
原 著

当科における局所陰圧閉鎖療法を 用いた 40 症例の検討

素輪 善弘, 沼尻 敏明, 上中 麻希, 五影 志津
杉本 佳陽, 西野 健一

京都府立医科大学大学院医学研究科形成外科学*

Clinical Experience of Wound Treatment Using Negative Pressure Wound Therapy (NPWT): a Study of 40 Cases

Yoshihiro Sowa, Toshiaki Numajiri, Maki Uenaka, Sizu Itsukage
Kayo Sugimoto and Kenichi Nishino

*Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Kyoto Prefectural University of Medicine
Graduate School of Medical Science*

抄 録

局所陰圧閉鎖療法 (Negative Pressure Wound Therapy : 以下 NPWT) は創傷を閉鎖環境とし、そこに陰圧を加えることで創傷治癒を促進させる物理療法である。本法は、創傷組織の浮腫を軽減し、血流を改善することにより、早期の肉芽増生をもたらす。またドレッシングの交換回数、患者の疼痛や精神的負担、医療費の軽減を可能にすると考えられる。

欧米では、以前より NPWT 専用の医療機器商品である V.A.C.[®] システム (KCI 社, 米国) が普及しているが、本邦においては 2010 年 4 月によくこの商品の使用について健康保険収載されたばかりであり、これまでは各施設で身近な医療材料を応用して行われていた現状があった。

当科においても代替品を用いさまざまな工夫を凝らした独自の NPWT を施行してきた。これまでわれわれは、既存の保存的療法で治療効果の得られにくい難治性皮膚潰瘍、外傷、熱傷、糖尿病性潰瘍、褥瘡または外科的手術による二次的皮膚欠損を対象に NPWT を利用し、良好な治療結果を得た。また、これは遊離植皮術や複合組織移植術における移植組織の固定にも有用であった。本稿では、NPWT を用いた過去 40 症例の治療背景を示すとともに、その応用法について報告する。

キーワード：局所陰圧閉鎖療法, NPWT, VAC 療法, V.A.C.[®] システム, 創内持続陰圧洗浄療法。

Abstract

Negative pressure wound therapy (NPWT) is a new wound management technique used in accelerated wound healing through which continuous negative pressure is delivered within a closed environment. NPWT removes tissue edema, leading to increased localized blood flow, which applies force that results in enhanced formation of granulation and dramatically reduction in the number of required

dressing changes, patient pain, psychological stress and treatment cost. In April 2010, the Japanese Medical Health Insurance System approved coverage of NPWT, which is widely used clinically to induce and promote wound healing in western countries as the V.A.C.[®] system (KCI Co.). We developed our original NPWT system as an alternative medical device because the V.A.C.[®] system had not been approved as a NPWT in Japan by the medical insurance system. This novel NPWT device is useful for fixing skin and composite grafts, too. Here, we report 40 cases using our device that show excellent therapeutic effects on negative pressure dressing for a wide variety of wounds (skin ulcer, ambustion, trauma, decubitus ulcer, diabetic ulcer, sternal osteomyelitis, and surgical traumatic skin-defect), which are refractory to traditional conservative therapies. This study reports the background of patients from our clinical experience and the clinical application using this device of NPWT.

Key Words: Negative pressure wound therapy, NPWT, V.A.C.[®] system, IW-CONPIT.

はじめに

局所陰圧閉鎖療法 (negative pressure wound therapy, 以下 NPWT) は, 1997 年に Argenta ら¹⁾ が考案した非侵襲性の創傷治癒システムである。創傷を密封し陰圧ドレナージを加えることで, 創縁の引き寄せ, 肉芽形成の促進, 滲出液や感染性汚染物質の除去, 組織の浮腫軽減などの効果により創傷治癒を促進させる物理療法の 1 つである。

