

外科手術

結核予防会複十字病院 荒井他嘉司

A. 術式の変遷

肺結核の外科療法の歴史は虚脱療法から始まり、肺病巣を切開あるいは切除する直達療法に変遷していった。外科療法の歴史は化学療法が始まるかなり前から行われてきたが、肺切除術の成功には化学療法の助けによるところが大きい。そして、近年の化学療法の進歩とともに外科療法の適応はきわめて小さくなった。

1. 虚脱療法

虚脱療法は人工気胸術に始まり、人工物による圧迫虚脱、胸郭成形術へと変遷した。虚脱療法の作用機序は、①肺の外からの圧迫による空洞の縮小閉鎖、②誘導気管支の屈曲による空洞の閉鎖と経気管支性進展拡大の防止、③閉鎖された空洞内の酸素供給減による菌の増殖阻止、④虚脱した肺病巣部のリンパ流停滞による結合組織の増殖、結核菌毒素の搬出減少、などが挙げられる。空洞が閉鎖されると空洞の内容物が乾燥、さらには石灰化し、周囲が厚い結合織性被膜で被包されて被包化治療が得られる。

(1) 人工気胸術

虚脱療法のうち最も古く、かつ長期に普及した治療法は患側の胸腔内に空気を注入して人工的に気胸を作る人工気胸術である。経皮的に胸腔に尖刺した気胸針にて人工気胸器を用いて空気を送り込んだ。気胸針の先端は盲端で先端の近くに空気を注入するための側孔が開いている。1回の送気量は初回200~400 ml、その後、状態により500~700 ml (最高1,000 ml) を注入する。胸腔内の空気は次第に吸収され肺の虚脱が減少するために週1回X線透視下に虚脱の状態を観察し、空気の注入を追加する。

本術式の歴史は、1838年、StockesおよびHoughtonが進行性重症肺結核患者に自然気胸あるいは多量の胸水貯留が合併すると、肺結核病巣に好影響を与えることを見いだしたことがヒントとなったと言われている。1882年イタリアのForlaniniが人工気胸療法を考案、1895年Murphyの臨床成功例の報告以来広く行われるようになり¹⁾、本邦においても1950年頃まで数多くの患者が人工気胸を受けた²⁾。

下肺葉の病巣には横隔神経切断術³⁾や人工気腹術⁴⁾が人工気胸と併用された。限局性胸膜癒着のため、気胸の効果が期待できない例に対して、1910年Jacobaeusは胸腔鏡を用いて胸腔内胸膜癒着焼灼術を考案した⁵⁾。これは胸腔鏡下手術の始まりと言えよう。

人工気胸術は治療後の肺機能損失が大きく、また空洞穿孔、膿胸など重篤な合併症が多かったことから化学療法の出現とともに顧みられなくなった。

(2) 胸郭成形術

胸郭成形術は肋骨を切除して胸郭を虚脱させる術式で、歴史は古く1858年Freundsの第1肋軟骨切除に始まる⁶⁾。初めは肺病巣部の肋骨の部分的切除であったが、より効果を期待して多数肋骨を骨膜、肋間筋とともに全長にわたり切除することが試みられた。しかし、胸壁が安定せず手術死亡が多かった。その弊害を克服するため、骨膜を残して肋骨を切除する方法が推奨された。骨膜からの骨の再生により胸壁の安定が得られるようになった。

1935年Sembは上部肋骨、すなわち第1肋骨から4~5本の肋骨切除に肺尖剝離を加えた選択的胸郭成形術を発表し⁷⁾、良好な成績を得た。1940年以降はSembの方法が標準的術式となり、本邦でも数多く行われた。化学療法の発達に従い第1肋骨は切除せず第2~5肋骨の切除に肺尖剝離を加える術式へと変化してきた (Fig. 1)。

(3) 骨膜外充填術

1893年Tuffierは胸膜癒着のため人工気胸術が不能の患者に対して、壁側胸膜外にて肺尖を広く剝離する胸膜外肺剝離術を提案した。肺の虚脱を維持するため、剝離腔に空気や油を注入する胸膜外気胸術・油胸術⁸⁾、あるいは脂肪組織、筋肉、パラフィン、合成樹脂を充填する胸膜外充填術Extrapleural prombageが提案されたが⁹⁾¹⁰⁾、化膿や空洞穿孔などの合併症のため、普及しなかった。

