

総 説

外科におけるイノベーション

丹 黒 章

徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部生体防御腫瘍医学講座病態制御外科学分野

(平成19年3月23日受付)

(平成19年4月3日受理)

はじめに

近代外科の夜明けは麻酔法と滅菌法の発明に始まる。1946年10月16日 John Collins Warren は歯科医師である William Thomas Green Morton の施したエーテル麻酔下に公開手術をボストン, マサチューセッツ総合病院で行った¹⁾。実はその前年に Horace Wells は笑気による抜歯を公開で行い失敗に終わっている。その翌1947年にはロンドンでクロロホルム麻酔の公開実験が行われ, 患者は拷問のような外科手術の痛みから解放されることになる。しかし, 術後感染による手術死亡は減らず, 「創は化膿してから治る」と信じられていた。1980年代には Ignaz Phillip Semmelweis は術野や手指, 手術器具の消毒により産褥熱による死亡を劇的に減少させ, Joseph Lister は石炭酸による消毒で術後敗血症を著しく減少させた。Jürgen Thorwald は1956年 “Das Jahrhundert der Chirurgen” 邦題「外科の夜明け」を発表し, 1846年初めて行われたエーテル麻酔の公開手術から1896年にドイツで行われた最初の心臓外科手術成功まで約半世紀にわたる外科手術の進歩を描いている²⁾。ところで, 日本では既に1804年, 華岡青洲が世界に先駆けて曼荼羅華(朝鮮アサガオ)を主成分とする“麻沸散(痛仙散)”を調合し, 自分の母親と妻でその麻酔効果を実証し全身麻酔による乳癌手術を行っているのは有名である³⁾。

このように外科における技術革新は患者の利益に直結し, 死亡率の低下や治療成績の向上のみならず低侵襲という福音を与える。低侵襲治療とは身体に負担の少ない治療のことである。“小さな創で”, “短時間に”, “痛くない”手術が低侵襲と思われがちであるが, 患者が真に望むのは合併症の少ない安心して受けられる治療である。悪性腫瘍であれば, たとえ低侵襲でも再発の心配があれば患者は不安であり, 根治性を満足させなければ安心で

きる治療とはいえない。

乳癌治療におけるイノベーション

19世紀当時の乳癌手術は手術死亡も多かったが局所再発率も60~80%と高く, 治療成績は惨憺たるものであった。1894年に William Stewart Halsted は英国の Charles H. Moore の提唱した en bloc 切除の概念を取り入れ, 乳腺, リンパ節を胸筋もろとも切除する手術を考案して局所再発率6%という驚異的な治療成績を示した。この Halsted 手術は近年に至るまで乳癌手術の “Gold stand” であった⁴⁾。

ところが1983年イタリアの Umberto Veronesi と米国の Bernard Fisher により発表された2つの無作為比較試験の結果から小さな乳癌では乳房を温存しても放射線を併用すれば Halsted 手術と治療成績に差がないことが証明され^{5,6)}治療の主流となった(図1)。そして, 乳癌は外科手術のみでは制御できない“全身病”であるという概念が定着することになる⁷⁾。この概念は全ての腫瘍に共通しているはずである。

内視鏡手術の普及と悪性腫瘍に対する低侵襲治療

1960年代の内視鏡の開発により外科治療は大きく転換する。鮮明な内視鏡画像により胃潰瘍の診断, クリッピングによる止血や硬化療法が可能となり, H₂ blocker の出現とあいまって外科治療が主役であった胃潰瘍や食道胃静脈瘤手術数は激減した。内視鏡はさらに発展を遂げ, 早期食道癌, 胃癌, 大腸癌も内視鏡治療で治ってしまう時代が到来する。外科治療においても内視鏡を応用した手技が開発され, 1987年フランスの Mouret が初めて腹腔鏡下胆嚢切除術を発表すると1990年には日本でも第1

