대한성형외과학회지. 제 32 권, 제 6 호
J Korean Soc Plast Reconstr Surg
Vol. 32, No. 6, 717 - 722, 2005

켈로이드 전절제와 방사선 치료 병행요법: 예비보고

손대구[1] · 이혁구[1] · 한기환[1] · 김진희[2]

계명대학교 의과대학 성형외과학교실[1], 방사선종양학교실[2]

Radiation Therapy Following Total Keloidectomy; A Preliminary Report

Daegu Son, M.D.[1], Hyuk Gu Lee, M.D.[1],
Ki Hwan Han, M.D.[1], Jin Hee Kim, M.D.[2]

Department of [1]Plastic and Reconstructive Surgery, [2]Radiation Oncology, Keimyung University School of Medicine, Daegu, Korea

The authors evaluated 14 patients from July 1999 to February 2004 treated with total keloidectomy followed by postoperative radiation treatment, delivered within 24 hours or 24-36 hours after surgery. The total dose of radiation was 1200 cGy in three fractions for 4-5 days. Among the 14 patients treated, 8 patients were evaluated for following-up. The age range of these patients were from 22 to 44 years old, with the average age of 30 years. The site of keloid lesions consisted; 6 on the ear lobe, 5 on the anterior chest and 1 on the upper arm. The mean follow-up period was 29.9 months.

The recurrence was evaluated with photogrammetric analysis and skin color analysis. The photogrammetric analysis was performed with planimetry for the comparison of the ratio of the reduced size to the preoperative size. The mean value of the relative size of reduction was 55% and the ratio of the ear lobes were greater than the ratio of the chests. The skin color analysis was performed with chromameter CR-300 for the analysis of color difference (E) between the surrounding normal skin and the lesion. The larger the recurred size was, similar to the original size, the larger the E value was, so the E value posses the probability of predictable objective tool of recurrence.

Although verifying the effectiveness of radiation therapy following keloidectomy need more cases and long term follow-up evaluation, this therapeutic modality seems very effective in reducing the keloid size, especially in the ear lobe.

Key Words: Keloidectomy, Radiation

Received February 11, 2005
Revised August 22, 2005

Address Correspondence : Dae Gu Son, M.D., Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Keimyung University School of Medicine, 194 Dongsan-dong, Choong-gu, Daegu 700-712, Korea. Tel: 053) 250-7636 / Fax: 053) 255-0632 / E-mail: handson@dsmc.or.kr

* 본 논문은 2003년 제 55차 대한성형외과학회 추계학술대회에서 구연 발표되었음.

I. 서 론

켈로이드는 창상치유 과정에서 과이상 증식된 결합 조직이 원래 손상된 범위를 넘어 정상 피부까지 침범하는 양성종양의 일종으로 볼 수 있다. 처음에는 분홍색 혹은 붉은색을 띠다가 시간이 지나면서 갈색을 띠게 되는데 따갑고 가려운 증상을 동반한다. 창상치유에 대한 많은 기초연구에도 불구하고 아직 완벽한 치료방법은 개발되지 않고 있다. 현재 사용되고 있는 치료방법은 수술적 치료와 화학적 치료, 물리적 치료, 그리고 방사선 치료 등을 술자에 따라 단독이나 병행하여 사용하고 있으나, 장기간 추적관찰 시 재발률이 높아 치료에 어려움이 있다.[1-4] 켈로이드 절제술 후 방사선 치료를 병행함으로써 재발률이 현저히 감소되었다는 보고들이[3,4] 있지만 재발의 기준이 저자들의 임상적인 판단에 근거하고 있기 때문에 치료효과를 그대로 받아들이기가 쉽지 않았다. 저자들은 켈로이드를 완전 절제한 후 방사선 치료를 병행하였던 환자들에 대하여 평면측량법으로 크기가 얼마나 줄어들었는지를 객관적으로 분석하여 병행요법이 켈로이드 치료에 얼마나 효과적이었는지를 예비 보고하고, 재발하여 크기가 커질수록 더욱더 붉어지는 점에 착안하여 비색계를 이용하여 주위의 정상 피부와의 차이를 구하여 그 값이 예측지수로서의 역할을 할 수 있을지를 연구하였다.

