

胸膜肺全摘術施行例における横隔膜パッチ脱落例の検討

橋本 昌樹^{*1}, 多久和輝尚^{*1}, 奥村 好邦^{*2}, 近藤 展行^{*1}
黒田 鮎美^{*1}, 松本 成司^{*1}, 田中 文啓^{*3}, 長谷川誠紀^{*1}

要 旨

胸膜肺全摘術における横隔膜パッチ（以下パッチ）脱落は比較的頻度の高い合併症の一つである。我々は悪性胸膜中皮腫（MPM）に対して胸膜肺全摘術（EPP）54例施行し、4例の横隔膜パッチ脱落を経験した。パッチ脱落の原因はすべて支持組織となった軟部組織の断裂によるものであった。支持組織となった軟部組織にかかる緊張を分散させることが発生の防止に重要と考えられた。パッチ脱落を防ぐには、①腹膜を温存する、②パッチを縫着した軟部組織に緊張がかからないように骨性胸郭への縫着を行う、③横隔膜を合併切除する際には“縫い代”となる部分を残すように剥離を行う、④横隔膜は生理的な高さで再建する。の4項目が重要であると考えた。パッチ脱落は手術手技の工夫で発生頻度を低下できる可能性のある合併症であり、再建には十分に注意し慎重に施行すべきである。

索引用語：悪性胸膜中皮腫，胸膜肺全摘術，横隔膜パッチ脱落

malignant mesothelioma, extrapleural pneumonectomy, diaphragm patch dehiscence

はじめに

胸膜肺全摘術（EPP）は悪性胸膜中皮腫（MPM）に対する根治目的の外科治療の一つである。しかしEPPは手術侵襲が非常に大きく、その合併症発症率は35-65%^{1,3)}と高率である。なかでも横隔膜パッチ（以下パッチ）脱落は発生率が3-8%^{1,4)}と比較的頻度の高い合併症の一つであるとともに、発生すれば必ず再手術が必要となる重篤な合併症である。しかし一方で、手技を工夫することで発生率を低下させる可能性がある合併症でもある。我々が経験したパッチ脱落例の発生原因を検証するとともに、パッチ脱落の発生を防ぐ横隔膜再建の方策について検討を行った。

対象および方法

2004年4月から2013年3月までに当科において

MPMに対してEPPを施行した症例を対象とした。当科ではMPMに対する集学的治療の一部としてEPPを施行している。化学療法施行後にEPPを行い、EPP後に放射線治療（以下RT）を予定している。

<当科のEPPにおける横隔膜の切除および再建方法>

①後側方切開を行い、第6もしくは第7肋骨床開胸で行う。以前は後側方切開に加え前方肋骨弓離断を加えたS字状切開としていたが、胸腔鏡を併用することで良好な視野を得ることができるため現在は行っていない。

②横隔膜からの胸膜外剥離を行う。可能な限り横隔膜筋層の温存を試みる。

③剥離が困難な場合は根治性を重視し躊躇なく横隔膜の合併切除を行う。浸潤を認めない横隔膜は可能な限り、温存するように努める。

④横隔膜を合併切除する際は、腹膜から剥離した後に、腹膜を損傷し開腹した際は、可及的速やかに再縫合を行う。

⑤横隔膜の再建は厚さ2mmのゴアテックスソフトティッシュパッチ®（以下：ゴアテックスパッチ、日本ゴア株式会社、東京）を用いて行う。横隔膜筋層を大部分

^{*1}兵庫医科大学呼吸器外科

^{*2}市立伊丹病院呼吸器外科

^{*3}産業医科大学第2外科

原稿受付 2013年7月11日

原稿採択 2013年8月17日

Table 1 Patients' Characteristics

case	1	2	3	4
age/sex	66 M	68 M	65 M	67 F
side	left	right	left	left
p-stage	T3N0M0	T4N0M0	T1bN1M0	T2N0M0
onset of diaphragm patch dehiscence	POD6	POD11	POD0	POD6
symptom of diaphragm patch dehiscence	appetite loss	none	chest and abdominal pain	none
site of patch dehiscence	chest wall (posterior side)	mediastinum and chest wall (anterior side)	mediastinum	mediastinum

