

백서의 대망을 혈관경으로 이식하여 생성시킨 이차적 도서형 피판

연세대학교 의과대학 성형외과학교실

유대현 · 탁관철 · 유재덕

— Abstract —

The Secondary Island Flap Using Omental Vascular Carrier in Rats

Dae-Hyun Lew M.D., Kwan Chul Tark M.D., Jae-Duk Lew M.D.

*Department of Plastic & Reconstructive Surgery,
College of Medicine, Yonsei University.*

The omental pedicle based on right gastroepiploic vessels is designed new experimental model for prefabrication (revascularization) of skin flaps in rats. A 2.5x 4 cm patch of omentum with right gastroepiploic vessels was transferred under a bipediceld panniculocutaneous flap which is 2.5 x 8 cm size. At day 7, all four margin was divided and the flap was rasied as an secondary island flap connected only by its vascular pedicle, then the composite flap sutured back in place. The flap perfusion was examined by dermofluorometry and flap survival area was measured at day 12. The Secondary island flap demonstrated a dye fluorecence index(DFI%) of 31.38 ± 12.33 and survival rate 80.47 ± 9.61

The survival rate was increased when DFI% and contact surface between vascular carrier and skin flap was increased. An india ink injection and histologic examination provided visual evidence of revascularization. The omental pedicle is a promising and safe model for revascularization of other tissues

Key Words : Prefabrication, Omentum, Secondary island flap, Dye fluorecence index(DFI%)

서 론

오늘날 미세수술의 눈부신 발전으로 유리피판술 (free flap)은 상당수준 보편화되었고 많은 유리 피

판의 공여부가 기술 되었다. 그러나 피판이 유리피판으로 활용되기 위하여서는 반드시 조직내 일정한 크기의 축혈관을 포함하여야 하며 또한 다양한 복합 조직의 필요성으로 그 공여부는 상당한 제약에 부딪히게되었다. 이러한 공여부로서의 한계를 극복하고

그영역을 확대 하기 위하여 피판의 축이 될 수 있는 혈관경을 원하는 조직에 이식하여 이식한 혈관경을 통하여 새로운 혈행화(revasculazation)를 유도함으로써 이차적도서형피판(secondary island flap)을 만들어 보고자 하는 시도들이 있었다. 이러한 조직 재 혈류화의 개념은 원하는 크기의 원하는 조직 성분으로 구성된 복합피판을 미리 원하는 모양으로 선정작하여 차후 단 1회의 미세혈관수술로 원하는 부위로 옮기므로 유리피판의 공여부의 한계를 뛰어 넘을 수 있는 차세대 피판으로 각광 받고 있다.

조직의 재혈행화에 대한 최초의 시도는 조직이식 개념과는 전혀 상관없이 조직의 혈류증진을 목적으로 시도 되었다. 1946년 Vinberg¹⁹⁾는 관상동맥 폐쇄로 인한 심근색증을 개선할 목적으로 속젓샘혈관(internal mammary vessel)을 좌심실근(left ventricular muscle)에 접목시킴으로 심근의 재혈행화에 실험적으로 성공하였으며 Diller³⁾는 장간막혈관(mesentric vessel)을 피부와 피하지방층에 접합시킨후 약 3 주후 혈관경(pedicle)을 포함 복합이식에 성공함으로 최초의 재혈행화(revascularization)된 조직이식을 보고하였다.

Washio²⁰⁾는 Mongrel dog에 있어 장분절(intestine segment)를 혈관경으로하여 새로운 복합조직이식에 성공하였다. Ero¹⁵⁾은 Mongrel dog을 이용 대퇴동맥 및 정맥을 분리 한후 이위에 피부이식을 시행함으로 유리피부의 재혈행화를 유도하고 피판 합성 제 21일 부분층 피판의 이식에 성공하였고 그로부터 4년후 백서에 있어 대퇴비스듬근(sartorius muscle)을 혈관경으로 복부피판의 재혈행화를 시도 하였다. Shen Tzuyao¹⁴⁾는 긴혈관경을 분리하여 원통모양으로 말은 피부판에 삽입이식 시킴으로 2차적 도서형 피판 작성에 실험적, 임상적으로 성공하였다. Shintimi와 Ohura¹⁶⁾는 흉배동맥(thoracodorsal artery)을 포함하는 광배근 혈관경을 동측상박부의 내측 얇은 피부하에 접목시켜 재혈행화 시킴으로 2차적 도서형피판을 만들고 이를 안면부로 회전하거나 유리피판으로 임상적용하여 좋은 결과를 보고하였다.

