

## 상처 치료용 소재

한남근, 한승만, 김익수  
SK케미칼(주) 화학연구소

### 1. 서론

이상적인 상처 치료제는 상처 치유가 신속하고 효과적으로 이루어질 수 있는 환경을 제공하며 상처가 회복된 후 흉터를 최소화 한다. 이러한 상처 치료 목적을 위해 상처 드레싱은 지혈, 삼출물 흡수, 통증 완화, 약물투여, 외부 자극으로부터의 보호, 감염 방지 및 은폐 등의 기능을 갖추어야 한다.

고대로부터 상처 처방으로 거미줄, 동물의 배설물이나 기름, 나뭇잎, 꿀 등 다양한 천연물들을 이용해 왔다[1-4]. 그러나 이러한 재료를 이용한 드레싱은 미생물에 의한 감염이 쉽게 일어나 부작용이 많았다. 기원 2세기경 갈렌은 상처 부위에 포도주를 스며들게 한 붕대와 함께 새의 분비물, 거미집, 끓는 기름 등의 재료들을 사용하였는데, 이는 철학적 사유에 근거하여 화농을 만들어 주는 것이 상처 치료의 필수 요소라는 믿음 때문이었으며 중세까지 이러한 치료법이 이어져 내려왔다[2,3]. 19세기 말 Joseph Lister에 의해 비로소 드레싱의 근대화가 시작되었는데, 그는 상처 치유에 있어서 청결함과 함께 멸균의 중요성을 강조하며 석탄산, 파라핀 왁스, 살리실산, 산화 알루미늄 등을 거즈에 도포한 방부 드레싱 재료를 사용하였다[4]. 또한 1880년에 Joseph Gamgee는 표백한 탈지면을 거즈로 감싼 드레싱 재료를 사용하였으며 지금까지도 그의 이름이 붙여진 것이 보편적으로 이용되고 있다. 제1차 세계대전 중에는 화상을 치료하기 위해 거즈에 파라핀을 스며

들게 한 비부착성 드레싱 재료(tulle gras)가 개발되었다[4]. 드레싱 재료의 발전에 있어서 가장 획기적인 변화는 1960년대 초 George Winter가 습윤 드레싱(moist wound dressing 또는 advanced wound dressing)을 제안하면서 이루어졌다[5-8]. 이때까지 드레싱의 기본 개념은 항상 상처 부위를 건조하게 유지해야 한다는 것이었는데 반해, 그는 상처 부위를 습하게 유지시키는 폐쇄성 드레싱 재료가 상처 치유 시간을 단축시키고 통증이 감소되며 흉터 크기가 작아짐을 확인하였다. 이후 많은 연구들이 그의 주장을 뒷받침 하였고, 오늘날 습윤 드레싱이 상처 치유의 확고한 원칙으로 자리하게 되었다. 습윤 드레싱에 의거하여 1970년대부터 다양한 재료와 형태의 진보된 드레싱 재료가 개발되어 상처 치료 분야에 있어 커다란 변화가 일어났다[8].

오늘날 상처 치료를 위한 드레싱 재료로서 요구되는 기능들에 대해 다음과 같이 정리할 수 있다[5,8].

- 습윤 환경의 유지
- 삼출물의 흡수
- 오염 및 감염의 방지
- 살균 및 소독
- 접착성
- 최적 온도의 유지
- 적절한 산소 투과도
- 최적 pH 유지
- 드레싱 교체에 따른 통증 및 육아 조직의 손상이 최소화

- 상피화 및 과립 조직의 형성을 촉진
- 통증 감소
- 악취 제거
- 교체 시간과 비용을 절약

본 고에서는 피부의 구조, 상처치료의 기전, 드레싱의 요구 조건 및 제품 개발 현황과 향후 전망에 대해 기술하고자 한다.

## 2. 피부의 구조 상치

피부는 외부 환경으로부터 인체를 보호하고 내적 환경의 항상성을 유지하는 역할을 한다. 피부가 손상되면 부작용과 함께 2차감염의 문제가 발생하므로 적절한 드레싱을 통한 상처치료가 매우 중요하다. 피부는 바깥 층부터 표피(epidermis), 진피(dermis), 피하지방층(subcutaneous layer)의 3부분으로 구성되어 있으며, 모발, 땀샘(sweat gland), 조갑(nail), 피지선(sebaceous gland) 등의 피부 부속기도 피부조직에 포함된다[9]. 표피는 피부의 가장 바깥 층으로써 대부분이 각질 세포로 이루어진 중층 편평 각화상피(keratinizing stratified squamous epithelium)로 두께는 약 0.04~1.6 mm이다. 각질 세포들 사이에는 멜라닌 세포, 랑게르한스 세포, 머켈(merkel) 세포가 존재하며, 표피 지질은 외부자극 및 미생물의 침입에 대한 방어 기능 뿐만 아니라 수분과 전해질의 외부유출 방지 기능을 수행한다. 각질 세포는 바깥쪽의 세포들이 떨어져 나가면서 계속 새로운 세포로 채워지게 되며 약 3-4주를 주기로 반복된다[8]. 피부의 대부분을 차지하는 진피는 표피 속으로 들어간 유두 진피(papillary dermis)와 그 이하 피부 지방층까지 분포하는 망상 진피(reticular dermis)의 두 부분으로 분류된다. 진피층에는 혈관 및 신경이 분포하며 콜라겐섬유, 탄력섬유 및 특별한 형태가 없는 기질로 구성된다. 진피는 표피에 영양분을 공급하고 표피를 지지하며 외부 자극으로부터 인체를 보호하고 수분저장과 체온조절의 기능을 한다. 또한 감각에 대한 수용체 역할과 피부 재생

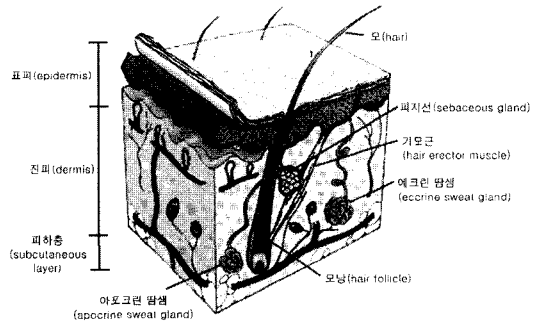


Figure 1. 피부의 구조[9].