II. 재료 및 방법

저자들은 1999년 7월부터 2004년 2월까지 켈로이드 절제술 후 방사선 치료를 시행 받았던 환자 14명 중 추적관찰 가능했던 8명의 12개 병변에 대한 결과를 분석하였다. 병변 부위는 귀가 6례, 가슴 부위가 5례, 상완부가 1례였다. 환자 연령은 22세에서 44세(평균 30세)이며, 전례가 여성이었고, 추적관찰 기간은 9개월에서 42개월(평균 29.9개월)이었다(Table I).

Table I. Case Summary

Beging time of radiation therapy following keloidectomy	Patient No.	Age/ Sex	Preoperative management (keloidectomy /TR)	Site	Planimetry† (number of preop. keloid grid / number of postop. keloid grid, relative size of reduction)	Itching sensation, erythema	Follow -up (months)
Within 24 hr	1	32/F	-/+	Lt. ear lobe	1200/420, 65%	+	40
	2	27/F	-/+	Lt. ear lobe	300/111, 63%	-	12
	3	26/F	+/+	Rt. ear lobe Lt. ear lobe	240/31, 87% 270/175, 35%	+	28
	4	30/F	-/+	Rt. ear lobe Lt. ear lobe	1650/148, 91% 840/142, 83%	+	31
	5	22/F	-/-	Ant. chest Lt. upper arm	240/160, 33% 150/60, 60%	-	17
Mean					65%		
After 24 hr	6	27/F	-/-	Ant. chest	96/72, 25%	+	9
	7	31/F	-/-	Ant. chest	675/290, 57%	-	17
	8	44/F	-/+	Ant. chest, middle Ant. chest, Lt.	320/137, 57% 210/121, 42%	+	42
Mean					45%		
Mean (total)					55%		

Relative size of reduction (%)=the number of preoperative keloid grid - the number of postoperative keloid grid / the number of preoperative keloid × 100 (%), TR: triamcinolone
†$p<0.05$

수술은 병변 전체와 주위 정상 부위를 포함하여 완전 절제하였으며, 술후 24시간 또는 24-36시간 내에 linear accelerator(Simens Co., Germany)를 이용하여 bolus를 사용하면서 6-9 MeV electron으로 조사하였으며 술후 4-5일 이내에 총 3회에 걸쳐 1200 cGy를 수술부위에 조사하였다.

술후 결과를 객관적으로 판정하기 위하여 첫째로는 평면측량법(planimetry)을 이용하였다. 같은 배율의 술전과 술후 사진 위에 셀로판지를 대고 병변 부위의 윤곽선을 0.1 mm 굵기의 붉은색 세필로 그린 후에 이를 다시 격자간격이 1 mm인 모눈종이 위에 옮겨서 격자의 수를 비교함으로써, 술전 병변에 대한 술후 감소된 병변의 격자수의 비를 백분률(%)로 구하였다. 그리고 오차를 최소화하기 위하여 3회 반복 측정하여 그 평균값을 구하였다.

감소된 켈로이드의 상대적인 크기(The relative size of reduction, %)=

$$\frac{\text{술전 켈로이드의 격자수} - \text{술후 켈로이드의 격자수}}{\text{술전 켈로이드의 격자수}} \times 100(\%)$$

