

原 著

## 創内持続陰圧洗浄療法における 洗浄効率についての実験的研究

久留米大学医学部形成外科・顎顔面外科学講座

守 永 圭 吾

感染創や難治性潰瘍に対して有効性の高い創内持続陰圧洗浄療法をより効率的に行うことを目的とし、洗浄と吸引チューブの最適な留置位置と種類について検討する。実験には、創内持続陰圧洗浄療法装置（グンゼ社製，GKC-10），3種類の創モデル（深さ 1.2 cm，3 cm，8 cm）と3種類のチューブ（先端のみが開いているノーマルチューブ，側溝のあるフラットチューブ，直接フィルム材に貼れるフランジチューブ）を用いた。それらの組み合わせによって、いずれのパターンが最も効率的に洗浄効果が得られるかを検討した。その検証方法については、フォーム材の中の墨汁が消失してゆく状況を写真撮影することで判定した。浅い創モデル（深さ 1.2 cm，3 cm）では、ノーマルチューブを洗浄と吸引の両方に用い、それらの先端を創の両端に留置する形式において洗浄効果が最も高かった。また、深い創モデル（深さ 8 cm）でも、ノーマルチューブの先端を創の底面近くの両端に留置する形式において、創底面の十分な洗浄効果が得られることがわかった。今まで我々は、多数の側孔をあけたチューブを用いてきたが、今回の結果より、ノーマルチューブを用い創縁の相対する点と点で洗浄と吸引を行うことが最も効率的であることがわかった。従って、通常の陰圧閉鎖療法で使用されているフランジチューブの先端にノーマルチューブを連続させたものを工夫することで、より簡便で効率的な洗浄が行えると考えられる。

久留米医学会誌，75 361 - 373，2012

### はじめに

局所陰圧閉鎖療法は、創傷をフィルム材で密閉し陰圧を負荷することにより、創傷治癒を促す方法である。難治性皮膚潰瘍の治療において、その有用性はすでに広く知られている<sup>1) - 3)</sup>。一方、感染を合併する創傷治療においては、生理食塩水などで頻回に洗浄することが最も重要とされる。さらに 2007 年われわれは、局所陰圧閉鎖療法と同時に持続洗浄を行うことで、両者の相乗効果によってより有効に治癒の促進と感染のコントロールを

行う方法（以下、創内持続陰圧洗浄療法）を開発し報告した<sup>4)</sup>。

一方、創内持続陰圧洗浄療法を行う上で、供給側と吸引側の 2 本のチューブ間で洗浄液が短絡するなどの問題点が指摘され、創全体がくまなく洗浄されているかについては不明な点が多い。感染創では、創全体が十分に洗浄されていないとその効果は半減する。今回われわれは、創内持続陰圧洗浄療法において、吸引チューブと洗浄チューブの最適な留置位置とチューブの種類について、創

K. Morinaga. Experimental study of the irrigation efficiency of intra-wound continuous negative pressure irrigation treatment.

モデルを使い検討したので報告する。

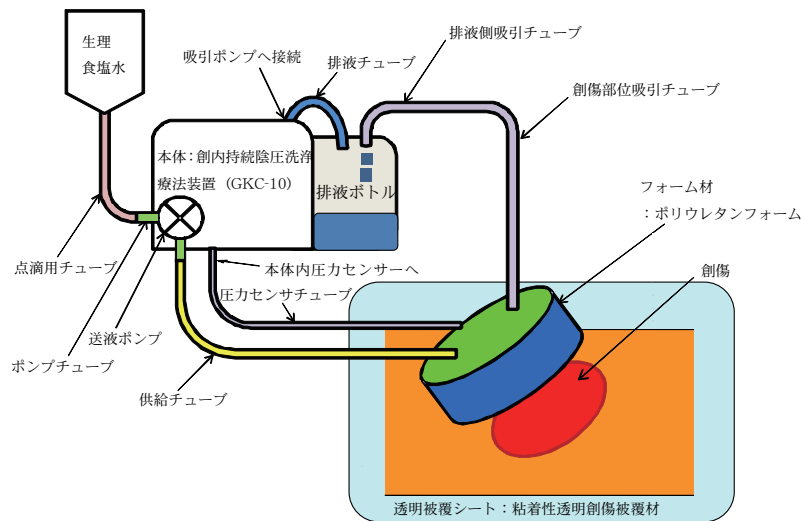
### 方 法

実験には、ゲンゼ株式会社で開発した創内持続陰圧洗浄療法装置 (GKC-10; 図 1) と独自に作成した形の異なる 3 種類の創モデルを用いた。浅い創のモデルとしては、直径 19 cm, 高さ 1.2 cm, 体積 340 cm<sup>3</sup> の円板状のモデルを作成した (図 2 a)。やや深い創のモデルとしては、上面 12 × 8 cm, 底面 8 × 4 cm, 高さ 3.0 cm, 体積 170 cm<sup>3</sup> の舟形のモデルを作成した (図 2 b)。非常に深い創のモデルとしては、上面の直径 18 cm, 底面の直径 15 cm, 深さ 8 cm, 体積 1715 cm<sup>3</sup> の円錐台型のモデルを作成した (図 2 c)。

