

유리 신혈류화 골판(遊離新血流化骨辦)을 이용한 家兔 下顎骨의 再建

*서울대학교 치과대학 구강악안면외과학교실
**카톨릭의과대학부속 의정부 성모병원 치과 / 구강악안면외과
***광주보훈병원 구강악안면외과
*이종호 · **김현태 · ***박 광

RECONSTRUCTION OF RABBIT MANDIBULAR DEFECT USING FREE NEOVASCULARIZED BONE FLAP

Jong-Ho Lee, D. D. S., Ph. D.*, Hyeon-Tae Kim, D. D. S., Ph. D.**,
Kwang Park, D. D. S.***

**Department of Oral & Maxillofacial Surgery, College of Dentistry,
Seoul National University*

***Department of Dentistry and Oral-Maxillofacial Surgery,
Uijongbu St. Mary's Hospital, Catholic University Medical College*

****Department of Oral & Maxillofacial Surgery, Kwangju Veterans Hospital*

To overcome the limitations of conventional microsurgical tissue transfer, experimental creation of various neo-flaps using the vessel implantation technique has been reported. We have performed some experiments of fabrication of neo-osseous flap with local vessels and iliac bone slabs to know that the flap vascularity and neo-angiogenesis are achieved enough to microtransfer.

As a next step of our previous experiments, the flap viability and the histologic change between the recipient bone and neo-osseous flap was assessed after microsurgical transplantation. The flap was created on the rabbit femoral region (n=25) using femoral vessel and the iliac bone segments (2.5×1.5cm in size). Three weeks after neovascularization, the newly formed flap was harvested and microtransferred to the mandibular defect. As a control, contralateral mandibular defect was created and reconstructed with conventional free iliac bone graft. Scintigrams of experimental group performed 3 days after microtransfer showed hot uptake, while that of control poor uptake. Histologic and vital stain labeling study revealed good bone viability and vascularity of neo-osseous flap.

In conclusion, prefabricated neo-osseous flap of our model could be transferred to the recipient site with retaining the flap viability and showed advantages over the conventional bone graft in that it was living bone graft.

I. 서 론

종양 절제, 외상, 방사선골괴사 그리고 기타 원인에 의해 하악골의 불연속 결손등을 포함한 안면골 결손이 초래될 수 있다. 이러한 경우 안면골 재건에 적용될 수 있는 술식들은 매우 다양하며, 특히 수혜상이 연조직으로 충분히 피복되어 있고 구강연조직이 건전하며, 감염이 없고 혈행이 손상되어 있지 않은 경우에는, 비혈류화 유리 자가골 이식을 이용한 악골 결손 재건은 오랜 경험에 의해 믿음만하다고 입증된 방법이다. 그러나 방사선 조사부와 같이 상술한 수혜상의 조건이 충족되지 않을 경우에는 골 이식 성공율이 현저히 저하되게 된다. 이런 경우 혈관화 늑골^{1,2)}, 중족골³⁾, 견갑골⁴⁻⁶⁾, 또는 비골판⁷⁻⁹⁾ 등이 선택될 수 있다. 혈관화 유리조직판의 기본 개념은, 생체의 조직은 그의 생활력을 유지시키는 혈액 공급로가 반드시 있게 마련인바, 이 영양혈관을 부착시킨 채 조직을 채취하여 수혜상의 혈관에 서로 문합하게 되면 혈류의 재교통과 동시에 이전된 조직판이 바로 생존하게 된다는 것이다^{10,11)}.

이와같이 미세조직이전술의 도입으로 악안면재건의외과 영역에 획기적인 진보가 왔으며, 악안면부의 경 연조직 결손을 수복하기 위하여 미세 문합술을 이용한 유리조직 이식술이 치료의 최선의 선택으로 빈번히 사용되고 있다. 그러나 이것 또한 가용한 조직 공여부의 수효가 한정되어 있고 특히 혈류화 골이식은 골의 혈류량을 높이기 위해 근막이나 근육을 피판에 포함시켜야 하므로 유리판의 조직량이 많아지게 되어 안면부 이식시 외모에 맞게 형태를 맞추기가 어렵고 새로운 공여부 결손 및 기능 상실을 초래시킬 수 있는 단점이 있다^{12,13)}. 이러한 점을 보완하고 필요한 조직만을 이식하며, 이동시킬 혈관경이 없는 부위도 혈관을 재배치시키거나 이식시켜 새로운 공여 조직을 형성하는 방법이 고안되었다. Prefabricated flap형식의 기본 개념은 이식하고자 하는 조직 사이 또는 내부에 혈관을 매식하여 3, 4주 치유시키면, 매식된 혈관에서 이식하고자 하는 조직으로 새로운 혈관이 형성됨으로써 매식혈관을 pedicle로 하

는 신혈류화 유리조직판을 만드는 것이다¹⁴⁻¹⁶⁾.

