

## 小児開心術後縦隔洞炎に対して持続陰圧閉鎖療法が奏効した2例の経験

片柳 智之, 小澤 司, 佐々木雄毅, 原 真範  
藤井 毅郎, 塩野 則次, 吉原 克則, 小山 信彌  
渡邊 善則

東邦大学医療センター大森病院心臓血管外科

## Key words:

negative pressure wound therapy,  
Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* mediastinitis, pediatric cardiac surgery, Congenital heart disease

## Negative Pressure Wound Therapy for Mediastinitis following Pediatric Open Heart Surgeries –A Report of Two Cases–

Tomoyuki Katayanagi, Tsukasa Ozawa, Yuki Sasaki, Masanori Hara, Takeshiro Fujii, Noritsugu Shiono,  
Katsunori Yoshihara, Nobuya Koyama, Yoshinori Watanabe

Division of Cardiovascular Surgery, Toho University Omori Medical Center, Tokyo, Japan

Surgical site infection (SSI) is an occasionally unavoidable and challenging postoperative complication that can result in prolongation of hospitalization, increased medical costs, and worsened patient outcomes. In cardiac surgery, some risk factors for SSI have been identified. These include implantation of foreign materials, aortic cross-clamping, and use of cardiopulmonary bypass, all of which have a deleterious effect on the immune system and ultimately increase the risk of postoperative infection.

Mediastinitis is a serious SSI that adversely affects prognosis. Conventional surgical treatments for this complication include debridement, irrigation, and reconstructive surgery using the omentum or some muscle flap. However, the negative pressure wound therapy (NPWT) was recently introduced. Herein, we describe the use of this technique to successfully treat two cases of mediastinitis caused by methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infection after pediatric open heart surgery, without reoperation for sternal closure. The novel NPWT without sternal reclosure should be effective and less invasive as a surgical treatment for mediastinitis.

### 要 旨

手術部位感染(surgical site infection: SSI)は軽視できない術後合併症の1つであり、入院期間延長、医療費増大および患者満足度低下をもたらす。特に心臓外科領域では、手術侵襲自体の高さに加えて、不可避的な人工材料移植、大動脈遮断、人工心肺使用等による生体免疫機構への過大な不利益もあり、術後感染症のリスクが高まる。中でも縦隔洞炎は予後を左右する重篤な手術部位感染である。これまで縦隔洞炎に対する外科治療法として、デブリードマン、大網あるいは筋(皮)弁充填術、洗浄療法等が選択されてきた。しかし近年、陰圧閉鎖療法(negative pressure wound therapy: NPWT)が、縦隔洞炎治療の新たな治療手段として報告された。今回、われわれは乳児の開心術後 Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*(MRSA)縦隔洞炎に対して、胸骨を開放した状態でNPWTを施行し、胸骨再縫合閉鎖を行うことなく軽快退院に至った2症例を経験したので報告する。今後、NPWTは、縦隔洞炎に対する低侵襲かつ有効な外科的治療手段の選択肢となり得る。

### はじめに

心臓外科領域における術後合併症の中でも縦隔洞炎は予後を左右する重篤な手術部位感染(surgical site

infection: SSI)である。縦隔洞炎に対して、抗生剤投与、外科的デブリードマン、洗浄、大網および筋弁充填術等の治療法が選択されてきた。しかしながら最近、陰圧閉鎖療法(negative pressure wound therapy: NPWT)が、

2011年3月8日受付 別刷請求先: 〒143-8541 東京都大田区大森西 6-11-1

2011年8月12日受理 東邦大学医療センター大森病院心臓血管外科 小澤 司

手術治療と同等の治療効果があるとする報告がみられる<sup>1)</sup>。今回、われわれは乳児の開心術後 Methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA) 縦隔洞炎(骨髄炎併発)に対して、胸骨を開放したままの状態 NPWT を施行した 2 症例を経験し、良好な結果を得たので報告する。