기능을 수행한다[8,9]. 피하지방층은 진피와 신경, 혈관, 피부 부속기를 통해 구조 및 기능적으로 밀접하게 연결되어 있으며 혈관, 림프관, 신경 등이 분포한다. 피하지방층은 외부로부터의 열을 차단하고 충격을 흡수하여 인체를 보호하고 영양을 저장하는 역할을 한다[8,9].

상처는 피부조직이 손상된 것으로 일반적으로 창상, 화상, 만성 궤양 등으로 분류한다[5]. 창상은 주로 표피가 손상되는 마찰 상처, 피부와 함께 때에 따라서는 그 이하 까지 손상되는 찢어진 상처(裂傷), 칼과 창 등에 의해 찢려서 피부 조직 보다 내부의 손상이 심할 수 있는 자상(刺傷), 동물이나 사람에게 물려 근막이나 힘줄 및 뼈에 감염을 동반하는 물린 상처, 수술로 인한 상처 등이 있다[8]. 화상은 열, 약물, 전기, 방사선 등에 의한 상처로 열에 의한 상처가 가장 많은데 열원의 온도, 열전도도, 비열과 함께 노출시간에 따라 상처의 깊이가 달라진다. 예를 들어 표피 괴사는 온도 70 °C에서는 1초이지만 45 °C에서는 6시간 이상 피부가 노출 되어야 일어난다. 화상의 깊이에 따라 1도 화상은 표피 또는 진피의 상부까지만 손상된 것을 말하며, 2도 화상은 표피의 전부와 함께 진피가 대부분 손상되어 일부 땀샘이나 모낭 주변 조직만 남은 것이고, 3도 화상은 피부를 구성하는 모든 요소가 손상된 것을 말한다[8]. 만성 궤양은 병변의 원인에 따라 구분하는데, 오랫동안 누워 있어 압박을 받아 모세혈관의 혈

류 장애로 인해 발생하는 욕창, 정맥 부전증으로 주로 발생하는 하지 궤양, 기타 감염이나 방사선치료 및 질환으로 발생하는 궤양 등이 있다[30].

상기 상처의 종류와 깊이 및 원인에 따라 적용하는 드레싱 재료가 다르며 요구되는 기능들도 다양하므로 상처 회복을 목적으로 드레싱 재료를 개발함에 있어 상처의 종류와 원인에 대한 이해는 매우 중요하다.

### 3. 상처치료의 기전

상처의 깊이에 따라 부분층 피부상처(partial thickness wounds)와 전층 피부상처(full thickness wounds)로 상처를 구분할 수 있으며, 수술 후 봉합하거나 칼에 베인 것과 같은 폐쇄 상처와 찰과상과 같은 노출 상처로도 구분할 수 있다[8]. 부분층 피부상처는 표피와 진피의 일부분만 손상을 받은 얇은 상처로 표피가 벗겨져 있고 신경말단이 노출되어 있어서 통증이 심하고 습한 상처 표면을 갖게 된다. 표피가 소실된 상처는 표면이 밝은 선홍색을 띤다. 부분적인 진피 손실이 있는 경우에는 남아 있는 표피의 기저막이 새로운 상피세포의 근원으로 쓰일 수 있으며 상피세포 회복과 함께 결합조직의 복구도 함께 일어난다. 부분층 피부손상의 회복 과정은 초기 염증반응 단계를 시작으로 상피세포의 증식과 이동 단계를 거쳐 정상적인 세포 기능이 회복되는 표피층의 재건단계로 구성된다. 전층 피부상처는 표피와 진피층이 모두 손상되고 피하조직 및 심하게는 근막과 근육층까지도 손상이 발생한 상처를 말한다. 전층 피부손상의 치료 과정은 염증단계, 증식단계, 성숙단계의 세 단계로 이루어진다[10].

#### 3.1. 염증단계(inflammatory phase)

상처 치료의 시작은 염증단계로 상처가 발생하면 수 분내에 일어나며 대략 3일간 지속한다. 피부조직이 손상되고 출혈이 일어나면서 지혈이 시작되는데, 파괴된 혈관에서 나온 혈소판은 성숙 콜라겐이

생성하는 응고인자에 의해 활성화되어 응집한다. 이 과정에서 lysosomal 효소, 아데노신 트리포스페이트, 세로토닌, 성장인자 등이 세포로부터 배출되어 혈소판 응집을 촉진 시킨다. 이와 동시에 상처 가장 자리의 손상된 세포로부터 나오는 트롬보 플라스틴이 혈전 형성을 활성화 시킨다. 이러한 것들로 인하여 피브리노겐이 분해되어 섬유소(fibrin) 단량체가 만들어지고 중합과정을 거쳐 섬유소로 이루어진 망상구조체가 형성되어 지혈이 이루어진다. 지혈 후에 생긴 섬유소 덩어리가 건조되어 생긴 상처 딱지는 더 이상의 혈액과 체액의 손실을 막고 외부환경으로부터 상처를 보호한다[8,30,31].