저자들은 가토 장골편을 대퇴혈관으로 새롭게 혈관화하여 유리판을 만드는 연구를 수행하여 양호한 결과를 얻었던 바 있는데, 본 연구의 목적은 이렇게 형성된 신혈류화골편을 타 부위의 골결손부에 이식하였을 때, 이식 골편의 생존여부와 이식체와 숙주 사이의 조직학적 변화를 관찰하여 임상에 적용하기 위한 실험적 근거를 마련코자 하였다.

II. 재료 및 방법

(1) 연구동물

실험동물로 3.0kg 내외의 가토 26마리를 사용하였다. 암수 구별은 하지 않았으며, 물과 인공 토끼 사료로 사육하였다.

(2) 연구방법

1) 신혈류화골편 형성

토끼 귀정맥에 염산케타민(케타라®, 유한양행)을 주사하여(8mg/Kg) 마취를 유도한 다음 경부를 삭모하고 피부 소독을 시행한 후 기관 절개하여 삼관하고 할로탄, 이산화질소 및 산소로 유지하였다. 우측 장골능 주위를 삭모하고 통법으로 소독한 후 장골을 전측으로(약 2.5×1.5cm 크기) 채취하여 생리식염수에 담귀 두었다. 동측 서혜부 및 대퇴부를 삭모 소독하고 서혜인대에서 무릎관절까지 피부를 종절개하였다. 혈관주위조직을 잘 보존한 채 우측 대퇴동맥과 정맥을 노출시켰으며, 혈관 분지들은 소작하거나 결찰하였다. 채취 보관 중인 장골편을 가운데 골수 망상골을 중심으로 이분한 다음 혈관이 골 사이에서 눌리지 않고 위치되게 하기 위해 치과용 큐렛으로 도랑을 팠다. 이렇게 준비된 골을 대퇴혈관경 주위로 샌드위치 형태로 위치시켜 놓은 다음 봉합사로 느슨하게 결찰하여 두 골편을 어느정도 밀착시키고 절개선을 층별 봉합하였다. 술후 창상이 감염되거나 동물이 사망하였을 경우에는 새로운 가토로 보충하였다.

2) 신혈류화골편의 하악골 결손부 미세이전 수술을 시행한 날로부터 3주째에 신혈류화

골판을 형성할 때와 동일한 방법으로 마취한 후, 통법에 따라 하악골 골체부를 노출시키고 2.5×1.5cm 크기의 골결손부를 좌우측에 양측성으로 형성하였다. 우측 서혜부를 열고 이전에 미리 조작하여 둔 실험류화골판의 원위 혈관경을 절찰 절단한 후 서혜인대 수준에서 대퇴혈관경을 절단하고 수혜부로 이전하였다. 골편을 하악골 결손부에 위치시키고 골간 강선으로 고정하였다. 수혜부 혈관으로는 안면동맥과 정맥을 사용하였으며, 골편의 혈관경을 수술현미경(Karl Caps Co., Germany)하에서 10-0 monofilament polyamide 6(Ethilon®, Ethicon, LTD, UK)로 12개 내외의 단단봉합을 시행하여 문합을 완성하였다(Fig. 1). 문합 중에 해파린 식염수를 점적하였으며, 1% 염산 리도카인을 간간히 사용하여 혈관 수축을 막아주었다. 대조군으로 좌측 하악골 결손부에는 좌측 장골능에서 채취한 장골로 재건하였으며, 마찬가지로 골간 강선으로 고정하였다(Fig. 2).

