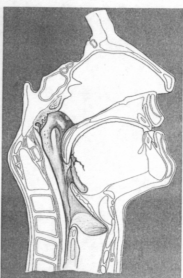
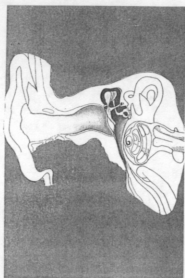


臨床耳鼻咽喉科

第 8 卷 第 2 號

Journal of Clinical Otolaryngology, Head and Neck Surgery

Vol. 8 No. 2



특집 :

이비인후과 영역에 필요한 성형외과적 수기 (159)

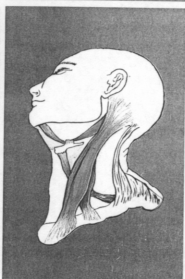
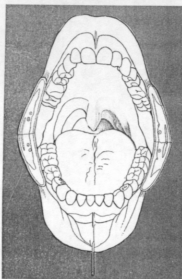
1. 봉합방법 및 봉합재료와 창상치유

2. 피부이식

3. 피관술

원 저 (221)

임 상 (293)



臨床耳鼻

Clin. Otol.

釜山 · 慶南 耳鼻咽喉科學會

임상 이 비 인 후 과
논 문 투 고 규 정
임 상 이 비 인 후 과
제 8 권 제 2 호
1997. 11. 25

목 차

특집 : 이비인후과 영역에 필요한 성형외과적 수기

통합개료 및 통합방법과 창상치유	김 정 태	(159)
피부이식	홍 성 표	(187)
피관술	안 회 창	(197)

원저 :

삼출성 중이염 환아에서 시럽용 약병을 이용한

폴리처 이관통기법에 의한 치료	김 재 영 외	(221)
소아 외이도 진주종의 임상적 특성	박 기 현 외	(229)
비폴립점막과 인접 중비갑개 점막 및 부비동점막의 비만세포에 대한 관찰	이 현 구 외	(237)
코골음환자에서 수술전 이학적 소견의 중요성에 대한 고찰	이 종 환 외	(245)
합기화된 중비갑개가 만성부비동염에 미치는 영향	최 광 석 외	(253)
참나무목 화분항원간의 교차반응	홍 순 만 외	(259)
편도주위농양 및 봉소염의 임상상	최 정 호 외	(271)
가니픽 상기도의 Vasoactive Intestinal Polypeptide 함유신경의 분포	전 시 영 외	(279)
두경부 편평상피세포암종에서의 MAGE-1,-3 gene의 발현	이 강 대 외	(287)

임상 :

Melnick-Needles 증후군의 이과적 증상	박 기 현 외	(293)
전정파괴와 안면마비가 동반된 진주종성중이염 1례	김 영 기 외	(299)
재발성 다발성 연골염 1례	이 병 화 외	(305)
안와주위 봉와직염을 초래한 합치성 낭종 1례	김 상 후 외	(311)
두개내를 침범한 침입성 전두동 국균증 1례	김 천 규 외	(317)
결핵성 인두후 농양 1례	김 상 현 외	(321)
후두의 기저양 편평세포암 1례	태 경 외	(327)
상완신경총의 신경초종	최 종 욱 외	(333)

Journal of Clinical Otolaryngology,
Head and Neck Surgery
Vol. 8, No.2, Nov, 1997

CONTENTS

Suture material,Suture technique and Wound healing	Jeong Tae Kim	(159)
Skin Graft	Sung Pyo Hong	(187)
Flap Surgery	Hee Chang Ahn	(197)
Treatment of Otitis Media with Effusion in Children by Politzerization with Syrup Bottle	Jae Young Kim et al	(221)
External Auditory Canal Cholesteatoma in Children : Clinical Features	Keehyun Park et al	(229)
An Observation of Mast Cells Distribution in the Mucosa of Nasal polyp, Adjacent Middle Turbinate,Maxillary Sinus,and Ethmoid Sinus of Patients with Nasal Polyp	Hyeon Koo Lee et al	(237)
Clinical Evaluation of Preoperative Laboratory Findings in Snoring Patients	Jong Hwan Lee et al	(245)
The Contribution of the Concha Bullosa to the Chronic Sinusitis	Kwang Suk Choi et al	(253)
Cross-reactivity among Pollen Allergens of Trees of the order Fagales	Sun Man Hong et al	(259)
Clinical Differentiation of Peritonsillar Abscess from Cellulitis	Jung Ho Choi et al	(271)
Distribution of Vasoactive Intestinal Polypeptide-Containing Nerves in the Upper Airway of the Guinea Pig	Sea Young Jeon et al	(279)
Expression of the MAGE-1,-3 Genes in Squamous Cell Carcinomas of the Head and Neck	Kang Dae Lee et al	(287)
Otologic manifestation of Melnick-Needles Syndrome	Keehyun Park et al	(293)
A Case of Vestibular Destruction and Facial Paralysis Associated with Chronic Otitis Media with Cholesteatoma	Young Ki Kim et al	(299)
A Case of Relapsing Polychondritis	Byeong Hwa Lee et al	(305)
A Case of Dentigerous Cyst Resulting in Periorbital Cellulitis	Sang Hoo Kim et al	(311)
A Case of Frontal Invasive Aspergillus Sinusitis with Intracranial Involvement	Cheon Kyu Kim et al	(317)
A Case of Retropharyngeal Tuberculosis Abscess	Sang Hyun Kim et al	(321)
A Case of Basaloid Squamous Cell Carcinoma of Supraglottis	Kyung Tae et al	(327)
Neurilemmoma of Brachial Plexus.	Jong-Ouck Choi et al	(333)

Published by the Pusan-Kyongnam

Otolaryngological Society

*Department of Otolaryngology, college of medicine,
Pusan National University, 1-10 Ami-Dong, Suh-Ku
Pusan, Korea 602-739*

봉합 재료 및 봉합 방법과 창상 치유

동아대학교 의과대학 성형외과학교실

김 정 태

Suture materials, Suture technique and Wound healing

Kim Jeong Tae, M.D.

Department of Plastic & Reconstructive Surgery,
College of Medicine, Dong-A University, Pusan, Korea

일반적으로 외과적 창상의 약 10%에서 창상 치유의 장애가 있다고 한다. 그 원인은 당뇨병이나 영양 결핍과 같이 환자가 이미 가지고 있는 질병으로 인한 것도 있겠지만 적절한 술기의 부족, 봉합 재료의 잘못된 선택, 그리고 창상 치유의 그릇된 지식으로 인한 경우도 적지 않다. 봉합술을 시행할 때 대개는 집도의가 여러 가지 임상 경험을 바탕으로 선호하는 재료를 이용하고 있지만, 봉합재료와 봉합 방법에 대해서는 정확한 지식이 없이 수련을 받는 경우가 많다. 따라서 완벽한 창상의 치유를 위해서는 적절한 봉합재료와 기구의 선택, 정확한 봉합 기술의 연마, 그리고 창상치유에 대한 기초적 지식 등이 필수적이다.

1. 봉합 재료

1. 봉합사(Suture Materials)

봉합사의 역사는 서기 1500여년전 이집트

의 파피루스(papyrus)로 거슬러 올라간다. 이후 동물의 말린 내장(dried gut), 말린 건(dried tendon), 가죽끈(strips of hide), 말의 털(horsehair), 여성의 머리카락, 나무껍질 섬유(bark fiber) 등을 사용하였다고 하는데 소독의 개념이 없어 봉합 부위의 감염이 큰 문제가 되었다고 한다. 19세기 말에 증기 소독이 가능해지면서 비로소 봉합사의 강도와 흡수성을 고려하는 여러 가지 상품이 나오기 시작하였다. 최초의 흡수성 봉합사는 1970년에 Davis & Geck 회사의 DexonSM으로 polyglycolic acid를 주원료로 사용하였으며 봉합사의 획기적인 장을 열므로써 현재 까지 사용되어지는 대표적인 봉합사이다.

봉합사로서 갖추어야 할 기본적인 요소로서는 우선 강한 장력(tensile strength)을 가지고 있어야 하며 다루기 편해야 하고, 조직에 대한 저항이 적어야 한다(표 1). 따라서 제조 과정에 있어서 이러한 요소를 충분히 만족시킬 수 있는 재료를 선택하게 되고 이에 따라 기술자는 적절한 봉합사를 선택하게 된다. 봉합사의 선택은 전공 분야에 따라 다르고 대

체로 수련과정이나 경험을 통해 선호하는 봉합사가 정해지지만 조직에 따라 창상의 치유, 봉합사의 생리적 생물학적 특성, 환자의 상태 등을 고려하여 봉합사를 선택할 수 있어야 한다. 대개 봉합사는 생체내에서 1주일 정도면 생물학적 반응이 나타나는데 봉합사에 따라 틀리며 환자의 나이, 건강상태, 창상의 오염 정도에 따라 여러 변수가 있을 수 있으므로 이를 모두 고려할 수 있어야 한다.

봉합사의 종류는 여러 가지로 분류하지만 대체로 1) 구성 성분(유기질 혹은 비합성과 합성), 2) 흡수성 유무(흡수성과 비흡수성), 3) 구조(monofilament와 multifilament) 등으로 세분하여 사용하고 있다. 흡수성 유무는 봉합사가 생체내에서 분해되는 속도에 따라 흡수성과 비흡수성으로 나누는 것으로, 일반적으로 조직 내에서의 장력(tensile strength)이 60일내에 없어지는 것을 흡수성 봉합사로 규정한다. 대개 흡수성 봉합사를 매몰되는 부위에 사용하게 되면 조직 반응이 비흡수성 봉합사보다 심하게 일어난다.

유기질 흡수성 봉합사(organic absorbable suture materials)는 주로 콜라겐이나 포유동물의 장기에서 재료를 얻어 만든다. 이 중 catgut은 양의 소장 점막하층과 소의 소장 장막층으로 만들고 plain catgut과 chromic catgut으로 나눌 수 있으나, plain catgut은 chromicization 처리한 chromic

catgut보다 장력이 약하고 조직 반응도 심하다. 흡수 기간은 10일에서 6개월까지로 주로 염증 반응과 식작용으로 흡수되므로 조직 반응이 다른 봉합사보다 많은 편이다. **합성 흡수성 봉합사(synthetic absorbable suture materials)**로는 Dexon[®](polyglycolic acid), Vicryl[®](polyglycolic acid와 polylactic acid가 9:1로 섞여 합성한 봉합사), Maxon[®](polyglycolic acid의 변형물), PDS[®](polydioxanone) 등이 있다. Dexon[®]과 Vicryl[®]은 강도가 4주간 지속되며 약 3개월 후 흡수되는 것으로 알려져 있으며, Maxon[®]과 PDS[®]는 이보다 강도는 1-2주 더 지속되며 흡수되는 기간도 2배가량 걸린다. 그러나 흡수과정이 효소 분해에 의해 진행되므로 유기질 봉합사보다는 조직 반응이 적고 결찰도 용이하여 현재 가장 많이 사용되는 봉합사의 하나이다.

이상의 흡수성 봉합사는 흡수 시기가 다양하며 화학 처리를 하여 흡수 시기를 연장시키기도 한다. 대표적인 흡수성 봉합사의 재질을 표 2에 요약하여 보았다. 유기질 성분은 체내 효소에 의해 분해되며 합성 물질은 가수 분해되는데 수분이 봉합사로 침투해 들어가 polymer chain을 서서히 분해하는 것으로서 효소에 의한 분해보다는 조직 반응이 적게 일어난다. 흡수되는 과정에서 강도는 대개 첫 3-4주까지는 급격히 떨어지

Table 1. Ideal suture materials.

