

肺癌に対する気管・気管支腔内照射

松本康男¹・横山 晶²・塚田裕子²・斎藤眞理³

要旨——肺癌に対する気管支腔内照射は扱いやすい高線量率イリジウム線源の照射装置の普及、アプリケーションの開発などによって簡便にそしてより安全に施行されるようになってきた。欧米での適応とは異なり、わが国では喀痰細胞診による肺癌検診で発見される肺門部早期肺癌への根治的治療に利用されることが多い。根治照射の場合、晩期有害事象を減らすため過線量領域を可能な限り回避しなくてはならない。肺門部早期癌は外照射の併用、ウイング付アプリケーションの利用、気管支径に応じた線量評価点の変更、などの工夫により手術療法に匹敵する治療成績が得られており、また重篤な有害事象もみられていない。本稿にて、文献的考察を加え気管支腔内照射の適応とその位置づけ、我々の行っている手技について解説した。(肺癌. 2006;46:1-6)

索引用語——気管支腔内照射, 放射線治療, 肺癌, 肺門部早期癌

Endobronchial Brachytherapy for Lung Cancer

Yasuo Matsumoto¹; Akira Yokoyama²; Hiroko Tsukada²; Mari Saito³

ABSTRACT——High-dose rate endobronchial brachytherapy for endobronchial carcinomas became prevalent with the increasing use of afterloading brachytherapy machines: a tiny Iridium-192 seed is driven within the prepositioned catheter by remote afterloading. We performed the procedure more safely with an applicator which provides a space between the source and the bronchial wall than with only an intraluminal catheter. In patients presenting with superficial endobronchial tumors (often found by a regular health checkup with sputum cytology), this treatment technique is more often used with curative intent than palliation. In order to reduce late complications, combining with external beam radiotherapy, using an applicator with two wings acting as spacers, evaluating point modifications depending on the airway diameter are performed. Combined treatment with endobronchial brachytherapy and external beam radiotherapy is effective (comparable to the treatment results of operating procedures) for endobronchial lesions with acceptable complications. In this paper, we described our techniques, results, and the indications for high-dose rate endobronchial brachytherapy, along with a review of literature.(*JJLC*. 2006;46:1-6)

KEY WORDS——Endobronchial brachytherapy, Radiotherapy, Lung cancer, Endobronchial carcinoma

はじめに

気管・気管支に局限した肺癌に対して、気管・気管支腔内から照射する腔内照射の手法は空間的線量分布からは理想的な方法である。気管支腔内照射の最初の報告は

1922年に遡り、硬性気管支鏡を使いラドン・カプセルを腫瘍部に挿入するといった方法で行われている¹が、一般的に広く臨床応用されるようになったのは1980年代に入ってからである。イリジウム線源を利用した低線量率治療が1983年に報告され、²コバルト線源を用いた高

新潟県立がんセンター新潟病院 ¹放射線科, ²内科; ³新潟医療画像診断センター。

別刷請求先: 松本康男, 新潟県立がんセンター新潟病院放射線科, 〒951-8566 新潟市川岸町 2-15-3 (e-mail: ymatsu@niigata-cc.jp)。

※第45回日本肺癌学会総会教育講演。

Department of ¹Radiology, ²Internal Medicine, Niigata Cancer Center Hospital, Japan; ³Niigata Image Diagnostic Center, Japan.

Reprints: Yasuo Matsumoto, Department of Radiology, Niigata Cancer Center Hospital, 2-15-3 Kawagishicho, Niigata 951-8566, Japan (e-mail: ymatsu@niigata-cc.jp).