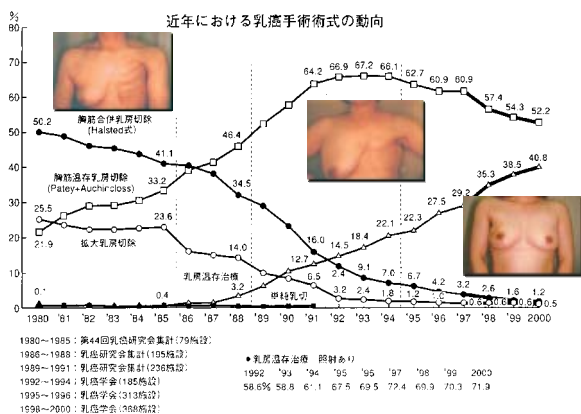


図1 乳がん手術の歴史的変遷

癌腫を含めた皮膚，乳房，胸筋とリンパ節を一塊に切除する Halsted 手術は局所再発率が少なく，近年まで乳癌手術の “Gold standard” であったが，小さな乳癌では乳房を温存して放射線治療を併用すれば Halsted 手術と治療成績に差がないことが証明され，今は治療の主流となった。

例目が行われ，1992年には保険適応となるほど瞬く間に普及した(図2)。初期には良性疾患のみに適応されていた鏡視下手術もすぐに癌に応用され，急速に普及・発展することとなる。著者も1989年から1991年まで留学していた米国でこの画期的なこの手術を目のあたりにして是非ともこの手技を発展させようと心に誓い，帰国するとすぐに鏡視下手術を開始した。1993年より食道癌の非開胸食道抜去術に縦郭鏡を用いることを思いつき，腹腔鏡の先端に透明な吸引嘴管を切ってフードとして視野を確保し手術を開始した⁸⁾。1994年には西日本で初めての胸腔鏡下食道切除術を行い，それ以降は胸腔鏡補助下で

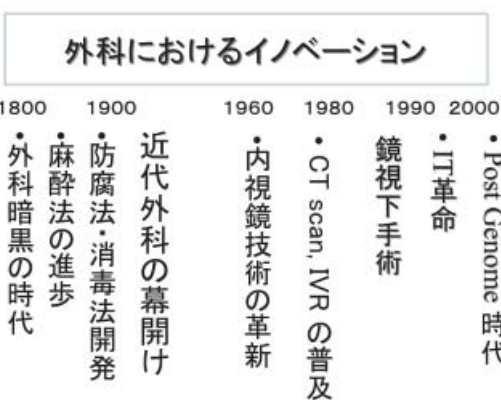


図2 外科におけるイノベーション

麻酔と滅菌法の進歩により近代外科は幕開けする。内視鏡の進歩，CT scan の発明と鏡視下手術の開発は外科の歴史を変えた。

の食道手術を行っている⁹⁾。胃癌に対する腹腔鏡手術は初期には lesion lifting や胃内手術という局所切除にとどまっていたが，いち早く郭清を伴う鏡視補助下幽門側胃切除術(Laparoscope-assisted distal gastrectomy : LADG)を行った¹⁰⁾。また，乳癌¹¹⁾や膵臓癌¹²⁾手術にも鏡視下手術手技を導入してきた。

縦隔鏡下食道切除術

食道は後縦隔に存在するリンパ網に富んだ管腔臓器であり，たとえ表在癌であっても高頻度に縦隔内のみならず頸，腹部に広範囲にリンパ節転移を引き起こす¹³⁾。そのため食道癌に対する根治手術は頸，胸，腹部の3領域リンパ節郭清を伴う食道切除術が標準手術であり，3領域郭清術により治療成績は向上してきた^{14,15)}。しかし，上縦隔，とくに気管周囲の広範囲な郭清を伴う食道切除は，術後，呼吸器合併症が高頻度に発生し，手術に起因する死亡も少なくない¹⁶⁾。内視鏡手術の進歩により，胸，腹腔鏡を用いた鏡視下手術は食道癌手術の約1割に行われるようになったが，手技習熟のための learning curve が必要であり，手術時間延長による片肺換気時間の延長はかえって肺合併症を増加させる結果になる。胸部大血管，気管，両側肺に囲まれた狭い後縦隔に存在する食道を開胸せずには抜去する非開胸食道抜去術は開胸操作がなく，短時間で手術が終了するものの^{17,18)}，盲目的操作による出血や縦隔内臓器損傷などの合併症も多く，安全な手術とは言い難い。著者らは日本人の体型にあった縦隔鏡を模索して改良を重ねてきた結果，冠動脈バイパス時のグラフトに大伏在静脈を採取するためのペインハーベスト用ダイセクターを縦郭鏡兼リトラクターとして応用することにより今までにない明瞭な術野が確保できるようになり，気嚢法を用いなくても良好な術野を得ることができ，上縦隔郭清も可能となった^{19,20)}(図3)。手術による合併症は開胸手術に比べきわめて少なく，治療成績も開胸手術に劣らなかった^{20,21)}。