혈전 형성과 동시에 섬유소, 섬유결합소(fibronectin), hyaluronic acid와 같은 세포외 기질의 침착이 발생하며, 이는 상처 내로의 세포 침투가 용이하게 이루어질 수 있도록 돕는다. 이후 진행되는 염증반응은 상처 내의 이물질이나 괴사조직 등을 제거함으로써 상처를 깨끗하게 하는 단계이다. 응고 인자가 활성화되면서 손상된 세포로부터 나오는 히스타민 및 세로토닌 등과 같은 혈관 확장제가 상처 부위 안으로 유입되어 혈관확장과 함께 모세혈관 투과성의 증가, 혈장과 백혈구의 침투를 용이하게 하고 상처를 치유하기 위한 각종 용액들이 쌓이게 되면서 붓거나 열이 나고 통증이 나타난다[8,30]. 이 단계에서 가장 주도적 역할을 담당하는 세포는 호중구(neutrophil)와 대식세포(macrophage)이다. 호중구는 조직 손상 후 6시간 이내에 처음 상처 내에 들어와 48시간에서 가장 많은 수를 나타내며 백혈구의 일종으로서 급성 염증을 유도하며 초기에 세균 침입을 방지하고 상처로 인해 괴사된 조직을 제거한다. 또한 탄성섬유 분해효소, 콜라겐 분해효소 등을 분비하여 손상되고 변성된 세포의 기질요소와 죽은 조직들을 제거한다. 손상 후 48-72시간 내에 호중구는 대식세포로 대체되는데 대식세포는 식균 등의 작용 외에도 응혈 덩어리와 괴사 조직을 제거하는 효소를 방출하고, 섬유 아세포(fibroblast)에 의한 세포 기질의 생성과 증식, 근세포의 증식, 혈관

화에 의한 내피세포의 증식 등에도 일차적인 역할을 담당하며 상처 치유 전 과정 동안 상처 내에 머물면서 광범위한 역할을 수행한다[8,30].

### 3.2. 증식단계(proliferative phase)

이 단계는 결손이 있는 부위가 새로운 조직으로 채워지고 상처가 새로운 상피세포로 보충되는 단계이다. 혈관 생성은 여러 자극들에 대한 반응으로 소정맥에서 자라나오는 새로운 모세혈관의 형성으로부터 비롯된다. 대식세포에 의해 만들어진 콜라겐 분해효소, 섬유소 분해효소, 단백질 분해효소가 만든 길을 따라 상처 가장자리나 진피층의 모근이나 땀샘 부위에 남아있는 상피세포가 상처 부위로 이동하기 시작한다. 이 과정은 혈관계 손상에 의해 나타나는 저산소증에 의해 활성화 되는데 저산소증은 대식세포로 하여금 내피세포의 화학적 유도 물질인 혈관 생성인자를 방출하게 하며, 내피 세포들은 산소 분압이 가장 낮은 상처의 중심을 향해 뻗어 나가게 된다[8,30].

상처 초기에 일시적으로 생성된 기질은 콜라겐이 주성분인 영구적 기질로 변환된다. 성장인자의 자극으로 상처의 내부로 이동한 섬유 아세포(fibroblast)는 콜라겐을 합성한다. 콜라겐은 상처 후 5일에서 7일 사이에 가장 활발히 만들어 지며 3주간 지속된다. 세포의 기질을 구성하는 proteoglycan, 섬유결합소(fibronectin) 등도 이 시기에 합성되지만 elastin은 거의 생성되지 않으므로 상처 치유 후의 피부는 정상 피부에 비해 탄력성이 떨어지게 된다[8,30].

상처 주변의 피부와 조직이 서로 당겨져 상처 면적이 점차 감소되는 수축(contraction)과정은 노출된 상처의 경우에는 육아조직의 형성과 동시에 진행되지만 봉합된 상처에서는 진행되지 않는다. 상처와 접하고 있는 정상 상피의 가장자리로부터 또는 진피층이나 피하 지방층으로부터 상피세포의 이주가 일어나 손상된 부분을 덮는 과정이 상피 세포화(epithelialisation) 과정이다. 수술 후 봉합된 상처처럼 조직 손상이 적은 상처의 경우에는 콜라겐의 합

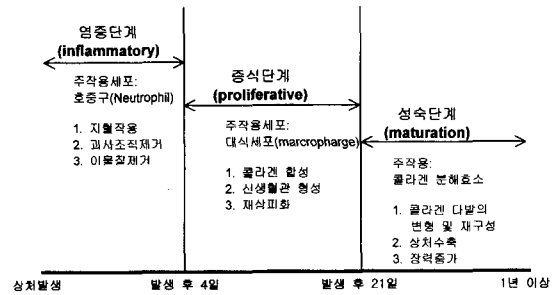


Figure 2. 일반적인 상처 치유 과정[8,30].

성과정과 거의 동시에 진행되지만 개방된 상처에서는 육아조직이 완전히 생성될 때까지 그 진행이 지연된다[8].

### 3.3. 성숙단계(Maturation Phase)

상처 치유의 가장 긴 단계로 결체조직 합성과 상피세포화 과정에 의해 회복되기 시작하여 1년 이상 지속된다. 이 과정은 대식세포, 섬유아세포 등에 의해 콜라겐의 합성과 분해가 동시에 일어나는 과정이다. 콜라겐 분해 효소에 의해 분해된 콜라겐 섬유는 제거되고 새로 합성된 섬유들로 대체되며, 이들 콜라겐 분자 사이에 공유결합을 형성하면서 점점 더 두꺼워지는 동시에 견고한 섬유 조직을 형성한다. 하지만 상처가 치유된 부위는 정상 피부와 같아질 수는 없다. 피부의 장력은 치료 1년 후에 최대에 이르지만 이는 정상 피부 장력의 80%에 불과하다[8,30].

## 4. 드레싱 재료의 요구 조건

앞서 지적한 상처 치유의 모든 과정을 원활하게 하고 흉터를 적게 남기면서 신속하게 상처를 아물게 하기 위해서 드레싱 재료가 갖추어야 할 기능을 다음과 같이 정리 할 수 있다.