High uniform tensile strength, permitting use of finer sizes
Consistent uniform diameter
Sterile
Pliable for ease of handling
Knot security
Optimum tissue acceptance
Predictable performance
Nonelectrolytic, noncapillary, nonallergic, nonferromagnetic and noncarcinogenic

고 그 이후에는 서서히 감소하게 된다. 물론 강도의 감소와 흡수의 정도는 반드시 일치하는 것이 아니라서 봉합사의 강도가 급격히 떨어져도 흡수는 서서히 진행될 수 있다. 또한 흡수 정도는 상황에 따라 달라질 수 있는데 환자가 발열, 감염, 단백질 결합 등이 있으면 흡수가 빨라지고, 봉합 부위가 폐쇄된 공간이나 수분이 많은 곳이면 흡수가 가속화된다.

금속성 비흡수성 봉합사(metallic nonabsorbable suture materials)는 철사가 있으며, **유기질 비흡수성 봉합사(organic nonabsorbable suture materials)**는 면사(cotton), 견사(silk) 등이 대표적이며 견사는 대개 땅은 형태(braided form)로 사용함으로써 부드럽고 조직 관통이 용이하게 만들어져, 최근에는 단백질, 실리콘, 왁스, 파라핀 등을 발라 표면을 부드럽게 코팅하여 보다 편리하게 사용할 수 있도록 하고 있다. 대개 견사는 비흡수성으로 분류하지만 체내에서 6개월후 흡수되는 것으로 알려져 있고 흡수과정에서 조직 반응이 심하게 일어나므로 이를 줄이기 위해 왁스 등을 코팅하여 만든다.

합성 비흡수성 봉합사(synthetic nonabsorbable suture materials)로는

Dacron[®](polyester), Nylon[®](polyamide), Prolene[®](polyolefins) 등이 있으며 대체로 강도가 강하고 monofilament는 조직 반응이 적은 반면에 multifilament는 조직 반응이 어느정도 생기는 것으로 되어 있다. 대체로 multifilament가 monofilament보다 유연성(flexibility)이 강하고 매듭의 안정성이 있으므로 이러한 특징을 살리면서 monofilament처럼 제작하고자 가운데 꼬인 실을 넣고 겹을 polyamide막으로 씌운 것이 바로 Supramid[®]이다. 하지만 매듭을 할 경우 이막이 찢어져 보호기능이 떨어지면서 감염이 될 수 있다는 것을 고려해야 한다. 흡수 기간이 길므로 오염된 조직에서는 사용을 제한하는 것이 좋으나 monofilament가 multifilament보다는 감염율이 적으며, Nylon[®]과 polypropylene은 다른 봉합사보다 감염율이 낮다.

Nylon[®]은 polyamide polymer(Ethilon[®], Nurolon[®])로 녹색이나 검은색으로 색상을 넣으며, 탄력성과 매듭의 유지가 좋은 봉합사로서 미세수술이나 혈관 문합에 용이하다. Polyester 계열은 braided multifilament로 만들고 조직 반응이 작아 심혈관계 수술, 인공 혈관의 봉합에 쓰인다. 대표적인 것으로 Mersilene[®], Ethibond[®] 등이 있다.

Table 2. Basic materials of absorbable sutures.

Suture Materials	Basic Materials
Chromic catgut	submucosa of sheep intestine/serosa of beef intestine
Vicryl [®] (polyglactin 910) coated Vicryl [®]	copolymer of glycolide and lactide (polyglactin 370, coating with calcium stearate)
Polyglycolic acid (polyglactone 25)	homopolymer of glycolide
Monocryl [®]	copolymer of glycolide and E-caprolactone
Polyglyconate	copolymer of glycolide and trimethylene carbonate
PDS [®] (polydioxanone)	polyester of poly(p-dioxanone)

Polypropylene 계열은 hydrocarbon polymer로서 유연성이 좋고 조작이 용이하며 매듭의 유지도 오래되고 2년이 지나도 잘 흡수가 되지 않는다. 대표적인 것으로 Prolene®이 있다.

이러한 비흡수성 봉합사는 체내에서 효소나 혹은 가수 분해 등으로 흡수되지 않으므로 피부와 같은 외부 봉합, 체강내 봉합, 흡수성 봉합사에 켈로이드나 조직 반응이 있는 환자, 일시적 부착용 봉합(pacemaker, drug delivery 등)에서 사용하기 적합한 봉합사이다. 구성 물질은 표 3과 같으며 코팅이나 색깔을 넣어 제작한다.

이상은 흔히 의학 교과 과정에서도 많이 언급되어지고 어느정도 알고 있는 상식이지만 그 이외에도 봉합사를 결정할 때 알아두어야 할 여러 가지 요인이 있는데 다음과 같다.

1) 봉합사의 강도

봉합사의 강도는 봉합사 재질의 구성과 그 용적과 관련이 있다. 용적이라 함은 봉합사의 직경을 말하는 것으로 굵을수록 강도는 커지겠지만 임상에서 사용하는 봉합사는 조직을 통과하면서 조직 손상을 적게 입혀야 하므로 가늘면서 강인한 강도를 요구하고 있다. 이를 판단하는 기준으로는 크게 두가지가 사용되는데 가장 많이 사용되어지

는 United States Pharmacopeia와 유럽에서 사용되어지는 EP(European Pharmacopeia)가 있다.

USP란 "knot full strength"(knot tensile strength라고도 함)로 결정하는데 이는 직경 1/4인치 고무관 주위를 그림 1과 같이 봉합사로 외과적 결찰을 시행한 뒤 양끝으로 장력을 가하여 끊어지는 시점의 힘으로 정의하는데 우리가 흔히 말하는 9/0, 8/0 등으로 부르는 단위가 바로 이러한 개념이다. 실의 종류에 따라 같은 6/0라도 강도가 틀리며 같은 봉합사끼리만 비교를 할 수가 있다. /0의 수치가 클수록 강도가 약하며(5/0, 즉 00000가 6/0, 즉 000000보다 직경이 굵고 강하다) 그냥 사용하는 수치는 클수록 강도가 강하다(6번이 5번보다 강하며, 0번 혹은 1/0는 2/0보다 강하나 1번보다는 약하다).

EP는 우리에게 생소하나 이는 봉합사의 용적을 기준으로 하여 정하는 것으로 0.1에서 10까지 있으며 각 수치를 10으로 나누면 봉합사의 최소 직경이 된다. 엄격히 USP와 EP는 비교될수 없으나 대체적인 상용관계는 표 4와 같다. 봉합사의 종류에 따라 같은 3/0라도 굵기가 다르게 보일 수 있는데 이는 강도에 따라 USP수치를 붙이는 것이므로 같은 봉합사끼리 비교하는 것이 좋다.

Table 3. Basic materials of nonabsorbable sutures.

Suture Materials	Basic Materials
Silk	raw silk' spun(silkworm)
Wire	iron-chromium-nickel-molybdenum alloy
Nylon®(Ethilon®, Nurolon®)	polyamide polymer
Polyester (Mersilene®, Ethibond®)	polymer of polyethylene terephthalate
Polypropylene(Prolene®)	polymer of propylene

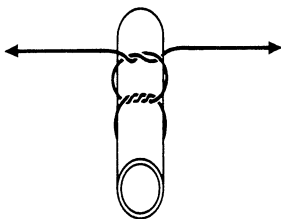


Fig. 1. The criterion of "knot pull strength" according to USP.

2) 탄력성(elasticity)과 적응성(plasticity)

봉합사에 따라 장력에 잘 늘어나지 않고 견디는 것이 있고, 그 반대인 것이 있다. 또 잘 늘어나더라도 장력에 따라 신속적으로 원래대로 탄력있게 회복될수 있는 특성이 있는가 하면 한 번 늘어나면 장력이 줄어들어도 늘어난 길이가 줄어들지 않는 특성이 있는데 전자를 탄력성이라 하고 후자를 적응성이라 한다. 따라서 봉합사를 선택할때 이 두가지 성격을 잘 이용하여야 한다. 예를 들어 피부 봉합과 같이 봉합 후 부종으로 인해 봉합부 압력이 증가될 때 봉합사로 인한 봉합반흔이 남으면 안되므로 polypropylene이나 Nylon[®]과 같이 적응성이 강한 봉합사를 써야 하고, 봉합후 창상면이 지속적으로 유지되어야 하는 부위에는 잘 늘어

Table 4. Comparison between USP & EP standards.

USP Size Code		EP Size Code	Diameter(mm)
Organic Absorbable	Nonabsorbable		
	Synthetic Absorbable		
	11/0	0.1	0.01-0.019
	10/0	0.2	0.02-0.029
	9/0	0.3	0.03-0.039
	8/0	0.4	0.04-0.049
8/0	7/0	0.5	0.05-0.069
7/0	6/0	0.7	0.07-0.099
6/0	5/0	1	0.10-0.14
5/0	4/0	1.5	0.15-0.19
4/0	3/0	2	0.20-0.24
3/0	2/0	2.5	0.25-0.29
2/0	0	3	0.30-0.39
0	1	4	0.40-0.49
1	2	5	0.50-0.59
2	3	6	0.60-0.69
3	4	7	0.70-0.79
4	5	8	0.80-0.89
5	6	9	0.90-0.99
6	7	10	1.00-1.09

나지 않으면서 탄력성이 있는 철사나 명주 등이 적합하다. 여기서 탄력성이라 하면 잘 늘어나는 정도를 말하는 것이 아니라 장력이 제거된 뒤의 원상 회복력을 말하는 것이므로 Nylon[®] 등과 같이 잘 늘어나기만 하는 실은 탄력성이 강한 것이 아니라 적응성이 강한 것이다. 성형외과 영역에서 반흔 제거술후 피부 봉합을 명주사 대신 Nylon[®]이나 Prolene[®]을 사용하고 있는 이유도 이러한 목적이 있다. 표 5는 흔히 사용되는 봉합사의 탄력성과 적응성을 비교하여 놓은 것이다¹⁾. 여기서 철사, 견사, braided polyester 등은 탄력성이 좋은 봉합사인 반면, polypropylene은 적응성이 뛰어나며 Nylon[®]과 Dexon[®] 등은 중간적인 특성을 보이고 있다.

3) 유연성(flexibility)

봉합사의 유연성은 실의 염전강도(torsion stiffness)와 실의 직경에 관련이 있다. 여기서 염전강도란 실의 한쪽 끝을 꼬기 시작하여 다른쪽 끝이 돌아가기 시작할 때까지의 꼬인 횟수를 말하는 것으로 횟수가 많을수록 유연성이 큰 실이라 할 수

있다. 또한 실이 가늘수록 잘 꼬이므로 직경이 가는 실이 유연성이 크다. 따라서 Nylon[®]과 catgut에서는 유연성이 떨어지는 반면 Dexon[®]과 견사에서는 유연성이 크다. 유연성이 큰 실은 혈관의 결찰이나 매듭이 작아야 하는 봉합, 연속 봉합(continuous suture) 등에서 유용하게 사용되어 질 수 있다. 따라서 지혈하기 위해 유연성이 없는 철사를 사용할 수는 없으며, 연속 봉합을 할 경우에도 유연성이 떨어지는 실을 사용하면 창상연이 정확히 붙지 않고 떠버리게 될 것이다.

4) 봉합사의 표면

봉합사의 표면은 두가지 면에서 중요한데 그 하나가 매듭의 안정성이다. 즉, 표면이 거칠수록 매듭이 안정되며 표면이 매끄러울수록 매듭의 안정성은 떨어진다. 다른 하나는 조직에 미치는 영향인데 봉합사의 표면이 거칠수록 조직을 물고 들어가는 경향이 있어 정교한 봉합을 방해할수 있다. 따라서 점막이나 혈관의 봉합과 같은 경우에는 표면이 매끄러운 봉합사를 사용하여야 조직의 손상을 적게 주며 최근에는 코팅이

Table 5. Residual elongation in percent of original length of various suture materials under repeated moderate strains¹⁾.

