

피 판 술

한양대학교 의과대학 구리병원 성형외과학교실
안희창 · 박철수

FLAP SURGERY

Hee Chang Ahn, M.D., Chul Soo Park, M.D.

*Dept. of Plastic and Reconstructive Surgery College of Medicine,
Hanyang University, Seoul, Korea*

I. 피판술의 원리

최근의 흐름을 보면, 첫째, 피판술은 단순히 피부의 결손을 메꾸는 것이 아닌 연부조직의 결손을 교정하는데 사용한다는 것이고, 둘째, 새로운 피판이 발표됨에 따라 피판술의 종류, 방법, 적용 등을 계속 습득하여야 할 필요가 있으며, 셋째 안면부의 결손 등 복합적 조직결손의 경우 여러 공여부로부터 각각의 조직을 취하는 것이 아니라, 한 혈관 경속에 골, 근육, 연조직, 피부조직 등을 함께 포함시켜 단일 유리피판술로 교정하는 일괄적 복합재건술(en bloc reconstruction)을 이용하려는 추세이다.

1. 정의

피판(skin flap)은 피부와 피하조직의 혈액공급을 유지시키는 상태로 한 부위에서 다른 부위로 이동시키는 수술이다. 최근에는

미세혈관 수술의 발달로 한 부위에서 먼부위로 옮길 수 있게 되었다. flap의 뜻은 조직에서 혀모양으로 나온 부위를 뜻하며 pedicle(경)은 그 기저부(base)를 뜻하며 skin flap을 pedicle flap 이라고도 한다.

본래는 피판이라면 피부와 피하조직층으로만 이루어진 것을 의미했으나 최근에는 그 의미가 넓어져서 근육과 피부로 이루어진 근피판(myocutaneous flap, musculocutaneous flap), 근막과 피부로 이루어진 근막피판(fasciocutaneous flap), 골과 피부로 이루어진 골피판(osteocutaneous flap)등도 넓은 의미에서 피판이라 부른다. 이 피판을 공여부로부터 부분적으로 혹은 완전히 떼어서 수혜부로 옮겨다 놓는 것을 이전(transfer)이라 한다¹⁾.

피판(skin flap)과 피부이식(skin graft)의 차이를 보면 해부학적, 생리학적으로 피판에는 피부외에 피하조직(지방, 근육, 근막, 골)이 포함될 수 있으며, 적어도

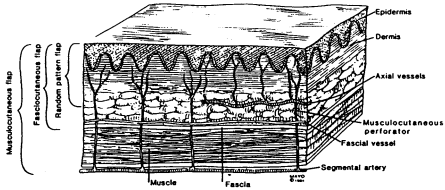


Fig. 1 A simplified representation of skin blood supply with both random and axial pattern distribution.

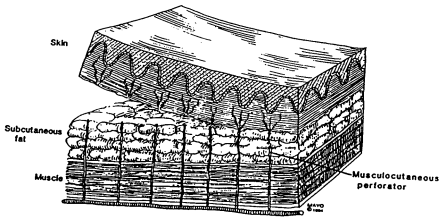


Fig. 2 A random pattern(cutaneous) flap. The intact musculocutaneous perforators in the base of the flap perfuse the dermal-subdermal plexus of the elevated portion of the flap.

혈관조직(vascular network)이 함께 이전 되어 자신의 힘으로 살아갈 수 있다. 반면에 피부이식은 표피층과 진피 일부 혹은 전부의 피부만 이식되며, 자기 자신의 혈관조직(vascular network)을 갖지 못하므로, 전적으로 이식상(recipient bed)에 의해 영양공급을 받게 된다. 피판(flap)과 이식편(graft)의 차이도 동일하다.

피판은 자신의 혈관 조직을 가지고 가서 수혜부에서 그대로 생존할 수 있으나, 이식편은 그렇지 못하다. 따라서, 재건할 부위의 혈액, 영양 공급상태가 좋지 못하거나, 결손 부가 깊고 큰 경우에는 이식편(graft)은 살

아남기 어려우며, 피판(flap)을 사용하여야 성공적인 재건이 가능하다.

2. 피판의 분류

최근에 여러 가지 종류의 피판이 이용됨에 따라 피판을 분류하기가 매우 복잡하게 되었다. 피판은 대개 이동기전(method of movement), 혈류공급, 구성조직(composition) 등에 따라 분류한다.

가. 혈관분포에 따른 분류

피판에 들어 있는 동맥의 굵기와 주행방향에 따라 피판을 축성피판(axial pattern

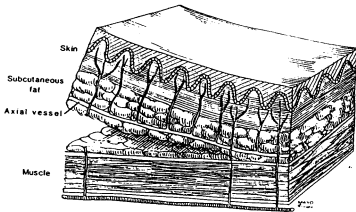


Fig. 3 An axial pattern(arterial) flap. The axial vessel is elevated with the flap. As depicted, there may be an overlap between territories of direct cutaneous vessels and musculocutaneous perforators.

flap)과 임의피판(random pattern flap)으로 나눈다(Fig. 1).

1) 임의피판(Random pattern flap)

주로 근육에서의 근피관통동맥(musculocutaneous perforating artery)에 의해서 영양 공급되는 부분에 만들어진 것으로, 피판거상시에 관통지가 잘라져 피판 경부가 일정하지 않은 가느다란 혈관에 의존하는 피판이다. 이 경우는 길이와 폭의 비도 중요한 사항으로 되며²⁾, 또 피판을 연장하기 위한 지연처치(delay procedure)의 조작도 행해지는 것이 있다(Fig. 2).

2) 축성피판(Axial pattern flap)

피판의 경내에 근중격피부동맥(septocutaneous artery)에서 분지한 직접피부동맥(direct cutaneous artery)이 들어 있는 피판이다(Fig. 3). 이것은 직접피부동맥(direct cutaneous artery)을 영양혈관으로 해서 포함한 피판이다. 이 혈관이 포함되면 피판경의 폭과 길이 등의 비율에 대한 문제가 없어지고, 이 영양혈관을 남기고 피부를 섬모양으로 잘라낸 도서형 피판(island flap)으로 하는 것도 가능하며(Fig. 4), 또

이 영양혈관을 이식상의 혈관과 혼합하는 것으로 인해 유리피판으로도 쓸 수 있다³⁾. 직접피부동맥은 신체의 몇 부위에서 이 동맥을 이용하여 동맥 피판을 작성할 수 있다(Table.1).

Table.1 Axial Pattern Flaps

Flap	Blood Supply
Median forehead	Supratrochlear vessels
Nasolabial	External nasal angular vessels
Deltpectoral	Internal mammary perforators
Groin	Superficial circumflex iliac artery
Dorsalis pedis	Dorsalis pedis artery

나. 공여부와 수혜부간의 거리에 따른 분류

공여부와 수혜부가 인접해 있느냐 멀리 떨어져 있느냐에 따라 피판을 국소피판(local flap), 원격피판(distant flap)으로 나눈다.⁴⁾

1) 국소피판(local flap)

가장 기능적, 미용적으로 좋은 결과를 얻을 수 있는 것은 피부의 바로 옆의 조직을

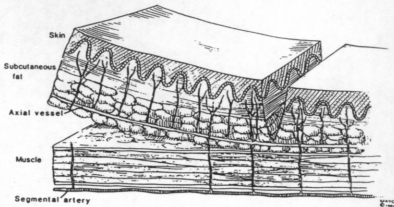


Fig. 4 An island flap. The axial vessel is elevated with the flap, and the skin bridge at the base is divided, isolating the flap only on its vascular pedicle.