乳癌に対する鏡視下腋窩郭清術

腹腔鏡手術は腹腔というスペースに二酸化炭素を注入することにより広範囲な術野を確保することができる。胸腔鏡は胸郭内を占めている肺を脱気虚脱することにより術野を得ることができる。縦隔というもともとスペースのない “道なき道” を切り開き明瞭な術野を確保でき

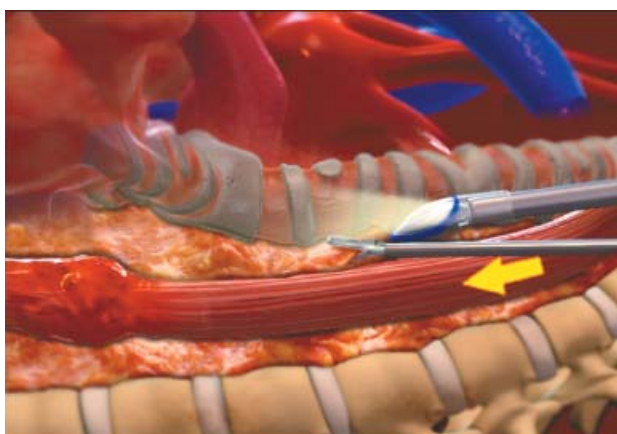


図3 縦隔鏡下食道切除術

盲目的に行っていた非開胸食道抜去術に縦隔鏡を導入することにより、侵襲の過大な食道癌手術が低侵襲治療下に安全に行えるようになった。

たことは大きな収穫であった。この縦隔鏡は同様にスペースのない乳腺や甲状腺に対する鏡視下手術にこのダイセクターが応用されるきっかけを作った。当初、乳腺疾患に対する鏡視下手術は良性疾患に対する核出術や部分切除に限定され全身麻酔が必要であった。乳癌のリンパ節郭清に関しては脂肪吸引によりリンパ節を露わにし、ピックアップ切除する報告はあったがリンパ節の破損による局所再発等問題点が多かった。著者の開発した内視鏡下腋窩郭清術¹¹⁾は従来の大切開と同等の en bloc 郭清が可能であり、2003年4月に厚生労働省から高度先進医療として認可されている²²⁾ (図4)。

センチネルリンパ節生検

1960年、Gould は耳下腺悪性腫瘍で癌細胞が最初に転移するリンパ節をセンチネルリンパ節 (SLN) と命名した²³⁾。1977年 Cabanas は陰茎癌治療においてその存在を明らかにするとともに SLN 転移の有無が予後予測因子になることを証明した²⁴⁾。1992年 Morton が悪性黒色腫で青色色素を用いて SLN の同定を行いリンパ節郭清が省略できる可能性を示唆した²⁵⁾。乳癌手術においてはリンパ節転移個数が予後と術後治療を決めるための大切な因子でありリンパ節郭清は必須であつが、術後に腋窩の変形や知覚、運動障害、腕の浮腫を惹起する可能性があり、腋窩郭清を省略すれば術後のリンパ液ドレナージも不要で、在院日数も短縮できることから多くの施設で受け入れられた²⁶⁾。1993年 Krag は放射性同位元素 (RI)

腋窩郭清術における皮切の変



図4 乳房温存療法における皮膚切開の変遷 (鏡視下腋窩郭清術) 従来は大切開で行っていた腋窩郭清術に内視鏡手術を導入し、従来の大切開と同等の en bloc 郭清が可能となった。2003年4月に厚生労働省から高度先進医療として認可されている。

をコロイド化したトレーサーを注入し、RI の測定により SLN を同定するガンマプローブ法を開発し²⁷⁾、1994年 Giuliano は青色色素を用いて乳癌で SLN を同定する色素法を発表した²⁸⁾。現在両者の併用で同定率が高く推奨されている²⁹⁾。しかし、RI 使用に使用制限があるわが国においては RI 法を施行できる施設が限られているため、術前診断ができず、同定が難しい色素単独の同定法が広く行われているのが現状である。そこで精度の優れた SLN ナビゲーションシステムを構築すべく水溶性造影剤を用いた CT scan による SLN 同定システムを開発した^{30) 31)} (表1)。この方法は微小粒子である通常の経静脈的造影剤を腫瘍周囲に注入し、リンパ管と SLN を描出することが可能であり、CT scan の普及が世界一であ

