

Terapi Laser pada Tumor Trakeobronkus

M. Ali Hanafiah

*Bagian Pulmonologi Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
Unit Paru Rumah Sakit Persahabatan, Jakarta*

PENDAHULUAN

Tumor trakeobronkus menimbulkan gejala obstruksi, kolaps paru dan perdarahan⁽¹⁾. Tumor trakea sulit penatalaksananya. Diagnosis seringkali baru bisa ditegakkan pada stadium lanjut, yaitu saat timbulnya obstruksi jalan napas, sehingga pembedahan tidak dapat dilakukan⁽²⁾.

Pengobatan konvensional dengan reseksi, radiasi dan kemoterapi sangat ditentukan oleh stadium tumor, respon pengobatan dan batas aman dosis yang dapat digunakan. Pada keadaan darurat dapat timbul risiko yang cukup besar dan membawa kematian^(3,4). Kekambuhan (relaps) mungkin timbul pada pasien yang telah diberikan terapi konvensional dan kebanyakan pasien tersebut tidak responsif lagi terhadap radioterapi. Pasien tumor trakeobronkus dengan keluhan sesak napas sangat berat, bila tidak terapi mungkin meninggal karena asfiksi secara perlahan-lahan⁽²⁾.

Pada awal 1980 LASER telah digunakan untuk terapi tumor trakeobronkus. Terapi LASER melalui bronkoskop merupakan alternatif lain untuk membuka saluran napas, mengurangi sesak napas dan meningkatkan kualitas hidup penderita atau sebagai terapi paliatif pada tumor trakeobronkus^(1,5). Khususnya pada saluran napas, LASER telah digunakan untuk membakar tumor, lesi stenosis jinak dan mengontrol perdarahan superfisial⁽⁶⁾. Tenaga panas yang dihasilkan dapat digunakan untuk reseksi, membakar dan koagulasi tumor intralumen pada trakeobronkus. Tindakan ini meringankan sesak napas serta hemoptisis^(1,5).

Dalam tinjauan pustaka ini akan dibahas sifat-sifat LASER, indikasi penggunaan LASER, kontra indikasi, teknik pemberian, komplikasi, beberapa hasil penggunaan LASER pada tumor trakeobronkus dan masa tahan hidup.

SIFAT-SIFAT LASER

LASER (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) dikenal sejak tahun 1917, yaitu ketika Albert Einstein membuat konsep emisi yang distimulasi, absorpsi yang distimulasi dan emisi spontan. LASER mempunyai 3 sifat utama yaitu⁽⁷⁾ :

- 1) Koherensi, yaitu semua gelombang berada dalam fase yang sama baik waktu maupun ruangan.
- 2) Kolimasi, yaitu semua gelombang bergerak dalam arah yang hampir sejajar.
- 3) Monokromatik, yaitu semua gelombang mempunyai panjang gelombang sama.

Sifat LASER ini dapat digunakan untuk memotong dan menguapkan jaringan hidup dengan kecepatan dan ketepatan yang sangat tinggi, karena sinar ini mempunyai intensitas yang tinggi.

Suhu jaringan hidup yang dikenai LASER akan meningkat sampai 60°C. Beberapa detik kemudian terjadi denaturasi protein dan koagulasi. Jika suhu mencapai 100°C terjadi evaporasi yang mengakibatkan nekrosis. Jika suhu naik melebihi 100°C terjadi pembakaran, akibat penguapan dari panas yang dihasilkan^(7,8).

Ada tiga jenis LASER yang sering digunakan sekarang ini, yaitu CO₂, Ar dan Nd-YAG. Masing-masing sinar ini punya karakteristik yang berbeda yaitu^(5,7,9,10) :

CO₂ :

- Paling tepat sebagai alat pemotong sehingga dikenal juga sebagai pisau optik, karena energinya diserap sempurna pada daerah target dan penyebaran ke daerah sekitar hanya sedikit. Penetrasi ke dalam jaringan tidak lebih dari 0,1 mm.

- Dapat menaikkan suhu sampai 100°C, sehingga mudah membakar pipa trakea atau bronkoskop serat optik.
- Dibutuhkan pandangan langsung pada daerah sasaran, tidak dapat digunakan untuk reseksi jaringan di dinding trakeobronkus karena kekurangannya mengontrol perdarahan dan ketajamannya.