얻는 것이다. 그 이유는 바로 옆의 피부가 피부 결손 부위의 피부와 색깔, 감촉등 그 성상이 같기 때문이다. 같은 시야에서 수술 하며, 절개선을 따로 만들지 않아도 되는 장점이 있다. 그러나 주위조직의 양이 충분치 못하거나, 주위의 혈액순환이 좋지 않은 경우, 눈, 코, 입, 귀 등 중요기관의 손상 혹은 변형을 초래할 가능성이 있을때는 주위의 조직을 이용할 수 없다.

가) 회전피판(rotation flap): 반원형 피판을 고정되어 있는 축점(pivot point)에서 회전하여 인접하고 있는 결손부로 옮겨다 놓는 것이다(Fig.5).

나) 전위피판(transposition flap): 회전피판과 혼동하기 쉽다. 회전피판이나 전위피판 모두 옆으로 미끄러짐과 동시에 돌려지는 요소는 다 갖고 있으므로 이동하는 방법으로 양자를 구별하기는 곤란하다. 피판의 모양이 장방형, 정방형 또는 삼각형이란 점을 제외하고는 회전피판과 유사하다. (Fig.6). 양엽피판(bilobed flap), Z-성형술(Z-plasty), Limberg(rhomboid)피판(Fig.7), Dufourmentel 피판등이 여기에 속한다. 회전피판과 전위피판은 축점에서 회전되는 피판이기 때문에 이들은 축점피판(pivot flap)이라 부르기도 한다.

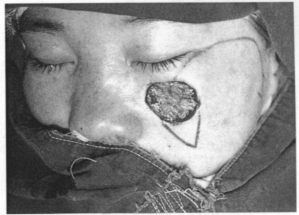


Fig. 5 A. Rotation flap on cheek following basal cell carcinoma resection. B. Flap is rotated to the defect. Back cut or Z-plasty can facilitate the movement of flap.



Fig. 6 A. Transposition flap was designed on the cheek to cover the lateral orbital defect. B. Flap was transferred to defect area. Donor site was closed directly with undermining and advancement.

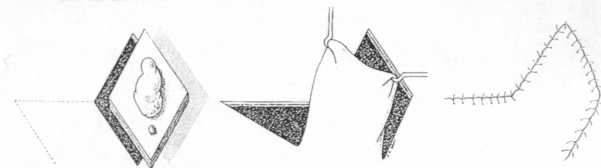


Fig. 7 A Limberg's flap(rhomboid transposition flap). The rhomboid flap is located just lateral to the primary defect in a way that facilitates direct closure of the secondary defect using local tissue laxity.

다) 보간피판(interpolation flap): 결손 부 사이에 놓여 있는 피부 위 또는 밑을 거쳐 결손부로부터 가져가는 것을 말한다(Fig.8).

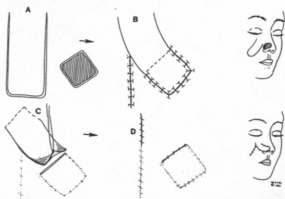


Fig. 8 An interpolated flap. A. The flap is outlined and elevated. B. The donor site is closed, and flap is inset into the defect. C. Once the flap is revascularized, its pedicle is divided. D. Insetting is completed.



A



C

B



Fig. 9 A. Nose dorsum defect after basal cell carcinoma resection. Median forehead flap was designed.
B. Flap was transferred to nose to cover the defect.
C. Flap was divided on postoperative 2 weeks so that remaining flap was turned back to forehead and glabella area.

5

라) 전진피판(advancement flap): 피판을 회전하지 않고 두 고정점에 피판의 기저를 두고 결손부 쪽으로 당겨서 덮어 주는 것이다. 피판의 기저부 양편 바깥쪽에서 작은 Burrow 삼각을 절제해 줌으로써 전진 거리가 증가될 수 있다(Fig. 10). 전진피판을 이용할 때는 피판을 지나치게 당겨서 혈행이 위태롭게 되지 않도록 주의해야 한다.

단순전진피판(simple advancement flap) 이외에도 VY전진피판(V-Y advancement flap), YV전진피판(Y-V advancement flap) 등이 자주 이용된다. VY전진술(V-Y advancement)이란 피부나 점막에 V자형 절개를 가해 피판을 전진시킨 상태에서, 절개선의 양편에 있는 피부를 모아 봉합해 줌으로써 봉합선이 Y자형이 되어 피부나 점막의 길이가 길어진다.

2) 원격피판(Distant flap)

공여부가 수용부에 인접해 있지도 않고 또 동일한 해부학적 구역 내에 있지도 않아서 피판을 멀리서 이전해 오는 경우를 말한다(Fig. 11). 수혜부에서의 혈관이 증식되고 피판의 혈관망에 연결되어 혈액공급이 이루어

지면, 약 2-3주 후 피판을 기저부에서 절단하여 완전히 옮겨주어 결손부를 재건하게 된다.

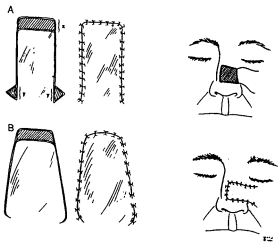


Fig.10 An advancement flap. A. In the advancement flap, triangle(y) (Burrow's triangle) of skin has been removed lateral to the base equal to the distance of the advancement ($x=y$). B. Incisions are made into the base of flap to assist in advancement.

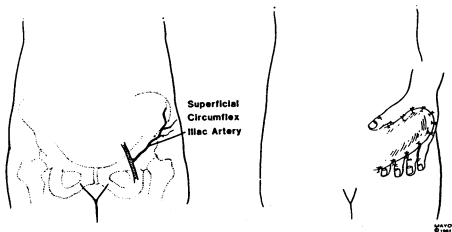


Fig.11 A groin flap can be used as a distant pedicle flap to cover the defects of the hand. The pedicle is divided after adequate revascularization by the recipient bed of the hand.

Flap Composition

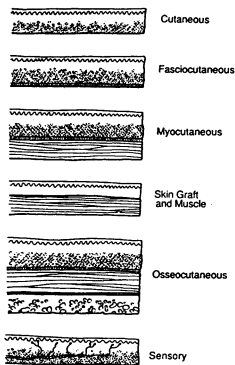


Fig.12 Classification of skin flaps by composition.

할 수 없고, 임의피판은 혈행이 나빠 피사할 위험성이 높은 경우에는 혈행이 좋은 근막피판(fasciocutaneous flap), 근피판(myocutaneous flap), 또는 근판(muscle flap)+식피술 등 복합피판(compound flap)을 사용하는 것이 안전하다(Fig. 12).

1) 근피부 피판(musculocutaneous flap)

근피부 피판에 관하여 처음에는 피부는 결손을 메우고, 근육은 피부조직에 혈류를 공급하는 보조 조직으로 생각하였으나, 임상적인 사용이 증가됨에 따라 근육조직이 사강(dead space)을 메워주는 역할을 하며 혈류량이 풍부하여 감염을 조절할 수 있다는 사실을 알게 되었다(Fig. 13).