© 2006 The Japan Lung Cancer Society

線量率腔内照射がその2年後の1985年に報告されている。³ 気管支鏡の開発・改良とともに、コバルト線源よりも小さく扱いやすい高線量率イリジウム線源の照射装置の普及、線源を誘導操作するためのカテーテルやアプリケーションの開発などにより気管支腔内照射はより簡便にそしてより安全に施行されるようになってきた。欧米では肺癌の腔内照射は腫瘍による気管・気管支の狭窄・閉塞による呼吸困難や出血などの症状の解除を目的とした姑息治療として主に行われる。American Endocurietherapy Society (現在: American Brachytherapy Society) では高線量率腔内照射の consensus guideline (1993年) として肺癌での腔内照射の適応としてコンセンサスが得られるのは姑息治療であるとした。⁴ 現在の National Cancer Institute のホームページでも TisN0M0 の治療の第一選択は手術あるいは endoscopic photodynamic therapy としており、欧米では現在も腔内照射は姑息治療であるという認識には変化がないようである。わが国では喀痰細胞診による肺癌検診で肺門部早期肺癌の発見率が高まり、早期肺癌の根治的照射に気管支腔内照射が利用されることが多い。そのためわが国では正常気管支への過線量を可能な限り回避して有害事象の軽減を目指すと同時に、腫瘍に対する良好な線量分布を得る目的で、外照射の併用、ウイング付アプリケーションの開発、気管支径に応じた線量評価点の変更、などの工夫がなされてきた。⁵⁻⁸ そして肺門部早期肺癌においては手術療法と比較して遜色のない治療成績を得ている。^{9,10} 2001年には厚生(労働)省がん研究助成金による小線源治療の研究班にて、気管支腔内照射についてのガイドラインが発表された。¹¹

密封小線源治療

気管支腔内照射に使用される密封小線源は γ 線源であり、線量は線源からの距離の2乗に反比例する。よって線源の近傍では小さな距離の差で線量は大きく変化する(線量勾配が大きい)。そのため小線源治療においては線量を評価・比較するには、その評価する点(線源中心からの距離)を明確にしなければならない。小線源治療は腫瘍が線源の近くにある場合には大線量をその腫瘍に照射することができ、少し離れた周囲の正常組織には線量を少なく抑えることができるという理想的な治療法であるが、逆にこのことが予測しない部位に過線量・低線量の領域をつくることがある。気管・気管支壁に高線量域ができると重篤な副作用(潰瘍、穿孔、出血など)を惹起する可能性があり、また腫瘍部に線量不足の領域ができてしまうと腫瘍の制御が難しくなる。

コバルト線源と異なり非常に小さい高線量率イリジウム線源が後充填式治療装置に利用できるようになってか

ら、様々な病巣への臨床応用がなされるようになった。低線量率線源を用いた治療では治療時間が長く患者への負担が大きい、医療従事者の被曝が大きいなどの問題があり、気管支腔内照射においても後充填式治療装置が利用されることが多くなっている。

気管支腔内照射の位置づけ

気管支腔内照射はまだ、全国的に施行している施設、症例数も少なく各施設で様々な治療方法がとられているのが現状と思われる。前述の如く欧米では姑息治療を主目的に気管支腔内照射が行われているが、わが国では喀痰細胞診による肺癌検診でのX線写真無所見の肺門部早期肺癌の発見率が高いこともあり、早期癌の根治治療に重点が置かれている。

気管支腔内照射のガイドライン

2001年の厚生(労働)省がん研究助成金による小線源治療の研究班で発表されたガイドライン¹¹での標準的照射方法は以下のように提示された。

アプリケーションはマレコット型ウイング付とし、線量の表示(線量評価点)は気管・主気管支では線源中心より10 mm、それより末梢(葉気管支、区域支、亜区域支)では線源中心から5 mmを採用する。1回の腔内照射の最大投与線量は6 Gyとすること。

標準的腔内照射法

肺門部早期癌

A: 外照射 40 Gy + 腔内照射 6 Gy × 3 回 (週 1 回)

そのほかの肺癌

B: 外照射 60 Gy + 腔内照射 6 Gy × 2~3 回 (週 1 回)

症状緩和例

C: 腔内照射単独 10 Gy × 1 回

肺門部早期癌の定義は日本肺癌学会による肺癌取扱い規約に準じ、臨床的基準として胸部X線写真(断層、CT画像を含む)にて異常を認めず、通常 of 病期診断に用いられる方法によりリンパ節転移および遠隔転移がないこと、としている。また内視鏡的基準として、気管から亜区域支までに限局し病巣の末梢辺縁が内視鏡的に可視できること、病巣の長径が2 cm以下であり組織型が扁平上皮癌であることとしている。

気管支の径に合わせて細分化した線量評価点(気管: (線源中心より)9 mm, 主気管支: 7 mm, 葉気管支: 5 mm, 亜区域支: 3 mm)を用いた方法¹²もあるが、障害を起ささない範囲でより簡略化した方がより実用的であるとして2段階の評価点となっている。また1回線量の増加に伴って致死的气道出血が増加するとの報告¹³があ



Figure 1. Flexible bronchoscopy is performed through nasal cavity under local anesthesia.