둘째로는 비색계인 chromameter CR-300(Minolta Co., Japan)을 이용하여 병변 피부와 주위 정상 피부색을 측정하였다. 이 기구는 측정부(measuring head)와 자료분석부(data process)로 구성되어 있으며 측정부는 광원(pulsed xenon lamp)과 6개의 광전관(silicone photocell)으로 구성되어 있다. 그리고 광전관중 3개는 측정부위로부터 반사된 빛을 통하여 피부색을 분석하게 되고, 나머지 3개는 광원의 출력을 조정한다.[5,6] 측정된 피부색은 삼차원 색체계 L, a, b로 정량화하여 나타내는데, L값은 피부의 밝기(lightness) 정도를 의미하며 그 범위는 0(흑색)에서 100(백색)까지이다. a값은 피부의 적색도(redness)를 의미하며 적색(+)에서부터 녹색(-)까지의 분포를 나타낸다. b값은 피부의 황색도(yellowness)를 의미하며 황색(+)에서부터 청색(-)까지의 분포를 나타낸다. 평가 방법은 병변 피부와 함께 병변에서 1-2 cm 떨어진 정상피부 세 곳을 선정하여 모두 3회 반복 측정하는데, 측정할 곳에는 압력을 가하지 않고 조심스럽게 피부에 접촉한 후 측정하였으며 결과는 평균값을 소수점 이하 둘째 자리까지로 하였다. 측정 부위를 선정할 때 홍반이나 점 그리고 반흔이 있는 곳은 피하였으며, 측정대상자 중 병변 부위를 의도적으로 일광에 장시간 노출한 경우는 없었다. 그리고 두 측정부위 간의 피부색 차이를 $E=[(L-L')^2+(a-a')^2+(b-b')^2]^{1/2}$값으로 구하여 정상 피

부와 어느 정도 차이가 나는 지를 알아보았다. 통계학적 검증을 위해 Wilcoxon signed ranks test로써 분석하였으며 자료처리는 통계 처리 전문 프로그램인 Window용 SSPS (statistical package for the social science) WIN 11.0을 사용하였으며 통계적 유의수준은 P값이 0.05미만으로 하였다.

III. 결 과

평면측량법으로 측정하였을 때 감소된 켈로이드의 상대적인 크기는 평균 55%였으며, 병변 부위가 가슴보다는 귀에서, 절제 후 첫 방사선 치료가 24시간이내인 경우와 술전 처치를 받은 경우가 그렇지 않은 경우보다 더 많이 줄어든 것으로 나타났다(Table I). 피부색 측정치에서 병변 부위의 평균 L값은 55.11 ± 3.63, 주위 정상 피부의 평균 L값은 66.15 ± 4.56로 나타나 병변 부위가 12정도 낮아 더 어두웠고, 병변 부위의 평균 a값은 14.56 ± 1.84, 주위 정상 피부의 평균 a값은 7.61 ± 0.23로 나타나 병변 부위가 9정도 높아 더 붉은 것으로 나타났다. 그리고 병변 부위의 평균 b값은 13.95 ± 0.71, 주위 정상 피부의 평균 b값은 16.50 ± 0.51로 나타나 병변 부위가 2정도 낮았다. 또한 병변 부위의 피부와 주위 정상 피부색 차이인 E값은 대체적으로 재발한 병변의 크기가 작을수록 낮게 나와 술후 재발의 정도와 비례하였으며, 이 값들은 통계적으로 유의한 것으로 나타났다(Table II).

술후 가려움과 홍반은 환자가 스트레스가 있거나 과음을 할 경우 5례에 나타났으며, 현재까지 방사선 치료로 인한 합병증의 발생은 관찰되지 않았다(Fig. 1, 2).

IV. 고 찰

켈로이드의 발생 원인은 여러가지 가설이 있는데, 이물반응, 세균 감염, 퇴행한 콜라겐의 증식, 저산소증, 유전, 면역 체계의 이상 등이 거론되고 있다. Kischer 등[7]은 켈로이드에서 혈관주위로 근육섬유모세포(myofibroblast)의 수축과 내피세포의 증식과 수축으로 인해 광범위한 미세혈관의 폐쇄로 조직 내 저산소증이 유발된다고 하였으며, Hunt 등[8]은 저산소증이 콜라겐 형성을 조절하는 역할을 가진다고 하였다. 최근 Rahban과 Garner[2]는 TGF-β가 창상치유 과정에서 콜라겐과 세포외기질 합성에 있어서 강력한 자극원이 되어 켈로이드를 유발한다고 하였다.