	No. of Strains						
	1	15	30	60	120	240	360
Steel wire	2	3	4	4	4	-	-
Silk	2	3	3	3	3	-	-
Nylon [®]	4	7	7	8	8	8	8
Polypropylene	14	16	18	20	24	27	30
Catgut	2	2	4	5	5	5	-
Braided polyesters	2	2	3	3	4	4	-
Dexon [®]	4	7	8	8	8	-	-

나 'braided cordage' 기술로 매듭의 안정성을 보장하여 사용하고 있다.

5) 봉합사의 가닥수와 코팅

봉합사의 구성이 한가닥으로 되어 있으면 monofilament 봉합사라 하고 여러 가닥을 꼬거나(twisted) 짜서(braided) 만든 것을 multifilament 봉합사라 한다. Monofilament 봉합사는 multifilament 봉합사보다 조직 통과시에 저항이 적고 봉합 부위 감염이 적다. 이는 monofilament 봉합사 경우보다 multifilament 봉합사에서 보다 많은 틈이나 공간이 있어 이 안으로 모세관 현상처럼 균이나 백혈구 등이 끼어 들어가 염증을 잘 야기시킬 수 있기 때문이며 braided 봉합사에서는 더욱 그러하다. 그러나 monofilament 봉합사가 multifilament 봉합사보다 매듭이 용이하지만 꺾이거나 져서지면 봉합사가 파열되기 쉬운 단점이 있다. 반면에 multifilament 봉합사는 강도나 탄력성, 유연성이 뛰어나나 조직 통과시 저항이 크다.

Multifilament의 단점을 보완하기 위하여 봉합사의 표면에 코팅을 입히게 되고 코팅 처리된 봉합사는 monofilament와 같이 표면이 매끄럽게 된다. 합성 비흡수성 봉합사에서는 teflon이나 silicone 코팅을 하고 견사에는 wax나 paraffin을 이용한다. 반면에 흡수성 봉합사에는 여러 가지가 사용되고 있는데 Vicryl[®]에서는 흡수가 잘 안되는 calcium stearate를, Dexon[®]에서는 단지 봉합사의 표면을 매끄럽게 하기 위해 사용할 뿐 체내에서 수시간내 흡수되는 물질을 사용함으로써 술후 코팅이 흡수되면 견고한 매듭을 이루도록 하고 있다.

6) 색상

흔히 봉합사에 색상을 넣어 술장에서 눈

에 쉽게 띄도록 하고 있지만 때로는 조직속에 착색되어 남아 있는 경우가 있다. 대개는 봉합사가 흡수되는 시기와 비슷한 시점에서 착색도 사라지므로 문제될 것은 없다.

2. 봉합침(Suture Needles)

봉합침은 제작회사에 따라 여러 가지가 있으나 적절한 강도와 예리함이 필요하다. 가장 이상적인 봉합침이라 하면 stainless steel로서 가늘고 단단해야 하며 취급하기 용이해야 하고 조직을 통과할 때 조직 손상이 적어야 한다. 또한 잘 구부러지지 않아야 하며 소독 과정에서 부식되거나 손상되어서는 안된다. 결과적으로 봉합침의 기하학적 구조가 봉합사의 적절한 굵기와 함께 잘 조화를 이루어야 한다. 우선 봉합침의 세가지 요소를 보면 다음과 같다.

① 강도(strength)

봉합침의 강도는 조직을 반복해 통과하면서 생기는 변형에 얼마나 견딜수 있는가 하는 정도이다. 즉 강도가 클수록 조직에 손상이 적으며 강도가 약해 조직을 통과하면서 봉합침이 변형되면 조직의 손상은 커지게 된다. 제작 과정에서는 의공학적으로 바늘이 90°까지 구부러질때까지의 강도를 기준(ultimate moment)으로 하나, 사용과정에서는 10°에서 30° 이상의 변형이 기준(surgical yield)으로 되어 있다. 따라서 합금의 배율이나 공정 과정에서 이러한 봉합침의 강도를 높이는 노력을 많이 하고 있다.

② 유연성(ductility)

유연성이란 구부러지는 일정한 힘에 대해 봉합침이 견뎌낼 수 있는 정도를 나타내는 것이다. 이는 봉합침이 사용도중 부러지지 않고 꺾여지지만 하면 쉽게 재봉합을 시도할수 있으나, 끝이 부러져 조직 속으로

물린다면 난감한 경우가 될 수 있다. 따라서 봉합침은 강도가 강해야 하면서도 유연성도 갖추어야 이상적인 봉합침이라 할 수 있다.

③ 예리함(sharpness)

봉합침의 예리함은 특히 성형외과 영역에서 중요한데 이는 예리할수록 조직 반흔이 적게 남기 때문이다. 반면에 너무 예리하면 봉합 과정에서 시술자의 조절력이 떨어지므로 조심해야 한다. 예리함은 봉합침 끝의 각도와 봉합침의 경사와 관련이 있는데 대체로 바늘 끝이 가늘어지는 경사부분의 길이가 바늘 직경의 8에서 12배 정도가 되어야 예리하다고 할 수 있다(그림 2). 최근에는 바늘에 실리코 코팅을 하여 조직을 처음 뚫고 지나갈 때의 저항을 줄이고 조직을 통과하면서 바늘이 조직을 걸어 끌고 나가는 단점도 최소화시키고 있다.

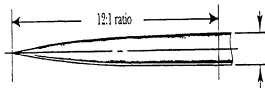


Fig. 2. Tapering ratio of suture needle.

봉합침은 크게 세 부분으로 구성되어 있으며 각각 첨부(point), 체부(body), 그리고 연결부(attachment end, swaged end)라고 한다. 이를 중심으로 봉합침의 크기를 결정하는 측정치를 살펴보면 다음과 같다(그림 3).

- ① chord length : 바늘의 첨부에서 연결부까지의 직선 거리
- ② needle length : 바늘의 끝에서 끝까지의 실제 길이
- ③ radius of needle : 바늘의 호의 중심에서 바늘 체부까지의 거리

④ diameter of needle : 바늘의 두께

이중 연결부에 따라 크게 눈이 있는 바늘(흔히 실을 꿰어 쓰는 바늘)과 눈이 없는 바늘로 나누며 후자를 atraumatic needle (eyeless needle, attached needle, swaged needle : 실이 봉합침에 박혀 제조된 것)이라고 부른다. 그리고 눈이 있는 바늘은 그 눈의 모양에 따라 round, square Mayo, ordinary, French split eye 등으로 나누고 있다(그림 4). Atraumatic needle은 말 그대로 조직에 손상을 적게 준다는 뜻으로 실을 직접 눈에 꿰어 사용할 때는 두가닥의 실이 조직을 관통하게 됨에 따라 조직의 손상이 크지만 한가닥의 실이 지나면 그만큼 손상을 줄일 수 있다는 의미이다(그림 5). 이러한 봉합침은 굵은 봉합침에서는 그 끝에서 바늘속으로 드릴을 이용하여 구멍을 뚫어 봉합사를 삽입시키지만, 가는 봉합침에서는 끝을 구부려 실을 건 뒤 주름을 잡거나 레이저로 작은 구멍을 뚫어 실을 통과시킨 뒤 구멍을 막아 제작한다.

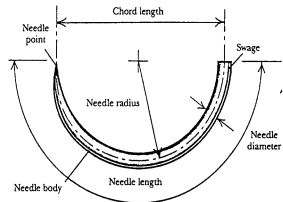


Fig. 3. Needle components and anatomy.

바늘의 체부는 바늘을 기구로 잡는 부위인데 바늘 모양에 따라서 직침(straight needle)과 곡침(curved needle)으로 나누며 특수한 목적 이외에는 곡침을 사용하고 있다. 직침은 straight와 half-curved로 나눌 수

있고, 곡침의 경우 호의 크기에 따라 1/4 circle, 3/8 circle, 1/2 circle, 5/8 circle 등으로 나눌 수 있으며 길이도 4에서 60mm까지 다양하다(그림 6). 직침은 손으로 직접 쥐고

사용하게 되어 있고 Keith 봉합침은 복벽의 봉합에, Bunnell 봉합침은 인대의 봉합에 사용하였다. Half-curved는 ski needle이라고도 하며 사용이 불편하여 현재는 잘 사용하지 않는다. 곡침은 현재 가장 많이 사용하고 있으며 그 종류에 따라 사용용도는 표 6과 같다. 대개 피부 봉합에는 3/8 circle이, 비강이나 구강과 같은 제한된 구역에서는 1/2 circle이, 좀더 협소한 골반이나 요생식기 등에서는 5/8 circle이 이상적으로 추천되고 있다. 최근에는 compound curved 봉합침이란 것이 있는데 이는 침부가 80°, 체부가 45°로 되어 있어 처음 조직을 뜯 때 짧고 깊히 들어갈수 있어 절개선 양쪽으로 균등한 거리로 균등한 힘이 가해질수 있도

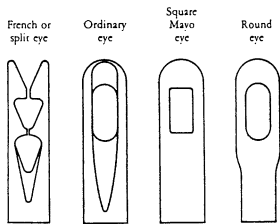


Fig. 4. Various forms of needle eyes.

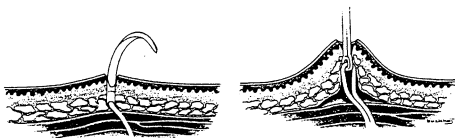


Fig. 5. Suture with "atraumatic" eyeless needle(left) causes less tissue damage on passage through tissues than when eyed needle is used(right).

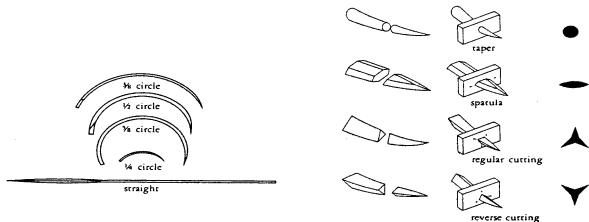


Fig. 6. Various needle curvatures(left) and cross sections(right).

Table 6. Needle shapes and typical applications²⁾.

Needle Shapes	Typical Applications
stright	gastrointestinal tract nasal cavity, nerve, oral cavity pharynx, skin, tendon, vessels
half-curved	skin(rarely used)
1/4 circle	eye, microsurgery
3/8 circle	aponeurosis, nerve, biliary tract dura, eye, fascia gastrointestinal tract, muscle myocardium, perichondrium, periosteum peritoneum, pleura, tendon urogenital tract, vessels
1/2 circles	biliary tract, eye, gastrointestinal tract muscle, nasal cavity, oral cavity, pelvis peritoneum, pharynx, pleura, skin respiratory tract, subcutaneous fat urogenital tract
5/8 circle	anal, cardiovascular system, nasal cavity, oral cavity, pelvis urogenital tract
compound curved	pediatric plastic surgery eye(anterior segment)

록 만들어 진 것인데 소아 성형수술이나 안과 수술에 용이하다.

봉합침의 단면은 크게 taper, spatula, regular cutting, reverse cutting 등으로 나누는데 그 용도는 조직에 따라 다르므로 이를 잘 알고 쓰는 것이 중요하다(그림 6).