表1

センチネルリンパ節生検の歴史	
1992 Morton	Melanomaで色素 (isosulphan blue, lymphazurin) を腫瘍周囲に注入しSentinel nodeを同定
1993 Krag	ラジオアイソトープ (99m Tc-sulfur colloid) で乳癌SLNを同定
1994 Giuliano	色素 (isosulphan blue, lymphazurin) で乳癌Sentinel nodeを同定
2004 Suga, Tangoku	CTリンパ管造影法を開発、通常の造影剤でSLNを同定

るわが国発の画期的な SLN 同定法である。

この方法と従来法との違いは、腫瘍からのリンパ流が鮮明に描出されることで、高い精度で SLN の個数と部位診断ができる上、今までわかっていなかったリンパ管とセンチネルリンパ節との関係も解明され³²⁾、転移リンパ節の術前診断も可能であることが判明した^{31, 32)}(図 5)。

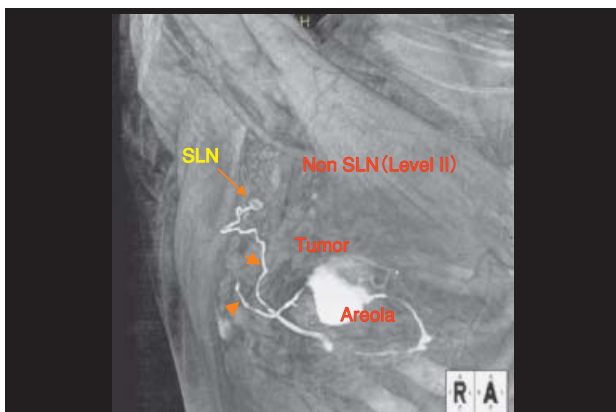


図5 CTリンパ管造影によるセンチネルリンパ節の同定

CT scan の普及が世界一であるわが国発の画期的な SLN 同定法である。水溶性造影剤を乳輪皮下と腫瘍周囲に注入し SLN (矢印)、リンパ路 (矢頭) SLN より先のリンパ節も立体表示画像で周囲の解剖学的関係とともに同定することができる。この方法と従来法との違いは、腫瘍からのリンパ流が鮮明に描出されることで、高い精度で SLN の個数と部位診断ができる上、今までわかっていなかったリンパ管とセンチネルリンパ節との関係も解明され、癌腫によるリンパ管の閉塞からリンパ管の停滞、蟹の爪様リンパ節の描出不良、迂回によるルートの上逆走などの所見により転移リンパ節の術前診断も可能であることが判明した。

内視鏡を用いた 1 泊 2 日乳癌手術

CT リンパ管造影をもとにリンパ節転移がないと思われる症例に対しては 1 泊 2 日で局所麻酔下に手術を行っている。1%キシロカインを用いて局所麻酔を十分に行う。青色色素 (Indigocarmine or Isocyanine green) を乳輪周囲皮下か腫瘍辺縁乳腺組織に注入しマッサージを行う。青い色素は水溶性造影剤と同様にリンパ管とリンパ節に入り、2 次 3 次リンパ節も染色されるため、CT で解析した SLN のみを生検する。腋窩にかからずブラジャーに隠れる乳房外側に 1.5 ~ 2 cm の弧状切開を加え、5 mm 径の直視型光学視管を装着した透明なトロッカーを CT で同定されている SLN に向かって挿入する (図 6 A)。モニター上に青く染まったリンパ管が同定できるのでそれに沿ってトロッカーを進めていくと SLN に到

達する。青く染まった SLN を体外に取り出し生検する。この方法の利点は剥離範囲がトロッカー穿刺孔のみでほとんど瘢痕組織を残す事がなく、後日、郭清をした場合でも癒着がほとんどない点である。続いて乳腺部分切除を行う。小さな創での手術には皮膚の損傷、腫瘍の播種、感染を防ぐ目的で創縁に独自に開発したシリコンシートで作ったプロテクターを装着し、その張力で開創する (図 6 B)。