フォーム材 (MF-20, INOAC 社製, セル数 20

± 4 個/25 mm, 密度 30 ± 5 kg/m<sup>3</sup>, 伸び %150) を創モデル内腔の形状に合わせてトリミングする。そのフォーム材を創モデル内に充填後, 吸引チューブと洗浄チューブをフォーム材の中に留置し, その上をフィルム材 (シリコンゴムシート, RBAM0.5, ミスミ社製, 厚み 0.5 mm) で密閉した。なお, 使用したチューブは, 先端のみが開いているノーマルチューブ (シリコンチューブ, 6 - 586 - 12, アズワン社製, 外径 6 mm, 内径 4 mm; 図 3 a), 側溝のあるフラットチューブ (シリコンチューブ, flat wound drain, smith & nephew 社製; 図 3 b), 直接フィルム材に貼れるフランジチューブ (シリコンチューブ, ゲンゼ試作品; 図 3 c) を使用した。吸引チューブと洗浄チューブは, とともに各々 1 本とした。環境条件は,

### 全体図



### 機構

本体は一定量を供給する送液ポンプと, 一定圧で吸引を行う圧力ポンプおよび創傷部位の陰圧度を監視し, 吸引圧をコントロールする圧力センサーよりなる。

生理食塩水は輸液ライン ポンプチューブ 供給チューブを通して閉鎖された系で創傷部位のフォーム材に供給される。送液はポンプチューブを外側から圧迫しながら回転することで食塩水を送液する。

創傷部位はフォーム材で充填され, 透明被覆シートでシールされる。フォーム材には供給チューブ, 圧力センサーチューブ, 吸引チューブが挿入されている。

排液側は吸引チューブ 排液側吸引チューブ 排液ボトル (2L) 排液チューブ 本体へ閉鎖され, 部位を洗浄した生理食塩水は上記経路にて排液ボトルに貯留される。

図 1 創内持続陰圧洗浄療法装置 (GKC10) の説明

温度 24℃，気圧 0.1Mpa，洗浄水には常温の水道水を使用した。

洗浄効率を検証するため墨汁を使用し，それらが消失してゆく状況を 10 分後，1 時間後，2 時間後と定常状態を経時的にカメラで撮影記録した。それらの写真で墨汁の残存（局在）状態を肉眼的に観察した。なお，定常状態とは肉眼上廃液が透明となり，かつ 3 時間以上墨汁の残存に変化が見られない状態と定義した。

以上の実験を 3 回施行し，その再現性を確認した。

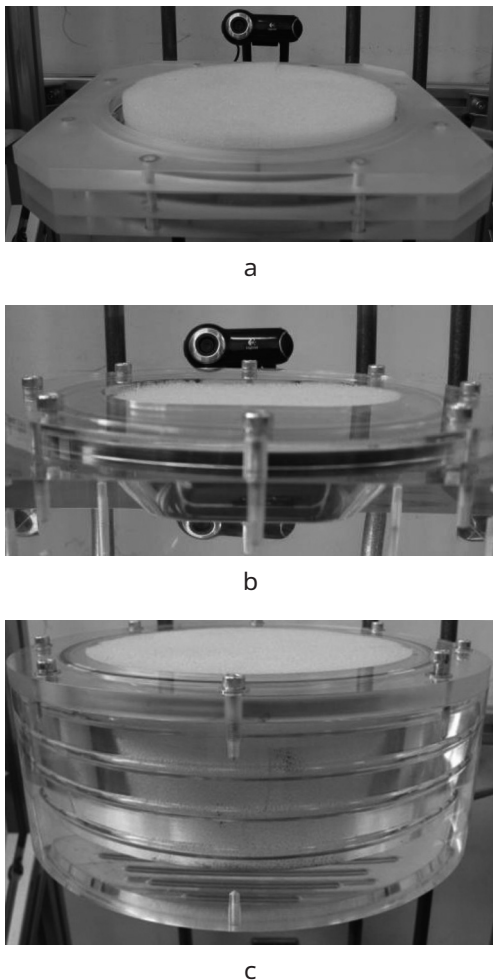


図2 創モデル  
 a ; 浅い創のモデル (直径 19 cm，高さ 1.2 cm，体積 340 cm<sup>3</sup> の円板状のモデル)  
 b ; やや深い創のモデル (上面 12 × 8 cm，底面 8 × 4 cm，高さ 3.0 cm，体積 170 cm<sup>3</sup> の舟形のモデル)  
 c ; 非常に深い創のモデル (上面の直径 18 cm，底面の直径 15 cm，深さ 8 cm，体積 1715 cm<sup>3</sup> の円錐台型のモデル)

