

석사학위논문

활성탄이 토끼에서 실험적으로 유발된  
결손창 치유에 미치는 영향



제주대학교 대학원  
제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY  
수의학과

조 한 성

2000 년 2 월

# 활성탄이 토끼에서 실험적으로 유발된 결손창 치유에 미치는 영향

지도교수 정 종 태

조 한 성

이 논문을 수의학 석사학위 논문으로 제출함



1999 년 12 월  
제주대학교 영양도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

조한성의 수의학 석사논문을 인준함

심사위원장	배	종	희
위	원	기	명
위	원	정	종
		태	

제주대학교 대학원

2000 년 2 월

# 초 록

## 활성탄이 토끼에서 실험적으로 유발된 결손창 치유에 미치는 영향

(지도교수 : 정종태)

조 한 성

제주대학교 대학원

수의학과



제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

활성탄이 창상 치유에 미치는 영향을 조사하기 위하여 본 실험을 실시하였다. 2~25 kg의 New Zealand White rabbit 8두를 암수 구별 없이 사용하여 각각의 등에 2×2 cm 크기의 피부를 절제하여 창상을 두 개씩 유발시킨 후 한 창상에는 활성탄 과립을 매복시킨 거즈로 포대하였고, 다른 창상에는 생리식염수를 적신 거즈로 포대하였다. 창상 수축 정도를 평가하기 위하여 창상 유발 후 14일까지 2일 간격으로 창상의 면적을 측정하였고, 창상 유발 후 21일에 창상 부위를 적출하여(1×5 cm) 인장강도를 측정하였다. 창상의 면적과 인장강도 측정 결과는 student *t*-test로 분석하였다. 창상 유발 후 14일의 창상 크기는 활성탄을 포대한 군에서  $30 \pm 26$  mm로 생리식염수를 포대한 군의  $73 \pm 46$  mm보다 유의성 있게 작았으며( $p < 0.05$ ) 창상의 인장강도는 활성탄을 포대한

군에서  $2.7 \pm 0.8 \text{ kg/5cm}^2$ 로 생리식염수를 포대한 군의  $1.75 \pm 0.5 \text{ kg/5cm}^2$ 보다 유의성 있게 컸다( $p < 0.05$ ).

피부에 발생한 결손창에 활성탄을 사용하는 것이 치유에 유의한 영향을 줄 것으로 예상된다.

---

중심어 : 창상, 창상 치유, 토끼, 창상수축, 인장강도



제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

# 목 차

I. 서	론	.....	1
II. 재료 및 방법	.....		4
III. 결	과	.....	6
IV. 고	찰	.....	11
V. 결	론	.....	14
VI. 참 고 문 헌	.....		15
영 문 초 록	.....		23



# I . 서 론

일반적으로 창상은 염증기, 복구기, 결합기, 상피화, 수축기 및 재형성기의 단계를 거치면서 치유된다. 각 단계는 손상이 발생한 직후부터 동시에 시작되며 시간이 경과하면서 현저히 관찰되는 현상을 기준으로 단계를 구분 짓는다(Probst와 Miller, 1993). 창상의 치유는 창상 내의 혈액 공급, 나이, 전신 상태, 운동 등과(Pavletic, 1993) 생체의 내부에서 유래하거나 봉합사와 같이 외부로부터 접촉하는 물질에 영향을 받는다(서와 이, 1996). 창상 치유 과정 중 염증기의 기간을 줄임으로써 창상의 치유를 촉진할 수 있다(Degreef, 1998). 염증기는 가능한 빨리, 과도한 혈액의 응고 없이 지나가는 것이 창상의 치유를 촉진시키는 데 도움이 된다(전국수의외과교수협의회, 1993).

창상이 발생하여 치유되는 과정에서 섬유소원이 융합하여 단백질 복합체인 collagen을 형성하며 이는 창상의 인장강도 증가에 관여하고, 혈관 신생, 신경 제거 작용과 myofibroblast 등의 작용에 의해서 창상의 면적이 감소한다. 따라서 창상의 면적과 인장강도를 측정하여 창상의 치유 정도를 평가할 수 있다(Cohen과 Mast, 1990; Mutsaers 등, 1997). 창상 치유에 영향을 주는 요인 중 창상 내의 오염이나 염증 등을 감소시킬 목적으로 소염제나 국소에 소독제를 사용한다(Waldron과 Trevor, 1993). 그러나 창상 치유를 목적으로 사용하는 소염제, 소독제, 항균제 및 이물제거제가 창상의 치유를 지연시킬 뿐 아니라 창상을 통해 흡수되어 신장 등 내부 장기의 기능을 저하시킨다(박, 1983; Swaim 등, 1987, 1990; Cooper 등, 1991; Harari, 1993). 창상 치유를 촉진하기 위해 사용하는 chlorhexidine gluconate와 polyhydroxide도 창상 내의 조직을 자극하거나, 창상의 삼출액과 반응하여 항균력이 저하되기도 한다(Lee 등, 1988; 임 등, 1992). 권(1993)이 창상 치유를 목적으로 시판되고 있는 항균연고제와 생리식염수를 도기에 사용하여 창상 치유 효과를 비교한 결과 시판 항균연고제가 생리식염수보다 창상 치유를 촉진하지 않았다.

