症例報告

腹腔鏡下手術における分流熱傷の新しい機序を解明した1例 —絶縁体である回収袋内でモノポーラーの通電を生じたことによる—

松本市立波田総合病院 産婦人科

近藤 壯、塩野入 規、塩沢 功

A case elucidating a new mechanism of thermal injury in laparoscopic surgery: spread of monopolar electric current in collecting bag.

Tsuyoshi Kondo, Tadasu Shionoiri, Isao Shiozawa

Department of Obstetrics and Gynecology, Matsumoto city Hata general hospital

Abstracts: Monopolar current is essential in laparoscopic surgery. However complications of monopolar electrosurgery include thermal injury due to wrong contact, capacity coupled current, and shunting. This report deals with a new mechanism of shunting in laparoscopic surgery. The specimen bag is the insulator. In this case, the monopolar current cut tumor in the collecting bag. Typically this can't happen. Electricity should have flowed to the surface of the abdomen. When the bag had full contact with organs it did not cause shunting burns. If there was point contact, shunting burns occurred. We propose that the causes of shunting burns are point-contact and the water in the abdominal cavity. Electrothermal burns are reported more often in laparoscopic surgery than in laparotomy. This report aims to reduce these injuries through understanding of the characteristics of the electric scalpel and water management in the abdominal cavity.

Key words: shunting burns, laparoscopic surgery, monopolar

【緒言】

腹腔鏡下手術においてモノポーラーの使用は切開・止血を容易にすることから不可欠の医療機器である。しかし、モノポーラーを使用する場合、特有の偶発症に注意が必要である。中でも先端の電極から対極板に電流が一部流れない、いわゆる漏れ電流による分流熱傷がある。各メーカーは漏れ電流を減らす目的に機器の開発を行い、現在では開腹手術で分流熱傷による報告は、皮膚障害はあるものの重篤な報告はない¹⁾。今回我々は、絶縁体であり通電しないはずの腫瘍回収袋内で、切除した卵巣嚢腫をモノポーラーで切開し得た症例を経験した。この原因を考察する際に、腹腔鏡下手術における分流熱傷の機序の一端が明らかになったため、その概要を報告する。

【症例】

患者：30歳、未婚妊

主訴：挙児希望、両側卵巣腫瘍指摘

家族歴・既往歴：特記すべきことなし

現病歴：患者は29歳で結婚後、挙児希望を主訴に前医を受診した。両側卵巣腫瘍を指摘され、4月下旬当院を紹介され受診した。超音波検査では両側卵巣に接して右に径5 cm、左に径6 cmの単房性腫瘍を認めた。MRI上、腫瘍はT2強調画像でhigh intensity、T1強調画像でlow intensityであった。腫瘍内に充実部は認めず、腫瘍マーカーもCA125:23.5 U/ml、CA19-9:29.8 U/ml、CEA:2.7 ng/mlと正常なことから両側傍卵巣嚢腫と診断した(写真1)。茎捻転のリスク・妊娠時の分娩障害の可能性を考慮し、手術適応とした。患者も手術希望があり、7月腹腔鏡下手術目的に入院となった。

写真1 MRI

矢印部分は両側傍卵巣嚢腫。T2:high intensity,T1:low intensityであり、腫瘍内容液は漿液成分である。

術式：腹腔鏡下両側傍卵巣嚢腫切除術・卵管通色素検査

手術時間：2時間16分、**出血量：**50g

手術所見：気腹後、腹腔内を観察すると卵管間膜内に発育する鵝卵大の両側傍卵巣嚢腫を認めた。200倍希釈ピトレンシ10mlを卵管間膜直下に局注し、water dissectionで卵管間膜・尿管を嚢腫から剥離した後、卵管に沿って広間膜後葉を切開し左傍卵巣嚢腫を核出した。傍卵巣嚢腫は卵巣には近接していたが、連続性は認めなかった。腫瘍回収袋（エンドキャッチゴールド[®]）で嚢腫を收容した。袋内でモノポーラーにより腫瘍壁を切開後、嚢腫内容液を吸引し縮小させた後、腹腔外へ回収した（写真2）。バイポーラーで止血確認後、3-0 polysorb連続縫合で卵管間膜は閉鎖した。対側傍卵巣嚢腫も同様に核出後、卵管通色素検査を行い、両側卵管の疎通性を確認して手術終了した。