その後1941年Bileyにより肋骨を骨膜から剝がし、骨膜と肋間筋を板状に肺側に落とし込む方法が提案され¹¹⁾、その腔に種々の非吸収性充填物を入れて肺を虚脱する骨膜外充填術Extraperiosteal prombageが普及した¹²⁾¹³⁾。充填物として最も多く用いられた材料はポリエチレンなど合成樹脂球であった。

骨膜外充填術は肋骨を切除しないため、胸郭の変形がなく縦隔が安定しているうえに、選択的に病巣部を虚脱するので低肺機能例にも適応しえたが、感染のために充填物を数週間で除去せざるをえない症例が少なくなかった。しかし、一方では術後数十年間問題なく充填球を入れたまま健康な生活を送れた症例もかなり多く見られた (Fig. 2)。10年ほど前まで充填球をもったまま普通生活を送っている人を見ることがあったが、現在では充填球を入れて生活している人はほぼ皆無となった。この術式は人工的な充填物の代わりに、筋肉弁や大網などを用いれば今日でも一部の患者に対して応用しうる術式である。

2. 直達療法

(1) 空洞吸引術 (Monaldi 氏法)

1938年 Monaldi は空洞の持続吸引法を考案¹⁴⁾、1940年海老名により本邦にも紹介された¹⁵⁾。本術式はX線透視下に経皮的に細いカテーテルを空洞内に挿入、留置する。カテーテルは約30 cm水柱の陰圧で持続的に吸引し、数週間から数カ月かけて空洞を縮小、浄化させる。空洞の性状、位置、および周囲に伸展する肺組織があるかないかによって成功するか否かは左右される。空洞吸引術のみで成功することは少なく単独療法というより、前処置として巨大な空洞を吸引で縮小したのちに小胸郭成形術を加えることで好成績を上げた¹⁶⁾。この術式は現在ではほとんど行われませんが、術式そのものは他の目的にも応用しうる術式である。

(2) 空洞切開術 (Cavernostomy)

