

피부신장기를 이용한 일차봉합술

이선구 · 이태희 · 신동혁 · 황영중

건국의대 민중병원 성형외과학교실

Skin defects could be repaired primarily by using skin stretching device developed by Hirshowitz. Primary closure with this instrument use viscoelastic property and creep of the skin characteristics, and it does not need the second operation and long time hospitalization. The skin stretching device is thus thought to be a simple and very useful method for the coverage of skin defect. Some clinical experiences and animal studies were reported previously, but in case of human being, some basic informations such as histologic change or safe guidelines were not suggested up to now. Nine cases of skin defects were closed primarily using this instrument from March 1996 to April 1998, and histologic change, oxygen saturation at the time of stretching, and skin extension pattern with clinical results were observed. Sizes of skin defects were varied from 4.5 x 1.8 cm to 20 x 11 cm and affected sites were 1 in face, 1 in upper extremity, 3 in abdomen and 4 in lower extremity. All defects were repaired primarily without significant complications such as skin necrosis or wound disruption. The resultant scars were not worse than other scars repaired primarily under the moderate tension. Extension rate was more prominent in wound margin than farther area. At the beginning of skin stretching, initial skin tension was 1.9 - 2.7kg(average 2.3kg) and oxygen saturation was changed into 42 - 78%(mean 64%) from 95% in normal wound margin. Fifty-one minutes were required from initial application to reach the point of 1.5kg skin tension, and oxygen saturation was 70 - 86%(average 77%). In histologic evaluation, the thickness of epidermis and dermis was not changed meaningfully, but elastic and collagen fibers were parallel to extension direction and fragmentations of these fibers were shown more frequently.

Key Words: Skin defect, Skin stretching device, Primary closure

Primary Closure with Skin Stretching Device

Sun Ku Lee, M.D., Tae Hee Lee, M.D.,
Dong Heak Shin, M.D.,
Young Joong Hwang, M.D.

Department of Plastic and Reconstructive surgery, Minjung Hospital, College of Medicine, Konkuk University, Seoul, Korea

Address Correspondence : Young Joong Hwang, M.D., Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Minjung Hospital, College of Medicine, Konkuk University, 1, Hwayang-Dong, Kwangjin-Gu, Seoul 143-130, Korea. Tel: (02) 450-9554 / Fax: (02) 450-9689
E-mail: yjhwang@konkuk.ac.kr

1. 서 론

피부 결손시 일반적으로 피부이식이나 국소피판술이 시행되고 있으나 환부의 상태가 좋지 않을 경우, 즉 골, 인대, 신경-혈관 등이 노출되어 있거나 혈행 상태가 불량한 경우에는 원거리피판술이나 유리피판술로 피복해야만 한다. 그러나 이러한 수술은 공여부가 필요하며 필연적으로 공여부의 기능적, 형태적 손실을 초래하게 된다. 또한 수술이 광범위하고 복잡하며 입원 기간도

길어질 수 밖에 없다. 그러므로 공여부가 필요하지 않는 피복술의 연구가 지속되어 왔으며 Radovan¹이 조직 확장술을 임상에 적용한 이후, 많은 실험적 임상적 결과가 보고되고 있다. 조직 확장술은 피부의 점탄성(viscoelastic property)을 이용한 것으로 결손부의 주변 조직을 이용하므로 색깔, 질감, 모발의 분포 등이 이상적인 조화를 이루며, 감각을 보존할 수 있는 등의 많은 장점을 가지고 있다. 그러나 이 수술 방법은 두 차례의 수술이 필요하며 피복까지는 오랜 시간이 요구되어 환자의 일상생활에 불편을 초래하는 단점이 있다.

1993년 Hirshowitz 등²에 의해 개발된 피부신장기 (skin stretching device)는 조직확장술과 같이 피부의 점탄성과 creep을 이용하여 피부 결손을 재건할 수 있는데, 조직확장술의 장점은 모두 지니면서도 단점을 보완하여 국소마취 하에 간단하고도 짧은, 한번의 시술로 일차 봉합이 가능하다. 그러나 신장되는 피부연의 혈행 상태를 유지하는 어려움과 결손부 재건 후 미용적인 측면에서 반흔이 넓어질 수 있다는 우려감이 있다. 이 수술법은 광범위한 절제가 요구되는 피부암 치료, 교통사고 등으로 인한 연부조직 결손 및 유리 피관술시 공여부의 일차봉합 등 거의 모든 외과적 영역에서 유용하게 쓰일 수 있는 방법이지만 이에 대한 연구는 동물실험³과 임상적 증례 보고^{2,4} 외에는 거의 없는 실정이다.