以前より, 本法の創傷に対する有用性が多数報告されるなか, 本邦においてもようやく 2009 年 11 月 2 日付で厚生労働省の医療機器製造販売承認が得られ, 2010 年 4 月には健康保険収載された。これまで欧米諸国では NPWT 専用の医療機器である V.A.C.[®] システム (KCI 株式会社, 米国) という商品が普及していたものの, 本邦では承認されていなかったこともあり, 既存の方法では治療効果が得られにくい難治性創傷に対しては, 各施設で身近な医療材料を駆使して独自の NPWT が行われていたという現状があった。創傷治療法の一手段として注目される傾向にある中で, 当科においても 2005 年 10 月より現在までに代替品を用いさまざまな工夫を凝らした独自の NPWT を施行してきた。本稿では, その 40 症例の治療経験から治療背景, 効果及び応用法について述べる。

対象と方法

2005 年 10 月より 2010 年 9 月までの期間で,

形成外科専門医 2 名以上が既存の外科的あるいは保存的療法では治療効果が得られにくいと判断した難治性皮膚潰瘍, 外傷, 熱傷, 糖尿病性潰瘍, 褥瘡を NPWT の対象とした。また, 遊離植皮術や複合組織移植術における移植片固定を目的に NPWT を施行した症例も対象に加えた。対象症例は 40 例で, 年齢は 5 歳から 84 歳 (平均 61.7 歳), 男性 23 名, 女性 17 名であった。

当科における NPWT の材料としてハイドロセルラードレッシング (ハイドロサイト[®]: スミス・アンド・ネフュー株式会社), 吸引カテーテル (14Fr) (サフィード[®]: テルモ株式会社), 耐水性透明絆創膏 (テガダーム[®]: 3M 株式会社) を用いた。阿部ら²⁾ の方法に従い, まずハイドロサイトの表面をはさみで切って溝を作成し, 数箇所側孔を開けた 14Fr 吸引カテーテルをこの溝に留置した。さらにその上から耐水性透明絆創膏を貼り付け全体を密閉状態にした。ハイドロサイトは創面の大きさに応じて数枚用いるか, 分割して使用した (図 1)。エアリーク防止には入れ歯安定剤 (タフグリップ[®]: 小林製薬株式会社) を使用した。

次に対象年齢・部位及び使用目的に応じて吸引圧を -50 mmHg から -150 mmHg の間で適宜調整し負荷させた³⁾。その際, 一般的にはベッドサイドの壁に設置されている中央配管の吸引器を利用している施設が多いが, 当科では携帯用持続吸引器 (SB バック[®]: 住友ベークライト株式会社) を利用した。NPWT 装置の交換は創汚染の状態により回数を調節した。比較的感染

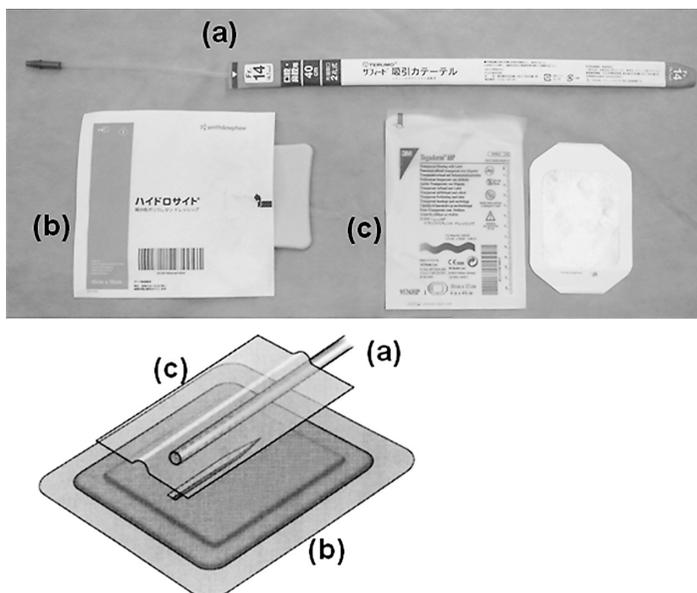


図1 NPWTにおける使用材料。

- (a) 14Fr 吸引カテーテル (サフィード®:テルモ社) (b) ハイドロセルラードレッシング (ハイドロサイト®:スミス・アンド・ネフュー社)
 (c) 耐水性透明絆創膏 (テガダーム®:3M社)