창상에 국소적으로 사용하였을 때 창상 치유 촉진 목적 외의 결과를 가져올 수 있는 약제의 사용 대신 다른 방법을 이용하여 창상의 치유를 촉진하려는 연구가 최근에 시행되고 있다. 레이저(조, 1985), 조직 동결(박, 1988), *Aloe Vera*(Rodriguez-Bigas 등, 1988), 자외선(Nordback 등, 1990), yeast glucan(박 등, 1994), sphingosylphosphorylcholine(Sun 등, 1996), activated macrophage supernatant(Wilson 등, 1996) 및 Helium-Neon laser(Allendorf 등, 1997) 등을 사용하여 창상 치유를 촉진시켰다. 또한 여러 종류의 growth factor를 창상에 국소적으로 사용하여 창상의 상피화가 촉진됐고(Galiano 등, 1996; Benn 등, 1996; Stoll 등, 1997; Jeschke 등, 1999), Chen 등(1999)이 deoxyribonucleoside를 창상에 사용하였을 때 치유에 유의한 영향을 주었다.

활성탄은 목탄, 카본블랙 등과 같이 무정형 탄소 또는 미정형 탄소로 불리며 기본적인 조성이나 구조가 흑연, 카본블랙과 같은 고체 탄소라 할 수 있다. 흑연의 경우는 단위 격자가 규칙적인 적층(積層)구조를 가지고 있으나, 활성탄은 난층(亂層)의 구조를 이루고 있어 20 Å~100,000 Å에 이르는 다양한 크기의 세공(細孔)을 가지며 세공의 연면적은 통상 500~1,700 m<sup>2</sup>/g에 달한다. 활성탄이 갖고 있는 다양한 세공은 활성화(activation)에 의해 만들어진다. 이런 다양한 세공이 있음으로 인해서 활성탄이 여과(濾過) 및 흡착(吸着) 효과를 갖는다(北川, 1996). 기원전 10세기경부터 활성탄을 사용한 기록이 있다. 그 당시 활성탄은 주로 식물이 탄화된 것으로서 약용이나 방부제로 이용되었다(眞田 등, 1996). 용도와 형태에 따라 담배 필터(Pauly, 1997), 의료용 혈액 관류장치(眞田 등, 1996), 실험실에서 사용하는 배지 첨가용 분말(Matsushashi, 1995; Baltch, 1995) 및 위장관의 투과성 실험 등에 활성탄을 사용한다(Puig, 1998). 탄화와 활성화 과정을 거친 활성탄은 의학적 목적으로 사용할 수 있는 무취, 무미의 검은색 성상을 가진 약품으로(대한약전, 1997) 의학에서 활성탄의 사용은 히포크라테스가 목탄(wood charcoal)을 간질, 탄저병 등의 치료에 외용으로 사용한 기록이 있다(Hall과 Baldwin, 1993). 또한 동의보감(허, 1610)에는 백초회(百草灰), 당묵(鎗墨)을, 본초학(한국생약학교수협의회, 1995)에서는 종려탄(棕櫚炭)과 혈여탄(血餘炭)을 토혈(吐血)과 외상의 지혈(止血)에 사용하였다.

최근에는 실험실에서 독소의 분리, 정제에 사용하기도 하며(Chaves-Olarte 등, 1997), Dean 등(1992)은 camphor의 중독 시 활성탄의 제독력을 *in vivo* 실험을 통해 관찰하였다. 임상에서 pyrethrin, pyrethroid insecticide 및 cholecalciferol의 중독 시에 활성탄을 해독제로 사용하며(Whittem과 Carothers, 1997) 가정에 비치하여 독극물을 오염하거나 피부가 오염되는 응급 상황에 사용하는데 최근에 사용 빈도가 증가하는 추세이다(Liebelt, 1999). 소화관 내로 중독물질을 섭취했을 경우 및 전신으로 과용량의 약물이 투여 된 때에도 활성탄을 경구투여함으로써 혈액 중의 약물 농도를 낮추는 해독 효과가 있다(Watson, 1987). 중독물질의 해독 효과 외에 Sologub 등(1989)이 토끼에 3도 화상을 유발한 후 활성탄 포대로 화상 부위를 덮은 실험군에서 grease와 국소약제 용액을 이용한 포대를 덮은 대조군과 비교하여 염증 반응이 감소하였고, 활발한 상피형성 및 경도가 낮은 가피를 형성하여 치유가 촉진됐다. 우리의 전통적인 민간 요법에서도 활성탄을 질병의 치료용 약품으로 사용하여 왔다. 설사를 포함한 위장관의 이상에서부터 구강 내의 염증, 알러지, 피부의 봉와직염, 관절염 및 암의 치료까지 활성탄을 사용하여 치료 효과를 보았다는 증거가 있다(이, 1988). 그러나 아직까지는 활성탄을 치료용 외용약으로 사용하는 것에 대해 체계적인 실험 과정을 거쳐 그 효과를 검증한 것보다는 체험을 바탕으로 한 활성탄의 효능에 관한 보고가 대부분이다.(성과 牧內, 1998). 현재 활성탄을 외용 치료제로 사용하는 방법과 피부에 사용했을 때 생체에 미치는 영향 및 그 작용 기전에 대한 연구가 부족하다.

본 실험에서는 피부에 실험적으로 결손창을 유발하고 창상에 활성탄 포대를 적용하여 활성탄이 창상 치유에 미치는 영향을 조사하였다.



