外傷性大動脈峡部仮性瘤と右横隔膜ヘルニア 合併例に対する治療戦略 ——優先順位と補助手段——

中山 泰介^{*,***} 加納 正志^{*} 一色 真吾^{*} 富永 崇司^{*} 石戸 谷浩^{*}
平谷 勝彦^{*} 澤田 貴裕^{**} 黒部 裕嗣^{***} 北川 哲也^{***} 堀 隆樹^{*}

著明な肺換気能低下を伴った外傷性右横隔膜ヘルニアと大動脈峡部仮性瘤の治験例について報告する。症例は24歳の女性で、交通事故による多発外傷で受診した。右横隔膜破裂部から肝の2/3程度が胸腔内に脱出し、右肺を圧迫していた。受傷から2カ月後に大動脈峡部瘤を指摘され、人工血管置換術を施行した。手術は右下側臥位で左開胸から下行大動脈にアプローチした。左大腿静脈脱血、左大腿動脈送血で人工心肺（以下FFバイパス）を開始し分離肺換気を行うと右示指経皮酸素飽和度（以下SpO₂）と前頭部の脳内酸素飽和度監視装置（*in vivo* optical spectroscopy, 以下INVOS）の局所脳内酸素飽和度（以下rSO₂）が著明に低下した。そこであらかじめ右腋窩動脈に縫着しておいた人工血管からの送血を追加したところSpO₂とrSO₂は上昇し、以後安全域内で推移した。術後は神経学的な異常はなく、順調に経過した。瘤は病理組織学的に仮性瘤と診断された。大動脈瘤切除後30日目に右横隔膜ヘルニアに対して、肝臓の還納を伴う横隔膜ヘルニア修復術を行った。右肺換気能低下を伴う患者の胸部下行大動脈瘤手術では、右腋窩動脈送血を併用することによって安全に手術を行える。日心外会誌 40巻3号：94-97（2011）

キーワード：外傷性大動脈峡部仮性瘤、外傷性横隔膜ヘルニア

Successful Repair of a Traumatic Aortic Isthmus Pseudoaneurysm Concomitant with Right Diaphragmatic Hernia

Taisuke Nakayama^{*,***}, Masashi Kano^{*}, Shingo Isshiki^{*}, Takashi Tominaga^{*}, Hiroshi Ishitoya^{*}, Katsuhiko Hiratani^{*}, Takahiro Sawada^{**}, Hirotsugu Kurobe^{***}, Tetsuya Kitagawa^{***} and Takaki Hori^{*} (Division of Cardiovascular Surgery^{*}, Division of Thoracic Surgery I^{**}, Ehime Prefectural Central Hospital, Matsuyama, Japan, and Department of Cardiovascular Surgery, University of Tokushima Graduate School^{***}, Tokushima, Japan)

A 24-year-old woman underwent successful repair of a traumatic pseudoaneurysm of the aortic isthmus concomitant with right diaphragmatic hernia which developed after a traffic accident, and the steering wheel of the crashed car was considered responsible for both lesions. Due to the right diaphragmatic hernia, she could breathe mainly with the left lung only. The aortic isthmus aneurysm was considered to be a pseudoaneurysm, and because of the potential risk of rupture, we performed urgent aortic surgery. Prior to a left thoracotomy, we anastomosed an 8-mm prosthetic graft to the right axillary artery. When the left lung was collapsed in order to perform a femoro-femoral bypass, the SpO₂ level of her right index finger and her cerebral rSO₂ markedly decreased. Therefore, we administered additional perfusion via the right axillary artery, which provided sufficient oxygen to the upper body and brain. The patient underwent Marlex mesh reinforcement of the right diaphragmatic hernia 30 days after grafting, and is doing well 1 year postoperatively. Jpn. J. Cardiovasc. Surg. 40: 94-97 (2011)

Keywords: traumatic aortic isthmus aneurysm, diaphragmatic hernia, separated pulmonary ventilation

過去に報告例のない、外傷性横隔膜ヘルニアと外傷性大動脈峡部仮性瘤の合併例に対する治療を経験した。右横隔膜ヘルニアによる右肺換気能低下のために通常のFFバイパスのみでは上半身と脳への酸素供給が不十分であった。右腋窩動脈送血を併用することによって安全に手術を行うことができた。文献的な考察を加えて報告する。

