

放射線治療の推進：現状と課題

石倉聡

国立がんセンターがん対策情報センター
多施設臨床試験・診療支援部がん治療品質管理推進室

Developing a High Quality Radiotherapy Service: Current Status and Future Perspectives

Satoshi ISHIKURA

Outreach Radiation Oncology and Physics Section, Clinical Trials and Practice Support Division
Center for Cancer Control and Information Services, National Cancer Center

抄録

放射線治療はがん治療における重要な治療法の一つであるが、我が国では十分に活用できていない。2007年に策定された我が国の「がん対策基本計画」においては、「放射線療法及び化学療法の推進並びにこれらを専門的に行う医師等の育成」が謳われ、「全てのがん診療連携拠点病院において放射線療法を実施すること」が5年以内の達成目標としてあげられている。

我が国の現状として、人材が絶対的に不足している。2007年度の全国のがん診療連携拠点病院353施設に対して、放射線治療実施施設は340施設、放射線治療専従の常勤医がいる施設は、1名：144施設（42%）、2名以上：112施設（33%）であり、84施設（25%）は常勤医が不在であり、国際原子力機関（IAEA）等によるガイドラインに遙かに及ばない状況にある。

今後は新たな人材育成と同時に、都道府県がん診療連携拠点病院等への集約化・効率化ならびに小規模施設への診療支援体制の構築が必要になると思われる。

また、がん診療連携拠点病院で提供すべき各種放射線治療にも格差がある。がん診療連携拠点病院における定位照射（SRT）と強度変調放射線治療（IMRT）の実施割合は高くなく、SRTは148施設（44%）、IMRTは44施設（13%）に止まっている。また小線源治療においても前立腺シード治療は63施設（19%）であり、高線量率ラースの実施も限られている。今後、がん診療連携拠点病院として必要な治療が実施できるよう、人材の確保ならびに診療報酬面による支援など、早急な対策が必要である。

さらに、放射線治療は誤って使用すれば死亡にもつながる障害を引き起こす危険もあり、放射線治療の実施にあたっては、一連の過程に対して品質管理（QC）/品質保証（QA）プログラムを行うことにより治療の質を保つことが必須となる。近年ではSRT、IMRTなどの先進的技術を安全に臨床導入するためにも各技術に応じた人材の確保とともに適切なQC/QAプログラムの実施が求められている。わが国においても、リニアック等の治療装置の線量管理を行なう物理技術的QC/QAおよび放射線治療の内容に関する臨床的QC/QAを全国規模で体系的に実施するシステムがようやく動き出した。

今後、種々の対策が実を結び、先進的放射線治療技術の臨床導入が安全かつ効果的に行われ、放射線治療の均てん化とともにがんの治療成績向上に寄与することを期待したい。

キーワード： 放射線治療，施設間格差，医療資源，品質保証，人材育成

Abstract

Radiotherapy is one of the important options in cancer treatment, but is not utilized sufficiently in Japan. In "The Basic Plans to Promote Anti-Cancer Measures" in Japan introduced in 2007, "promotion of radiotherapy and chemotherapy as well as training for these professionals" was proposed along with "installation of radiotherapy in all designated cancer centers" within a target date of less than 5 years.

Currently in Japan, there is an absolute shortage of radiotherapy professionals. Of 340 designated cancer centers that provide radiotherapy, 144 institutions (42%) have only one full-time radiation oncologist, 112 (33%) have 2 or more, but 84 (25%) have none. This situation is markedly inferior to the guidelines proposed by the International Atomic Energy Commission (IAEA). Together with education for professionals, it will be necessary to centralize radiotherapy institutions effectively and to develop a practical support system for relatively small radiotherapy centers in the near future.