実験 1 ; 浅い円板状の創モデル (図 2 a) を用いた実験で，スポンジにあらかじめ 0.1 ml の墨汁を均等に 7 箇所点滴したフォーム材を留置した (図 4)。実験は創モデルを水平状態に固定し，創を底面側から経時的に撮影した。吸引チューブと洗浄チューブの種類と留置位置については，9 種類の形式で実験を行った。本実験での洗浄流量は 200 ml/hr，陰圧は 100 cmH<sub>2</sub>O とした。

実験 1- ; 吸引チューブと洗浄チューブともにノーマルチューブを用い，4 つの形式で洗浄効率を比較した。4 つの形式とは，

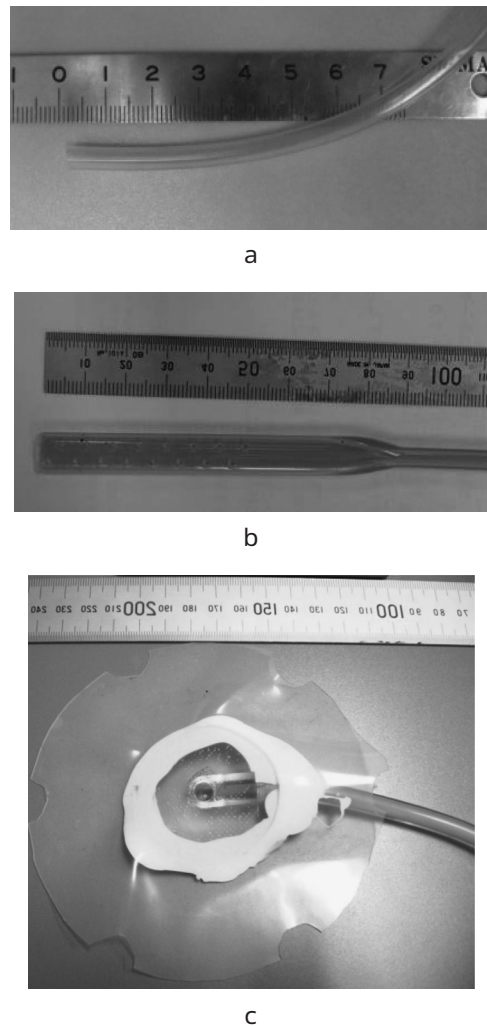


図3 チューブの種類  
 a ; ノーマルチューブ  
 b ; 側溝のあるチューブ  
 c ; フランジチューブ

- a, 洗浄チューブと吸引チューブの両方を創モデルの辺縁に留置 (図 5 a)
- b, 洗浄チューブを創モデルの辺縁より 4 cm

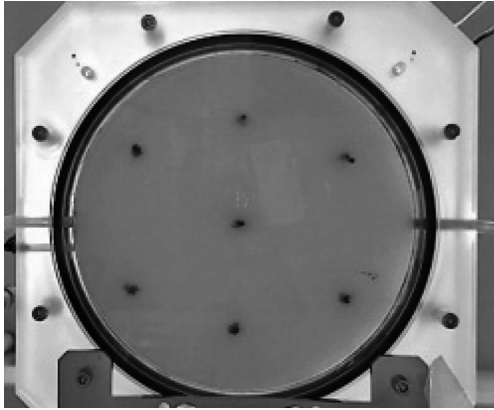


図 4 実験 1 で使用したフォーム材；7 箇所  
に 0.1 ml の墨汁をプロットした

挿入, 吸引チューブを創モデルの辺縁に留置 (図 5 b)

- c, 洗浄チューブを創モデルの辺縁に留置, 吸引チューブを創モデルの辺縁より 4 cm 挿入 (図 5 c)

- d, 洗浄チューブと吸引チューブの両方を創モデルの辺縁より 4 cm 挿入 (図 5 d)

実験 1- ; ノーマルチューブとフラットチューブを用いて, 2 つの形式で洗浄効率を比較した. 2 つの形式とは,

- a, ノーマルチューブの洗浄チューブを創モデルの辺縁に留置, フラットチューブの吸引チューブを創モデルの辺縁より 13.5 cm 挿入 (図 6 a)

- b, フラットチューブの洗浄チューブを創モデルの辺縁より 13.5 cm 挿入, ノーマルチューブの吸引チューブを創モデルの辺縁に留置 (図 6 b)

		10分後	1時間後	2時間後	定常状態(経過時間)		
a							
	b						
		c					
			d				

図 5 実験 1- の形式

- a ; ノーマルチューブの洗浄チューブを創モデル辺縁より 4 cm 挿入, ノーマルチューブの吸引チューブを創モデル辺縁より 4 cm 挿入
- b ; ノーマルチューブの洗浄チューブを創モデル辺縁より 4 cm 挿入, ノーマルチューブの吸引チューブを創モデル辺縁に留置
- c ; ノーマルチューブの洗浄チューブを創モデル辺縁に留置, ノーマルチューブの吸引チューブを創モデル辺縁より 4 cm 挿入
- d ; ノーマルチューブの洗浄チューブを創モデル辺縁に留置, ノーマルチューブの吸引チューブを創モデル辺縁に留置