### 4.1. 습윤 환경 유지

1950년대 말까지만 해도 상처는 가능한 건조하게 유지해야 한다는 생각이 지배적이었다. 그러나

이러한 생각은 1960년대 Winter, Hinman 등이 동물 및 사람에 대한 실험을 통해 상처 표면을 습하게 유지해 주는 것이 건조하게 유지하는 경우보다 상처 치유 효과가 월등함을 증명함으로써 드레싱 재료 개발에 획기적인 전기가 되었다[11,12]. 전통적인 드레싱 재료인 거즈 등을 사용하는 경우에는 상처 부위가 건조하여 딱지를 형성한다. 이러한 환경에서는 딱지와 진피의 경계면에 형성된 콜라겐 섬유가 상피세포의 이동을 물리적으로 방해함으로써 인하여 상처의 치유 속도가 떨어진다. 이에 반해 폐쇄성 습윤 드레싱 재료는 상처 표면에 습윤 환경을 유지시켜 주어 딱지가 형성되지 않으므로 상피 세포의 이동이 자유롭고, 이로 인해 상처 치유 속도가 매우 빨라진다[8]. 또한 습윤 환경은 상처 치유 과정에서 중요한 과립형성을 촉진시키고 과사조직의 분해 및 제거를 활성화 시켜 상처를 빨리 낮게 한다[8,31]. 또한 진피가 손상된 부분층 피부손상의 경우에는 모낭 및 땀샘 내에 남아있는 상피 세포로부터 상처 치유가 시작되는데 상처 표면이 건조한 경우에는 이 세포들의 생존 가능성이 낮아지므로 상처 치유의 속도가 저하된다[30].

## 4.2. 기체 투과성

Winter 이후 오랫동안 산소가 재생 상피화 세포의 유사 분열 속도 및 살균 효과를 증대 시키므로 산소가 풍부한 환경을 제공할 수 있는 높은 기체 투과성의 드레싱 재료가 상처 치유에 효과적이라고 믿어왔다. 하지만 이후 많은 연구 결과들은 산소가 부족한 환경에서 새로운 혈관의 형성, 섬유 아세포의 성장 및 성장인자의 형성이 촉진된다는 사실들

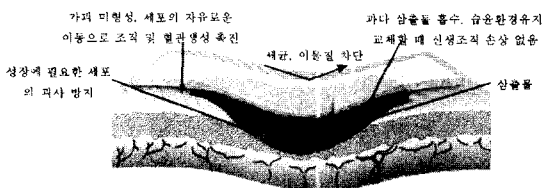


Figure 3. 폐쇄 드레싱의 상처 치유 촉진 효과[8].

을 지적 하였다. 이들 연구 결과들에 따르면 상처 치유에 있어서의 산소의 효과는 복합적으로 평형을 이루고 있다. 일반적으로 감염되지 않은 상처의 초기 단계에서는 낮은 산소 분압을 유지하는 비투과성 드레싱 재료가 효과적이며, 감염된 상처나 치유 후기 단계에서는 투과성이 높은 드레싱이 효과적일 것으로 알려져 있다[8,13].

## 4.3. pH 유지

혈액 속에서 산화 헤모글로빈의 탈산소 반응은 산성 조건에서 가장 빠르게 이루어진다. 그러므로 상처 부위가 알칼리 조건인 경우에는 재상피화(re-epithelialisation) 과정에 필요한 산소의 공급이 지연되게 된다. 또한 알칼리 조건 아래에서는 박테리아의 효소 활동에 의해 발생하는 암모니아 독소가 증가한다[14-16]. 즉, 상처 부위가 산성 조건일 때 암모니아 독성은 약 3배 정도 감소하며 항균성 및 산소 활용도가 증가한다. 그러므로 상처 부위를 약 산성으로 유지시키는 드레싱 재료가 상처 치유에 좀 더 효과적이라 할 수 있다[31].

## 4.4. 상처의 보호

전통적인 드레싱 재료는 쉽게 탈락하여 상처 부위를 노출시켜 외부 자극으로 인해 치유 속도가 지연되기도 한다. 이러한 외부 자극에 따라 이물반응 (foreign body reaction)이 유도되어 육아종 (granuloma)을 형성하기도 하며[17-19], 또한 감염 및 켈로이드성 흉터 발생 가능성이 높아지고 상처의 미봉합을 유발하기도 한다. 그러므로 드레싱 재료는 무엇보다도 상처를 보호하는 가장 기본적인 기능을 먼저 충족해야 한다. 즉, 외부 환경으로부터 세균감염 및 자극과 함께, 상처에 의한 외부로의 세균 감염 두 가지 가능성을 모두 차단할 수 있도록 드레싱 재료가 설계되어야 한다[20-22]. 때때로 드레싱 재료에 쓰이는 점착제가 피부에 알레르기 반응 및 자극을 유발하여 문제를 발생시키는 경우가 있다. 또한 인장 강성이 너무 높은 드레싱 재료는

접착 경계부위의 피부를 손상 시키기도 하며, 투습성이 결여된 드레싱 재료는 피부를 짓무르게 하기도 한다[5]. 상처 부위를 37 °C로 유지함으로써 인체 과립화 및 상피조직화 과정에서 대식세포의 유사분열 활동이 향상되어 상처 치유가 촉진된다. 특히 28 °C 이하에서는 대식세포의 활동이 급격하게 저하되므로 드레싱 재료는 상처 부위의 온도를 일정하게 유지시킬 줄 수 있는 단열성이 있어야 한다[25,26].

#### 4.5. 상처에 대한 비부착성 및 제거 용이성

상당수의 드레싱 재료들이 상처 표면에 부착하는데 이는 혈청 자체의 끈적한 성질에 의해서도 기인하며, 어떤 경우에는 삼출물이 매개가 되어 흡수와 건조 과정을 거치는 과정에서 드레싱 재료와 상처 부위가 쉽게 붙어 발생한다. 이 경우 상처에 붙은 드레싱을 제거하고 교체하는 과정에서 고통과 아울러 새로이 형성된 상피 조직이 함께 탈락됨으로써 상처 치유가 지연된다. 또한 드레싱의 상처 부착면이 개방 구조를 하고 있는 경우에는 육아조직이 드레싱으로 침투하여 자라 들어감으로써 위와 동일한 부작용을 가져온다[23,24]. 이를 방지하기 위해 상처에 비부착성인 드레싱 재료를 개발하려는 노력이

진행되었으며, 하이드로 콜로이드, 하이드로 겔, 폼 드레싱 등의 재료들은 상처에 부착하지 않는 특성을 가지고 있다.