근피부 피판은 근육을 절고 올라오는 근피부동맥을 통해 혈류를 공급받으므로 만일 근피부 피판을 작도하려면 근육으로 가는 혈행, 근육내부에서의 혈관의 분포, 가장 중요한 신경혈관경은 어떤 것인지 등에 대한 충

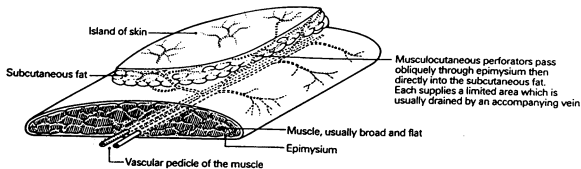


Fig. 13 Musculocutaneous flap consisting of muscle, fascia, subcutaneous fat and skin.

다. 구성 조직에 따른 분류

대부분의 조직결손에는 피부로만 된 피판(skin flap)을 사용하면 충분하다. 그러나 조직결손의 범위가 넓고 깊으며, 그 주위에도 손상이 있어서 인접부위를 공여부로 사용

분한 지식이 필요하며, 성공적인 수술을 위하여 근피부 피판의 선택만큼이나 피판의 작도도 중요하다 하겠다. 1979년, Mathes와 Nahai는 근육을 그 혈류공급양상에 따라 5가지형으로 분류하였으며 이는 현재 임상

<i>Type I</i>	<i>One vascular pedicle</i>		
	Gastrocnemius		
	Tensor fasciae latae		
	Anconeus		
	Vastus intermedius		
<i>Type II</i>	<i>One dominant vascular pedicle usually close to origin or insertion of the muscle, with additional smaller pedicles entering the muscle belly.</i>		
	Abductor digiti minimi	Peroneus longus	Sternocleidomastoid
	Abductor hallucis	Peroneus brevis	Temporalis
	Biceps femoris	Platysma	Trapezius
	Brachioradialis	Rectus femoris	Vastus lateralis
	Flexor digitorum brevis	Semitendinosus	
	Gracilis	Soleus	
<i>Type III</i>	<i>Two vascular pedicles, each arising from a separate regional artery (except orbicularis oris)</i>		
	Gluteus maximus		
	Rectus abdominis		
	Serratus anterior		
	Orbicularis oris		
<i>Type IV</i>	<i>Multiple pedicles similar size</i>		
	Flexor digitorum longus	Extensor digitorum longus	
	Extensor hallucis longus	Flexor hallucis longus	
	Vastus medialis	Sartorius	
	External oblique	Tibialis anterior	
<i>Type V</i>	<i>One dominant vascular pedicle and several smaller secondary segmental vascular pedicles</i>		
	Pectoralis major		
	Latissimus dorsi		

Table.2 Classification of the vascular anatomy of muscles.

서 중요하게 쓰이고 있다 (Table. 2, Fig. 14).

2) 근막피부피판(fasciocutaneous flap)

근막의 직상, 또는 직하에도 혈관망이 있고 이들도 피부로의 혈행에 관여하고 있다. 이 혈관망을 중심으로 해서 생각하는 것이 근막피부피판이다.⁵⁾ 피판의 혈액 공급을 중

가시키기 위해 심근막(deep fascia)을 포함시킨 피판이다. 사지부에는 심근막이 잘 발달되어 있으며, 이 심근막에 형성되어 있는 혈관총은 근중격을 뚫고 올라오는 근중격 피부 혈관에서 기시하며, 피판에 심근막을 포함시키면 약 15%정도 피판을 길게 작성할 수 있다(Fig. 15, 16).

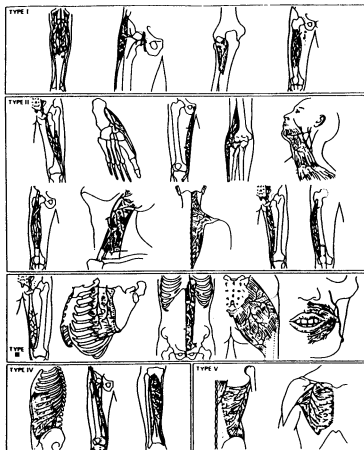


Fig.14 Classification of the arterial supply of muscle and musculocutaneous flaps by Mathes and Nahai.

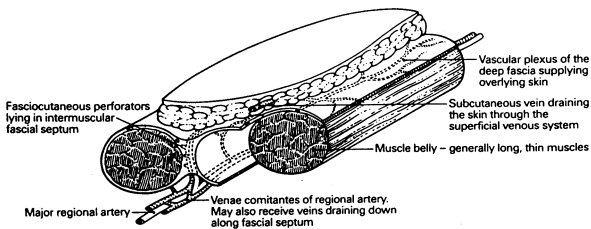


Fig.15 Fasciocutaneous perforators arising from regional arteries. The vessels pass along fascial septa between adjacent muscles to the overlying skin.

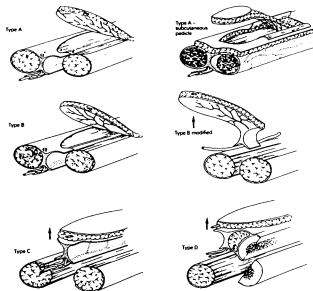


Fig.16 Classification of the fasciocutaneous system of flaps by Cormack and Lamberty.

3) 근피판(Muscle flap)

근피판은 피부나 피하조직이 없이 근육만을 단독적으로 거상하고 근육에 혈류를 공급하는 혈관을 피판경으로 이용한 피판으로, 근피판 이식을 시행한 뒤 근육위에는 피부이식술을 시행한다. 근피판은 충분한 혈류량 때문에 생존력도 높고 골절의 회복과 감염의 조절에도 효과가 있으며, 골수염의 조절에도 효과가 있음이 보고 되었다. 따라서, 하지에

서는 근피판 및 피부이식술이 훨씬 유용한 피판술이라 하겠다.

4) 특수 피판(Special flap)

가) 감각피판(sensate flap): 도서형 피판 또는 유리피판에서 혈관경에 신경을 포함시켜 수혜부로 이식된 조직이 감각을 가지게 되는 피판이다(Fig.17).

나) 골피부 피판(osseocutaneous flap): 혈관경을 가진 골조직이 포함된 피판이다.

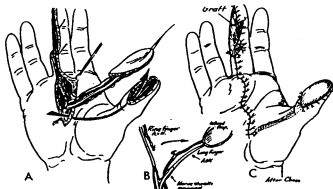


Fig.17 The neurovascular island flap(Littler). A. An island of skin raised on its neurovascular pedicle. B. Mobilization of the flaps. C. The flap sutured into the recipient defect with skin graft closure of the donor site.

다) 혼성피판(composite flap): 단일 혈관 경에 피부, 근, 연부조직, 골 등의 여러 구조물들을 포함하는 피판으로 풍부한 혈류공급으로 창상치유가 빠르고 감염없이 3차원적 교정을 가능하게 해주는 이상적인 방법이라 하겠다(Fig. 18).

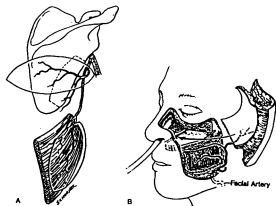


Fig. 18 Composite scapular flap reconstruction of a facial defect. A. The composite skin flap, bone flap, and muscle flap with a common pedicle. B. Midfacial reconstruction with three-dimensional use of a composite tissue transfer.