우선 taper needle은 흔히 우리가 round needle이라고 부르고 있는 것으로 봉합침 체부는 원형으로 비교적 납작하나 침부가 한점으로 끝나며 단면이 원을 이루고 있어 어느 정도의 저항이 있는 장이나 뇌경막을 봉합할 때 사용한다. 반면에 cutting needle은 단면이 삼각형으로 모가 나 있어서 피부

나 건, 인대 등과 같이 강인한 섬유조직을 뚫고 들어갈수 있도록 되어 있다. 곡침의 곡면쪽으로 날이 있으면 regular cutting, 굴면쪽으로 나 있으면 reverse cutting이라 하는데 후자가 더 강도가 강하고 조직의 손상이 적은 장점이 있다. 이는 피부, 건, 점막, 인대 등 봉합침의 판통이 용이하지 못한 조직의 봉합에 용이하며 조직의 손상도 적고 봉합 반흔도 적어 성형수술에서도 적합한 봉합침이다.

Spatula needle은 side-cutting needle이라고도 하며 단면이 비교적 납작하나 주걱형으로 끝나 있고 양측면으로 절개날이 있어

조직의 강도에 따라 다양히 사용할수 있다. 대체로 안과용으로 제작되었으며 각막, 공막 등의 통과가 용이한 것으로 되어 있다.

위와 같은 기초 지식으로 봉합사의 포장울 보면 이상의 내용이 일목 요연하게 표시되어 있다(그림 7). 그림에서 5/0는 USP 기준의 봉합사의 강도와 직경을 나타내는 표시이고 1METRIC 은 EP 기준이다. 다음은 봉합사의 이름과 코팅 유무, 재질을 기술한 것이고(Coated VICRYL, polyglactin 910), UNDYED는 봉합사의 색깔을 나타내는 것으로 흰색임을 알 수 있다. 다음은 봉합사가 꼬인 구조를 가지고 있고(braided), 봉합사의 구성 물질과 코팅 재질(glycolide, lactide, calcium stearate)이 기술되어 있으며, 아래에는 봉합사의 총길이(45cm)가 쓰여 있다. 그 아래에는 소독유무(sterile)와 봉합사의 분류(synthetic absorbable suture) 그리고 제작 회사가 있다. 우측에는 봉합침의 종류를 표시한 것으로 단면의 모양(reverse cutting), 12mm(봉합침의 길이), 봉합침의 실물크기(호의 크기), 340 μ (봉합침의 직경)등이 알기 쉽게 기술되어 있다. 제작 회사마다 기술하는 순서와 약자가 틀리겠지만 대체로 이상의 내용이 포장울 뜯지 않고도 쉽게 알수 있도록 표시되어 있다.

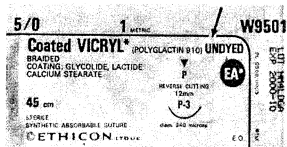


Fig. 7. A front cover of the packed suture material.

이상과 같이 봉합사와 봉합침의 여러 가

지 특성을 고려하여 볼 때 시술전 봉합사와 봉합침의 선택은 신중해야 하는데 다음과 같은 점을 고려해야 할 것이다.

- ㄱ. 얼마나 오랫동안 봉합이 유지되어야 하는가?
- ㄴ. 조직의 치유에 어떠한 영향을 미치는가?
- ㄷ. 감염의 위험이 있는가?
- ㄹ. 매듭의 크기와 강도는 어떠한가?
- ㅁ. 봉합의 강도가 지속적이어야 하는가?

이러한 여러 가지 요인을 고려하여 가장 적합한 봉합사와 봉합침을 선택하여야 하며 시술자의 오래된 경험과 시행착오로 적절한 것을 선택하게 된다.

다음은 부위별로 적절한 봉합사의 선택을 권장하여 기술하여 놓은 것이나 이러한 내용은 봉합사의 제조사 측면에서 권장하는 것이지 실제 임상에서 꼭 일치하지 않을 수 있으며 다소 시술자의 기호에 따라 차이는 있게 마련이다.

ㄱ. 피부 봉합

봉합사 종류 : synthetic nonabsorbable, absorbable monofilament(or coated, braided polyesters)

봉합사의 크기 : 4/0, 5/0, 6/0

봉합침의 종류 : atraumatic needle, cutting
선택시 고려사항 : 술후 조직의 부종을 고려하여 긴장이 없는 봉합을 하여야 한다.

ㄴ. 피하 봉합

봉합사 종류: synthetic nonabsorbable monofilament(or uncolored synthetic absorbable)

봉합사의 크기 : variable

봉합침의 종류 : atraumatic needle or eyed

needle, cutting

선택시 고려사항 : 흡수성 봉합사는 심한 조직 반응을 일으키므로 조심해서 사용해야 하며 매듭이 표면으로 나오지 않도록 매몰되도록 해야 한다.

ㄷ. 구강내 접착

봉합사 종류 : coated synthetic absorbable, (or organic absorbable)

봉합사의 크기 : 3/0, 4/0, 5/0

봉합침의 종류 : atraumatic, taper

선택시 고려사항 : 발사가 힘든 문제가 있어 흡수성 봉합사를 사용하나 흡수성봉합사라 하더라도 발사를 할수 있으면 해주는 것이 좋다.

ㄹ. 혈관 봉합

봉합사 종류 : polypropylene or synthetic monofilament absorbable(vein)

봉합사의 크기 : 부위에 따라 3/0에서부터 11/0까지

봉합침의 종류 : atraumatic, taper

선택시 고려사항 : braided된 봉합사는 절대 사용 금지

II. 봉합 방법

창상의 봉합은 모든 외과 수술의 기초이다. 우선 조직을 다루는 방법에서 항상 강조하는 5 'A'라는 것이 있는데 이는 다음과 같다.

ㄱ. 무 손상적 술기(atrumatic technique)

ㄴ. 무긴장(absence of tension)

ㄷ. 무 개방창(absence of raw wound)

ㄹ. 정확한 봉합(accurate approximation)

ㅁ. 무균적 시술(aseptic preparation)

최근에는 예술적 감각(artististic sense)을 포

함시켜 6 'A'라고 하기도 한다. 여기서 특히 강조할 사항은 처음 두가지인데 아무리 말로 설명해도 쉽게 터득하기 힘든 말이다. 성형외과 수련의 과정을 다 마쳐도 이를 익히기 어려운 것으로 연륜과 수많은 봉합을 하는 과정에서 손에 익히지게 되는 기술이다. 조직의 절개와 봉합시 기구를 다루는 방법에서부터 조직 손상을 적게 주어야 하며, 가능하면 메스로 한 번에 절개하고 지혈 및 봉합의 과정에도 조직을 잡거나 심하게 당기는 것을 금해야 한다. 물론 성형 수술과 같은 방법으로 모든 창상을 봉합할 수는 없지만 성의없이 봉합하여 초래되는 합병증이나 추형 반흔으로 적잖은 고민을 해본 적은 누구나 있을 것이다.

봉합 부위의 반흔은 주로 봉합시의 긴장으로 인해 생기는 것이 많다. 특히 사지나 흉복부의 봉합시 긴장된 상태에서 봉합을 함으로써 수술 자국을 뚜렷이 남기는 경우가 많아 조그마한 관심부족으로 심한 결과를 초래하는 것을 보면 성형외과 의사로서 안타까울 때가 많다. 피하 조직과 그 이하 심층 조직의 봉합에서는 매듭이 매몰되도록 해야 하며 조직의 긴장을 줄이는 방법으로 충분한 undermining과 정확한 subcutaneous suture가 필요하다. 시간을 핑계로 이를 소홀히 하고 있지만 익숙해지면 짧은 시간에 몇차례의 효과적인 봉합으로 쉽게 해결할 수 있다는 것을 명심해야 한다.

여기서 간단하게 봉합 방법의 주의점을 지적하면

ㄱ. 절개의 방향은 피부의 이완선(relaxed skin tension line : RSTL)에 따라 해야 한다.

ㄴ. 조직의 박리는 한 번에 메스로 행한다.

ㄷ. 조직을 취급하거나 당길때는 긴장이 안가도록 한다.

- ㄹ. 지혈은 철저히 하고 결찰이나 전기소작은 정확하게 한다.
- ㅁ. 개방창이 마르지 않도록 한다.
- ㅂ. 피사된 조직과 이물질은 완전히 제거한다.
- ㅅ. 적절한 봉합사를 선택한다.
- ㅇ. 봉합 부위에 사강이 안생기도록 한다.
- ㅈ. 봉합 부위의 드레싱을 정확히 한다.

봉합을 하는 방법은 크게 몇가지로 나눌 수 있는데 봉합사를 이용한 봉합법, 그리고 부착용 테이프, 스테이플, 접착제 등의 비봉합법이 있다. 여기서는 피부 봉합 방법으로 성형외과에서 흔히 사용하는 방법을 소개한다.

1) 봉합법(suture technique)

① 단순 단속 봉합(simple interrupted suture, 그림 8, A)

가장 흔히 사용하는 봉합방법으로 단순 봉합이라고도 하며 창상 양쪽 일정한 거리에서 바늘이 관통되도록 하여 창상연을 정확히 맞추도록 해야 한다. 이때 바늘은 피부면에서 수직으로 피부를 관통하여 들어가고 나와야 통과된 바늘이 위쪽보다 아래쪽에서 더 많은 조직을 물고 나오므로 결찰시 창상면이 외반되는 효과를 거둘수 있다. 창상연의 외반은 함몰 반흔을 방지할수 있으나 억지로 피부를 긴장시켜 당겨서 외반을 시켜서는 안된다. 봉합 간격은 안면부에서는 2-3mm 간격이 적당하다.

② 수직 석상 봉합 (vertical mattress suture, 그림 8, B)

수직 매트리스 봉합이라고도 하며 단순 단속 봉합에서 추가하여 창상연 가까이에 한 번 더 얇게 창상연 수직 방향으로 바늘을 관통시켜 결찰하는 방법이다. 봉합연을 확실히 외번(eversion)시킬수 있는 방법이지

만 결찰부위가 많은 긴장을 받게 되므로 창상연의 허혈성 괴사로 반흔이 커질수 있다.

③ 수평 석상 봉합(horizontal mattress suture, 그림 8, C)

수평 매트리스 봉합이라고도 하며 창상연에 수평하게 한 번 더 바늘을 관통하여 봉합하는 방법이다.

④ 피하 연속 봉합(subcuticular continuous suture, 그림 8, D)

창상연 양측의 진피를 연속적으로 봉합하는 것으로 피부면에 바늘 자국을 남기지 않는 장점이 있다. 창상연에 긴장이 걸려있어서 벌어질 위험이 있을 때에 사용할 수 있고 봉합 시간을 절약할 수 있다는 장점이 있다. 봉합사는 2-3주후 제거한다.

⑤ 수평 반매몰 석상 봉합(horizontal half-buried mattress suture, 그림 8, E)

편측 매몰 수평 매트리스 봉합이라고도 하며 창상면의 양쪽 두께가 다르거나 표면이 다를 때 사용할 수 있다. 유리 피판의 봉합이나 한쪽의 창상연에 혈류가 충분치 못해 봉합으로 창상연이 손상될 위험이 있을 때 적절히 사용할 수 있다. 한쪽 창상면에는 진피내에서만 다른쪽에서는 피부를 관통하여 결찰하는 방법으로 창상연을 맞추면서 긴장을 줄일 수 있는 좋은 방법이다.

