

- a: 胃結腸間アプローチのほうが、胃体部大彎と横行結腸との距離感がつかみやすく左胃大網動静脈の温存や合併切除も自在にできるうえに、脾体尾部を背側に確認できるので脾損傷の危険性も少なく、脾下極も確実に確認して脾結腸間膜を安全に剝離できる
- b, c: 胃結腸間アプローチで大網が厚くて左結腸曲のトップの剝離が行いにくい場合は、下行結腸の壁側腹膜付着部の剝離を頭側へ進め、脾下極を確認して外側から内側へ左結腸曲の腸管の辺縁を確認しながら剝離を行う
- d: 結腸左半切除では、口側は脾体尾部下縁に沿って横行結腸間膜を切離して横行結腸右側寄りまで、肛門側は直腸S状部までを剝離授動して、左半結腸を完全に授動する

図13 左結腸曲授動と左半結腸授動の注意点

上腸間膜動静脈前面の郭清を頭側へ進める。また、患者左側では網嚢開放部の脾体部腹側の層で剝離を内側に進め、中結腸動脈根部を左右から挟み込むようにしてNo.223リンパ節を郭清し、D3郭清とする(図12a)。血管は、中結腸動脈の右枝を温存し、左枝を処理する。なお、中結腸静脈は根部で処理することも多い。

●ピットフォールと対策

中結腸動脈の分岐形態は多彩であり、中枢側リンパ節郭清と支配血管の同定・処理には注意を要する。と

くに、上腸間膜動脈系血管と左結腸動脈の間にRiolan弓と呼ばれる副動脈(副中結腸動脈)が存在することがある。この副動脈が支配血管でTreitz靭帯の頭側で上腸間膜動脈から直接分岐している場合は、根部までの郭清は困難で、脾体部下縁で処理する。なお、3D-CT画像を活用すれば、術前に個々の患者の血管走行形態や病変支配血管を正確に知ることができ、術前シミュレーションや術中ナビゲーションとしてきわめて有用である。

2) 左側結腸間膜の剝離と左結腸動静脈の処理

手術台を左高位とし、Treitz靭帯を支点に小腸を右腹部に移動させる。左結腸間膜を牽引すると、腸間膜内に下腸間膜静脈(IMV)と左結腸動静脈(LCA & V)を索状物として確認できる。左側結腸間膜内側からアプローチし、上下腹神経叢を温存しつつ尾側から頭側へと下腸間膜動脈(IMA)根部を郭清する。IMA周囲の郭清を根部からLCA分岐部まで進め、IMAとIMVの間のリンパ節もen blocに切除側につけてD3

郭清とする。通常、LCA 分岐部は IMA 根部から 3~4 cm 末梢側で IMA に対して鋭角に分岐している。LCA 根部をクリッピングして切離し、外側で IMV を LCA と同レベルと臍体部下縁でクリッピングして segmental に切離側につけるように処理する。

次に、左側結腸間膜を内側から外側へ左腎前筋膜前面で剥離する。なお、左結腸間膜内の IMV は臍体部の背側で脾静脈や門脈に流入するため、左側結腸間膜の剥離を不用意に頭側へ進めていくと臍の背側へ入り、臍損傷や脾静脈損傷の原因となる。したがって、横行結腸間膜左側~左側結腸間膜移行部の剥離は、横行結腸間膜左側を臍体部の腹側で剥離してこれを左側結腸間膜側へ進めるのがよい(図12b)。さらに、左腎前筋膜前面~後腹膜下筋膜前面で腸間膜・腸管の剥離を内側から尾側外側へ進め、SD junction から直腸 S 状部まで十分に剥離授動する。

5. 左結腸曲の剥離授動

横行結腸左側から左結腸曲では、胃体部大彎と横行結腸の間の距離が短くなり、左結腸曲は脾結腸間膜で

脾下極に固定されている。左結腸曲近傍の進行癌に対する同部の授動では、下行結腸側からよりも横行結腸左側からの胃結腸間アプローチのほうが、胃体部大彎と横行結腸との距離感がつかみやすく左胃大網動静脈の温存や合併切除も自在にできるうえに、臍体尾部を背側に確認できるので臍損傷の危険性も少なく、脾下極も確実に確認して脾結腸間膜を安全に剥離できる(図13a)。

一方、左結腸曲の外側では、内側よりも大網が薄くなっているため、胃結腸間アプローチで大網が厚くて左結腸曲のトップの剥離が行いにくい場合は、下行結腸の壁側腹膜附着部の剥離を頭側へ進め、脾下極を確認して外側から内側へ左結腸曲の腸管の辺縁を確認しながら剥離を行う(図13b, c)。

この後、胃結腸間アプローチで左結腸曲の大網と腸間膜附着部を臍体尾部下縁で剥離して、これを尾側へ進めれば左腎前筋膜前面の剥離層に入りやすく、安全で適切に左結腸曲の完全授動を遂行できる。さらに、結腸左半切除では、口側は臍体尾部下縁に沿って横行結腸間膜を切離し

て横行結腸右側寄りまで、肛門側は直腸 S 状部までを剥離授動して、左半結腸を完全に授動する(図13d)。

6. 腸切除と吻合

臍部のポート創を 3~5 cm に延長し、創縁をラッププロテクターで保護して左半結腸を体外へ誘導する。体外で腸管切離予定部の辺縁動静脈を処理し、ステイプラーにて腸切除と functional end-to-end 法による吻合を行う。再度、気腹下に止血や腸間膜欠損部に小腸が嵌入していないことを確認するが、同部は修復せず、大網を充填し、すべての創を閉じて手術を終了する。

おわりに

結腸癌に対する腹腔鏡下結腸切除術のポイントと注意点を述べた。腹腔鏡下の外科解剖を熟知し、癌手術の原則を遵守した合理的なアプローチのもとでの確かな手技と適切な器具をシステム化して用いれば、不用意な偶発症・合併症や予期せぬ再発を予防しつつ、低侵襲手術としての有用性を最大限に引き出せると考えられる。

特集 進行大腸癌に対する腹腔鏡下手術—新たなる展開

横行結腸・下行結腸の進行癌に対する腹腔鏡下手術

—安全なリンパ節郭清のポイント—

田中 淳一・石田 文生・遠藤 俊吾・日高 英二
橋本 雅彦・齋藤 由理・池原 貴志子・工藤 進英

<日本内視鏡外科学会雑誌>

第13巻 第1号 別刷
2008年2月15日 発行

日本内視鏡外科学会

横行結腸・下行結腸の進行癌に対する 腹腔鏡下手術 —安全なリンパ節郭清のポイント—

田中 淳一* 石田 文生 遠藤 俊吾 日高 英二
橋本 雅彦 齋藤 由理 池原 貴志子 工藤 進英

Key words ◆ 腹腔鏡下手術, 横行結腸癌, 下行結腸癌

◆要旨: 横行結腸・下行結腸の進行癌に対する腹腔鏡下手術においては中結腸動脈 (middle colic artery: MCA), 下腸間膜動脈 (inferior mesenteric artery: IMA) あるいは左結腸動脈 (left colic artery: LCA) など主幹動脈根部の内視鏡下リンパ節郭清が最も重要な手技である。MCA 根部は横行結腸間膜の尾側と頭側の両方からアプローチする。下行結腸癌では S 状結腸癌の手技と同様に内側アプローチで IMA 根部あるいは LCA の起始部を確認して切離する。左結腸曲の剝離・授動では、下行結腸外側の癒合腹膜の切離と授動を反時計回りに頭側・内側に進める。視野が確保しにくいときは胃結腸間膜の切開を中央から左側に進め、最後に脾結腸間膜を切離して左結腸曲を脱転する。

はじめに

本邦では、大腸癌に対する腹腔鏡下手術 (laparoscopic surgery: LAC) は腹腔鏡下胆嚢摘出術について多く施行されており、最近では進行大腸癌に対する LAC 症例が増えている^{1,2)}。しかし、横行結腸あるいは下行結腸の進行癌に対する LAC は他の進行結腸癌における LAC に比較し、その手術手技の難易度が高いとされる^{3,4)}。

本稿では、横行結腸および下行結腸の進行癌に対するリンパ節郭清を含む LAC が安全に施行されるために必要な手術手技上のポイントについて述べる。

進行大腸癌に対する LAC

進行大腸癌に対し LAC を遂行する場合、術前検査で腫瘍の局在と深達度、遠隔転移の有無を正しく診断すること、大腸および腸間膜周囲の膜解剖に則った適切な層で腸管と腸間膜の剝離・授動を行うこと、さらに自動縫合器・自動吻合器による安全な消化管吻合を行うことが重要であるが、最も重要なポイントは癌の手術として妥当であること、すなわち壁深達度とリンパ節転移度に応じた適切なリンパ節郭清を行うこと、腫瘍および転移の可能性のあるリンパ節を鉗子で挫滅しないことである。

