症例報告

光学視管先端からの非接触光線照射により
熱傷を来した症例と模擬実験からの提言

関西医科大学産科婦人科学教室

吉村智雄、北 正人、溝上友美、生田明子、岡田英孝

Thermal injury due to the non-contact light source of a laparoscope: a
case report and recommendation from a simulation

Tomoo Yoshimura, Masato Kita, Tomomi Mizokami, Akiko Ikuta, Hidetaka Okada

Department of Obstetrics and Gynecology, Kansai Medical University, Osaka, Japan

Abstract

We experienced a case of thermal injury caused by the continuous irradiation of non-contact light of a laparoscope during ovarian cystectomy. A burn hole was noticed at the end of operation, and the burn injury was about 1 cm in diameter and located at the right iliac crest. The injury was diagnosed as a third-degree burn and required plastic surgery for treatment. The video review confirmed that the cause was a non-contact continuous light beam of a laparoscope; the light was placed on the patient's body at the injury site during the abdominal procedure to pull out specimens through a trocar hole.

In relation to this case, we carried out simulations on the temperature due to contact and non-contact Xenon and LED light beams used in laparoscopes. According to the results, we recommend that the intensity level of the light source unit should be set within 60% to prevent contact thermal injury due to the laparoscope's end and that the ends of the light cable and laparoscope should be kept 15 and 10 mm away, respectively, from the operation drape to prevent non-contact thermal injury.

Furthermore, it is contraindicated to keep the laparoscope on the patient.

Key words: thermal injury, light beam, laparoscopic surgery

はじめに

腹腔鏡手術には多くの長所があり婦人科領域においても急速に普及しているが、開腹手術では考えられないような合併症に遭遇する事がある。今回我々は光学視管からの非接触光線持続照射による熱傷を来した症例を経験し、また予防のための確認実験を行ったので報告する。なお当論文掲載の患者同意について文書で取得済みである。

症 例

症例は41歳女性で、G3P2、既往歴に甲状腺機能亢進症がありチアマゾールを内服していた。約1年前の近医での定期健診の際に経膈超音波検査

にて23mmの卵巣嚢腫を指摘され経過観察されていたが、その後41mmと増大傾向を認めたため当科紹介となった。

経膈超音波検査にて左卵巣に50mm大の多房性卵巣嚢腫を認めた(図1)。血清腫瘍マーカー値はCEA 1.7 ng/ml、CA19-9 3.7 U/ml、CA125 10.7 U/mlと正常範囲であった。骨盤部単純MRI検査にて左卵巣にT2強調画像においてステンンドグラス状の多彩な信号を示す55mm大の多房性嚢胞を認め粘液性腺腫を疑った。また子宮背側に27mm大のT2強調画像において低信号を呈する結節像を認め腹腔内遊離体を疑った(図2)。以上の結果から、腹腔鏡下に左付属器切除術および腹腔内遊離体の摘出術を行う事となった。手術では、

臍と右・正中下腹部に5mmトロッカーを挿入し、左下腹部に12mmトロッカーを挿入したダイヤモンド式の配置とした。

光学視管は5mm、30度の斜視鏡を使用した。左付属器を腹腔内で摘出し、腹腔内遊離体とともにバッグ内に収納、左下腹部創部より尖刃刀とクーパーにて細切しながら搬出した。腹腔内遊離体は石灰化を伴っており、12mmトロッカー孔からの搬出に時間を要した。全体の手術時間は116分で出血量は12mlだった。術後覆布を剥がしたと

図1 経腔超音波検査 左卵巢嚢腫

図2 MRI T2強調画像 灰色矢印：左卵巢粘液性腺腫疑い。白色矢印：腹腔内遊離体疑い。

図3-a

ここで右腸骨稜部に約0.5 x 1cmの熱傷を認め、覆布に焦げと孔を認めた（図3-a、b）。術後のビデオ検証から、光学視管を患者の右腹部に置きながら嚢腫および遊離体の搬出をしていたことが判明し、光学視管からの光線が熱傷部位に約32分間当たっていたことが確認された。

術後3日目に皮膚科受診し、Ⅲ度熱傷と診断されステロイド塗布にて保存的に経過をみる事となり、その他術後経過は順調で予定通り退院となった。その後皮膚熱傷部位のデブリードマンおよび投薬加療を施行し色素沈着が軽減したため終診となった。

術後病理組織診の結果は、左卵巢粘液性腺腫で悪性所見はなかった。腹腔内遊離体は蛋白様物質が濃縮し繊維化をまじえた無構造物質で石灰化を随伴し、腫瘍成分はなかった（図4-a、b、c、図5-a、b、c）。