## II. 재료 및 방법

### 1. 실험 동물

실험 동물로는 생후 약 6개월령, 체중 2~2.5 kg의 New Zealand White rabbit 8두를 암수 구별 없이 사용하였으며, 사료와 물을 자유 급식 시켰다. 창상 유발 12시간 전부터 절식하고 창상을 유발할 부위를 삭모하였다.

### 2. 마취 및 결손창 유발

Xylazine HCl(Rompun<sup>®</sup>, 한국바이엘화학, 5 mg/kg)과 ketamine HCl(Ketalar<sup>®</sup>, 유한양행, 40 mg/kg)을 각각 근육 주사하여 전신마취 시킨 후 배측(背側) 흉부 정중선에서 좌우 양쪽으로 각각 2 cm 지점에 창상의 정중축 변연이 위치하도록 2×2 cm의 크기로 피부를 절제하였다.

### 3. 포대 제작 및 창상의 처치

참숯(엘컴상사, 대한민국)을 직경 2 mm 정도 크기로 분쇄하고 포대할 거즈에 매복시켰다. 좌우 각각의 창상에 한쪽은 saline을 포대에 적셔 덮고 1일 1회 포대를 교체하여 대조군으로 하고, 다른 한 쪽은 활성탄 분말을 매복시킨 포대를 창상 유발 직후 1회 포대하여 실험군으로 하였다.

#### 4. 창상 면적 측정

창상 유발 후 14일까지 2일 간격으로 실험군과 대조군의 창상 크기를 측정하고 그 면적을 GS-700 Imaging Densitometer(Bio-Rad, U.K.)로 측정하여 창상 유발 후 시간 경과에 따른 창상의 수축 정도를 조사하였다.

#### 5. 창상의 인장강도

창상 유발 후 21일째에 창상 부분이 중심에 오도록 1×5 cm 크기로 주위의 정상 피부와 함께 피부(皮膚) 전층(全層)을 완전히 적출하여 Rheometer(Stable Micro Systems, USA)를 이용하여 10 mm/sec 속도로 인장강도를 측정하여 비교하였다.



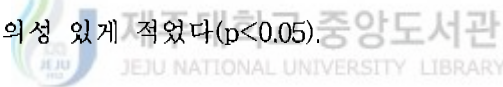
#### 6. 통계분석

창상의 면적과 인장강도는 student *t*-test로 분석하였다.

### Ⅲ. 결 과

#### 1. 창상 면적의 변화

활성탄으로 처리한 실험군과 생리식염수로 처리한 대조군의 창상 유발 후 면적 측정 시기별 창상 면적의 변화는 Figure 1에 나타내었다. 창상 유발 후 2일째에 활성탄을 사용한 군의 창상 면적이 생리식염수를 사용한 군보다 유의성 있게 적었다( $p < 0.05$ ). 창상의 면적은 실험군과 대조군에서 창상 유발 후 점진적으로 감소하였으며 6~8일 기간에 창상의 면적이 급격히 감소하였다. 그 후 계속 수축하여 10일째에 실험군에서는 178 mm로 창상 유발 면적의 30%, 대조군에서는 123 mm로 창상 유발 면적의 45%의 넓이를 보였다. 면적을 측정한 각 시점의 실험군 면적 평균이 창상 유발 후 10일을 제외한 나머지 측정일에서 대조군보다 유의성 있게 적었다( $p < 0.05$ ).



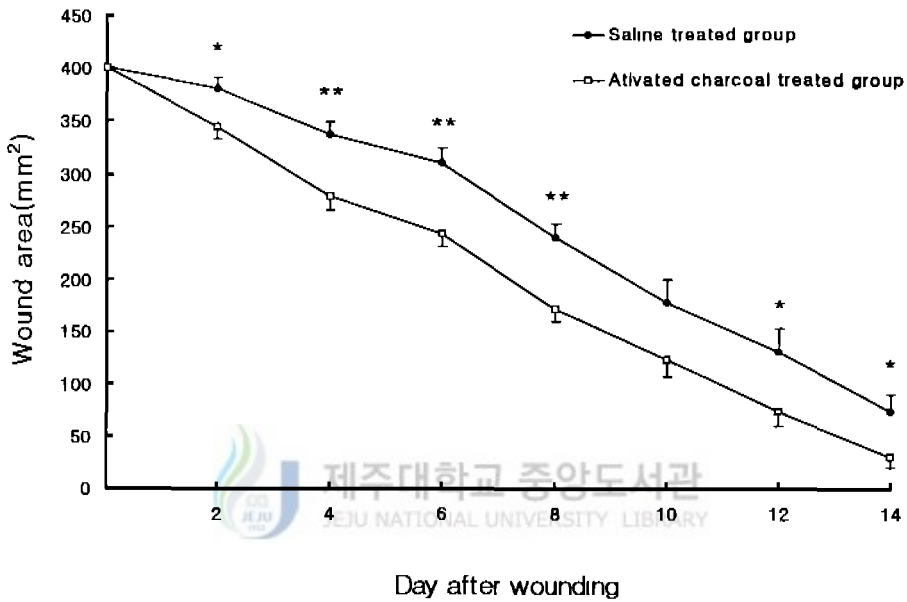


Figure 1. The wound area in the activated charcoal-treated group decreased significantly compared with that in the saline-treated group. Contraction of the wound area in the activated charcoal-treated group showed a similar pattern with the saline-treated group. But the wound area in the activated charcoal-treated group was considerably decreased on the 2nd day after wounding compared with the in the saline-treated group. \*:p<0.05, \*\*:p<0.01.