* 昭和大学横浜市北部病院消化器センター

別刷請求先: 田中淳一 昭和大学横浜市北部病院消化器センター (☎224-8503 神奈川県横浜市都筑区茅ヶ崎中央 35-1)

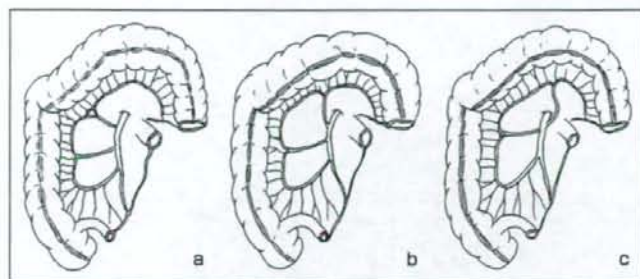


図1 横行結腸に分布する動脈

主たる動脈は中結腸動脈 (b) で右枝と左枝に分枝するが、横行結腸右側には副右結腸動脈 (a)、左側には Riolan 弓動脈 (c: 副中結腸動脈または副左結腸動脈) などの破格が存在する。

直腸癌のリンパ節郭清では自律神経温存手術が主流であるが、結腸癌におけるリンパ節郭清では支配血管根部周囲の脂肪組織の切除と血管根部をクリップあるいはベッセルシーリングデバイスで切離することが基本である。

横行結腸・下行結腸に対する LAC の特徴

横行結腸に分布する血管には変異・破格が多く (図1)、D2/D3 郭清手技の難度が高いこと、左結腸曲の剝離・授動の視野、正しい剝離層がとりにくいこと、さらに脾臓周囲の剝離郭清手技の難度が高いことが挙げられる。本邦の大腸癌研究グループ JCOG で進行中の LAC と開腹手術との RCT 研究においては横行結腸癌および下行結腸癌は除外している⁷⁾。しかし腹腔鏡下手術の拡大視効果などの特性を生かし、膜解剖に基づいた合理的な手技を行うことで、横行結腸・下行結腸癌ではむしろ緻密な癌手術が可能となる。

適応と禁忌

筆者らは横行結腸・下行結腸の進行癌に対しては 2001 年から他の進行結腸癌と同様の適応で LAC を施行している。すなわち、他臓器浸潤例 (T4)、腫瘍最大径が 7 cm 以上、高度リンパ節転移例、あるいは減圧不十分なイレウス例以外の進行結腸癌はすべて腹腔鏡下手術の適応としている。しかし、術者によって LAC の習熟度には格差があるため、他部位の LAC を十分経験し、できれ

ば日本内視鏡外科学会で審査・認定している技術認定医と同等の技術を習得してから、横行結腸・下行結腸癌症例を適応とすべきである⁸⁾。

腹膜播種を伴う進行大腸癌は LAC の禁忌であるが、同時性肝転移を伴う結腸癌症例に対し 2 期手術が選択される場合は、原発巣切除に内視鏡下手術を選択することもある。

術前処置と準備

手術 2~3 日前に大腸内視鏡検査を行い、腫瘍の局在を再確認し、腫瘍近傍に金属クリップあるいは点墨でマーキングする。大腸内視鏡検査に引き続き経肛門的に大腸内に空気を注入し、MD-CT 検査を施行する。3D 再構築による CT-colonography を作成し、腫瘍の局在による術式の検討を行う。さらに、この画像は角度や回転を加えて実際の手術でのナビゲーションに利用する。

手術室のセットアップと体位

患者をマジックベッドに乗せ、レビテータに両足首を固定する開脚位とする。両足には深部静脈血栓予防器具を装着する。図2のように、モニター TV、光学機器、手術用機器、器械台、麻酔器、麻酔科医、看護師、外科医を配置する。モニター TV はメインモニター 1 台でよいが、術者と対象臓器の線上に co-axial set-up であるように設置する。術者は横行結腸では患者の脚間に、下行結腸では患者の右側に位置する。

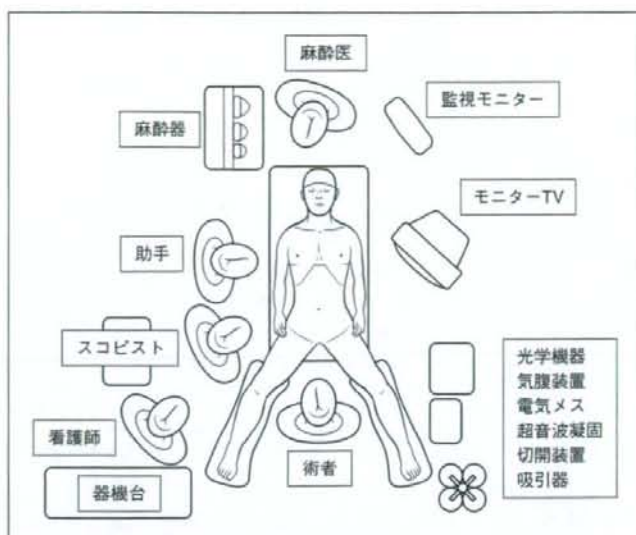


図2 手術室のセットアップ

図は横行結腸癌症例におけるセットアップを示す。下行結腸癌症例では術者が患者の右側に、スコピストが患者の右頭側に、助手が脚間あるいは患者の左側にそれぞれ位置する。

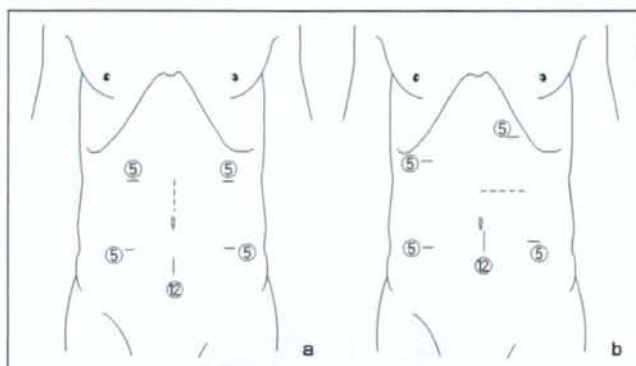


図3 横行結腸癌・下行結腸癌でのポートの位置

横行結腸癌症例 (a) と下行結腸癌症例 (b) のポートを示す。最初に 12 mm のスコープ用ポート (12) を開腹法で挿入し、ついで腹腔鏡下に 5 mm ポート (5) をそれぞれ刺入する。標本取り出し用小開腹創 (a: 上腹部正中, b: 左上腹部) に創縁保護器具を設置して腸管の切除と吻合を行う。

ポートの位置と術野の展開

横行結腸癌の D2/D3 リンパ節郭清では MCA と MCV の根部にアプローチするので、図 3 のよ

うにポートを配置する。最初のポートは臍の尾側に 12 mm のトロッカーを開腹法で挿入するが、開腹創の筋膜と腹膜に 2-0 バイクルル (強強彎) を通しておくとし術終了時の創閉鎖に有用である。

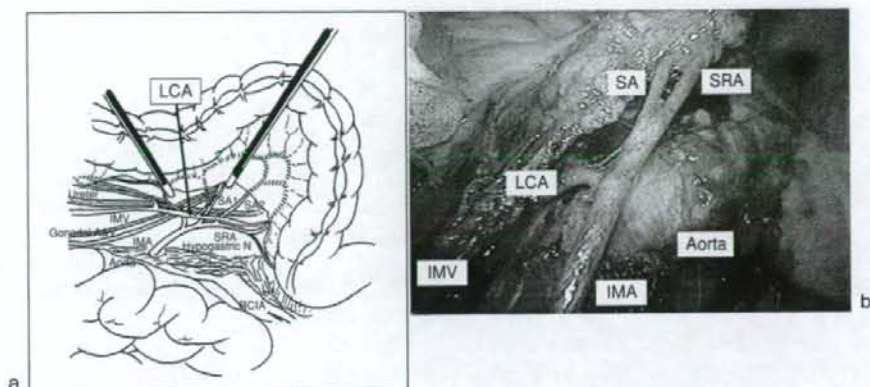


図4 下行結腸の外科解剖

IMA: 下腸間膜動脈, IMV: 下腸間膜静脈, LCA: 左結腸動脈, SA: S状結腸動脈, SRA: 上直腸動脈, Gonadal A&V: 精巣(卵巣)動静脈, RCI: 右総腸骨動脈, Ureter: 尿管, Hypogastric N: 上下腹神経叢, Aorta: 腹部大動脈, シェーマ(a)と実際の症例(b)を示す。