3) 방사선 사진 촬영 및 골주사(bone scanning)

일반 x-ray장치로 하악골 측촬영을 시행하여 이식골의 융합 및 치유 정도를 알아보았다. 실험류화골판의 미세이전 후 3일째 이식골의 활성 여부를 확인코자 무작위로 선택된 동물 5마리에서 ⁹⁹Technetium-MDP를 이용해 하악골의 bone scan을 시행하였다.

4) Fluorescent dye labelling(Vital stain)

Oxytetracycline(25mg/kg : 한국화이자, 한국)과 DCAF(calcein green, 20mg/kg ; Sigma Co., U.S.A.)를 골이식 후 1, 2, 4주째 번갈아가며 동물 5마리에 근주하였다. 마지막 약제 주입 3일후 동물을 희생시켰으며, 시편을 채취하였다. 채취한 조직을 알콜 농도를 순차적으로 높이면서 탈수시킨 후, metacrylate에 포매하였다. 완전히 레진이 중화되면 줄톱을 사용하여 시편 블록을 약 100-150μm 두께로 횡 또는 종으로 절단하였다. 이렇게 준비된 절편들은 금강사(carborundum, grit No. 400 ; Fisher Co., U.S.A.)로 연마하여 날을 세운 두개의 두꺼운 유리판으로 30μm 두께가 되도록 연마하였다. 완성된 절편을 봉입제로 마운팅한 후

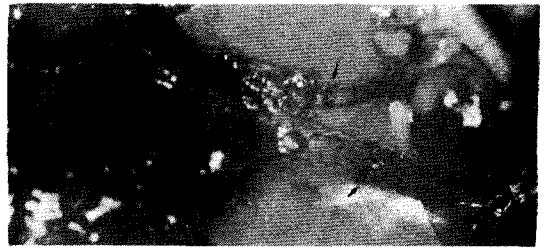


Fig. 1. Photograph of immediate after microtransfer showing the vascular pedicles which have been anastomosed end-to-end to the one of external carotid branches(upper arrow) and the vein to the facial vein(lower arrow)

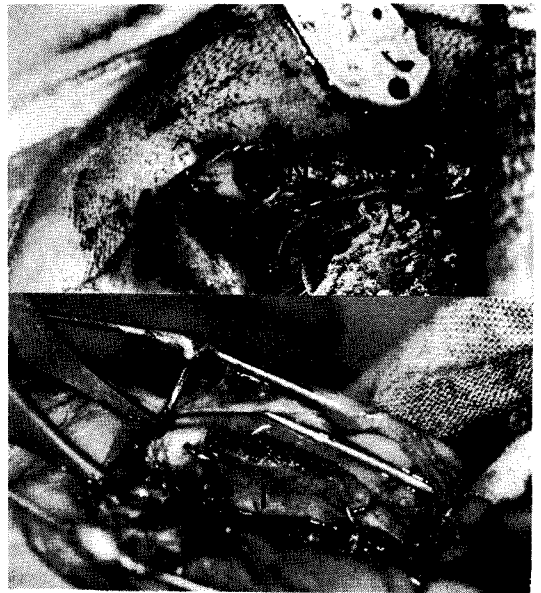


Fig. 2. The mandibular defect was reconstructed with neo-osseous flap(N) in experimental site and free iliac bone graft(I) in control site.

형광현미경으로 관찰하였다.

5) 조직학적 검사

실험류화골판의 하악골 결손부 미세이전 직전, 그리고 이전후 1, 2, 4, 6, 8주째 각 실험군의 동물(n=3)을 희생시키고, 수혜상의 숙주골이 포함되게 이식골편을 치과용 드릴을 사용하여 채취하였다. 시편을 탈회하고 파라

핀에 포매하여 헤마톡시린/에오진 및 Masson's trichrome으로 염색하여 광학현미경으로 검경하였다.

III. 결 과

실험류화골판 형성후 미세이전을 위해 골판 채취 시, 모든 대퇴혈관은 개존되어 있었다. 대퇴혈관 원심단을 결찰하고 골판을 주위조직에서 부터 분리하였을 때, 골 표면에서 신선한 출혈이 확인되었다. 그리고 실험류화골판을 하악골 결손부로 미세이전한 직후에도 골 표면에서 출혈이 발생하였다. 하악골 결손부 재건 후 3일째 시행된 하악골 bone scan 상에서 실험류화골판으로 재건한 부위는 골주사를 시행한 5마리 전부에서 동위원소 흡수가 현저하였으나 (Fig. 3), 대조부인 자가장골이식부는 흡수가 거의 없었다.