현재까지 이용된 혈관경으로 Diller³⁾ Washio²⁰⁾, McLean¹¹⁾ Eroll⁶⁾⁷⁾등이 장간막을 혈관경으로, Vineberg,¹⁹⁾ Ero¹⁵⁾, Shen Tzuyao¹⁴⁾¹⁵⁾, Erk⁴⁾, Gartsman등은 동-정맥만으로 된 혈관경을, Ero¹⁵⁾,

Shintomi¹⁶⁾ 등은 근혈관경을, Tark, Khouri, Shaw²⁾등은 근막 및 동정맥혈관경을보고 하였다. 그러나 상기 혈관경(vascular carrier)들은 혈관운반체와 피판 사이에 재혈행화를 유도할 혈류가 충분치 못하거나, 혈관운반체로써의 부피가 너무 크거나, 혈관운반체를 얻기위한 공여부의 반흔등이 문제점으로 되어왔다. 따라서 가능한 혈관만으로 구성되어 있고 혈류및 혈관 분지가 왕성한 혈관운반체가 재혈행화에 있어 매우 이상적이라 하겠다. 그러한 측면에서 대망은 위의 조건을 만족시키는 매우 적합한 혈관운반체라 하겠다. 실제적으로 최근 Tark은 대망을 이용한 이차적 도서형피판에대한 성공적인 임상례를 보고함으로 이제 이 이차적도서형피판(prefabricated free flap)은 무한한 가능성을 제시하였다. 따라서 본 연구에서는 백서의 복부에 panniculus carnosus층을 포함하는 양측 유경피판(bipedicled flap)을 거상하고 이 밑에 대망을 거상하여 이식하고 이를 혈관경으로 하여 2차적 도서형피판(secondary island flap)을 생성시킨후 이 피판의 혈행화정도를 정량분석 평가함으로 백서의 대망을 이용한 새로운 이차적 도서형피판의 실험모델을 제시하고 대망의 혈관경으로써의 그 효용성에 대해 알아보하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

체중 300-350g의 male Sprague Dawely rat 10마리는 대조군으로, 10마리는 실험군으로 선택 각각 아래의 방법으로 선정작 및 측정하였다.

2. 방 법

가. 실험군 (revascularization with omentum)

10 마리의 male Sprague Dawely rat (체중 300-350 g)을 4% chloral hydrate(0.75ml/100gm of body weigh)로 복강내 주사로 마취하고 복부 및 세혜부에 depilator(Nair)를 발라 체모를 제거 시킨다. 체모를 제거한 복부의우측에 6 x 2.5cm 크기의 피판을 작도하고 26 G needle을 이용 gentian violet tattoo를 1cm 간격으로 시행하여 격자를 그려넣는다. 도안한 피판의 내측 선을 따라 피부절개를 심부근막(deep fascia)의 직상방까