2010年8月27日受付, 2010年11月11日採用

* 愛媛県立中央病院心臓血管外科, ** 同 呼吸器外科
〒790-0024 松山市春日町 83

*** 徳島大学大学院心臓血管外科

本症例は第52回関西胸部外科学会（2009年6月、岡山）で発表した。

症 例

24 歳，女性。

主訴：胸背部痛，呼吸困難感。

既往歴と家族歴：特記事項なし。

現病歴：平成 20 年 11 月に車を運転中に衝突し，ハンドル外傷を負った。前医に救急搬送され，多発性肋骨骨折，血気胸，骨盤骨折と出血性ショックの診断にて 2 週間の ICU 管理を必要とした。全身状態軽快し，2 カ月後フォローの胸部 CT で右横隔膜ヘルニア，肝の右胸腔内脱出を指摘され，その治療目的に当院呼吸器外科へ紹介された。術前の MRI 検査で，初めて大動脈峡部瘤を指摘された。2 カ月前の交通事故に起因する仮性瘤が疑われ，破裂の危険があり，大動脈瘤に対する治療目的に当科へ紹介された。

入院時現症：身長 165 cm，体重 67.5 kg，血圧 116/60 mmHg，脈拍 90 回/分 整，呼吸数 20 回/分，体温 37.0℃。意識レベルは清明。心雑音は聴取されず，左側呼吸音は清だが，右側は上肺野のみ肺胞音を聴取し，肺肝境界は挙上していた。

検査所見：血液，生化学検査に異常を認めなかった。酸素フリー（room air）で，pH 7.424，PaO₂ 84.3 torr，PaCO₂ 38.2 torr，BE 0.3 mmol/l。胸部エックス線写真では，右下肺野は脱出した肝臓により透過性を失い，中肺野は軽度の無気肺を呈していた（図 1）。胸腹部 MRI と造影 3D-CT では右横隔膜の破裂部を通して肝の 2/3 程度が胸腔内に脱出し，右肺の含気は著明に低下していた（図 2）。また，小弯腹側で 21 mm×24 mm の嚢状動脈瘤を認めた

（図 3，4）。

当院転院後，受傷機転からこの瘤は外傷性仮性瘤の可能性が高く，したがって破裂の危険性があると判断し，呼吸器外科との協議の結果，大動脈瘤に対する手術を優先させた。その際，左側方開胸において F-F バイパス下の分離肺換気を補助手段とするが，本症例では右横隔膜ヘルニアに伴う右肺換気能低下のため，分離肺換気中の上半身低酸素血症が予想された。そこで，術中モニタリングで上半身の低酸素血症が判明した場合には右腋窩動脈からの送血を追加する方針とした（図 5）。

手術：全身麻酔下にまず仰臥位で，ヘパリン 100 U/kg 使用下に右腋窩動脈へ 8 mm の人工血管を縫着し，術中の分離肺換気施行時に予測される低酸素血症に備えた。次に，右側臥位となり，左第 5 肋間から後側方開胸で視野を確保した。当初，ヘパリン 300 U/kg 使用下に部分体外循環を通常の F-F バイパスで行い，ついで分離肺換気により左肺換気をブロックすると，術前の予測どおり右示指 SpO₂ は 91%，前頭部 rSO₂ は 38% まで低下した。そこで，前述のグラフトに送血回路を接続して右腋窩動脈からの送血を追加した。その後，分離肺換気を再開したが，FiO₂ 60% の設定で SpO₂ は 100% を，rSO₂ は 70 から 80% の間を終始維持し手術は進行した。ポンプの送血流量は，右腋窩と左大腿併わせて 3,500 ml/min。送血枝が末梢分枝であるため，おのおのの正確な流量は不明であるが，末梢血管抵抗が同じであれば，流量はカニューレサイズに比例されるため，左大腿 18 Fr 使用で 1,500 ml，右腋窩グラフト 24 Fr 使用で 2,000 ml の計算となるようにした。内部を観察

図 1 術前胸部レントゲン写真
肝臓が胸腔のうちに大きく逸脱した所見を認める。

図 2 術前 MRI
肝臓の右胸腔迷入により右中・下葉は，受動性無気肺の状態にあった。

図3 術前CT (3D)
大動脈峡部に嚢状の動脈瘤を認める。

図4 術前CT (axial)
峡部の動脈瘤は腹側に突出していた。

すると、大動脈峡部の内腹側に径2 cmの瘤があり、その中枢側は炎症性に癒着していた。中枢側は左頸動脈分岐部と左鎖骨下動脈分岐部の間で大動脈を遮断し、末梢側は仮性瘤遠位のTh5-6レベルで遮断した。左鎖骨下動脈へは内腔よりバルーンカテーテルを挿入して流量150 ml/minで送血した。瘤を切開すると、嚢状瘤発生部の大動脈内膜が楕円状に欠損して仮性瘤を形成していた。遮断間のTh3-5レベルに5本の肋間動脈が存在したが、内腔より縫合閉鎖した。20 mm径の人工血管を用いて、大動脈を再建した。

