

症例報告

20日間にわたるOpen abdominal management後，陰圧閉鎖療法を併用したMesh mediated fascial tractionにより閉腹し得た重症腹部外傷の1例

渡邊 伸貴，伊澤 祥光，新保 雅大，倉井 毅，本村 太一，中野 裕幸，由井 憲晶，山根賢二郎，杉田 真穂，石橋 尚弥，古橋 柚莉，藤屋 将真，鷹栖 相崇，田中 保平，新庄 貴文，松村 福広，米川 力，間藤 卓

自治医科大学 救急医学講座 栃木県下野市薬師寺3311-1

和文抄録

症例は67歳男性。ダンプカーを運転中，他のトラックに追突し受傷した。来院時ショック状態であったが輸血により改善したため外傷パンスキャンCTを施行した。CTでは，腸間膜の血管外漏出像を認めため緊急開腹止血術を行った。手術では腸間膜に複数の動脈性出血と横行結腸穿孔を認め，止血術と横行結腸部分切除を行った。腹部コンパートメント症候群の危険因子である大量輸血，腹腔内感染，肥満を認めため，一期的な閉腹は行わずOpen Abdominal Management (OAM)を開始した。初回手術から8日後，4回目の手術を行い炎症による腸管浮腫で閉腹が困難であったことから，陰圧閉鎖療法を併用したMesh mediated fascial tractionを導入し，20日後に一次筋膜閉鎖を達成した。陰圧閉鎖療法を併用したMesh mediated fascial tractionは，重症腹部外傷などでOAMを行い閉腹困難となった症例に対する閉腹方法の選択肢となる術式と考えられた。

(キーワード：重症腹部外傷，腹部コンパートメント症候群，Open Abdominal Management，陰圧閉鎖療法，Mesh mediated fascial traction)

【緒言】

重症腹部外傷では，腹腔内の出血や腹腔内容・腹壁の浮腫などにより，腹腔内圧が上昇して腹部コンパートメント症候群 (Abdominal Compartment Syndrome; 以下ACS) を合併することがある。ACSは臓器障害を伴う致死率の高い病態であり，高い腹腔内圧を減圧するためのOpen Abdominal Management (以下OAM)が必要となる。OAMは，開腹することで減圧を行い，開腹創を人工物で被覆し，一時的な仮閉腹で全身管理を行う治療方法である。OAMでは，腹腔内・腹壁の浮腫が改善した後に根本的な閉腹を目指す。OAMが長期にわたると一時的閉腹を行った後に腹壁の筋膜が退縮し^{1,2)}，閉腹が困難となる場合がある。また，OAMの長期化でenteroatmospheric fistulaなどの重篤な合併症が増加する³⁾ことも問題となっている。

このため，様々なOAM後の一次筋膜閉鎖方法が考案されてきたが，近年，OAMに対して陰圧閉鎖療法を併用したMesh mediated fascial tractionが開発され，一次筋膜閉鎖率が改善し，合併症率が低減している。今回われわれは，閉腹困難となった重症腹部外傷後のOAM症例

に対し，陰圧閉鎖療法を併用したMesh mediated fascial tractionを施行して一次筋膜閉鎖できた症例を経験したので報告する。

【症例】

患者：67歳男性

主訴：腹痛

既往歴：急性心筋梗塞で経皮的冠動脈ステント挿入術を行われた。アスピリン内服中。

家族歴：特記すべきことなし。

現病歴：

ダンプカーを時速50km/hで運転中に2tトラックに追突し受傷した。救急隊到着時ショックであったため，当院ドクターカーが出動した。ドクターカー医師が接触した時点でもショック状態のため，静脈路を確保し当院に救急搬送された。シートベルトは着用していたが，エアバッグの作動はなかった。

来院時現症：

来院時，GCSはE3V5M6，脈拍数：110/分，収縮期血圧：70mmHg，呼吸数：24/分，SpO₂：99% (酸素リザー

バーマスク 10L/分投与下), 体温: 36.5度であった。身長 152cm, 体重65kg, BMIは26.8と軽度の肥満を認めた。動脈血液ガス分析では乳酸値3.9mmol/Lであった。初期診療時の腹部エコーでは腹腔内液体貯留を認め、腹腔内出血を強く疑い大量輸血プロトコルを発動した。急速輸血によりバイタルサインが回復したため外傷パンスキャンCTを施行したところ、造影早期相で腸間膜の血管外漏出像を認めたため、緊急開腹止血術を行った。