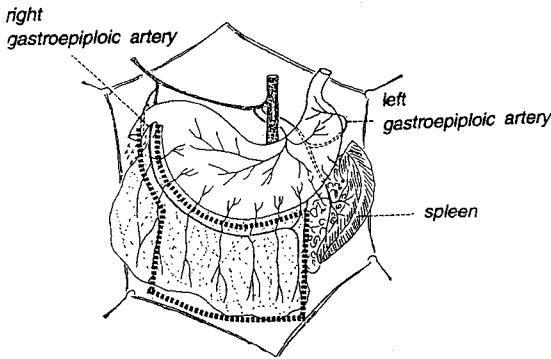


Fig. 1. Schematic drawing of omental vascular carrier

지 가하고 복부 근육으로 부터 panniculus carnosus층을 포함하는 양측유경피판(bipedicled flap)을 종으로 거상한다. 거상된 피판의 내측변연 중간위치에 절개를 가하여 복막을 열고 대망을 거상한후 대망의 피판을 비장과 위 및 횡행결장의 좌측 3/1 지점까지의 우측위대망막혈관(right gastroepiploic vessel)의 분지를 분리하여 4 x 2.5cm의 대망절편을 거상 시킨다(Fig. 1). 거상한 대망피판을 복부 피판밑으로 유도하여 위치 시키고 복부 근육과 대망 사이에는 6 x 2.5 cm의 얇은 실리콘판을 깔아 복부로부터 올라오는 혈행을 차단 시킨다. 복부로부터 복강액의 삼출을 예방하기 위하여 대망혈관경주위의 지방조직을 복벽에 7.0 nylon으로 3~4군데 고정하고 복부 피판을 제자리에 놓고 4.0 black silk로 봉합한다. 신경작이 끝난후 모든 쥐들은 10cc syringe 을 2등분한 splint를 사지에 부착하여 신경분포차단(denervation)으로 인해 복부 피판을 손상을 방지하고 몸통에는 plastic collar을 씌워 피판을 물어 뜯는 것을 방지 한다. 혈관경 부착후 7일째 양측유경피판으로 거상하였던 피판의 근위부 및 원위부를 1cm씩 연장하여 8 x 2.5 cm의 피판을 작도하고 이를 혈관경만을 남겨 놓은채 4면을 모두 분리하여 도서형피판으로 거상시키고 육안으로 피판 안쪽의 대망혈관경들을 확인한후 제위치에 놓고 4.0black silk 로 봉합한다.

나. 대조군 (아무런 혈관운반체를 부착하지 않은 군)
 열마리의 웅성 Sprague Dawley계 백서를 실험군과 동일한 방법으로 복부 양측유경피판을 거상시



Fig. 2. Divided 5 zone for measuring flap perfusion at POD 7days.

키고 실리콘 판을 깔아 복벽으로 부터 올라오는 혈행을 차단한후 원위치하였고 실험군과 같이 제7일째 피판의 양끝을 절개하여 완전분리한후 다시 원위치시켰다.

3. 결과 측정

가. 형광측정기를 이용한 피판의 관류량 측정

대망을 복부피판에 부착시킨 후 제 7일째 혈관경만을 남겨 놓은채 4면을 절개하여 도서형피판으로 만들고 다시 원위치시킨 실험군 및 대조군 피판의 관류량을 아래와 같은 방법으로 측정하였다. 8 x 2.5cm의 피판을 종으로 균등하게 나누어 표시한 피판의 5구획과 상복부 정상피부에서의 고유형광치를 피부표면 형광측정기인 Dermato-Fluoroscanner (Santa Barbara Technology, Santa Barbara, CA, U.S.A.)을 이용하여 측정하였다(Fig. 2). 고유 형광치들을 측정한 후 체중 1Kg 당 1.5mg의 Na-Fluoroscanner을 우측 대퇴정맥을 통하여 주사하였다. Na-Fluorescein주사후 30분 경과시 다시 피판의 5구획과 대좌부의 형광치를 Dermato-Fluoroscanner으로 측정하였다.

각구획에서의 형광염색지표(%dye fluorescence index ; %DIF)

$$\%DIF = \frac{\text{피판의 (fluorescein 주사후 형광치 - 고유형광치)}}{\text{대조피부의 (Fluorescein 주사후 형광치 - 고유형광치)}} \times 100$$

으로 산출하였다.

나. 피판의 생존면적율 측정

피판을 2차적 도서형 피판으로 거상하고 다시 원 위치 한지 제 5일째 피판의 생존 면적비율을 Misholy등²⁾ 방법에 따라 세로판용지에 피판의 생존 상태를 옮겨 그린후 모눈종이를 이용하여 면적을 계산하고 전체면적에대한 생존부위 혹은 궤사부위의 면적비로 산출하였다.

다. India ink 주입후 육안적 및 조직학적 관찰

피판의 생존면적비율을 측정한 직후 피판의 내측중앙에 절개를 가하여 대망의 혈관경인 우측 대망막혈관을 박리하고 혈관내에서 ink의 역류를 막기위해 우측 대망막혈관 근위부를 결찰하고 원위부 쪽으로 21G needle을 이용 현미경하에서 india ink 1ml을 고압으로 주입한다. 피판에 ink가 착색되는 양상을 관찰한후 피판및 혈관경을 채취하여 즉시 10% buffered formaldehyde 용액에 고정시키고 혈관경의 측과 나란하게 2차적 대망-피부 복합피판의 중앙에서 절제하여 H-E Stain후 현미경하에서 관찰하였다.