術後経過：人工心肺からの離脱は容易で、術後の呼吸機能も良好で術翌日に抜管し、神経系合併症を認めず順調に経過した。瘤壁の病理組織標本では外膜を中心に線維性肥厚があり内膜が欠損していたことから仮性瘤と診断され

図5 本症例で使用した分離体外循環の回路構成
ポンプは1基で脱血は陰圧吸引補助脱血法を用いた。

た。右横隔膜ヘルニアは、大動脈手術の30日後に当院呼吸器外科で肝臓の還納を伴う横隔膜ヘルニア修復術(Marlex mesh使用)を行った。初回の大動脈手術から46日後に自宅に退院した。

考 察

外傷性大動脈瘤に横隔膜ヘルニアを合併した報告例は見られない。外傷性横隔膜ヘルニアは全外傷の0.068%¹⁾、胸腹部外傷の3~4%²⁾、多発外傷の1%¹⁾の頻度で見られるとされる。横隔膜損傷は隣接臓器の損傷を合併することが多く、胃、肝、脾、腸間膜や心膜損傷が報告されている³⁾。しかし、この報告でも胸部外傷739例中、15例(2.0%)に横隔膜損傷を認めたが、大動脈損傷、仮性動脈瘤の合併例はなかった。

外傷性大動脈瘤と横隔膜ヘルニアの合併例の診療において、考慮すべき二つの問題点について考察した。第一に大動脈瘤と横隔膜ヘルニアの治療優先順位であり、第二に大動脈瘤手術の際の補助手段である。

1. 大動脈瘤と横隔膜ヘルニアの手術優先順位について

外傷性横隔膜ヘルニアは呼吸不全を急性発症して診断される場合と、遅発性で絞扼性イレウスとして発症する場合がある^{4,5)}。本症例では、受傷後2カ月目のフォローのCTで偶然発見され、その間、呼吸症状や消化器症状を呈することはなかった。通常、外傷性横隔膜ヘルニアそのものは致死性ではないが、腹腔内臓器の胸腔への陥頓による肺換気能の急激な低下や、陥頓臓器の絞扼等、消化器症状を認めることがあり、一般的に横隔膜ヘルニアと診断がつきしだい、手術適応があるとされる⁶⁾。一方で、鈍的外傷による大動脈損傷は致死性であり、外傷初期診療ガイドライ

ン⁷⁾では診断がつきしだい、ただちに外科的修復を行うことが推奨されているが、緊急開頭術を必要とする損傷、感染の危険が高い広範囲熱傷、広範囲汚染創、敗血症、呼吸不全など生命リスクの高い病態の合併があればその治療を優先することになる。鈍的外傷による大動脈損傷は本症例のような仮性瘤も多く認められ、外傷後3週以内の破裂が83%と多いが、遅れて破裂するもの、無症状のまま数年間の経過をとるものもあり、多種多様な経過が報告されている⁸⁾。しかし、破裂時期の予測が困難で、破裂した場合の致死率が高いことから、診断がつきしだい外科治療を行うのが原則であろう⁹⁾。今回は、併存する2者それぞれの病態と予後を考慮し、まず外傷性大動脈瘤の治療を先行させることにした。

2. 大動脈仮性瘤の手術と補助手段について

近年、大動脈瘤に対するステントグラフト治療が盛んに行われるようになり、その中期成績は良好で¹⁰⁾、外傷性大動脈瘤でこそ迅速に活用すべきとする報告も散見される^{11,12)}。しかし、大動脈峡部においては、ステントグラフトによる弓部分枝の閉塞や狭窄による脳合併症が危惧され、ステントグラフトの急性閉塞¹³⁾やdebranchingによるステントグラフト治療の長期成績が明らかではない。たしかに開胸する時間的余裕のない超緊急例や、高齢者の外傷性大動脈瘤例では素早く効果を発現できる低侵襲ステントグラフト治療はよい適応であろう。本症例では、24歳と若年者であり、大動脈径が21mmと細く、径の大きなシースは使用できない可能性があることから、効果の確実な人工血管置換術を施行した。柚木らも本症例と同様の若年者の外傷性下行大動脈破裂例に対して、大動脈再建術を行い良好な結果を得ている¹⁴⁾。