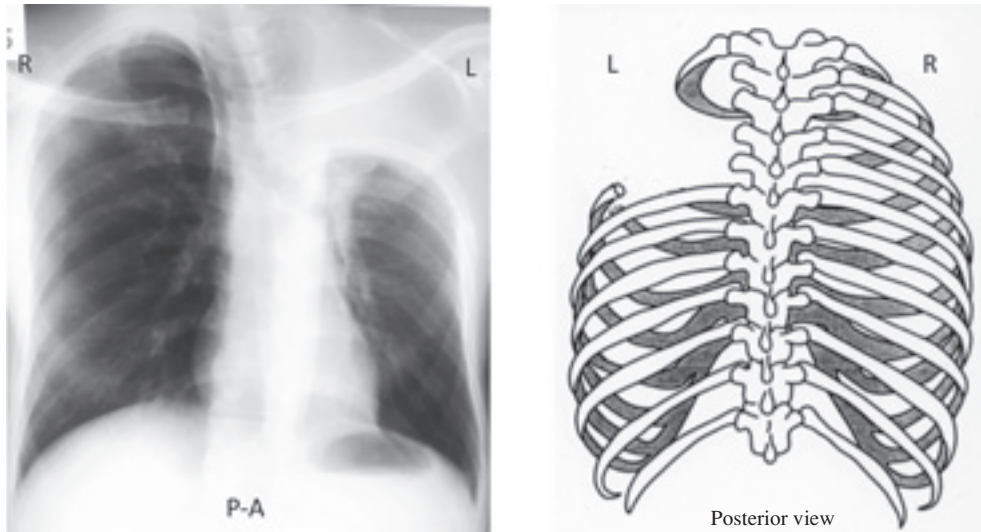


Fig. 1 Thoracoplasty

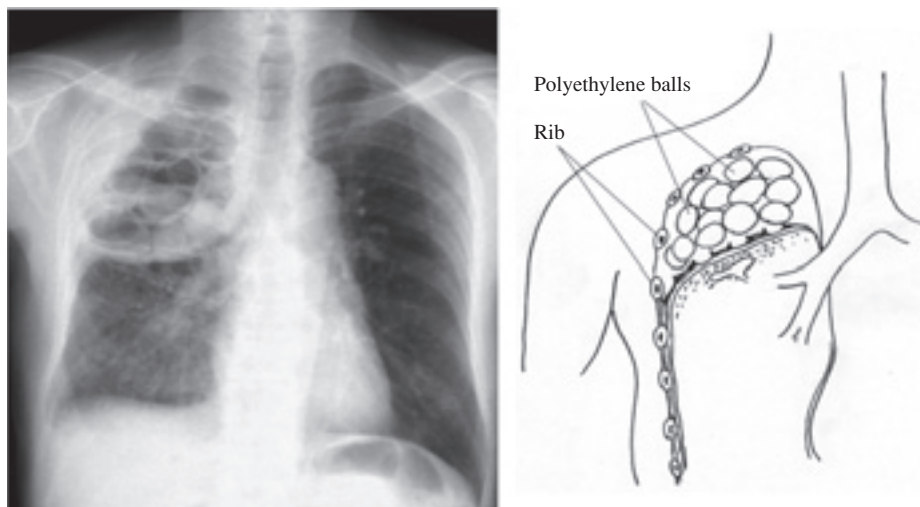


Fig. 2 This case is a man who underwent extraperiosteal polyethylene ball prombage at 30 years of age. The polyethylene balls were extirpated because of infection 30 years after the first operation.

胸郭成形術や肺切除術が発達する一方で、このような定型の手術ができない重症肺結核に対して、手術侵襲が少なく、肺機能損失も少ない空洞切除術または空洞切開術などの空洞直達療法が適応された。

空洞切開術の歴史は17世紀には文献上に現れたという。1937年に Collyros および Orstein は12例の巨大空洞を切開して、内壁搔爬浄化、有茎筋肉弁充填により好成績を得た¹⁷⁾。

空洞切開術は本邦でも1943年以降、青柳・長石らにより研究が続けられ、前処置として空洞吸引を施行後に空洞を切開し有茎筋肉弁にて充填閉鎖する術式を報告した¹⁸⁾。

その後も工夫が加えられて、1951年には切開した空洞を一期的に閉鎖する空洞形成術 Cavernoplasty へと改良されてきた¹⁹⁾。胸膜癒着がある場合の本法は、まず空洞上部に選択的胸郭成形術を加え、肋間筋とともに空洞を切開搔爬した後、肺縫縮術にて空洞を一次的に閉鎖した。胸膜癒着がない場合は開胸下に空洞を確認し、肺に切開を加えて空洞の外壁を十分に切除し、残す空洞内壁を搔爬する。誘導気管支を縫合閉鎖したのち空洞を縫縮し、胸腔ドレナージを置いて閉胸した。もうひとつの改良点は空洞切開二次的閉鎖術で、空洞を一定期間、開窓術にて開放した後二次的に小胸郭成形と有茎筋肉弁にて閉鎖する方法である。空洞形成術および空洞切開二次的閉鎖術は術後の呼吸機能の損失が軽度であることから、低肺機能の重症患者にも適応された^{20) 21)}。

本術式は現在ほとんど行われなくなった術式であるが、症例によっては今日なお応用可能な方法である。

(3) 肺切除術

肺結核の外科療法の標準的、かつ効果的な術式は肺切除術である。

肺結核に対する肺切除の歴史は古い。1881年 Block が両側肺結核の女性に一次的に両肺肺尖部切除を行ったが、不幸にも失敗に終わった。1891年 Tuffier は25歳男性の右肺尖部結核の切除に初めて成功した²²⁾。その後、数例を除き成功例がなく、1934年に Freedlander²³⁾が肺結核に対する肺葉切除術に初めて成功するまでは結核の肺切除は危険と考えられていたため、1945年頃までの世界の肺結核切除例の集計ではわずか100例に満たなかった²²⁾。しかも、合併症発生率50%、死亡率25%と手術成績はきわめて悪かった²⁴⁾。