Argon :

- Mudah menembus jaringan yang luas, dapat menyebabkan perforasi.
- Dapat mengontrol perdarahan pembuluh darah kecil.
- Efek terapeutik berdasarkan pada lokalisasi tumor dan foto-aktivitas cairan hematoporfirin yang diinjeksikan pada tumor menyebabkan kerusakan sel ganas.

Nd-YAG (Neodymium Yttrium Aluminium Garnet) :

- Dapat mengantarkan energi dengan tepat dan efektif pada massa tumor.
- Energinya dapat digunakan untuk kauterisasi perdarahan pada trakeobronkus.
- Sangat baik untuk memanaskan jaringan kurang dari 100°C.
- Efek koagulasinya baik, sehingga perdarahan dapat diatasi dengan baik.
- Ujung/tip fiber tidak kontak langsung dengan massa tumor.
- Lapangan pandang yang jelas dapat diperoleh.
- Pada koagulasi lesi, hanya terbatas pada permukaan, tidak menyebar ke dalam.
- Pada tenaga rendah dapat menyusutkan dan menggumpalkan jaringan, sedangkan pada tenaga tinggi dapat menguapkan jaringan.

LASER Nd-YAG aman, sangat kuat dan mudah penggunaannya. Peranan paliatif LASER Nd-YAG pada penatalaksanaan tumor trakeobronkus telah terbukti^(1,4). Untuk selanjutnya jenis LASER yang dimaksud adalah Nd-YAG.

Tabel 1. Penggunaan LASER dengan Bronkoskop

Jenis	Panjang gelombang (nm)	Kedalaman penetrasi (mm)	Aksi Utama	Jenis Bronkoskop
CO ₂	10.600	0,1	Pemotong	Kaku
YAG Tunable	1.060 630	4 1-2	Koagulasi, penguapan dan penyusutan	Kaku atau fleksibel
Argon	405	1	Mengikat hematoporphyrin: menyebabkan nekrosis Koagulasi; menyebabkan floorescence hematoporphyrins untuk deteksi tumor ukuran kecil	fleksibel fleksibel

dikutip dari 9

INDIKASI

Indikasi penggunaan LASER Nd-YAG pada tumor trakeobronkus antara lain pada kasus-kasus^(1,3,6,11,12) :

- 1) Tumor yang tidak dapat dibedah, kambuh setelah terapi konvensional atau tidak memberikan respon dengan terapi konvensional,

terdiri dari tumor jinak, tumor ganas dan tumor dengan prognosis yang tidak pasti.

- 2) Perdarahan yang ringan.
- 3) Pengangkatan benda asing.

KONTRA INDIKASI

Terapi LASER Nd-YAG tidak dilakukan pada penderita tumor trakeobronkus dengan lesi kompresif ekstrinsik, lesi ganas sangat ekstensif dan obstruksi segmen yang lama^(3,6,12).

TEKNIK LASER

Sebelum terapi LASER dilakukan perlu disiapkan ruangan, peralatan yang digunakan dan pasien.

Persiapan Ruangan

Terapi LASER dilakukan pada ruangan dengan kondisi sebaik mungkin dan suci hama. Ruang pemulihan hendaknya tersedia, dilengkapi alat resusitasi dan sebaiknya terletak di sebelah ruang tindakan. Ruang pemulihan ini berguna untuk pengawasan pasien pasca tindakan, sekurang-kurangnya 1 jam setelah dilakukan tindakan⁽¹²⁾.

Persiapan Alat

Alat yang digunakan untuk terapi LASER terdiri dari :

- 1) Alat LASER Nd-YAG, menggunakan He-Ne sebagai penuntun, sebuah inti kuarsa yang dikelilingi karet silikon dan dibungkus teflon membentuk serat LASER, kemudian dibungkus dalam kateter polietilen⁽⁵⁾.
- 2) Bronkoskop

Ada dua jenis bronkoskop yang digunakan yaitu bronkoskop kaku dan serat optik. Sembilan puluh persen terapi LASER menggunakan bronkoskop kaku⁽¹⁴⁾. Dengan menggunakan bronkoskop kaku dapat diamankan jalan napas pasien. Digunakan anestesi umum sehingga tingkat imobilitas jalan napas seoptimal mungkin dapat dicapai⁽⁵⁾.