気腹圧は8 mmHgに設定し、CO₂ガスで気腹を導入する。最初1 l/minでゆっくりと送気する。腹腔鏡で腹腔内を観察しながら高速送気(20~35 l/min)に設定し、2番目からのトロッカーを刺入する。腹腔鏡にて肝転移やリンパ節腫脹の有無を確認するが、術前検査で見逃されやすい肝表面の肝転移は入念に観察する。転移が疑われる場合は腹腔鏡下に超音波検査を行う。肝外側区域は鉗子で挙上し、胃に接する肝の裏側を観察することを忘れてはいけない。大網に非解剖学的癒着があれば剥離し、横行結腸の展開を容易にしておく。

横行結腸切除では大半は水平位で手技が進められるが、大網や横行結腸あるいは小腸が視野の妨げになるようであれば頭低位、あるいは頭高位にする。左右の結腸曲の剥離・授動では頭高位に軽度左右のローテートを加えると術野の展開が良好になる。

横行結腸の外科解剖

横行結腸への主たる動脈は中結腸動脈の右枝、左枝であるが、副中結腸動脈などの副動脈を伴うことも稀ではなく、これらはすべて横行結腸間膜内を走行する。右側横行結腸間膜は胃結腸間膜と癒合し、臍頭部前面に幅広く癒着する。一方、中央から左側の横行結腸間膜は胃結腸間膜、胃の後

壁および臍前面で網嚢を形成し、臍体尾部の下縁に付着している。横行結腸に分布する動脈は多彩であり、中結腸動脈のほか右結腸曲への副右結腸動脈と左結腸曲へのRiolan弓と呼ばれる副動脈(副中結腸動脈または副左結腸動脈)が15~30%存在する(図1)。なお、左結腸動脈と横行結腸遠位側の辺縁動脈との間に存在するアーケード動脈をRiolan弓と呼ぶこともある。静脈系は一般に動脈系に伴走するが、右側横行結腸では中結腸静脈(middle colic vein: MCV)がHenleの胃結腸静脈幹に流入することが多い。

下行結腸の外科解剖

下腸間膜動脈(inferior mesenteric artery: IMA)根部は、腹部大動脈分岐部から4~5 cm頭側で十二指腸水平部の下縁1~2 cmに位置する。左右の腰内蔵神経はIMAに分枝を出した後、腹部大動脈分岐部前面で合流し上下腹神経叢となる(図4a)。自律神経温存手術ではIMAに分布する左右腰内蔵神経の分枝神経のみを切離する。左結腸動脈LCAは、IMA根部から3~4 cm末梢で単独あるいは第一S状結腸動脈から鋭角的に分岐することが多い(図4b)。IMAは第二あるいは第三S状結腸動脈を分岐後、上直腸動脈SRAとして静脈に伴走しながら直腸固有筋膜内

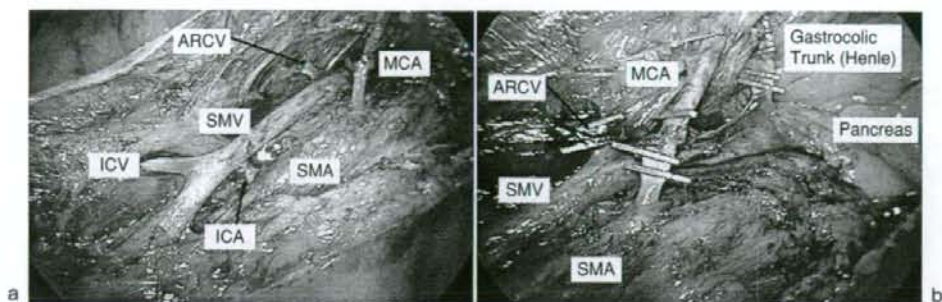


図5 右側横行結腸癌のリンパ節郭清

SMA：上腸間膜動脈，SMV：上腸間膜静脈，ICA：回結腸動脈，ICV：回結腸静脈，MCA：中結腸動脈，Gastrocolic Trunk：Henleの胃結腸静脈幹，ARCV：副右結腸静脈。この症例ではARCVがICVの頭側でSMVに流入していたが、右結腸動脈は欠損している。Surgical Trunk (a)と中結腸動脈根部 (No.223)の郭清を示す (b)。

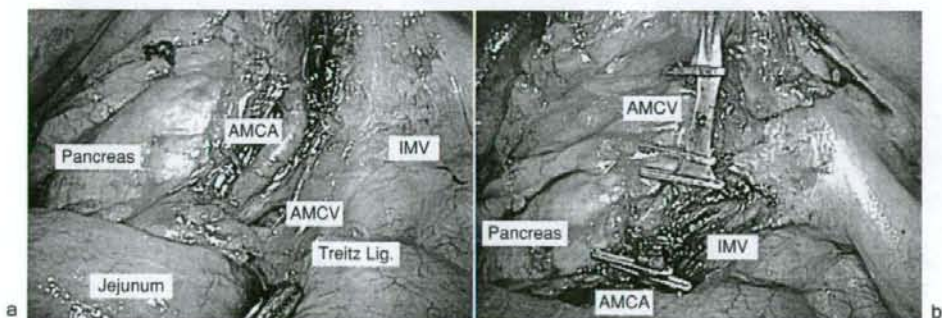


図6 左側横行結腸癌のリンパ節郭清

AMCA：副中結腸動脈，AMCV：副中結腸静脈，Treitz Lig.：Treitz 靭帯，IMV：下腸間膜静脈，AMCAが脾の下縁で横行結腸間膜内を左方に走行し、左結腸曲に向かう (a)。AMCVはIMVに流入する部位でクリップを掛けて切離す (b)。

を走行する。下行結腸の腸間膜が適切な層で剝離・授動されると、背側に残した後腹膜下筋膜のさらに背側に、左精巣（卵巣）動脈は尿管の前面でIMA根部の高さで交差し左尿管の外側で下行するのが透見される。全結腸中で下行結腸は最も血流に乏しい結腸であり、この部位での切除吻合にあたっては吻合部の血流に十分注意する必要がある。

アプローチと結腸の授動

筆者らは基本的に内側アプローチで手技を進めるが、横行結腸癌でMCAの根部処理では網嚢を開け、脾下縁を確認して横行結腸間膜の頭側から

のアプローチを併用することでMCAの根部を確実に露出することが可能となる。下行結腸では内側アプローチでLCA (left colic artery) を切離し、そのまま後腹膜下筋膜の腹側で腸間膜剝離を進めるが、IMV (inferior mesenteric artery) に沿って脾下縁から脾後面にもぐってしまうので深追いせず、横行結腸間膜の頭側から脾体尾部の下縁を確認する。左結腸曲は下行結腸の十分な授動と大網の開窓を行った後に癒着している脂肪組織と結腸外側に沿って近傍の漿膜を切開すると、左横膈膜結腸間膜および脾結腸間膜が切離され、左結腸曲が尾側に授動される。