1944年以降約10年間に欧米で多くの技術的改良が行われた。例えば、米国の Clagett²⁵⁾、Sweet²⁶⁾、Overholt^{27) 28)}、Bailey²⁹⁾、Moore³⁰⁾、フランスの Santy³¹⁾、ドイツの Brunner³²⁾らの貢献が大であった。1950年代には肺機能をできるかぎり温存する試みとして肺区域切除が発達した^{33) 34)}。抗結核薬の進歩とともに切除療法は発展し、リファンピシ

ン (RFP) 出現による化学療法の画期的な進歩が遂げられるまで、肺切除療法は肺結核の治療の重要な役割を果たした。

本邦における肺結核に対する肺切除の歴史は1922年関口の部分切除³⁵⁾に始まり、1937年小沢の肺切除成功4例の報告³⁶⁾などがあるが、当時は虚脱療法に押されて肺切除療法は顧みられなかった。第二次世界大戦後、本邦では米国からの肺結核に対する肺切除術の報告に刺激され、1948年頃から肺切除療法が見直されるようになった。1951年日本結核病学会総会シンポジウム「肺切除療法」にて、卜部、宮本、鈴木らがそれぞれの成績を報告し、肺切除術の時代が始まった^{37)~39)}。1951年には肺切除術は約2割を占めるのみで胸郭成形術が6割を占めていたが、肺切除術はその後急激に増えて1954年には肺切除術が8割以上を占めるようになった (Fig. 3)。さらに1952年頃から塩澤は積極的に肺区域切除を導入⁴⁰⁾、外科療法の主流は肺切除術となった。当時、治療の主体は外科療法であり化学療法は補助的存在であったが、長期化学療法が導入されるようになった1955年以降は治療の基本は化学療法となり、外科療法の適応は化学療法難治例あるいは再発予防のためと狭くなった。

(4) その他の外科療法

① 結核性膿胸あるいは結核関連膿胸に対する手術

結核性あるいは結核関連膿胸では膿胸嚢を切除または虚脱閉鎖する。一側肺が荒蕪肺に陥っている場合には胸膜肺全摘除術、肺内病巣が肺葉内に限局している場合には肺葉切除術に膿胸嚢の切除が選択される。肺内病巣が

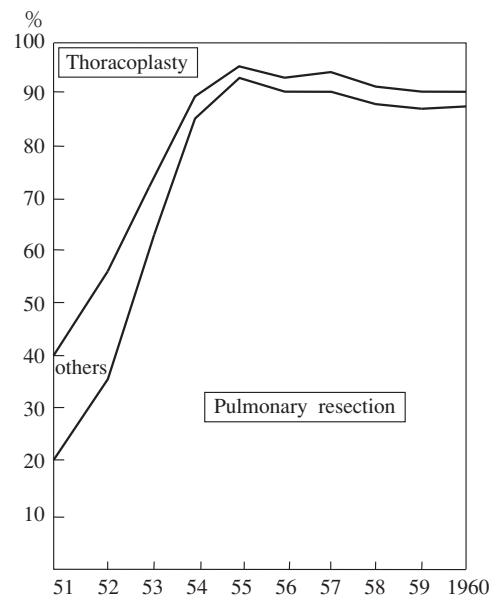


Fig. 3 Trend of the operation technique in Japan from 1951 to 1960 (modified from Shinoin K: JTCS 10 : 143).

少ない場合には肺剥皮術により膿胸囊のみを切除する。膿胸を一定期間開放する膿胸開巢術により感染が沈静化してから二次的に閉鎖する方法もある。膿胸腔が局限している場合には、膿胸腔に筋肉あるいは大網を充填して閉鎖する膿胸充填術が行われる。

②気管支形成術

気管支結核では、ときに気管支内腔が癒着性治癒により狭窄あるいは閉塞して末梢肺の換気障害あるいは無気肺を生じる結果となる。気管支管状切除・吻合術により末梢肺の炎症防止、換気障害の改善が得られる。無気肺に陥った肺に感染が起これば切除の対象となるが、もしも感染がなく、かつ無気肺に陥ってからの期間が短ければ、気管支狭窄部を除去することによって末梢肺が再び機能を回復する可能性がある⁴¹⁾。気管支病巣とともに、それに接する侵された肺葉を同時に切除する場合もある(管状肺葉切除術)。