手術所見:

正中切開で開腹すると腹腔内は血腫で充満していた。腹腔内を検索すると、横行結腸間膜と小腸間膜に複数の動脈性出血が認められた。中結腸動脈左枝が断裂していたため、結紮止血した。また小腸間膜動脈にも損傷があり結紮止血した。横行結腸には約5mmの穿孔が認められ横行結腸部分切除を施行した。脾臓は脾頭部前面の一部に被膜下血腫が認められたが活動性の出血はなく、初回手術では要経過観察とした。

ACSの危険因子として肥満、出血性ショックによる大量輸血、横行結腸穿孔による腹腔内感染があったため、OAMを行う方針とした。

術後経過:

術翌日、集中治療により全身状態が改善したため、止血の確認と脾臓の詳細観察のためセカンドルック手術を行った。横行結腸間膜前面に比較的新しい血腫を認め、脾下縁の中結腸静脈の分枝と脾頭部前面の微細な血管を縫合止血した。脾頭部前面にも小さな出血が認められたため縫合止血を行った。術中にERCPを行い主膵管損傷がないことを確認したが、軽微な膵実質損傷があり血腫が消退した際の遅発性主膵管損傷を懸念したためENPDを留置した。また、腸管浮腫が顕著であったことからOAMを継続した。

入院5日目、3回目の手術を施行した。この時に横行結腸の口側断端で壊死が認められ一部穿孔していたため部分切除し、横行結腸人工肛門を造設し、OAMを継続した。

入院8日目、4回目の開腹術を行い、肝前面と腹壁の間の膿瘍をドレナージした。膿瘍から*Candida albicans*が検出され、フルコナゾールの投与を開始した。依然として腸管浮腫は残存していたが極期は過ぎていると判断し、陰圧閉鎖療法を併用したMesh mediated fascial tractionを導入した。

以後、2-3日おきに腹腔内洗浄とMeshの縫縮を行い、左右に退縮していた腹壁筋膜の創縁を徐々に寄せていった。入院20日目の8回目の開腹術で一次筋膜閉鎖を達成した。

入院25日目に正中創の発赤腫脹が認められ、表層のSSIと診断し、連日創の洗浄を行った。その後は大きな合併症は認められず入院84日目に転院となった。

【考察】

本症例は、閉腹が困難となる複数の要因(肥満、出血性ショックによる大量輸血後、大腸穿孔による腹膜炎)が存在したにも関わらず、陰圧閉鎖療法を併用したMesh mediated fascial tractionを行うことで閉腹できた症例である。

腹部重症外傷では出血性ショックに対する大量輸液・輸血や、高度な腹腔内汚染、重症急性膵炎などによる高度な炎症により、腹腔内容の浮腫が生じ腹腔内圧が上昇することでACSを発症することが知られている。腹腔内圧の上昇により腎障害や換気障害、循環の異常などの臓器障害が生じることでACSと診断される⁴⁾。ACSの死亡率は39%-76%に達するため⁵⁾、開腹手術を行って腹腔内圧を減少させる必要がある。重症腹部外傷で腹腔内圧が上昇する可能性が高い場合には、あらかじめ外傷に対する初回手術の段階でACSを回避するために一次筋膜閉鎖を行わず、仮閉腹のみを行って腹腔内圧の上昇を避ける。この一時的な仮閉腹により腹腔内圧の減圧を優先して全身管理を行う方法がOAMである。OAMは全身状態改善を図るための一時的な治療であり、最終的には一次筋膜閉鎖が必要となる。本症例も初回手術で閉腹が困難な状態となっており、通常筋膜閉鎖を伴う閉鎖は行わずにOAMを選択した。

OAM選択後、腹腔内の炎症の遷延などにより腹壁や腹腔内容の浮腫が続くと、腹壁の筋膜閉鎖が行えないために腹壁の退縮を来し、一次筋膜閉鎖による閉腹が更に困難になりOAMが長期化する可能性が高い。OAM長期化には様々な成因が存在するが⁶⁾、特に重要な要因として水分バランス過多が知られている。このため、OAM後は止血と腹腔内汚染の回避が達成されていることに加え、綿密な水分バランスの管理が要求される⁷⁾。更に閉腹を含めた再手術までの時間がかかるほど閉腹できる可能性が減少することも報告されており⁸⁾、24-48時間以内に再手術を行うことも推奨されている。OAMの長期化により一次筋膜閉鎖が不可能と判断された場合は、腹部の腸管が肉芽組織に覆われるのを待ち、植皮などで体表を覆うplanned ventral herniaとすることで治癒を図る報告がある^{2,9)}が、Hernia形成の治療過程で、体表に面した腸管が穿孔して致死的なentero-atmospheric fistulaが合併する例も報告されている³⁾。