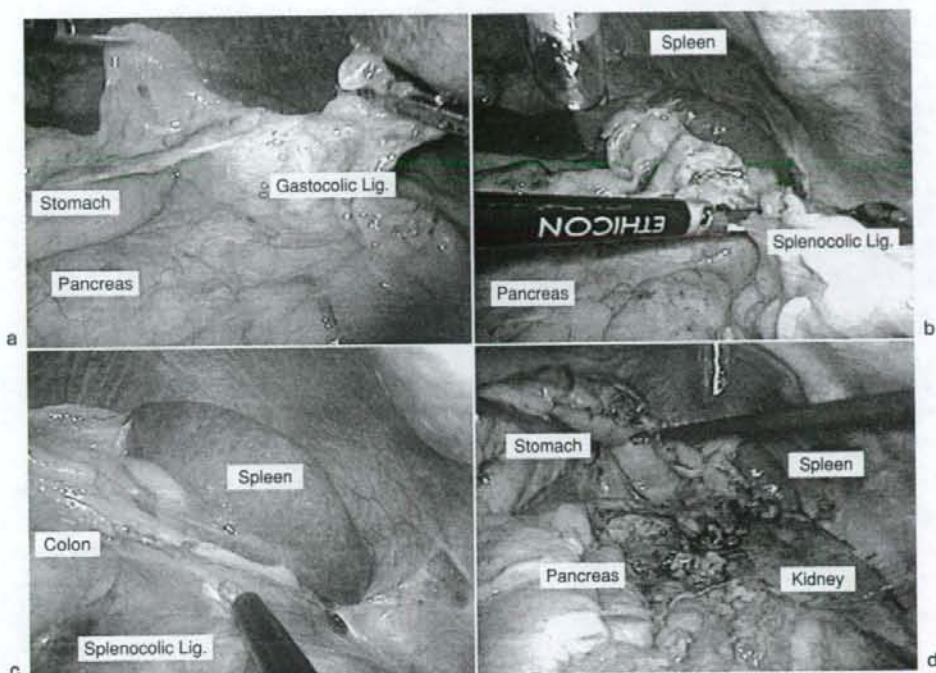


図7 左結腸曲の授動

胃結腸間膜左側の切開で胃後面、脾体尾部の前面、横行結腸間膜左側の頭側が露出され (a)、脾下極に切離を進めると癒着した脂肪組織と脾結腸間膜に至る (b)。脾結腸間膜は下行結腸外側からの剝離・授動に引き続き、良視野で脾下極から切離される (c)。横行結腸間膜を脾下縁から切離し、左結腸曲が完全に脱転されると左腎臓前面 (Gerota 筋膜)、脾体尾部が一望されることになる (d)。

右側横行結腸癌のリンパ節郭清

横行結腸近位側の癌では上腸間膜動脈 (superior mesenteric artery : SMA) と上腸間膜静脈 (superior mesenteric vein : SMV) の surgical trunk を露出し、回結腸動静脈 (ileocolic artery : ICA/ileocolic vein : ICV) および右結腸動脈 RCA (right coronary artery) の存在の有無を確認しつつ、SMV の前面と右側を郭清する (図 5a)。腹腔鏡は臍の尾側ポートから挿入し、MCA 根部郭清に良好な視野が得られる。中結腸動脈 MCA が透見されない場合は助手に横行結腸間膜を頭側に展開させつつ、十二指腸水平部内側と十二指腸空腸曲を結ぶ線上で SMA の前面の腹膜を切開し上下に剝離を進める。横行結腸間膜の頭側からのアプローチを併用して、MCA の根部が扇の要と

なるよう横行結腸間膜の無血管野を開窓する (図 5b)。

左側横行結腸癌のリンパ節郭清

横行結腸遠位側の癌では MCA 根部 (D3) あるいは D2 郭清では MCA の左枝のみ起始部で切離する。大網と横行結腸を挙上したまま、空腸を右側に脱転させて横行結腸間膜左側の良好な展開を得る。このとき副中結腸動脈 AMCA (accessory middle colic artery) (副左結腸動脈 ALCA (accessory left colic artery) あるいは Riolan 弓が十二指腸空腸曲の Treitz 靱帯頭側で SMA (superior mesenteric artery) から分岐している場合は脾体部下縁で切離し (図 6a)、さらに IMV (interior mesenteric vein) に流入する副中結腸静脈 AMCV (accessory middle colic vein)

を切離する(図6b)。次いで、左側横行結腸間膜の切離を脾体尾部下縁に沿って左結腸曲に進める。

下行結腸癌のリンパ節郭清

下行結腸癌ではIMA根部を露出し、左右腰内蔵神経と上下腹神経叢を温存する。D3ではIMA根部を切離するが、D2ではIMAとSRAを温存し、LCAを起始部で切離する(図4b)。SAは変異が多いので、腫瘍の局在と栄養動脈の分布を考慮して腸管の切離範囲およびLCAを含む切離血管を決定する。

左結腸曲の授動(図7)

内側アプローチで血管を処理してリンパ節郭清を行い、そのまま後腹膜下筋膜の前面で腸間膜の剝離を進める。しかし、IMVに沿って脾下縁に剝離を進めると脾後面にもぐってしまうので、下行結腸の外側からの剝離と横行結腸間膜頭側からのアプローチを併用することになっている。

脾結腸間膜は左結腸曲がかなり高位にあるので左上腹部が高位となるように頭高位、右ローテートの体位とする。下行結腸の外側でToldt筋膜(fusion fascia)を切開し、後腹膜下筋膜前面で剝離・授動すると内側に左尿管と左精巣(卵巣)動静脈が透見される。頭側に剝離を進めると軽度盛り上がった左腎臓前面(Gerota筋膜)が観察されるので、これを背側に落とす。左横隔膜結腸間膜を結腸近くで切離し、左結腸曲に至ると結腸と脾臓の間に脾結腸間膜を確認できる。

脾結腸間膜の前面で大網が重なって癒着していることが多く、正しい層が不明瞭な場合は開窓した網囊の胃結腸間膜を中央から脾下極に向かって切離を進めると容易に癒着した大網と脾結腸間膜が切離される。このとき結腸を強く引くと脾臓の被膜が損傷され、出血するので注意する必要がある。

脾結腸間膜を切離し、左結腸曲を尾側に牽引すると結腸は脾下縁に付着する一部の横行結腸間膜のみである。これを切離して左結腸曲を完全に脱転して内視鏡下での手技を終了する。腸管が十分

に授動されていれば、自動縫合器を用いて容易に機能的端端吻合が可能である。横行結腸癌では上腹部に、下行結腸癌では臍の左側に小切開創(5~6cm)で開腹し、腸管の切除と吻合を行う。

腸管の切除と吻合

結腸の吻合は基本的に機能的端端吻合を行うので、腹腔鏡下に結腸の授動を十分に行っておくことが必要である。目安としては腫瘍の近位側・遠位側それぞれ約20cm腸管を授動しておき、小開腹創から無理なく腸管を創外に引き出せることが重要である。体外での吻合手技では腸間膜の剝離・授動は最小限とすべきで、辺縁動脈を含む小範囲の腸間膜の処理ですむように切離予定線を想定して内視鏡下で腸間膜切離を超音波凝固切開装置にて行っておく。広範囲に腸管を授動することで吻合部に緊張のかからないより安全な吻合が可能となる。授動が不十分であれば、小開腹創から腸管を引き出して行う手技で腸管や腸間膜の副損傷のリスクが高まる。また、腸間膜の処理にあたっては温存すべき辺縁動脈の副損傷に注意し、吻合部の血流障害をきたさないように注意する。機能的端端縫合では内視鏡下用の60mm、3列ステープルラインの線状自動縫合器を2個ないし4個用いる。剝離・授動が十分でも機能的端端吻合が余裕をもってできないようであれば三角吻合を行う。

おわりに

横行結腸・下行結腸の進行大腸癌に対する腹腔鏡下リンパ節郭清手技を中心に、手術を安全に行うためのポイントを述べたが、この領域は血管変異が多く、膜解剖も複雑で合理的郭清操作と左右結腸曲の広範な剝離・授動操作など高度な腹腔鏡下手術手技が要求される。早期大腸癌に対するLACの基本的な手技¹⁰⁾やS状結腸、上行結腸の進行癌に対するリンパ節郭清を含むLAC手技^{11,12)}に十分習熟したうえで、横行結腸・下行結腸進行癌に対するLACに適応を拡大するべきである。なお、高度肥満例などの困難例に対しては拡張した小切開からの剝離・授動や開腹移行も考慮し、決して無理をせず安全で確実な手術を心掛