温存し得た場合は直接縫合を行い、人工物による再建は施行しない。

⑥パッチは可能な限り肋骨を含めた骨性胸郭に縫着し、縦隔側などで骨性胸郭への縫着が不可能な時は軟部組織に縫着する。縫合糸は2 バイクリル®(ジョンソン・エンド・ジョンソン株式会社、東京)などの吸収糸を用いる。パッチはできるだけ生理的な高さをイメージして縫着する。

結 果

2004年4月より2013年3月までに54例(右側24例、左側30例)のMPMに対してEPPを行った。年齢は37~71歳(中央値62歳)、男性43例、女性11例。EPPを行った54例のうち4例においては横隔膜筋層を温存し得たのでパッチによる再建は行わなかった。パッチによる横隔膜再建を行った残りの50例中4例(右側1例、左側3例)においてパッチ脱落を認めた。全例、パッチ脱落判明後に再手術を施行した。再手術を行い3例は軽快退院し、1例は術後ARDSによる呼吸不全を発症し在院死となった。パッチ脱落の原因は、パッチの損傷や縫合糸の切断が原因ではなく全例において支持組織の断裂であった。断裂した支持組織は全て軟部組織であった。横隔膜パッチ脱落を認めた4症例の患者背景をTable 1に示す。また各症例の経過は以下の通りである。

<症例1>

66歳、男性。左MPM(肉腫型)に対して術前化学療法(シスプラチン/ペメトレキセド:CDDP/PEM)を3コース施行後に左EPPを施行。横隔膜はほぼ全周性に切除し再建を行った。パッチは前胸部側胸部においては2 バイクリルを用いて骨性胸郭に縫着し、背側においては筋肉を含む皮下組織に2-0 エチボンド®(ジョンソン・

エンド・ジョンソン株式会社、東京)を用いて縫着した。術後第4病日より食欲不振を認め、術後第6病日に胸部レントゲンおよび胸部CTにてパッチの脱落を確認(Fig. 1A, B)。同日再手術を施行した。横隔膜パッチは背側で胸壁の筋組織及び皮下組織に縫着していたが、これらの固定部位において脱落し、胃、大腸、小腸が一塊となり胸腔内に脱出していた(Fig. 2A)。腹膜は複数個所で損傷していた。腹圧が高く腹膜を直接縫合することは困難であったので心膜再建に用いる0.1 mmのゴアテックス ePTFE パッチ®(日本ゴア株式会社、東京)を用いて修復した(Fig. 2B, C)。横隔膜の再建は厚さ2 mmのゴアテックスパッチをもう1枚使用し、骨性胸郭および残存するパッチに縫着し固定した(Fig. 2D)。再手術後第55病日に軽快退院となり、その後RTを完遂したが術後3ヵ月後に再発を認め5ヵ月後に原病死となった。

<症例2>

68歳、男性。右MPM(上皮型)に対し術前化学療法(CDDP/PEM)を3コース施行後に右EPPを施行。横隔膜はほぼ全周性に切除し再建を行った。パッチは全て2 バイクリルを用いて縫着した。側胸部から背側においては骨性胸郭に縫着し前胸壁においては胸壁合併切除を行っており、前胸壁では筋肉を含む皮下組織に縫着し、縦隔側においては残存横隔膜に縫着した。術後は心不全を発症しカテコラミンを必要としたため離床が進まなかった。術後第11病日に術後のスクリーニング目的の胸腹部CTにてパッチの脱落を認め、術後第13病日に再手術を施行した。パッチは縦隔側から前胸部において縫着していた軟部組織が断裂しており脱落をきたした。また腹膜は破綻し肝臓および小腸が胸腔内に脱出していた。横隔膜の再建は残存するパッチを使用し、脱落した前胸部や側胸部においては骨性胸郭への縫着を追加しパッチ