#### 4.6. 경제성

상처 치료의 효용성은 동일한 치료 효과를 얻기 위해 투입해야 하는 시간과 비용을 두고 살펴 보아야 한다. 실제로 의료 현장에서 거즈 등의 고전적인 드레싱은 교체 주기가 길어야 하루를 넘지 않는 경우가 대부분이며 이로 인하여 교체 인건비가 차지하는 비중이 적지 않다. 드레싱은 가급적 교체 주기가 최소한 2일 이상이 되어야 실효성이 있으며 이를 만족시키기 위해서는 삼출물의 흡수 용량이 높아야 할 뿐만 아니라, 항상 깨끗하게 상처를 보호할 수 있는 살균성 등을 갖추는 것이 바람직하다 [28]. 또한 건식 드레싱에 비해 습윤 드레싱은 상처 치유 기간이 거의 절반으로 줄어들기 때문에 치료에 소요되는 각종 비용이 대폭 경감될 뿐만 아니라 환자의 불편을 크게 줄일 수 있다[8, 28]. 일반적으로 상처의 치유 경과를 확인하기 위해 드레싱 재료를 상처에서 분리시키고 살펴 보는데 이로 인하여 간호비용 증가와 불편함이 지적되고 있다[28]. 따라

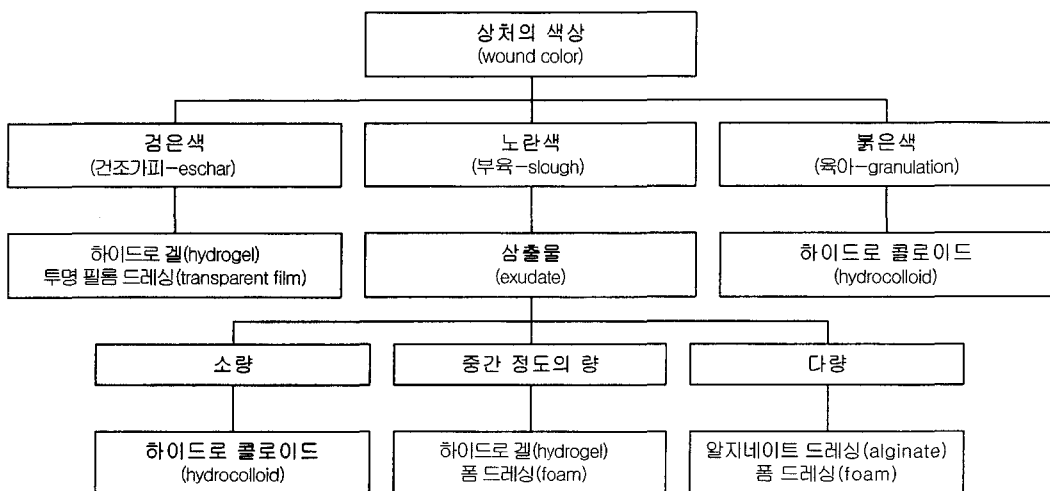


Figure 4. 상처의 유형에 따른 드레싱의 선택[5].

서 드레싱을 분리시키지 않으면서 상처의 치유 경과를 관찰할 수 있는 즉, 시인성이 좋은 투명한 드레싱 재료가 요구된다.

## 5. 드레싱 재료의 개발 현황

드레싱 재료의 개발에 있어서 요구되는 조건들은 매우 복잡하며 이를 만족시키면서 상처 치유를 촉진시키기 위해 많은 개발이 이루어지고 있다. Figure 4에 상처의 유형에 따른 드레싱 재료의 선택에 대해 정리하였고, Table 1에 시판되고 있는 드레싱 제품들을 분류하여 나타내었다[5,8,27,30,31].

### 5.1. 알지네이트 (alginate)

갈조류에서 추출한 천연고분자인 알긴산염을 방사하여 부직포나 로프 형태로 만든 드레싱 재료이다. 알지네이트는 흡수성이 매우 좋아 중량 대비 약 20배 이상의 삼출물을 흡수하므로 삼출물이 많이 나오는 심한 상처, 깊이가 있는 상처 및 콧속과 같은 동굴 부위의 수술에 사용하고 있다. 알지네이트는 상처와 접촉하면 삼출물을 빠르게 흡수하여 부드러운 겔을 형성하므로 상처부위를 습윤하게 유지시킨다. 이러한 특성은 상처치유 과정에서 중요한 과립 조직의 형성과 상피화를 촉진한다. 특히 알지네이트 드레싱은 상처 부위의 혈액과 알지네이트의 칼슘 이온이 반응하여 뛰어난 지혈 효과를 나타내지만 높은 흡수성으로 인하여 상처 부위가 건조하기 쉬우므로 삼출물이 적은 상처에는 적용하지 않는 것이 바람직하며, 일반적으로 2차 드레싱을 사용하여 상처에 부착한다[8,30,31].

### 5.2. 폼 드레싱 (foam dressing)

친수성 폴리우레탄을 발포하여 만든 폼이 주종을 이루며 실리콘으로 만든 제품도 있다. 삼출물의 흡수 능력이 중량 대비 10~14배 이고 기체 투과성이 뛰어나 상처 치유에 적합한 환경을 만들어 준다. 시트(sheet), 패드(pad), 충전재 형태의 제품이 있으며

제거와 교체가 용이하지만 피부에 고정시키기 위한 2차 드레싱으로 점착 필름이 필요하다. 특히 욕창 등에 사용하면 압력을 완화시키는 효과가 있다[8]. 완제품의 포장을 개봉한 뒤 사용하고 남은 폼 드레싱은 쉽게 미생물이 번식하므로 재사용 하지 않는 것이 좋다.