けるべきである。

◆文献

- 1) 日本内視鏡外科学会：内視鏡外科手術に関するアンケート調査—第8回集計結果報告。日鏡外誌 11：527-628, 2006
- 2) 田中淳一：内視鏡外科の歴史。臨外 56：100-115, 2007
- 3) Millson JW, Boehm B: Laparoscopic colorectal surgery. Springer, pp 117-194, New York, 1996
- 4) 小西文雄：進行大腸癌に対する腹腔鏡下手術。日鏡外誌 7：324-331, 2002
- 5) 谷川允彦, 奥田準二, 豊田昌夫：腹腔鏡下大腸手術の最前線。大腸癌に対する腹腔鏡下手術。永井書店, pp 138-148, 2002
- 6) 福永正敏, 木所昭夫, 的場敏明, 他：横行結腸に対する腹腔鏡下手術。消化器外科 27：845-854, 2004
- 7) Kitano S, Inomata M, Sato A, et al: Randomized controlled trial to evaluate laparoscopic surgery for colorectal cancer: Japan Clinical Oncology Group Study JCOG 0404. Jpn J Clin Oncol 35: 475-477, 2005
- 8) 小西文雄：消化器一般外科における技術認定—審査の実際と採点のポイント。大腸。日鏡外誌 11：59-62, 2006
- 9) 田中淳一, 遠藤俊吾, 永田浩一, 他：腹腔鏡下手術の手技の実際 (2) S状結腸および直腸の早期癌に対する腹腔鏡下手術。早期大腸癌 6：33-42, 2002
- 10) 田中淳一, 石田文生, 遠藤俊吾, 他：早期大腸癌に対する腹腔鏡治療。消化器の臨床 10：72-81, 2007
- 11) 岡島正純, 有田道典, 浅原利正：専門医をめざすための経験すべき鏡視下消化器手術。跡見 裕, 上西紀夫, 杉原健一 (編)：回盲部切除, 右結腸切除, 横行結腸 (右側) 切除。メジカルビュー社, pp 114-123, 130, 2003
- 12) 榎本雅之, 杉原健一：専門医をめざすための経験すべき鏡視下消化器手術。跡見 裕, 上西紀夫, 杉原健一 (編)：下行結腸切除術, S状結腸切除術, 前方切除術。メジカルビュー社, pp 124-130, 2003

Laparoscopic surgery for advanced cancer of the transverse colon and the descending colon

Jun-ichi TANAKA, Fumio ISHIDA, Shungo ENDO, Eiji HIDAKA,
Masahiko HASHIMOTO, Yuri SAITO, Kishiko IKEHARA, Shin-ei KUDO

Showa University Northern Yokohama Hospital Digestive Disease Center

Appropriate dissection of the regional lymph nodes around the root of middle colic artery (MCA) and left colic artery (LCA) is the most important procedure in laparoscopic surgery for advanced colorectal cancer of the transverse colon and the descending colon. The root of MCA can be dissected from both caudal and cranial sides of the transverse mesocolon. In the case of a descending colon cancer, the inferior mesenteric artery or LCA is dissected through medial approach which is the same as the procedure for laparoscopic sigmoidectomy. Mobilization of the left flexure of the transverse colon from the spleen and the retroperitoneal space can be carried out by dissecting the fusion fascia around the descending colon and the gastrocolic ligament, and finally dissecting of the splenicocolic ligament.

A Comparison of Abdominal Cavity Bacterial Contamination of Laparoscopy and Laparotomy for Colorectal Cancers

Yoshihisa Saida Jiro Nagao Yasushi Nakamura Yoichi Nakamura
Toshiyuki Enomoto Miwa Katagiri Shinya Kusachi Manabu Watanabe
Yoshinobu Sumiyama

Third Department of Surgery, Toho University School of Medicine, Ohashi Medical Center, Tokyo, Japan

Key Words

Abdominal contamination · Laparoscopic surgery ·
Colorectal cancer · Postoperative infection · Douglas pouch

Abstract

Background/Aim: To compare intra-abdominal remnant bacterium between laparotomy and laparoscopic colorectal surgery. **Methods:** 72 patients with nonobstructive colorectal cancer were divided into two groups: laparotomy (47 cases) and laparoscopic surgery (25 cases). At the beginning of the operation just after the laparotomy incision was made or the trocars were inserted, 10 ml saline was irrigated into the Douglas pouch and collected through Nelaton's catheter. Just before closing the wound, 10 ml saline was collected in the same way as the initial lavage in both groups. The collected saline as a specimen was determined to obtain the number of surviving bacterium. **Results:** No growth of bacteria was observed at the beginning of both operations. The remnant bacterial detection rates from the lavage fluid collected just before closing the wound were 23 of 47 cases (49%) in the laparotomy group and 7 of 25 cases (28%) in the laparoscopic surgery group; higher detection was observed in the laparotomy group. The mean bacteria cell counts after lavage were 4.6×10^6 CFU/ml of aerobic bacteria and 1.9×10^3 CFU/ml of anaerobic bacteria in the laparotomy group

and 1.8×10^4 CFU/ml of aerobic bacteria and 1.6×10^2 CFU/ml in the laparoscopic surgery group: the laparotomy group demonstrated an apparently higher number of remnant bacterium. **Conclusions:** In colorectal resections, laparoscopic surgery demonstrated a lower incidence of intra-abdominal contamination than laparotomy.

Copyright © 2008 S. Karger AG, Basel

Introduction

Laparoscopic surgery has many advantages, including less invasiveness due to a smaller incision, reduced impact on body temperature, and less risk of intra-abdominal contamination. Although laparoscopic surgery for colorectal cancer requires more operative time, many studies have indicated that reduced invasiveness overrides this disadvantage. In addition, some reports indicate lower incidences of postoperative infectious diseases [1]. Although invasiveness has been investigated extensively, there have been few assessments of invasiveness from the perspective of bacteriological contamination. In the present study, we compare the levels of intra-abdominal remnant bacteria after lavage following laparoscopic surgery and laparotomy for the treatment of colorectal cancer.

KARGER

Fax +41 61 306 12 34
E-Mail karger@karger.ch
www.karger.com

© 2008 S. Karger AG, Basel
0253-4886/08/0253-0198\$24.50/0

Accessible online at:
www.karger.com/dsu

Yoshihisa Saida
2-17-6 Ohashi, Meguro-ku
Tokyo 153-8515 (Japan)
Tel. +81 3 3468 1251, Fax +81 3 3469 8506
E-Mail yoshihisa@nifty.com

Materials and Methods

Between August 2002 and March 2005, we enrolled 72 colorectal cancer patients with nonobstructive colorectal cancer. We excluded those undergoing low anterior resection, abdominoperineal resection, the Hartmann operation, or total colectomy. We also excluded patients with a past history of diabetes mellitus, steroid therapy, nutritional disorders, or infectious diseases. All subjects gave their informed consent after consultation with the surgeon. Patients were then divided into two groups: a laparotomy group of 47 cases and a laparoscopic surgery group of 25 cases. Patients were free to select their surgical procedure; there was no randomization. All data were collected prospectively. The study was approved by the Institutional Review Board of Toho University.

On the day before surgery, intestinal lavage using only a mechanical preparation was performed with 2 liters of polyethylene glycol solution; no chemical preparations were used. According to the guidelines for prevention of surgical site infection from the Centers for Disease Control and Prevention [2], Cefotiam (CTM, a second-generation cephalosporin) was given once to all patients 30 min before surgery. At the beginning of surgery, just after the laparotomy incision was made or the trocars were inserted, 10 ml of saline was irrigated into the pouch of Douglas and collected through a 10-Fr Nelaton catheter. Just before closure of the incision, 10 ml of saline was collected in both groups, using the same technique as the initial saline collection.

All procedures were performed by a single surgeon. For laparoscopy, the intestine was resected extracorporeally for operations on the right side of the colon; the distal colon was resected intracorporeally and the proximal section was resected extracorporeally in operations involving the left side. A functional end-to-end anastomosis was used for the right side of the colon; a double-stapling technique was used for the left side both in the laparotomy and in the laparoscopic surgery groups. Before we inserted the transanal anastomotic device when performing the double- or single-stapling technique, we irrigated the rectum with 1,000 ml warm water immediately before anastomosis in all cases.

Specimen Preparation

The collected saline specimen was mixed in 5 ml of Mueller-Hinton broth (Difco Laboratories, Detroit, Mich., USA), and 10-fold serial dilutions of the collected saline specimen were prepared. Each 50- μ l aliquot of the suspension was then spread on either Anaero Columbia agar with rabbit blood (Becton Dickinson, Cockeysville, Md., USA) and Bacteroides Bile Esculin agar (BBE, Becton Dickinson), or 5% sheep blood agar (Eiken Chemical Co. Ltd., Tokyo, Japan), CPS ID (Bio Mérieux, Inc., Hazelwood, Mo., USA), and EF agar (Nissui Pharmaceutical Co., Ltd., Tokyo, Japan) using a glass stick. Five percent sheep blood agar, CPS ID, and EF agar were incubated at 35°C for 18 h aerobically, while Anaero Columbia agar with rabbit blood and BBE agar were incubated at 35°C for 48 h anaerobically (Anaero Pack Anaero, Mitsubishi Gas Chemical Co., Inc., Tokyo, Japan). After incubation, the number of colonies was counted on each plate. To identify *Escherichia coli*, *Enterobacteriaceae*, *Enterococcus* species, *Staphylococcus aureus*, *Bacteroides fragilis* group, and *Clostridium difficile*, the biological and biochemical characteristics of the colonies were tested using the methods described in the *Manual of Clinical Microbiology* [3].