⑥ 연속 반복 봉합(continuous over and over suture, 그림 8, F)

단순 단속 봉합을 매듭없이 연속적으로 하는 방법으로 깨끗한 창상을 빠른 시간에 봉합할 수 있다. 두피와 같이 두께가 일정한 곳에서는 빠른 시간 내에 지혈과 봉합을 할수 있는 좋은 방법이다

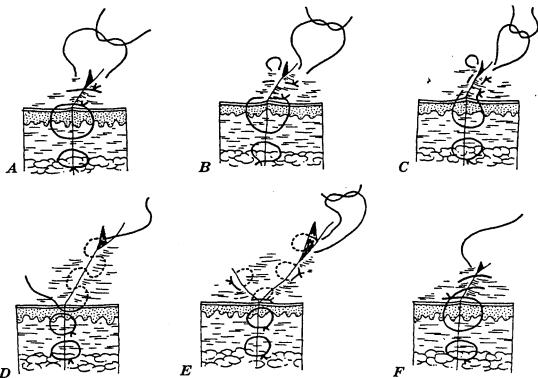


Fig. 8. Suture techniques.

- A. simple interrupted suture. B. vertical mattress suture.
 C. horizontal mattress suture. D. subcuticular continuous suture.
 E. horizontal half-buried mattress suture.
 F. continuous over and over suture.

2) 비봉합법(nonsuture technique)

① 외과용 테이프(surgical tape)

창상면을 깨끗이 소독한 뒤 소독된 외과용 테이프로 접착하는 방법이다. 크게 고무 제품과 acrylate 제품이 있으나, 고무 제품은 자연 고무와 isobutylene의 혼합제로 열이나 빛, 공기 노출시 약해지는 단점이 있다. 대개 스포츠 산업에서 많이 사용하고 있으며 의료용으로는 Elastomer[®], Plasticizer[®] 등으로 알려져 있다. 고무제품 외에 현재 널리 사용되는 acrylate 제제는 종이나 플라스틱에 acrylic copolymer를 도포하여 만든 것으로 최근에는 이러한 외과용 테이프에 rayon filament를 첨가하여 신장강도를 크게 만들고 있다. 대표적인 제품은 3M

사에서 생산되는 Steri-strip[®]이 있다. 그러나 털이 자라는 곳, 기름기나 습기가 있는 곳에서는 오래 견디지 못하고, benzoate 분무액을 뿌리고 사용하면 접착성을 오래 유지할 수 있다. 봉합 방법보다는 창상면을 맞추거나 외번은 만들 수 없으므로 성형외과에서는 봉합대신에 사용하지는 않으며 발사후 봉합연을 보강해주기 위해 약 3주간 붙이기도 한다. 이러한 테이프는 상피의 세포분열과 세포의 이동을 촉진시킨다고 알려져 있다³⁾.

② 조직 접착제(tissue adhesives)

창상면에 접착성 물질을 도포하여 양측연을 부착시켜주는 방법이다. 현재 주로 사용되는 acrylate 접착제는 methyl-2-cyanoacrylate, isobutyl-2-cyanoacrylate

등이 있다. 이들 접착제는 인체내에서는 흡수가 되지 않으므로 창상안으로 흘러 들어가지 않도록 주의해야 한다. 이중 n-butyl-2-cyanoacrylate는 상품명으로 Histoacryl[®]이라고 하여 피부 이식에서 많이 사용하고 있고, acrylate에 methyl기가 붙은 monomer를 methylmethacrylate라고 하여 인조골로서 많이 사용되는 것이다. 최근에는 인체에서 흡수될수 있고, 접착성과 지혈 효과가 있는 fibrin glue 제제가 보급되어 골의 유도성 접합, 신경 봉합, 피부 이식 등에서도 많이 사용되고 있다⁴⁾.

③ 스테이플(staple)

봉합시간을 줄일수 있고 편리하여 장시간 수술이 필요한 경우에 많이 사용하고 있지만, 창상연을 정확히 접합시키는데는 역시 제한이 있다. 1회용으로 장착되어 있으며 봉합방법에 비해서 감염률이 낮다는 보고도 있다⁵⁾.

발사는 신체 부위에 따라 다르나 얼굴이나 경부는 4-5일, 두피에서는 7-10일, 몸통과 사지에서는 10일에서 2주 정도로 한다.

Ⅲ. 창상 치유

창상 치유에 관한 이야기를 할 때 흔히 말하는 단어가 있다. "Scar Wars"란 단어가 바로 그것인데 이는 유명한 영화 제목 "Star Wars"를 본따서 재미있게 불러본 것이다. 과연 전쟁이라고 표현할 정도로 창상의 치유가 그렇게 힘든 것이냐고 반문할 수도 있겠지만 지금의 창상 치유 개념은 단순한 '외상에 의한 상처의 치유'라는 개념에서 벗어난 지 오래이다.

창상의 치유 단계는 피부의 기초 과학 분야이다. 창상의 종류는 여러가지이나 그 치

유 단계는 염증과 섬유모세포의 증식, 콜라겐 합성과 구축 과정으로 설명되고 있다. 이러한 각 단계들도 창상의 정도와 상황에 따라 그 과정의 기간과 반흔 정도가 다른데 이에 대한 기초 과학적 연구는 많은 관심을 가져 왔다. 특히 창상 초기 치유 과정인 염증 단계를 지나 섬유 조직이 침착 되기 시작하는 과정에 이르기까지는 창상 치유 결과에 미치는 영향이 큰 것으로 알려져 있다. 이는 창상 그 자체뿐만 아니라 창상 치유 결과로 나타나는 창상 구축의 추형 변형이 이차적으로 심한 구조적인 변형, 관절 운동의 장애, 여러가지 기능적 소실, 심리적 정신적 고통 등으로 확대되는 것을 보더라도 쉽게 짐작할 수 있다.

창상의 치유는 가장 기초적이면서도 생명체에 필수적인 과정이다. 창상 치유를 좀 더 넓은 의미로 생각해 본다면, 수술후 상처의 치유 과정이나 골절된 골의 유합 과정을 생각해보면 매우 근본적이며 인체에 유익한 과정이라 생각된다. 반면에 이 과정이 적절치 못하여 과도해지거나 변형되면 유익하지 못할 수도 있다. Mitral stenosis, liver cirrhosis, scirrhous breast cancer, pulmonary silicosis, xerophthalmia, atherosclerosis 등이 바로 이 치유 과정으로 인한 이차적인 병변의 대표적인 것들이다. 이런 의미에서 본다면 섬유화란 과정을 통한 "치유(healing)"라는 용어도 적절치 못하다는 생각도 하게 된다. 예를 들자면 간경화증에서 간조직이 섬유화 과정을 거치면서 간의 기능이 상실되거나, 양젯물을 마신 환자에서의 식도 협착으로 인한 합병증, 화상과 욕창의 창상, 위궤양 환자에서의 위암으로의 전이 등을 보더라도 그러하다. 이러한 개념에서 접근해 봄으로써 창상 치유의 개념을 응용할 수 있는 대상이 많을 것이다.

1. 창상 치유의 종류

창상이 생긴 뒤 치유되는 과정은 크게 4가지로 분류할 수 있다.

1) **재생 (regeneration)** : 말 그대로 정확하게 복원되어 완전히 대체될 수 있는 개념으로서의 치유이다. 엄격히 말해서 창상은 아니지만 산모의 자궁에서 태아가 자라나 완벽한 신생아를 만드는 과정은 복제성 재생이라 할 수 있다. 그 이외에도 피부의 표피가 주기적으로 재생되면서 탈락되거나 Ilizarov와 같은 골 견인술(distraction)을 통한 골조직의 재생 또한 이러한 재생의 개념에 들어간다. 이미 의사들이 알기 이전에 조물주는 벌써 완벽한 치유 개념인 재생이 가능하게 만들어 놓았다. 인간으로서의 의사는 단지 이를 보고 연구하며 흉내내려할 뿐이다.

2) **정상적인 복원 (normal repair)** : 우리가 흔히 말하는 정상적인 치유를 말하는 것으로 과도하지도 않으면서 모자람이 없는 균형잡힌 치유가 이루어졌을 때 복원이 라고 하며 전과 똑같이 완벽한 재생은 있을 수 없다. 흔히 수상후 창상이 별 특별한 합병증이나 결손없이 치유되는 경우를 말하는 것으로 치유의 흔적(반흔이나 구축, 섬유화 등)은 적더라도 반드시 남기게 된다.

3) **결손 치유(deficient healing)** : 창상의 치유는 일어나나 복원에 미치지 못하는 못하여 결손된 상태로 지속되거나 그 이상으로 더 이상 진행이 되지 않는 경우로 만성 위궤양이 대표적인 예라 할 수 있다.

4) **과도 치유(excessive healing)** : 창상의 치유가 복원을 넘어서서 과도한 치유 반응을 보이는 것으로 비후성 반흔, 켈로이드, 창상의 구축 등이 그 대표적인 예라 할 수 있다.

여기서 결손 치유와 과도 치유를 해결하고자 창상 치유를 처음으로 연구하기 시작하

였고 재생과 정상 복원의 과정을 규명함으로써 그 실마리를 찾아가고 있는 것이다.

2. 창상 치유의 단계

창상의 치유 단계는 1) 염증 단계, 2) 상피화 단계, 3) 증식 단계, 4) 성숙 단계의 4 단계를 거쳐서 이루어진다. 이 과정은 모든 창상의 치유에서 다 볼 수 있으며 각 단계별로 창상의 종류와 부위, 치료 정도에 따라 그 기간이 틀리나 정상적인 경우는 약 21일 정도 걸리는 것으로 알려져 있다. 그러나 창상의 염증단계에서 감염이 되었을 경우 염증단계는 길어지고 다음 단계들이 중첩되어 일어나면서 심한 반흔이나 피부 결손을 남기게 된다.

창상이 치유되는 방법을 먼저 언급하면 상피화(epithelization), 창상 수축(wound contraction), 콜라겐 대사(collagen metabolism) 등으로 나눌 수 있는데, 상피화란 주위 상피에서의 세포 분열, 세포 이동을 통한 치유 과정이며 창상 수축은 분화된 myofibroblast에 의해 창상의 크기를 당겨 줄임으로써 창상을 치유시키는 일종의 생리적 방어 기전이다. 콜라겐 대사에 의한 치유는 정상적인 창상 치유 단계에서도 관찰되는 것으로 일차 봉합을 해준 창상에서는 주로 콜라겐이 축적되면서 조직의 결속을 형성하므로 상피화나 창상 수축을 통한 치유는 거의 일어나지 않는다. 반면에 심 2도 이상의 화상을 입은 상처에서 식피층이나 피판을 이용한 일차적인 수술을 적절히 하지 못했을 때 이러한 상피화와 창상 수축을 통한 치유가 왕성하게 일어나서 자주 수포가 생겨 상처가 나거나 심한 추형을 초래하고 비후성 반흔, 관절의 구축 등이 생기게 되는 것이다.

이제 창상 치유의 4단계를 보면 다음과 같다.

1) 염증 단계(Inflammatory Phase)

혈관 단계라고도 하며 이 단계에서 처치가 순조롭지 않으면 전체적인 단계가 지연될수 있는 가장 중요한 단계이다. 처음에는 혈관 수축이 일어나고 곧 혈관 확장으로 이어지면서 백혈구의 이동이 시작되며, 기타 창상에서 방출되는 물질들(histamin, serotonin, prostaglandin, bradykinin 등)이 이런 과정을 더 촉진시키게 되어 수상 3일째가 되면 거식세포의 활동이 왕성해진다. 이후 림파구의 침윤이 일어나고 lymphokine이 방출되면서 콜라겐 대사에 관여하기 시작하고, 손상된 혈관 내막 세포에서는 thromboplastin이 분비되어 혈소판 응집을 야기시켜 혈관이 손상되며, 파괴된 혈소판은 간엽세포(mesenchymal cell)를 증식시켜 섬유모세포의 유인과 PDGF(platelet-derived growth factor)를 분비한다. 이런 과정에서 형성된 섬유소 그물(fibrin network)은 섬유모세포가 활동하고 신생혈관이 자라들어가는 발판이 되게 된다.