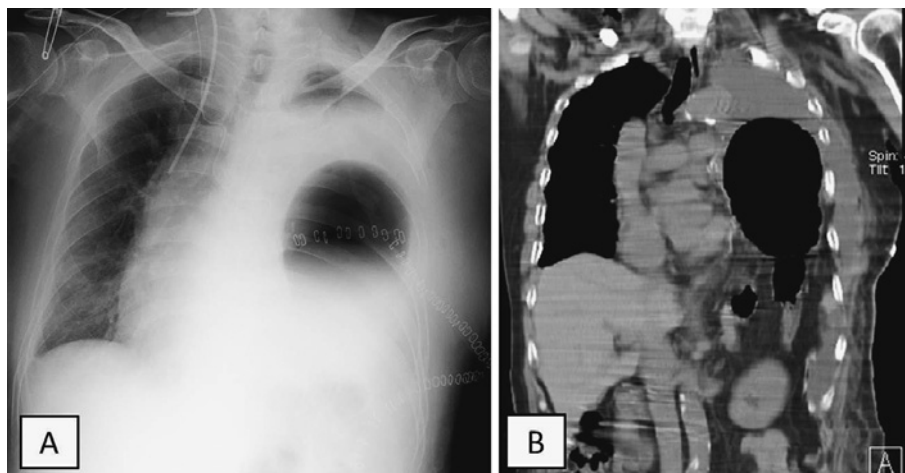


Fig. 1 (A, B) Chest radiograph (A) and chest CT (B) show abdominal organs located in the thoracic cavity.

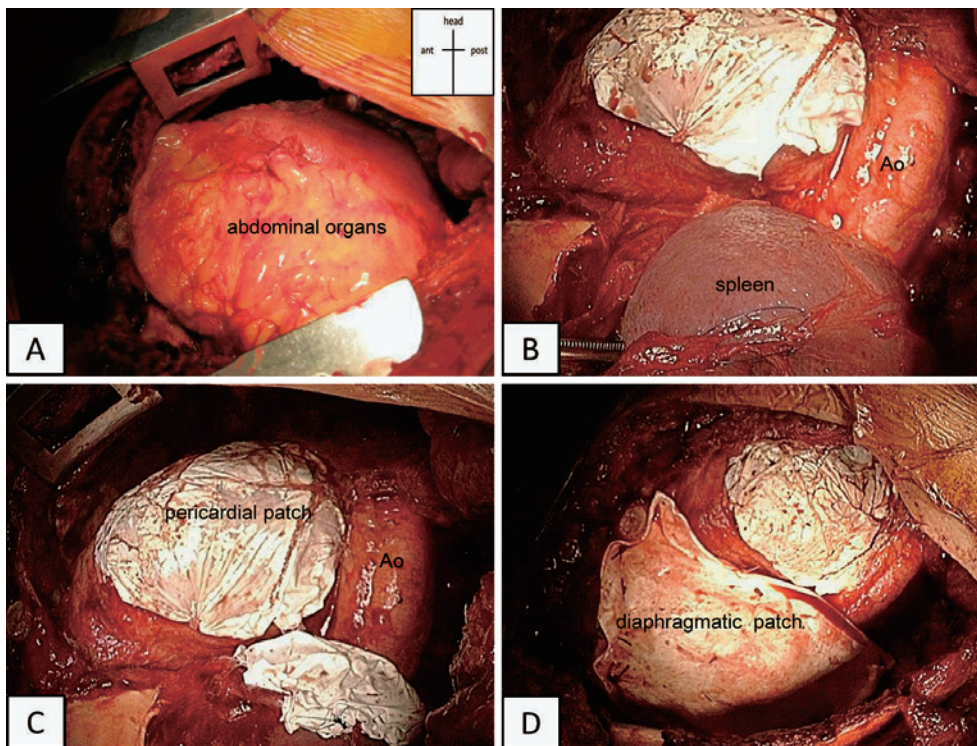


Fig. 2 (A) The diaphragmatic patch was broken and abdominal organs (stomach, small intestine, and omentum) were located in the thoracic cavity.
 (B) The peritonium was severely ruptured, and the spleen was located in the thoracic cavity.
 (C) The peritonium was reconstructed with an ePTFE patch.
 (D) Operative findings after repeat diaphragmatic reconstruction.