がコントロールされている創であれば、週3回程度の交換とした⁴⁾。交換時には、洗浄を行い創の清浄化を図った。

また、難治性潰瘍に対してはb-FGF製剤(フィブラスト・スプレー®: 科研製薬株式会社)を潰瘍面に散布した後NPWTを施行した。使用法はまずNPWTを行う前に創面を擦り、軽いデブリードマンを行い、そこに約1平方センチメートル当たり $1\mu\text{g}/10\mu\text{l}$ のb-FGF製剤を噴霧した。その後、b-FGF製剤が細胞の受容体と結合するまで30秒待機してから、NPWTを施行した。これを2~3日に1回行った。

遊離植皮術や複合組織移植術における移植片固定を目的にNPWTを用いた場合も、材料及び方法は同様であり、移植片上よりハイドロセルラードレッシング、耐水性透明絆創膏の順に貼付した⁵⁻⁷⁾。

また、われわれはNPWTと持続洗浄を組み合わせた創内持続陰圧洗浄療法(Intra-Wound Continuous Negative Pressure and Irrigation

Treatment: 以下IW-CONPIT)を導入し、特に感染のコントロールが困難な5症例に用いた。IW-CONPITとは2本のカテーテルを用いる方法である。一方のチューブに生理食塩水ボトルを、もう一方のチューブに自動吸引器を連結し持続吸引を行い、この吸引圧によって創内は常に陰圧状態に維持されつつ、生理食塩水が持続的に流動し洗浄される。これらの症例も今回の検討に加えた⁸⁾⁹⁾。

当科において現在までにNPWTを用いた40症例について、年齢、性別、適応傷病、部位、使用目的及び感染の有無などの背景因子と治療効果および合併症について検討した。

結 果

当科でこれまでに経験した40症例における代表症例を患者背景(Table)とともに示す。IW-CONPITを含めたNPWT例は全例で浮腫が改善し、良好な肉芽増生が観察できた。またNPWTを遊離植皮術や複合組織移植術に用いた17例

Table Background of patients (2005~2010)

	n	(%)
Number of cases	40	
Sex		
Male	23	(57.5)
Female	17	(42.5)
Age average : 61.7		
~19	2	(5.0)
20~29	2	(5.0)
30~39	1	(2.5)
40~49	5	(12.5)
50~59	5	(12.5)
60~69	9	(22.5)
70~79	9	(22.5)
80~	7	(17.5)
Type of wound		
Skin ulcer	8	(20.0)
Ambustion	3	(7.5)
Trauma	2	(5.0)
Decubitus ulcer	4	(10.0)
Diabetic foot	2	(5.0)
Sternal Osteomyelitis	6	(15.0)
Surgical traumatic skin-defect	15	(37.5)
Site applied		
Chest	9	(22.5)
Abdomen	2	(5.0)
Arm	3	(7.5)
Hand	1	(2.5)
Sacrum	4	(10.0)
Hip	3	(7.5)
Leg	16	(40.0)
Foot	2	(5.0)
Method applied		
Basic	18	(45.0)
Skin Graft	15	(37.5)
Composite Graft	2	(5.0)
IW-COMPIT	5	(12.5)
Infection		
(+)	14	(35)
(-)	26	(65)

では、2例に部分的な移植片の不生着を認めたものの、それ以外はすべて完全生着した。使用対象傷病は外科的手術による二次的皮膚欠損が15例と最も多く、使用部位は18例が下肢で用いられており、全体の約半数を占めていた。多く認められた合併症は、疼痛、使用材料や滲出液による接触皮膚炎及び耐水性透明絆創膏の交換時に生じる表皮剥離であった。比較的重篤なものとしては、施行後の持続出血2例であった。また症例全体の35%にあたる14例の感染創にNPWTを用いたが、そのうち感染の増悪を3例に認め、これらの症例では、すみやかに使用を中止した。