2) 상피화 단계(Epithelization Phase)

상피화 단계는 세포의 역분화(cell dedifferentiation), 세포분열, 세포이동의 세가지로 이루어지며 창상면에 인접한 상피의 기저세포에서 왕성하게 일어난다. 대개 수상후 48시간에서 72시간이 경과하면 세포 분열이 가장 왕성하게 일어나며, 이동중인 세포끼리 서로 마주치면 이러한 분화가 정지된다(contact inhibition). 이 과정에 관여하는 것으로 지금까지 알려진 물질로는 PDGF(platelet-derived growth factor), epibolin, 콜라겐 V 등이 세포의 이동을 촉진시키고, EGF(epidermal growth factor)는 세포 분열

을 촉진시키는 것으로 되어 있다⁶⁾. 그 외에도 표피에서 형성되는 chalone은 세포 분열과 이동을 억제시키고, proline 유사체는 세포 이동을 억제시키는 것으로 알려져 있으며 건조한 것보다 수분이 있는 젖은 상태가 세포의 이동을 촉진시킨다고 한다⁷⁾. 따라서 우리가 흔히 창상을 치유할때는 염증이냐 충격, 그리고 적절치 않는 약물이나 이물질로 인해 상피화 과정이 방해받지 않도록 하는 것이 드레싱의 기초적인 개념이라 할수 있다.

이러한 상피화가 광범위한 창상으로 인해 지연되거나 반복적인 외상을 입게되면 세포의 역분화와 세포 분열이 계속해서 반복되게 되고 이는 상피암으로까지 진행될 수 있다. 화상후 화상 반흔에서 생기는 이러한 상피암을 Marjolin's ulcer라고 부르며 생길수 있는 기간은 일정하지 않은 것으로 되어 있다.

3) 증식 단계(Proliferation Phase)

섬유모세포 단계 혹은 진피 단계라고도 하며 섬유모세포의 증식과 세포간질의 생성 및 축적이 일어나는 시기이다. 여기에는 뒤에서도 설명하겠지만 여러 가지 인자들이 관여하여 세포를 자극하고 유인하게 된다. 수상후 5-7일에 시작하여 2-3주간 지속되는데 이 기간에 창상은 육아조직을 형성하고 섬유모세포가 콜라겐을 생성하게 된다. 섬유모세포는 혈관 외막의 간세포(stem cell)에서 분화하여 수상후 3일째 창상으로 접근하고 섬유소 그물에 부착한다. 수상후 5일째에는 섬유모세포의 수가 증가하여 콜라겐 합성을 시작하게 되는데 결합조직의 기질을 구성하는 proteoglycan을 같이 생성하여 치유에 적합한 환경을 만들어 나간다. 따라서 이 시기를 기질기라고도 한다.

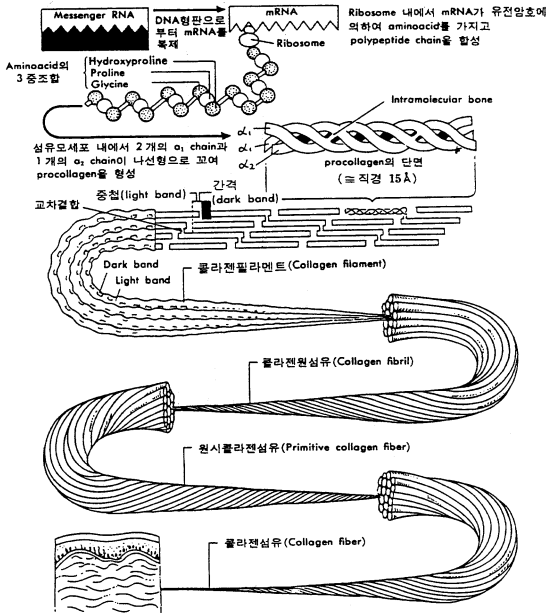


Fig. 9. The process of collagen synthesis⁸⁾.

콜라겐의 합성 과정은 섬유모세포의 핵 안에서 시작한다. 즉 핵안의 DNA에서 messenger RNA가 만들어지고 세포질로 밀려나온 messenger RNA는 procollagen을 만드는데 형판(template) 역할을 한다. 세포 내에서 형성된 procollagen은 세포막을 통해서 배출되어 amino terminal과 carboxyl

terminal이 제거되어 콜라겐 분자가 된다. 이 분자간의 교차교합이 이루어지면 비로소 신장강도를 가지는 구조를 갖게 되어 조직의 결속을 강화시키는 구조물이 완성된다 (그림 9). 이때 fibronectin이라는 고분자 세포의 당단백질(glycoprotein)이 나타나 백혈구의 부착, 이동, 탐식을 도와주고 콜라겐과

섬유모세포에 기질과 간질을 제공해준다. 이 외에도 탄성 섬유와 reticulum 등이 합성하여 육아조직이 만들어지고 창상의 신장 강도도 최고에 달하게 된다.

4) 성숙 단계(Maturation Phase)

수상후 15일에서 18개월까지도 지속이 될 수 있으며 섬유모세포에 의해서 콜라겐이 가득찬 반흔 조직을 형성하는 단계이다. 이 과정에서 섬유모세포의 수는 감소하고 창상의 수축은 점점 심해지다가 정지하게 된다. 대개 2개월 가량은 단단하고 발적이 지속되다가 6개월이 지나면 콜라겐도 부드러워지고 튀어오르던 반흔도 가라앉으면서 색깔도 피부색과 비슷해지게 되며, 콜라겐의 생성과 용해의 속도도 균형을 갖게 된다. 이러한 이유로 성형외과에서는 반흔제거의 수술 시기를 수상후 6개월 이후로 하고 있다. 그러나 반흔이 크고 심한 추형을 일으키거나, 환자에게 통증이나 심리적 부담감을 야기시킬 때는 수술시기를 앞당길 수도 있다. 때로는 이러한 과정이 6개월이 지나도록 계속 진행되기도 하는데 비후성 반흔(hypertrophic scar)이나 켈로이드(keloid)를 만들기도 한다. 비후성 반흔은 커진다 해도 수상후 6-18개월이 지나면 퇴축되는 것이 보통이지만, 켈로이드는 반흔의 경계가 불규칙하고 정상피부쪽으로 자라들어가면서 통증과 심한 소양감을 동반하게 된다.

3. 창상 치유의 응용

앞에서도 언급한 바가 있지만 창상의 치유 개념은 상당히 넓다고 할 수 있다. 성형외과의 영역에서 우선 관찰해 보면 비후성 반흔과 켈로이드의 치료, 봉합 건의 치유, 골의 불유합 등에도 관여되며, 간경화, 폐섬유증(pulmonary fibrosis), 혈관벽의 동맥류(aneurysm), 위 십이지장 궤양 등 여러 질환에서 필요한 개념이다. 또한 최근에는 태

반내 수술을 동물 실험에서 시도하고 있다. 이는 태아의 창상 치유 과정이 반흔, 염증이나 구축반응없이 일어난다는 결과를 얻어 내었고, 이를 양수나 TGF(tissue growth factor) 등과 관련이 있을 것으로 추정하고 있다. 미래에 이러한 결과를 이용한다면 Scar Wars는 끝날 수 있을 것이라는 기대를 해도 좋을 것 같다.

1) 구축(contracture)의 억제

지금까지는 창상 치유의 생리적 과정들은 불가항력적인 것으로 생각하고 섬유화 과정으로 일어난 결과에 대해서만 그 치료와 해결을 생각해 온 것이 사실이다. 따라서 섬유화 과정을 단계적으로 이해하고 거기에 관여하는 여러 요소를 적절하게 조절할 수 있다면 이는 근본적인 문제 해결 방법으로의 접근이라 할 수 있겠다.

창상의 치유 과정을 이해한다면 창상 반흔 구축의 예방은 여러 단계에서 생각할 수 있겠다. 우선 창상 구축의 기본 단계인 콜라겐 합성 과정을 생각해 볼 수 있다. 1960년도까지만 해도 콜라겐의 생합성과정은 잘 알려지지 않았다. 이후 활발한 실험 연구의 시도로 많은 단계가 밝혀지게 되었다. 콜라겐 합성 과정은 대부분의 다른 단백질의 합성 과정과는 다른데 이는 정상적인 합성 과정에서 필수적인 여러 단계의 전이후 변형 단계(post-translational modification)를 그치기 때문이다. 여기에는 여러가지 효소와 보조 인자(cofactor)가 관여하며 이를 이용한 실험의 다양성도 예측할 수 있게 되었다. 1979년에는 Levene⁹⁾은 콜라겐의 생합성 과정에서 관여하는 효소와 보조 인자들에 이론적으로 영향을 줄 수 있는 약제들을 이용함으로써 새로운 실험 전략을 구상해 내었다. 이는 당시에 알려진 proline, lysyl hydroxylase와 lysyl oxidase 등을 정량적으

로 분석할 수 있게 해주었다. 콜라겐 합성에는 proline과 lysyl의 중합(incorporation)이 필요한데 이는 이 아미노산들이 peptide 결합을 하고 있을 때에만 수산화(hydroxylation)과정이 가능하므로 세포가 hydroxyproline, hydroxylysine을 가지고 있다고 해서 콜라겐을 형성할 수는 없다. 또한 proline, lysyl hydroxylase 등의 효소가 수산화과정을 정상적으로 수행해 내려면 4가지 보조 인자(molecular oxygen, ferrous ion, ascorbic acid, α -ketoglutarate)가 필수적인데 이중 ascorbic acid가 생체내에서 결핍되면 바로 이 proline과 lysine의 수산화과정이 방해되어 괴혈병(scurby)을 유발하게 된다.

Lichtenstein 등¹⁰⁾과 Fesslers 등¹¹⁾은 procollagen peptidase단계의 억제, 즉 procollagen peptides의 N-, C-말단을 교란시키는 기전으로 콜라겐 합성을 조절하려 하였다. 이들은 아미노산의 유사체나 합성 펩타이드를 이용함으로써 procollagen-N-protease의 억제를 증명하기도 하였다.

다음 단계로 생각할 수 있는 것으로는 콜라겐 섬유소의 cross-linking의 변형과 형성된 콜라겐의 분해를 촉진시켜 보는 방법도 생각할 수 있으나 이는 상당한 선택성과 정밀성을 요하는 민감한 부분이라 하겠다. 지금까지의 조직배양체계를 이용한 실험을 바탕으로 동물 실험에서도 어느정도 결과를 내고 있다.

Davis 등¹²⁾이 개에서 BAPN으로 식도의 lye contracture를 방지하였고, Moorhead¹³⁾가 토끼에서의 각막화상을 섬유화없이 치료하였다고 보고한 바 있다. 사람에게 있어서는 Peakock 등¹⁴⁾이 처음으로 BAPN을 이용하여 건수술을 하였지만 약물 자체의 파민 반응으로 인하여 임상적으로는 그 사용이 의심스러웠다. 결과적으로 상용될수 있는 약

이 되려면 우선적으로 콜라겐 합성의 전이 후 단계에 선택적으로 관여하는 것이어야 하겠고 전신적인 독성이나 부작용이 적어야 하는 제약이 따르게 되었다.