## 症 例

症例 1: 6 カ月, 女児。

主訴: 顔色不良。

現病歴: 38 週 4 日, 2,364 g, 骨盤位, 児頭骨盤不均衡のため帝王切開で出生。Apgar スコア 9/10。

日齢 1 にて哺乳時に顔色不良となり, 心臓超音波検査にて房室中隔欠損症が疑われ, 近医より当院紹介受診となった。当院における経胸壁心臓超音波検査にて完全型房室中隔欠損症[Rastelli type A, mild atrioventricular valve regurgitation, moderate pulmonary hypertension (PH)]と診断された。心臓カテーテル検査では, ascending aortic pressure (AoP) 92/44/67 mmHg, pulmonary arterial pressure (PAP) 81/35/53 mmHg, L-R shunt ratio 81%, Qp/Qs=5.4, Rp=3.4 wood unit·m<sup>2</sup>, LVEF=65%であった。患児は術前の鼻腔培養で MRSA が陽性であり, 手術当日の手術室入室前にバンコマイシンの予防投与が行われ, 心内修復術が施行された。閉胸操作としては, ゴアテックス® スーチャー CV-0 (W.L.Gore & Associates, Inc. U.S.A)を用いた結節縫合により胸骨を閉鎖し, 筋層は 2-0 バイクリル®(ジョンソン・エンド・ジョンソン株式会社, TOKYO)による連続縫合, 皮下・真皮は 3-0 PDS®(ジョンソン・エンド・ジョンソン株式会社, TOKYO)による連続縫合とした。術後早期に PH crisis を合併したため人工呼吸期間が遷延したものの, 術後 24 日目に抜管した。以後は順調に経過したが, 軽快退院直前の術後 40 日目に 39°C の発熱と同時に正中創の発赤, 腫脹, 離開を認め, 胸部 CT 検査にて縦隔洞炎と診断された。さらに正中創部から排出された膿から MRSA が検出され, MRSA 縦隔洞炎と判明した。そのため開心術後 84 日目に手術室にて再開胸・デブリードマンを行い, 以後も病棟にて持続洗浄ドレナージ術を施行したが, 改善を認めなかった。遷延した MRSA 縦隔洞炎に対して, 開心術後 112 日目に 2 回目の再開胸・デブリードマンを施行した。その際, 胸骨は閉鎖せず, 正中創に対して NPWT(方法については後述)を行った。術後 NPWT を継続した状態で抜管し, その後再挿管に至ることはなく, 約 2 カ月間 NPWT を継続した。2 カ月後には



Fig. 1 An appearance of thoracic wound 3 months after negative pressure wound therapy in Case 1.

胸部 CT 検査にて縦隔内の dead space(死腔)が消失しており, 正中創部も良好な癒痕が形成され, 軽快退院となった。

現在, 外来にて経過観察中であるが, 触診上, 正中創癒痕の下面は, 増殖した骨成分に置換されており, 胸骨動揺は全く認められていない(Fig. 1)。

症例 2: 5 カ月, 男児。

主訴: 心雑音。

現病歴: 38 週, 2,116 g, 予定帝王切開で出生。Apgar スコア 8/9。

日齢 8 にて心雑音を指摘され, 心臓超音波検査にて直径 7 mm 大の膜様部型心室中隔欠損症と診断された。外来にてフォローアップされていたが, 生後 5 カ月にて哺乳力低下, 体重増加不良が著しくなり, 心臓カテーテル検査が施行された。PAP 26/14/20 mmHg, L-R shunt ratio 45%, Qp/Qs=1.8, Rp=1.1 wood unit·m<sup>2</sup>であった。生後 6 カ月にて心室中隔欠損パッチ縫合閉鎖術を施行した。胸骨閉鎖にはゴアテックス® スーチャー CV-0 による結節縫合, 筋層は 2-0 バイクリル®を用いた連続縫合, 皮下・真皮は 3-0 モノクリル®(ジョンソン・エンド・ジョンソン株式会社, TOKYO)による連続縫合を行って閉胸操作を完了した。術後経過は順調であり, 正中創も問題なく術後 12 日目に軽快退院となった。しかし術後 20 日目に 38.3°C の急激な発熱とともに正中創の発赤, 腫脹を認めたため, 救急外来受診となり, 胸部 CT 検査により縦隔洞炎と診断された。経静脈的な鎮静剤投与と局所麻酔下にベッドサイドにて正中創部を切開したところ, 排膿が認められた。胸骨固定の結紮糸を可能な限り摘除し胸骨を開放, 温生理食塩水を用いて十分洗浄し, 胸骨を開放したま

ま NPWT を開始した。同患児も症例 1 と同様、術前鼻腔培養にて MRSA は陽性であり、術直前に予防的なバンコマイシン投与を行った症例であったが、胸骨切開部より排出された膿培養から MRSA が検出された。胸骨を開放したまま NPWT を継続したが、呼吸状態および循環動態に悪影響を及ぼすことなく、状態は安定していた。その後、正中創を再縫合することなしに胸骨開放創は経時的に改善し、NPWT 開始後約 2 カ月で良好な創癒痕が形成され、軽快退院に至った。