術後経過：手術終了後のビデオ検討会において絶縁体である腫瘍回収袋内で、腫瘍をモノポーラー

により切開し得たことが問題となった。ジェネレーターの漏電トラブルを疑い、ただちに製造メーカーであるオリンパス社に依頼し、ジェネレーターを交換・検査した。遅発性の腸穿孔・尿管狭窄に注意して経過観察したが、術後経過は良好であり術後5日目に退院した。術後12日目・術後70日目の外来受診時にも特に異常所見は認めなかった。なお、病理組織診の結果はpara ovarian cystであった。

【考 察】

パワーデバイスによる合併症は腹腔鏡下手術の合併症の中では多い。腹腔鏡下手術での器具類で起きた偶発症・合併症などの内訳では、2006年および2007年に全国で発生した合併症90件の内10件が電気メスによる²⁾。モノポーラーによる合併症は開腹手術では起き得ない特性により発生する。まず腹腔内という狭い閉鎖空間で使用するため、ジュール熱により加熱された電極の先端が臓器に誤接触することで生じる臓器損傷がある。次にモノポーラーの絶縁体で被覆されている部位でも導体部位との間でコンデンサーを形成し容量結合から電気エネルギーを蓄え、熱損傷を起こすことがある³⁾。また標的に触れずに空間内で通電した場合、気体内の電気抵抗が高いため予期せぬ位置に通電する場合がある。漏れ電流による分流熱傷（図1）を生じることもある。通常の偶発症・合併症は手術症例の増加に伴い減少するが、手術症例数の多い施設でも分流熱傷は発生する⁴⁾。

図1 漏れ電流による分流熱傷の機序

通常、腹腔内では電極からの電流は全て対極板に行くが（A）、一部違う場所に行くことがあり熱傷を生じる（B）。現在では閉鎖回路の出力フローティング型電気メスの開発により、開腹手術では対極板周囲以外では通常分流熱傷は発生しない。矢印：腹腔内での電流の流れ

写真2 術中写真

- A：卵管間膜の200倍希釈ピトレンシ局注
- B：卵管に沿って卵管間膜の切開・嚢腫核出
- C：腫瘍回収袋内で通電が生じている（矢印部分）
- D：卵管間膜の縫合閉鎖

本症例ではオリンパス社によりジェネレーターの検査が行われたが、ジェネレーター自体には特に漏電トラブルなどの異常は認めなかった。同機種ジェネレーターは開腹手術でも使用可能であり、開腹手術での漏れ電流による分流熱傷の報告

はメーカーに存在しなかった。既存の漏れ電流の概念では本症例の事例を説明することができないため、我々はオリンパス社の技術者と共に術中DVDの解析を行った結果、最終的に原因がwater dissectionにあると推察した。

広間膜内発育をする卵巣腫瘍の場合、尿管との位置関係が問題となる。広間膜内発育の場合、付属器摘出をする意見⁵⁾もあるが挙児希望のある場合は行えないため、今回は腫瘍の摘出を試みた。200倍希釈ピトレスシンを卵管間膜に局注した後、卵管に沿いながら卵管間膜を切開し、腫瘍に沿う形で核出した。腫瘍と尿管の間は卵管間膜内の結合組織が200倍希釈ピトレスシンでむくみ距離が広がるため、尿管損傷を起こさず嚢腫核出が可能である。これは広間膜内発育をする漿膜下筋腫の核出に吸引・洗浄管を用いてwater dissectionをすることと同じである⁶⁾。