B. 外科治療の成績

肺結核に対する外科療法の成績は化学療法の進歩とともに、適応と術式の変遷がみられる。RFP出現以前の成績として1958年から1967年の10年間に結核予防会結核研究所付属療養所にて手術を受けた、肺切除1,451例と胸郭成形201例、合計1,652例の手術成績を見る⁴²⁾。対象の性別は男女比72対28、年齢は29歳以下42.0%、30~49歳49.2%、50歳以上8.8%であった。術前菌陽性例は肺切除で29.8%、胸郭成形例で54.2%と、胸郭成形例で陽性例が多い。これは、菌陽性例の術後気管支瘻発生率が高いため、排菌量を減らしてから切除を行う当時の適応を反映している。肺切除術1,451例の術後排菌率は、術後1年以内が4.1%、3年目までの累積で5.2%にとどまり、4年目以降の排菌例はなかった。気管支瘻あるいは肺瘻の発生は1年目に1.8%を見た後は3年目までの累積で2.1%にすぎなかった。最終成績として手術死亡10例、関連遠隔死亡13例の計23例と、社会復帰ができなかった23例を加えた46例を不成功とすると、成功率は96.8%であった。胸郭成形術201例の術後成績は肺切除に比べて悪く、術後2年目での排菌率は10.3%と高かった。特に対側肺に空洞をもつ例の菌陰性化は53%にとどまった。胸郭成形術では肺切除に比べて最終的な成功が得られるのに年月を要したが、社会復帰不能の5例と死亡の5例を不成功とすると成功率は95.0%であった。

RFP出現後の1979~1988年の10年間における著者らの活動性肺結核28例(入院患者に対する比率0.4%、男女比17対11)の手術成績では⁴³⁾、手術前化学療法期間は平均8年7カ月と長期にわたり、化学療法難治例であることが分かる。薬剤耐性検査はRFP耐性27例(96%)、isoniazid(INH)耐性26例(93%)、streptomycin

(SM)耐性20例(71%)、etanambutol(EB)耐性17例(61%)、kanamycin(KM)耐性12例(43%)であった。うち7例(25%)はSM, KM, INH, RFP, EBの主要5剤すべてに耐性であった。術式は肺全摘除術8例、肺葉切除術16例、胸郭成形術3例、空洞形成術1例であり、肺全摘除術の1例に術後膿胸を合併したが、その他の重大な合併症は見られなかった。手術後の菌陰性化率は28例中23例(82%)で、残り5例(18%)では微量排菌が続いた。主要5剤すべてに耐性の7例について見ると術後菌陰性化は4例(57%)で、残り3例(43%)で微量排菌が続いた。主要5剤のうち1剤以上感性であった21例について菌陰性化率を見ると90.5%であり、主要5剤すべてに耐性の菌陰性化率57%に比し、明らかに良かった。

Rizziら⁴⁴⁾の1990年までの13年間、206例の成績では術死3%、成功率90%であったが、菌陽性例のみの成功率は86.2%と低率であった。感性剤の有無について中島らは必ずしも感受性薬剤がなくとも治癒可能としている⁴⁵⁾。

近年、多剤耐性菌に対する外科療法が問題となっている。白石は⁴⁶⁾2000年から2007年に多剤耐性56例に肺切除術を施行したが、その成功率は98%と良好であった。多剤耐性菌に対する外科療法は化学療法による補助に期待がもてないことから成績が悪いと想定されたが、対象が内科的に治療困難例であることを考えると外科療法の成績は決して悪くない。ただし、手術適応の問題が残る。Isemanら⁴⁷⁾は1983~88年に入院した多剤耐性99例中29例に肺切除術を施行し、排菌継続、対側肺悪化の各1例以外は成功、すなわち成功率92%を得たことから、手術適応として、①多剤耐性で化学療法不成功または悪化が予想される、②病巣が局限している、③気管支断端の治療に足る結核菌量減少が得られる薬剤効果があることを挙げている。