현재 사용되고 있는 치료 방법은 수술적 치료와 화학적 치료, 물리적 치료, 그리고 방사선 치료 등을 단독으로 혹은 병행하여 사용하고 있다. 크기가 작은 경우에는 절제 후 일차 봉합하거나 Z-성형술 또는 W-성형술을 시행하지만, 크기가 큰 경우는 가장자리를 남겨두고 절제한 후 피부이식을 하기도 한다. Rahban과 Garner[2]는 절제 후 Integra®(Johnson & Johnson, Summerville, NJ)를 동시에 결손 부위에 이식하고 수주 후에 분층식피술을 시행하였

Table II. The Color Difference between the Surrounding Normal Skin and the Lesion

Patient No.	Normal			Lesion			E†
	L	a	b	L′	a′	b′	
1	62.34	8.25	17.79	50.37	12.97	16.04	12.98
2	66.20	6.14	14.94	53.07	17.04	10.89	17.54
3	68.50	5.48	15.96	57.77	14.41	14.97	13.99
4	67.07	7.08	16.71	59.60	16.71	14.30	12.42
5	65.95	7.94	15.17	59.19	18.82	10.89	13.50
	65.89	7.59	15.63	54.30	13.39	13.38	13.15
6	65.33	8.33	15.63	50.19	15.73	14.14	16.92
	68.36	5.37	15.72	51.07	16.50	12.59	20.80
7	63.78	10.62	18.37	58.44	11.22	17.56	5.43
	65.67	9.61	18.50	54.49	14.40	17.01	12.25
8	68.63	9.23	14.81	53.66	13.32	10.94	15.99
	66.12	5.63	18.47	59.13	10.25	14.71	9.18
Mean	66.15 ± 4.56	7.61 ± 0.23	16.50 ± 0.51	55.11 ± 3.63	14.56 ± 1.84	13.95 ± 0.71	13.68 ± 1.58

Arbitary unit, mean ± SD
E(Total color difference)=$[(L-L')^2 + (a-a')^2 + (b-b')^2]^{1/2}$
†$p<0.05$

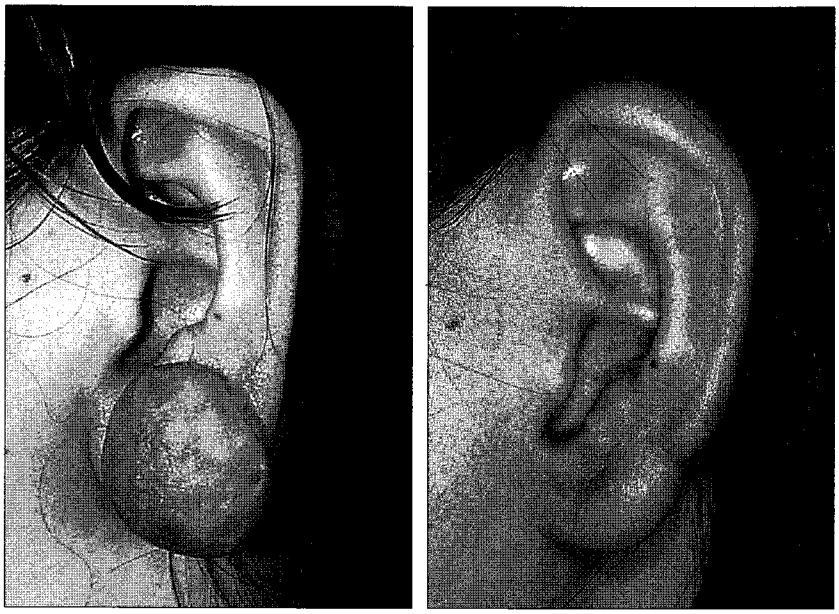

Fig. 1. Case 1. (Left) Preoperative view of a 27-year-old woman with keloid at left ear lobe. (Right) Postoperative view at 12 months after keloidectomy followed by postoperative X-ray radiation within 24 hours.

