、また発見されたときにはすでに全身にがん細胞が広がっていることが多いため通常手術は行われません。抗がん剤と放射線(X線という従来の放射線)の併用療法が一般的です。

一方非小細胞がんの標準的な治療法は手術です。しかし病期(病気の進み具合)や肺がんの存在部位、あるいは肺がん患者の全身状態(呼吸機能、心臓機能、肝臓機能、腎臓機能など)の制約により手術以外の治療法が適用される場合があります。病期は腫瘍の大きさ、肺から周囲へのひろがりの程度、リンパ節転移の有無によって規定されます。これら各要素の程度は気管支鏡検査、レントゲン撮影(単純撮影やCT(コンピュータ断層撮影))、核医学(RIやPETなど放射性物質を注射してがんを検出する方法)、磁気を利用したMRIなどにより判定されます。そしてリンパ節転移のないI期、肺内のリンパ節だけに転移のあるII期、隣の組織に浸潤しているか縦隔といわれる左右の肺の間のリンパ節に転移があるIII期、そしてすでに胸のそとに癌が広がっているIV期に分けられます。III期のとくに進んだものとIV期はすでに全身に癌が広がっていると考え、抗がん剤を中心としそれに放射線療法などを併用する治療法が選択されます。I期からIII期の一部までは手術が標準的治療となっています。手術の傾向としてはより侵襲の少ない方法が推奨されるようになり胸腔鏡を補助的に用いて傷をなるべく小さくする術式がよく用いられます。しかしいかに侵襲を小さくすることを考慮しても先に述べた前進的ないろいろな機能の障害から手術ができない場合があります。これらの場合には手術に変わる治療法(原理的に手術と共通する概念である癌のある部分だけの治療を行う方法、局所療法ともいいます)が選択されます。たとえば気管や太い気管支のいわゆる中枢気道の癌は早期であってもその部位の切除は不十分で切除範囲がかなり大きくなる場合があります。このようなときは手術ができない場合もあり気管支鏡を用いて気管支内腔からレーザーや放射線を照査する方法、あるいは通常の体外からの放射線照射療法が行われることとなります。しかし気管支鏡を用いる方法はある程度の苦痛を伴いますし、癌の広がりが気管支鏡で完全に把握できないと安全な治療ができません。また従来放射線照射は癌ではない周囲の肺の障害が強いため照射に制限があります。

■重粒子線治療

そこで最近開発されてきた優れた局所療法である重粒子線治療について述べます。重粒子線は従来の放射線(X線)に比べると腫瘍を破壊するエネルギーが強く、周囲組織の障害が少ないため肺の機能の悪い場合でも十分量の照射ができるなどの特

徴を備えた放射線です。当放射線医学総合研究所重粒子医科学センター病院では重粒子のうち炭素イオン線を用いて照射治療をしております。肺の障害が少ないので照射範囲も必要かつ十分に設定ごとができます。肺辺縁の肺がんから中枢気道の肺がんまで、手術に変わる治療法として確立されつつある優れた治療法なのです。

■おわりに

肺がんの確定診断法の実際と細胞診の役割、またその確定診断の結果に従った治療法の選択の現状について、なかでも局所療法としての重粒子線治療について述べました。重粒子線治療はその腫瘍を壊す効果が非常に高く、かつ周囲の肺の障害の少ない優れた治療法であり、優れた様々な全身的治療法(制がん剤や遺伝子療法など)と組み合わせていくことで今後さらにその意義は高まるものと考えます。

重粒子医科学センター病院 治療課 馬場 雅行