### 5.3. 하이드로 콜로이드 (hydrocolloid)

가장 광범위하게 사용하고 있는 드레싱으로 형태와 크기가 매우 다양하다. 하이드로 콜로이드 드레싱은 중량 대비 3~6배의 삼출물을 흡수할 수 있어 가벼운 상처에서부터 인라인 스케이트에 의한 찰과상까지 비교적 생활 주변에서 일어나는 여러 종류의 상처에 적용할 수 있으며, 점착성이 있어 별도의 2차 드레싱이 필요 없고 교체 주기도 비교적 길며 샤워도 가능하여 매우 간편하다. 또한 상처 부위에 과립형성을 촉진시키고 산성 분위기를 만들어 주며 외부 환경으로부터 보호 기능이 뛰어나서 가벼운 궤양이나 2도 화상에도 사용할 수 있다 [5,8,30,31].

하이드로 콜로이드 드레싱은 친수성 고분자가 분산되어 있는 점착층과 필름층(backing film)의 두 부분으로 구성되어 있다. 삼출물을 흡수하는 역할을 하는 친수성 고분자로는 카르복시 메틸 셀룰로오스(carboxymethylcellulose), 펙틴, 젤라틴 등을 사용하며, 점착제 성분으로는 스티렌 이소프렌 스티렌 공중합체, 폴리이소부틸렌 등을 채용하여 드레싱의



Figure 5. 하이드로 콜로이드 드레싱.

Table 1. 드레싱 종류별 상품명[5, 8, 30, 31]

분류	상품명(판매사)
알지네이트 드레싱 (alginates)	Sorbsan™ (Bertek Pharmaceuticals), Kaltostat® (ConvaTec), Kalginate™ (DeRoyal), Calciare™ (Hollister), Tegagen™ (3M), Nu-Derm™ (Johnson & Johnson), Algi-Derm® (Bard), Algisite®M (Smith & Nephew)
폼 드레싱 (foam dressings)	Allewyn® (Smith & Nephew), Lyofoam® (ConvaTec), Tielle™, Sof-Foam™ (Johnson & Johnson), Biatain® (Coloplast), Medifoam™ (일동제약)
하이드로 콜로이드 (hydrocolloids)	DuoDerm®, SignaDRESS™ (ConvaTec), Comfeel® (Coloplast), Replicare®, Cutinova® (Smith & Nephew), Tegaserb™ (3M), First-Aid® (Johnson & Johnson), Restore™ (Hollister)
하이드로 겔 (hydrogels)	Geliper™ (Geistlich), Nu-Gel™ (Johnson & Johnson), Comfeel Purilon Gel® (Coloplast), Aquagauze® (DeRoyal), Second Skin® (3M), Intrasite™ (Smith & Nephew), Vigilon® (Bard)
투명필름 드레싱 (transparent films)	Tegaderm® (3M), Op-Site® (Smith & Nephew), Transeal® (DeRoyal), Bioclusive™ (Johnson & Johnson)

접착물성을 적절히 조절한다. 삼출물의 양에 따라 하이드로 콜로이드 드레싱의 두께를 선택하여 사용할 필요가 있다.

#### 5.4. 하이드로 겔 (hydrogel)

하이드로 겔은 젤라틴, 다당류, 폴리아크릴아미드, 폴리에틸렌옥사이드 등과 같은 친수성 고분자의 3차원 망상구조체이다. 하이드로 겔은 수화된 구조로 인해 매우 다량의 수분을 함유하고 있으며 폭넓은 분자량의 삼출물을 흡수하고 방출할 수 있어 상처 치료제의 담체로서 활용되기도 한다[5,8]. 하이드로 겔 고분자에 친수성기를 갖고 있는 소량의 불용성 고분자나 글리세롤을 첨가하여 만든 반투과성 시트(sheet), 튜브에 충전한 수화된 하이드로 겔, 분무 건조한 분말 및 다공성 시트 등의 제품 형태가 있다[8]. 제품에 따라 상처에 수분을 제공하거나 대량의 삼출물을 흡수하는 기능을 하므로 구분하여 선택하여야 한다. 상처 부위의 건조방지와 부착을 위해 2차 드레싱이 필요하다. 하이드로 겔 드레싱은 주로 2도 화상, 얇은 층 피부이식 수술 및 만성 상처에 적합한데 괴사 조직의 자기분해와 괴립형성을 촉진시키고 아픔을 감소시키며 허물이나 딱지가 뭉쳐진 상처에 적용할 수 있다[8].

#### 5.5. 투명 필름 드레싱(transparent film dressing)

투습 방수성 폴리우레탄 필름과 접착층으로 구성된 드레싱으로, 우레탄 필름이 기체와 수증기는 투과하고 외부로부터 물과 세균의 침투는 방지한다. 매우 얇고 투명하며 신축성이 있으므로 적용이 편리하고, 상처 치유 과정을 관찰할 수 있다. 상처에 습윤환경을 유지하므로 괴립 조직 형성 및 괴사조직의 제거를 촉진한다[8]. 마찰이 있는 부위의 욕창 예방과 카테터 주입 부위의 드레싱에 많이 사용된다. 흡수 능력이 작으므로 삼출물이 매우 적은 가벼운 상처 및 2차 드레싱으로 많이 사용된다[30].

#### 6. 국내 기업의 드레싱 개발

전통적으로 사용하던 거즈류 등의 건식 드레싱에 비해 습식 드레싱이 상처 치유에 효과적인 것으로 증명되면서 선진국에서는 대부분 습윤 드레싱을 사용하고 있다. 한국과 일본 등 동북아시아 지역의 경우 아직까지 전통적인 거즈를 붙인 테이프가 일반적이며 습윤 드레싱은 수입 완제품을 중심으로 극히 일부의 종합 병원에서 본격적으로 채택하고 있다[28]. 최근 들어 웰니스 (wellness) 분야가 빠르게 성장하고 있고 이와 관련한 습윤 드레싱의 시장 전망은 밝으며 한국에서도 바이오플(주)가 폼 드레싱을