저자 등은 피부신장기를 이용하여 피부 및 연부조직 재건시 임상적 결과와 더불어 신장된 피부의 조직학적 변화를 알아보고자 하였으며 또한 부가적으로 피부의 장력 변화에 따른 신장 피부연의 산소포화도 변화와 피부의 신장 양상을 개략적으로 살펴보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

가. 연구 대상

수상이나 질환으로 또는 치료 목적에 의하여 피부나 연부조직 결손이 발생한 환자 중에서 일차봉합술로 회복이 불가능하거나 일차봉합시 피부 긴장으로 창상연의 괴사가 의심되는 환자를 대상으로 하였다. 1996년 3월부터 1998년 4월까지 9명의 환자에서 피부신장기를 이용하여 피부결손을 재건하였다(Table I). 환자들의 연령은 28세에서 78세까지로 평균 46세였으며 남자가 5명, 여자가 4명이었다. 시행 원인은 유리 피관술 공여부 3례, 문신이나 점, 반흔 등으로 광범위 절제술 후 일차봉합을 위해 3례, 사고로 골 노출을 동반한 연부조직 결손이 1례, 그리고 구획증후군(compartment syndrome)으로 근막절개술 시행 후 결손 2례였다. 결손부의 크기는 4.5×1.8 cm에서 20×11 cm까지로 다양하였으며 부위별로는 안면부 1례, 상지 1례, 복부 3례, 하지 4례 였다.

나. 연구 방법

피부 및 연부조직 결손이 있는 환자에서 적절한 변연절제술을 시행하고 결손부위의 크기를 장축과 장폭

으로 cm 단위로 측정하여 기록하였으며 피부신장기인 Sure-Closure[®](MedChem사)를 장치하였다. 이 기구는 창상연을 고정하는 두개의 장침, 중앙 지지봉과 외측 견인대 및 피부에 부하되는 장력을 조절하고 측정하는 장력계로 이루어졌는데 두개의 장침을 결손부와 접한 양측 창상연에서 3-5 mm되는 진피하부에 평행하게 삽입하고 중앙지지봉에 연결된 갈고리 형태의 외측 견인대를 장침 바로 외측 피부에 삽입하여 외측 견인대의 갈고리가 장침에 걸리게 하였다. 외측 견인대의 견고한 장착 후 장력계 나사를 돌리며 창상연의 견인을 시행하였는데 장력계의 피부 장력이 3 kg 미만까지만 견인하였고 시간이 경과함에 따라 피부 장력이 감소하여 1.5 kg 이하로 되면 일차봉합술을 시행하였다. 일차 견인으로 봉합이 어려울 경우 반복하여 시행하며 반복 회수와 피부 장력이 1.5 kg 이하로 낮추어지기까지의 시간 간격을 기록하였다. 일차봉합술 후 합병증 발생, 반흔의 상태 등을 임상적으로 판정하였다.

1) 피부 신장 양상 및 피부 장력 변화에 따른 창상연의 산소포화도 변화

결손 주변부 정상 피부 위에 5 mm 혹은 10 mm 간격으로 창상연에서 부터 가로 세로 4-6줄을 표시하고 봉합술 직후 및 술후 3일, 술후 1주, 술후 4주에 표시된 점들의 위치를 확인하여 견인된 피부의 신장된 양상을 비교하였다. 결손부위의 창상연에 피부신장기의 장침을 삽입한 후 oxymetry로 창상연의 산소포화도를 측정하였으며 장력계의 장력이 3 kg까지, 또는 피부 장력 3 kg 이하에서 창상연이 맞닿을 수 있을 때까지 장력을 가하고 이때의 장력과 산소포화도를 측정하였다. 시간의 변화에 따른 장력과 산소포화도의 변화를 측정하고 마지막으로 장침을 제거하고 일차봉합 후 산소포화도를 측정하였다(Fig. 3. Below, left).

2) 신장 피부의 조직학적 변화

피부신장기 장착 전에 창상연을 채취하여 대조군으로 삼았으며 신장기를 장착하고 견인하여 피부장력이 1.5 kg 이하에서 봉합직전의 창상연을 장침 내측에서 2-3 mm 폭, 1 cm 정도 길이로 채취하였다. 채취한 검사조직은 10% 중성 포르말린에 고정하여 통상적인 방법으로 파라핀 포매하였으며 표피와 진피의 두께변화가 있는지 여부와 교원섬유의 두께나 배열에 변화가 있는지, 그 밖의 다른 어떠한 변화가 있는지를 관찰하

기 위하여 Hematoxylin-Eosin 염색 후 검경하였으며 교원섬유와 탄력섬유의 변화를 관찰하기 위해 Masson-Trichrome 염색 후 검경하였다. 피부 두께의 변화는 동일 배율에서 나타난 두께를 측정하여 비교하였다.