代表的な症例を以下に示す。

症例1

6歳、男児。

主訴：腹部正中創哆開。

生後6か月で肝機能障害を指摘され、糖尿病(Ia型)と診断された。6歳時に生体部分肝移植術施行され、術後5日目に皮膚縫合不全により、腹部縦切開創が哆開した。その後、約2週間の保存療法で閉鎖傾向を認めなかったため、当科に紹介された。NPWTを利用した保存的治療で、徐々に創収縮が起こり、約1か月で創は閉鎖した(図2)。

症例2

40歳、男性。

主訴：臀部皮下膿瘍。

第11胸椎損傷の既往があり、当科初診の数年

前より仙骨部に褥瘡を生じていた。3週間前より褥瘡周囲に発赤・腫脹を認め、左臀部、肛門周囲にも新たな壊死創が出現した。開創したところ、病巣の深部は仙骨、左坐骨結節、陰囊皮下におよび、肛門左側より骨盤直腸窩へ連続していた。さらに坐骨結節より、大腿屈筋群、坐骨神経に沿って膿瘍形成を認めた。細菌検査より非クロストリジウム性ガス壊疽と診断した。広範なデブリードマンを行い、注意深い創観察及び感染管理のもとNPWTを5週間施行したところ、感染は沈静化し、左臀部外側からの有茎大臀筋穿通枝皮弁による再建で創閉鎖可能となる状態まで創の縮小が得られた(図3)。

症例3

72歳、男性。

主訴：悪性腫瘍切除後の大腿部皮膚欠損。

右大腿外側部軟部組織悪性腫瘍の拡大切除により生じた広範囲皮膚欠損に対し臀部から採皮を行い、メッシュタイプの遊離皮膚移植術を施行し、NPWTで移植片の固定を行った。約2週間後には移植片の生着を認め、術後放射線療法が可能となった(図4)。

症例4

59歳、女性。

主訴：左乳輪・乳頭欠損。

左乳癌に対し自家組織による乳房再建後、健側からの複合組織移植術を用いて乳輪・乳頭を再建した。その際、移植複合組織をNPWTで10日間固定した。約1か月後、移植組織は生着