국산화하여 일동제약이 이를 판매하고 있다. 앞서 기술한 바와 같이 습윤 드레싱 분야는 종류와 제품이 다양하게 구성되어 있으며, 이들 각 상품을 자세히 살펴보면 아직도 보완해야 할 점들이 많고 소비자의 요구도 까다로워지고 있어 습윤 드레싱의 개선이 필요하다. 국내에서 SK케미칼의 의약사업과 정밀화학사업은 이미 이 분야의 기술 토대를 갖추고 있어 시장의 요구를 만족시킬 수 있는 다양한 형태와 용도의 습윤 드레싱을 신속하게 개발하고 있다. 그 가운데 하이드로 콜로이드와 폼 드레싱을 소개하고자 한다. 하이드로 콜로이드 드레싱은 점착제와 친수성 고분자에 따라 상처 치유 효과, 점착성, 흡수성, 응집력 등이 다르다. SK케미칼에서 개발한 하이드로 콜로이드 드레싱은 가장 우수한 제품에 비해 삼출물 흡수능력이 1.5배 이상 높아 상대적으로 삼출물이 많은 상처에까지 적용이 가능하며, 피부에 대한 점착력, 부착감성 등이 우수하다. 5 kg의 체중을 갖는 돼지를 대상으로 SK케미칼의 제품 a와 J사의 제품 b를 비교 전임상 실험을 하여 상처 치유 효과를 비교하였다. Figure 6에서와 같이 드레싱하고 6일이 경과한 후 SK케미칼의 드레싱 a가 J사의 b에 비해 돼지 피부에 남아 있는 반흔의 정도가 작고 적었으며, 조직검사 결과 잔존하는 염증세포의 수가 적었고, 상피세포의 재생속도가 빨랐으며 재생된 상피세포의 두께가 크게 나타났다. 또한 삼출물이 많은 상처에 적용한 결과, J사의 제품 b는 하이드로 콜로이드 점착층이 크게 붕괴되어 상처에 전이하는 문제를 발생시켰으나 SK케미칼의 제품 a는 강한 응집력을 나타내며 형태를 유지하였다.

다음으로 SK케미칼이 개발한 친수성 폴리우레탄의 폼 드레싱을 소개하고자 한다. 기존의 폼 드레싱은 삼출물을 흡수하면 형태가 휘어버리거나 습윤 드레싱 본래의 취지와 달리 상처에 달라 붙어 교체할 때 폼 드레싱에 복원된 상피세포가 붙어서 함께 탈락되는 단점이 있다. 또한 제품에 따라서는 흡수속도가 낮아 삼출물이 많이 발생하는 상처에 적용할 경우, 폼 드레싱의 가장자리로 삼출물이 새어나

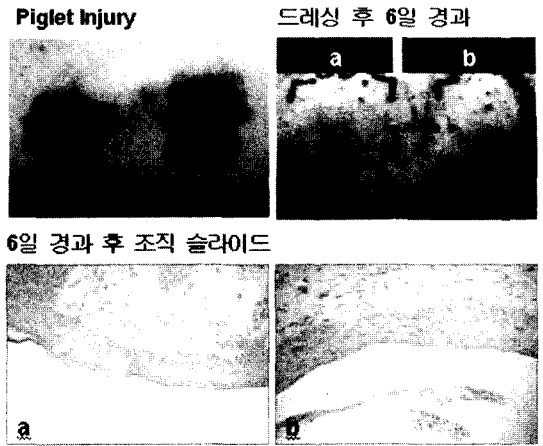


Figure 6. Piglet에 대한 SK케미칼의 하이드로 콜로이드 드레싱 a와 J사의 b의 비교 전임상 결과.

오는 불쾌한 사례도 발생한다. 그 외에도 제품의 부착을 위해서는 2차 드레싱을 따로 사용해야 하는 사용상의 불편함도 존재한다. SK케미칼이 개발한 폼 드레싱은 이러한 기존 제품들의 단점을 대폭 개선하였다. 흡수속도가 빠르고 흡수율이 높으며, 삼출물을 흡수하여도 가장자리가 휘어지지 않을 뿐만 아니라 상처에 대해 부착성이 없어 드레싱의 교환에 따른 상피세포의 탈락 우려도 없다. 또한 Piglet을 대상으로 한 비교 전임상 실험에서도 우수한 상처 치료 효과를 확인할 수 있었다.

## 7. 향후 전망

상처에 대한 처치가 부적절하면 2차 감염에 의한 합병증이 발생할 가능성이 높고 환자가 느끼는 통증이 심하며 치료기간도 길어지고 상처 치유 후에 남는 흉터가 크므로, 심한 경우에는 사회 생활에까지 지장을 줄 수 있다. 거즈가 붙은 반창고에 비해 습윤 드레싱(advanced wound dressing)은 상처 치료기간이 절반으로 단축되며 가벼운 상처의 경우 흉터가 남지 않는다. 비록 습윤 드레싱의 가격이 기존 반창고에 비해 매우 고가이지만 상처 치료 효과 대비 소요 비용을 보면 결코 비싸다고 할 수 없다.

종합병원의 경우에는 기존 건식 드레싱에 비해 오히려 습윤 드레싱을 이용하는 경우에 간호비용이 적게 소요되어 경제적이다.

유럽과 북미에서는 상처 치료 기간을 단축하고 흉터를 작게 만드는 습윤 드레싱의 사용이 보편화되어 있으며, 더 나아가 silver 등의 항균성 물질, 각종 성장인자(growth factor), 피사조직 분해효소 등을 첨가한 능동형 드레싱(active wound dressing) 및 상처로 인해 생긴 흉터를 제거하는 상품(scar treatment)들이 활발히 소개되고 있다. 또한 이온삼투 요법(iontophoresis)을 이용하여 진단과 약물 주입을 제어할 수 있는 스마트 드레싱(smart dressing)이 개발 중에 있다.