Juga dapat digunakan untuk tiga tindakan secara bersamaan, yaitu melihat, memberikan terapi dan menghisap⁽¹⁵⁾. Beberapa peneliti menggunakan bronkoskop serat optik^(3,4,6,13,16). Ada yang menggunakan bronkoskop kaku dan serat optik^(2,5,6,17). Bronkoskop kaku dapat dipakai untuk tumor trakea, karina, bronkus utama serta keadaan akut. Bronkoskop serat optik dan kaku dapat digunakan secara bersamaan pada keadaan di atas atau tersendiri pada kasus yang mengenai bronkus lobus dan segmen⁽¹⁴⁾.

Persiapan Pasien⁽¹²⁾

- Anamnesis riwayat kesehatan, penggunaan obat dan terapi sebelumnya.
- Pemeriksaan laboratorium darah (pembekuan K).
- Penilaian status pulmonologik (Ro, CT-Scan, AGDA).
- Pemeriksaan endoskopi untuk menentukan letak lesi.

Teknik Pelaksanaan

Sebelum dilakukan tindakan terapi LASER, pasien dipuasakan, diberi premedikasi atropin dan sedasi diazepam. Pasien disiapkan dalam keadaan berbaring. Anestesi dilakukan secara lokal dengan larutan lidocain 4% dan 2% pada laring dan pipa

trakeobronkus atau anestesi umum.

Pasien diusahakan bernapas spontan. LASER digunakan dengan tenaga yang tidak lebih dari 45 W, ujung/tip sejajar dengan dinding saluran napas, berjarak 5–10 mm dari sasaran dengan bidikan 0,5–1 detik. Bila untuk koagulasi digunakan tenaga yang lebih rendah dan bidikan lama. Untuk reseksi digunakan tenaga tinggi dan waktu singkat. Konsentrasi oksigen yang diberikan sebaiknya tidak lebih dari 50%. Kepingan tumor yang terbakar diangkat dengan forsep, perdarahan dihisap dengan *suction*^(4,5,6,11,12,17).

KOMPLIKASI

Komplikasi terapi LASER dapat terjadi saat atau pasca terapi. Komplikasi dipengaruhi oleh jenis lesi, lokasi, luasnya lesi dan penyakit yang menyertai serta keadaan umum pasien. Komplikasi tersebut adalah :

1) Perdarahan^(3,5,12,18,19)

Merupakan komplikasi utama selama terapi, terutama pada lesi intrabronkus. Ada tiga bentuk perdarahan yang terjadi yaitu :

- Perdarahan dari massa tumor, tidak berbahaya, hanya sementara, dapat dikontrol dengan pemberian epinefrin topikal dan koagulasi LASER.
- Perdarahan arteri bronkus, merupakan komplikasi yang tidak diinginkan.
- Perforasi arteri paru, biasanya terjadi selama terapi pada dinding bronkus.

Umumnya perdarahan dalam jumlah kecil (10–20 ml) tapi perdarahan trakea dan perdarahan masif pada bronkus merupakan situasi yang berbahaya dan membawa kematian⁽¹²⁾. Hetzel dkk⁽¹⁾, mendapatkan 2 dari 100 penderita tumor trakeobronkus yang diterapi LASER mengalami perdarahan, mengakibatkan asfiksi dan kematian.

2) Hipoksemi

Hipoksemi dapat terjadi karena akumulasi sekret trakeobronkus atau darah, akibat anestesi atau perdarahan.

Hipoksemi yang tidak terkontrol akan mengakibatkan gangguan kardiovaskuler^(12,19,20).

3) Perforasi

Bagian belakang trakea (tidak memiliki cincin) dan 1 inci pertama bronkus utama kiri yang menempel pada esofagus merupakan daerah potensial terjadinya perforasi. Perforasi dapat menyebabkan kematian dengan segera karena diikuti kebocoran paru dan aorta atau arteri yang terangkat serta pneumotoraks. Kematian perlahan-lahan dapat karena mediastinitis atau fistel esofagus^(12,19,20).

4) Terbakarnya trakeobronkus

Penggunaan LASER terus menerus dengan tenaga tinggi > 45 W dapat menimbulkan kebakaran. Juga dapat terjadi bila pemakaian oksigen konsentrasi > 50%. Penyebab utama adalah $FiO_2 > 0,5$.

Komplikasi biasanya terjadi selama fototerapi LASER untuk lesi obstruksi trakeobronkus ganas (Casey dkk)⁽²¹⁾.