ライトケーブル及び光学視管の光線照射実験

今回、我々はエム.シー.メディカル株式会社の協力を得て、光学視管およびライトケーブル（光学視管から外した状態）先端からの光線照射による不織布の温度を測定した。

不織布の温度は熱電対温度計（SK-1260、佐藤計量器製作所）にて測定した。照射実験では測定開始後、約3分後で最高温度に達し、10分経過しても、その温度に変化はなかったため、照射3分後の温度を3回測定し、その平均値を測定値とした（図6）。

なお、今症例で我々は5mm硬性鏡（キセノンランプ光源K20133701-1, STORZ、ライトケーブルK495NE, STORZ、30度光学視管KE26046BA, STORZ）を用いたが、婦人科領域では5mm硬性鏡は増加傾向にあるものの10mm硬性鏡の方が多く使用されている（エム.シー.メディカル株式

図3-b

図3 a 覆布の焦げと孔 b 右腸骨稜の約0.5x1cmの熱傷と周囲表皮剥離

図4-a

図4-b

図4-c

図4 摘出標本と術後病理所見 左卵巢粘液性腺腫
aマクロ像 b病理像（HE染色 x 4倍） c病理像（HE染色x40倍）
粘液を含んだ多房性のう胞を認め、充実性部分はない。
病理像ではう胞は一層の粘液産生細胞に覆われており、核異型は認めない。

会社の資料で約8割が10mm) ことと、5mmと10mmの硬性鏡を比較した予備実験で、10mmのほうで不織布温度が高かった(約1.8倍)ことから、10mm硬性鏡(直視)で実験を行った。

ケーブルの照射による不織布の温度では先端からの距離1mmでLEDが200度、キセノンが2倍の400度に達しており、ライトケーブル先端の取り扱いに特に注意しなければならないことが確認された(図7)。

次に、キセノン光源10mm硬性鏡の光線照射による不織布の温度について出力と距離の関係を測定した。非接触温度をタンパク凝固温度である60度以下にするには光量を75~50%の間に設定する必要があることが確認され、光学視管先端の皮膚直接接触による熱傷予防のためには出力を60%程度にすることが望ましいと考えられた(表1)。

また、LED光源によるライトケーブルと10mm硬性鏡で不織布の照射実験を行ったところ、先端

からの距離と不織布温度の関係は表2、3の如くであり、60%出力で60度以下とするためには、ライトケーブルから15mm、硬性鏡から10mm以上離すことが必要であることが推察された。

考 察

本症例は光学視管からの光線が短距離で長時間同一部位に照射されることにより、覆布に孔を開け、その下の皮膚に熱傷を来したことを報告した。また、予防のためには光源の出力を60%程度に設定し、不織布からの距離をライトケーブルで15mm、10mm硬性鏡で10mm以上あけることが望ましいことが示唆された。

腹腔鏡下手術においては、光源と光学視管の使用は必須であり、ハイビジョン化により光量は大きくなっている。ライトケーブルの先端が接触することによる熱傷は想像しやすいと思われるが、本症例では光学視管からの光線でも短距離で長時

図 5-a

図 5-b

図 5-c

図 5 摘出標本と術後病理所見 腹腔内遊離体
aマクロ像 b病理像（HE染色 x 4倍） c病理像（HE染色 x 40倍）
蛋白様物質が濃縮し、繊維化をまじえた無構造物質、石灰化を随伴。腫瘍成分はなし。

図6 ライトケーブルと硬性鏡からの光線照射による不織布の温度測定方法

図7 ライトケーブル照射による不織布の温度
(キセノンとLEDの比較、出力100%)

表1 キセノン光源10mm硬性鏡の光源照射による不織布の温度

		硬性鏡先端から不織布までの距離(mm)					
		30	20	10	5	3	0
出力 (%)	100	30.8	34.7	41	76.4	78.7	224.1
	75	29.9	33.5	38.8	69	71	142.3
	50	28.1	30.9	34.3	53.4	54.1	89.4
	25	26.4	28	29.4	36.3	36.7	41.8

60°C以上を網掛け・太字で示す

(単位は°C)

(光源 XENON300, STORZ、ライトケーブル K495NCS, STORZ、硬性鏡 KE26003AA, STORZ)

表2 LEDライトケーブルの光線照射による不織布の温度

		ライトケーブル先端から不織布までの距離(mm)						
		15	10	5	3	2	1	0
出力 (%)	100	70	107	204	276	322	214	152
	90	68	103	195	263	310	206	145
	80	67	99	187	251	294	197	137
	70	65	94	177	236	277	186	130
	60	61	88	164	221	257	173	116
	50	58	83	147	200	235	159	103
	40	55	76	133	176	206	149	94
	30	51	68	117	153	176	121	84
	20	46	59	90	119	138	91	78
	10	40	48	66	84	92	71	56

60°C以上を網掛け・太字で示す

(単位は°C)

(光源 POWER LED175, STORZ、ライトケーブル K495NE, STORZ)