実験1- ; ノーマルチューブとフランジチューブを用いて、3つの形式で洗浄効率を比較した。3つの形式とは

a, ノーマルチューブの洗浄チューブを創モデルの辺縁に留置, フランジチューブの吸引チューブを創モデル中央に貼付 (図7a)

b, フランジチューブの洗浄チューブを創モデルの中央に貼付, ノーマルチューブの吸引チューブを創モデル辺縁に留置 (図7b)

c, フランジチューブの洗浄チューブとフランジチューブの吸引チューブをそれぞれ創モデルの辺縁より4cm離して貼付 (図7c)

形式	10分後	1時間後	2時間後	定常状態(経過時間)
<p>a</p>				 2時間
<p>b</p>				 2時間

図6 実験1- の形式

- a ; ノーマルチューブの洗浄チューブを創モデル辺縁に留置, フラットチューブの吸引チューブを創モデル辺縁より13.5cm挿入
- b ; フラットチューブの洗浄チューブを創モデル辺縁より13.5cm挿入, ノーマルチューブの吸引チューブを創モデル辺縁に留置

形式	10分後	1時間後	2時間後	定常状態(経過時間)
<p>a</p>				 6時間
<p>b</p>				 5時間40分
<p>c</p>				 4時間

図7 実験1- の形式

- a ; ノーマルチューブの洗浄チューブを創モデル辺縁に留置, フランジチューブの吸引チューブを創モデル中央に貼付
- b ; フランジチューブの洗浄チューブを創モデル中央に貼付, ノーマルチューブの吸引チューブを創モデル辺縁に留置
- c ; フランジチューブの洗浄チューブとフランジチューブの吸引チューブをそれぞれ創モデル辺縁より4cm離して貼付

実験 2 ; やや深い創のモデルを用いた実験で、創モデルにあらかじめ 0.1 ml の墨汁を 8 箇所滴下プロットしたフォーム材を留置した (図 8)。いずれの実験も創を水平状態に固定した。また本実験では、側面の洗浄効果を確認するため、底面だけでなく側面からの 2 方向で写真撮影を行った。吸引チューブと洗浄チューブの種類と留置位置については、2 つの形式で洗浄効率を比較した。本実験での洗浄流量は 100 ml/hr, 陰圧は 100 cmH<sub>2</sub>O とした。なお、2 つの形式とは、

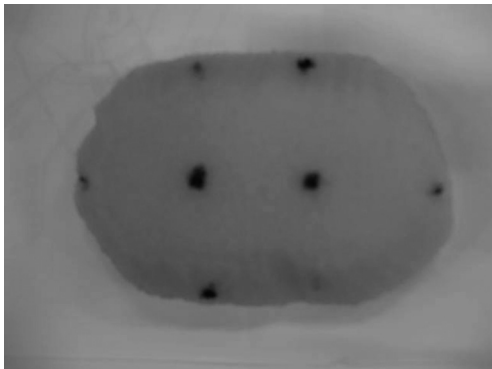


図 8 実験 2 で使用したフォーム材 ; 8 箇所に 0.1 ml の墨汁をプロットした

a, 洗浄チューブと吸引チューブともにノーマルチューブを創モデルの辺縁に留置 (図 9 a)

b, 洗浄チューブにノーマルチューブを用い創モデルの辺縁に留置, 吸引チューブにフラットチューブを用い創モデルの辺縁より底面近くに挿入 (図 9 b)

実験 3 ; 非常に深い創のモデル (図 2 c) を用いた実験で、1 ml の墨汁を洗浄チューブの側管より注入し、底面からだけでなく側面からの 2 方向で撮影を行った。創のモデルを水平状態に固定し、吸引チューブと洗浄チューブの種類と留置位置については 4 つの形式で洗浄効率を比較した。本実験での洗浄流量は 400 ml/hr, 陰圧は 100 cmH<sub>2</sub>O とした。なお、4 つの形式とは、

a, 洗浄チューブ, 吸引チューブともにノーマルチューブを用い, 洗浄チューブを創モデルの辺縁より底面近くに挿入, 吸引チューブを創モデルの辺縁より底面近くに挿入 (図 10a)

b, 洗浄チューブ, 吸引チューブともにノーマルチューブを用い, 洗浄チューブを創モデルの辺縁より底面近くに挿入, 吸引チューブを創モデルの辺縁に留置 (図 10b)

形式		10分後	1時間後	2時間後	定常状態(経過時間)
a	(カメラ1 (底面))				
	(カメラ2 (吸引))				
b	(カメラ1 (底面))				
	(カメラ2 (吸引))				
					6時間
					6時間