を固定した。再手術後、全身状態は軽快傾向にあったが、ARDSを発症し再手術後第60病日に在院死となった。

<症例3>

65歳男性。左MPM（上皮型）に対して術前化学療法

(CDDP/PEM)を3コース施行後に左EPPを施行。横隔膜はほぼ全周性に切除し再建を行った。パッチは縦隔側のみ横隔膜断端に1バイクリル®(ジョンソン・エンド・ジョンソン株式会社, 東京)で縫着しそれ以外では2バイクリルで骨性胸郭に縫着した。術当日に抜管し経過観察していたが、咳嗽後に胸腹部痛が出現し、突然、胸腔ドレーンより多量の血性排液が出現し出血性ショックとなった。術後出血と考え再開胸止血術を施行。再開胸時、胸腔内には多量の血腫とともに大網と小腸が胸腔内に脱出していた。パッチは骨性胸郭以外での固定部において全て脱落しており、中でも“縫い代”として残存させた横隔膜筋層が断裂し、同部位より動脈性の出血を認めた。止血を行った後に横隔膜の再建を行った。残存するパッチを使用し、再度残存させた横隔膜筋層に縫着するとともに背側の骨性胸郭への固定を追加した。背側の骨性胸郭への固定は、パッチの張力を背側、腹側問わず均等に保持できるように注意し施行した。再手術後第30病日に軽快退院となった。その後RTを完遂したが腹腔内播腫を認め、EPPの18ヵ月後に原病死となった。

<症例4>

67歳女性。左MPM(上皮型)に対して術前化学療法(CDDP/PEM)を3コース施行後に左EPPを施行。横隔膜はほぼ全周性に切除し再建を行った。パッチは縦隔側のみ横隔膜断端に1バイクリルで縫着しそれ以外では2バイクリルで骨性胸郭に縫着した。術後4病日の胸部レントゲンで胸腔内に空気陰影を認め、術後第6病日に施行した胸部CTにて胃の胸腔内脱出を認めパッチ脱落と診断した。翌第7病日に再手術を施行した。縦隔側の固定部の一部でパッチが翻転し胃のみが胸腔内に脱出していた。胃を腹腔内に還納し、パッチを骨性胸郭と残存心膜へ縫着した。骨性胸郭への固定を追加することで、十分な張力を均等に保持しえた。術後経過は順調で再手術後第15病日に軽快退院となった。その後RTを完遂し現在EPP術後7ヵ月無再発生存中である。

考 察

パッチ脱落が発生する原因として、①パッチ自体の損傷、②縫合糸の断裂、③パッチを固定する支持組織の断裂が考えられる。我々が経験した4例全てが支持組織の断裂によるもので、おそらくパッチ脱落の原因はすべてこのパターンではないかと考える。パッチを固定する際は、可能な限り骨性胸郭にかけるべきである⁵⁾。しかし、

症例1においては、背部で骨性胸郭に縫着することが技術的に可能であったにも関わらず行わなかったため、強度が弱く、腹圧による緊張に耐えることができず生じたものと思われる。このため症例1以降の症例では、可能な限り骨性胸郭に固定することとした。

骨性胸郭に固定することが難しい縦隔側においては、十分な強度をもった支持組織が存在せず、心膜や横隔膜の断端に縫着することが多い。好んで心膜断端に縫着する施設もある^{1,6)}が、心膜再建を併施することも多く、横隔膜パッチと心膜パッチの両者が干渉する可能性を考慮し、我々は、心膜パッチは心膜断端へ、横隔膜パッチは横隔膜断端へと両者を別々に縫着している。パッチの縫着部位の強度を保つためには、“縫い代”となる横隔膜断端を十分確保することが肝要である⁷⁾。“縫い代”を十分に確保するために横隔膜・心膜・壁側胸膜の3者を可能な限り剥離し、十分な“縫い代”を確保した上で切離し人工物を用いて再建している。横隔膜・心膜・壁側胸膜の3者の交叉部位は腫瘍の浸潤は比較的稀であり、脂肪組織によりそれぞれがゆるく結合されているのみであるので容易に剥離可能であり、十分な“縫い代”を残すことが可能となる。