## 2. 창상 면적의 감소율

창상 유발 후 2일 간격으로 측정된 창상의 면적을 각 측정 시기 사이를 구간으로 나누어 창상 면적을 비교하여 백분율로 나타낸 창상의 기간별 수축율을 Figure 2에 나타내었다. 상대적으로 창상의 면적이 넓은 창상 치유 초기보다는 시간이 경과하여 창상의 치유가 진행된 때인 창상 유발 후 6일 이후에 높은 수축율을 관찰할 수 있었다. 창상 유발 직후~2일 사이의 수축율은 실험군이 13.70%, 대조군이 4.77%를 보였으며 창상 유발 후 12~14일 사이에는 실험군과 대조군이 각각 64.15%와 47.20%의 창상 수축율을 보였다. 창상 유발 직후~2일, 2~4일, 그리고 12~14일 사이에 실험군의 창상 수축율이 대조군에 비해 높았다( $p < 0.05$ ).



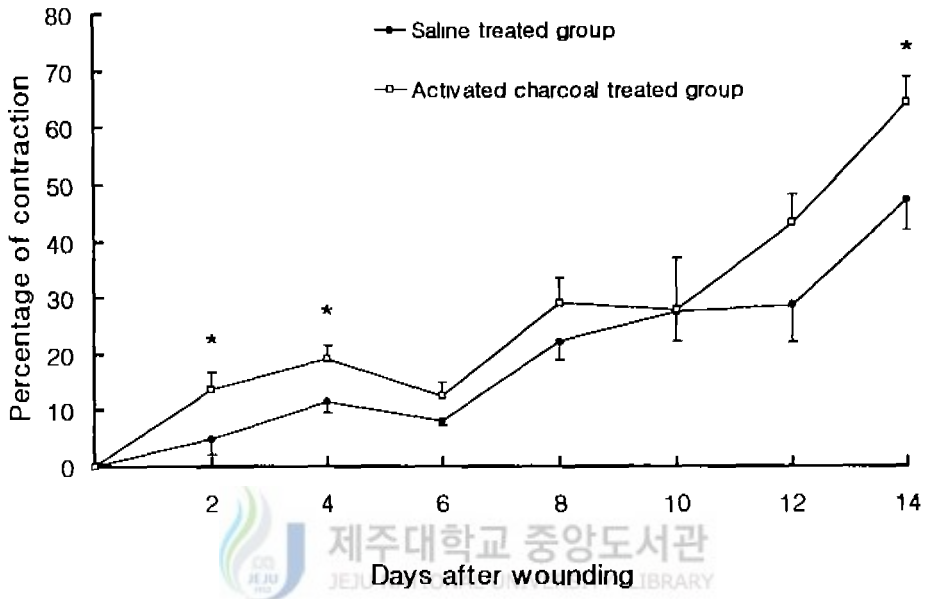


Figure 2. The percentage of wound contraction in the activated charcoal treated-group was higher than that in the saline treated-group. In 0-2, 2-4 and 12-14 days, wound contraction was significantly higher in the activated charcoal-treated group than that in the saline-treated group. During 12-14 days after wounding percentage of wound contraction in activated charcoal-treated group and saline-treated group were 64.2% and 47.2%, respectively. \*;  $p < 0.05$ .

### 3. 창상의 인장강도

Rheometer(Stable Micro Systems, TA-XT2 Texture Analyser)를 이용하여 창상 유발 후 21일째에 측정된 인장강도 검사 결과는 Figure 3과 같다. 실험군의 인장강도는 평균 2.70 kg/5cm<sup>2</sup>이었고 대조군은 평균 1.75 kg/5cm<sup>2</sup>으로 실험군의 인장강도가 대조군의 인장강도에 비해 35% 높은 수치를 보이며 유의성 있게 높았다( $p < 0.05$ ).

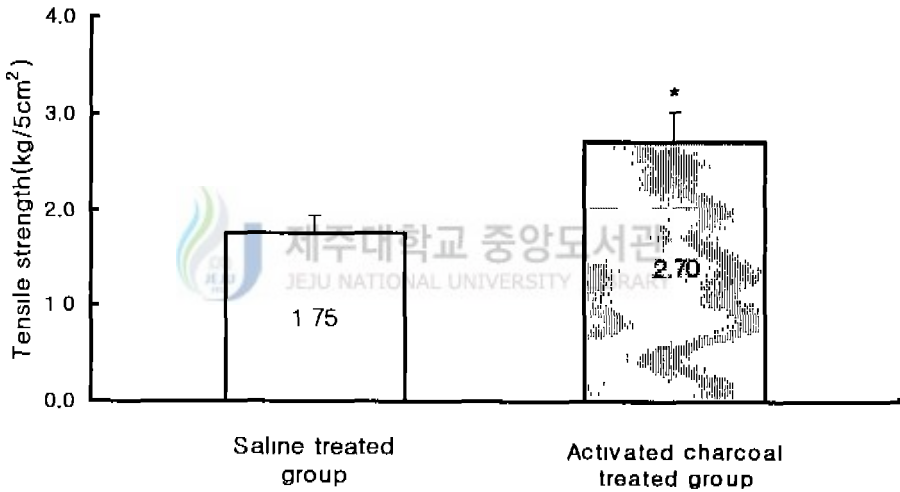


Figure 3. Tensile strength of the activated charcoal-treated group was significantly higher than that of the saline-treated group on the 21st day after wounding. \*; $p < 0.05$ .