摘出したリンパ節はホルマリン固定し 2 mm に細切して HE 染色にて転移の有無を判定する。転移が判明すれば全身麻酔下に鏡視下腋窩郭清術²²⁾を追加している。乳腺線組織内の癌の進展も永久標本でマッピングを行うことにより病理診断医に手間とストレスをかける術中迅速診断に頼ることなく、生検材料の分析結果から選択肢を提示して治療方針を決めている (図 7)。実際には、乳腺の 1/4 切除を行えば腫瘍周囲の乳管内進展も切除できるためほとんどは局所麻酔下の初回手術で外科治療を終了している。

本法は色素法や RI lymphoscintigraphy ではわからなかった腫瘍から腋窩に向かうさまざまなリンパ路を描出することができ、そのパターンは大きく分けて 4 つに分類されることに気付いた。すなわち、一筋のリンパ管が一つのリンパ節に注ぐ単ルート単センチネルリンパ節パターン (52%)、ルートは単独で多数のリンパ節が描出

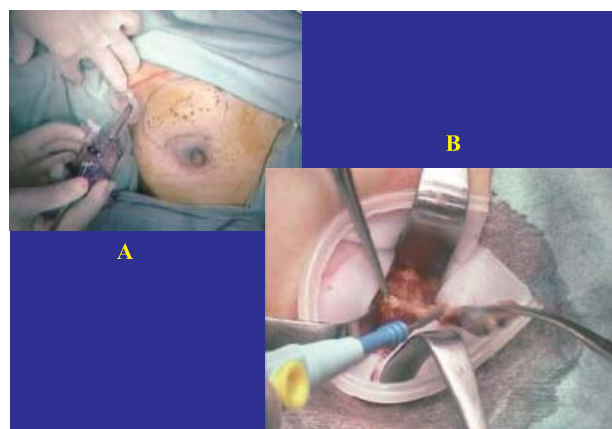


図6 リンパ節の生検

手術は局所麻酔下に 1 泊 2 日で行っている。乳房の外縁に 1.5 ~ 2 cm の皮膚切開をおき 5 mm 径の光学視管を装着した透明なトロッカーを CT で同定されている SLN に向かって挿入することにより SLN を同定 (A)、リンパ節を体外に引き出し生検する (B)。創縁には熱や鉤の牽引による皮膚損傷を回避し、感染、播種を防ぎ、張力による開創機能を持つ “フレキシブル創縁プロテクター” (実用新案) を装着する。



図7 センチネルリンパ節生検結果による治療選択肢
摘出したリンパ節はホルマリン固定し2mmに細切してHE染色にて転移の有無を判定する。転移が判明すれば全身麻酔下に鏡視下腋窩郭清術を追加している。転移がなくても現時点ではSLNBが研究段階であること、同定率は95%であり郭清術の方が転移診断精度で優れていることを説明して郭清の追加に関しては患者に選択してもらっている。乳腺組織内の癌の進展も永久標本でマッピングを行い、その結果から追加切除や乳腺全摘、乳房切除の選択肢を提示し納得のいく治療選択を提示している。

される単ルート多センチネルパターン(10%)、多数のルートをとる単独のリンパ節が描出される多ルート単センチネルパターン(16%)と多数のルートと多数のリンパ節が描出される多ルート多センチネルパターン(22%)である。従来法での偽陰性は多センチネルの場合に危険性が増すことは容易に想像がつく。さらにこの方法は腫瘍と乳輪からのリンパ管の走行とそのリンパ管が流入するSLNをリアルタイムで立体的に確認できるためリンパ管の停滞所見や反転像、リンパ節の造影不良などから転移の有無を予測することも可能である³²⁻³⁴⁾。また、従来のRI法によるlymphoscintigraphyではshine-through現象により描出されない乳房内リンパ節など腫瘍近傍のSLNも描出でき、胸骨傍リンパ節の描出可能であった³²⁻³⁴⁾。術前化学療法(NAC)後のSLNBは従来法では偽陰性率が高まることが報告されているが、リンパ管の癌による閉塞やそれによるリンパ流の変化が描出できる本法ではNAC後のSLNも正確に同定できることがわかった。