II. 피판의 해부와 생리

1. 피부의 혈관 분포

피부의 혈관분포를 이해해야 피판을 안전하게 도안하고 작성할 수 있으며, 피판의 명칭을 쉽게 이해할 수 있다. 인체의 혈류는 크게 3단계로 내부순환계(internal system), 근순환계(muscular system), 표피순환계(cutaneous system)로 나뉘고 표피순환계는 다시 근막, 피하조직, 피부의 3단계로 구분되어 2가지 종류의 동맥으로부터 혈류 공급을 받는 5종류의 혈관총(plexus)으로 구성된다.

가. 내부순환계

나. 근순환계

내부 순환계와 표피 순환계를 연결해 주며, 주로 근육에 혈류를 공급한다.

다. 표피 순환계

표피는 3개의 층(근막, 피하지방, 피부)으로 나뉘고, 2종류의 피부동맥인 근피관통동맥(musculocutaneous perforating artery)과 근중격피부동맥(septocutaneous artery)으로부터 혈류 공급을 받는 5개의 혈관총-근막(fascial), 피하(subcutaneous), 피부(cutaneous), 진피(dermal), 표피하(subdermal)으로 구성되어 있다(Fig. 19).

몸통에서 넓고 얇은 근을 덮고 있는 피부는 대개 근피관통동맥을 통해서 혈액을 공급 받고 있으며, 좁고 얇은 근을 덮고 있는 피부는 근중격피부동맥을 통해서 혈액을 공급 받고 있다. 피부에는 주로 근중격피부동맥이 혈액을 공급하고 근피관통동맥은 보충적으로 혈액을 공급하고 있다.

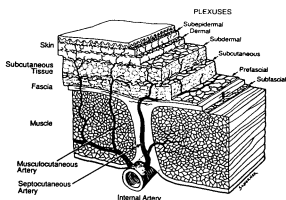


Fig. 19 The cutaneous macrocirculation. The subcutaneous, subdermal, dermal and subepidermal vascular plexuses.

2. 피판의 생리

가. 미세순환(microcirculation)

미세순환은 순환계에서 가장 작은 혈관들에 의해 형성되는 것으로, 영양분과 대사물질의 교환 및 국소적인 혈류의 조절기능을 담당하고 있다.

1) 피부혈류의 전신적 조절

피부혈류의 전신적 조절은 신경성 조절(neural regulation)과 액소성 조절(humoral regulation)이었다. 신경에 의한 조절이 가장 중요하며, 교감성 혈관수축 섬유가 대부분이다. 교감신경에 자극이 없으면 특히 동정맥 문합부위의 혈관확장현상이 초래된다. 액소성 조절을 하는 epinephrine과 norepinephrine은 피부혈관의 α -아드레날린성 수용기에 직접 작용하여 혈관 수축을 일으키며, serotonin은 혈관 수축제로, histamine과 bradykinin은 혈관 이완제로 알려져 있다. Arachidonic acid의 대사물질인 Thromboxane A₂ 와 PGF₂는 강력한 혈관 수축제이고, PGE₁, LTC₄, LTD₄은 혈관확장제이며, PGI₂는 혈소판 응집을 억제시키는 작용도 한다.

2) 피부혈류의 국소적 조절

피부혈류의 국소적 조절(local regulation)은 대사성조절(metabolic regulation)과 물리적 조절(physical regulation)의 2가지가 있다. 대사성 조절을 담당하는 대사물질들은 주로 혈관 확장제로 작용하며, 이에 PCO₂의 증가(hypercapnia), PO₂의 감소(hypoxia), pH의 감소(acidosis), 조직 간질의 칼륨(interstitial K)의 증가등이 있다. 물리적 조절의 하나인 관류압(perfusion pressure)의 증가는 피부혈관을 확장시키고, 국소적

저체온혈증(local hypothermia)은 혈류의 감소를 유발시킨다.

나. 병태생리학적 변화

피판을 거상하게 되면 심한 변화가 일어나게 되어 혈류를 조절하던 섬세한 평형상태가 깨지게 되고, 피판은 혈류학적 불균형 상태가 된다. 이러한 초기의 상태에서는 교감신경의 기능상실과 허혈부위의 발생이 중요한 요소가 된다. 그러므로 피판이 살아남기 위해서는 적절한 영양혈류가 공급되어야 하고, 허혈에 의한 손상을 최소한으로 줄여야 하며, 만약 수술후 8-12시간 이내에 이러한 교정을 해주지 않으면 비가역적인 손상으로 피판이 괴사된다⁶⁾.

III. 피판 작성 및 임상적 적용

1. 피판작성의 기본원칙

피판을 작도할 때 가장 먼저 생각하여야 할 것이 피판 생존여부에 대한 것이다. 피판 생존에는 충분한 혈액공급 및 정맥의 배출이 중요하다. 그러므로 피판의 크기와 위치, delay여부, 혈액공급의 유지 등이 필요하다.

가. 피판의 크기와 위치

피판의 안전한 작도에 대한 법칙, 형식, 길이와 넓이에 대한 비율등은 없지만, 아래의 사항 등을 참조하면 좋다⁷⁾.

- 1) 피판의 장축에 큰 혈관이 있으면 보다 긴 피판을 작도할 수 있다.
- 2) 두경부에 피판을 작도하는 것이 타 부위보다 좋다. 이는 두경부의 피부에 혈액공급이 좋기 때문이다
- 3) delay를 하면 혈행을 증가시킨다.
- 4) 쌍경피판이 단경피판보다 생존률이 높다.
- 5) 젊은 사람이 노인보다 혈행이 좋다.

나. 지연처치(Delay procedure)

임의피판(random pattern flap)이든 축성피판(axial pattern flap)이든간에 피판을 작성하면 피판에 허혈(ischemia), 저산소혈증(hypoxemia), 과탄산혈증(hypercapnia), 및 산증(acidosis)이 일어나며(이를 '피판쇼크'라 한다.), 모세혈관 혈류가 감소되어 조직세포에 심한 대사장애가 초래되며, 나아가서 피판이 괴사하기 쉽게 된다. 피판을 작성할 때 피판이 괴사하지 않게 하려면 피판의 혈행을 증가시켜주고⁸⁾ 저산소증(hypoxia)에 견딜 힘을 증가시켜주어야 한다. 지연처치란 피판이 생존할 수 있는 한도내에서 피판에 허혈 상태를 만들어 혈액 순환에 변화가 일어나도록 자극하여 피판의 혈류를 증가시키는 조작으로 피판의 안전도가 의심스러울 때 이용한다⁹⁾. 일반적으로 지연처치를 위해 두 개의 평행절개를 하고 피판을 바리한 뒤, 7일부터 2-3일 간격으로 2-3회에 걸쳐 피판의 원위부를 절개하면 된다. 이런 지연처치후 8-10일에 최대 효과를 얻을 수 있으며, 이런 효과는 3주까지 지속된다¹⁰⁾. 지연처치후 피판은 반드시 2-3주내에 전이하여야 안전하다(Fig. 20).

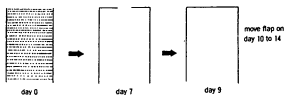


Fig. 20. Delay procedure.