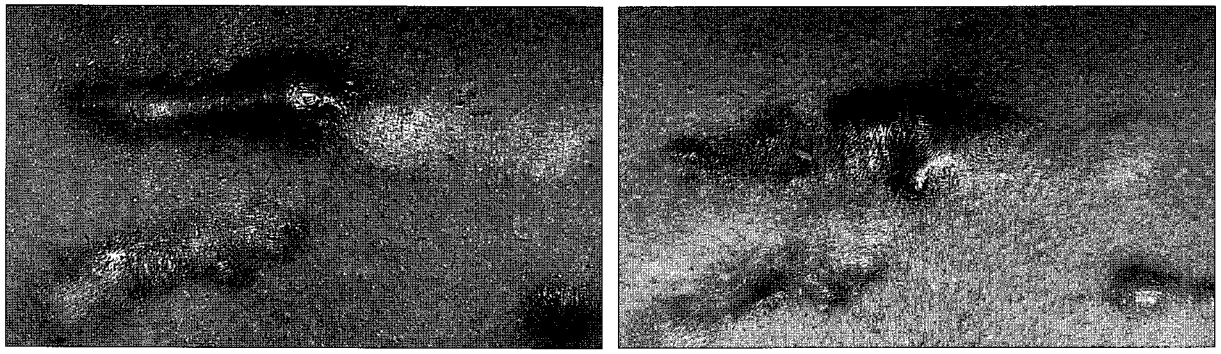

Fig. 2. Case 2. (Left) Preoperative view of a 27-year-old woman with keloid at anterior chest. (Right) Postoperative view at 9 months after keloidectomy followed by postoperative X-ray radiation after 24 hours. The relative size of reduction in this patient was less than other patients.

던 환자에서 절제 후 분층식피술만 시행한 경우보다 재발률이 감소하였다고 한다. 수술만으로 치료하면 50 - 80%의 높은 재발률을 보이기 때문에 술후 스테로이드 주사, 탄력옷이나 압박귀거리를 이용한 압박요법 등을 추가하기도 한다.[1,2] 저자들의 환자에서도 귓불에서 재발하였을 때는 자석을 이용한 압박만으로도 술후 직전의 상태로 되돌릴 수 있었던 경우도 있었다(Fig. 3).

저자들은 병변 가장자리 주위 정상 피부를 약간 포함하여 완전 절제하였는데 Sällström 등[4]도 저자들과 같은 방법을 시행하여 술후 6개월과 24개월에 각각 9%, 8%의 재발률을 보고하였다. Ogawa 등[9]은 술후 2년에 32.7%의 재발률이 있었다고 보고하였다. 김재덕 등[10]은 저자들과는 달리 병변내 절제술 후 일차적 봉합술을 시행하거나 피부이식을 시행한 후 방사선 치료를 시행하였고 술후 병변 부위가 조금이라도 커진 경우를 60%로 보고하였다. 따라서 술후 방사선 치료를 시행하기 전 수술적 방법으로 병변내 절제술보다는 주위 정상 피부를 포함한 완전절제술이 술후 재발률을 더 줄일 수 있을 것으로 생각하였다.

방사선 치료는 피부 괴사와 발암의 위험성 때문에 꺼려왔지만 켈로이드 절제술 후 병행하여 시행하였을 때 별다른 합병증 없이 67 - 75%의 성공률이 보고되고 있다.[2] 치료방법으로는 전처치 없이 시행하는 단독요법과 술후 병행요법이 있으며, 술후 방사선 치료는 방사선에 예민한 활성화된 섬유아세포, 연부조직 줄기세포와 급성 염증세포들을 제거하여 콜라겐 형성과 파괴의 균형을 회복하는데 있다.[9,11] 방사선 치료는 일회 치료나 분할 치료(3 - 4회)로 400-1800 cGy를 조사하고, 방사선 조사시작이 술후 3시간에서 7일까지 다양하나 대개 24시간 내에 시행하는 것이