III. 결 과

총 9명의 환자에서 피부신장기를 이용하여 피부 및 연부조직 결손을 피복하였으며 모든 환자에서 합병증 없이 치유가 가능하였다. 술후 3개월에서 8개월까지 추적 관찰하였으며 형성된 반흔은 피부 긴장이 있다고 생각되는 다른 일차봉합 반흔에 비하여 임상적으로 별다른 차이를 발견 할 수 없었다. 술전 예상하였던 반흔부의 확장, 함몰이나 내번은 거의 없었으며 반흔도 비교적 양호한 편이었다.

가. 피부 신장 양상 및 피부 장력 변화에 따른 창상면의 산소포화도 변화

5 - 10 mm 간격으로 표시한 점들 중 봉합면의 첫 번째 줄에 있는 점들은 20% 증가되었고 두 번째 줄에 위치하는 점들은 10% 증가되었으며 세 번째 줄부터 그 이후로는 변화가 없었다. 시기별로는 일차봉합술 직후부터 술후 4주까지 표시한 점들 사이의 위치 변화는 관찰할 수 없었다.

피부신장기를 장치한 초기 장력은 1.9 - 2.7 kg로 평균 2.3 kg였으며 신장기 장치 전 산소포화도는 94 - 98% (평균 95%)였으나 장치 직후 산소포화도는 42 - 78% (평균 64%)로 낮아졌다. 장치 후 피부장력이 1.5 kg에 도

달하는 시점까지 시간은 37분에서 1시간 30분까지로 평균 51분이었으며 이때의 산소포화도는 70 - 86%로 평균 77%였다. 이 시기에서 일차 봉합을 시행하지 않고 산소포화도가 90% 이상 증가되기까지 기다려 일차봉합을 시행하였는데 그 기간은 3 - 9분(평균 약 6분)이 소요되었다(Table II).

나. 신장된 피부의 조직학적 변화

신장된 피부는 대조군과 비교하여 표피층, 진피층의 두께 변화가 없었으며 진피에서 교원섬유의 배열이 다소 확장 방향과 평행하게 배열됨을 보여 주었고 교원섬유의 직경이 감소함을 보였다. 절단된 교원섬유 및 탄력섬유가 대조군에 비해 다소 많이 보였으나 기질 성분의 증가나 염증세포의 침윤은 보이지 않았다. 근섬유아세포나 섬유아세포 등의 증가를 관찰할 수 없었으며 피부부속기들도 정상적인 형태를 유지하고 있었다(Fig. 1).

다. 증례

1) 증례 1

48세 남자환자로 좌측 이개 전방에 4.5×1.8 cm 크기의 반점을 주소로 내원하였다. 반점 제거 후 일차봉합술이 어려워 전층식피술도 고려되었으나 반흔을 최소화하기 위하여 피부신장기를 사용하여 일차봉합을 시행하였다. 피부확장기 장치 초기 장력은 1.9 kg이었고 창상연의 산소포화도는 장착전 98%에서 78%로 변화하였다. 장착 50분 후 피부장력이 1.5 kg으로 감소하였으며 이때의 산소포화도는 86%였다. 3분을 기다려 산소포화도가 90%에 달했을 때 피부신장기를 제거하고 일차봉합술을 시행하였으며 술 후 3개월 추적관찰 결과 선상 반흔이 만족스러웠다(Fig. 2).

2) 증례 2

28세 여자환자로 좌측 상박에 문신을 제거하기 위해 내원하였다. 문신의 크기는 6.5×3.3 cm으로 일차봉합시 창상연의 부분 괴사 등의 합병증이 의심되고 반흔의 확장이 우려되어 피부확장기 사용을 결정하였다.

문신 절제 후 피부 결손의 크기는 8.5×5 cm이었으며 창상연의 산소포화도는 96%였다. 피부신장기를 장치하고 창상연이 맞닿을 수 있을 때까지 견인시 피부장력이 2.0 kg이었고 산소포화도는 70%였다. 40분간 견인 후 피부장력이 1.5 kg으로 감소하였으며 이때의 산소포화도는 84%였다. 4분을 기다려 산소포화도가 90%에 달했을 때 피부신장기를 제거하고 일차봉합술을 시행했으며 술 후 3개월간 추적관찰 결과 만족스러운 선상 반흔을 나타냈다(Fig. 3).