食道癌に対するセンチネルリンパ節生検

食道癌は高頻度にリンパ節転移を起こすため、頸、胸、腹部にわたるリンパ節郭清を必要とするため侵襲が過大となり、術後合併症も多い。しかし、表在癌の約半数は

リンパ節転移がなく、不必要なリンパ節郭清を強いられていることになる。もし、術前に正確にリンパ節転移が予測できれば生命にかかわる合併症を起こさずリンパ節郭清を省略できることになる。そこで食道癌に対してCTLGを導入しfeasible studyを行ってきた^{34,35)}。しかし、食道はリンパ網が発達しており、リンパ路は多方向に向うと考えられた。実際、SLNは上縦隔、傍食道、気管支周囲、噴門と多数存在し、腫瘍からのリンパ路も上縦隔や腹腔へ向うものが複数見られた(図8)^{34,35)}。この方法で表在癌の術前センチネルリンパ節同定が100%できるようになった。現在、縦隔鏡下食道切除術と組み合わせ低侵襲根治手術を実践している。縦隔鏡下SLN生検と内視鏡下粘膜切除術を組み合わせることにより食道を温存することも可能となる。

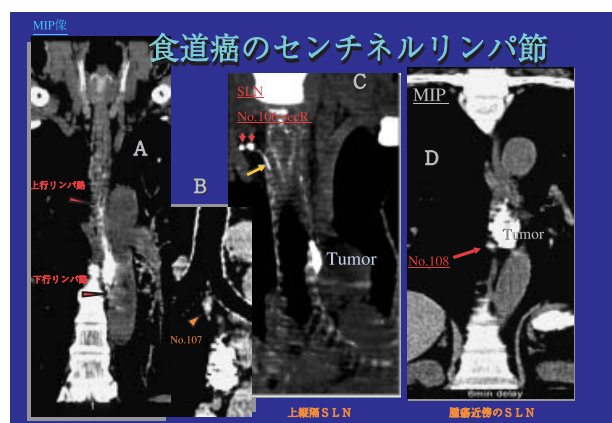


図8 食道癌におけるセンチネルリンパ節生検
食道はリンパ網が発達しており、リンパ路は多方向に向うが、CTLGを行うことにより描出可能である。
A: 上行, 下降するリンパ管, B: 気管分岐部リンパ節, C: 右反回神経リンパ節, D: 腫瘍近傍のリンパ節。この描出はRI法ではShine through現象により不能である。

おわりに

外科におけるイノベーションは患者の利益に直結し、死亡率の低下や治療成績の向上のみならず低侵襲という福音を与える。しかし、患者が真に求める低侵襲治療とは再発がなく、合併症のない安心して受けられる手術である。この根治性と低侵襲性という相反する命題を満足させるべく癌に対する鏡視下手術に取り組んできた。侵襲の大きい食道癌手術に縦郭鏡を用いて短時間で微小な出血で食道切除が可能となり、術後合併症を極端に減らすことができた。通常の水溶性造影剤を使用するCT-

lymphography は腫瘍からのリンパ管がセンチネルリンパ節 (SLN) に到達する経路も確認できる画期的なセンチネルリンパ節同定法であり, 術前に転移を予測することも可能である。本法と鏡視下手技を併用し, 1泊2日の乳癌根治術を実践している。転移があれば鏡視下郭清術を行い, 根治性を担保している。リンパ網が多方向に広がる食道癌においてもCTLGにより高い確率でSLNを同定することができた。縦郭鏡下リンパ節サンプリングや内視鏡下粘膜切除術と併用することにより低侵襲手術が実現できる。