本例も外来にて経過観察中であるが、良好な癒痕創を呈し、触診上も骨様の強度を有している。また胸骨動揺も認められていない。

### 陰圧閉鎖療法(NPWT)の方法

理学的所見、血液生化学検査、胸部 CT 検査等による総合的な縦隔洞炎の診断確定後、発赤、腫脹、熱感等の所見が波及している旧創部を切開し、胸骨縫合糸を抜去して胸骨を開放する。感染巣のドレナージが十分可能な状態とし、温生理食塩水を用いて徹底した洗浄を行う。その後、創の大きさに合わせて長方形に裁断された親水性ポリウレタンフォームドレッシング材：ハイドロサイトプラス<sup>®</sup>(Smith & nephew, LONDON)を貼布する。その際、浸出液を吸引しやすいように、表面ピンクの部分为数箇所、索状に浅く削り取り、格子状に溝を作成しておく。そこで、ハイドロサイトプラス<sup>®</sup>の表面に留置するドレーン：Blake Silicone Drain<sup>®</sup>(ETHICON JAPAN, TOKYO)を前述のハイドロサイトプラス<sup>®</sup>の長さに合わせて先端部分を斜めに切断する。ハイドロサイトプラス<sup>®</sup>表面の格子状の溝に添わせる形で Blake Silicone Drain<sup>®</sup>を置き、それらハイドロサイトプラス<sup>®</sup>と Blake Silicone Drain<sup>®</sup>をすべて覆うようにパーミエイド S<sup>®</sup>(NITTO MEDICAL, OSAKA)を貼布する(Fig. 2)。次いで、Blake Silicone Drain<sup>®</sup>を 100 ~ 200 mmHg の陰圧で設定



Fig. 2 A photograph of our negative pressure wound therapy system.

された吸引リザーバーに接続して持続吸引を開始する。その際、パーミエイド S<sup>®</sup>から Blake Silicone Drain<sup>®</sup>が導出される部分に空気漏れが発生しやすいので、陰圧によって生じるハイドロサイトプラス<sup>®</sup>表面の「しわ」を観察することで創部に陰圧がかかっていることを最終確認する。この独自の NPWT システムの交換は浸出液が多い場合は 2 ~ 3 日に 1 回とし、浸出液が少量となった場合でも 1 週間に 1 ~ 2 回の交換を行っている。なお NPWT システムを交換する際には、細菌量をさらに減少させる目的で<sup>2)</sup>、温生食を用いて創部を十分に洗浄する。また NPWT 終了の目安は浸出液がほぼなくなり、連続 2 日以上にわたり細菌培養が陰性となった時期としている。

### 考 察

術後の縦隔洞炎は、可能な限り防止すべき重篤な合併症であり、予防的抗菌薬の適正投与<sup>3,4)</sup>、小児開心術の低侵襲化<sup>4)</sup>、消毒薬の使用法、医療従事者と施設全体による清潔環境の整備等が肝要である。当施設では、前述の項目に加えて、感染管理部や小児科・新生児科との相互連携・協力体制のもと、術前入院期間や予防的抗菌薬使用期間を短縮し、また MRSA 陽性が判明している症例に関しては、ムピロシン(バクトロバン<sup>®</sup>)軟膏による術前除菌処置を行い、予防的抗菌薬としてバンコマイシン投与を行うなどの SSI 対策を実施している。しかし、今回の 2 症例では、手術直前の鼻腔培養で MRSA 陽性と判明したため、ムピロシンによる除菌処置を行う期間が十分ではなかった。したがって今後は、待機手術症例に関しては、手術適応と判断された段階で直ちに鼻腔培養を提出し、MRSA 陽性の患児に対しては除菌処置を徹底することが、MRSA 縦隔洞炎を予防するうえで最重要と考えている。SSI 対策が強化された状況下にもかかわらず、縦隔洞炎が発生した場合には、直ちに胸骨縫合糸の抜去と胸骨の開放を行い、汚染組織の徹底的な除去と温生食洗浄を行った後、可及的速やかに NPWT に移行する方針である。

NPWT の起源としては、1993 年、Fleischman ら<sup>5)</sup>が開放性骨折に対して、創傷を陰圧環境下で管理することにより創傷治癒が促進されたことを報告したことに始まる。さらに 1997 年、Morykwas<sup>6)</sup>および Argenta ら<sup>7)</sup>により、新たな創傷治療の方法として NPWT が紹介された。Morykwas らは、動物実験において NPWT の効果を検討し、1)吸引圧 125 mmHg では創縁の血流増加、逆に吸引圧 400 mmHg では創縁血流の減少、2)