IV. 고 찰

인간의 피부는 피부신전성(extensibility), creep, 피부 긴장특성(tension property)이라는 물리적 특성을 갖는다.⁵ 이러한 피부의 특성 중 신전성과 물리적 creep을 이용하여 피복하는 수술방법이 조직확장술과 피부신장기를 이용한 피부 신장술이다. 조직확장에 대한 시도는 1957년 Neuman에 의해 처음으로 시도되었고⁶ 1976년 Radovan¹에 의해 임상에 적용된 후 일반화되었다. 조직확장을 효율적으로 시행하고 확장시간을 단축하기 위하여 1987년 Sasaki⁷는 수술중 지속적 제한 확장법(intraoperative sustained limited expansion)을, 1993년 Iwahira와 Maruyama⁸는 수술 중 급속히 과확장시키는 복합확장법(combined expansion)을 발표하였다. 그러나 Mackay 등⁹은 술중 확장 효과는 없으며 확장을 위해 조직을 박리한 효과로 기인한 것이라고 주장하였다. 현재까지 여러 변형된 방법들이 시도되고 있으나 일차적 수술로 단시간에 간편하게 피복하는 방법은 1993년 Hirshowitz 등²에 의한 피부신장법 이외에는 없다. 그러나 피부신장법에 대한 연구는 동물실험과 임상적 보고에 그치고 있어 인체에 대한 심도 있는 연구가 필요하다. 피부의 같은 물리적 성질을 이용하므로 조직확장과 유사한 형태의 조직학적 변화와 확장 양상 등을 보일 것으로 추측되나 조직확장시 존재하는 확장기의 압력 효과와 조직박리가 제외되고 피부긴장이라는 새로운 요인이 다른 변화의 요인으로 작용할 수 있을 것으로 생각된다.

조직확장시 확장된 피부의 조직학적 변화 등은 Austad 등^{10,11}과, Pasyk 등^{12,13} 많은 연구자에 의해 밝혀져 있는데 표피층 특히 유극층(stratum spinosum)이 두꺼워지고 rete ridge가 평평해지며 진피층과 피하조직은 얇아지며 근섬유아세포가 진피 하부와 피막에서

발견된다고 알려져 있다. 그러나 Matturi 등¹⁴에 의하면 장기간 조직확장후 인간의 피부 변화는 진피의 상부가 약간 얇아지고 중증도의 섬유화가 일어나며, 심부층에서는 교원섬유와 탄력섬유가 단절되고 재배열되는 양상이 있으며, 진피하부에 약간의 섬유화 이외에는 정상적인 분열능과 정상적인 상태를 보인다고 하였다. 그러나 저자들은 피부신장술의 경우 이와는 달리 표피, 진피의 두께 변화는 거의 없으며 진피의 교원섬유와 탄력섬유 일부의 단절과 재배열 양상 이외에는 정상 피부와 차이점을 발견하지 못하였다. 이러한 결과는 예춘

호 등³이 피부신장기로 돼지피부를 신장시킨 결과와 유사하나 교원섬유들의 변화가 미약하고 섬유아세포와 기질의 증가는 관찰되지 않았다. 이는 장시간에 걸친 지속적인 신장이 아니기 때문에 단순한 견인으로 인한 교원섬유와 탄력섬유의 변화만 일어나면서 조직이 신장된 것을 보여준다고 할 수 있다. 그러나 조직 채취시 조직에 걸려 있던 장력이 소실되므로 이로 인하여 그리 심하지 않았던 피부 두께의 변화가 사라졌을 가능성도 있으므로 장력이 유지되는 상태에서의 조직학적 연구와 일정 시간이 경과되어 창상이 안정되고 피부 장력이 거의 사라진 시점에서의 피부 변화에 대한 연구가 더 필요할 것으로 생각된다.

피부신장기 사용시 창상연에 가해지는 피부긴장으로 혈류량이 감소하는데 Hirshowitz 등²에 따르면 이러한 감소는 장력이 3 kg이하에서는 문제가 없으며 1.6 kg로 30초 견인 후 8 ml/min/100 gm 이상이라고 하였으며 1.6 kg 장력하에서의 산소포화도는 75%이고 이 정도의 산소포화도는 피부 생존에 문제가 없으며 장력유지 20초 후에는 정상으로 돌아온다고 주장하였다. 본 연구에서도 임상적인 결과나 피부장력 1.5 kg에서의 산소포화도 등을 보면 일정 기준 이하의 장력에 의한 피부견인은 창상치유에 별다른 영향을 주지 않는 것을 알 수 있었다. 그러나 피부신장기에 장착된 장력계의 단위가 1 kg 단위이므로 100 - 200 g의 오차가 있을 수 있으며, 산소측정기의 수치가 변동 폭(약 4 - 5%)이 존재하므로 창상연의 혈류에 장애를 주지 않는 정확한 기준을 제