鏡視下手術は低侵襲性と根治性を両立させた画期的な術式となる可能性があるが手術を安全, 円滑に行うための手段であり決して目的ではないことを銘記すべきである。

文 献

- Moore, F. D., John Collins Warren and his act of conscience: a brief narrative of the trial and triumph of a great surgeon. *Ann. Surg.* 229 : 187 96 , 1999
- J.・トルワールド/著, 大野和基/訳: 外科の夜明け 防腐法 - 絶対死からの開放. 小学館, 東京, 1995
- 有吉佐和子: 華岡青洲の妻 The doctor's wife 英文版 講談社インターナショナル, 東京 2003
- 丹黒 章: 手術が必要な場合は 乳がんをめぐる運動・生活ガイド, 岡崎邦泰, 森本忠興, 武藤芳照 編, 日本医事新報社, 東京 2006 pp 45 50
- Fisher, B., Bauer, M., Margolese, R., Poisson, R., *et al.*: Five-year results of a randomized clinical trial comparing total mastectomy and segmental mastectomy with or without radiation in the treatment of breast cancer. *N. Engl. J. Med.* 312 : 665 73 ,1985
- Veronesi, U., Saccozzi, R., DelVecchio, M., Banfi, A., *et al.*: Comparing radical mastectomy with quadrantectomy, axillary dissection, and radiotherapy in patients with small cancers of the breast. *N. Engl. J. Med.* 305 : 6 11 ,1981
- Fisher, B., Redmond, C., Fisher, E. R., Bauer, M., *et al.*: Ten-year results of a randomized clinical trial comparing radical mastectomy and total mastectomy with or without radiation. *N. Engl. J. Med.* 312 : 674 81 ,1985
- 丹黒 章, 林 弘人, 安部俊弘, 平澤克敏 他: 胸部食道癌に対する縦隔鏡下食道拔去術. *手術* 50 : 1813 7 ,1996
- 丹黒 章, 林 弘人, 山本 滋, 安部俊弘 他: 胸部食道癌に対する胸腔鏡の応用. *手術* 50 : 207 15 , 1996
- 樋脇一久, 丹黒 章, 岡 正朗: Hemi-double stapling method を用いた腹腔鏡下幽門側胃切除術. *手術* 51 : 677 80 ,1997
- 丹黒 章, 為佐卓夫, 松岡功治, 森田克彦: 乳房温存手術における内視鏡下腋窩郭清術. *日本内視鏡外科学会雑誌* 6 : 66 73 2001
- 西原謙二, 上野富雄, 山本光太郎, 正木裕児 他: 腹腔鏡下腓体尾部切除術. *手術* 52 : 1299 304 ,1998
- Kato, H., Tachimori, Y., Watanabe, H., Yamaguchi, H., *et al.*: Superficial esophageal carcinoma: surgical treatment and the results. *Cancer* 66 : 2319 23 ,1990
- Akiyama, H., Tsurumaru, M., Udagawa, H., Kajiyama, Y.: Radical lymph node dissection for cancer of the thoracic esophagus. *Ann. Surg.* 220 : 364 73 ,1994
- Altorki, N.: En-bloc esophagectomy-the three field dissection. *Surg. Clin. North. Am.* 85 : 611 9 2005
- Fang, W., Kato, H., Tachimori, Y., Igaki, H., *et al.*: Analysis of pulmonary complications after three-field lymph node dissection for esophageal cancer. *Ann. Thorac. Surg.* 76 : 903 8 2003
- Orringer, M. B., Marshall, B., Iannettoni, M. D.: Transhiatal esophagectomy: Clinical experience and refinements *Ann. Surg.* 230 : 392 403 ,1999
- Akiyama, H., Tsurumaru, M., Ono, Y., Udagawa, H., *et al.*: Esophagectomy without thoracotomy with vagal preservation. *J. Am. Coll. Surg.* 178 : 83 5 ,1994
- Tangoku, A., Hayashi, H., Kanamura, S., Yoshino, S., *et al.*: Lymph node metastases identified with mediastinoscopy in patient with superficial carcinoma of the esophagus. *Surg. Endosc.* 14 : 595 2000
- Tangoku, A., Yoshino, S., Abe, T., Hayashi, H., *et al.*: Mediastinoscope-assisted transhiatal esophagectomy for esophageal cancer. *Surg. Endosc.* 18 : 383 9 2004
- 丹黒 章, 清家純一, 本田純子, 吉田卓弘 他: 消化器外科手術アトラス. 食道癌に対する縦隔鏡下食道切除術. *消化器外科* 29 : 1383 96 2006
- 丹黒 章, 中野基一郎, 山本 滋: 乳房温存療法に