## IV. 고찰

피부에 창상이 발생하였을 경우 창상에는 습윤한 환경을, 창상 주위의 정상 피부에는 건조한 환경을 만들어 주는 것이 이상적이나 현재 이런 환경을 조성해 주는 포대는 없다(Kleczynski 등, 1986). 일반적으로 건조 포대보다는 습윤 포대를 해주는 것이 창상 내의 혈관 신생과 성숙 및 창상 내로 이주하는 세포의 활동을 억압하지 않아 창상 치유를 촉진시킨다(Rijswijk 등, 1985; Dyson 등, 1988; Dyson 등, 1992; Gates와 Holloway, 1992; Palvetic, 1993; Vogt 등, 1995). 본 실험에서 대조군에는 습윤 포대를 해 주었고, 실험군에는 건조 포대를 해주었다. 각 군에 실시해 준 포대만으로는 습윤 포대를 해준 대조군에서 창상의 치유가 빨리 진행되어야 할 것이나 실험 결과는 활성탄을 매복시킨 건조포대를 사용한 실험군에서 더 빨리 진행되었다. 본 실험과 같이 활성탄을 건조 포대에 매복시켜 venous leg ulcer에 사용한 Wunderlich와 Orfanos(1991)의 연구에서도 zinc 연고와 국소연고제를 병용하여 포대한 통례적인 방법에 비해 궤양의 면적이 감소하였으며 주위 조직의 부종 등의 부작용 없이 우수한 치료 효과를 나타냈다.

각 군에서 창상의 수축은 창상 유발 후 6일 이후에 급격히 증가하는 경향을 보였다. 이는 임 등(1992)이나 권(1993)의 실험에서 창상 유발 후 1일째에 급격한 창상의 수축을 보였다는 결과와는 다른 경향을 보였다. 본 실험에서 창상 유발 후 2일 까지 창상의 수축은 실험군에서 345.19 mm로 14%, 대조군에서 380.9 mm로 5% 수축하였다. 실험군에서 대조군에 비해 창상 유발 후 조기에 창상이 수축함으로써 창상 내의 오염 가능성이 낮아지고 과도한 반흔 조직이 피부에 남는 것을 줄일 수 있을 것으로 예상된다. Madison 등(1991)이 말의 다리 관절에 창상을 유발한 실험에서 창상 유발 후 8일째까지 창상의 면적은 증가하다 창상 유발 후 12일~14일 사이에 창상 수축이 시작되었다. 본 실험에서 창상의 수축은 창상 유발 후 4일~6일 사이를 제외하면 창상 유발 직후부터 점진적으로 수축율이 증가하며 진행되었다. 6일~8일 사이의 수축율은 2



일~4일 사이의 수축을 보다 증가하여 8일 째에는 6일 째에 비해 실험군은 29%, 대조군은 20%의 수축율을 보였다. 창상 유발 후 창상의 면적 증가는 본 실험에서 관찰 할 수 없었는데 이는 창상의 발생 부위 운동성이 창상 치유에 영향을 준 것으로 창상 부위의 운동 제한이 치유를 촉진할 것으로 생각된다. Lee 등(1986)이 개의 배측(背側) 피부에 2×2 cm의 창상을 유발하여 창상 치유 효과를 관찰한 결과 대조군인 mesh gauge는 60%, 실험군인 nitrofurazone 포대는 64%로 nitrofurazone 포대를 사용한 경우가 높은 수축율을 나타내었다. 본 실험에서 창상 유발 후 12일째의 수축율은 대조군에서 65%였고 실험군은 70%를 보여 개에서 nitrofurazone 포대를 사용했을 때 창상 수축율보다 높은 수축율을 보였다.

본 실험에서 창상 유발 후 21일에 측정된 인장강도는 실험군이  $2.7 \pm 0.8$  kg/5cm<sup>2</sup>, 대조군이  $1.75 \pm 0.5$  kg/5cm<sup>2</sup>로 실험군과 대조군 사이에 유의성 있는 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 창상의 치유 판정 척도인 인장강도가(Mutsaers 등, 1997) 실험군이 대조군보다 높아 창상 치유가 실험군에서 더 빨리 진행하였음을 알 수 있었다. Nordback 등(1990)이 자외선을 직경 20mm인 원형의 창상 치유에 사용하였을 때 창상의 수축은 자외선을 조사하지 않은 군에 비해 촉진되었으나 창상의 인장강도는 자외선을 조사한 군과 조사하지 않은 군에서 차이가 없었다. 그러나 본 실험의 실험군에서는 창상의 면적 감소 및 인장강도의 증가를 모두 관찰할 수 있었다.