5) Pneumotoraks

Toty dkk⁽⁵⁾ melaporkan 2 dari 164 kasus yang diterapi LASER mengalami pneumotoraks karena penggunaan ventilasi jet. Cavaliere dkk juga mendapatkan 4 penderita pneumotoraks pasca tindakan dari 1000 penderita yang diterapi LASER⁽¹¹⁾.

6) Kematian

Penyebab utama kematian selama atau setelah terapi adalah hipoksemi dan perforasi^(12,20). Risiko kematian karena perdarahan adalah 2%⁽¹⁴⁾. Dumon dkk melaporkan tingkat kematian 0,4% dari 839 penderita yang diterapi⁽¹²⁾.

7) Infeksi pasca tindakan

Infeksi timbul setelah pengembangan paru yang kolaps⁽²²⁾.

PENGAMANAN PADA TERAPI LASER

Penggunaan terapi LASER pada tumor trakeobronkus perlu hati-hati. Prinsip keamanan adalah menjauhi perforasi dan kebakaran. Hal tersebut ditentukan oleh pasien, operator dan timnya serta cara, alat dan teknik penggunaan LASER⁽¹⁹⁾.

Pasien

Dibedakan tiga kelompok pasien yang akan diterapi LASER :

- 1) Pasien dengan kondisi baik, lesi minimal.
- 2) Pasien dengan kondisi sedang, obstruksi lebih besar tapi masih dapat melakukan kompensasi.
- 3) Pasien gawat/akut.

Pasien kondisi pertama dan kedua perlu diskriminasi sebelum ditindak, sedangkan kondisi ketiga merupakan risiko tinggi.

Operator dan timnya

Harus ada kerja sama yang baik antara operator dan timnya sebelum dan saat tindakan tentang prosedur dan keamanannya; operator sudah terlatih dalam pemakaian alat serta mengetahui komplikasinya⁽¹⁹⁾.

Cara, alat dan teknik LASER^(19,20,21,23)

- Untuk pasien risiko tinggi digunakan bronkoskop kaku.
- Untuk menghindari perforasi digunakan penyinaran intermiten (0,5–1 detik) dengan tenaga tidak lebih dari 45 W.
- Selama reseksi, konsentrasi oksigen tidak boleh > 50%.
- Nilai FiO_2 sebanyak < 0,4 dan tidak lebih dari 0,5.
- Sebaiknya menggunakan *oximetry* untuk pemberian oksigen.

BEBERAPA HASIL PENGGUNAAN LASER PADA TUMOR TRAKEOBRONKUS

Respon terapi LASER pada tumor trakeobronkus ditentukan oleh lokasi tumor dan jenis histologinya^(1,11). Terapi LASER paling efektif untuk membersihkan tumor trakea atau karina. Tumor trakea dan bronkus utama kanan lebih baik responnya dari tumor bronkus utama kiri atau bronkus lobus, dan tumor endolumen lebih baik karena terlihat jelas. Hetzel dkk⁽¹⁾ mendapatkan perbaikan objektif pada 56 penderita tumor trakeobronkus dan perbaikan simptomatik pada 68 dari 100 penderita yang diterapi LASER. Juga diperoleh hasil bahwa tumor pada trakea dan karina paling baik responnya daripada

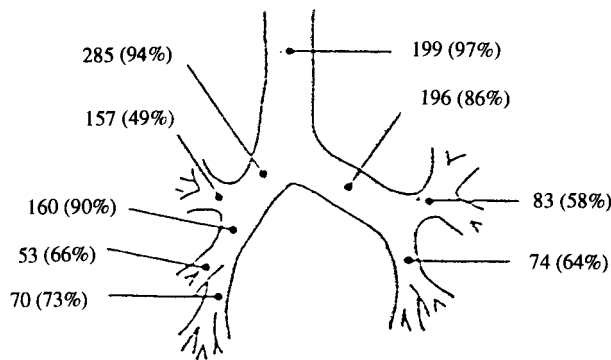
bronkus lobus. Pada **Tabel 2** dapat dilihat pengaruh letak tumor terhadap respon pengobatan dengan LASER.

Tabel 2. Pengaruh Letak Tumor terhadap Respon Pengobatan dengan LASER

Letak tumor	N	Respon			
		Simptomatik		Objektif	
		n	%	n	%
Trakea	13	12	92	10	77
Karina	17	13	76	11	65
Bronkus utama	22	17	77	13	59
Bronkus lobus dan mixed	7	3	43	3	43
Total	59	45	76	37	63

dikutip dari (1)

Cavaliere dkk⁽¹¹⁾ juga mendapatkan tingkat respon yang tinggi pada trakea, karina dan bronkus utama kanan. Pada **Gambar 1** dapat dilihat pengaruh terapi LASER pada berbagai letak tumor.