2. 피판의 임상적 적용

성형외과영역을 크게 미용수술분야와 재건 수술분야로 나눌 수 있는데 재건 수술분야의 대부분의 수술은 피판을 사용하는 수술이다. 따라서 피판을 얼마나, 또 어떻게 잘 활용하느냐에 따라 수술의 성패가 좌우된다고 해도

과언이 아니다. 만약 피판을 이전하는데 실패하게 되면 수해부의 결손이 커지게 됨은 물론이고 온전한 공여부의 조직과 기능마저도 잃게 되는 결과를 초래하게 되므로 피판을 사용할 때는 각별히 주의해야 한다¹¹⁾.

가. 혈행이 불량한 창상의 피복

- 1) 외상후 하지의 창상은 혈행이 불량하여 치유가 잘 안되며, 염증이 잘 생기기 때문에 쉽게 피부이식만으로 치유가 안 되는 경우가 많다.
- 2) 노출된 골, 연골, 건, 신경들은 자체에 혈액공급이 불량하고, 두터운 조직으로 덮어주어야 하므로 피판술을 해야 한다.
- 3) 공동(open cavity): 흉부, 두개, 상악골과 같은 부위에 공동이 있는 경우 공동을 메꾸어 줄수 있는 근피판술등이 유용하다.
- 4) 방사선 괴사의 환부는 혈액 순환이 좋지 않으므로 피판술을 사용하여야 한다.

나. 안면부의 재건시

두피, 전두부, 안검, 코, 입술, 볼 등의 안면부위는 반흔구축 등의 변형을 방지하기 위하여 피판으로 재건한다.

다. 골돌출부의 피복

육창이나 수지첨부 손상시 피판 수술로 튀어나온 부위의 피복이 필요하다.

라. 피판을 통해 하부구조의 수술을 하려고 할 때건, 신경이식, 혈관이식, 골절부 복원등 하부구조의 재건이 필요한 경우 피판술로 우선 재건하여야 한다.

마. 감각을 회복시키려 할 때

감각 피판을 이용하여 재건한다.

IV. 유리 피판

유리 피판술은 신체의 어느 부위에 광범위한 조직 결손이 발생하여, 신체의 다른 부위에서 적절한 조직을 동맥과 정맥의 혈관경이 부착된 상태로 채취한 후 수혜부에서 미세혈관들을 문합하여 조직의 결손부를 한 번에 재건하는 수술이다.

이상적인 유리피판술을 시행하기 위해서는 수혜부 및 공여부의 조직과 혈관분포에 관한 해부학적 지식이 중요하며, 수술현미경을 이용한 작은 혈관들을 문합할 수 있는 술기가 필요하게 되었다. 이 수술은 장 시간의 수술 시간이 소요되고, 숙련된 수술팀의 구성이 필요하며 치밀한 술전계획에 의해 시행되어야 좋은 결과를 얻을 수 있다.

1. 일반적인 원칙

가. 수술전의 준비

환자의 문제점을 평가하여 재건의 목적과 우선 순위를 결정하고, 특별한 수술적 고려 사항들을 점검한다. 철저한 수술계획 수립과 문제 발생시 계획 전환의 예측이 필요하며, 수술의 예행연습과 환자에 대한 교육등에도 관심을 가져야 한다.

나. 수술 과정

마취 의사와 협조가 필요하며, 수술대와 환자의 위치결정이 장시간의 수술에 중요한 영향을 미치게 된다. 공여부와 수혜부의 박리, 적당한 수혜혈관들을 선택, 공여혈관들의 분리, 일시적 피판의 봉합, 혈관 문합, 공여부 봉합과 혈관경의 조사, 피판의 완전 봉합의 순서로 수술을 진행하게 된다.

다. 수술후의 처치

드레싱과 운동제한이 필요하며, 세심한 전신적 처치가 있어야 하고, 피판의 순환상태

감시를 통하여 필요시 혈관 재개통을 위한 수술이 필요할 수 있다. 환자상태의 호전에 따라 활동범위를 증진시킬 수 있다.

2. 유리 피판의 장점

가. 한번의 수술로 단시일 내에 목적을 달성할 수 있다. 원거리에서 유경피판(distant pedicled flap)을 가져다 재건해 주려면 여러 번 수술해야 하므로 전체 입원 기간이 길고, 경제적 부담이 크고, 실패율도 높다.

나. 멀리서 필요한 조직을 가져다 사용하므로 한정되어 있는 인접조직을 보존할 수 있다.

다. 방사선조사를 받은 부위에 생긴 창상, 골막이 벗겨진 골, 인공물질 삽입후, 만성골수염처럼 혈액순환이 불량하고 염증이 있는 곳에도 혈행이 좋은 유리조직판으로 피복하여 재건할 수 있다.

라. 이전하고자 하는 조직의 크기, 종류, 두께, 색깔을 자유롭게 선택해서 사용할 수 있다. 결손부의 필요에 따라 원거리에서 감각이 있는 피판, 모발이 있는 피판, 골, 건, 근 등의 복합조직판까지도 이전하여 사용할 수 있다. 혈관경을 가지고 있으므로 안전하게, 외양 및 기능적으로 좋은 결과를 거둘 수 있다.

마. 공여부의 선택이 자유로와 공여부의 이환율을 줄이고, 환자의 불편을 감소시켜 줄 수 있다.

3. 유리 피판의 종류

A. 피판

가. 서혜부 피판(Groin flap)

혈관경인 천장골회선혈관(superficial circumflex iliac artery)과 천하복부혈관(superficial inferior epigastric vessel)의 위치가 일정하지 않으며, 굵기가 비교적 가늘고, 길이가 짧으며, 박리하기 어려워 경험이 적으면 실패하기 쉽다. 얼굴 피부와는 색깔이 잘 어울리지 않아 임상적 적용을 하기에는 만족스럽지 못하다. 심회선장골혈관(deep circumflex iliac vessel)을 혈관경으로 삼아 장골과 피판이 붙어 있는 골피판으로 이전할 수 있기 때문에, 골과 피부를 필요로 하는 하악결손부에 사용할 수 있으며 공여부가 직접 봉합되어 흉이 감추어 질수 있는 점이 장점이다.

나. 견갑부 피판(Scapular flap)

피판의 크기에 제한이 있긴 해도 혈관경인 견갑회선동맥(scapular circumflex artery)이 굵고 길며, 진피층이 두껍고 지방층이 얇으며, 털이 없어 얼굴을 재건하는데 사용하기 적합하다. 또한 진피층이 두꺼워 발바닥이나 두경부를 재건하는데 사용하기 적합하다. 이 피판에 견갑골의 외측연을 포함시키면 골피판(osteocutaneous flap)으로도 이용할 수 있다¹²⁾. 공여부를 일차봉합해 줄 수 있으나, 여성의 경우 등과 어깨에 반흔이 문제되며 수술시 환자의 자세를 바꾸어야 하는 점이 불편하다.