手術アプローチは、本症例では大動脈峡部に動脈瘤があったことから、左鎖骨下動脈分岐部から下行大動脈に到る短い人工血管置換術を想定して左後側方開胸とした。

下行大動脈置換術における補助手段に関しては単純遮断、一時的バイパス、左心バイパスあるいはF-Fバイパスがあるが、近年では脊髄障害のリスクを懸念して、後2者を採用する施設が多い^{15,16)}。本症例では、右横隔膜ヘルニアに伴う右肺換気能の低下から、左心バイパスは適用しがたく、かつ、術前検査で%VCが50%以下であったことから分離肺換気により脳酸素供給が不十分になると予測し、通常のF-Fバイパスに加えてあらかじめ右腋窩送血を準備した。また、ポンプ中の右上肢の収縮期血圧が80台、脈圧15前後であったことを考慮すると、冠動脈には自己肺からの血流が多少なりとも流入していたと予想された。しかし、鎖骨下からのflowを多く確保することで、心筋酸素化は維持できていたものと思われる。この際、通常量以下の血流が下半身に供給される形となるが、右足背でモニ

タリングした動脈圧は終始50前後を維持していた。ただし、遮断時間が長期化した場合を想定するならば、2機のポンプを準備していたほうが適切であったかもしれない。この点に関しては検討を擁する。また、本症例では、術中の心筋への酸素供給が不十分となった場合に備えて、図5にあるような肺動脈脱血をあらかじめ分岐させておきempty beatingに対応できる体制を整えていた。

結 語

外傷性大動脈峡部瘤に、右横隔膜ヘルニアを合併した症例でも右腋窩動脈送血を併用することによって安全に手術を行うことができる。

文 献

- 1) 米山桂八, 横山清七, 木曾一誠ほか：外傷性横隔膜ヘルニア—自験3症例と本邦報告例の統計的観察—。臨床外科 **29**: 533-540, 1974.
- 2) 山戸一晃, 小川道夫, 杉元 侃ほか：外傷性横隔膜ヘルニア。外科治療 **33**: 520-526, 1975.
- 3) 山崎繁通, 巻幡 聡, 平尾昌文ほか：胸部外傷の臨床像—横隔膜損傷を中心に—。胸部外科 **59**: 1027-1031, 2006.
- 4) 守田誠司, 中川儀英, 山際武志ほか：右胸腔内脱出を伴った右側外傷性横隔膜ヘルニアの1例。日外傷会誌 **17**: 225-260, 2003.
- 5) 松田 望, 遠野千尋, 佐藤 一ほか：受傷14年後に腸閉塞にて発症した遅発性外傷性横隔膜ヘルニアの1例。岩手県立病院医学 **46**: 177-180, 2006.
- 6) 間嶋 孝, 榊原次夫, 植松靖之：鈍的外傷による遅発性横隔膜ヘルニアの1例。京府医大誌 **117**: 181-185, 2008.
- 7) 日本外傷学会・日本救急医学会（監）：改訂外傷初期診療ガイドライン-JATEC。ヘルス出版, 東京, 2004.
- 8) Parmley, L.F., Colonel, M.C., Mattingly, T.W. et al.: Nonpenetrating traumatic injury of the thoracic aorta. Circulation **17**: 1086-1011, 1958.
- 9) 和泉裕一, 笹嶋唯博, 小窪正樹ほか：外傷性胸部大動脈瘤の1治療例。日胸外会誌 **41**: 262-265, 1993.
- 10) 下野高嗣, 加藤憲幸, 平野忠則ほか：大動脈瘤に対するステント人工血管内挿術, 早期・中期成績。日外会誌 **100**: 500-505, 1999.
- 11) Rousseau, H., Soula, P., Perreault, P. et al.: Delayed treatment of traumatic rupture of the thoracic aorta with endoluminal covered stent. Circulation **99**: 498-504, 1999.
- 12) Marty-Ane, C.H., Berthet, J.P., Branchereau, P. et al.: Endovascular repair for acute traumatic rupture of the thoracic aorta. Ann. Thorac. Surg. **75**: 1803-1807, 2003.
- 13) Santanello, S.A.: Thoracic aortic occlusion after repair of traumatic aortic rupture with endovascular graft. J. Trauma **55**: 593, 2003.
- 14) 柚木純二, 大坪 諭, 力武一久ほか：横隔膜直下に生じた外傷性胸部下行大動脈破裂の1治療例。日心外会誌 **33**: 429-432, 2004.
- 15) Pate, J.W., Fabian, T.C., Walker, W.A. et al.: Acute traumatic rupture of the aortic isthmus; repair with cardiopulmonary bypass. Ann. Thorac. Surg. **59**: 90-98, 1995.
- 16) Duke, B.J., Moore, E.E., Brega, K.E. et al.: Posterior circulation cerebral infarcts associated with repair of thoracic aortic disruption using partial heart bypass. J. Trauma **42**: 1135-1139, 1997.