Gambar 1. Hasil terapi LASER pada berbagai letak tumor. Jumlah lesi pada masing-masing lokasi dan prosentase hasil

Gelb dkk⁽²⁴⁾ meneliti tumor trakeobronkus yang menimbulkan obstruksi dan kolaps paru; didapatkan keberhasilan terapi LASER pada tumor ganas ini yaitu di karina 90%, bronkus utama kanan (91%) lebih besar dari bronkus utama kiri (67%) pada obstruksi. Pada kolaps paru keberhasilan bronkus utama kanan 38% dan bronkus utama kiri 27%. Perbaikan simptomatik lebih berhasil pada tumor yang menyebabkan obstruksi sebahagian yaitu 70–80% dan kurang berhasil pada penderita obstruksi total endobronkus⁽²⁵⁾.

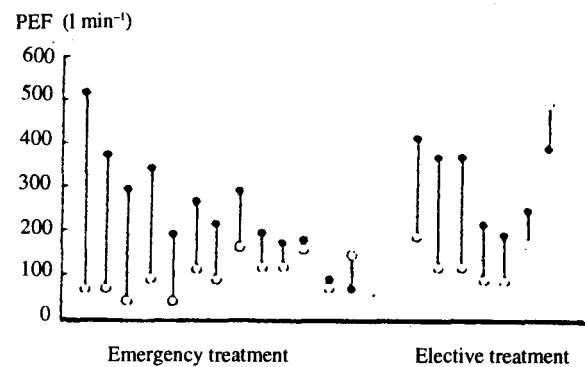
Berdasarkan histologinya, terapi LASER dilakukan pada tumor jinak, tumor ganas dan tumor dengan prognosis yang tidak pasti. Terapi LASER pada tumor jinak (leiomiobrom, kondroma) sangat baik dan aman⁽¹¹⁾. Pada tumor ganas terapi LASER dapat mengurangi gejala dan meningkatkan kualitas hidup penderita terutama pada tumor trakea atau bronkus utama yang menyebabkan dispnea. Pengangkatan tumor jinak endolumen secara sempurna memungkinkan⁽²⁶⁾. Dumon dkk⁽¹⁷⁾ men-

dapatkan 6 dari tumor trakeobronkus (papilloma, hemangioma, lipoma, myoblastoma dan granuloma) yang diterapi LASER, semuanya berhasil baik. Pada tumor trakeobronkus ganas derajat rendah yaitu karsinoid (14 kasus) dan karsinoma adenokistik (15 kasus) yang diterapi LASER, didapatkan 15 dari 19 penderita membaik. Tumor dengan prognosis yang tidak pasti (adenokistik, muko epidermoid, *mixer tumor*) membutuhkan lebih dari satu kali tindakan karena sering menyebar dan cenderung kambuh⁽¹⁷⁾.

Respon objektif terapi LASER dinilai dengan uji fungsi paru. Hetzel dkk meneliti 100 penderita tumor trakeobronkus, diperoleh peningkatan arus puncak ekspirasi (APE) 25% pada 37 (63%) dari 59 penderita obstruksi⁽¹¹⁾. Perbaikan simptomatik lebih dari 76% dan 5 dari 17 penderita yang mengalami kolaps paru, mengembang kembali.

Gelb dkk⁽²⁷⁾ meneliti volume ekspirasi paksa detik pertama (VEP1) dan kapasitas vital (KV). Dua puluh tiga dari 27 penderita obstruksi sebahagian, VEP1 meningkat 52% – 74% dan KV meningkat 64% – 77%. Pada kolaps paru, 6 dari 19 penderita mengalami perbaikan gejala dan kapasitas vital paksa (KVP) meningkat 46% – 59%.

Penelitian pada 21 penderita tumor trakeobronkus yang menjalani reseksi dengan LASER, 11 dari 14 penderita memerlukan terapi secara cepat, diperoleh perbaikan tiga hari kemudian. Nilai APE meningkat 26% – 512%, rata-rata 36% dan 6 dari 7 penderita dengan kondisi elektif terjadi peningkatan APE 18% – 117%⁽²⁾ (**Gambar 2**).