るため、症状緩和目的以外の治療においては、6 Gy より大きい 1 回線量は危険と思われる。

高線量率気管支腔内照射の手技

肺門部早期肺癌に対する高線量率気管支腔内照射の手技について具体的に述べてゆく。

通常の気管支鏡検査時と同様の咽喉頭麻酔を行うと同時に、鼻腔からの手技が中心になるため、鼻腔の粘膜麻酔を十分に行う。

透視台下に患者を寝かせ鼻孔から気管支鏡をゆっくり挿入し、病巣部まで進める。このとき気管・気管支の十分な麻酔を行っておく。病巣を確認 (Figure 1) したら、気管支鏡の鉗子口から、高線量率線源が内部を移動するためのカテーテル intraluminal catheter (6 Fr. 150 mm) (以下 ILC と略す) を挿入してゆく。気管支鏡に挿入する前に、X 線透視 (以下単に透視と略す) 下でカテーテルが確認できるように、ILC にガイドワイヤー (Schneider 社製の 0.97 mm 径, straight tip, 長さ 260 cm を使うことが多いが、ILC 内に挿入可能で 170 cm 以上のものであればよい) を通しておく。ILC は鉗子口に挿入する直前にオリーブオイルを塗布してすべりをよくしておく。操作がスムーズである。気管支鏡と透視で確認しながら ILC の先端を病巣部より十分末梢側に進める (Figure 2)。このとき胸壁に接するまで進めると胸膜の痛みや気胸を惹起することがあるので胸壁 (胸膜) には当たらないように、透視で位置を確認しながら進める。ガイドワイヤーは ILC の先端まで届いていないと ILC を透視で把握できなくなるので操作中ガイドワイヤーが抜けていないことに注意する。ILC の位置が病巣部より十分末梢側へ届いたら、ILC が移動しないように透視で確認しながら気



Figure 2. A intraluminal catheter (6 Fr. 150 mm) equipped with an guidewire is introduced into the operating channel of the bronchoscope and positioned beyond the tumor up to the appropriate portion of the tracheobronchial tree using a combination of direct visualization and fluoroscopic control.



Figure 3. The bronchoscope is gently withdrawn from the catheter so that the catheter remains in the original position.

管支鏡をゆっくり抜去する。ILC とその中にあるガイドワイヤーを残した状態で気管支鏡を抜去したら (Figure 3)、今度は ILC (+ガイドワイヤー) をガイドにアプリケーションを挿入する (Figure 4)。挿入直前にアプリケーションにキシロカインゼリーを十分塗っておく。透視下で ILC の先端の位置に十分注意を払い、アプリケーション (ウイング部分) が病巣部に達するまで挿入する。次に、通常の気管支鏡検査と同様に気管支鏡を経口的に挿入する。病

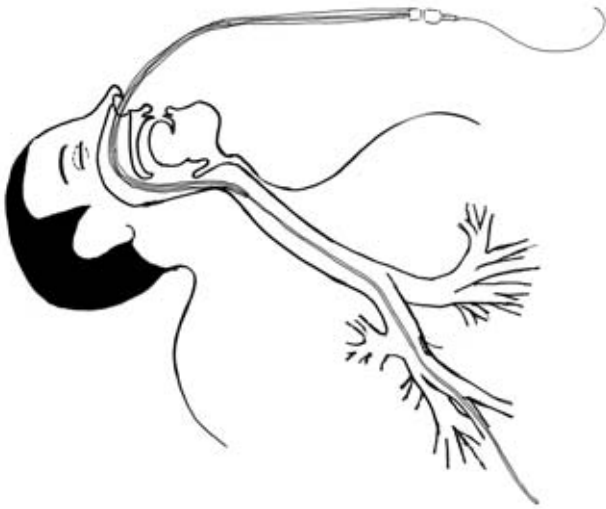


Figure 4. The catheter (+ guidewire) is introduced from the tip of the applicator and the applicator is guided along the catheter to the target lesion.



Figure 6. The applicator (with the catheter and guidewire) is then fixed to the nostril of the patient. In the radiotherapy room, the guidewire is removed and the treatment is carried out using an HDR remote afterloading system.



Figure 5. The bronchoscope is inserted orally. The internal sheath and external sheath of the applicator are slightly pulled back, the slits are opened (functioned as a spacer). When the final position is checked by a bronchoscopic examination, the bronchoscope is removed carefully so that the applicator remains in the correct position.