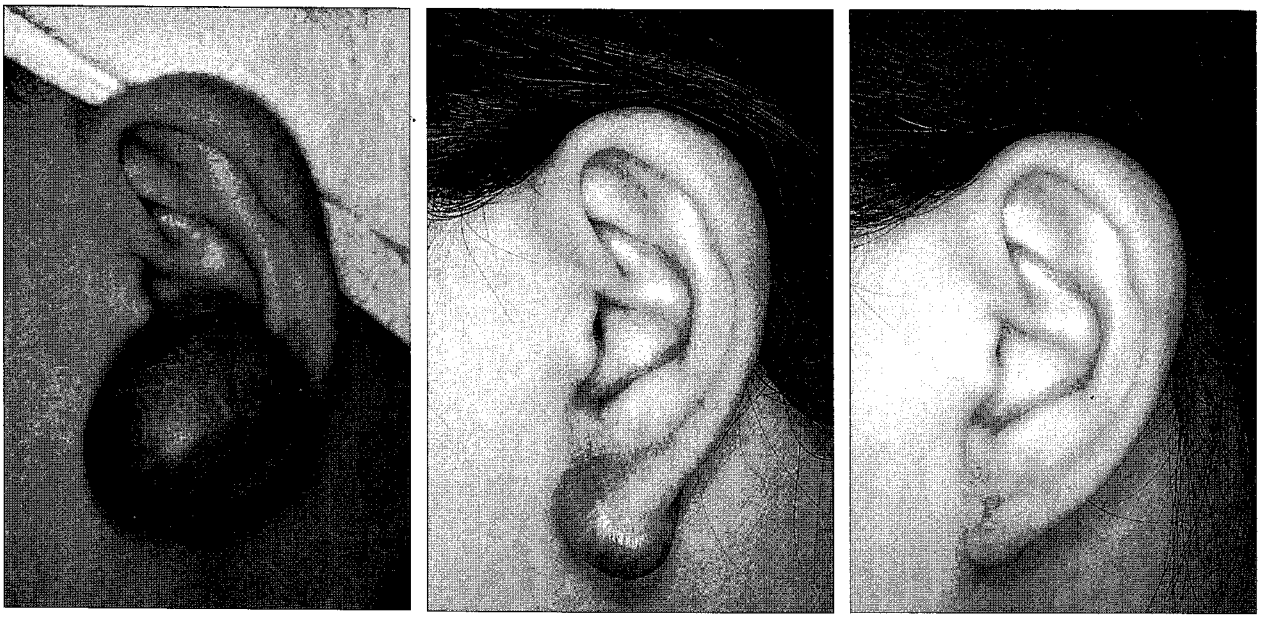

Fig. 3. Case 3. (Left) Preoperative view of a 32-year-old woman with keloid at left ear lobe. (Center) Postoperative view at 40 months after keloidectomy followed by postoperative X-ray radiation within 24 hours. (Right) Postoperative view at 62 months after application of magnetic disc earring.

효과적이다. 그러나 아직도 켈로이드의 방사선 치료에 있어서 방사선량의 분할 방법에 대한 의견이 다양한데, Doornbos 등[12]은 술후 켈로이드 재발율에 있어서 조사시작시기보다 총 방사선량이 중요하며 또한 분할 선량과 방사선 치료기간도 중요하다고 하였다. Kovalic 등[3]은 술후 3일 이상에 걸쳐 총 1200 cGy를 세 번 조사하였는데, 추적관찰 동안 평균 12.8개월에 약 73%의 치료율을 보였다고 한다. 그리고 그들은 예후 인자와 재발률간의 관계를 기술하였는데, 절제술 후 조사시작까지의 기간이 24시간 이하, 귀 부위, 병변 크기가 2 cm미만, 조사량이 많고, 흑인이거나 여성, 전처치를 받지 않은 경우에서 재발률이 낮았다고 한다. Sällström 등[4]은 술후 24시간 내에 방사선 치료를 시작하여 하루에 600 cGy를 3일 연속조사 하였는데, 24개월의 추적관찰 기간에 약 89%의 치료율을 보였다고 한다. Levy 등[13]은 술후 24 - 48시간 내에 방사선 치료를 시작하여 12 - 14일에 걸쳐 총 1800 cGy를 5 - 6번으로 나누어 조사하였는데, 6 - 20개월의 추적관찰 기간에 약 88%가 치료되었다고 한다. 그리고 37명의 환자들 중 한 명만 색소탈실이 생겼으며, 방사선 치료 후 종양 발생의 합병증은 나타나지 않았다고 한다. 이와 같이 저자들마다 재발률에 대해서 기술하였지만 재발에 대한 기준이 저자들마다 다르기 때문에 재발률을 단순 비교하여 그 결과를 평가하기에는 무리가 있다. 이러한 이유가 저자들이 평면측량법과 비색계를 이용하여 보다 객관적인 분석을 하고자 하였던 계기가 되었다.