최근에 와서는 이러한 섬유화 과정에 있어서 마지막 단계인 구축 단계에 있어서 섬유모세포의 역할을 강조하게 되었고, 섬유모세포의 활동을 억제하기 위한 노력을 기울이고 있다. 이는 세포 배양의 기술이 개발되고 섬유모세포의 배양이 용이해지면서 섬유모세포를 통한 창상 구축의 실험으로 새 장이 열리게 된 것이다. 피부의 섬유모세포는 콜라겐 섬유망에 3차원적 격자모양으로 위치하고 있으며 이 세포들이 상호 견인, 수축함으로써 콜라겐 섬유망이 좀 더 조밀하게 재배열되어 수분을 짜내게 된다. 피부의 섬유모세포는 이러한 기능을 선천적으로 가지고 있으므로 가시적으로 창상 구축이라는 결과를 나타낸다. 따라서 실제 피부에서와 같은 3차원적인 구조가 아닌 단층의 세포 배양 실험에서 여러가지 약제를 이용한 실험이 새로 선보이고 있다. 피부과적으로 사용되는 여러 약제들 중에는 배양된 섬유모세포에 격자 구축(lattice contraction)을 억제시키는 역할을 하는 것이 있다. 생체의 실험에서 콜라겐 섬유의 구축은 모든 섬유모세포의 고유한 특성으로 알려져 있으나 약제에 따라서는 구축을 촉진시키기도 하고 억제시키기도 한다.

Priestley 등¹⁴⁾은 정상인과 scleroderma환자의 피부 세포, rheumatoid synovial cell에서 각각 세포 배양을 하여 potassium para-aminobenzoate약제의 효과를 증명하려 하였다. 이는 항염증성 약제나 항류마티스 약제들이 acid mucopolysaccharide의 분비와 단백질 합성, 세포 증식에 영향을 줄 수 있으므로 이 계열에 속하는 potassium para-aminobenzoate가 콜라겐 합성에 영향

을 줄 것으로 생각했으나 만족할만한 결과를 얻지는 못하였다. Priestley¹⁶⁾는 다시 D-penicillamine과 sodium salicylate를 이용한 실험으로 농도 의존성으로 섬유모세포의 증식 억제를 증명하였다. 여기서 D-penicillamine은 콜라겐 합성과정에는 관련이 없으며 cross-linking을 억제하고 섬유모세포의 조절을 통해 콜라겐의 분비 억제, acid mucopolysaccharide 분비 억제를 함으로써, 항염증성, 항류마치즘성 약제의 특성과 유사한 것으로 설명하였다. 또한 약제를 통한 섬유모세포의 수적 감소 또한 중요한 기전으로 설명하면서 세포파괴성 기전이 아닌 세포억제성 기전으로서의 D-penicillamine의 효과를 강조하였다. Coulomb 등¹⁷⁾이 정상인과 쥐의 피부 세포에서 섬유모세포를 배양하여 dexamethasone과 hydrocortisone의 약효를 관찰하였다. 이미 세포 증식의 억제, 단백질 합성의 억제 등의 기전을 가지고 있는 것으로 알려진 두 corticosteroid 약제들은 모두 섬유모세포의 콜라겐 섬유 격자의 구축을 억제시키는 것으로 보고하였다. Adams 등¹⁸⁾은 사람의 피부에서 채취한 섬유모세포의 배양에서 여러 피부과 약제를 이용한 실험에서 비타민 C, E, phenytoin, sodium salicylate, D-penicillamine, dibutyryl c-AMP 등은 중요한 역할은 하지 않는 것으로 나타났고, chlorhexidine acetate, cycloheximide, clobetasol propionate 등은 구축 억제 기능이 있는 것으로 결과가 나왔다. 그중에서도 항생제 계열인 chlorhexidine acetate는 anthraquinone glycoside P-1894B¹⁹⁾와 같이 세포파괴를 통한 구축 억제 기능을 보이므로 항생제 계열의 약제는 이와 유사할 것이라 하였다. 또 cyclochalasin B와 colcemid 등은 microtubular function을 억제하여 섬유모세포의 이동을 저지하는 기전으로 설명되었고²⁰⁾, cyclo-

eximide는 세포끼리 접촉되는 역할을 하는 단백질 합성을 억제하는 과정을 억제한다고 하였다¹⁸⁾. 그리고 retinoid와 corticosteroid는 단백질과 glycosaminoglycan attachment factor의 합성 과정과 연관이 있으나 retinoid, 특히 arotinoid와 etretin 등은 같은 농도에서 fibronectin과 같은 단백질 합성을 촉진시킴으로써 구축을 자극하며²¹⁾, corticosteroid는 그 반대의 역할을 하는 것으로 알려졌다²²⁾.

고혈압 약제이면서 대머리 치료제인 minoxidil도 실험에 이용하여 좋은 결과를 보고하고 있는데, Murad 등²³⁾은 단층 섬유모세포 배양 실험에서 minoxidil이 섬유모세포의 증식을 억제한다고 하였고, Hughes 등²⁴⁾은 인체 섬유모세포의 배양으로 3차원적 콜라겐 격자 구조에서 minoxidil의 구축 억제 효과를 관찰하였다. 이들은 minoxidil이 세포와 콜라겐 섬유소간의 접착(adhesion)을 억제하고 cyclooxygenase 단계와 lysyl hydroxylase 효소를 억제시킨다고 하였다.

이상과 같이 창상 치유 단계에서 마지막 단계인 창상의 구축 단계를 조절하여 구축을 억제하려는 시도가 여러 실험 모델을 통해 진행중이며, 현재는 주로 약물에 의한 콜라겐과 섬유모세포 혹은 myofibroblast의 조절 등에 많은 노력을 기울이고 있다.

2) 성장 인자와 창상 치유

창상이 일단 생기면 여러 가지 세포가 모이게 되고 혈관 발육과 함께 육아조직을 만들게 된다. 여기에는 섬유모세포, 거식세포, 상피 세포 등이 모여 있으며 섬유화와 혈관 형성을 자극하게 되는데 최근에는 이러한 세포에서 분비되는 기질에 관해 많은 연구가 진행되고 있다. 세포가 빨리 분화되고 분열되는 상황으로는 크게 세가지가 있을 수 있는데 태아의 발육, 암세포의 성장, 그리고 초기 창상 치유 단계가 바로 그것이며

Table 6. Inhibitory materials and drugs influencing at each stages of collagen synthesis and wound contraction.

Stages	Inhibitory Materials & Drugs
A. intracellular stage of collagen synthesis	
a. proline, lysine hydroxylation stage	<i>L-azetidine carboxylic acid</i> <i>trans-4,5-dehydrolysine</i>
b. glycosylation stage	<i>glycosylation enzyme analogs</i>
c. triple helix formation stage	<i>analog of proline, lysine</i>
B. extracellular stage of collagen synthesis	
a. procollagen stage	procollagen peptidase
b. cross-linking stage	<i>BAPN</i> <i>cis-4-hydroxy-L-proline</i> <i>aminoacetonitrile</i> <i>L-azetidine-2-carboxylic acid</i> <i>D-penicillamine</i>
C. after formation of collagen	<i>collagenase</i>
D. contraction stage of collagen	<i>potassium-paraaminobenzoate</i> <i>D-penicillamine (?)</i> <i>sodium salicylate (?)</i> <i>dexamethasone</i> <i>hydrocortisone</i> <i>chlorhexidine acetate</i> <i>cycloheximide</i> <i>clobetasol propionate</i> <i>anthraquinone glycoside P-1894B</i> <i>minoxidil</i>

이들은 서로 유사한 면이 있다고 본다. 그러한 관점에서 이러한 세포 조절인자에 대한 연구가 진행중인 태아의 발육과 암세포의 성장에 대한 연구를 위해 국소적으로 창상의 치유 모델을 이용하고 있는 것이다. 대체로 창상이 생기면 혈소판, 백혈구, 거식세포, 섬유모세포, 상피세포의 순으로 출현하게 되고 시기적으로 이러한 세포를 유입시키거나 자극하는 인자가 있을 것이라는

데서 연구가 시작되었다. 결국 여러 가지 성장 인자가 창상의 치유 및 태아발육과 암세포 성장에 관여하는 것이 밝혀지고 있으며 각각의 인자들도 분리 정제할수 있게 되었다. 이 인자들은 주로 polypeptide로서 세포에는 각종 수용체(receptor)를 통해 세포속으로 신호를 전달하고 세포는 DNA합성, 세포 분열과 단백질 합성 등을 통해 이를 수행하게 된다.

Table 7. Growth factors influencing wound healing.

Growth Factor	Source Cell	Target Cell
EDGF (epidermal cell-derived growth factor)	epithelial cell	epithelial cell fibroblast*
EGF (epidermal growth factor)	(saliva, urine)	epithelial cell fibroblast mesenchymal cell chondrocyte smooth muscle cell
PDGF (platelet-derived growth factor)	platelet macrophage endothelial cell smooth muscle cell fibroblast	fibroblast smooth muscle cell mesenchymal cell lymphocyte
TGF- α (transforming growth factor α)	platelet macrophage keratinocyte	epithelial cell endothelial cell fibroblast
TGF- β (transforming growth factor β)	platelet macrophage lymphocyte bone	all cells
IGF-I (insuline growth factor I)	fibroblast (plasma, liver)	fibroblast endothelial cell

* inhibitory action

이들 성장 인자들은 그 인자를 배출하는 세포의 이름을 따거나(예를 들면 PDGF ; platelet-derived growth factor) 혹은 그 인자의 역할을 따서(예를 들면 TGF ; transforming growth factor) 이름을 붙이고 있으나, 여러 세포에서도 분비되기도 하고

그 역할이 확실하게 규명되지 않은 것들도 많다. 창상의 치유 단계에 관여하는 것으로 지금까지 알려진 여러 성장 인자들을 요약 하면 표 7과 같다.

창상 치유의 첫단계로 혈소판은 PDGF, TGF- β , TGF- α 등을 분비하고 이로 인

해 유입된 거식세포와 임파구는 다시 TGF- β , PDGF, TGF- α , interleukin 등을 분비하게 되며, 이로 인해 섬유모세포, 상피세포가 IGF, TGF- α , EDG 등과 같이 치유 과정을 거치게 된다. 각각의 성장인자에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

① EDGF(epidermal cell-derived growth factor)

1000 dalton peptide로서 각질세포의 증식을 촉진하고 섬유모세포를 억제하는 역할을 한다. 주로 상피세포에서 분비되며 육아조직의 성장을 억제하면서 상피화 과정을 촉진시키므로 인자가 분비되고 작용하는 세포가 같다.

② EGF(epidermal growth factor)

6000 dalton의 polypeptide로서 상피 세포의 성장과 각질화에 직접적으로 관여한다. 인체의 소변, 혈장, 모유, 침, 양수 등에서 추출할 수 있으며 여러 세포에 작용할 수 있는 것으로 알려져 있다. DNA, RNA, 단백질, hyaluronic acid의 합성에도 자극을 주어 세포 분열을 촉진시키며 다른 인자들과 같이 상호 작용을 통해 섬유모세포와 염증세포를 유입시키는 것으로 알려져 있다.

③ PDGF(platelet-derived growth factor)

혈소판의 α granule에 있으며 혈소판, 거식세포, 섬유모세포 등에서 분비되어 세포의 분열과 세포의 유입에 직접적으로 관여한다. 섬유모세포로 하여금 collagenase의 생성을 자극하며, 혈관 내벽의 손상시 혈관 내막 대신 혈관내 평활근증식을 통하여 혈관 내강을 축소시킨다.

④ TGF- α (transforming growth factor- α)

5700 dalton의 peptide로서 EGF와 유사한 구조를 가지고 있으나 세포 배양 실험 결과 EGF 보다는 훨씬 강력한 것으로 알려져 있다. 각종 바이러스 변형세포, 태아 조직, 거식세포에서 추출할 수 있으며 상피 세포,

내막 세포, 섬유모세포의 증식을 촉진시킨다.