図 9 実験 2 の形式

- a ; ノーマルチューブの洗浄チューブを創モデル辺縁に留置, ノーマルチューブの吸引チューブを創モデル辺縁に留置  
 b ; ノーマルチューブの洗浄チューブを創モデル辺縁に留置, フラットチューブの吸引チューブを創モデル辺縁より底面に挿入

c, 洗浄チューブ, 吸引チューブともにノーマルチューブを用い, 洗浄チューブを創モデルの辺縁に留置, 吸引チューブを創モデルの辺縁より底

面近くに挿入 (図 10c)

d, 洗浄チューブ, 吸引チューブともにフラットチューブを用い, 洗浄チューブを創モデルの辺縁

形式		10分後	1時間後	2時間後	定常状態(経過時間)
a	(カメラ1 底面)				
	(カメラ2 ↓吸引)				
b	(カメラ1 底面)				
	(カメラ2 ↓吸引)				
c	(カメラ1 底面)				
	(カメラ2 ↓吸引)				
d	(カメラ1 底面)				
	(カメラ2 ↓吸引)				

図10 実験3の形式

- a ; ノーマルチューブの洗浄チューブを創モデル辺縁より底面に挿入, ノーマルチューブの吸引チューブを創モデル辺縁より底面に挿入
- b ; ノーマルチューブの洗浄チューブを創モデル辺縁より底面に挿入, ノーマルチューブの吸引チューブを創モデル辺縁に留置
- c ; ノーマルチューブの洗浄チューブを創モデル辺縁に留置, ノーマルチューブの吸引チューブを創モデル辺縁より底面に挿入
- d ; フラットチューブの洗浄チューブを創モデル辺縁より底面に挿入, フラットチューブの吸引チューブを創モデル辺縁より底面に挿入

より底面近くに挿入，吸引チューブを創モデルの辺縁より底面近くに挿入（図 10d）した形式である。

実験 4；重力による洗浄液の流れを検証するため，実験 1 で使用した浅い創モデルにあらかじめ 0.1 ml の墨汁を均等に 7 箇所滴下プロットしたフォーム材を留置した。創モデルを垂直状態に固定し経時的に撮影した。吸引チューブと洗浄チューブの種類と留置位置については，3 種類の形式で洗浄効率を比較した。本実験での洗浄流量は 200 ml/hr，陰圧は 100 cmH<sub>2</sub>O とした。それぞれの形式とも ノーマルチューブの洗浄チューブとノーマルチューブの吸引チューブを創モデル辺縁に留置した。なお，3 つの形式とは，

- a, 洗浄チューブを下方に，吸引チューブを上方に留置。つまり，洗浄液は垂直上方へ流れる仕組み（図 11a）
- b, 洗浄チューブを上方に，吸引チューブを下方に留置。つまり，洗浄液は垂直下方へ流れる仕組み（図 11b）
- c, 洗浄チューブ，吸引チューブともに水平方

向に留置。つまり，洗浄液は水平方向へ流れる仕組み（図 11c）である。

## 結 果

### 実験 1

実験 1- ：ノーマルチューブのみを使用した形式では，吸引チューブと洗浄チューブともその先端を創縁近くに留置した形式のものが最も効率よく洗浄できるという結果であった（図 5 a）。また，2 時間後の結果をみると，他の 3 つの形式ではフォーム材の中に挿入されたチューブの周囲から創モデルの外縁に沿ってに墨汁の残存が認められた（図 5 b, c, d）。

実験 1- ：フラットチューブを使用した形式では，2 つのいずれの形式においてフォーム材の中に挿入されたチューブに沿って墨汁が残存していた（図 6 a, b）。

実験 1- ：フランジチューブを使用した形式では，実験 1- に比べその洗浄効率が低い事が確認された（図 7 a, b, c）。但し，供給側にフランジチューブを使用し，吸引側に使用したノーマル

形式		10分後	1時間10分後	2時間10分後	定常状態(経過時間)
a					
					2時間
b					
					4時間40分
c					
					4時間20分

図11 実験 4 の形式

それぞれの形式ともノーマルチューブの洗浄チューブとノーマルチューブの吸引チューブを創モデル辺縁に留置した

- a；洗浄チューブを下方に，吸引チューブを上方に留置。洗浄液は垂直上方へ流れる仕組み
- b；洗浄チューブを上方に，吸引チューブを下方に留置。洗浄液は垂直下方へ流れる仕組み
- c；洗浄チューブ，吸引チューブともに水平方向に留置。洗浄液は水平方向へ流れる仕組み



チューブを創縁近くに留置した形式では、時間の経過と共に定常状態（5時間40分後）に達すると創全体が洗浄されていた（図7b）。

#### 実験2

2つの形式で洗浄効率が高かったのは、底面でも側面でも洗浄と吸引チューブの両方にノーマルチューブを用い、それぞれの先端を対角線上の創縁近くに留置した形式であった（図9a）。フラットチューブを使用した形式では、フォーム材に挿入したフラットチューブの周囲に墨汁の残存が認められた（図9b）。

#### 実験3

創底面が最も効率よく洗浄できていたのは、吸引チューブと洗浄チューブともにノーマルチューブを用い、その先端を創面の底面近くの両端に留置した形式であった（図10a）。しかし、創側面の洗浄効果については、墨汁の流れが見えず観察不能であった。