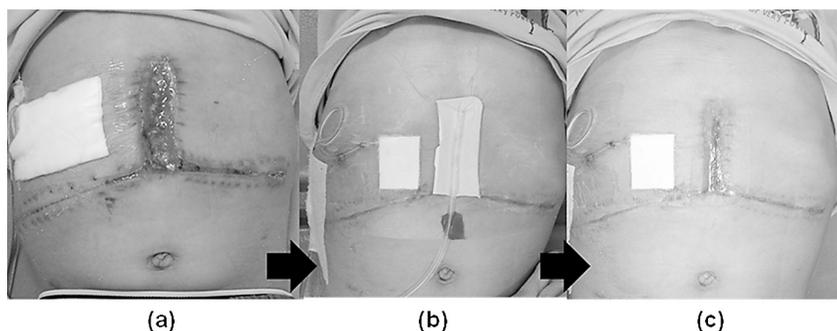


図2 6歳、男児。肝移植後の腹部正中創哆開に対して、NPWTを用いて創の閉鎖が得られた。(a) 施行前 (b) 施行中の所見 (c) 施行後1か月

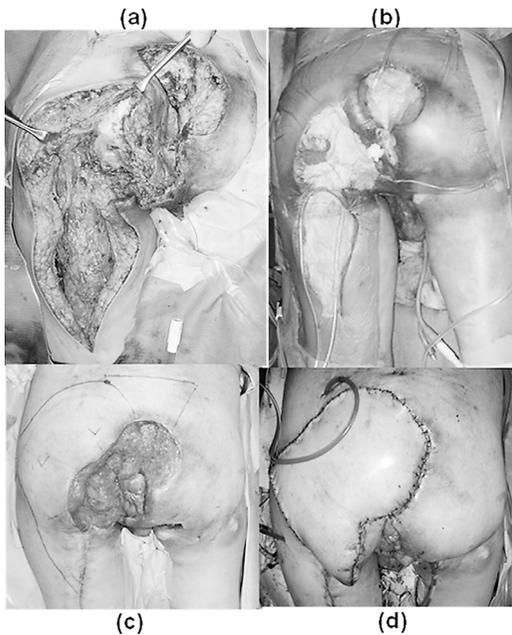


図3 40歳, 男性. 臀部褥瘡より生じた非クロストリジウム性ガス壊疽に対してNPWTを施行し, 良好な結果を得た. (a) 施行前 (b) 施行中 (c) 施行後1か月 (d) 臀部穿通枝皮弁による創閉鎖

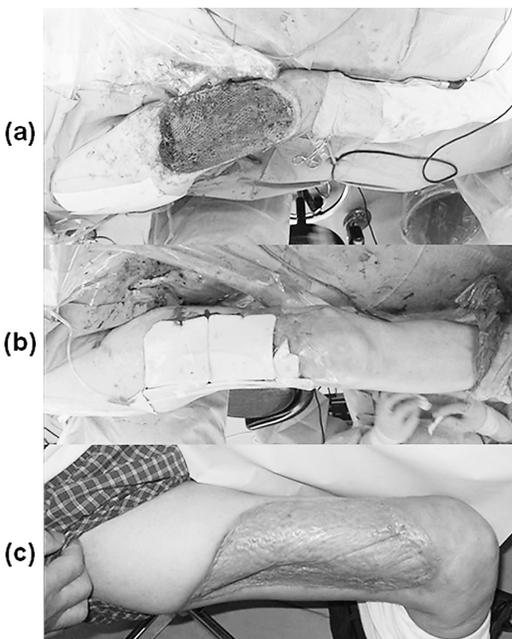


図4 72歳, 男性. 腫瘍切除後大腿部皮膚欠損に対する遊離皮膚移植術において皮膚移植片の固定にNPWTを使用した. (a) 施行前 (b) 施行中 (c) 施行後14日目

したと判断した. また移植乳輪・乳頭の位置や形態も良好であった (図5).

症例5

71歳, 男性.

主 訴: 胸部正中胸骨骨髓炎.

冠動脈バイパス移植術施行後の胸骨骨髓炎に対して, 持続洗浄で感染コントロールを行い, 同時にNPWTの効果を得る目的でIW-CONPITを施行した. 施行後1週間で感染は沈静化し, 開始後3週間で創閉鎖が得られた (図6).

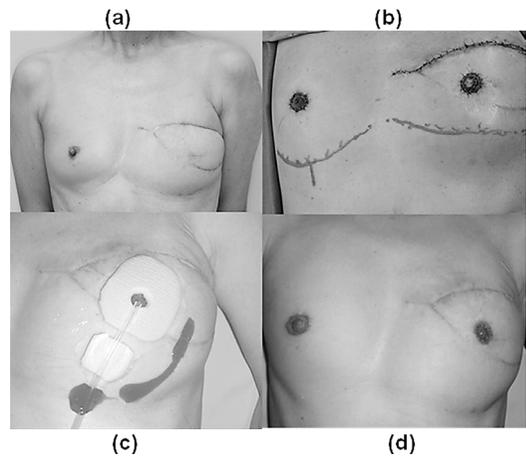


図5 59歳, 女性. 左乳輪・乳頭欠損に対して, 遊離複合組織をNPWTで固定した. (a) 施行前 (b) 遊離複合組織移植術直後 (c) 施行中 (d) 施行後1か月