巣部を確認したら、アプリケータのウイングを開き、病巣部と2つのウイングの位置関係を確認する (Figure 5)。アプリケータの2つのウイング間に病変が位置するのが理想的だが、細い気管支の病変ではアプリケータのウイングからの位置関係などを頼りに病巣の位置を気管支鏡で把握する。位置関係を把握できたら、アプリケ-

タが移動しないようにゆっくり気管支鏡を抜去する。気管支鏡抜去後、アプリケータのキャップ部分を回転させ ILC とアプリケータを固定する (Figure 6)。アプリケータ自体はサージカルテープなどを利用して鼻翼・顔面にしっかりと固定する。アプリケータが移動しないように患者は仰臥位のままとし、ストレッチャーでマイクロセレクトロン HDR 照射室に搬送する。

照射用の寝台に移動後、アプリケータの移動のないことを透視で確認する。模擬線源を ILC に挿入し照準写真 (2方向) を撮影、フィルム上で治療範囲を決定し、治療計画装置を用いて評価点線量を設定・計算を行い、腔内照射を開始する。病巣はほとんどの症例で1~2 cm 程度であり、照射長としては安全域をとってもほとんどの場合5~6 cm 程度である。咽喉頭麻酔から治療終了までの所要時間は1時間程度である。

厚みのある結節型やポリープ状の病巣については外照射をまず優先し、腫瘍の厚みを減らしてから、腔内照射に移行することも推奨される¹¹が、それ以外の病変については、外照射で病巣が認識できなくなる前に腔内照射を開始するのが望ましいと考えている。理由は外照射で病変が消失する前に腔内照射を開始できるので腔内照射開始時に病変部の正確な把握ができること、そして外照射終了後に腔内照射を開始するより治療期間を短縮できるので局所制御の向上が期待できることからである。

複数部位の腔内照射については個々に状況が異なるために、その都度考慮しなくてはならないが、同時に複数

部位の腔内照射を行う場合には、アプリケータを2本挿入することは困難なので、1本のアプリケータの他にILCを病変部位に応じて1~2本追加することで対処することになる。複数の病変がお互いに離れている場合には、治療領域の重なり（過線量）の問題は少ないので同時には施行せず、異時的（別の日）に行うべきと考える。患者への身体的な負担はあるが、同時に行う場合よりも有害事象を軽減できる可能性が高い。致死的な有害事象はアプリケータ不使用のケースに多かったとの報告もあり、¹¹ ILCのみでは気管支に密着した部位に高線量域ができてしまうため、相当な注意と工夫が必要である。

右上葉、左上区支では病巣の存在部位によっては挿入したカテーテル、アプリケータの屈曲が強くなることがある。強い屈曲部でイリジウム線源が逆戻りしてそれより末梢側に挿入できないことがあるのが高線量率線源装置での治療の欠点の1つである。

1. 姑息治療

気管・気管支腔内照射は気管・気管支の狭窄・閉塞による呼吸困難、咳、出血などを緩和するための姑息治療として開始され、欧米では主にこの姑息治療の目的に行われ、報告された治療症例数も多い。高線量率線源装置の開発が進んでいない1980年代は低線量率線源での治療が主に行われ、1990年以降は高線量率線源による治療の報告が多くなっている。1回の治療時間・治療期間が短く、早期に症状の改善をはかることが最優先される。症状の寛解率は59~100%と良好であり、¹⁴⁻²⁰ 外照射単独治療よりも症状寛解までの期間は短いとされている。対象症例は外照射後の再発が多いため、腔内照射単独の治療が多い。腔内照射後の生存期間は中央値で5~9ヶ月と報告され、有害事象は出血（咯血）、気管・気管支壁の壊死、放射線性気管支炎などである。特に気管支からの出血は突然の死亡につながることから重大な有害事象である。

2. 根治治療

1990年以降、根治目的での腔内照射の報告も散見されるが、治療対象は進行癌から肺門部早期癌まで様々である。

2-1. 進行癌

進行肺癌に対する外照射後、残存した気管支腔内の腫瘍に追加治療として腔内照射を行う。60 Gy前後の外照射のあと、気管支鏡にて認められる残存腫瘍に対して2~3回の腔内照射を行うが、腔内照射が効果をえられる範囲はごく限局しており、線量評価点から10数mmの範囲である。それ以上線源から離れた病変に対してはほとんど効果が期待できない。よって外照射で腫瘍がこの範囲に入ってくる程度に小さくならなければ腫瘍の一部しか十分な照射ができないために、腔内照射の根治治療