症例2, 3, 4においては可能な限り骨性胸郭に固定し、また“縫い代”となる横隔膜断端を十分確保したにも関わらず、パッチ脱落が発生した。軟部組織は骨性胸郭よりもはるかに強度が劣ることは事実であるが、パッチ脱落の発生原因はそれだけではないと思われる。症例3や4で経験したように、骨性胸郭への固定を追加することで軟部組織にかかる緊張が分散され、再手術後にはパッチ脱落を認めず良好な経過をたどった。Fig. 3Aに我々が経験した症例におけるパッチ脱落部位を示しているが、いずれも軟部組織へ縫着した部分であり、これら領域に過度なテンションがかからないように考えながらパッチを固定していくことが重要である。横隔膜再建を行う時は、まず骨性胸郭より固定を開始し、それぞれの固定部位にかかるテンションを保ちながら進めるべきである。Fig. 3Bに示すように前胸部と背部、側胸部において均等に緊張がかかるように配慮することが肝要である。この3方向に十分な緊張がかかることにより縦隔側で固定した軟部組織への緊張が緩和されパッチ脱落を防止できると思われる。

EPPの術後には、集学的治療の一環としてRTを行うことが多い。RTによる腹腔内臓器への照射を防ぐため、

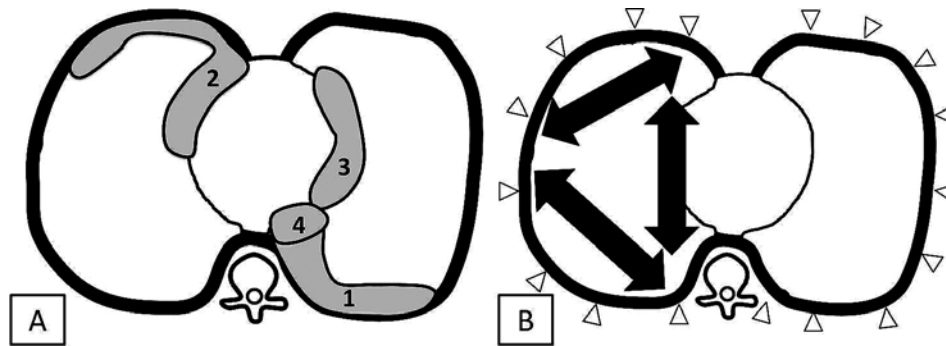


Fig. 3 (A) The schema shows the location of diaphragmatic patch dehiscence, and each number is a case number.
(B) The diaphragmatic patch is sutured to chest wall on the anterior, lateral, and posterior sides (arrowhead) with sufficient, equal tension (arrow).

パッチの固定位置に対する配慮が必要である。しかし過度に尾側に固定することは、パッチに過度な緊張が生じ、支持組織断裂の原因となる可能性がある。また腹腔内臓器を圧排することで胃腸障害や摂食障害が生じることもあり注意が必要である。我々も初期の EPP 症例においては、可能な限り尾側で縫着することを目指し、再建を行ってきた。しかし症例 1, 2 の経験を踏まえ、現在ではできるだけ生理的な高さをイメージし、少し頭側で固定するよう意識している。生理的な高さでの再建であれば放射線治療による腹腔内臓器への障害は許容範囲内と思われる。

我々は、横隔膜を合併切除する際は腹膜を温存するように心がけているが、横隔膜より損傷をきたさず腹膜を剥離、温存することは困難である。腹膜は横隔膜に比べて非常に薄い膜ではあるが、物理的に腹腔内臓器の脱出を防止することが可能で、損傷せずに温存すればパッチ脱落の発生頻度を著明に低下できるものと思われる。また腫瘍学的にも腫瘍の腹腔内への播腫を防止しており、可能な限り腹膜を損傷せず温存する努力を行うべきであろう。我々の経験した 4 例はすべて EPP 施行時に腹膜損傷をきたしていた。パッチが脱落すれば腫瘍の腹腔内播種のリスクも上がると予測され、症例 3 では術後に腹腔内再発を認めている。術後合併症や腹腔内再発のリスクを軽減するためにも、腹膜から剥離する際は慎重に行う必要がある。また、横隔膜から完全剥離することは難しいが、腹膜を損傷した際は直ちに縫合閉鎖するべきである。