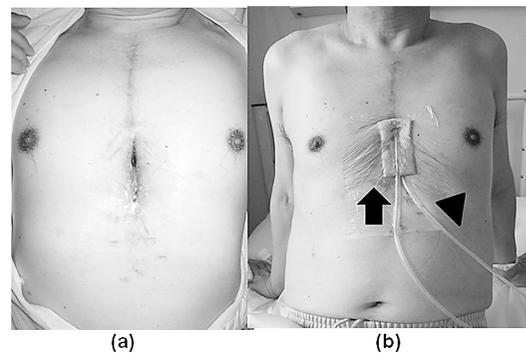


図6 71歳, 男性. コントロール困難な胸部正中胸骨骨髓炎に対して創内持続陰圧洗浄療法を用いた. 矢印は洗浄液の流入路で, 矢頭は洗浄液の流出路を示す. (a) 施行前 (b) 施行中

考 察

NPWTの使用により、主に創傷に対して余剰間質液の除去による浮腫の軽減、機械的作用による組織血管新生・肉芽形成の促進による創治癒促進効果、及び吸引ドレナージによる細菌数の減少といった効果が期待できる¹⁰⁻¹⁵⁾。また早期の創面積の縮小により滲出液が減少することでアルブミンの漏出を防止し、滲出液がボトルに溜められることから体液喪失量を正確に把握でき全身管理が容易となる¹⁶⁾。さらに頻回の洗浄処置が必要でなくなり、患者負担の軽減、医療従事者のマンパワー及びガーゼなどの消費医療材料の削減が行えるという副次的な効果も考えられる¹⁷⁾。

当科においては、2005年より現在までに代替品を用いてさまざまな工夫を凝らした独自のNPWTを40症例に用いた。患者背景については、全年齢層で幅広く使用され、年齢による使用制限条件はみあたらなかった。対象傷病は外科的手術による二次的皮膚欠損が最も多かったが、これは当科の特徴として皮弁再建の際に生じる二次的皮膚欠損例の経験が多かったためと考えられる。また今回、頭頸部における使用例はなく、下肢での使用例が約半数を占めた。これについては一般的に下肢領域の血流状態は頭頸部領域より悪く、創治癒が遅延するため難治性となりやすい傾向にあること、また当科では血管柄付き遊離皮弁の採取を下肢に求めることが多く、そのため二次的皮膚欠損が下肢領域に集中したことが影響していると考えられた。

今回の報告では、NPWT使用症例と不使用症例との間での条件調整が困難であったため、治療効果についての両者間比較検討は行っていないが、NPWTを使用することで、浮腫が改善し、より良好な肉芽増生を認め、早期の創収縮効果をもたらした症例を多く観察した。一方、合併症については、多く認められたのは疼痛や接触皮膚炎、表皮剥離といった皮膚障害であった。これらに対しては陰圧の軽減、ステロイド含有軟膏の外用により解決できた。また持続出血は生命にかかわる重篤な有害事象につながる可能

性もあるため、もっとも注意を要する合併症である¹⁷⁾。著者も持続出血が原因と思われる著明な血腫を2症例経験した。幸い大量出血には至らなかったが、2症例とも抗凝固剤の使用症例であり、抗凝固剤服用患者に対するNPWT使用はとくに注意を要し、十分止血を確かめる必要がある。

次にわれわれがNPWTを施行する際に行っている工夫と応用をいくつか紹介する。工夫については、まず創周囲の凹凸が著しい場合は、エアリークすることが多く、このような場合に入れ歯安定剤を使用し、これを防止している²⁾。入れ歯安定剤は主成分が酢酸ビニル樹脂で不溶性である。無臭で、着色されているのも使いやすい理由のひとつである。