表3 LED10mm硬性鏡の光線照射による不織布の温度

		硬性鏡先端から不織布までの距離(mm)						
		15	10	5	3	2	1	0
出力 (%)	100	42	66	120	163	174	125	105
	90	41	63	116	158	168	121	100
	80	40	61	110	150	161	116	96
	70	39	58	104	142	152	109	90
	60	37	55	97	132	141	102	84
	50	36	51	89	120	128	98	80
	40	34	47	80	107	114	84	70
	30	32	43	71	92	98	74	60
	20	30	38	59	75	79	63	52
	10	28	33	46	54	52	49	40

60°C以上を網掛け・太字で示す

(単位は°C)

(光源 POWER LED175, STORZ、ライトケーブル K495NE, STORZ、硬性鏡 A5280A, OLYPUS)

図8 光学視管を使用しない場合清潔台に配置

間同一部位に照射されることにより、覆布に孔を開け、その下の皮膚の熱傷を来した。

今回のような光学視管先端による熱傷の文献的報告は少ない。Ito M. らは腹腔鏡下卵巣嚢腫摘出の際に光学視管先端の接触による小腸穿孔について報告している¹⁾。また医療品医療機器総合機構PMDA (Pharmaceuticals and Medical Devices Agency) の医療安全情報において腹腔鏡下手術中、光源を点灯させた状態の硬性内視鏡をドレープの上に置いていたところ、ドレープが焦げて患者の大腿部にやけどを認めた事例が提示され、注意喚起がなされている^{2,3)}。論文文化はされていないが同様の事例があると予想される。

現在のキセノンランプによる光源は、1世代前のハロゲンランプに比べ、光学視管の先端温度や光線の熱量が高い。我々の測定結果が示すようにキセノンランプの光源では、必要以上の熱量を避けるために光量を60%程度に調節することが望ましい。

また、光線照射による温度上昇と光学視管先端からの距離との関係については60%出力でも0～5mm以内は特に高温であり、60度以下とするためには、ライトケーブルから15mm、硬性鏡から10mm以上離すことが必要であることが推察された。いずれにせよ、光学視管を患者の上に置くことや、光線が患者・敷布などにあたることは熱損傷の危険性を伴うことを強調したい。

また今回の症例には上記に加え特有の条件もあった。まず、腹腔内遊離体の石灰化が強く、また小さな傷に固執したためにその体外搬出に約32分間と予想外の長時間を費やしてしまった。さらに、30度斜視鏡を使用していたため、患者の右側腹部に身体と並行に置かれた光学視管から出た光が足方へ逃げず斜め下方の受傷部位を向いていた。さ

図9 旧型と新型ライトガイドケーブルの比較
左：新型ライトケーブル K495NCSC (STORZ)
右：旧型ライトケーブル K495NCS (STORZ)

らに患者はBMI 20と痩せており、上前腸骨稜部が突出していたため同部位に光が当たっていた。加えて腫瘍内容を吸引するためにはずされた吸引チューブの先端が光学視管先端付近にあったため覆布の焦げる臭いを術野の誰も感じる事ができず、熱傷の深達度を増し、術中に発見出来なかったと考えられた。

これらは、手術ビデオが記録されていたために、見直すことで確認できた。腹腔鏡手術をビデオで記録することがアクシデントの原因究明に役立つことが再認識された。

今回の苦い経験を踏まえ、本件以降、我々には以下のような対策を講じている。①光源の出力は60%、光学視管を使用しない場合は必ず清潔台に返し、光源をオフもしくはスタンバイモードに切り替える事を徹底している (図8)。②斜視鏡を用いる場合には、光線の向きに注意して取り扱うようにしている。③ライトケーブル先端による熱傷防止対策として口径の大きな新型ライトガイドケーブルを使用している (図9)。これにより、ライトケーブルを光学視管から外したときに、高熱の先端が直接皮膚などに触れにくくなる。

おわりに

腹腔鏡下手術においては、ライトケーブル先端付近での熱傷は想像しやすいと思われるが、今回のように光学視管からの光線においても条件により覆布に孔を開け、その下の皮膚に熱傷を来すほどの高温になる事があり、光学視管の取り扱いには十分注意しなければならない。その上で、検体回収時等には光学視管を患者の上に置く事は禁忌である事を強調したい。

本論文の要旨は第15回近畿産婦人科内視鏡手術研究会において発表した。

すべての著者は開示すべき利益相反はない。

なお、本論文での実験に際して、エム.シー.メ
ディカル株式会社様に多大な御協力を頂きました。
ここに感謝致します。

文 献

- 1) Ito M, et al. Small bowel perforation from a thermal burn caused by contact with the end of a laparoscope during ovarian cystectomy. J Obstet Gynecol Res. 2006; 32: 434-436
- 2) PMDA医療安全情報 No.33改定版2017; 3
- 3) 日本医療機能評価機構医療安全情報 No.70, 2012; 9

投稿日：2018年9月6日

採択日：2019年5月12日