In addition, there are disparities in the capability of providing various type of radiotherapy in designated cancer centers. The availability of stereotactic radiotherapy (SRT) and intensity modulation radiation therapy (IMRT) is not high; SRT, 148 institutions (44%), and IMRT, 44 institutions (13%). With regard to brachytherapy, the availability of prostate seed therapy is limited to 63 institutions (19%), and a high dose-rate (HDR) Remote After-loading System (RALS) also has a limited availability. Immediate measures such as maintaining the level of radiotherapy professionals and raising the re-imburement for radiotherapy will be necessary to make designated cancer centers capable of providing radiotherapy.

Furthermore, there is a risk of causing a fatal accident if the radiotherapy is performed incorrectly, thus it is essential to maintain the quality by performing a quality control (QC) and quality assurance (QA) program for the sequential process of radiotherapy. Currently, it is also necessary to install advanced technologies such as SRT and IMRT to prepare capable professionals and develop an adequate QC/QA program. In Japan, nationwide physics QC/QA programs, such as dosimetry audit, and clinical QC/QA program in treatment planning have recently been initiated.

We expect that various measures will be realized, and clinical introduction of advanced technology for radiotherapy will be achieved safely and effectively, so that disparity in the availability of radiotherapy will be resolved leading to improved outcomes in the near future.

Keywords: radiotherapy, healthcare disparities, health resources, quality assurance, professional education

I. はじめに

放射線治療はがん治療における重要な治療法の一つである。手術や化学療法との併用による集学的治療が、がんを治癒させるための有力な手段である一方、進行したがんに対する症状緩和にも効果的な方法として使用される。また、身体侵襲が少なく形態・機能温存を図れること、社会の高齢化と Quality of Life の視点からも放射線治療を必要とする患者数が増加している。それでも我が国ではがん治療における放射線治療の施行割合が約25%と先進諸国の60%前後に比べて低い¹⁾。エビデンスに基づく試算では、52%のがん患者が経過中に少なくとも一度は放射線治療を受ける必要があると報告されている²⁾。

2007年に策定された我が国の「がん対策基本計画」においては、「放射線療法及び化学療法の推進並びにこれらを専門的に行う医師等の育成」が謳われ、「全てのがん診療連携拠点病院において放射線療法を実施すること」および「都道府県拠点病院及び特定機能病院において放射線療法部門を設置すること」が5年以内の達成目標としてあげられている。厚生労働省ではこれらに基づき「がん診療連携拠点病院の整備に関する指針」の改訂、「がんに係る放射線治療機器緊急整備事業」ならびに国立がんセンター

による「放射線治療計画にかかる指導者研修」および「がん診療連携拠点病院に対する放射線治療品質管理 (Quality Control: QC) / 品質保証 (Quality Assurance: QA) に関する現地研修会」(図1)などを実施しており、文部科学省では「がんプロフェッショナル養成プラン」として各大学が連携した人材育成プログラムを実施している。

今回、国立がんセンターがん対策情報センターで、がん診療連携拠点病院の機能強化を支援する視点から、放射線治療の推進における現状と課題について考察する。

II. 今何が不足しているのか

我が国の現状として、まず人材の絶対的不足がある。厚生労働省がん研究助成金指定研究「がん専門医療施設を活用したがん診療の標準化に関する共同研究」班(主任研究者:吉田茂昭)が実施したアンケート調査によると、2007年度の全国のがん診療連携拠点病院353施設に対して、放射線治療実施施設は340施設、放射線治療専従の常勤医がいる施設は、1名のみ:144施設(42%)、2名以上:112施設(33%)であり、84施設(25%)は常勤医が不在であった。日本医学放射線学会認定の医学物理士にいたっては僅か93施設(27%)で採用しているのみであった。また、年間治療患者数は100名以下:27施設(8%)、