#### 実験4

洗浄チューブを下方に、吸引チューブを上方に留置する形式、すなわち重力に逆らった方向に洗浄する形式が最も洗浄効率が高かった（図11a）。

さらにこれらの実験を3回繰り返し施行することで、高い再現性があることが確認された。

### 考 察

高齢化、生活習慣病の増加に伴い、糖尿病、血行障害、寝たきり状態などに起因する慢性創傷や難治性潰瘍が増加している。これらの治療は長期化することが多く、医療費の増大の一因になっている。近年、この難治性潰瘍に対する治療法として、局所陰圧閉鎖療法が脚光をあびている。局所陰圧閉鎖療法は、難治性潰瘍の創傷治癒を阻害する滲出液を取り除き、陰圧の物理的作用による細胞分裂と肉芽形成を促進することで創面を活性化し、局所の血流を増加させ、さらに創全体の収縮をも図る治療法である。これまでにその有用性については、すでに多数の報告がある<sup>1) - 3)</sup>。しかし、局所陰圧閉鎖療法の感染の抑制効果に関しては、細菌数が減少傾向を示したという報告があるものの<sup>1)5)</sup>、逆に細菌が増加したという報告もあり<sup>6)7)</sup>、感染のコントロールという面では意見が分かれて

いる。臨床の現場でも、感染の強い創に局所陰圧閉鎖療法を適応すると、フォーム材に膿がつまり十分に創に陰圧がかからない、滲出液や膿が除去できないなどの原因によって、局所陰圧閉鎖療法が感染を悪化させたという報告もなされている<sup>8)</sup>。

感染創では、生理食塩水などで頻回に洗浄することが、創管理において最も有効な処置である。市岡らが洗浄前、洗浄後6時間、12時間、24時間の創の菌コロニー数を測定した結果では、洗浄後24時間には洗浄前の菌数レベルに近づいていたと報告している<sup>9)</sup>。したがって、細菌の数を減少させるためには、間隔をおかずに洗浄を繰り返すことが効果的で、特に持続的に洗浄することが最も効果的であると考えられる。以上のことから、実際、整形外科領域では骨髄炎に対する持続洗浄療法が以前より行われている<sup>10)11)</sup>。われわれは感染創に局所陰圧閉鎖療法と持続洗浄療法の両者を同時に行う創内持続陰圧洗浄療法を開発し、感染創に対するその高い有効性を報告した<sup>4)</sup>。一方、この創内持続陰圧洗浄療法を行ううえで、どのような洗浄方法が最も有効かについては十分な検討が行われておらず、明確な指針のないまま用いているのが現状である<sup>4)12)</sup>。今回われわれは、形の異なる3種類の創モデルを作成し、創内持続陰圧洗浄療法装置を用いて墨汁の流れを見ることが、その最も洗浄効率の高い方法を検討した。

我々が最も臨床上遭遇する難治性潰瘍や感染創は、実験1や実験2のように比較的浅くまた舟形をしていることが多い。これらの実験を検証した結果、先端の一箇所のみ穴のあいたノーマルチューブを吸引チューブと洗浄チューブの両方に用いこれらの先端を創の対角線上の両端に留置する形式、すなわち洗浄と吸引を創の両端の点と点で行うことで、創全体に対する最も高い洗浄効果が得られることがわかった。今までわれわれは、多数の側孔の開いたシリコンチューブや側溝のあるフラットチューブの方が洗浄に有効と考え、それらを吸引および洗浄チューブの両方に用いて使用していた<sup>4)</sup>。しかし、今回の実験により、チューブを長くフォーム材の中に挿入し留置することで、チューブの周囲に洗浄液（墨汁）のうっ滞が起こり逆に洗浄効率が下がることが解った（図5, 6）。その

理由としては、フォーム材の中に挿入したチューブ自体が洗浄液の流れを障害している可能性が考えられる。

また、創が非常に深いモデルでは、先端のみが開いているノーマルチューブを吸引と洗浄チューブの両方に使用し、その先端を創の底面近くの対角線上の両端に留置する形式において、創底面の洗浄効果については十分であることが確認された(図 10a)。しかし、創側面の洗浄効果については、今回の実験では観察が不可能であった。但し、縦隔炎や膿胸などのように非常に深い創では、底面を重点的に洗浄することが必要な場合が多い。このため、底面近くの両端にノーマルチューブの先端を留置する形式(図 10a)が、実際の臨床では最も効果的であると考えられる。

さらに患者の座位や立位を想定した場合、重力と逆行する形で洗浄を行うことが効率的であることもわかった。すなわち、縦隔炎や腹部離開創などのように比較的縦に長いような創では、立位や座位の状態を考慮すると尾側より生理食塩水を供給し、頭側で吸引する方が効率的であると考えられる。しかし、創が上下方向に長い症例合では、重力に逆らって洗浄液を上方に吸い上げることが難しくなる。このような場合は、その分陰圧を強くする必要があると考えられる。