시하기에는 다소 무리가 있을 것으로 생각되나 피부장력이 1.5 - 1.6 kg 정도에서 일차봉합술을 시행하면 창상연 피사의 가능성은 적을 것으로 생각된다. 또한 본 연구자는 피부장력이 1.5 kg로 된 뒤에도 평균 6분 정도 기다려 피부장력의 추가적인 감소와 산소포화도의 증가가 발생된 뒤에 일차봉합하는 방법을 시행하였는데 이로 인해 합병증의 발생이 적었고 반흔도 비교적 양호한 결과를 얻었다고 생각되어 지연 일차봉합을 권하고 싶다.

V. 결 론

1996년 3월부터 1998년 4월까지 피부 및 연부조직 결손이 있는 9명의 환자에서 피부신장기를 이용하여 일차봉합하였다. 모든 환자에서 특별한 합병증 없이 치유되었으며 결과적인 반흔도 비교적 만족스러웠다. 피부신장기는 일차수술로 치료가 완료되고 재원일수가 적어 결과적으로 비용도 절약하는 방법이므로 결손부의 위치와 크기, 환부의 상태 등에 따라 선택의 제한이 일부 있으나 앞으로 피부 결손의 재건에 그 이용도가 증가될 것으로 생각된다. 피부장력이 1.5 - 1.6 kg 이하, 산소포화도 75 - 80% 이상이면 창상연의 혈행에 지장이 없을 것으로 생각되며 가능한 산소포화도가 90%에 다다를 때까지 기다려 지연 일차봉합을 시행하는 것이 안전한 방법으로 생각된다. 조직학적 변화도 교원섬유와 탄력섬유의 일부 단절 양상 외에는 거의 정상 피부

와 동일함을 나타내었다. 그러나 안전한 피부장력의 정확한 제시나 장시간 후의 피부 변화 등에 관하여는 좀 더 연구가 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. Radovan C: Tissue expansion in soft-tissue reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 74: 482, 1984
2. Hirshowitz B, Lindenbaum E, Har-shai Y: A skin-stretching device for harnessing of the viscoelastic properties of skin. *Plast Reconstr Surg* 92: 260, 1993
3. Ye CH, Song JW, Kang JS: Primary closure of skin defects using a skin stretching device: Morphologic study of the stretched porcine skin and clinical experiences. *J Korean Soc Plast Reconstr Surg* 23: 1235, 1996
4. Tak MS, Kim YB, Yang SJ, Park CS: Reconstruction of skin defect using skin stretching device. *J Korean Soc Plast Reconstr Surg* 22: 869, 1995
5. Gibson T: Physical properties of skin. In McCarthy JG (Ed): *Plastic surgery*. 1st ed, Philadelphia, WB Saunders Co., 1990, p 207
6. Neuman CG: The expansion of an area of skin by progressive distension of a subcutaneous balloon. *Plast Reconstr Surg* 19: 124, 1957
7. Sasaki GH: Intraoperative sustained limited expansion (ISLE) as an immediate reconstructive technique. *Clin Plast Surg* 14: 563, 1987
8. Iwahira Y, Maruyama Y: Combined tissue expansion: Clinical attempt to decrease pain and shorten placement time. *Plast Reconstr Surg* 91: 408, 1993
9. Mackay DR, Saggars GC, Kotwal N, Manders EK: Stretching skin: Undermining is more important than intraoperative expansion. *Plast Reconstr Surg* 86: 722, 1990
10. Austad ED, Pasyk KA, McClatchey KD, Cherry GW: Histomorphologic evaluation of Guinea pig skin and soft tissue after controlled tissue expansion. *Plast Reconstr Surg* 70: 704, 1982
11. Austad ED, Thomas SB, Pasyk K: Tissue expansion: Dividend or Loan? *Plast Reconstr Surg* 78: 63, 1986
12. Pasyk KA, Austad ED, McClatchey KD, Cherry GW: Electron microscopic evaluation of Guinea pig skin and soft tissues "Expanded" with a self-inflating silicone implant. *Plast Reconstr Surg* 70: 37, 1982
13. Pasyk KA, Argenta LC, Austad ED: Histopathology of human expanded tissue. *Clin Plast Surg* 14: 435, 1987
14. Maturri L, Azzolini A, Riberti C, Lavezzi AM, Cavalca D, Vercesi F, Azzolini C: Long-term histopathologic evaluation of human expanded skin. *Plast Reconstr Surg* 90: 636, 1992