放射線治療QC/QAに関する現地研修会

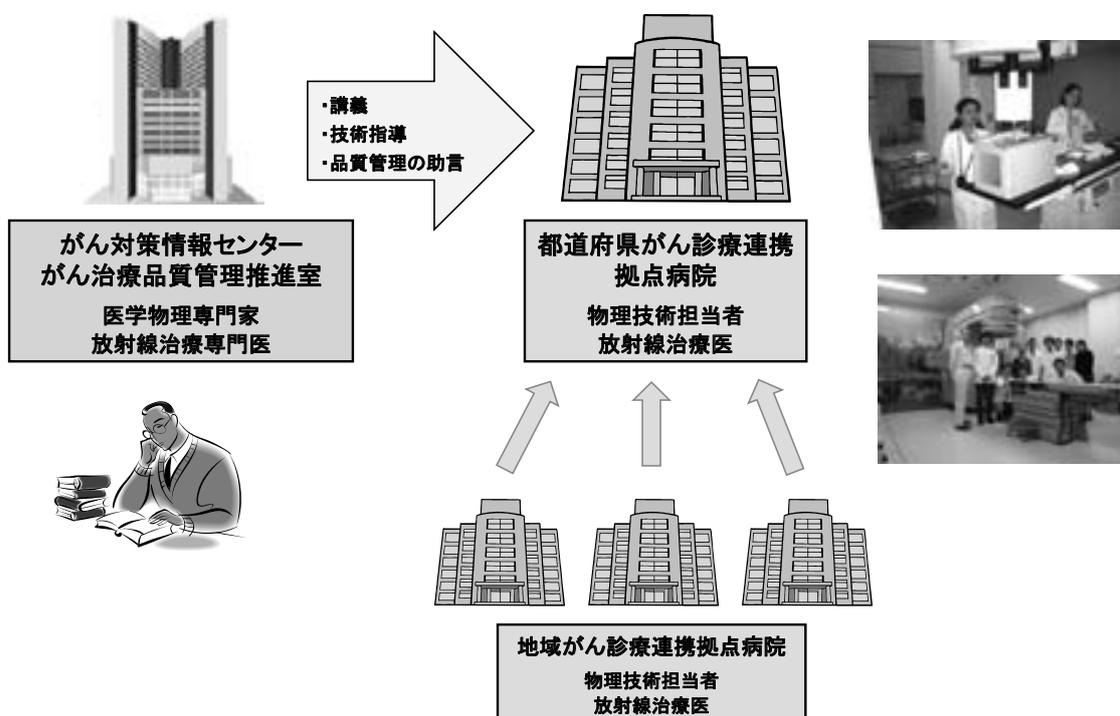


図1 放射線治療 QC/QA に関する現地研修会のスキーマ

100-300名：172施設（51%）、300-500名：79施設（23%）、500-1000名：49施設（14%）、1000名以上：13施設（4%）であった。

一方、国際原子力機関（IAEA）をはじめとする国際機関によるガイドライン³⁾では、放射線治療部長1名に加え、年間患者200-250名毎に放射線治療医1名の追加が必要であり、放射線治療医1名の担当患者は1日当たり25-30名を超えないこととされている。すなわち、少なくとも患者数200名以上の施設には最低2名の放射線治療医が必要であり、300-500名の施設では3名、500-1000名の施設では4-5名、1000名以上の施設では6名以上の放射線治療医が必要となる。また医学物理士は患者数400名毎に1名、診療放射線技師は技師長1名に加えて、リニアック1台につき1日の治療患者25名までは2名、25名を超えて50名までは4名、また患者数500名毎に治療計画担当技師2名が必要であり、放射線治療看護師も患者数300名毎に1名が必要とされている。しかしながらアンケート結果を見ると、がん診療連携拠点病院の現状はガイドラインに遙かに及ばない状況といえる。

放射線治療医不足に対して、大学においては放射線診断学から独立した放射線腫瘍学講座開設の必要性が謳われ、各大学および学会による学生および卒業研修医を対象としたセミナーその他の勧誘が積極的に行われているものの、短期間で人材不足の解消を図るのは医師不足に悩む他科と