다. 전완부 피판(Forearm flap)

요골동맥(radial artery)과 한 두 개의 전완부 정맥을 혈관경으로 갖고 있으며 한 두 개의 피신경(cutaneous nerve)이 이 부위의 감각을 지배하고 있다¹³⁾. 이 피판의 장점은 해부학적 구조가 명확하여 피판을 거상하기 쉽고, 피판이 비교적 넓고, 얇고 부드러워 경부재건, 경부식도재건, 수부재건에 사

용된다. 혈관이 굵고 길며, 피판의 끝에 다른 피판을 연결해 relay flap도 가능하다. 피판에 요골(radius)의 일부를 피판에 포함시켜 유리골피판(free osteocutaneous flap)으로 채취할 수 있으므로, 하악재건, 음경재건에 사용할 수 있다. 단점은 대개의 경우 공여부인 전완부에 식피술이 필요하며, 노출부이기 때문에 미관상 문제가 된다. 또한, 혈관경으로 이용되는 혈관이 비록 손의 주혈관은 아니라고 하지만 손의 커다란 혈관 하나를 희생시켜야 한다는 것이다.

라. 족배부 피판(Dorsalis pedis flap)

혈관경으로 사용하는 족배동맥(dorsalis pedis artery)이 굵어서 문합하기 쉬우며, 피판이 매우 얇으며, 감각을 가질 수 있는 장점이 있다. 그러나 해부학적 변화가 많아 피판을 거상하기가 비교적 어려우며, 발 등에 식피술이 불가피한 넓은 피부결손을 초래한다. 이 피판에 얇은 신전건(extensor tendon)과 제 1중족골(first metatarsal bone)을 포함시킬 수 있으므로 손등을 재건할 때 사용하기 이상적인 피판이다.

마. 외상완 피판(Lateral arm flap)



Fig.21 A. Squamous cell carcinoma is seen on the lateral border of tongue. Hemiglossectomy and wide resection of mouth floor was performed with neck dissection.

상완의 외측 근중격에 위치한 심상완 동맥 (profunda brachial artery)을 이용하는 근막 피판으로 주로 수부, 족부, 두경부 재건에 이용되며, 7cm 이내의 폭이면 공여부의 직접봉합이 가능하다(Fi.21).

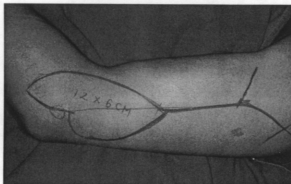


Fig.21 B. Bilobed lateral arm flap was desinged for tongue and mouth floor.

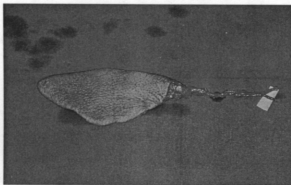


Fig.21 C. Free flap was elevated with long vascular pedicle.

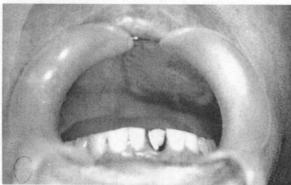


Fig.21 D. Postoperative result of tongue and mouth floor reconstruction.

B. 근피판과 근판(Myocutaneous & Muscle flap)

가. 광배근(Latissimus dorsi flap)

광배근은 인체에서 가장 넓은 근이며, 두께가 얇아서 다양한 크기와 모양의 조직결손을 재건해 주는데 유용하고, 혈관경이 길고 일정하기 때문에 가장 보편적으로 사용되는 근판 중의 하나이다. 또한 근피판으로서도 매우 유용하다. 이 근을 사용해도 공여부에는 경미한 기능장애만 남기 때문에 안심하고 사용할 수 있다. 흉배동맥(Thoracodorsal artery)이 비교적 굵고 길어 미세 혈관 문합이 용이하여 광범위한 두경부결손, 하지결손 등에 유용하다(Fig.22).

나. 박근(Gracilis flap)

박근은 대퇴부 내측에 표재성으로 위치하고 있으며 길이가 길고 평평하고 얇아서 안면 신경 마비나 볼크만 허혈성 구축(Volkmann's ischemic contracture)의 기능 회복에 사용되며, 또한 연조직 결손부위를 재건해 주는 데도 널리 사용된다.

다. 복직근(Rectus abdominis flap)

하심복벽동맥(inferior deep epigastric artery)에 의해 혈액공급되는 복직근은 비교적 넓은 복합조직 결손부 재건에 매우 유용하다. 혈관경이 굵고 길며, 커다란 피부조직을 함께 옮겨줄 수 있고, 공여부의 흉이 감추어 질 수 있다.

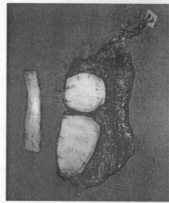
C. 골피판(Osteocutaneous flap)

가. 장골(Iliac flap)

장골릉(iliac crest)은 해면골이 풍부한 잘 혈관화된 이식골이어서 하악, 골반, 발처럼 굵은 골을 재건하는데 사용하기 적합하다



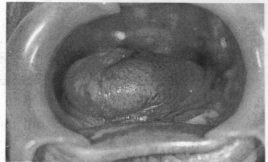
(A)



(B)



(C)



(D)

- Fig.22 A. Postmaxillectomy view on left side face with nasal, palatal defect and orbital bone resection.
 B. Latissimus dorsi myocutaneous flap with 2 skin paddles was harvested for palatal and nasal lining, and big cavity of maxilla. Rib was also obtained for medial wall and inferior floor of orbit.
 C. Post-operative view of face.
 D. Reconstruction of palatal area with flap.

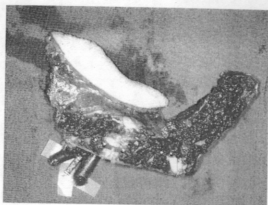
14) 혈관경인 심회선장골혈관(deep circumflex iliac vessel)은 장골릉 전체와 대부분의 장골내측면에 혈액을 공급하고 있으며 근피관통분지로 전상장골극(anterior superior iliac spine, ASIS) 외측부의 피부에 혈액을 공급하고 있어서 큰 유리골피판을 만들어 사용할 수 있다. 단점이라면 너무 두껍고, 섬모양의 피판에 혈행이 믿음직스럽지 못하고, 수술후 마비성 장폐색(paralytic ileus)이나 탈장의 위험이 있고, 피부 색깔이 얼굴이나 목에 어울리지 않는다는 것이다.

나. 비골(Fibular flap)

비골은 혈관경을 가진 유리골판으로 사용할 수 있는 골들 중에서 가장 길고 강인한 골이며, 직선 모양이다. 골과 골막에 혈액을 공급하는 비골혈관(peroneal vessel)이 비교적 굵어서 문합하기가 용이하고, 박리하기도 용이하다. 대퇴골처럼 사지의 긴 골에 결손이 있는 경우에 재건하는데 많이 사용되며, 두경부 특히 하악의 재건에도 여러 곳에 절골한후, 소금속판과 핀으로 고정하여 3차원적 재건을 하고 있다(Fig. 23).



(A)



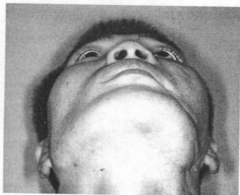
(B)



(C)



(D)



(E)



(F)

- Fig.23 A. Left side hemimandibular defect due to traffic accident.
B. Fibula osteocutaneous flap was harvested. Fibula was osteotomized for 3-Dimensional contour reconstruction of mandible, and was fixed with miniplate and screws.
C. Flap was insetting and microvascular anastomosis was performed.
D. Post-operative view after mandible reconstruction.
E. Post-operative view. Notice the symmetry of mandible.
F. 3-D CT scan of post operative view. Notice the reconstructed mandible.