Gambar 2. Nilai APE sebelum (o) dan 3 hari setelah (•) terapi LASER pada kondisi akut atau selektif dikutip dari (2)

George dkk⁽¹⁾ melakukan penelitian dengan menggunakan anestesi lokal dan umum pada 1500 terapi LASER, diperoleh respon objektif lebih baik pada anestesi umum daripada anestesi (**Tabel 3**).

Lima puluh satu dari 97 penderita yang diterapi LASER dengan anestesi lokal dan 46 dengan anestesi umum, didapatkan banyak pengobatan rata-rata 1,97 pada anestesi lokal dan hanya 1 pada anestesi umum.

Terapi LASER juga meningkatkan nilai perfusi dan venti-

Tabel 3. Indikasi terapi LASER dan Respon Penderita yang Menggunakan Anestesi Lokal dan Umum⁽¹³⁾

Kelompok	No	Respon objektif	
		n	%
Anestesi lokal			
Obstruksi sebahagian	34	19	56
Obstruksi sempurna	4	1	25
Pendarahan	13	7	54
Total	51	27	53
Anestesi umum			
Obstruksi sebahagian	30	22	73
Obstruksi sempurna	6	2	33
Pendarahan	10	7	70
Total	46	31	67

lasi pada tumor trakeobronkus yang telah direseksi. George dkk⁽²⁶⁾ mendapatkan 23 (82%) dari 28 penderita mengalami peningkatan nilai perfusi dan ventilasi. Nilai ventilasi rata-rata meningkat 24 – 36 dan perfusi 25 – 36.

MASA TAHAN HIDUP

Denton dkk⁽¹⁹⁾ mendapatkan masa tahan hidup selama 22 bulan pada penderita tumor ganas dengan obstruksi hampir total yang diterapi LASER. Pada tumor ganas derajat rendah yang difotoreseksi LASER, 14 dari 19 penderita mengalami obstruksi karena karsinoid dan 5 oleh karsinoma adenokistik, diperoleh hasil 15 penderita membaik dan sisanya 6 bulan dan 4 tahun setelah terapi⁽¹⁵⁾.

George dkk⁽²⁾ meneliti 10 penderita tumor primer dan 11 penderita tumor sekunder, 8 penderita tumor primer masih hidup 6 – 21 bulan sisanya meninggal setelah 2 dan 5 bulan terapi LASER. Dua penderita tumor sekunder masih hidup 7 dan 15 bulan, sisanya meninggal setelah terapi dengan masa tahan hidup rata-rata 52 hari.

Cavaliere dkk⁽¹¹⁾ mendapatkan terapi LASER pada kasus tumor jinak bersifat kuratif; 34 dari 81 penderita tertolong dan pada kasus ganas bersifat paliatif yaitu, memperbaiki jalan nafas (92%). Masa tahan hidup 1 tahun sebesar 26% dan 6 bulan 50%.

KESIMPULAN

- 1) LASER Nd-YAG merupakan pilihan untuk terapi pada pipa trakeobronkus.
- 2) Terapi LASER Nd-YAG pada tumor trakeobronkus merupakan salah satu pilihan pada kasus yang tidak dapat dibedah, tumor yang berulang dan yang tidak respon pada pengobatan konvensional.
- 3) Terapi LASER Nd-YAG merupakan terapi paliatif pada tumor trakeobronkus.
- 4) Tumor di trakea, di karina dan bronkus utama kanan memberikan respon lebih baik daripada tumor di bronkus utama kiri dan bronkus lobus serta tumor jinak lebih baik responnya daripada tumor ganas.