創傷に対する陰圧環境の設置法に関しては他施設と比べて大きな相違はないが、吸引法については独自の考えをもとに実行している。一般的には吸引器はベッドサイド中央配管の壁吸引装置が利用されているが、身体が拘束されるなどの患者負担が問題となる。そこで当科では、壁吸引装置の代用に携帯用持続吸引器を使用している。これにより、行動範囲を制限されることなく、患者のストレスも軽減される。吸引圧については、Argentaら¹⁾が提唱した原法によると、 -125 mmHg が至適圧として推奨されているが、まだまだ議論の余地があると考えている。Isagoら³⁾は動物実験で -50 mmHg 以上の吸引圧においては、その強弱で創収縮率に有意差はないとしており、阿部ら²⁾も重度褥瘡に対する臨床利用で -38 mmHg という低い吸引圧での有効性を確認している。われわれも、施行対象部位及び目的に応じて吸引圧を -50 mmHg から -150 mmHg の間で適宜調整している。具体的には、遊離植皮術に用いる場合や使用範囲に凸面か骨膜、腱などの比較的硬い組織が含まれる場合は部分的に予想以上の圧が作用する可能性があるため、吸引圧を -100 mmHg 以下と低めに設定しており、潰瘍面の肉芽の浮腫軽減を強く期待する場合は、 -150 mmHg を超えず疼痛が認められない程度まで設定を引き上げている。

また感染兆候を認めず、肉芽形成が期待できる症例については、さらに早期の創閉鎖を促す目的で b-FGF 製剤を積極的に使用している¹⁸⁾。これにより、良好な肉芽形成が促進されるため、有用な方法であると考えられる。

応用については、遊離植皮術における移植皮膚片の固定に利用していることがあげられる。遊離植皮術において、移植皮膚片の生着率向上のためには移植皮膚片と下床との密着が非常に重要である。これに対しては従来から tie-over 固定という比較的煩雑な手技が行われてきた。しかし、植皮片上から NPWT を行うことで、より簡便に皮膚を固定かつ密着させることが可能となった⁵⁻⁷⁾。ことに半周以上に及ぶ四肢における遊離植皮術での使用は、非常に安定した方法だと考えられる。そのうえ浮腫の軽減、血流改善、浸出液の排除などの効果が加わり生着率が向上する可能性も示唆されている⁵⁾。また当科では、同様の概念で乳頭・乳輪形成術における複合組織移植術においても、NPWT を使用しており、良好な結果を得ている。この方法については、これまで他に報告例はなく独自の応用法だと考えている。今回、遊離植皮術や複合組織移植術に利用した 15 例ほぼすべての症例で移植片の生着が得られた。2 例において、腱組織上に移植片の部分壊死を認めたが、これは下床組織の血流状態不良が原因であると推測された。

最後に、感染創に対する NPWT の是非についてであるが、密閉を必要とすることで、感染をより助長しないかという問題がある。自験例においても症例全体の 35% にあたる 14 例の感染創に NPWT を使用したが、その多くに感染の改

善がみられた。ガス壊疽という嫌気代謝が関与する感染創の管理においても NPWT を併用したが、感染兆候は改善し良好な結果が得られた。NPWT は陰圧をかけることにより創内の直接的細菌除去や、血流改善による二次的効果によって細菌量を軽減するという可能性も指摘されている¹¹⁾。また抗生剤を併用しながらも感染の増悪が認められた 3 症例については、すみやかに中止を決定し洗浄を行うことで大きな問題には至らなかった。適切な外科的デブリードマンと細心の創観察や検査データの追跡があれば、感染創においても NPWT は有用であることが示唆されていると考えられた。また関連する新たな試みに IW-CONPIT を用いた難治性創傷治療も 5 例経験した。これは NPWT と外科で通常よく行われている持続洗浄の概念を組み合わせたもので、両者を並列させる方法である。われわれの印象では、創収縮効果については NPWT に比べて減弱するように思われたものの、感染創に対しては、より安全に使用でき治療効果も十分得られたため、今後も感染傾向の強い潰瘍に積極的に使用していく方針である。

2010 年 4 月の健康保険診療報酬改定で「局所陰圧閉鎖処置」が新設された。現在本邦において陰圧創傷治療システムとして認可され、保険診療で局所陰圧閉鎖処置を算定することができるのは KCI 社の V.A.C.[®] システムのみである。今後、創傷治療の促進、医療費の削減および患者の QOL 改善が期待できる本法がさらに普及していくことが予想され、当科としても症例に応じてこれまでの独自の NPWT と併用し比較検討していく予定である。