Sugarbaker らはパッチ脱落を EPP の術後合併症の中でも“Technical complication”と位置付けている¹⁾。様々

な患者背景を考慮しても、手術手技がパッチ脱落の発生に与える影響は大きく、EPP 術後に生じうる多くの合併症の中でパッチ脱落は我々外科医が努力することで発生頻度を低下できる可能性がある数少ない合併症の一つである。EPP 術後の合併症発生率を下げることは、MPM に対する集学的治療の完遂率の上昇につながり、最終的には予後の改善に寄与すると考えられ、我々外科医は横隔膜再建に細心の注意を払うべきである。

結 語

パッチ脱落はパッチの支持組織の断裂により生じていた。①腹膜を温存すること②パッチを縫着した軟部組織に緊張がかからないように骨性胸郭への縫着を行うこと③横隔膜を合併切除する際には“縫い代”となる部分を残すように剥離を行うこと④横隔膜は生理的な高さで再建する。これら 4 項目に注意して横隔膜再建を行うべきである。

利 益 相 反

本論文について申告する利益相反はない。

文 献

1. Sugarbaker DJ, Jaklitsch MT, Bueno R, Richards W, Lukanich J, Mentzer SJ, et al. Prevention, early detection, and management of complications after 328 consecutive extrapleural pneumonectomies. J Thorac Cardiovasc Surg 2004; **128**: 138-46.
2. Stewart DJ, Martin-Ucar AE, Edwards JG, West K, Waller DA. Extra-pleural pneumonectomy for malignant

- pleural mesothelioma: the risks of induction chemotherapy, right-sided procedures and prolonged operations. Eur J Cardiothorac Surg 2005; **27**: 373-8.
3. de Perrot M, McRae K, Anraku M, Karkouti K, Waddell TK, Pierre AF, et al. Risk factors for major complications after extrapleural pneumonectomy for malignant pleural mesothelioma. Ann Thorac Surg 2008; **85**: 1206-10.
 4. Schiavon M, De Filippis A, Marulli G, Rea F. A new technique of diaphragmatic patch fixation in extrapleural pneumonectomy. Eur J Cardiothorac Surg 2010; **38**: 798-800.
 5. Rice D. Surgical therapy of mesothelioma. Recent Results Cancer Res 2011; **189**: 97-125.
 6. Finley DJ, Abu-Rustum NR, Chi DS, Flores R. Reconstructive techniques after diaphragm resection. Thorac Surg Clin 2009; **19**: 531-5.
 7. 長谷川誠紀. まい・てくにつく 胸膜肺全摘術における横隔膜再建. 胸部外科 2009; **62**: 34.

A review of diaphragmatic patch dehiscence after extrapleural pneumonectomy (EPP)

Masaki Hashimoto^{*1}, Teruhisa Takuwa^{*1}, Yoshitomo Okumura^{*2}, Nobuyuki Kondo^{*1}
 Ayumi Kuroda^{*1}, Seiji Matsumoto^{*1}, Fumihiro Tanaka^{*3}, Seiki Hasegawa^{*1}

^{*1}Department of Thoracic Surgery, Hyogo College of Medicine

^{*2}Department of Thoracic Surgery, Itami City Hospital

^{*3}Department of Surgery (Chest Surgery), University of Occupational and Environmental Health

Diaphragm patch dehiscence is one of the frequent complications of extrapleural pneumonectomy (EPP), and is classified as a technical complication. We performed 54 EPP for malignant pleural mesothelioma, and encountered 4 diaphragm patch dehiscences. The cause of patch dehiscence was rupture of the soft tissues sutured to the diaphragm patch in all cases. The reduction of tension between the soft tissue and patch may contribute to prevent diaphragmatic dehiscence.

The following 4 points are important to prevent diaphragmatic dehiscence:

1. Preserve the peritoneum.
2. Fix the patch to the chest wall with sufficient tension and reduce the tension of soft tissue fixed to the diaphragmatic patch.
3. Preserve a sufficient diaphragmatic margin.
4. Reconstruct the diaphragm with an appropriate height.

Since diaphragmatic dehiscence is directly related to the surgical procedure, we have to perform diaphragmatic reconstruction more carefully.