OAM後の閉腹困難を回避するために、様々な閉腹方法がこれまで考案されてきたが²⁾、現時点では陰圧閉鎖療法を併用したMesh mediated fascial tractionの一次筋膜閉鎖率が最も高く、その筋膜閉鎖率は73.1%から100%に達し、他の閉腹方法よりも効果的と考えられている¹⁰⁻¹⁵⁾。側腹壁の短縮を予防するために、可能な限り早期にMesh mediated fascial tractionを開始することが望ましい。本症例でも、腹腔内の出血と汚染がコントロールされ、臓器再建が終了した段階で陰圧閉鎖療法を併用したMesh mediated fascial tractionに移行した。

Mesh mediated fascial tractionは図示すると図1のようになる。側腹壁の退縮を予防するために、メッシュを創の両側に当たる腹直筋筋膜に介在させて側腹壁の退縮を防止して一次筋膜閉鎖を容易にする。更に腹腔内の炎症や腹腔内圧を嚴重に観察しながら、段階的にメッシュを縫縮することで創縁を徐々に正中に向け牽引して一次筋膜閉鎖をより容易にすることが可能である。

Mesh mediated fascial tractionの実際の手技を説明する。陰圧閉鎖療法として、市販の陰圧閉鎖システムを併用した(図1c)。腹腔内にポリエチレンシートを留置して内臓を

覆い、0号モノフィラメントを用いて筋膜端とポリプロピレンメッシュ (Bard soft mesh 15×15cm) を連続縫合した。更にメッシュの上に厚手のポリプロピレンスポンジを置き、閉塞シートで開腹創全体を覆った。最後に閉塞シートの中央部に穴をあけて、局所陰圧 (125mmHg) 持続の吸引装置に連結した。

本症例においてメッシュを挿入することは、感染増悪の危険因子となり得る可能性があったが、一方で、OAMが長期化することで致死率が上昇する可能性もあった。陰圧閉鎖療法を併用したMesh mediated fascial tractionは陰圧持続吸引を行っているABTHERAの保護レイヤの上層にポリプロピレンメッシュを1層追加するのみなので、感染に関する危険性はMesh mediated fascial tractionを行わない場合と比較しても大きな差がないと判断してメッシュを使用した。

腹部閉鎖システムは2-3日おきに交換した。最初の交換では、メッシュを正中線で切断し、最下層のポリエチレンシートを交換して、0号モノフィラメントで正中線を連続縫合でメッシュを縫縮した。交換は主に手術室で行われた。最後の手術では、メッシュを除去し、1-0バイクルル (Ethicon, Johnson & Johnson, Somerville, New Jersey, USA) 結節縫合または1-0 PDS (Ethicon, Johnson & Johnson) 連続縫合により筋膜をその全長にわたって閉じ

た。筋膜を閉じるかどうかは、筋膜の端を正中線に向かって引っ張ることで評価される張力に基づいて決定した。

陰圧閉鎖療法を併用したMesh mediated fascial tractionは、これまで一次筋膜閉鎖が困難と考えられた症例の合併症率を減少させている。陰圧閉鎖療法を併用したMesh mediated fascial tractionでは、entero-atmospheric fistulaの発生率は0-12%^{10, 11, 13, 15)}にとどまるとの報告がある。本症例でも入院中に腹壁癒痕ヘルニアやentero-atmospheric fistulaの発生は認められなかったが、今後も腹壁癒痕ヘルニアなどの合併症が生じないか、引き続き経過観察が必要である。

結語

本症例は重症腹部外傷であり、更に腹腔内圧上昇をきたす危険因子を複数認め閉腹が困難であったが、OAMを行った後に陰圧閉鎖療法を併用したMesh mediated fascial tractionにより、受傷から20日目、8回目の手術で最終的に一次筋膜閉鎖に至った。陰圧閉鎖療法を併用したMesh mediated fascial tractionは、OAM後に閉腹困難と考えられる症例に対する閉腹方法の選択肢となる術式である。