Table 1. Result of Dye Fluorescence Index

개체	실험군	대조군
1	32.26	3.77
2	45.98	3.06
3	23.03	1.30
4	32.04	3.40
5	19.05	2.00
6	32.6	4.00
7	57.12	5.00
8	23.23	3.00
9	17.19	6.00
10	31.33	5.00
평균±표준편차	31.38±12.33	3.65±1.43

4. 자료분석

모든 실험성적은 소수점 3자리에서 반올림하여 소수점 두자리까지 표기하고 평균, - 표준편차로 표시하였으며 대조군과 실험군간의 통계학적 유의성은 two way student's t-test로 검증하였다.

결 과

1. 피판의 관류량 및 생존율

실험 제 7일에 형성된 실험군의 형광염색지표(DIF%)는 31.38±12.33 이었고 대조군은 3.65±1.43으로 두집단간 유의한 차이를 보이고 있었다. 2차적으로 피판을 거상한지 제 5일째 측정된 피판의 생존율은 실험군이 80.47±9.61 이었고 대조군은 2.33±2.00으로 대조군이 거의 100%의 괴사율을 보인 반면 실험군은 80% 이상의 생존율을 보였다(Table 1, 2).

2. 혈관운반체와 목표조직사이의 접촉면적과 피판의 생존율

피판의 zone 3(접촉도 100%)는 형광염색지표(%DIF) = 41.84±21.78, 생존율 99.13±1.89인 반면 혈관운반체와 접촉도가 50%인 zone 2, 3의 경우 DIF% = 26.15±16.83 생존율 72.14±18.22%을 나타내었다. 피판의 생존율은 형광염색지표(DIF%)의 증감에 비례하였고 형광염색지표(%DIF)가 30 이상인 경우 80% 이상의 피판생존율을 나타내었다.

반면 피판과 혈관운반체간에 직접적인 접촉이 없는

Table 2. Flap survival rate

개체	실험군	대조군
1	69.21	0.00
2	86.12	0.00
3	79.03	0.00
4	96.3	2.30
5	68.83	1.00
6	71.69	5.00
7	87.75	4.00
8	75.19	3.00
9	78.98	5.00
10	91.6	3.00
평균±표준편차	80.47± 9.61	2.33±2.00

Table 3. DFI(%) on each zone

개체	zone1	zone2	zone3	zone4	zone5
1	18.16	29.43	36.32	31.03	16.78
2	6.51	16.09	77.39	44.44	20.31
3	2.57	22.06	34.19	12.87	9.56
4	7.75	27.11	38.38	30.63	14.08
5	2.90	22.47	18.29	16.38	8.01
6	18.90	28.49	37.26	32.05	9.59
7	7.04	28.64	84.04	58.69	16.9
8	4.12	23.60	35.21	10.86	10.11
9	1.74	16.38	19.86	15.33	1.74
10	7.77	21.20	37.46	35.34	16.25
평균±편차	7.75±6.10	23.55±4.87	41.84±21.78	28.76±28.78	12.33±5.11

Table 4. Flap survival rate on each zone

개체	zone1	zone2	zone3	zone4	zone5
1	0	53.04	100	54.59	0
2	11.59	69.55	100	88.80	69.35
3	0	77.22	100	59.88	0
4	0	89.71	100	99.18	44.93
5	0	33.33	94.59	78.57	5.86
6	0	42.22	96.74	76.10	0
7	22.43	83.92	100	79.32	20.59
8	0	62.24	100	63.33	0
9	0	86.06	100	50.88	0
10	0	78.36	100	96.43	39.68
평균±편차	3.40±7.61	67.57±19.34	99.13±1.89	74.71±17.09	18.04±24.95

zone 1, 5에 있어서도 10.04±5.61% 관류량에 10.72±16.28%의 생존율을 나타내었다(Table 3, 4).

3. 신경작피판의 해부학적 및 조직학적 관찰

실험군에 있어 피판의 실제적인 면적은 20cm²에서 11.08cm²로 감소되어 실제 44.6%의 피판 구축이 일어났으며 이는 깨사된 피판 주변이 심했다. 피판의 기저부는 많은 육아조직이 덮혀 있었다. 조직학 소견상 피부 및 피하조직과 대망의 경계는 뚜렷했으며 그사이 균질의(homogenous) 육아조직이 가득 차 있음을 보여 주었다. india ink 주입후 2차적 도서형 피판의 피부는 ink의 확산과 망상모세혈관에서의 충전으로 육안적으로 검게 착색되었으나(Fig. 3) 2차적피판의 경계를 넘어 가지는 않았다.