KEPUSTAKAAN

1. Hetzel MR, Nixon C, Edmoston WM et al. Laser therapy in 100 Ira-

- cheobronchial tumours. *Thorax* 1985; 40: 341-5.
- George PJM, Garrett CPO, Hetzel MR. Role of the neodymium-YAG in the management of tracheal tumours. *Thorax* 1987; 42: 440-4.
- Arabian A, Spagnolo SV. Laser therapy in patients with primary lung cancer. *Chest* 1984; 86: 519-23.
- Hetzel MR, Millard FJC, Ayesh R et al. Laser treatment for carcinoma of the bronchus. *BMJ* 1983; 286: 12-6.
- Toty L, Personne C, Colchen A, Vourch G. Bronchoscopic management of tracheal lesions using the neodymium Yttrium Aluminium Garnet Laser. *Thorax* 1981; 36: 175-8.
- Kvale PA, Eichenhorn MS, Radke JR, Miks VR. YAG laser photoresection of lesions obstructing the central airway. *Chest* 1985; 87: 283-8.
- Trigt PV, Wolfe WG. Laser therapy for palliation of bronchogenic and esophageal carcinoma. Dalam: Roth JA, Ruckdeschel JC, Weisenburger TH, eds. *Thoracic oncology*. Philadelphia: WB Saunders Co. 1989: 704-10.
- Karlan MS, Ossoff RH. Laser surgery for benign laryngeal disease: Conservation and ergonomics. Dalam: North America. Philadelphia: WB Saunders Co. 1984; 64: 981-1000.
- Haponik EF, Kvale P, Wang K. Bronchoscopy and related procedures. Dalam: Fishman AP, ed. *Pulmonary Diseases and Disorder*. New York: McGraw-Hill Book Co. 1988; 1: 456-8.
- Vincent RG. Laser therapy for advanced carcinoma of the trachea and bronchus. *Chest* 1983; 84: 509-10.
- Cavaliere S, Faccoli P, Farina PL. Nd-YAG laser bronchoscopy. A five-year experience with 1396 application in 1000 patients. *Chest* 1988; 94: 15-21.
- Dumon JF. Principles for safety in application of Nd-YAG laser in bronchology. *Chest* 1984; 86: 163-8.
- George PJM, Garrett CPO, Nixon G, Hetzel MR, Nanson EM, Millard PJC. Laser treatment for tracheobronchial tumours: local or general anesthesia?. *Thorax* 1987; 42: 656-60.
- Brutinel WM, Cortese DA, McDougall JC, Gilio RG, Bergstrahl EI. A two-year experience with the neodymium-YAG laser endobronchial obstruction. *Chest* 1987; 91: 159-65.
- Diaz Jimenez JP, Canela Cardona M, Mastre Alcacer J. Nd:YAG laser photoresection of low-grade malignant tumours of the tracheobronchial tree. *Chest* 1990; 97: 920-2.
- Micks VM, Kvale PA, Riddle JM, Lewis Jr JW. Broncholith removal using the YAG laser. *Chest* 1986; 90: 295-6.
- Dumon JF, Reboud E, Garbe L, Aucomte F, Mere B. Treatment of tracheobronchial lesions by laser photoresection. *Chest* 1982; 81: 278-84.
- Joyner LR, Maran AG, Sarama R, Yakoboski A. Neodymium-YAG laser treatment of intrabronchial lesions. A new mapping technique via flexible fiberoptic bronchoscope. *Chest* 1985; 87: 418-27.
- Denton RA, Dedhia HV, Abrons HL, Jain PR, Lapp NL, Teba L. Long-term survival after endobronchial fire during treatment of severe malignant airway obstruction with the Nd:YAG laser. *Chest* 1988; 94: 1086-8.
- Brutinel WM, Cortese DA, Edell ES, McDougall JC, Prakash UBS, Rochester MN. Complication of Nd:YAG laser therapy. *Chest* 1988; 94: 902-3.
- Dedhia HV, Lapp LR, Jain AC, Withers A. Complication due to Nd:YAG laser therapy. *Chest* 1984; 85: 837.
- Hetzel MR, Smith SGT. Endoscopic palliation of tracheobronchial malignancies. *Thorax* 1991; 46: 325-33.
- Schiffman PL, Wilhelm J, Parisi RA. Arterial oxygen saturation during Nd:YAG laser photoresection of endobronchial tumors under local anesthesia. Use of intermittent supplemental oxygen with pulse oxymetry guidance. *Chest* 1988; 94: 1300-1.
- Gelb AF, Epstein JD. Laser in treatment of lung cancer. *Chest* 1984; 86: 662-6.
- George PJM, Pearson MC, Edwards D, Rudd RM, Hetzel MR. Bronchography in the assessment of patients with lung collaps for endoscopic laser therapy. *Thorax* 1990; 45: 503-8.
- George PJM, Clarke G, Tolfree S, Garrett CPO, Hetzel MR. Changes in regional ventilation and perfusion of the lung after endoscopic laser treatment. *Thorax* 1990; 45: 248-53.
- Gelb AF, Epstein JD. Nd-YAG laser in lung cancer. *Ann Thorax Surg* 1987; 43: 164-7.