【利益相反の開示】

著者全員は本症例報告の内容について、報告すべき利益相反を有しません。

図1 a

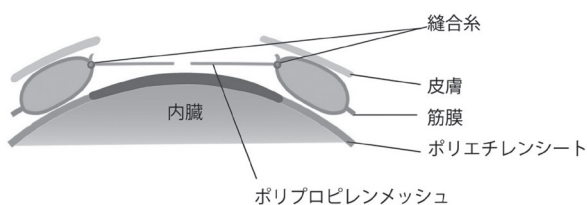


図1 b

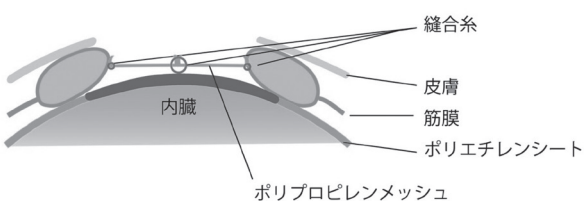


図1 b'

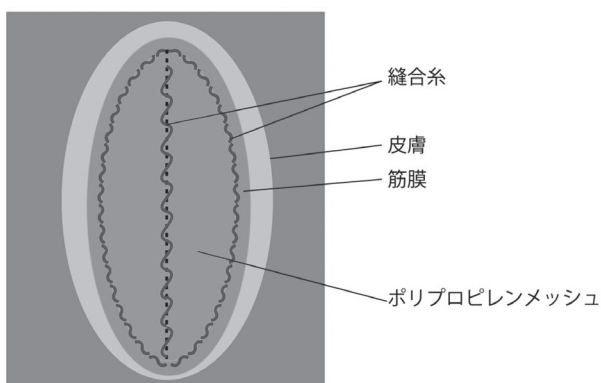


図1 c

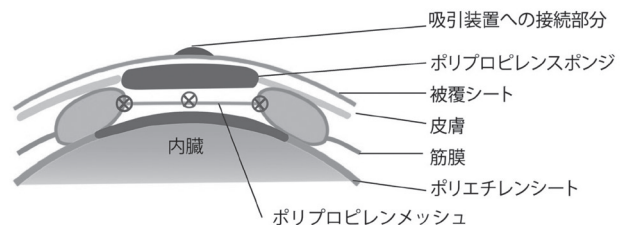


図1 d

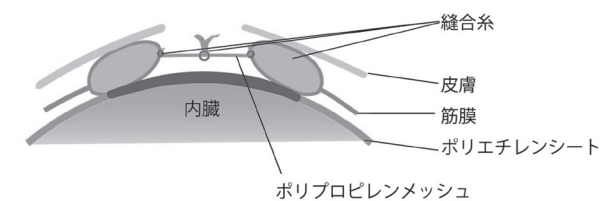


図1 Mesh mediated fascial traction 断面図

- a: 両側の腹直筋鞘にそれぞれポリプロピレンメッシュを縫合する。
- b: 左右のポリプロピレンメッシュ同士を中央で縫縮する。
- b': 図1bを俯瞰で見た図。
- c: ポリプロピレンスポンジを乗せシートで覆い、陰圧をかけて仮閉鎖とする。
- d: 再手術時はメッシュ同士の縫合を切除し、OAM再開時はポリプロピレンメッシュの幅を狭くして腹直筋を寄せるように縫縮する。