吸引・洗浄管を用いて腹腔内を洗浄する際、生食は腸間膜間の空隙にも入り込み、小骨盤腔を超えた場合は全ての洗浄液を吸引することはできない。腹腔内では生食が容量結合を最も引き起こすことがわかっているが⁷⁾、生食の容量結合電流で腫瘍を切開したと考える場合、生食に濡れている部分全てで電流による熱傷を生じる。本症例では腫瘍のみを切開しているため容量結合電流が原因ではない。200倍希釈ピトレスシンでwater dissectionを行ったが、この水分により腫瘍回収袋自体が濡れてしまい、腫瘍組織に通じた切開電流が水の表面を伝わり、身体を通して対極板まで到達したと判断した(図2)。当院では針電極を用い、出力条件は切開70W・凝固40Wと切開電流の出力が高いことも一因と推測した。

図2 腫瘍回収袋内で嚢腫に通電した電流の流れ

電流(矢印)は水の表面を流れたと推察された。

ここで幸いだったのは、腫瘍回収袋の底部が十分広く後腹膜や腸管と接していたため術中、熱傷や遅発性の腸穿孔などを生じなかったことである。腫瘍回収袋の底部接触面が狭ければ熱傷等を生じ

た可能性がある。通電している組織が他臓器への点接触があると熱傷の原因となる。既存の報告では同様の電気メス使用時に注意すべき例としては食道ポリープ切除術がある⁸⁾(図3)。

図3 食道ポリープ切除術(オリンパス社提供)

組織の点接触が熱傷(X印部分)の原因となる(A, C)。熱傷の予防策として、組織の通電部位以外の接触を避ける(B)か、接触させる場合は十分広く接触させる(D)。

腹腔内の水蒸気を含めた水を経由して電流が走り、水で点接触が生じた部分に熱傷を生じる概念が、腹腔鏡下手術における分流熱傷の本質だとすれば、開腹手術ではなく腹腔鏡下手術に分流熱傷の報告が多いことは容易に推論可能となる。予防策としてはモノポーラーの使用を極力さけバイポーラーを使用する、腹腔内を洗浄後は十分に吸引する、腹腔内の水蒸気を適切に排気する、腹腔鏡下手術用ガーゼを使用する⁹⁾などの工夫が必要である。なお当院では現在、嚢腫を腫瘍回収袋内で縮小・吸引する場合は鉗鉗子やサクシジョンニードル針を用いている。

【結 語】

分流熱傷の全てが水を経由して電流が流れることでは説明できないが、少なくとも一因ではある。電気メス、吸引・洗浄管ともに手術には必要不可欠であり、本報告をもって電気メスの特性を理解すると同時に、腹腔内の水分管理に注意することが、腹腔鏡下手術の分流熱傷の合併症の軽減につながれば意義深い。

【謝 辞】

本報告を作成するにあたり原因説明および社名の公表にご協力頂きましたオリンパス社にこの場を借りて感謝申し上げます。

【文 献】

- 1) 小野哲章：電気メス分流熱傷の発生条件の検証、医器学、2007；77：229-230.
- 2) 伊熊健一郎：合併症と防止のための対策、産婦人科内視鏡下手術スキルアップ、2010；176-185、メジカルビュー社.
- 3) 浅田弘法、他：腹腔鏡10. 腹腔鏡合併症防止のポイント：腹腔内操作機器の使用法—電気メス・ハーモニックスカルペル・モルセレーター・レーザー—、産婦の実際、2005；54：85-93.
- 4) 安藤正明、他：婦人科腹腔鏡手術—術中損傷の予防と対策—、手術、2007；61：1255-1266.
- 5) 桑原慶紀、藤井信吾、落合和徳：付属器の手術Ⅲ-2、産婦人科手術シリーズⅠ-臨床解剖学と基本手技-、1999；75-82、診断と治療社.
- 6) 田中智子、吉木尚之、久保田俊郎：広靱帯内に発育した子宮筋腫を腹腔鏡下に核出した3例、日産婦内視鏡会誌、2008；24：326-330.
- 7) 金澤晃、他：腹腔鏡下電気メスの使用上の安全性に関する基礎的検討、医器学、2005；75：581-582.
- 8) 田辺聡、他：1) 上部消化管 (1) ポリープ、胃と腸、2006；41：567-572.
- 9) 舟本寛：子宮体癌の腹腔鏡下手術、OGS NOW6子宮体癌・卵巣癌の手術、2011；82-95、メジカルビュー社.