NPWTを施行した群とNPWTを施行しなかった群との比較では、NPWTを施行した群において肉芽形成の促進を認めるとともに、創感染部位において、細菌量は経時的に有意に減少したことを報告している<sup>6)</sup>。また実際の症例報告によると、1)持続吸引による滲出液排出促進、2)感染組織の汚染物質・細菌量の減少、3)局所微細血流増加と健全肉芽形成の促進、4)ドレープ被覆による創部の乾燥防止などがNPWTの効果としてあげられる<sup>7-10)</sup>。

疾患の重症度や術式難易度が高い症例において、開心術後急性期は、いまだ循環動態、呼吸状態が不安定な時期である。そのような時期に縦隔洞炎が発生し、従来の手術治療、すなわち筋弁充填術、あるいは大網充填術等を行うことは、新たな手術侵襲とリスクを加える結果となる。しかしICUにおいて直ちに縦隔洞炎治療を開始できることや、特別な手術操作を必要としない低侵襲性と簡便性は、NPWTの大きな利点である。

また体格の小さな乳児では、縦隔内に充填する筋肉や大網等の組織容積が十分でないために有効な充填術が施行できないケースも存在する。しかし新生児、乳児、あるいは学童、成人に至るまで、あらゆる体格の患者に対応できることもNPWTの有利な点である<sup>11)</sup>。これまでNPWTに関する報告は成人例に対するものが多いが<sup>1, 5, 7-10)</sup>、小児におけるNPWTにおいては、創部の大きさや体格に応じてドレーンの太さを適宜選択する以外、成人例に対するそれと同等の方法論であり、遜色なく施行可能である。なおファロー四徴症に対して右室流出路パッチを用いた症例や、Rastelli手術、Fontan型手術等において心外導管を用いた症例に術後縦隔洞炎を発生した場合には、縫合線からの出血のリスクがないという条件下でNPWTは施行可能と考えられる<sup>2)</sup>。さらにNPWTの問題点として、縦隔内を強陰圧とした場合、胸郭が心腔を圧迫し拡張期充満が阻害され、循環動態へ悪影響を及ぼす可能性も示唆されているため<sup>2, 12, 13)</sup>、循環動態がある程度安定期に入っているという条件も付加する必要があるかもしれない。以上のような条件下であれば、心大血管の修復にパッチや人工血管が使用されている場合でも、ハイドロサイトプラス<sup>®</sup>が創縁に接触する部分の下面にアダプティックガーゼ・ドレーシング<sup>®</sup>(ジョンソン・エンド・ジョンソン株式会社、TOKYO)等を挿入することで、パッチや人工血管の縫合線に直接接触することや局所に過剰な陰圧がかかることを防止できるので、NPWTが可能となる。

一方、今回の2症例はいずれも、今後、再手術が必

要となる症例ではなく、これまでNPWT後に再手術に至った症例も経験していないが、NPWTにより心大血管前面と胸骨裏面の癒着を促進させてしまう危険性は否定できない。したがってNPWT後に再手術が必要な症例においては、癒着の程度を知るうえで胸部CT検査等による入念な術前評価を行う必要があると考えられる。さらにNPWTの問題点としては、患児が一定期間にわたり安静臥床を強いられる点である。しかしようやくわが国においても、V.A.C.<sup>®</sup>システム(Kinetic Concepts, Inc. San Antonio, TX)が市販されるに至り、同システム付属の充電式ポータブル吸引器を使用すればベビーカーへの乗車も可能になるという。したがってNPWTに付随する安静臥床の問題は払拭できるかもしれない。