저자들은 수술 부위에 술후 24시간 또는 24 - 36시간 내에 조사하여 술후 4 - 5일에 걸쳐 총 3회로 나누어 1200 cGy를 조사하였는데, 방사선 치료 후 피부괴사와 발암의 합병증은 발생하지 않았고 가려움과 홍반은 환자가 스트레스가 있거나 과음을 한 경우에서 5례 나타났다. 저자들의 경우 평균 29.9개월의 추적관찰에서 수술 전의 크기의 55%정도로 줄어 든 것으로 나타났다. 추적관찰한 환자수가 적어 앞서 기술한 다른 저자들의 치료율과 단순히 비교할 수 없지만 낮은 편이다고 볼 수 있다. 이것은 백인에 비해 유색인종이 반흔이 더 잘 생기는 점이 하나의 원인일 것으로 생각하였다. 추후 더 많은 환자들을 대상으로 저자들이 제시한 객관적인 분석 방법을 이용하면 치료방법에 따른 치료율과의 상관관계를 더 명확하게 규명할 수 있을 것으로 기대한다.

평면측량법에서 병변 부위가 가슴보다는 귀에서, 절제 후 첫 방사선 치료가 24시간 내인 경우와 술전 처치를 받은 경우가 그렇지 않은 경우보다 더 많이 줄어든 것으로 나타났다. 이것은 가슴이 피부 긴장도가 귀보다 더 높고, 절제 후 시간이 지날수록 창상치유의 단계가 더 진행되며, 술전 처치로 인해 콜라겐의 생성저하 효과가 더해진 결과가 아닐까 추측되었다.

비색계는 사용하기에 간편하며, 삼차원 색체계를 이용하기 때문에 수치로 나타낸 측정값만으로도 색 자체를 어느 정도 추측할 수 있어서 최근엔 피부색 변화 측정뿐만 아니라, 최소홍반량 측정, 최소색소량 측정, 미세수술 후

모니터링 등 여러 분야에서 이용되고 있다.[14] 저자들은 켈로이드의 색깔이 분홍색과 붉은색을 띠다가 시간이 지나면서 갈색으로 변화하는 점에 착안하여 재발의 정도를 비색계로 추적하였다. 비색계의 L값은 피부색의 밝기정도를 나타내며 멜라닌 색소에 의해 가장 많이 영향을 받는다.[6] 밝을수록 그 값이 커지는데 저자들의 피부색 측정치에서 병변 부위가 정상 부위보다 12정도 낮게 나타나 정상 부위보다 약간 어둡다는 것을 알 수 있었다. a값은 피부의 적색도를 의미하며 대개 주위 조직의 신장도(stretching)와 혈관화의 정도에 의해 영향을 받는다.[15] 저자들의 피부색 측정치에서 병변 부위가 정상 부위보다 9정도 높게 나타나 정상부위보다 붉은 것은 재발을 반영하는 것으로 해석할 수 있다. b값은 동양인에서는 그 값이 상대적으로 일정하고 태양 광선의 노출에는 크게 영향을 받지 않는데,[15] 저자들의 피부색 측정치에서도 병변 부위가 2정도 낮게 나타나 정상 부위와 별다른 차이가 없었다. 결론적으로 켈로이드가 재발할수록 L값이 낮고 a값은 높으며 b값은 별 다른 차이가 없었다. 그리고 총피부색 차이인 E값은 두 측정 대상의 L, a, b값을 삼차원 좌표상에서 나타내어 두 대상간의 피부색 차이를 수치상으로 나타낸 것이며, 그 값이 낮을수록 두 대상간의 피부색이 비슷한데,[5] 저자들의 경우는 재발한 병변의 크기가 작을수록 낮게 나와 술후 재발의 정도와 비례하였으며, 이 값들은 통계적으로 유의한 것으로 나타나 재발을 예측하는 하나의 지표로 이용될 수 있을 것으로 생각하였다.