조직 단면절단 소견상 (corss section) 주입된 혈관 경을 따라 대망 및 피판의 진피 및 피부가 검게 착색되었으나 혈관이 적은 지방조직은 착색이 적게 되었다. H-E 염색하에 조직학적 소견상 대망혈관 주위와 피판의 진피내의 혈관주위 그리고 조직내 모든 곳에서 ink particle을 품고 있는 다량의 식균세포 및 거대세포가 관찰되었다. 조직혈관내 부분적으로 ink particle이 발견 되었다(Fig. 4).

고 찰

조직의 재혈행화란 현재공급되고 있는 혈관경로가 아닌 다른 경로를 통하여 즉 다른 혈관경을 조직에 부착시켜 새로운 혈관계를 유도, 궁극적으로 새로운

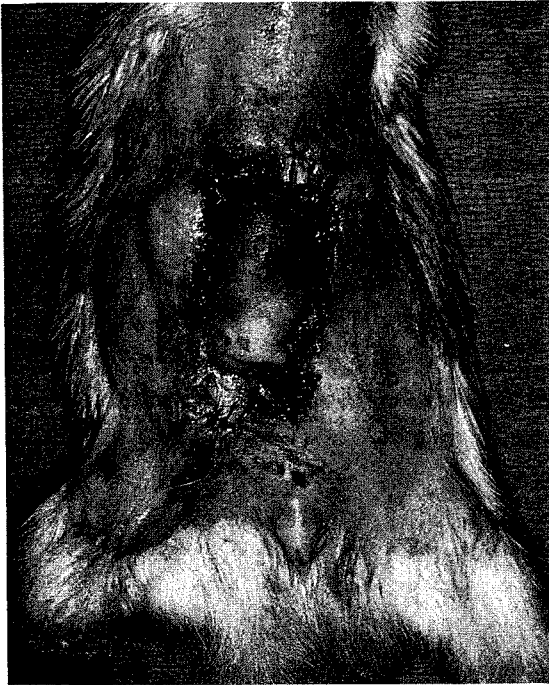


Fig. 3. After injection of india ink in the omental pedicle, the abdominal flap was stained with india ink particle.

혈행을 제공해 주는 것으로 정의 될 수 있다. 이러한 조직 재혈행화의 개념을 미세혈관수술 영역에 적용하면 원하는 크기의 원하는 조직성분에 혈관경을 부착하여 유리피판을 만들고 이에 조작을 가하여 원하는 모양으로 선경작하고 이를 미세혈관수술로 원하는 부위로 옮기는 소위 제 4 세대 유리피판이 가능하다.

이러한 조직재혈행화를 유도한 피판의 이식 최적 시기는 목표조직과 혈관경의 성상에 따라 다를것이나 백서의 근막혈관경을 통한 재혈행화 경우 수술 제 5일경이면 93%의 관류량을 나타내며 이후 시간 경과에 양적 피부관류는 증가하나 피판생존면적이 절대적으로 비례증가하지는 않는다고 하였다²⁾ Shen¹⁵⁾은 가토 실험모델에 있어 이식시기를 9~13 일사이 시행하여 100%의 생존율을 보고하였고 Ero¹⁶⁾은 개의 실험모델에서 14일후 이식함으로 성공적인 결과를 보고하였다. 임상적으로 피판의 재혈행화는 약14일이면 충분하나 백서의 실험모델의 경우 약 7 일이 가장 적당하며 그 이상의 경과시 피판의 생존율보다는 폐사된 조직의 자가 치유 및 피판하부

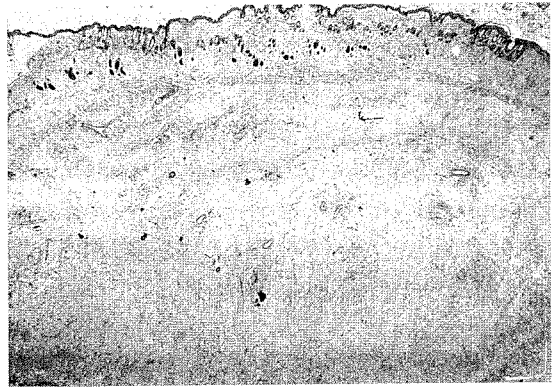


Fig. 4. Pathologic finding after india ink injection (homogeneous granulation is noted between omentum and abdominal flap and india ink particles are noted in the abdominal flap. PC, panniculus carnosus muscle; FV, abdominal flap vessel; HG, homogenous granulation layer : H-E stain, x 20)

의 과육아조직형성으로 인하여 오히려 실험오차를 증가시키게 될 우려가 있다. 대조군백서의 경우 완전폐사된 피판을 10일간 방치하였을 경우 폐사면적이 실험상 측정하였던 제 5일 면적의 1/5로 감소했던 점은 이를 뒷바침해 준다.