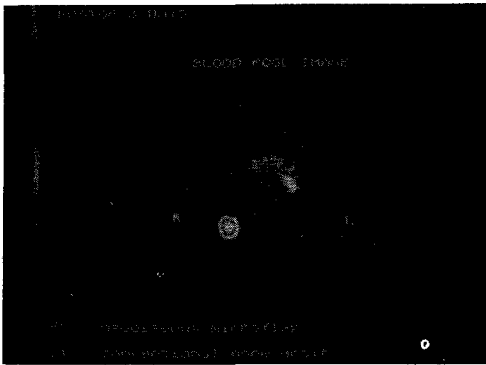


Fig. 3. The scintigram of postoperative 3 day showing hot uptake on the neo-osseous flap. There was no prominent uptake on the left mandible which had been reconstructed with conventional bone graft.

조직 채취를 위한 탐사에서 혈관개존율은 83.3% (15/18)였으며, 실험군이나 대조군 모두에서 하악골 재건부가 감염 없이 깨끗히 치유되어 있었다. 이식된 실험류화골판은 시간이 경과하여도 이식 당시의 크기나 모양이 대체로 유지되었으며, 흡수가 거의 없었다. 그리고 8주가



Fig. 4. Photographs showing the specimens of 8 week after transfer. The neo-osseous flap retained its original shape and volume(Upper), while free iliac bone segments were resorbed and remodeled(Below).

경과되어도 숙주골과 이식골의 형상과 색깔이 분명히 구별되었다. 이에 반하여 자가장골 이식부는 시간이 경과함에 따라 점차 이식골이 흡수되고 개조되어 8주 때에는 하악골의 형태에 거의 맞게끔 변해있었다(Fig. 4). 그리고 하악골 하연부는 다소 두껍게 형성되어 있었으나, 골체부 하연 상부는 아주 얇아져 구멍이 나 있는 경우가 많았다. 방사선 사진 상에서도 실험류화골판은 골질이 상당히 치밀하였으며, 시간이 경과하여도 이식골의 크기 감소가 거의 없었다. 자가 장골은 시간이 지남에 따라 숙주골과 구별이 잘 되지 않았으나, 하악골 하연을 제외하고는 나머지는 매우 얇아지거나 완전히 흡수되어 있었다. 또한 실험류화골판의 혈관경이 폐쇄되어 있는 8주 표본은 자가장골 이식부와 같은 골흡수와 형태를 띠고 있었다.

형광현미경 소견에서 실험류화골판은 형광물질(fluorochrome marker)의 uptake가 현저



Fig. 5. In fluorescent dye study, there was marked uptake of fluorochrome marker uptake and showed lamellar bone deposition in the neo-osseous flap.

하였으며, 또한 층판골 침착(lamellar bone deposition) 양상이었다(Fig. 5). 그리고 골세포 활성(bone cell viability)을 의미하는 명확한 labeling ring 역시 관찰되었다. 이식된 자가장골에서는 신혈류화골판에서 관찰되던 양상과는 달리 하악골 하연부에서만 선상으로 형광물질(fluorochrome marker)의 흡수대(uptake zone)가 형성되어 있었으며, 인접부에서 미세한 점상으로 형광이 산발적으로 흩어져 있었다.

조직학적 소견을 살펴보면, 미세이전 시 채취된 신혈류화골판은 중심부에 위치한 혈관경 주위로 크게 두층의 골로 구성되어 있었다. 내층의 골은 혈관경을 싸고 있어 마치 하치조관과 같은 양태를 띠고 있었고, 내외층 사이에는 잘 발달된 골수가 존재하였다. 신혈류화골판은 육안적 소견과 마찬가지로 골흡수 양상이 거의 없이 충분한 골질로 존재하였다. 숙주골과 이식골 사이의 계면부에서는 흡수와 골 침착 소견이 관찰되지만, 8주까지도 그 경계가 구별되었다. 신혈류화골판의 외층판은 다소 치밀하며, 염색도가 숙주골과 유사하고 내부로 많은 소주골(trabecular bone)이 형성되어 있었다(Fig. 6). 대조군의 자가장골은 숙주골과의 계면부에서는 신혈류화골판과 유사한 골흡수와 침착의 소견이 관찰되지만, 이식골 자체는 내부의 lacunae가 비어 있는 dead bone과 표층의 잘 살아 있는 골로 구성되어 있었다. 시간이 경과함에 따라 dead bone 부위가 좁아지면서



Fig. 6. Photomicrograph of 8 week neo-osseous flap showing interface between the host mandible and graft with distinct margin(Upper : H & E, $\times 20$). The neo-osseous flap retained its original voulem. Photomicrograph of 8 week conventional bone graft showing marked bone resorption with reduced bone volume(Below : H & E, $\times 40$).