Table 1. Background: age, gender, location, Dukes classification and operating time

	Laparotomy group (n = 47)	Laparoscopy group (n = 25)
Mean age, years	70 \pm 10	64 \pm 10
Gender		
Male	25	14
Female	22	11
Location		
Cecum · Ascending	18 (38)	8 (32)
Transverse	6 (13)	1 (4)
Descending · Sigmoid	21 (45)	12 (48)
Rectosigmoid	2 (4)	4 (16)
Dukes		
A	14 (29)	13 (53)
B	15 (32)	8 (32)
C	18 (38)	4 (16)
Operative time, min	163 \pm 55	154 \pm 44, NS p = 0.57
Estimated amount of bleeding during operation, ml	98 \pm 103	48 \pm 34, NS p = 0.07

Figures in parentheses are percentages.

Surviving bacteria in collected saline specimens were counted. If the bacteria level was 5.0 CFU/ml or lower, bacteria were considered to be 'absent'. In addition, we collected clinical data regarding postoperative infections for 30 days after surgery. Postoperative infection was classified as such only when an additional procedure or treatment was required. All infectious complications were reported and confirmed by the physician responsible for regional infection control.

Statistical Analysis

The unpaired Student's t test was used to compare data between groups. A two-sided $p < 0.05$ was considered statistically significant.

Results

Average patient age was 70 years in the laparotomy group and 64 years in the laparoscopic surgery group (table 1). There was no difference in sex ratio between groups. The rectosigmoid colon was the operative site in 4% of the laparotomy group cases, as compared with 16% of the laparoscopic surgery group cases (table 1). The left side of the colon (which required using a double-stapling technique) was resected in 23 of 47 (49%) cases in the laparotomy group and 16 of 25 (64%) cases in the laparo-

Table 2. Bacterial detection rate within abdominal lavage

	Laparotomy group	Laparoscopic surgery group
At beginning of surgery	0/47	0/25
At end of surgery	23/47 (49%)	7/25 (28%)
Total aerobic bacterial count in abdominal lavage		
Positive rate	13/47 (28%)	4/25 (16%)
Mean bacterial count and SD, CFU/ml	$4.6 \times 10^6 \pm 1.5 \times 10^6$	$1.8 \times 10^4 \pm 8.0 \times 10^4$
Total anaerobic bacteria count in abdominal lavage		
Positive rate	19/47 (40%)	6/25 (24%)
Mean bacterial count and SD, CFU/ml	$1.9 \times 10^3 \pm 7.5 \times 10^3$	$1.6 \times 10^2 \pm 4.9 \times 10^1$

scopic surgery group. Fifty-two percent of laparoscopic surgery group cases were classified as Dukes A, as compared with only 29% in the laparotomy group; 38% of the laparotomy group cases were classified as Dukes C, as compared with only 16% in the laparoscopic surgery group (table 1). There was no difference in operative time or estimated blood loss between groups, and no transfusions were performed.

At the beginning of surgery, there was no evidence of bacterial growth in any patient. Remnant bacteria were detected in lavage fluid collected just before wound closure in 23 of 47 (49%) laparotomy group patients and 7 of 25 (28%) laparoscopic surgery group patients (table 2). At the end of surgery, remnant bacteria were detected in lavage fluid from 10 of 23 (43%) left colon cases in the laparotomy group and 4 of 16 (25%) left colon cases in the laparoscopic surgery group. In addition, remnant bacteria were detected in lavage fluid from 13 of 24 (54%) right colon cases in the laparotomy group and 3 of 9 (33%) right colon cases in the laparoscopic surgery group. The differences were not statistically significant. Remnant aerobic bacteria were detected in 13 of 47 (28%) laparotomy group patients and 4 of 25 (16%) laparoscopic surgery group patients (table 2). The mean aerobic bacterial cell count after lavage was 4.6×10^6 CFU/ml in the laparotomy group and 1.8×10^4 CFU/ml in the laparoscopic surgery group. Remnant anaerobic bacteria were detected in 19 of 47 cases (40%) in the laparotomy group and 6 of 25 cases (24%) in the laparoscopic surgery group; a higher rate was observed in the laparotomy group (table 2). The mean anaerobic bacteria cell count after lavage was 1.9×10^3 CFU/ml in the laparotomy group and 1.6×10^2 CFU/ml in the laparoscopic surgery group. When bacteria were present, the dominant bacteria were the aerobic *Enterococcus* and the anaerobic *Bacteroides*.

Regarding postoperative complications, wound infection occurred in 2 laparotomy cases (4%) and 1 laparoscopic surgery case (4%). There were no cases of intra-abdominal abscess or anastomotic leak in either group. Additional surgery for postoperative complications was not required in any subject.

Discussion

Braga et al. [1] reported that laparoscopic colorectal surgery resulted in a significant reduction in the incidence of 30-day postoperative infection and speculated that higher oxygen tension during laparoscopic surgery plays an important role in improving the systemic host response. In addition, reports have suggested that maintenance of body temperature is essential in decreasing contamination rates and shortening length of hospitalization [4]. Laparoscopic surgery does not fully expose the abdomen and is therefore the better alternative for maintaining body temperature. Moreover, reports show that laparoscopic surgery has immunological advantages [5] which could multiply the desirable effect of decreased intra-abdominal bacterial contamination on the incidence of postoperative infectious disease.

Our findings suggest that laparoscopic surgery for colorectal cancer results in considerably less bacterial contamination than laparotomy, as measured by bacteria detection rates and bacteria cell counts in lavage fluid taken at the end of surgery. In addition, our results confirm that laparoscopic surgery is less invasive from a microbiological perspective. Indeed, when we consider that bacteria were not detected in any cases preoperatively, contamination due to the procedure itself appears to be minimal. This may explain why a previous report has shown that the incidences of infectious complications are

lower for laparoscopic surgery than for open surgery [1]. This decreased incidence can be attributed to 2 factors: fewer bacteria are introduced intraoperatively in laparoscopy because of the smaller incision, and contamination from the intestinal lumen is prevented by the use of an extracorporeal anastomotic technique.

It has been reported that CO₂ insufflations may enhance the proliferation of anaerobic bacteria [6]. In the present study, however, there was no significant difference between the rates of detected anaerobic and aerobic bacteria. A recent study found that stapling devices might affect the incidences of anastomotic leakage and incidence [7, 8]. We therefore remain cautious about the intracorporeal use of staplers in both laparoscopic and open surgery. Although we have not noted any adverse events due to staplers, we believe that careful selection and usage of staplers is important in preventing surgical site infection and complications.

In the present study, there were many more patients with rectosigmoid cancer in the laparoscopic surgery group. However, because the operative method and surgical invasiveness are similar in the treatment of rectosigmoid and sigmoid cancer, we believe that this difference is not likely to have affected the results of this study.

The laparoscopic surgery patients tended to have less-invasive tumors. However, even if their lesions had been more advanced, only the area of lymph node dissection would have been expanded; the resection and anastomo-

sis of the intestine would have been performed in exactly the same manner. Therefore, we believe that tumor staging did not unduly influence the comparison of bacterial contamination between groups.

Although operative time did not significantly differ between groups in the present study, it is generally maintained that laparoscopic surgery requires more time than open surgery, if tumor depth and size are similar. Therefore, further comparison of the two procedures in terms of intra-abdominal bacterial contamination should include cases with closely matched colorectal cancer staging.

The results of low anterior resection for upper and lower rectal cancer are not described in this report. The authors plan to report these findings in future research.

Conclusion

Laparoscopic surgery for colorectal cancer results in less intra-abdominal bacterial contamination than open laparotomy.

Acknowledgement

This work was supported in part by a grant from the Japanese Society for the Advancement of Surgical Techniques.