많은 물질이 창상의 치유 촉진 및 치유 후 과도한 반흔을 줄일 목적으로 사용되지만 많은 국소용 약제가 창상의 치유를 지연시킨다. 이런 약제를 사용하지 않고 창상이 스스로 정상적인 과정을 지나면서 치유될 때에 치유가 촉진되며 치유 후 적은 반흔이 남는다(Madison 등, 1991). 활성탄은 화학 약품으로 만들어진 약제와는 달리 있는 그대로의 물질에 단지 열을 가해 형태를 변형시켜 사용하는 물질이며 신체의 피부나 내부 장기에 적용했을 때 신체 장기를 자극하거나 과민반응 등의 증상을 유발시키지 않는다(Thrash와 Thrash, 1981). 또한 내부 소화기의 이상을 제어하거나 곤충에 의한 교상, 근육통, 부종 및 염증 등이 발생하였을 때 증상의 완화 및 치유 목적으로 피부에 온습포 형

태로 사용하여도 부작용을 나타내지 않는다(송과 윤, 1992; Hall과 Baldwin, 1993) 본 실험의 실험군에서도 정상적인 창상 치유 과정이 지연되거나 창상 주위의 정상 피부에 알러지 등의 이상 반응을 관찰 할 수 없었다. 현재 활성탄이 갖고 있는 흡착력에 관해 공업적 측면에서의 연구(이, 1981; 손, 1991)나 중독 시에 사용하는 것 외에 생체에 활성탄을 사용하였을 때 세포나 조직에 미치는 영향에 대한 연구는 부족한 실정이다. 그러므로 활성탄의 올바른 적용을 하기 위하여 더욱 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

본 실험의 결과로 보아 창상을 초기에 수축시켜 외부로부터 오염 및 감염률을 줄여주며 또한 인장강도 회복을 촉진하여 창상 주위 조직으로부터 창상 내에 작용하는 인장력을 완화시켜 창상 치유를 촉진할 것으로 예상된다.



## V. 결 론

활성탄이 창상 치유에 미치는 영향을 조사하기 위해서 토끼의 등에 결손창을 유발한 후 창상의 면적 감소와 인장강도를 관찰하였다. 창상 유발 후 생리식염수나 활성탄을 사용한 두 군에서 점진적으로 창상의 면적이 감소함을 알 수 있었으나 활성탄을 사용한 군에서는 창상 유발 후 2일째부터 실험 전 기간 동안 생리식염수를 사용한 군보다 창상 면적이 유의성 있게 작게 나타났다 ( $p < 0.05$ ). 활성탄을 사용한 군이 창상 치유 초기부터 빠른 창상 수축을 보여 결국 조기에 창상이 치유됨을 알 수 있었다. 창상 유발 후 21일에 측정된 인장강도는 활성탄을 사용한 군이 생리식염수를 사용한 군보다 유의성 있게 높았다 ( $p < 0.05$ ) 이상으로 보아 활성탄을 창상의 치유 촉진 목적으로 사용하는 것이 창상의 조기 수축을 유도하고 인장강도를 빨리 증가시켜 창상 치유에 유의한 효과를 얻을 수 있을 것으로 예상된다.



## VI. 참고문헌

Allendorf J. D. F., Bessler M., Huang J., Kayton M. L., Laird D., Nowygrad R., Treat M. R. Helium-Neon laser irradiation at fluences of 1, 2, and 4 J/cm<sup>2</sup> failed to accelerate wound healing as assessed by both wound contracture rate and tensile strength. *Lasers in Surgery and Medicine*, 20: 340~345, 1997.

Baltch A., Smith R. P., Ritz W., Inhibitory and bactericidal activities of levofloxacin, ofloxacin, erythromycin, and rifampin used singly and in combination against legionella pneumophila. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 39(8): 1661~1666, 1995.

Benn S I., Whisitt J. S., Broadley K. N., Nanney L. B., Perkins D., He L., Patel M., Morgan J. R., Swain W. F., Davidson J. M., Particle-mediated gene transfer with transforming growth factor-1 cDNAs enhances wound repair in rat skin. *J. Clin. Invest.*, 98(12): 2894~2902, 1996.

Chaves-Olarte E., Weidmann M., Eichel-Streiber C. V., Thelestam M. Toxins A and B from clostridium difficile differ with respect to enzymatic potencies cellular substrate specificities and surface binding to cultured cells. *J. Clin. Invest.*, 100(7): 1734~1741. 1997.

Chen E. A., Zhao L., Bamat M., Borstel R. V., Mustoe T., Acceleration of wound healing with topically applied deoxyribonucleosides. *Arch. Surg.*, 134: 520~525, 1999.

Cohen I. K. and Mast B. A., Models of wound healing. *Advances in understanding trauma and burn injury*, 30(12): S149~S155, 1990.

Cooper M. L., Laxer J. A., Hansbrough J. F., The cytotoxic effects of commonly used topical antimicrobial agents on human fibroblasts and keratinocytes. *The Journal Of Trauma*, 31(6): 775~784, 1991.

Dean B. S., Burdick J. D., Geetz C. M., Bricker J. D., Krenzelok E. P., In vivo evaluation of the adsorptive capacity of activated charcoal for camphor. *Vet. Hum. Toxicol.*, 34(4): 297~300, 1992.

Degreef H. J., How to heal a wound fast. *Dermatologic clinics*, 16(2): 365~375, 1998.

Dyson M., Young S., Pendle C. L., Webster D. F., Lang S. M. Comparison of the effects of moist and dry conditions on dermal repair. *J. Invest. Dermatol.*, 91(5): 434~439, 1988.