재혈행화에 영향을 미치는 요인으로는 1) 혈관운반체의 특성 및 관류량 2) 혈관운반체와 목표조직이 접촉 비율 3) 목표조직의 허혈정도 및 내부 혈관 구조 등이 있다²⁾. 피판의 혈류량을 측정하기 위한 형광염색지표(DFI%)는 DIF가 20%경우 피판생존율은 50%, DIF 30%경우 생존율 80%, DIF 40%경우 생존율 100%로 피판의 생존율과 비례적 증감을 보여주었다. 백서의 대망 혈관경의 경우 DIF 35%경우 피판은 매우 안전할 것으로 사료된다. 역으로 피판의 생존율 측정에 형광염색지표가 매우 유용함을 보여 주었으며 이는 향후 사람의 피판에 대한 data가 작성된다면 수술시 피판의 생존여부를 미리 예측하는 매우 유용한 방법으로 임상에서 쓸 수 있을 것이다.

목표조직과 혈관운반체간에 100%의 접촉도를 갖는 zone 3의 경우 피판생존율은 99%로 거의 모든 부위의 생존에 이상이 없었고 약 50%의 접촉도를 갖는 zone 2,3는 72%의 생존율을 보임으로 피판의 생존은 혈관운반체의 약 1.44배까지 가능하였다. 백

서의 근막 혈관경을 사용한 실험모델에 있어서는 이차적 도서형 피판의 생존길이를 혈관운반체의 2배라 하였고 혈관운반체 부착후 2주간 성숙시킨 이차적 도서형피판의 생존율을 본 실험의 대망 혈관경보다 10% 높은 90%라 보고하였다⁹⁾. 그러나 이러한 차이는 혈관운반체간의 직접적인 혈행화능력의 차이라기 보다는 실험적인 오차에 기인하는 것 같다. 즉 대망 혈관운반체를 피판 밑면에 정확히 고정하지 않음으로 운반체와 목표조직의 접촉면적이 당초 작도하였던것보다 적어졌을 가능성이 있으며 실제로 100%의 접촉도를 갖는 zone 3의 경우 생존율은 99.13%로 매우 높았다. 또한 형광염색지표측정치의 표준편차가 12.33인데 비해 피판생존율측정치의 표준편차는 9.61을 나타냄으로 형광염색지표 측정이 피판생존율 측정에 비해 많은 오차가 발생할 수 있음을 알 수 있다. 따라서 각 혈관경의 혈행화 능력에 대한 비교는 같은 조건하에서 앞으로 더욱 연구 검토 되어야 하리라 본다.

본 실험에서 혈류량이 증가 할 수록, 접촉면적이 증가 할 수록 피판의 생존율은 높았으며 대망은 이차적 도서형피판의 형성에 필요한 혈관운반체로서의 조건인 풍부한 혈류량 및 넓은 접촉면적을 제공하는 매우 유용한 혈관 운반체라 하겠다.

이 실험모델의 문제점으로 1) 실험군의 복강액의 누출 2) 복부피판의 탈신경(denervation)으로 인한 백서자신의 피판손상 (auto cannibalization) 3) 피판하부의 과육아조직(over granulation) 및 피판구축 등이며 복강액누출이 나 피판의 자가손상은 숙련된 기술기법과 부목으로 어느정도 교정이 가능 하나 복부혈행차단을 위한 실리콘판과 피판 사이의 과육아조직은 피판의 두께를 증가시키고 피판구축을 야기함으로 피판의 크기를 감소시켜 보다 얇고 넓은 피부판작성에 장애 요소로 작용하였으며 앞으로 대망을 이용한 이차적 도서형피판을 임상적으로 응용하는데 있어 극복해야 할 과제라 하겠다.