References

- 1 Braga M, Vignali A, Gianotti L: Laparoscopic versus open colorectal surgery: a randomized trial on short-term outcome. *Ann Surg* 2002;236:759-766.
- 2 Mangram AJ, Horan TC, Gaynes RP, et al: Guideline for the prevention of surgical site infection, 1999. *Infect Cont Hosp Epidemiol* 1999;20:247-278.
- 3 Murray PR (ed): *Manual of Clinical Microbiology*, ed 8. Washington, American Society for Microbiology, 2003.
- 4 Kurz A, Sessler DI, Lenhardt R: Perioperative normothermia to reduce the incidence of surgical-wound infection and shorten hospitalization. Study of Wound Infection and Temperature Group. *N Engl J Med* 1996; 334:1209-1215.
- 5 Novitsky YW, Litwin DE, Callery MP: The net immunologic advantage of laparoscopic surgery. *Surg Endosc* 2004;18:1411-1419.
- 6 Sare M, Demirkiran AE, Tastekin N, Durmaz B: Effects of laparoscopic models on anaerobic bacterial growth with *Bacteroides fragilis* in experimentally induced peritonitis. *J Laparoendosc Adv Surg Tech [A]* 2003;13:175-179.
- 7 Brown SL, Woo EK: Surgical stapler-associated fatalities and adverse events reported to the Food and Drug Administration. *J Am Coll Surg* 2004;199:374-381.
- 8 Folkesson J, Nilsson J, Pahlman L, Glimelius B, Gunnarsson U: The circular stapling device as a risk factor for anastomotic leakage. *Colorectal Dis* 2004;6:275-279.

結腸癌の手術

3D-triple fusion画像(PET-CT, 腹部CTA, virtual colonoscopy)の有用性

竹政伊知朗 関本 貢嗣 池田 正孝 山本 浩文 森 正樹

消化器外科 2006年8月 第31巻第9号 通巻第387号

へるす出版

結腸癌の手術

3D-triple fusion 画像 (PET-CT, 腹部 CTA, virtual colonoscopy) の有用性

Preoperative simulation for colorectal cancer with multi-image 3D-triple fusion virtual reality

竹政伊知朗*

Ichiro Takemasa

関本 貢嗣**

Mitsugu Sekimoto

池田 正孝*

Masataka Ikeda

山本 浩文*

Hirofumi Yamamoto

森 正樹***

Masaki Mori

●要旨●個々の大腸癌症例に応じた適切な術式を選択するためには、術前の正確な局所進展度診断と、視覚的な腫瘍局および周囲臓器の立体的解剖の把握が重要であり、各種画像の静的・質的診断精度の向上が図られている。とくに大腸癌に対する腹腔鏡下手術では、術中に全体像の把握が難しいことより、術前シミュレーションおよび術中ナビゲーションに複合立体画像を用いて、効率的で安全な手術を遂行することが大切である。本稿では、FDG-PET/MDCT 撮像によって得られる画像を目的に応じた種々の画像に再構築し、多段階的に立体融合させる 3D-triple fusion 検査の臨床的有用性と問題点について、実際の症例を提示しながら概説する。

● key words : 結腸癌, FDG-PET, MDCT, 立体融合画像, 術前シミュレーション

はじめに

大腸癌術前検査の主目的は、壁深達度や他臓器への浸潤 (T 因子)、リンパ節転移 (N 因子)、遠隔転移 (M 因子) を診断することであるが、近年、PET による代謝機能的診断に加え、MDCT (multidetector-row CT) や MRI (magnetic resonance imaging) での高速撮像法が飛躍的に進歩し、時間、空間分解能の高い画像が撮像できるようになり、腫瘍病変の局在、周囲臓器の立体画像表示が可能となった。個々の症例に応じた過不足のない適切な術式を選択するためには、術前の正確な局所進展度 (TNM) 診断と、視覚的な腫瘍局および周囲臓器の立体的解剖の把握が重要であり、各種画像の複合的应用による静的・質的診断の向上が図られている。とくに大腸癌に対する腹腔鏡下手術では、術中腹腔鏡による拡大視で良好な微細視野が得られる反面、周囲臓器との関係など全体像の把握が難しいことより、術前シミュレーションおよび術中ナビゲーションに複合立体画像を用いて、効率的で安全な手術を遂行することが大切である。

本稿では、PET (positron emission tomography)/MDCT 画像を volume rendering 処理することによって、原発巣および転移巣の抽出画像、腹部 CT angiography (以下、CTA) による病変周囲の血管画像、および仮想内視鏡 (virtual colonoscopy, 以下 VC) 画像をワークステーション上で融合して得られる複合的立体画像: 3D-triple fusion 画像の有用性と問題点について、実際の症例を紹介しながら概説する。

各種画像検査

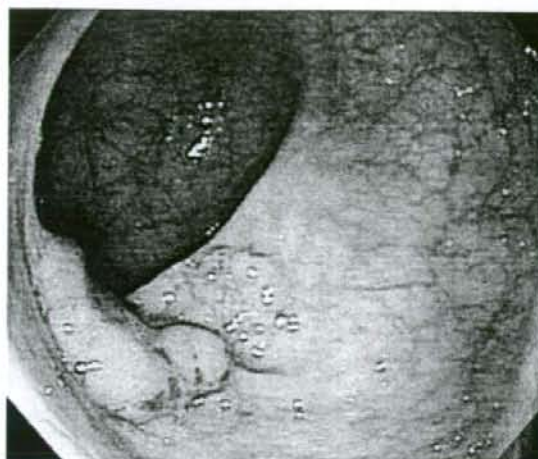
1. MDCT/CTA, VC

MDCT は、高速撮像により thin slice で軀幹全体を広く撮像することが可能であり¹⁾、この volume data から、高画質の MPR (multiplanar reconstruction) 像を再構成することより、任意断面の二次元画像を表示することが可能である。他臓器浸潤が疑われる症例では、浸潤方向と垂直な MPR 像を作成することで、浸潤の有無の判別精度が向上するほか、時間、空間分解能の高い画像によって腫大リンパ節をより詳細に描出できるようになり、リンパ節転移診断能の向上が期待される²⁾。

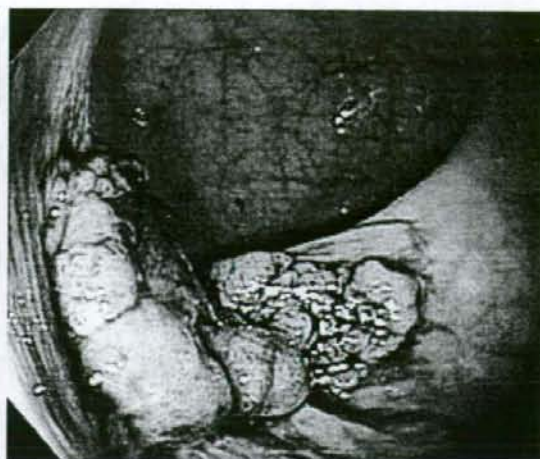
また、撮像時に造影剤を注入することで、腫瘍周囲

* 大阪大学大学院外科学講座消化器外科学

** 同准教授 *** 同教授



a: 通常内視鏡



b: 色素内視鏡

図1 20mm大の表面隆起型病変で、腫瘍中央にVI型 pit pattern を認め、sm 浸潤が疑われる病変

の血管走行や variation を CTA 画像として選択的に立体表示することや、あらかじめ経肛門的に大腸内腔に空気を入れ、内腔と周囲軟部組織のコントラストを向上させ、擬似的な注腸画像を再構成することで、腸管走行を把握することも可能である³⁴⁾。この腸管走行画像は VC 画像として、腸管内腔を大腸内視鏡で観察したように表示することも可能であり、病変の存在部位の特定に非常に有用である。VC は進行癌の検出感度が通常内視鏡と同等であるのに対し、検査に伴う合併症は少なくなり、費用対効果が高い検査法であるという報告もなされている³⁵⁾。

2. FDG (2-deoxy-18F-fluoro-glucose)-PET

PET は、癌細胞が正常細胞の 3～8 倍のブドウ糖をエネルギー源として取り込む現象を利用し、ブドウ糖によく似た放射線薬剤である FDG を投与し、癌の活性度に応じて FDG が集積する様子を画像化して、癌の存在、局在を特定する検査法である。FDG-PET は、糖代謝が亢進した部分を軀幹の広範囲で描出できるため、原発巣の描出に加え、リンパ節転移、遠隔転移の有無の評価にも積極的に用いられており⁶⁾、現在、肺癌、大腸癌、乳癌、悪性リンパ腫、膀胱癌、食道癌、婦人科癌など、13種類以上の癌で、PET 検査は治療法を決定する手法として保険収載されている。一方、早期癌の発見に関しては、消化管造影検査、消化管内視鏡検査が優れており、FDG-PET の有用性は高くないことを認識しておくことも大切である⁷⁾。