同様に容易ではない。現在、放射線治療を専門とする医師数として、日本放射線腫瘍学会認定医（2008年4月時点で575名）の数が引用されている。ただし、同学会には約1,500名の医師会員が所属しており、これから認定医を取得する放射線治療医や、中には日本医学放射線学会の放射線科専門医を取得しているが認定医は取得していない放射線治療医が少なからず存在する。上記アンケートでは、がん診療連携拠点病院の197施設（58%）は認定医以外により支えられている現状が示されている。一方、我が国では約700の放射線治療施設があり、治療患者数の少ない比較的小規模な施設に常勤の放射線治療医が1名配置されるといった状況も存在し、放射線治療医の効率的配置の観点から問題を孕んでいる。今後は新たな人材育成と同時に、都道府県がん診療連携拠点病院等への集約化・効率化ならびに小規模施設への診療支援体制の構築が必要になると思われる。

次に、上記人材不足とも関連するが、がん診療連携拠点病院で提供すべき各種放射線治療の格差である。放射線治療には大きく分けて体外照射と小線源治療とがあるが、体外照射には特殊なものとして定位照射（SRT）と強度変調放射線治療（IMRT）とがある。いずれも先進的な放射線治療であり、放射線治療機器のみならず高度な技術に対応できる人材も必要となる。上記アンケートによるとがん診療連携拠点病院における実施割合は高くなく、SRTは148

施設 (44%), IMRT は44施設 (13%) に止まっている。また小線源治療においても前立腺シード治療は63施設 (19%) であり、子宮頸がんに対する標準治療手技の一つとしても使用される高線量率ラルスに関しては全国でも180施設程で実施しているのみである。さらに高線量率ラルスは約9割の施設で赤字となっている現状から、実施施設の減少が危惧されている。がん診療連携拠点病院として必要な治療が実施できるよう、人材の確保ならびに診療報酬面による支援など、早急な対策が必要である。

III. 放射線治療の質は保たれているか

放射線治療の実施過程は複雑かつ多岐にわたる。1) 患者の評価, 2) 放射線治療の適応の判断, 3) 放射線治療プロトコルの選択, 4) 放射線治療のための患者体位の決定および患者固定具の作成, 5) コンピュータを用いたバーチャルシミュレーション: 治療計画の為の画像撮影, 腫瘍および正常組織の輪郭取得, 6) 照射方法の決定, 放射線線量の評価, 7) 治療計画コンピュータから治療装置へ治療計画情報の転送, 8) 治療室での患者位置決め, 9) 照射, 10) 治療内容の照合など, 各段階において不確実性が存在し, エラーが生じる危険性を孕んでいる。例えば, バーチャルシミュレーションでは, 腫瘍の進展範囲の判断には施術者間の無視できないばらつきが存在することが言われており^{4,5)}, また, 放射線線量の評価においても施設間較差が存在する危険性が指摘されている⁶⁾。誤って使用すれば死亡にもつながる障害を引き起こす危険もあり, 放射線治療の実施にあたっては, その一連の過程に対して QC/QA プログラムを行うことにより治療の質を保つことが必須となる⁷⁾。さらに治療の実施に先立ち放射線照射装置 (リニアック) そのものの QC/QA も欠くことができない。一方で近年の information Technology (IT) 技術の進歩により, 放射線治療も従来の二次元的なものから三次元/四次元放射線治療 (3D/4D-CRT), SRT, IMRT などへと急速に高度化が進んでいる。これらの先進的技術を安全に臨床導入するためにも各技術に応じた適切な QC/QA プログラムの実施が求められている^{8,9)}。