V. 결 론

저자들은 1999년 7월부터 2004년 2월까지 55개월간 켈로이드 절제술 후 방사선 치료를 받았던 환자 14명 중 추적가능 했던 8명의 12개 병변에 대한 결과를 평면측량법과 비색계를 통하여 객관적으로 분석할 수 있었다. 추적조사 결과 평면측량법에서 병변부위가 가슴보다 귀에서, 절제 후 첫 방사선 치료가 24시간 이내인 경우와 술전 처치를 받은 경우가 그렇지 않은 경우보다 더 많이 줄어든 것으로 나타났으며, 비색계로 측정하여 L값이 낮아지며 a값은 높아지며 b값은 별 다른 차이가 보이지 않았다. 또한 재발한 병변의 크기가 작을수록 병변 부위의 피부와 주위 정상 피부간의 차이값인 E값은 작게 나타났으며, 이 값들은 통계적으로 유의하였다.

평면측량법과 비색계는 켈로이드 재발의 정도를 객관적으로 분석할 수 있는 유용한 방법으로 생각되었고 술전 예후 인자들이 재발에 어떻게 작용하는지를 분석할 수 있을 뿐 아니라 재발의 여부를 조기에 예측할 수도 있을 것으로 기대한다.

치료의 효과를 평가하기 위해서는 더 많은 환자와 장기간 추적관찰이 필요하지만, 저자들은 주위 정상 피부를 포함한 병변의 전절제술과 방사선 치료 병행요법을 시행하였을 때 초기병변의 55%의 크기를 줄일 수 있었음을 예비보고하는 바이다.

REFERENCES

1. Rockwell WB, Cohen IK, Ehrlich HP: Keloids and hypertrophic sacrs: A comprehensive review. *Plast Reconstr Surg* 84: 827, 1989
2. Rahban SR, Garner WL: Fibroproliferative scars. *Clin Plast Surg* 30: 77, 2003
3. Kovalic JJ, Perez CA: Radiation therapy following keloidectomy: A 20-year experience. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 17: 77, 1989
4. Sällström KO, Larson O, Hedén P, Eriksson G, Glas JE, Ringborg U: Treatment of keloids with surgical excision and postoperative X-ray radiation. *Scand J Plast Reconstr Surg* 23: 211, 1989
5. Weatherall IL, Coombs BD: Skin color measurements in terms of CIELAB color space values. *J Invest Dermatol* 99: 468, 1992
6. Braun-Falco O, Plewig G, Wolff HH, Winkelmann RK: *Dermatology.* 3rd ed, Berlin, Springer-Verlag, 1991, p 382
7. Kischer CW, Thies AC, Chvapil M: Perivascular myofibroblasts and microvascular occlusion in hypertrophic scars and keloids. *Hum Pathol* 13: 819, 1982
8. Hunt TK, Conolly WB, Aronson SB, Goldstein P: Anaerobic metabolism and wound healing: an hypothesis for the initiation and cessation of collagen synthesis in wounds. *Am J Surg* 135: 328, 1978
9. Ogawa R, Mitsuhashi K, Hyakusoku H, Miyashita T: Postoperative electron beam irradiation therapy for keloids and hypertrophic scars: Retrospective study of 147 cases followed for more than 18 months. *Plast Reconstr Surg* 11: 547, 2003
10. Kim JD, Kim YJ, Wee SS, Cho MJ, Lim P: The treatment of recurred keloids with surgical excision and postoperative X-ray radiation. *J Korean Soc Plast Reconstr Surg* 19: 1009, 1992
11. Niessen FB, Spauwen PH, Schalkwijk J, Kon M: On the nature of hypertrophic scars and keloids: A review. *Plast Reconstr Surg* 104: 1435, 1999
12. Doornbos JF, Stoffel TJ, Hass AC, Hussey DH, Vigliotti AP, Wen BC, Zahra MK, Sundeen V: The role of kilovoltage irradiation in the treatment of keloids. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 18: 833, 1990
13. Levy DS, Salter MM, Roth RE: Postoperative irradiation in the prevention of keloids. *Am J Roentgenol* 127: 509, 1976
14. Lim JJ, Son DG, Choi DW, Han KH: Measurement of the skin color changes of free flaps by chromometry. *J Korean Soc Plast Reconstr Surg* 28: 255, 2001
15. Yamamoto Y: Colorimetric evaluation of skin color in the Japanese. *Plast Reconstr Surg* 96: 139, 1995