参考文献：

- 1) Diaz JJ Jr, Cullinane DC, Khwaja KA, et al. Eastern Association for the Surgery of Trauma: management of the open abdomen, part III-review of abdominal wall reconstruction. *J Trauma Acute Care Surg.* 2013; **75**: 376-386.
- 2) 久志本成樹, 佐藤格夫, 増野智彦, 他. 一期的閉腹不適応症例に対するenterocutaneous fistulaの予防と早期筋膜閉鎖のためのopen abdomenの管理法. *日本腹部救急医学雑誌* 2010; **30**: 915-923.
- 3) 岩村高志, 永嶋 太, 太田美穂, 他. Open abdomen managementに合併したenteroatmospheric fistulaの1例. *日本救急医学会雑誌* 2017; **28**: 94-99.
- 4) Kirkpatrick AW, Roberts DJ, Waele JD, et al. Pediatric Guidelines Sub-Committee for the World Society of the Abdominal Compartment Syndrome. Intra-abdominal hypertension and the abdominal compartment syndrome: updated consensus definitions and clinical practice guidelines from the World Society of the Abdominal Compartment Syndrome. *Intensive Care Med.* 2013; **39**: 1190-1206.
- 5) Smit M, van Meurs M, Zijlstra JG. Intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome in critically ill patients: A narrative review of past, present, and future steps. *Scand J Surg.* 2022; **111(1)**: 1-12.
- 6) Dubose JJ, Scalea TM, Holcomb JB, et al; AAST Open Abdomen Study Group. Open abdominal management after damage-control laparotomy for trauma: a prospective observational American Association for the Surgery of Trauma multicenter study. *J Trauma Acute Care Surg.* 2013; **74(1)**: 113-120.
- 7) Qian Huang, Risheng Zhao, Chao Yue, et al. Fluid volume overload negatively influences delayed primary fascial closure in open abdomen management, *J Surg Res* 2014; **187**: 122-127.
- 8) Matthew J Pommerening, Joseph J DuBose, Martin D Zielinski, et al. Time to first take-back operation predicts successful primary fascial closure in patients undergoing damage control laparotomy, *Surgery* 2014; **156**: 431-438
- 9) 松島一英. ACSの観血的治療法. *LiSA.* 2018; **25**: 1176-1182.
- 10) Acosta S, Björck M, Petersson U. Vacuum-assisted wound closure and Mesh mediated fascial traction for open abdomen therapy – a systematic review. *Anaesthesiology Intensive Therapy* 2017; **49**: 139-145.
- 11) Atema JJ, Gans SL, Boermeester MA. Systematic Review and Meta-analysis of the Open Abdomen and Temporary Abdominal Closure Techniques in Non-trauma Patients. *World J Surg.* 2015; **39**: 912-925.
- 12) Berrevoet F, Lampaert S, Singh K, et al. Early Initiation of a Standardized Open Abdomen Treatment With Vacuum Assisted Mesh mediated fascial traction Achieves Best Results. *Frontiers Surg.* 2021; **7**: 606539.
- 13) Rasilainen SK, Mentula PJ, Leppaniemi AK. Vacuum and Mesh mediated fascial traction for primary closure of the open abdomen in critically ill surgical patients. *British Journal of Surgery* 2012; **99**: 1725-1733.
- 14) Salamone G, Licari L, Guercio G, et al. Vacuum-Assisted Wound Closure with Mesh mediated fascial traction Achieves Better Outcomes than Vacuum-Assisted Wound Closure Alone: A Comparative Study. *World J Surg.* 2018; **42**: 1679-1686.
- 15) Schaaf S, Schwab R, Willms A. Quality of Life After Open Abdominal Treatment With Vacuum-Assisted Wound Closure and Mesh mediated fascial traction. *MILITARY MEDICINE*, 2021; **186**, S1:452.

A case of severe abdominal trauma successfully closed by Mesh mediated fascial traction with vacuum-assisted closure after 20 days of open abdominal management.

Nobutaka Watanabe, Yoshimitsu Izawa, Masahiro Shinpo, Tsuyoshi Kurai, Daichi Motomura, Hiroyuki Nakano, Noriaki Yui, Kenjiro Yamane, Manaho Sugita, Naoya Ishibashi, Yuri Furuhashi, Shoma Fujiya, Tomotaka Takanosu, Yasutaka Tanaka, Takafumi Shinjo, Tomohiro Matsumura, Chikara Yonekawa, Takashi Mato.

Department of Emergency and Critical Care Medicine, Jichi Medical University
3311-1 Yakushiji, Shimotsuke, Tochigi 329-0498, Japan

Abstract

The patient was a 67-year-old man who sustained injuries as a consequence of his truck colliding with another truck. He was in shock when he came to the hospital. Emergency laparotomy was performed because the trauma pan-scan CT showed multiple extravasations of the mesentery. Multiple hemorrhages of the mesentery and perforation of the transverse colon were found during the operation, and hemostasis and partial transverse colon resection were performed. Owing to multiple risk factors for abdominal compartment syndrome, including massive blood transfusions, intra-abdominal infection, and obesity, open abdominal management (OAM) was initiated. We had difficulty closing the abdomen because of intense intestinal edema caused by inflammation. We performed Mesh mediated fascial traction combined with vacuum-assisted closure, and primary fascial closure was achieved on the 20th day of admission. Mesh mediated fascial traction with vacuum-assisted closure could be the first choice for abdominal closure in patients with severe abdominal trauma and other difficult abdominal conditions.

(Key Words: Severe abdominal injury, Abdominal compartment syndrome, Open abdominal management, Vacuum-assisted closure, Mesh mediated fascial traction)