としての意義は少ない。進行癌の場合は気管支壁外の残存病変の評価は難しいと思われる。リンパ節転移については、特殊な場合を除いて腔内照射の射程に入るとはほとんどない。病期III期の症例では腔内照射を加えても治療成績に差がなかったとする報告、²¹ 局所制御率については腔内照射を併用した方が外照射単独より良好であったが、生存率には有意差はなかったとの報告²² もあり、局所進行癌における根治目的に行う気管支腔内照射の役割はかなり小さいものと思われる。多くの文献では再発例などの症例と一緒に報告されており、生存期間の中央値は8~17.5ヶ月で、有害事象は姑息照射と同様、出血（咯血）、気管・気管支壁の壊死、放射線性気管支炎などが問題となっている。²³⁻²⁵

2-2. 内視鏡的肺門部早期癌、X線無所見肺門部肺癌

わが国では肺癌検診の一環として喀痰細胞診の普及に伴ないより多くの肺門部早期肺癌が発見されている。肺門部早期癌は従来手術療法にて良い成績が得られているが、高齢者や重喫煙による低肺機能、術後（低肺機能）の2次肺癌等々の症例も多く、手術適応外とされる症例も少なくない。気管支壁内に存在する腫瘍あるいは気管支壁外へ進展していても気管支壁のごく近傍までに存在する腫瘍なら根治的腔内照射の適応となる。腔内照射の有害事象は分割回数が少なく1回線量が大きい場合に多い傾向がある。²³ また生存期間が長いほど頻度が高まる²⁶ とされており、根治治療の場合は長期予後が期待できるため、有害事象については十分に注意して治療計画を行わなくてはならない。欧米からの報告^{27,28} では腔内照射単独（アプリケータの使用もなし）治療のため、線量の不均一性が大きな問題である。線源からごく近傍の急峻な線量勾配領域をウイング付のアプリケータを用いることによって回避し、線量分布の不均一性をさらに和らげるため外照射を併用した治療方法を不破らが考案した。^{5,6} 低線量率腔内照射と外照射を組み合わせた方法での治療成績を斎藤らが報告しているが、原病生存率96.1%、全生存率72.3%と手術療法による治療成績と遜色のない結果となっている。¹⁰ さらに重篤な有害事象も認められていない。腔内照射の1回線量を減らして分割回数を多くすることによっても有害事象を少なくすることが可能である。