최근 국내에서는 습윤 드레싱의 효용성에 대해 인식이 확산되기 시작하였으며 약국이나 종합병원을 중심으로 습윤 드레싱 시장이 빠르게 성장하고 있다[28]. 우리 나라는 습윤 드레싱 및 능동형 드레싱과 흉터치료 재료를 대부분 수입하고 있는데 2003년의 시장규모는 약 100억원, 성장률 30% 이상으로 향후 이 시장이 크게 발전할 것으로 기대된다[28]. 뿐만 아니라 2002년도 습윤 드레싱의 세계 시장 규모가 약 29억 4천만 US \$, 성장률 12%로 고분자 재료 분야에서는 작지 않은 시장이라 할 수 있다[29].

섬유산업의 생산기술과 고분자 재료공학이 고도화 되어 있고, 섬유산업에 대한 깊은 경험으로 소비자가 추구하는 감성의 가치를 잘 알고 있는 한국 섬유산업이 산업용 및 의료용 분야로 상품구성의 변화를 끊임 없이 추구한다면 세계 일류의 경쟁력을 다시 일으켜 세울 수 있을 것으로 확신한다.

### 참고문헌

1. Manjo G, The healing hand: Man and wound in the ancient world, Harvard University Press, Cambridge, MA, 1982.
2. Elliot I.M.Z., A short history of surgical Dressings, London, Pharmaceutical Press, 1964.
3. Bishop W.J., A history of surgical dressings, Chesterfield, Robinsons and Sons, 1959.
4. Forrest R.D., "Early history of wound treatment", J. R. Soc. Med., 75, pp.198-205, (1982).
5. Daniel A. Ladin, Understanding dressings, Clinics in Plastic Surgery, 25, pp.433-441, (1998).
6. Pirone L, Monte K, Shannon R, et al, Wound healing under occlusion in partial and full thickness wounds in swine, Wounds, 2, 74-81, 1990.
7. Winter G, Scales J, Effect of air drying and dressings on the surface of a wound, Nature, 197, 91-92, 1963.
8. Stephen Thomas, Wound management and dressings, The Pharmaceutical Press, London, 1990.
9. 창상치료연구회, 새로운 창상치료, 고려의학, 서울, 2002.
10. James R.H. and Joseph A.G, A review of wound healing and wound dressing products, The J. of foot and ankle surgery, 36, 2-14, 1997.
11. Winter G.D., Formation of the scab and the rate of epithelialisation of superficial wound in the skin of the young domestic pig, Nature, 193, 293-294, 1962.
12. Hinman C.C. et al., The effect of air exposure and occlusion on experimental human skin wounds, Nature, 200, 377-379, 1963.
13. Silver I.A., The physiology of wound healing, in wound healing and wound infection, Hunt T. K., New York, Appleton-Century-Crofts, 11-32, 1980.
14. Varghese M.C. et al., Local environment of chronic wounds under synthetic dressings, Arch. Derm., 122, 52-57, 1986.
15. Leveen H.H., Chemical acidification of wounds, an adjuvant to healing and the unfavorable action of alkalinity and ammonia, Ann. Surg., 178, 745-753, 1973.
16. Wilson J.A.J., et al., The pH of varicose ulcer surfaces and its relationship to healing, Vasa(Bern), 8, 339-342, 1979.
17. Adams J.E., Peritoneal adhesions-an experimental study, Lancet, 1, 663-668, 1913.
18. Wood R.A.B., Disintegration of cellulose dressings in open granulating wounds, Br. med., J., 1, 1444-1445, 1976.
19. Elek S.D., Experimental staphylococcal infections in the skin of man, Ann., N. Y., Acad., Sci., 65, 85-90, 1956.
20. Thomas S. et al., Wound dressing materials-testing and control, Pharm. J., 228, 576-578, 1982.
21. Colebrook L. and Hood A.M., Infection through soaked dressings, Lancet, 2, 682-683, 1948.
22. Piskozub Z.T. The efficacy of wound dressing material as a barrier to secondary bacterial contamination. Br. J. Plast. Surg., 213, 387-401, 1968.
23. Malone W.D., Wound dressings adherence; a clinical comparative study, Arch. Emerg. Med., 4, 101-105, 1987.

24. Thomas S., Pain and wound management, Nurs. Times. Community Outlook Suppl., 85, 11-15, 1989.
25. Lock P.M., The effect of temperature on mitotic activity at the edge of experimental wounds, in Symposia on Wound Healing: Plastic, Surgical and Dermatological Aspects, Lundgren A. and Soner A.B.(eds), Molandal, Sweden, 103-109, 1980.
26. Rosin R.D., A study of environmental temperatures under wound dressings, in Geliperm; A clear advance in wound healing, Woods H.F. and Cottier D. (Eds.), Proceedings of a conference, Oxford, 1983, Sheffield University Printing Unit., 147-153, 1984.
27. Cartia H., Interactive wound dressings, Drugs and Aging, 4, 271-284, 1997.
28. SK케미칼, Advanced Wound Dressing 시장조사 보고서, 2004.
29. Smith+Nephew, Preliminary Results 2003, 2004.
30. Choucair M. and Phillips T., A review of wound healing and dressing materials, Wounds, 8, 165-172, 1996.
31. Jeter F. K. and Tittle E. T., Wound dressings of the nineties: indications and contraindications, Clinics in Podiatric Medicine and Surgery, 8, 799-816, 1991.

저자 프로필



한 남 근

2000. 서울대학교 섬유고분자공학과(학사)  
2002. 서울대학교 재료공학부(석사)  
2002-현재. (주)SK 케미칼 화학연구소  
주임연구원



한 승 만

1998. 서울대학교 섬유고분자공학과(학사)  
2000. 서울대학교 섬유고분자공학과(석사)  
2000.-현재. (주) SK 케미칼 화학연구소  
주임연구원



김 익 수

1985. 서울대 섬유공학과 졸업  
1987. 서울대 대학원 섬유공학과(석사)  
1997. 오사카부립대 대학원 응용화학과  
(박사)  
1987-현재. (주)SK 케미칼 화학연구소  
수석연구원  
(440-745) 경기도 수원시 장안구 정자동 600  
Phone: 031) 240-8410, Fax.: 031) 247-4194  
e-mail: iskim@skchemicals.com