D. 복강내 유리조직편(Intraabdominal tissue free flap)

가. 대망(Great omentum flap)

대망(omentum)은 넓고 넓은 연부조직으로 광범위한 피부결손에 식피술로 덮어서 재건에 이용할 수 있고, 혈형이 좋아서 만성적 감염부위나 방사선 괴사부위 등의 재건에 이용할 수 있다¹⁵⁾. 대망의 모양을 자유로이 변화시킬 수 있으므로 어떠한 모양의 결손이나 사강이던지 쉽게 보충할 수 있다.

나. 위장관 이식(Intestine flap)

혈관경을 분리하여 포함할 수 있는 장관은 어떤 분절이던지 인후와 식도를 재건하기 위한 관으로 제공될 수 있다. 상장간막동맥(superior mesenteric artery) 분지에 의해 공급받는 공장, 하장간막 동맥(inferior mesenteric artery)에 의해 공급받는 S상 결장, 위대망혈관(gastroepiploic artery)에 의한 위의 관형분절들이 사용될 수 있다. 특히 공장(jejunum)은 경부식도의 크기와 비슷하며, 점막이 있고 공여부 이환율이 비교적 낮아 가장 많이 사용된다.

E. 기타

가. 족지의 수무지화수술(Toe-to-thumb transfer)

족지이식을 이용한 수지의 재건은 미용적으로나 기능적으로 우수하다¹⁶⁾. 다수의 수지가 소실된 복잡 수부손상에도 족지이식과 부분족지이식으로 수부기능을 개선하는데 유용하게 사용된다.

V. 피판의 검사 및 감시

1. 피판의 혈류를 개선시키는 방법

피판의 전이후 혈류 부전이 있는 경우에 이를 개선시킬 수 있는 방법에 대하여 많은 연구가 있어 왔으나, 대부분이 제한적 효과만 있을 뿐이다.

가. 일반적 방법

1) 거머리(Hirudo medicinalis)

재접합한 수지나 피판의 정맥 울혈이 있을 때 이를 개선시키기 위하여 많이 사용되어 왔다.

2) 저분자 덱스트란(Low molecular weight dextran)

혈소판의 유착력을 감소시키고, 혈류를 증가시키며, 응고된 섬유소의 용해가 잘 되도록 변화시켜 주므로 피판의 혈류를 개선시켜 줄 수 있다.

3) 고압산소 요법

피판의 미세순환이 폐쇄되지 않고 현저히 혈류가 감소되어 있을 때, 고압산소 요법을 시행하면 조직산소분압(pO₂)이 증가하여 피판의 괴사를 방지할 수 있다.

나. 약리학적 방법

상당수의 단순거상피판에서 허혈성 변화 및 수술 실패의 징후를 보인 반면 지연피판의 경우는 안정된 상태를 유지하는 것으로 보아¹⁷⁾, 지연상태를 충분히 이해한다면 약리학적으로 지연 현상을 만들어 워내로운 피판의 상태를 호전시킬 수 있을 것이라고 생각된다¹⁸⁾.

1) 축색차단제(axon blocker)

자율 신경계는 여러 단계에서 차단할 수 있으며, 신경절(ganglion) 혹은 축색 차단제와 수용기 차단제(receptor blocker)로 나누어 설명할 수 있다. 축색차단제에는

reserpine, dopamine, guanethidine 등
이 있다.

2) 수용기 차단제(receptor blocker)

말초 혈관계에서 교감신경 수용기는 α -수용기(α -receptor)와 β -수용기(β -receptor)로 나뉘며 다시 β -수용기는 β_1 -수용기와 β_2 -수용기로 나뉜다. α -수용기가 자극되면 혈관 수축이, β -수용기가 자극되면 혈관 확장이 일어나며, 피부에서는 α -수용기가, 근육에서는 β -수용기가 각각 중요한 역할을 한다.

3) 평활근에 직접 작용하는 평활근 이완제 (direct smooth muscle relaxant)

hydralazine, nitroglycerine, diazoxide, dimethylsulfoxide 및 칼슘통로 차단제(calcium channel blocker) 등이 이러한 작용을 하는 약제들이다.

교감 신경계에서는 arachidonic acid의 대사물질들은 혈관확장, 혈관수축, 혈소판 기능 억제에 관여한다. PGE복합체와 PGI₂는 강력한 혈관확장제로, PGF복합체 및 thromboxane은 혈관 수축제로 작용을 하므로 arachidonic acid의 대사를 억제하는 약제가 연구되어야 하고, 이런 약제로는 indomethacin, ibuprofen, imidazole 등이 있다.

4) 혈류학적 변화(altering rheology of blood)

혈류의 변화를 초래시키는 약제들이 피부의 혈류를 개선시킬 수 있을 것이라는 기대하에 연구 되었다. xanthinol niacinate (complamin), low-molecular weight dextran, dicumarol, dipyridamol, heparin, hyaluronidase, streptokinase 등이 연구 되었으며 단백질 박탈(protein depletion)도 연구되었다.

5) 허혈에 대한 내성의 증가(increasing

tolerance to ischemia)

가) 스테로이드(steroid)

스테로이드는 세포막 안정효과(membrane stabilizing properties)가 있어 조직의 허혈에 대한 내성을 증가시키기 때문에 악화된 피부의 상태를 호전시키는데 이용된다.

나) 과산화물 유리기 포착제(superoxide radical scavenger)

차단된 허혈 조직에서 발생하는 유리기(free radical)가 조직의 생존에 치명적인 장애를 초래하므로, 유리기의 발생을 억제하거나 발생된 유리기를 포착제(scavenger)로 처리하면 조직의 손상을 극소화시킬 수 있을 것이라고 생각하게 되었다.

2. 피부의 혈행에 대한 모니터링 (Monitoring)

피부의 혈액 순환상태를 검사/감시하여 파악하는 것이 피부의 합병증을 예방, 발견 및 치료하는 데에 매우 중요한 요소이다. 따라서 여러 가지 주관적 및 객관적 검사방법이 개발되어 이용되고 있다.

가. 주관적 방법(Subjective test)

1) 피부의 색깔

피부의 색깔이 창백하면 동맥혈 유입에 문제가 있고, 검푸른색을 띠면 정맥혈의 유출에 문제가 있는 것으로 판단할 수 있다.

2) 표백 실험(capillary blanching test)

색깔이 돌아오지 않으면 동맥혈 유입에 문제가 있고, 색깔이 정상보다 빨리 돌아오면 정맥혈에 문제가 있는 것으로 판단할 수 있다.

3) 피관의 출혈 검사

피관에서 피가 나지 않으면 동맥혈의 유입이 되지않는 것을 알 수 있으며, 피의 색깔이 검붉은색이다가 선홍색으로 바뀐다면 이는 정맥혈의 유출에 문제가 있음을 알 수 있다.

4) 피관의 표면 온도 측정

나. 객관적 방법(Objective test)

대부분의 객관적 검사법들은 실제 임상에서 사용하기에 불편하고 까다롭기 때문에 임상에서는 객관적 방법보다는 주관적 방법들을 더 많이 이용하고 있다.

1) 신진대사검사(metabolic test)

경피성 산소분압(transcutaneous PO₂)과 조직의 산성도(pH)를 검사하는 방법이 있다.