このように近年増加傾向にある多剤耐性菌例に対する外科療法は大きな合併症もなく、良好な成績が得られており、内科的治療の補助療法としての外科療法の役割は大きいと考えられる。

文 献

- 1) A Skula: Carlo Forlinini, inventor of artificial pneumothorax for treatment of pulmonary tuberculosis. *Thorax*. 1983; 38: 326-332.
- 2) 熊谷岱蔵: 人工気胸療法. 杏林書院, 1951 (鈴木千嘉志: 「現代外科学大系 第30巻B肺気管支II 肺結核の外科的治療」. 中山書店, 東京, 1969, 4, より引用).
- 3) Stuerz: Kuenstliche Zwerchfellaehmung bei schweren chronischen einseitigen Lungentuberkulose. *Deutsch Med Wschr*. 1911; 48: 2224.
- 4) Banyai AI: Therapeutic pneumoperitoneum. Review of one

- hundred cases. *Amer Rev Tuberc.* 1934 ; 29 : 603.
- 5) Jacobaeus HC: The cauteization of adhesions in artificial pneumothorax treatment of pulmonary tuberculosis under thoracoscopic control. *Proc Royal Soc Med.* 1923 ; 16 : 45.
 - 6) 鈴木千嘉志：「現代外科学大系 第30巻B肺気管支II 肺結核の外科的治療」, 中山書店, 東京, 1969, 5.
 - 7) Semb C: Thoracoplasty with extrafascial apicolysis. *Acta Chir Scand.* 1935 ; 76 : 1.
 - 8) Graf W: Ausblick auf neue Weg in der chirurgischen Kollapstherapie der Lungentuberculose. *Extrapleuraler selective Pneumothorax und Oleothorax.* *Deutsch Med Wschr.* 1937 ; 63 : 4.
 - 9) Wilson D, Baker H: Extrapleural peumolysis with Lucite plombage. *J Thorac Surg.* 1948 ; 17 : 111.
 - 10) 長石忠三：肺結核の外科療法, 肋膜外充填術の再検討. 結核. 1949 ; 24 : 299.
 - 11) Bailey CP: Extrapleural pneumolysis with air filling in the cavity. *J Thorac Surg.* 1941 ; 11 : 326.
 - 12) Morrison HD, Temple L, Stathatos C: The polyethylen pack. *Thorax.* 1951 ; 6 : 209.
 - 13) 佐藤陸平, 田村政司：骨膜外充填術. 胸部外科. 1952 ; 5 : 60.
 - 14) Monaldi V: Ueber die Saugdraenagebehandlung der tuberkuloesen Lungenkavernen. *Z Tbk.* 1939 ; 82 : 273.
 - 15) 海老名敏明：肺結核空洞の吸引療法. 結核. 1942 ; 20 : 429.
 - 16) 海老名敏明, 鈴木千嘉志：結核性巨大空洞に対する空洞吸引術と胸郭成形術との積極的合併療法の価値について. 抗酸菌病研究雑誌. 1946 ; 1 : 1.
 - 17) 鈴木千嘉志：「現代外科学大系 第30巻B肺気管支II 肺結核の外科的治療」, 中山書店, 東京, 1969, 6.
 - 18) 青柳安誠, 長石忠三：結核性肺空洞症に対する吸引, 切開および筋肉弁充填術の研究. 結核研究. 1943 ; 1 : 2.
 - 19) 長石忠三, 寺松 孝：空洞切開術の手術術式, 特にわれわれの術式について. 肺. 1955 ; 2 : 267.
 - 20) 長石忠三：空洞切開術を中心とする肺結核の切開排膿法. 日本結核全書. 1958 ; 7 : 309.
 - 21) Kleesattel H: Ueber die offene Behandlung tuberkuloeser Kavernen und Empyema. *Dtsch Med Wschr.* 1960 ; 85 : 626.
 - 22) 鈴木千嘉志：「現代外科学大系 第30巻B肺気管支II 肺結核の外科的治療」, 中山書店, 東京, 1969, 7.
 - 23) Freedlander SO: Lobectomy in pulmonary tuberculosis. *J Thorac Surg.* 1935 ; 12 : 132.
 - 24) Jones JC: Early experiences with resection in pulmonary tuberculosis. In; Steele JD: surgical management of Pulmonary Tuberculosis, Charles C Thomas, Springfield, Ill. 1957.