術後縦隔洞炎を発生した場合、いずれの治療法を選択したとしても、入院期間の延長に伴う医療費の高額化、ベッド稼働率の低下等の問題が生じる。今回の2症例のうち、症例1では当初、デブリードマンおよび持続洗浄ドレナージ術を選択した。しかし改善が認められなかったためにNPWTに移行し、最終的に入院期間が長期化してしまった。症例2に関しては、症例1の経験から、縦隔洞炎の診断後、可及的速やかにNPWTに移行し、再手術に至ることなく軽快退院させることができた。Ugakiらは、小児心臓術後に縦隔洞炎を合併した新生児、乳児、および5歳以下の小児に対して、持続洗浄ドレナージ療法のみ(13例)、NPWTのみ(1例)、あるいは持続洗浄ドレナージ後にNPWTを追加した混合療法(6例)を施行した20例を対象として後方視的な検討を行っている<sup>2)</sup>。同報告は、難治性の縦隔洞炎合併例において、術後急性期の循環動態が不安定な時期には持続洗浄療法を行い、縦隔洞炎がある程度限局化し、なおかつ循環動態が安定した後にNPWTに移行する混合療法が良いと述べている。今回、症例1の縦隔洞炎に対して行った治療経過は、Ugakiらが推奨する混合療法に合致しており、また症例2についても、縦隔洞炎がそれほど広範に及んでいなかったために当初からNPWT単独療法を開始したことが良好な結果につながった可能性も考えられる。したがって縦隔洞炎の重症度とそれぞれの患児の背景(疾患・術式・状態等)に合わせた治療法を選択することが、重要かつ基本的なスタンスであることに異論はない<sup>2)</sup>。

NPWTを導入することは、その理論的根拠からも<sup>6)</sup>MRSA縦隔洞炎の重篤化や慢性化を防止でき、縦隔洞炎を最終的に治癒させ得る可能性が高いことは確かである。しかしながら従来の縦隔洞炎治療法と比べて、

NPWTを導入することが、死亡率を有意に低下させ、入院期間の短縮につながるか否かについては、今後の詳細な検討に委ねられる。

## 結 語

今回われわれは、小児開心術後 MRSA 縦隔洞炎に対して NPWT が奏効した 2 症例を経験した。NPWT は低侵襲かつ有効な外科治療手段であり、胸骨再開鎖を施行することなく感染創の改善および縦隔洞炎の治癒が期待できる画期的な方法と考えられた。

なお、本論文の要旨は、第 46 回日本小児循環器学会総会・学術集会において発表された。

## 【参考文献】

- 1) 西村謙吾, 中村嘉信, 原田真吾, ほか: 開心術後正中創感染に対する持続陰圧吸引療法. 胸部外科 2009; **62**: 1053-1055
- 2) Ugaki S, Kasahara S, Arai S, et al: Combination of continuous irrigation and vacuum-assisted closure is effective for mediastinitis after cardiac surgery in small children. *Interact CardioVasc Thorac Surg* 2010; **11**: 247-251
- 3) 打田俊司, 原田順和: 予防的抗菌薬の適正使用への移行と術後創部管理の変更による術後入院期間短縮の試み. 日小循誌 2008; **24**: 516-521
- 4) 小澤 司: 小児心臓外科における低侵襲化因子と予防的抗菌薬縮小投与. 日小循誌 2008; **24**: 522-526
- 5) Fleischmann W, Becker U, Bischoff M, et al: Vacuum sealing as treatment of soft tissue damage in open fractures. *Unfallchirurg* 1993; **96**: 488-492
- 6) Morykwas MJ, Argenta LC, Shelton-Brown EI, et al: Vacuum-Assisted Closure: A new method for wound control and treatment: Animal studies and basic foundation. *Ann. Plast Surg* 1997; **38**: 553-562
- 7) Argenta LC, Morykwas MJ: Vacuum-Assisted Closure: A new method for wound control and treatment: clinical experience. *Ann Plast Surg* 1977; **38**: 563-576
- 8) Schimmer C, Sommer SP, Bensch M, et al: Management of poststernotomy mediastinitis: Experience and results of different therapy modalities. *Thorac Cardiovasc Surg* 2008; **56**: 200-204
- 9) Luckraz H, Murphy F, Brayant S, et al: Vacuum-assisted closure as a treatment modality for infections after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; **125**: 301-305
- 10) Wackenfors A, Gustafsson R, Sjogren J, et al: Blood flow responses in the peristernal thoracic wall during vacuum-assisted closure therapy. *Ann Thorac Surg* 2005; **79**: 1724-1731
- 11) Hiramatsu T, Okamura Y, Komori S, et al: Vacuum-Assisted Closure for Mediastinitis after Pediatric Surgery. *Asian Cardiovasc Thorac Ann* 2008; **16**: 45-46
- 12) Petzina R, Ugander M, Gustafsson L, et al: Hemodynamic effects of vacuum-assisted closure therapy in cardiac surgery: assessment using magnetic resonance imaging. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007; **133**: 1154-1162
- 13) Steigelman MB, Norbury KC, Kilpadi DV, et al: Cardiopulmonary effects of continuous negative pressure wound therapy in swine. *Ann Thorac Surg* 2009; **88**: 1277-1283