⑤ TGF- β (transforming growth factor- β)

25,000 dalton의 polypeptide로서 변형된 종양세포에서 추출할 수 있으며, 세포간의 contact inhibition 기능을 무력화시키는 것으로 알려져 있다. 세포에는 여러 가지 촉진 및 억제 조절 기능을 하며 모든 세포가 이 인자에 대한 수용체를 가지고 있다. 또한 여러 인자와의 상호 작용도 다양한데, 예를 들자면 섬유모세포의 배양에서 PDGF와는 세포증식의 촉진을, EGF와는 증식의 억제를 야기시킨다고 하며 이를 켈로이드 치료 연구에 이용하기도 한다. 창상 치유 과정에서는 강력한 섬유화와 혈관 형성을 야기시키며 콜라겐, DNA, 단백질합성도 촉진시키므로 조직의 장력도 증가시킨다.

⑥ IGF-I(insulin growth factor I)

Somatomedin-C라고도 하고 proinsulin과 비슷한 구조를 가지고 있어 인슐린과 비슷한 작용도 한다. 양수에도 존재하며 태아의 초기 성장에도 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 창상에서는 섬유모세포에서 생성되어 세포의 복제와 콜라겐 합성을 촉진시킨다.

이 이외에도 aFGF(acidic fibroblast growth factor), bFGF(basic FGF), MDGF(monocyte/macrophage-derived growth factor), interleukin-1, 2 등이 창상의 치유 과정에 관여하는 것으로 되어 있으나 여기서는 생략하기로 한다.

3) 태아 창상의 치유

창상의 치유 과정은 그 창상의 입장에서 본다면 창상의 생존 과정이라고 말할 수 있다. 하등 동물일수록 재생의 능력이 뛰어나고 고등 동물일수록 치유의 능력이 뛰어나다고 하는데 포유동물 태아의 창상 치유는

반흔이 없이 치유되며 거의 재생에 가까울 정도로 복원된다고 알려져 있다^{25,26)}. Krummel 등²⁷⁾이 토끼 태아를 가지고 한 실험에 의하면 절개 창상은 뚜렷한 반흔없이 치유되었고 개방성 창상에서는 구축 반응 없이 치유되었다고 하였다. 이 실험에 의하면 조직학적으로도 상피 및 진피가 정상적으로 재생이 되었고 반흔과 무관한 콜라겐은 관찰되지 않았다고 하며, 다른 실험²⁸⁾의 결과를 보면 태아에서는 정상 토끼 성체와는 달리 콜라겐의 생성과 전도(turnover)가 빠른 것으로 알려졌다. 즉, 콜라겐의 전도가 빠를수록 조직의 강도는 강하며 조직내 콜라겐 양도 성체보다는 적게 되고 collagenase의 활동은 증가되어 있다. 이후 이러한 차이를 보이는 원인이 hyaluronic acid의 차이에 의한 것으로 알려졌고 hyaluronic acid가 어떻게 세포에 영향을 미치는지는 확실하지 않으나 토끼 태아에서 세포의 분화와 이동에 관여하여 창상 치유에 영향을 주는 것으로 알려져 있다²⁹⁾. 이외에도 여러 가지 성장 인자들의 역할도 중요한 것으로 알려져 있으며 대표적인 것으로는 PDGF³⁰⁾ 와 TGF- β ³¹⁾ 등이 있다.

또 하나 특이한 것은 토끼 태아의 개방창에서 구축 과정이 일어나지 않는 것인데 이는 콜라겐 침착과 myofibroblast가 없는 것으로 설명되고 있고 이는 태아를 싸고 있는 양수와 관련이 있다고 한다³²⁾. 콜라겐 격자 구조와 여기에 태아의 섬유모세포를 입혀 만든 실험 모델에서도, 산모에서 시기별로 양수천자를 통해 추출한 양수를 가지고 실험한 결과 임신 21주와 22주 때에 추출한 양수에서 구축 반응이 뚜렷하게 감소되었다고 한다³³⁾.

이상과 같이 임신중 태아에서의 창상 치유는 반흔이 없고 염증반응과 구축 현상도 없는 것이 특징적이며, 이는 glycosami-

noglycan의 침착, hyaluronic acid의 증가, 그리고 콜라겐의 침착이 적다는 것으로도 설명이 되며 양수의 역할도 중요한 것으로 생각된다. 척추 동물의 창상 치유는 구축 반응이라는 과정을 통해 창상을 치유하면서 창상의 부피를 줄이려는 경향이 있어 이로 인해 심한 반흔을 만들고 이는 결손부의 재생과는 정반대로 진행되는 과정이다. 이와 같이 태아의 창상 치유는 배아(embryo)의 재생과 성인의 반흔성 치유 사이의 중간단계로 생각할수 있는데 그 시기의 전환점이 되는 임신 후반기에서 창상 치유에 관여하는 요인을 찾아보는 것이 앞으로 중요할 판건이 될 것이다.

성인의 창상을 치유할 때 이러한 태아의 조건을 적용한다면 반흔은 억제할수 있는 것이 아닐까? 재미있는 예로 urodele amphibians라는 도롱뇽은 다리가 절단되면 절단단에서부터 새 다리를 정상적으로 완벽하게 재생을 시킨다고 하는데 이러한 하등 동물은 인간이 엄청난 비용과 시간을 투자하여 얻으려는 결론을 비슷듯이 벌써 완벽하게 실행하고 있는 것이 아닐까? 이제 인간은 지금까지 밝혀진 것만으로도 임상적으로 이용해 보려는 시도가 있는데, 유방확대술 후 생기는 유방의 구축을 방지하고자 hyaluronic acid를 채운 유방 삽입물을 소개하기도 하고³⁴⁾, 여러 실험 과정을 거쳐 간경화나 폐섬유증을 치료하는데 이용해 보고자 하지만 아직은 이 작은 도롱뇽의 여유를 따라가기는 힘든 것 같다.

References

- 1) Zederfeldt BH, Hunt TK : Wound closure. American Cyanamid Comp., Wayne, New Jersey. pp 29-31, 1990

- 2) Ethicon Co : Wound closure manual. Ethicon Co. p 69, 1994
- 3) Winter GD : Formation of the scale and the rate of epithelialization of superficial wounds in the skin of the young pig. Nature 193 : 293-294, 1962
- 4) Himel HN, Persing JA : Tissue adhesives in plastic surgery. Adv Plast Reconst Surg 10 : 73-91, 1994
- 5) Stillman RM, Marino CA, Seligman SJ : Skin staples in potentially contaminated wounds. Arch Surg 119 : 821-822, 1984
- 6) Peacock EE, Cohen K : Wound healing. McCarthy JG(eds), Plastic surgery. WB Saunders, p 163, 1990
- 7) Peacock EE, Cohen K : Wound healing. McCarthy JG(eds), Plastic surgery. WB Saunders, p 164, 1990
- 8) 강진성 : 창상 치유. 강진성(eds), 최신 성형외과학. 계명대학교 출판부, p 92-93, 1995
- 9) Levene CI : Prospects for the therapeutic control of fibrosis in drug toxicity. (Eds) JW Gorrod, Taylor and Francis Ltd., London. pp 269, 1979
- 10) Lichtenstein, JR, Martin, GR, Byers, PH, McKusick, VA : Defect in conversion of procollagen to collagen in a form of Ehlers-Danlos syndrome. Science 182(109) : 298-300, 1973
- 11) Fessler JH, Fessler LI : Biosynthesis of procollagen. Annu Rev Biochem 47 : 129-162, 1978
- 12) Davis WM, Madden JW, Peacock EEJr : A new approach to the control of oesophageal stenosis. Ann Surg 176(4) : 469-476, 1972
- 13) Moorhead LC : Inhibition of collagen cross-linking : a new approach to ocular scarring. Curr Eye Res(London) 1(2) : 77-83, 1981
- 14) Peacock EEJr, Madden JW : Some studies on the effects of beta-amino propionitrile in patients with injured flexor tendons. Surgery 66(1) : 215-223, 1969
- 15) Priestley GC, Brown JC : Effects of potassium para-aminobenzoate on growth and macromolecule synthesis in fibroblasts cultured from normal and sclerodermatous human skin, and rheumatoid synovial cells. J Invest Dermatol 72(4) : 161-164, 1979
- 16) Priestley GC : Changes in the growth and metabolism of cells cultured from normal, sclerotic and rheumatoid connective tissue brought about by D-penicillamine and by sodium salicylate. J Invest Dermatol 74(4) : 413-417, 1980
- 17) Coulomb B, Dubertret L, Bell E, Touraine R : The contractility of fibroblasts in a collagen lattice is reduced by corticosteroids. J Invest Dermatol 82(4) : 341-344, 1984
- 18) Adams LW, Priestley GC : Contraction of collagen lattices by skin fibroblasts : drug-induced changes. Arch Dermatol Res 280(2) : 114-118, 1988
- 19) Priestley G.C : Toxicity of the anthraquinone glycoside P-1894B for human skin fibroblasts. Br J Dermatol 117(1) : 67-72, 1987
- 20) Bell E, Ivarsson B, Merrill C : Production of a tissue-like structure by contraction of collagen lattices by human fibroblasts

- of different proliferative potential in vitro. Proc Natl Acad Sci USA, 76(3) : 1274-1278, 1979
- 21) Priestley GC : Proliferation and glycosaminoglycans secretion in fibroblasts from psoriatic skin : differential responses to retinoids. Br J Dermatol 117(5) : 575-583, 1987
 - 22) Priestley GC : Effects of corticosteroids on the growth and metabolism of fibroblasts cultured from human skin. Br J Dermatol 99(3) : 253-261, 1978
 - 23) Murad S, Pinnell SR : Suppression of fibroblast proliferation and lysyl hydroxylase activity by minoxidil. J Biol Chem 262(25) : 11973-11978, 1987
 - 24) Hughes MA, Cherry G, Dawber RP, Ryan TJ : Minoxidil-induced changes in the contraction of collagen lattices by human skin fibroblasts. Plast Reconstr Surg 89(4) : 722-730, 1992
 - 25) Sopher D : The response of rat fetal membranes to injury. Ann R Coll Surg Engl, 51 : 240-249, 1972
 - 26) Somasundaram K, Prathap K : The effect of exclusion of amniotic fluid on intrauterine healing of skin wounds in rabbit fetuses. J Pathol 107 : 127-130, 1972
 - 27) Krummel TM, Nelson JM, Diegelmann RF et al. : Fetal response to injury in the rabbit. J Pediatr Surg 22 : 640-644, 1987
 - 28) Thomas BL, Krummel TM, Melaney M et al. : Collagen synthesis and type expression of fetal fibroblasts in vitro. Surg Forum 39 : 642-644, 1988
 - 29) Mast BA, Haynes JH, Krummel TM et al. In vivo degradation of fetal wound hyaluronic acid results in increased fibroplasia, collagen deposition, and neovascularization. Plast Reconstr Surg 89 : 503-509, 1992
 - 30) Haynes JH, Johnson DE, Food LC et al. : Platelet-derived growth factor induces fibrosis at a fetal wound site. Surg Forum 41 : 641-643, 1990
 - 31) Krummel TM, Michna BA, Thomas BL et al. : Transforming growth factor-B induces fibrosis in a fetal wound model. J Pediatr Surg 23 : 647-652, 1988
 - 32) Haynes JH, Krummel TM, Schatzki PF et al. : Histology of the open fetal rabbit wound. Surg Forum 40 : 558-560, 1989
 - 33) Wider TM, Yager JS, Rittenberg T et al. : The inhibition of fibroblast-populated collagen lattice contraction by human amniotic fluid : a chronologic examination. Plast Reconstr Surg 91 : 7, 1287-1293, 1993
 - 34) Lin K, Bartlett SP, Matsuo K et al. : Hyaluronic acid-filled mammary implants : an experimental study. Plast Reconstr Surg 94 : 2, 306-315, 1994