 - 25) Clagett OT, Lucky CA: Lobectomy in pulmonary tuberculosis. *Proc Staff Mayo Clin.* 1944 ; 19 : 68.
 - 26) Sweet RH: Lobectomy and pneumonectomy in the treatment of pulmonary tuberculosis. *J Thorc Surg.* 1946 ; 15 : 373.
 - 27) Overholt RH, Lnger L, Szypulski JT, et al.: Pulmonary resection in the treatment of tuberculosis. Present day technique and results. *J Thorac Surg.* 1946 ; 15 : 384.
 - 28) Overholt RH, Wilson NJ, Gehring LJ: The place of pulmonary resection in the treatment of tuberculosis. *Dis Chest.* 1952 ; 21 : 33.
 - 29) Bailey CP: Lung resection for pulmonary tuberculosis. *J Thorac Surg.* 1947 ; 16 : 328.
 - 30) Moore JA, Murphy JD, Elrod PD: An evaluation of streptomycin as a protective agents in pulmonary resection for tuberculosis. *J Thorac Surg.* 1949 ; 18 : 45.
 - 31) Santy MMP, Barard M: L'exercice dans le traitement chirurgical de la tuberculose pumonaire *Bull. L'Union Internation contre Tuberc.* 1950 ; 20 : 369.
 - 32) Brunner A: Die Resektion bei operativer Behandlung der Lungentuberkulose. *Zbl Chir.* 1952 ; 77 : 1906.
 - 33) Overholt RH, Langer L: A new technique for pulmonary segmental resection. *Surg Gynec Obstet.* 1947 ; 84 : 257-268.
 - 34) Zenker R: Zur Segmentresektion in der Lungenchirurgie. *Deutsch Med Wschr.* 1952 ; 77 : 1146.
 - 35) 関口蕃樹：肺臓外科手術の治験例. 日本外科学会誌. 1927 ; 25 : 10.
 - 36) 小沢凱夫：肺切除. 日本外科学会誌. 1941 ; 42 : 1863.
 - 37) 卜部美代志, 林 周一：肺結核に対する肺切除術. 結核. 1951 ; 26 : 440.
 - 38) 宮本 忍：肺切除術. 結核. 1951 ; 26 : 460.
 - 39) 鈴木千嘉志：肺結核における肺切除. 結核. 1951 ; 26 : 450.
 - 40) 塩澤正俊：「肺区域切除」上下巻. 文光堂, 東京, 1955.
 - 41) 林 康文, 荒井他嘉司, 稲垣敬三, 他：右主気管支結核による約2カ月間の無気肺後に気管支形成を施行した1例. 日胸. 1988 ; 47 : 160-165.
 - 42) 荒井他嘉司：遠隔成績からみた肺結核に対する初回手術の予後, ことに不成功の予後について. 結核. 1973 ; 48 : 97-104.
 - 43) 矢野 真, 稲垣敬三, 荒井他嘉司, 他：多剤耐性肺結核の外科治療. 結核. 1991 ; 66 : 60-63.
 - 44) Rizzi A, Rocco G, Robustellini M, et al.: Results of surgical management of tuberculosis: Experience in 206 patients undergoing operation. *Ann Thorac Surg.* 1955 ; 59 : 896-900.
 - 45) 中島由槻：多剤耐性結核の治療. 結核. 2002 ; 77 : 805-813.
 - 46) 白石裕治：多剤耐性肺結核に対する外科療法. 結核. 2010 ; 85 : 443-445.
 - 47) Iseman MD, Madsen L, Globe M, et al.: Surgical intervention in the treatment of pulmonary disease caused by drug-resistant *Mycobacterium tuberculosis*. *Am Rev Respir Dis.* 1990 ; 141 : 623-625.