3. その他

3-1. 術前・術後治療

主気管支に表層性に浸潤のある病巣の術前照射として、また術後の断端陽性例に腔内照射を行った報告がある。^{29,30}

3-2. 術後気管・気管支内再発治療

気管・気管支に限局性の再発と思われる病変に対して治療を行っているが、2次性の原発肺癌との判別は困難

で、他病変がなければ根治を目標に 2-2 に準じた治療を行っている。

おわりに

気管・気管支腔内照射の基本的な考え方と高線量率腔内照射の具体的な手技についての解説を行った。

本論文の要旨は第 45 回日本肺癌学会総会の Educational Video Session にて発表した。

REFERENCES

1. Yankauer S. Two cases of lung tumour treated bronchoscopically. *New York Medical Journal*. 1992;21:741-742.
2. Mendiondo OA, Dillon M, Beach LJ. Endobronchial brachytherapy in the treatment of recurrent bronchogenic carcinoma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 1983;9:579-582.
3. Seagren SL, Harrell JH, Horn RA. High dose rate intraluminal irradiation in recurrent endobronchial carcinoma. *Chest*. 1985;88:810-814.
4. Nag S, Abitbol AA, Anderson LL, et al. Consensus guideline for high dose rate remote brachytherapy in cervical, endometrial, and endobronchial tumors. Clinical Research Committee, American Endocurietherapy Society. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 1993;27:1241-1244.
5. 不破信和, 森田皓三, 奥村恵理子, 他. Iridium thin wire を用いる気管支腔内照射用アプリケーションの使用経験. 日放腫会誌. 1988;48:217-219.
6. 不破信和, 森田皓三, 伊藤善之, 他. 192 Iridium thin wire を用いた新しいアプリケーションによる気管支腫 17 例の気管支腔内照射治療成績. 日放腫会誌. 1991;3:1-8.
7. Nomoto Y, Shouji K, Toyota S, et al. High dose rate endobronchial brachytherapy using a new applicator. *Radiother Oncol*. 1997;45:33-37.
8. Furuta M, Tsukiyama I, Ohno T, et al. Radiation therapy for roentgenographically occult lung cancer by external beam irradiation and endobronchial high dose rate brachytherapy. *Lung Cancer*. 1999;25:183-189.
9. 不破信和, 伊藤善之, 加藤恵理子, 他. 根治治療としての気管支腔内照射の役割. 日放腫会誌. 1997;9:55-61.
10. Saito M, Yokoyama A, Kurita Y, et al. Treatment of roentgenographically occult endobronchial carcinoma with external beam radiotherapy and intraluminal low-dose-rate brachytherapy: second report. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2000;47:673-680.
11. 野本由人, 土器屋卓志, 斎藤眞理, 他. 高線量率気管支腔内照射のガイドライン—厚生省がん研究助成金土器屋班の検討. 日放腫会誌. 2001;13:217-222.
12. 不破信和, 斎藤吉弘, 斎藤眞理, 他. 肺門部早期癌の至適線量—腔内照射と外照射の組み合わせ方. 日放腫会誌. 1998;10 (Suppl 2). 27-30.
13. Langendijk JA, Tjwa MK, de Jong JM, et al. Massive haemoptysis after radiotherapy in inoperable non-small cell lung carcinoma: is endobronchial brachytherapy really a risk factor? *Radiother Oncol*. 1998;49:175-183.
14. Mehta M, Shahabi S, Jarjour N, et al. Effect of endobronchial radiation therapy on malignant bronchial obstruction. *Chest*. 1990;97:662-665.
15. Raju PI, Roy T, McDonald RD, et al. Ir-192, low dose rate endobronchial brachytherapy in the treatment of malignant airway obstruction. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 1993; 27:677-680.
16. Lo TCM, Girshovich L, Healey GA, et al. Low dose rate versus high dose rate intraluminal brachytherapy for malignant endobronchial tumors. *Radiother Oncol*. 1995; 35:193-197.
17. Delclos ME, Komaki R, Morice RC, et al. Endobronchial brachytherapy with high-dose rate remote afterloading for recurrent endobronchial lesions. *Radiology*. 1996;201: 279-282.
18. Gauwitz M, Ellerbroek N, Komaki R, et al. High dose endobronchial irradiation in recurrent bronchogenic carcinoma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 1992;23:397-400.
19. Bedwinek J, Petty A, Bruton C, et al. The use of high dose rate endobronchial brachytherapy to palliate symptomatic endobronchial recurrence of previously irradiated bronchogenic carcinoma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 1992;22:22-30.
20. Seagren SL, Harrell JH, Horn RA. High dose rate intraluminal irradiation in recurrent endobronchial carcinoma. *Chest*. 1985;88:810-814.
21. Speiser BL, Spratling L. Remote afterloading brachytherapy for the local control of endobronchial carcinoma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 1993;25:579-587.
22. Huber RM, Fischer R, Hautmann H, et al. Does additional brachytherapy improve the effect of external irradiation? A prospective randomized study in central lung tumors. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 1997;38:533-540.
23. Speiser BL, Spratling L. Radiation bronchitis and stenosis secondary to high dose rate endobronchial irradiation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 1993;25:589-597.
24. Cotter GW, Lariscy C, Ellingwood KE, et al. Inoperable endobronchial obstructing lung cancer treated with endobronchial and external beam irradiation: a dosimetric analysis. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 1993;27:531-535.
25. Aygun C, Weiner S, Scariato A, et al. Treatment of non-small cell lung cancer with external beam radiotherapy and high dose rate brachytherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 1992;23:127-132.
26. Gollins SW, Ryder WD, Burt PA, et al. Massive haemoptysis death and other morbidity associated with high dose rate intraluminal radiotherapy for carcinoma of the bronchus. *Radiother Oncol*. 1996;39:105-116.
27. Perol M, Caliandro R, Pommier P, et al. Curative irradiation of limited endobronchial carcinomas with high-dose rate brachytherapy. *Chest*. 1997;111:1417-1423.
28. Taulelle M, Chauvet B, Vincent P, et al. High dose rate endobronchial brachytherapy: results and complications in 189 patients. *Eur Respir J*. 1998;11:162-168.
29. Sutedja T, Baris G, Zoetmulder F, et al. High dose rate brachytherapy improves resectability in squamous cell lung cancer. *Chest*. 1992;102:308-309.
30. Koike T, Terashima M, Takizawa T, et al. A resected case of hilar type double primary lung cancer following endobronchial brachytherapy. *Lung Cancer*. 1998;19:37-44.