- おける鏡視下腋窩郭清術 . 高度先進医療 . からだの科学 , 増刊 : 147 50 2005
- 23 . Gould, E. A., Winship, T., Philbin, Ph., Kerr, H. H. : Observations on " sentinel lymph node " in cancer of the parotid. *Cancer* ,13 : 77 8 ,1960
- 24 . Cabanas, R. M. : An approach for the treatment of penile carcinoma. *Cancer* ,39 : 456 66 ,1977
- 25 . Morton, D. L., Wen, D. R., Wong, J. H., Economou, J. S., *et al.* : Technique details of intraoperative lymphatic mapping for early-stage melanoma. *Arch. Surg.* ,127: 392 9 ,1992
- 26 . Burak, W. E., Hollenbeck, S. T., Zervos, E. E., Hock, K. L., *et al.* : Sentinel lymph node biopsy results in less postoperative morbidity compared with axillary lymph node dissection for breast cancer. *Am. J. Surg.* ,183 : 23 7 2002
- 27 . Krag, D. N., Weaver, D. L., Alex, J. C., Fairbank, J. T. : Surgical resection and radio-localization of sentinel node in breast cancer using a gamma probe. *Surg. Oncol.* 2 : 335 40 ,1993
- 28 . Giuliano, A. E., Kirgan, D. M., Guether, V., Morton, D. L. : Lymphatic mapping and sentinel lymphadenectomy for breast cancer. *Ann. Surg.* 220 : 391 8 ,1994
- 29 . Schwartz, G. F., Giuliano, A. E., Veronesi, U. : Proceedings of the consensus conference on the role of sentinel lymph node biopsy in carcinoma of the breast April 19 to 22, 2001, Philadelphia, Pennsylvania. *Cancer* 94 : 2542 51 2002
- 30 . Suga, K., Ogasawara, N., Okada, M., Matsunaga, N., *et al.* : Visualization of breast lymphatic pathways with an indirect computed tomography lymphography using a nonionic monometric contrast medium iopamidol : preliminary results. *Invest. Radiol.* 38 : 73 84 2003
- 31 . Tangoku, A., Yamamoto, S., Suga, K., Ueda, K., *et al.* : Sentinel lymph node biopsy using computed tomography-lymphography in patients with breast cancer. *Surgery* ,135 : 258 65 2004
- 32 . Suga, K., Yamamoto, S., Tangoku, A., Oka, M., *et al.* : Breast sentinel lymph node navigation with three-dimensional interstitial multidetector-row computed tomographic lymphography. *Invest. Radiol.* 40 : 336 42 2005
- 33 . 丹黒 章 , 山本 滋 , 長島由紀子 他 : 乳癌治療に対する最新のアプローチ センチネルリンパ節生検の現況と問題点 *ENDOCRINE SURGERY* 21 : 247 53 2004
- 34 . Tangoku, A., Seike, J., Nakano, K., Nagao, T., *et al.* : Current status of sentinel lymph node navigation surgery in breast and gastrointestinal tract. *J. Med. Inv.* 54 : 1 18 2007
- 35 . Hayashi, H., Tangoku, A., Suga, K., Shimizu, K., *et al.* : CT lymphography-navigated sentinel lymph node biopsy in patients with superficial esophageal cancer. *Surgery* ,139 : 224 35 2006

Innovation in surgery

Akira Tangoku

Department of Oncological and Regenerative Surgery, Institute of Health Bioscience, The University of Tokushima Graduate School, Tokushima, Japan

SUMMARY

Patients have been relieved from pain by general anesthesia and postoperative mortality has also improved by sterilization in 19th century. Progress in surgical technology improved the patient's quality of life. Transthoracic en bloc esophagectomy (TTE) with three-field lymph node dissection is a radical strategy for treatment of esophageal cancer, but the morbidity and mortality are still substantial. With the mediastinoscope, esophagectomy was performed safely under direct vision. There was only a small amount of bleeding, and surgical time was short. Little morbidity and no deaths were recorded.

Total mastectomy and pectoral muscle resection with en bloc axillar lymphadenectomy (Halsted operation) has been the gold standard of breast cancer treatment. Now breast conserving operation with sentinel lymph node biopsy (SLNB) has been becoming the new standard.

We developed a three-dimensional computed tomography lymphography (3D CT-LG) technique with commercially available iopamidol. Preoperative 3D CT-LG performed in patients with breast cancer and superficial esophageal cancer accurately depicted the lymph vessels and the SLNs in all patients. CT-LG allowed accurate direction of the lymph flow and SLN localization by quickly and adequately visualizing the direct connection between the SLN and its afferent lymphatic vessels on detailed cross-sectional images of lymphatic anatomy during the routine CT scan to evaluate distant metastases, thus resulting in successful SLN navigation with saving time and cost.

Key words : less invasive surgery, breast conserving therapy, mediastinoscope assisted esophagectomy, sentinel lymph node biopsy, CT lymphography