わが国においては, リニアック等の治療装置の線量管理を行なう物理技術的 QC/QA および放射線治療の内容に関する臨床的 QC/QA を全国規模で体系的に実施するシステムがようやく動き出した状況である。物理技術的 QC/QA については IAEA や欧米の QA センターの手法に準じ¹⁰⁾, 2007年11月から全国の放射線治療施設を対象として「治療用照射装置 (X線) の出力線量測定 (郵送測定)」事業が開始されたところである。一方, 臨床的 QC/QA に関しては2002年から日本臨床腫瘍研究グループ (JCOG) の臨床試験では放射線治療 QC/QA プログラムが導入され, 短期間のうちにプロトコル規定の遵守率が飛躍的に向上するなど, 一般診療の質の向上への波及効果も期待されている¹¹⁾。2006年には国立がんセンターがん対策情報センターにがん治療品質管理推進室が設置され, がん診療連携拠点

病院および臨床試験参加施設等を対象として物理技術的 QC/QA および臨床的 QC/QA を支援する体制が整備されつつある¹²⁾。

IV. まとめ

近年の技術革新による先進的放射線治療の導入に伴い, これまで以上に放射線治療の発展が期待される一方で, それを支える基盤整備が求められている。ここで述べたのは数あるアプローチの一部に過ぎないが, 今後これらの対策が実を結び, 先進的放射線治療技術の臨床導入が安全かつ効果的に行われ, 放射線治療の均てん化とともにがんの治療成績向上に寄与することを期待したい。

文献:

- 1) JASTRO データベース委員会. 全国放射線治療施設の2005年定期構造調査報告 (第1報). 日放腫会誌 2007;19:181-192.
- 2) Delaney G, Jacob S, Featherstone C, Barton M. The role of radiotherapy in cancer treatment: Estimating optimal utilization from a review of evidence-based clinical guidelines. *Cancer* 2005;104:1129-37.
- 3) Inter-Society Council for Radiation Oncology. Radiation oncology in integrated cancer management. Philadelphia, PA: ISCRO; 1991.
- 4) Chao KS, Bhide S, Chen H, Asper J, Bush S, Franklin G, et al. Reduce in variation and improve efficiency of target volume delineation by a computer-assisted system using a deformable image registration approach. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2007;68:1512-1521.
- 5) Steenbakkens RJ, Duppen JC, Fitton I, Deurloo KE, Zijp L, Uitterhoeve AL, et al. Observer variation in target volume delineation of lung cancer related to radiation oncologist-computer interaction: a 'Big Brother' evaluation. *Radiother Oncol* 2005;77:182-190.
- 6) Izewska J, Georg D, Bera P, Thwaites D, Arib M, Saravi M, et al. A methodology for TLD postal dosimetry audit of high-energy radiotherapy photon beams in non-reference conditions. *Radiother Oncol* 2007;84:67-74.
- 7) 加藤洋一. ISO9000による品質保証の基本的な考え方. *臨床評価*2000;28:33-50.
- 8) Shortt K, Davidsson L, Hendry J, Dondi M, Andreo P. International perspectives on quality assurance and new techniques in radiation medicine: outcomes of an IAEA conference. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2008;71:S80-84.
- 9) Williamson JF, Dunscombe PB, Sharpe MB, Thomadsen BR, Purdy JA, Deye JA. Quality

- assurance needs for modern image-based radiotherapy: recommendations from 2007 interorganizational symposium on "quality assurance of radiation therapy: challenges of advanced technology". *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2008;71:S2-12.
- 10) Mizuno H, Kanai T, Kusano Y, Ko S, Ono M, Fukumura A, et al. Feasibility study of glass dosimeter postal dosimetry audit of high-energy radiotherapy photon beams. *Radiother Oncol* 2008;86:258-263.
- 11) Sanuki-Fujimoto N, Ishikura S, Kubota K, Nishiwaki H, Tamura T. Radiotherapy Quality Assurance Review in the Multi-center Randomized Trial for Limited-disease Small Cell Lung Cancer: The Japan Clinical Oncology Group (JCOG) Trial 0202. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2008;72:S449.
- 12) http://ganjoho.ncc.go.jp/hospital/practice_support/consultation03.html