創内の陰圧の程度については Morykwas ら<sup>1)</sup>によると、動物の実験では 125 mmHg が最適とされ、現在わが国で唯一保険算定できる KCI 株式会社でも最適陰圧としている。しかし、臨床上陰圧が強すぎて創の表面が壊死に陥った症例を見かけることがある。Isago ら<sup>13)</sup>は、ラットを用いて 25, 50, 75, 125 mmHg の陰圧で創の縮小を比較しているが、25 mmHg では収縮が悪いが、50, 75, 125 mmHg では創の縮小に差がなかったと報告している。臨床上では、館ら<sup>14)</sup>は 100 mmHg での陰圧を施行しており、Kiyokawa ら<sup>4)</sup>によると使用した吸引機 (Mera Sacume MS-008 by Senko Medical Instrument Mfg. Co., Ltd.) の最大吸引圧陰圧 50 cmH<sub>2</sub>O ( 37 mmHg) であっても良好な結果が得られたと報告している。これらの結果より、今回の実験では陰圧はその中間をとって 100 cmH<sub>2</sub>O ( 75 mmHg)

とした。つまり、陰圧閉鎖療法と洗浄を同時に行った場合、弱い陰圧であれば、創に与える陰圧の効果が低くなるだけでなく、洗浄液の漏出や停滞などの危険性が生じる可能性が考えられる。また、逆に陰圧が強すぎると、局所の血流低下や洗浄液の短絡が生じることが推測される。さらに、今回用いたフォーム材は V.A.C. システムで使用されているフォーム材に近似したフォーム材を使用しているため、疎水性が非常に高い。したがって、毛細管現象としての創面全体への洗浄液の広がりはずくないと思われる。そのため、今後は、創傷の部位、広さ、形状および局所の血流状態などによって、最適な陰圧の程度やフォーム材の種類を検討する必要があると考えられる。

実際の臨床の場で創内持続陰圧洗浄療法を施行中に遭遇する最も重大な問題点は、洗浄液の漏出である。最も漏出しやすい場所としては、皮膚とチューブとフィルム材の間に生じる隙間である。そのため、我々の施設ではその対策として皮膚とチューブとフィルム材の隙間に義歯安定剤 (タフグリップ<sup>®</sup>, 小林製薬株式会社) を使用し洗浄液の漏出に対処している。しかしながら、義歯安定剤には長時間経過するとアルコール成分が蒸発し硬化する性質があり、現在の対処法では十分とは言えない。一方、フランジチューブは KCI 株式会社が開発した陰圧閉鎖療法 (V.A.C.<sup>®</sup> ATS, KCI 株式会社) で吸引チューブとして使用されているチューブである。直接フォーム材に貼付することで、簡便かつチューブ周囲からの漏出は非常に少ない。そのため、今回フランジチューブについても実験を行った。しかし今回の実験では、フランジチューブを、実験のために作成した創モデルの形状によってその辺縁近くに貼付することが困難であった。洗浄と吸引を両端の点と点で行うのが最も効率的であるという今回の実験結果、および漏出に対するフランジチューブの有効性を考慮すると、実際の臨床では、創縁近くにフランジチューブを貼付しそのチューブの先端を延長してフォーム材の中に創底近くまで挿入する方法が最も理想的な方法と考えられる。今後はそのような装置の開発を行っていく予定である (図 12)。

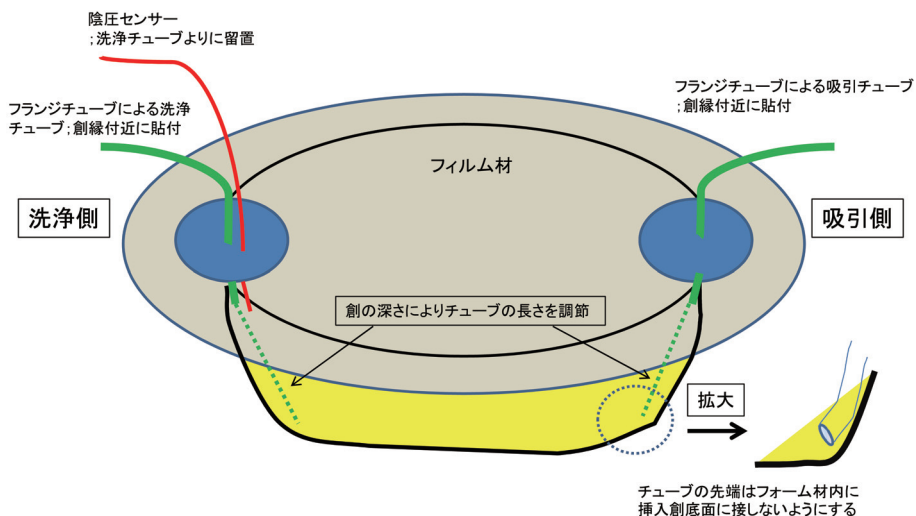


図12 フランジチューブを用いた理想的なチューブの留置法

謝 辞

今回の研究に関して、ご指導頂きました久留米大学形成外科・顎顔面外科学講座の清川兼輔主任教授に感謝いたします。さらに、ご協力いただきましたグンゼ株式会社研究開発部第三研究室の家城 弘様、高山正雄様、岡野はるか様に深く感謝いたします。