2) Fluorescein 검사법

3) 초음파도플러(ultrasound Doppler)

4) 레이저 도플러(laser Doppler, LD)

5) 광혈량측정법(photoplethysmography)

6) 정량적 검사(quantitative test)

7) 청소율 검사(clearance test)

8) 방사성 중심체(radioactive microsphere)

9) 전자기적 혈류측정법(ectromagnetic flowmetry)

현재 임상에서는 유리피관의 감시와 단순 거상피관의 원위부 허혈상태를 평가하는 것이 수술의 실패를 막기 위하여 중요한 일이며, 전자의 경우, 노출된 피관이면 표피온도 측정법과 도플러를 이용한 측정법이, 묻혀있는 피관이면 시차온도측정법이 제일 효과적인 방법이겠고, 후자의 경우라면, 임상에서는 fluorescein 염색소를 이용하는 검사법이, 실험실에서의 경우라면 방사성 중심체를 이용한 검사법이 제일 효과적인 방법이라 하겠다. 그러나, 이들 객관적 방법보다도 오랜

경험에 의한 주관적 방법에 의한 피관의 검사가 매우 유용하고 실제적이다.

Ⅶ. 합병증

1. 피관의 단점

- 가. 식피술보다 실패율이 높고 실패하면 그 후유증이 더욱 심각하다.
- 나. 여러단계의 수술, 장기입원, 시간 소모가 많을 수 있다.
- 다. 공여부에 조직결손이 생긴다.
- 라. 피관이 두툼할 수 있다.
- 마. 불필요한 곳에 털이 자라날 수 있다.
- 바. 얼굴모양이 바뀌어질 수 있다.

2. 합병증

피관 수술시 가장 심각하고도 가장 흔한 합병증은 피관의 일부 또는 전부가 괴사하는 것이다. 그 원인이 피관을 작성할 때 생긴 것과 피관을 이동한 후에 발생한 것으로 나눌 수 있다.

가. 피관 작성시 유의할 점

피관을 작성할 때 혈행이 좋도록 피관을 설계해야 한다. 그러므로 가능하면 축성피관(axial pattern flap)을 선택하도록 한다. 축성피관을 작성할 때 혈관의 주행방향과 피부의 혈관 분포 영역을 정확히 이해하고, 수술시 혈관을 다치지 않도록 주의하는 것이 매우 중요하다.

나. 피관을 이진한 후 유의할 점

피관을 이진한 후 피관의 혈행을 위태롭게 하는 일이 없도록 해야한다.

1) 피부긴장(tension)을 없앤다.

피부긴장이 심하면 가장 심한 선을 따라 피부색소가 회계 변한다. 이런 긴장부위는

11번 칼로 색조변화가 심한 부위를 90의 각도로 절개한다.

2) 피판의 비틀림(kinking)을 없앤다.

통상피판(tube pedicle flap)에 잘 생기며 피판의 고정 및 환자의 위치 교정으로 바로 잡아 주어야 한다.

3) 피부에 가해지는 압력(pressure)을 없앤다.

외부압력(external pressure)은 그 봉대가 너무 조이든지 위치가 좋지 않아 생기며 이는 쉽게 위치 교정이나 치료로 교정할 수 있다. 그러나 내부 압력(internal pressure)은 통상피판에 잘 생기며 tube 내에 너무 지방조직을 많이 포함시킴으로써 생긴다. 더군다나 수술후 24시간에는 부종으로 인해 그 중량이 35% 증가하므로 피판 작도시 조심해야 한다.

4) 혈종(hematoma)을 제거한다.

혈종은 내부압력을 증가시키므로 즉시 제거 준다.

5) 염증(infection)의 발생시 수시로 창상치치를 해 주고 항생제를 투여하여 염증을 완화시킨다.

보통은 수술후 첫 8-12시간이 가장 위험하다. 일단 피사가 생겼으면 감염을 방지하고 피판 전부를 잃지 않기 위하여 조기에 피사조직을 절제한다.

REFERENCES

1. Shaw WW: Clinical microvascular surgery and free tissue transfer. In Smith JW, Aston SJ(eds): Plastic Surgery. 4th ed. Boston, Little Brown & Co. pp 1029-1052, 1991.
2. Milton SH: Pedicled skin-flaps: The fallacy of the length:width ratio. Br J Plast Surg 57: pp 502-511, 1970.
3. Brown MD: Advancement flap. In Baker SR, Swanson NA(eds): Local Flap In Facial Reconstruction. St. Louis, Clarinda Co. pp 91-108, 1995.
4. Grabb WC: Classification of skin flaps. In Myers MB, Grabb WC(eds): Skin Flaps. Boston, Little . Brown&Co. pp 145-154, 1975.
5. Daniel RK, Kerrigan CL: Principles and physiology of skin flap surgery. In McCarthy JG: Plastic Surgery. Philadelphia, W.B. Saunders Co. pp275-328, 1990.
6. Gerge B Lamberty H: Flaps: physiology, principles of design, and pitfalls. In Mimis Cohen (eds): Mastery of Plastic and Reconstructive Surgery. Boston, Little, Brown & Co. pp 56-70, 1994.
7. Jackson IT: Flaps design and management. In Calnan J (ed): Recent Advances in Plastic Surgery. New York, Churcill-Livingstone, pp 153-172, 1976.
8. Fisher J: Basic Principles of Skin Flaps. In Georgiarde(eds): Textbook of Plastic, Maxillofacial and Reconstructive Surgery. Baltimore, Williams & Wilkins. pp 29-40, 1992.

9. Myers MB: Attempts to augment survival in skin flaps—mechanism of the delay phenomenon. In Grabb WC, Myers MB(eds): *Skin Flaps*. Boston, Little, Brown&Co. pp 65-79, 1975.
10. Goding GS, Hom DB: Skin flap physiology. In Baker SR, Swanson NA(eds): *Local Flap In Facial Reconstruction*. St. Louis, Clarinda Co. pp 15-30, 1995.
11. Reinisch JF: The pathophysiology of skin flap circulation (the delay phenomenon) *Plast Reconstr Surg*. 54: pp 585-592, 1974.
12. Hidalgo DA: Scapular free flap. In Shaw WW, Hidalgo DA(eds): *Microsurgery in Trauma*. New York, Futura Publishing Co, pp 257-268, 1987.
13. Kiyonori H: Forearm free flap. In Kiyonori H(eds): *Microvascular tissue transfer*. Toroko, New York, Igaku-Shoin, pp 94-100, 1983.
14. Manktelow RT: Anatomy of the iliac crest transfer. In Manktelow RT: *Microvascular Reconstruction*. Berlin, Springer-Verlag, pp 68-76, 1986.
15. Serafin D: The gastro-omental flap. In Serafin D: *Atlas of Microsurgical Composite Tissue Transplantation*. Philadelphia, W.B. Saunders Co, pp 695-716, 1996.
16. Buncke HJ, Jackson RL: The surgical and rehabilitative aspect of revascularization of the hand. In Hunter, Mackin, Callahan(eds): *Rehabilitation of the hand*. Philadelphia, Mosby Co, pp 1075-1100, 1995.
17. Guba AM, Callahan J: Nutrient blood flow in delayed axial pattern skin flaps in the pig. *Plast Reconstr Surg* 64: pp 375-382, 1979.
18. Kerrigna CL, Daniel RK: Pharmacologic treatment of the failing skin flap. *Plast Reconstr Surg* 70: pp 541-550, 1982.