Dyson M., Young S. R., Hart J., Lynch J. A., Lang S. Comparison of the effects of moist and dry conditions on the process of angiogenesis during dermal repair. *J. Invest. Dermatol.*, 99(6): 729~733, 1992.

Galiano R. D., Zhao L. L., Clemmons D. R., Roth S. I., Lin X., Mustoe T. A., Interaction between the insulin-like growth factor family and the integrin receptor family in tissue repair processes. *J. Clin. Invest.*, 98(11): 2462~2468, 1996.

Gates J. L. and Holloway G. A., A comparison of wound environments. *Ostomy wound Manage. Ostomy Wound Manage*, 38(8): 34~37, 1992.

Hall R. G. and Baldwin M. V., Charcoal nature's black wonder. *The journal of health and healing*, 16(3): 14~31. 1993.

Harari J., Surgical complications and wound healing in the small animal practice W. B. Saunders company, pp.63~88, 1993.

Jeschke M. G., Barrow R. E., Hawkins H. K., Chrysopoulo M. T., Perez-Polo J. R., Herndon D. N., Effect of multiple gene transfers of insulinlike growth factor I complementary DNA gene constructs in rats after thermal injury. *Arch. Surg.*, 134: 1137~1141, 1999.

Kleczynski S., Niedzwiecki T., Brzezinski M. The search for an "ideal" surgical dressing. *Polimery W Medycynie*, 16(1-2): 55~61, 1986.

Lee A. H., Swaim S. F., Yang S. T., Wilken L. O., Miller D. P., Wilt G. R., Hughes K. S.. The effects of petrolatum, polyethylene glycol, nitrofurazone, and a hydroactive dressing on open wound healing. *Hypothalamic Pituitary-Adrenal Axis*, 22: 443~451, 1986.

Lee A. H., Swaim S. F., McGure J. A., Hughes K. S.. Effect of chlorhexidine diacetate , povidone iodine and polyhydroxidine on wound healing in dog. *J. Am. Ani. Hosp. Assoc.*, 24: 77~84, 1988.

Liebelt E. and DeAngelis C. D., Evolving trends and treatment advances in pediatric poisoning. *J.A.M.A.*, 282(12): 1113~1115, 1999.

Madison J. B., Hamir A. N., Ehrlich H. P., Haberman J., Topkis V., Villasin J. v., Effects of a proprietary topical medication on wound healing and collagen deposition in horses. *Am. J. Vet. Res.*, 52(7): 1128~1131, 1991.

Matsubishi M., Pankrushina A. N., Endoh K., Watanabe H., Mano Y., Hyodo M., Fujita T. Kunugita, K., Kaneko T., Otani S., Studies on carbon material requirements for bacterial proliferation and spore germination under stress conditions; a new mechanism involving transmission of physical signals. *Journal of Bacteriology*, 177(3): 688~693, 1995

Mutsaers S. E., Bishop J. E., McGrouther G., Laurent G. J., Mechanisms of tissue repair: from wound healing to fibrosis. *Int. J. Biochem. Cell Biol.*, 29(1): 5~17, 1997.

Nordback I., Kulmala R., Jarvinen M., Effect of ultraviolet therapy on rat skin wound healing. *Journal Of Surgical Research*, 48: 68~71, 1990.

Pauly J. L., Stegmeier S. J., Mayer A. G., Lesses J. D., Streck R. J., Release of carbon granules from cigarettes with charcoal filters. *Tobacco Control*, 6: 33~40, 1997.

Pavletic M. M., Atlas of small animal reconstructive surgery. J. B. Lippincott Com., pp. 11~16, 1993.

Probst C. W and Miller C. W., Wound healing, Bandages and Drains. In Textbook of Small Animal Surgery. Slatter, D. H., 2nd ed., Saunders Co., pp. 53~62, 225~229, 1993.

Puig M. M. and Pol O., Peripheral effects of opioids in a model of chronic intestinal inflammation in mice. *The Journal of Pharmacology and experimental Therapeutics*, 287(3): 1068~1075, 1998.

Rijswijk L., Brown D., Friedman S., Degreef H., Roed-Petersen J., Borgiund E., Ebert H. M., Sayag J., Beylot C., Su W, P. Multicenter clinical evaluation of a hydrocolloid dressing for leg ulcers. *Cutis*, 35(2): 173~176, 1985.

Rodriguez-Bigas M., Cruz N. I., Suarez A., Comparative evaluation of aloe vera in the management of burn wounds in guinea pigs. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 81(3): 386~389, 1988.

Sologub V. K., Kaem R. I., Pavlova V. V., Ustinova T. S, Lopatto Iu. S., Morphological characteristics of the healing of burn wounds covered by an activated-charcoal tissue dressing. *Biull. Eksp. Biol. Med.*, 107(3): 360~363, 1989



Stoll S., Garner W., Elder J., Heparin-binding ligands mediate autocrine epidermal growth factor receptor activation in skin organ culture. *J. Clin. Invest.*, 100(5): 1271~1281, 1997.

Sun L., Xu L., Henry F. A., Spiegel S., Nielsen T. B., A new wound healing agent - Sphingosylphosphorylcholine. *The Journal of Investigative Dermatology*, 106(2): 232~237, 1996.

Swaim S. F. and Lee A. H., Topical wound medications: A review. *J.A.V.M.A.*, 190(12): 1588~1593, 1987.