결 론

본 연세대학교 성형외과 교실에서는 백서에서 우측 위대망막혈관을 혈관경으로 하는 대망혈관운반체를 사용하여 복부 피판을 재혈행화시킴으로 새로운 혈관경을 갖는 이차적 도서형 피판을 만들 수 있는

실험 모델을 개발 하였고 재혈행화를 통해 새로 생성시킨 이차적도서형 대망복합피판을 피부표면형광지표를 이용한 관류 측정, 피판생존율관찰, 혈관경에 India ink주입후 조직학적 검사등을 통해 대망은 목표조직을 재혈행화시키는데 유용하게 사용될 수 있는 매우 이상적인 혈관운반체임을 밝혔다. 아울러서 이 이차적피판의 관류정도를 피부표면형광지표를 측정, 정량적으로 분석하여 관류와 피판생존율간에, 혈관운반체의 크기와 피판생존율간에 비례적 관계가 있음을 밝힘으로 앞으로 임상에서 대망을 이용하여 이차적 도서형피판을 제작, 다른부위에 이식할 수 있는 소위 제 4 세대 미세수술의 기초적 지식들을 규명하였다.

REFERENCES

- 1) 탁관철 : 2차적으로 생성시킨 도서형복합 피판에 있어서 혈관크기와 생존면적과의 상관관계. 대한성형외과학회지 19(3):338-347, 1992
- 2) 탁관철, 유재덕 : 근막 및 동정맥 혈관경을 이식하여 생성시킨 2차적 복합피판에 관한 연구. 대한성형외과학회지, 17(5):149-155, 1991
- 3) Diller JG, Hartwell SW : *The mesentric vascular pedicle ; review of its clinical uses and report of experiments in dogs. Cleve Clin Q* 33:163-167, 1966
- 4) Erk Y, Rose FA, Spira M : *Vascular augmentation of skin and musculocutaneous flaps. Ann Plast Surg* 10:341-347, 1985
- 5) Erol OO : *The transformation of a free skin graft into a vascularized pedicled flap. Plast Reconstr Surg* 58:470-477, 1976
- 6) Erol OO, Spira M : *Omentum island skin graft flap. Surg Forum* 29:594-560, 1978
- 7) Erol OO, Spira M : *Development and utilization of a composite island flap employing omentum : Experimental investigation. Plast Reconstr Surg* 64:405-418, 1980
- 8) Erol OO, Spira M : *Secondary musculocutaneous flap : An experimental study. Plast Reconstr surg* 65:277-282, 1980
- 9) Graham BH, Walton RL, Elings VB and Lewis FR : *Surface quantification of injected fluorescein as a predictor of flap viability. Plast Reconstr Surg* 71:826-831, 1983
- 10) Khouri RK, Tark KC, and Shaw W.W : *Prefabrication of flaps using an arteriovenous bun-*

- dle and angiogenesis factors. Sur Forum 39:597-599, 1988*
- 11) McLean DH, Buncke HJ : *Autotransplant of omentum to a large scalp defect with microsurgical revascularization. Plast Reconstr Surg 49:268-274, 1972*
 - 12) Misholy H, Jacobs G, Reinisch JF and Puckett CL : *A grid method for evaluating flap survival in rats. Plast Reconstr Surg 69: 881-882, 1982*
 - 13) Shen Tzyuao : *Omental axial flap - New technique to form a vascular free flap. Clin J Surg 17:151-157, 1979*
 - 14) Shen Tzuyao. : *Vascular implantation into skin flap : Experimental study and clinical application: A preliminary report. Plast Reconstr Surg 68:404-409, 1981*
 - 15) Shen Tzuyao. : *Experimental study of tissue graft vascularization by means of vascular implantation and subcutaneous burying. Plast Reconstr Surg 73:403-410, 1984*
 - 16) Shintomi Y., Ohura T : *The use of muscle vascularized pedicle flap. Plast Reconstr Surg 70:725-735, 1982*
 - 17) Tark KC : *Protection of abdominal flaps from self-mutilation in the rat. Plast Reconstr Surg, 84:376-377, 1989*
 - 18) Tark KC, Khouri RK, Shin KS, Shaw WW : *The fascio-vascular pedicle for revascularization of other tissues. Ann Plast Surg 26(2):149-155, 1991.*
 - 19) Vineberg AM : *Development of an anastomosis between the coronary vessels and a transplanted internal mammary artery. Cand Med Assoc J 55:117-119, 1946.*
 - 20) Washio H : *An intestinal conduit for free transplantation of other tissues. Plast Reconstr Surg 48:48-54, 1971*