골 흡수가 진행되어 골질의 양이 적어져 있었다. 대조군에서는 8주째에는 숙주골과 이식골이 완전히 융합된 양상을 보이지만, 신혈류화골판에서 처럼 외층의 치밀골과 그리고 내부의 소주골(trabecula bone) 대신 주로 수주골(trabecula bone)로 구성되어 있었다(Fig. 6. A).

IV. 총괄 및 고안

골이식 시 혈액 공급의 중요성이 인식되면서, 혈류공급원(vascularized pedicle)을 부착시킨 채 골이식체를 이동시키는 방법이 보고되었다.

1965년 Baargaard와 Medgyesi¹⁷⁾는 유경골이식(pedicle graft)과 통상적인 유리골이식(free bone graft)의 비교 연구에서 전자에 비해 후자의 경우에 골세포 생존도가 높고 가골 형성도 조기에 일어나며 이식체의 흡수 징후가 관찰되지 않는다고 하였다. 이와같이 활성을 유지시킨 상태로 살아 있는 골조직을 타 부위의 결손을 수복할수 있는 골근피판 및 골근판의 개발로 재건외과 분야에서 새 장을 열었으나, 이것 역시 혈관경을 붙여 이전하기 때문에, 이전하는데 거리의 한계가 있고 또한 도달 거리를 증가시키기 위해서는 광범위한 공여부 박리가 요구되었다. 1974년에 Oestrup과 Fredrickson¹⁸⁾이 활성골을 미세문합술을 이용하여 개의 하악골에 이전하는 진보된 방법을 발표하였다. 그리고 같은 해에 Taylor등¹⁰⁾이 유리혈관화비골판을 임상에 적용한 이래 많은 다른 부위 즉 장골^{12, 19-21)}, 늑골^{2, 22, 23)}, 제2중족골^{24, 25)}, 견갑골^{5, 26)} 그리고 요골^{27, 28)} 등의 유리혈관화골 공여부가 개발되어 사용되고 있다. 이와같은 유리혈관화골이식은 선천성기형이나 외상 또는 종양 수술로 인한 골결손 수복에 날로 그 사용빈도가 높아지고 있으나, 조직판을 거상할 때 심한 공여부 결손 및 근력의 상실로 기능 변화가 올 가능성이 아주 높다. 그리고 이동되는 조직이 결손부를 수복하는데 불충분하거나 물리적, 생리학적 성질이 부적절할 때도 있으며 무엇보다도 채취 가능한 공여부의 수효가 한정되어 있다는 단점이 있다.

이러한 문제점으로 인하여 Erol등²⁹⁾은 secondary musculocutaneous flap을 고안하였다. 이것은 근육을 피판에 이전 부착시켜 일정 기간 기다려 신혈류화 시킨다음 이차적으로 도서형 근피판을 만드는 것이다. Fisher등³⁰⁾은 만성골수염에 근피판으로 피개시키면 골치유가 촉진되는 것에 착안하여 근피판과 피판에 골편을 부착시켜 재혈류화되는 과정을 실험하였다. 물론 그들은 근피판에 골을 다시 포함시키는 이차적 골근피판을 만들기 위한 고안은 아니었지만 실험 결과로 볼 때 이러한 새로운 모델의 조직판을 가능케 하였다. 미세혈관수술의 발전과 더불어 근육을 이용한 골피판 형성에서도

근육을 이동시켜야 하므로 혈관을 조직에 매식시켜 혈관경을 가지는 새로운 유리 조직판을 생각하게 되었다.