Swaim S. F., Henderson R. A. Jr., Pidgeon RS, Small animal wound management. Lea & Febiger, pp. 44~49, 1990.

Thrash A. and Thrash C. Hydrotherapy massage charcoal and other simple treatments. Home remedies, pp. 143~152, 1981.

Vogt P. M., Andree C., Breuing K., Lui P. Y., Slama J., Helo G., Eriksson E. Dry, moist, and wet skin wound repair. *Ann. Plast. Surg.*, 34(5): 493~500, 1995.

Waldron D. R. and Trevor P. Management of Superficial Skin Wounds, In Textbook of small animal surgery-2nd ed. WB Saunders com, pp. 269~280, 1993.

Watson W. A., Factors influencing the clinical efficacy of activated charcoal. *Drug Intelligence and Clinical Pharmacy*, 21: 160~166, 1987.

Whittem T. and Carothers M. In Emergency Medicine: in Small Animal Practice Veterinary Learning System, pp. 156~165, 1997.

Wilson D. A., Adelstein E. H., Keegan K. G., Barrett B. A., Kutz R. R. Jr., In vitro and in vivo effects of activated macrophage supernatant on distal limb wounds of ponies. *A.J.V.R.*, 57(8): 1220~1224, 1996.

Wunderlich U. and Orfanos C. E., Treatment of venous ulcera cruris with dry wound dressings. Phase overlapping use of silver impregnated activated charcoal xerodressing. *Hautarzt*, 42(7): 446~450, 1991.

권오경, 가토의 창상 치유에 대한 항균연고제의 효과. 한국수의학회지, 10: 55~60, 1993.

박용근, Corticosteroids가 토끼 구강점막의 창상 치유에 미치는 영향에 관한 병리조직학적 연구. 조선대학교 대학원, 1983.

박재현, 권오경, 남치주, 가토의 창상 치유에 미치는 Yeast Glucan의 효과. 한국임상수의학회지, 11(1): 89~97, 1994.

박정열, 냉동외과 시술 후 협점막 창상 치유 과정에 대한 병리조직학적 연구. 석사학위논문, 조선대학교, 1988.

北川睦夫, 활성탄 수처리 기술과 관리. 김용권 역, 신광문화사, pp. 23~40, 1996.

서민정, 이재훈, Staple과 수종의 붕합물의 붕합부위 창상 치유 조직반응. 대한악안면성형재건외과학회지, 3:Chapter19, 1996.

성도제, 牧内泰道. 기적의 숯 건강법. 중앙M&B, pp. 238~239, 1998.

손병관. 산처리 활성탄에 있어서 Cd와 Pb의 흡착특성. 영남대학교 환경대학원, 1991.

송숙자, 윤미은. 숯가루(Charcoal)의 물리화학적 특성과 임상 적용 실패 연구. 삼육대학 논문집, 24: 283~300, 1992.

이경순, 민속요법으로 활용되는 숯 사용에 관한 연구. 연세대학교 대학원, 1988.

이순홍, 국산활성탄에 의한 계면활성제의 흡착특성에 관한 연구. 동아대학교 대학원, 1981.

임성준, 권오경, 장광호, chlorhexidine gluconate 및 povidone iodine이 가토의 창상 치유에 미치는 효과. 한국임상수의학회지, 9(1): 17~21, 1992.

전국수의외과교수협의회, 수의외과학총론. 문운당, pp. 79~109, 1993.

조봉연, 레이저 조사가 구강연조직 창상 치유에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. 조선대학교 대학원, 1985.

眞田雄三, 鈴木基之, 藤元 薫, 활성탄 기초와 응용. 청담사, pp. 15~83. 196~206, 1996.

한국생약학교수협의회. 본초학. 대한약사회, 495~506, 1995.

한국약학대학협의회 약전분과회. 대한약전 제 7 개정. 문성사, pp. 385~386, 1998.

허준, 동의보감. 탕액편, 토부, p. 1610.

# Effect of Activated Charcoal on Wound Healing in Rabbits

Hanseong Cho

Department of Veterinary Medicine  
Graduate School, Cheju National University  
Cheju, Korea  
(Supervised by Professor Jongtae Cheong)



## Abstract

제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

This study was performed to investigate the effect of activated charcoal on wound healing in an artificially induced skin wound model. Full-thickness skin defects (2cm×2cm) were made in two different areas on the back of eight New Zealand White rabbits. Eight of 16 wounds were treated with gauze-implanted activated charcoal granules, and the others were treated with gauze-soaked saline. Wound areas were measured every other day for 2 weeks after the wounding. Statistical analysis was performed with the student *t*-test. The mean percentage of wound contraction on the 14th day in the activated charcoal-treated group and in the saline treated group were 93.5% and 81.7%, respectively. The mean value of tensile strength on the 21st day after wounding, in the activated charcoal-treated group was, 2.7 kg/5cm<sup>2</sup> and 1.7 kg/5cm<sup>2</sup> in

the saline treated group. Significantly reduced wound area ( $p<0.05$ ) and high tensile strength value ( $p<0.05$ ) were observed in activated charcoal-treated group compare with those in the saline treated group. In summary activated charcoal significantly reduced the wound area and increased tensile strength in the rabbit skin wound model. These results suggest that application of activated charcoal in skin wounds will promote wound healing.

---

**Key words** : Activated charcoal, Wound, Healing, Rabbit, Contraction, Tensile strength