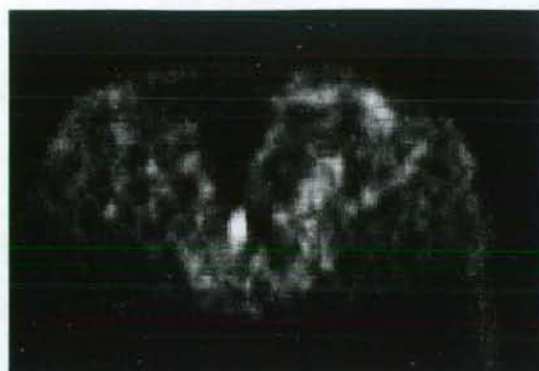
FDG-PET は空間分解能が低い画像であるため、

FDG が集積する病変を認めても、その病変の解剖学的な位置を確定することは困難なことが多い。近年、PET と CT を同時に同位置で撮像する PET/CT が開発された。CT が解剖学的な形態画像であるのに対し、PET は病巣の代謝機能の活性をとらえる生化学的画像であり、PET/CT 融合像によって癌診断の精度は飛躍的に向上した³⁶⁾。最近では、PET/CT 検査は治療前の臨床病期の診断だけでなく、化学療法や放射線療法など癌治療に対する効果判定や、局所再発診断、予後予測など癌臨床への応用が確実に広がってきている³⁷⁾。

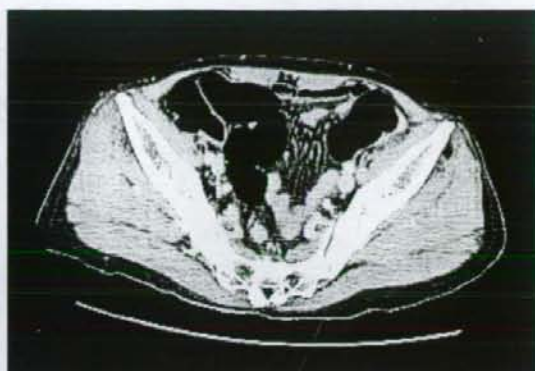
また、大腸癌検診にも応用されるようになり、大腸癌の死亡率減少効果の認められた便潜血よりも、感度が高く、偽陽性率は低く、陽性適中率が高く、検診として PET のほうが優れており、FDG-PET の大腸癌検診として有効性が示唆されたという報告もなされている⁷⁾。

FDG-PET/CT による術前リンパ節転移診断

大腸癌の術前リンパ節転移診断には、現在主に CT と MRI が用いられているが、リンパ節の大きさを転移診断基準としているため、その診断精度には限界がある。これまでの報告では、CT で約 50～80%、MRI で 55～85% の正診率であり、小さなリンパ節の転移診断には限界がある¹⁰⁾¹³⁾。PET/CT は、局所再発や遠隔転移の有無に加え、リンパ節の大きさによらない転



a: PET 画像。中央付近に FDG 集積を認める



b: CT 画像。傍直腸に 8mm 大のリンパ節を認める



c: PET/CT 像。傍直腸のリンパ節に FDG 集積 (SUV max 3.0) を認める



d: delayed PET/CT 像。リンパ節の FDG 集積 (SUV max 4.8) が上昇し、リンパ節転移陽性例と診断された

図 2

移転の応用が期待されるが¹⁴、現時点でのリンパ節転移診断の感度は低く、とくに腸管傍リンパ節での診断率が低いことが指摘されている¹⁵。

術前 PET/CT 画像によって、リンパ節転移が診断できた症例を示す。原発巣は 20mm 大の表面隆起型病変で、腫瘍中央に VI 型 pit pattern を認め、sm 浸潤が疑われた (図 1)。CT では傍直腸に 8mm 大のリンパ節を認め、PET/CT でこのリンパ節に SUV max が 3.0 の FDG 集積を認めた。転移が疑われたため、さらに delayed PET/CT を追加施行し、SUV max が 4.8 と上昇したためリンパ節転移陽性例と診断し (図 2)、中樞 D3 郭清を伴う腹腔鏡下手術を施行した。病理組織では pSM, pN1 (1/23) であった。

3D-triple fusion 画像 (PET/MDCT, CTA, VC) の合成手法

3D-triple fusion 画像は、通常 PET/CT 検査時の

検査前絶食に加え、VC 用に大腸内視鏡検査同様の下剤投与による前処置後、FDG-PET/MDCT 画像 (GE, Discovery ST Elite-16) を、次に示す手順によって撮像し、ワークステーション (GE, Advantage Workstation 4.2) 上で、段階的に再構築、融合することによって作成する。

- (1) 測定体重×5.55MBq/kg の FDG を投与し、約 50 分安静にする。
- (2) 排尿後、PET/MDCT 撮影室に入室する。
- (3) VC 用の空気を経肛門的に注入する。
- (4) PET/MDCT を撮像する。
- (5) CTA 用の prep scan を施行する。右側結腸癌の場合は上腸間膜動脈、それ以外の場合は下腸間膜動脈、それぞれの大動脈分岐部に ROI をとり、造影剤を注入し、造影のタイミングを決定する。
- (6) 結腸全体が十分に含まれる範囲を 0.625mm thickness, 0.5mm interval にて CTA, VC を同時撮像する。

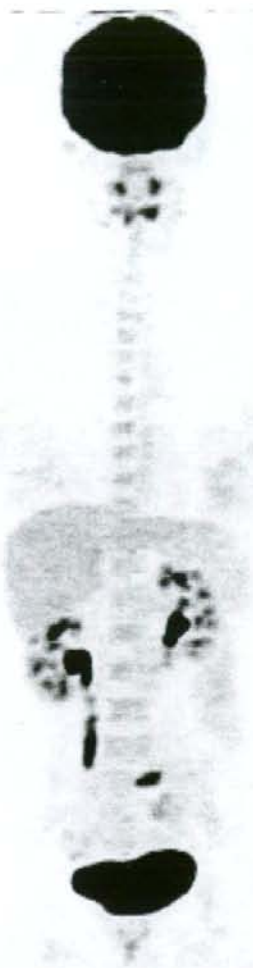
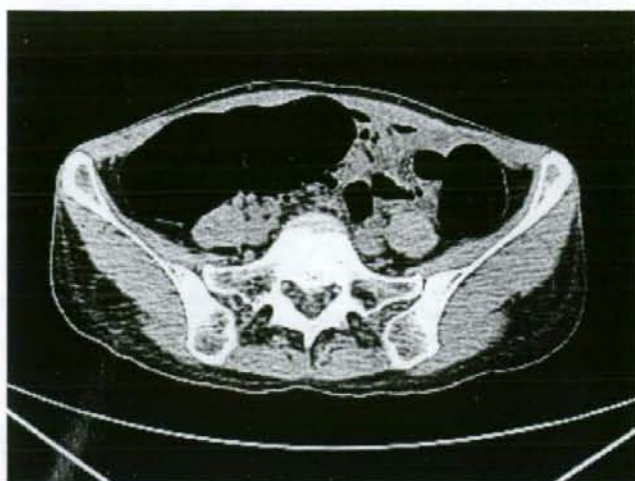


図3 41歳, 女性, S状結腸癌症例のMIP (maximum intensity projection) 像。左下腹部にFDGの異常集積を認める



a: CT画像。S状結腸に病変を認めるが, 不明瞭である



b: PET/CT像。S状結腸の病変にFDGの異常集積を認め, 病変部位が明瞭となる。リンパ節転移, 遠隔転移は認めない

図4

(7) 撮像したPET/MDCT画像から原発巣, 転移巣などの有無および位置を特定し, FDG異常集積部位を抽出する(図3, 4)。

(8) 動脈走行, 腸管走行画像に病巣を融合する(図5)。

(9) 解剖学的な位置関係の指標となる骨格系の画像に, 病巣, 動脈走行, 腸管走行画像を融合する(図6)。

(10) 上腸間膜動脈支配下の右側結腸系腫瘍と下腸間膜動脈支配下の左側結腸系腫瘍別に, CTAによって同定したmain feederを選択的画像としてhighlight表示させる。右側結腸系腫瘍では静脈相撮影を追加し, drainage veinも選択的画像としてhighlight

表示させる。さらにメルクマールとなる解剖学的ポイントからfeederの分岐距離を測定する(図7)。

3D-triple fusion 画像による術前診断

これまでに当科ではT1以降の大腸癌原発巣142例を対象に, FDG-PET/MDCT融合画像により術前に主病巣のSUV max測定とTNM進展度を評価し, その診断能力を他の術前診断(内視鏡, CT, MRI), 手術所見, 病理組織診断と比較検討した。主病変はLST-NG型のpSM癌2例を除いた140例(99%)でFDG-PET/VCにより描出され(SUV max: 2.5~