文 献

- 1) Argenta LC, Morykwas MJ. Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: clinical experience. *Ann Plast Surg* 1997; 38: 563-577.
- 2) 阿部江利子, 神崎憲雄, 鈴木美和. 重度褥瘡 (IV 度) に対するポリウレタンフォームドレッシング材を用いた低圧持続吸引による陰圧閉鎖療法の有用性の検討. *褥瘡会誌* 2007; 9: 515-520.
- 3) Isago T, Nozaki M, Kikuchi Y, Honda T, Nakazawa H. Negative pressure dressings in the treatment of pressure ulcers. *J Dermatol* 2003; 30: 299-305.
- 4) Ludwig L, Keel M, Trentz O, Michael H. Wound conditioning by vacuum assisted closure (V.A.C.) in postoperative infections after dorsal spine surgery.

- Eur Spine J 2006; 15: 1388-1396.
- 5) Rozen WM, Shahbaz S, Morsi A. An improved alternative to vacuum-assisted closure (VAC) as a negative pressure dressing in lower limb split skin grafting: a clinical trial. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2008; 61: 334-337.
 - 6) 小山明彦, 本田耕一. Negative-pressure dressing を用いた植皮の管理. *形成外科* 2000; 43: 909-914.
 - 7) Nakayama Y, Iino T. A new method for the dressing of free skin grafts. *Plast Reconstr Surg* 1990; 86: 1216-1219.
 - 8) Kiyokawa K, Takahashi N, Rikimaru H, Yamauchi T, Inoue Y. New continuous negative-pressure and irrigation treatment for infected wounds and intractable ulcers. *Plast Reconstr Surg* 2007; 120: 1257-1265.
 - 9) 清川兼輔, 高橋長弘. 持続洗浄を併用した局所陰圧閉鎖療法. *形成外科* 2010; 53: 293-300.
 - 10) Banwell P, Musgrave M. Topical negative pressure therapy: mechanisms and indications. *Int Wound J* 2004; 1: 95-106.
 - 11) Wackenfors A, Sjogren J, Gustafsson R, Algotsson L, Ingemansson R, Malmsjö M. Effects of vacuum-assisted closure therapy on inguinal wound edge microvascular blood flow. *Wound Repair Regen* 2004; 12: 600-606.
 - 12) 小川 令, Orgill DP. 陰圧閉鎖療法 (VAC 療法) の作用機序に関する考察. *日形会誌* 2009; 29: 127-134.
 - 13) Joseph E, Hamori CA, Bergman S. Prospective randomized trial of vacuum-assisted closure versus standard therapy of chronic non-healing wounds. *Wounds* 2000; 12: 60-68.
 - 14) Saxena V, Hwang C, Huang S, Eichbaum Q, Ingber D, Orgill DP. Vacuum-assisted closure: microdeformations of wounds and cell proliferation. *Plast Reconstr Surg* 2004; 114: 1086-96.
 - 15) Morykwas MJ, Argenta LC, Shelton-Brown EI, McGuirt W. Vacuum assisted closure: a new method for wound control and treatment: animal studies and basic foundation. *Ann Plast Surg* 1997; 38: 553-562.
 - 16) 守永圭吾, 清川兼輔, 力丸英明, 山内俊彦, 井上要二郎. Vacuum-Assisted Closure による重度仙骨部褥瘡 (IV度) の治療経験. *日形会誌* 2004; 24: 804-808.
 - 17) 波利井清紀, 大浦武彦. 日本における V.A.C. ATS 治療[®] システムの治療成績. *形成外科* 2010; 53: 655-662.
 - 18) 黒川正人, 佐藤 誠, 中山真紀, 八杉 悠. 線維芽細胞増殖因子を併用した陰圧閉鎖療法. *形成外科* 2010; 53: 285-291.