文 献

- 1) 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* 38: 553 - 562, 1997
- 2) Argenta LC, Morykwas MJ: Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: clinical experience. *Ann Plast Surg* 38: 563 - 576, 1997
- 3) Ubbink DT, Westerbos SJ, Nelson EA, Vermeulen H: A systematic review of topical negative pressure therapy for acute and chronic wounds. *Br J Surg* 95: 685 - 692, 2008
- 4) Kiyokawa K, Takahashi N, Rikimaru H, Yamauchi T, Inoue Y: New continuous negative-pressure and irrigation treat-

ment for infected wounds and intractable ulcers. *Plast Reconstr Surg* 120: 1257 - 1265, 2007

- 5) 渡辺裕美, 大浦紀彦, 市岡 滋, 中塚貴志: 難治性潰瘍に対する局所陰圧療法の臨床経験. *日形会誌* 25: 509 - 516, 2005
- 6) Braakenburg A, Obdeijn MC, Feitz R, van Rooij IA, van Griethuysen AJ, Klinkenbijl JH: The clinical efficacy and cost effectiveness of the vacuum-assisted closure technique in the management of acute and chronic wounds: a randomized controlled trial. *Plast Reconstr Surg* 118: 390 - 397, 2006
- 7) Weed T, Ratliff C, Drake DB: Quantifying bacterial bioburden during negative pressure wound therapy: does the wound VAC enhance bacterial clearance? *Ann Plast Surg* 52: 276 - 279, 2004
- 8) Saeed MU, Kennedy DJ: A retained sponge is a complication of vacuum-assisted closure therapy. *Int J Low Extrem Wounds* 6: 153 - 154, 2007
- 9) Ichioka S, Ohura N, Nakatsuka T, Harii K: A convenient local shower system for wound irrigation. *Jpn J PU* 3: 32 - 37, 2001

- 10) Goldman MA, Johnson RK, Grossberg NM: A New Approach to Chronic Osteomyelitis. Am J Orthopaedics 2: 63 - 65, 1960
- 11) Shumacker HB Jr., Mandelbaum I: Continuous antibiotic irrigation in the treatment of infection. Arch Surg 86: 384 - 387, 1963
- 12) Ugaki S, Kasahara S, Arai S, Takagaki M, Sano S: Combination of continuous irrigation and vacuum-assisted closure is effective for mediastinitis after cardiac surgery in small children. Interact Cardiovasc Thorac Surg 11: 247 - 251, 2010
- 13) Isago T, Nozaki M, Kikuchi Y, Honda T, Nakazawa H: Effects of different negative pressures on reduction of wounds in negative pressure dressings. J Dermatol 30: 596 - 601, 2003
- 14) 館 正弘, 今井啓道, 鳥谷部莊八: 胸骨正中<sup>切</sup>開創に対する陰圧閉鎖療法の検討. 日形会誌 26: 365 - 37, 2006

(受付 平成 24 年 11 月 8 日)

---

連絡先: 守永圭吾  
久留米大学医学部形成外科・顎顔面外科学講座  
Tel: 0942-31-7569



## EXPERIMENTAL STUDY OF THE IRRIGATION EFFICIENCY OF INTRA-WOUND CONTINUOUS NEGATIVE PRESSURE IRRIGATION TREATMENT

**Keigo Morinaga**

*Department of Plastic & Reconstructive Surgery and Maxillofacial Surgery,  
Kurume University School of Medicine*

With the objective of more efficiently performing Intra-Wound Continuous Negative Pressure Irrigation Treatment (IW-CONPIT), which is highly effective for infected wounds and refractory ulcers, we studied the optimal retention position for, and types of, cleaning and suction tubes. In the experiment, we used an IW-CONPIT device (Gunze GKC-10), 3 types of wound model (depth of 1.2 cm, 3 cm and 8 cm) and 3 types of tube (a normal tube with only the tip open, a flat tube with a lateral groove, and a flange tube directly adhered on to the film material). We looked into which combination of these yielded a pattern that obtained the most efficient cleaning effect. For the verification method, evaluation was performed by means of photography of the status as blank ink in a form was progressively erased. With the shallow wound models (depth of 1.2 cm and 3 cm), the configuration in which a normal tube was used for both cleaning and suction tubes, and their tips were retained at both ends of the wound, had the highest cleaning effect. Moreover, even with the deep wound model (depth of 8 cm), it was found that with a configuration in which both ends of a normal tube's tips are retained near the bottom of the wound, a good cleaning effect was obtained. So far, we have been using tubes with several side holes, but with the present results, we now know that using a normal tube, and performing point to point cleaning and suctioning relative to the wound margin is most effective. Hence, by improvising with a normal tube linked to the tip of the flange tube used in the usual negative pressure atresia treatment method, it is believed that a simpler, more convenient and effective cleaning can thus be performed.