1979년 Yao³¹⁾는 피판 하방에 위대망동정맥(gastroepiploic artery & vein)과 함께 대망(omentum)을 위치시켜 비축성피판(random pattern flap)을 축성피판(axial-pattern flap)으로 변환시켜 미세이전한 증례를, 그리고 1981년에는 피부 하방에 동맥과 정맥을 매식시켜 혈관에 의해 이차적으로 형성된 혈류화 피판형성을 보고하였다³²⁾. 1987년 Duarte등³³⁾은 쥐의 천상복혈관(superficial epigastric vessels) 주위로 근육을 위치시켜 12일간 유지시킨 다음 새로운 유리근판을 만들었으며, 12일째 미세이전하여 성공적인 결과를 얻었다. Hirase등³⁴⁾도 하상복혈관에 외복사근(external abdominal oblique muscle)을 싸서 2주만에 신혈류화된 근판을 만들었고 장골판을 역시 같은 방법으로 미리 새롭게 혈류화시켜 이전하였으며, 그후 혈관을 이용한 myo-osseous free flap, molded perichondral flap, free fat flap, prefabricated sensate myocutaneous 및 osteomyocutaneous free flap등의 실험적 형성이 보고되었다^{15, 33, 35)}. Hirase등³⁶⁾과 이와 김¹⁶⁾은 동맥과 정맥 사이에 정맥을 이식하여 동정맥루혈태(A-V fistular type)의 혈관경을 형성하고 이것을 이용하여 피부와 골을 신혈류화 시키는 진보된 방법을 고안하였다. 이와같이 정맥이식을 함으로써 가용 공여부의 수를 엄청나게 증가시키고 혈관영역 때문에 올 수 있는 제한점까지 해결할수 있게 되었다. 그리고 수혜부쪽의 혈관직경에 이식정맥의 크기도 맞출 수 있고 혈관경의 길이도 얼마든지 조절 가능하게 되었다. 이와같이 수혜부에 필요한 조직과 형태를 갖춘 신혈류화된 조직판을 미리 형성한 다음, 이것을 미세이전하여 결손부를 수복하는 "neo-flap"의 개념이 제시되었는 바, 미리 형성된 신혈류화골판을 타 부위의 골결손부에 이식하였을 때 이식 골판의 생존여부와 조직병리학적으로 어떻게 변화하는지를 알아보는 것은 장차 neo-flap을 임상에 적용하기 위해서는 반드시 필요한 과정으로 생각되었다.

본 실험에서 혈액공급원으로 실제 임상에서는 사용할 수 없는 대퇴동맥과 정맥을 선택하였는데, 이 혈관들은 외직경이 약 1.5mm 정도로 크고 또한 충분한 길이를 채취할 수 있어서 미세이전이 아주 용이하였다. 그리고 신혈류화 기간을 3주로 잡았는데, Hirase 등³⁶⁾의 견해 뿐 아니라 이전에 시행된 본인의 실험에서 2 내지 3주에서 충분히 조직학적 및 정량적 신혈류화가 이루어지는 것에 근거를 둔 것이었다. 신혈류화골판 채취를 위해 대퇴혈관 원심단을 결찰하고 골판을 주위조직으로부터 분리하였을 때 골 표면에서 신선한 출혈이 확인되었는데, 이것으로 내외편으로 이분된 크기 약 2.5×1.5 cm의 장골편은 대퇴혈관경에 의해 3주 기간에 충분히 혈관화됨을 알 수 있었다. 치밀골과 망상골의 치유과정은 초기의 재혈관화(revascularization) 과정에서 다른데, 망상골은 혈관 침투가 용이하여 많은 혈관망이 형성되지만 치밀골에서는 망상골보다는 훨씬 적은 수의 혈관이 침투됨이 보고되어 있다³⁷⁾. 본 실험 모델로는 매식된 대퇴혈관경으로 얼마나 큰골편까지 신혈관화시킬 수 있는지는 알 수 없었으나, 다양한 크기의 골결손 수복에 이러한 신혈류화골판이 적용되기 위해서는 장차 매식된 혈액 공급원과 신혈관화 기간에 따른 골편의 혈관화 범위를 파악하는 것이 필요하리라 사료되었다.

미세문합을 완성한 후 유리 조직의 이전 성공은 수혜부 조직에서 신혈관화가 일어날 때까지 혈관 문합부를 통한 지속적인 혈액 공급 여부에 달려있다. 따라서 이식체의 활성을 슬 후에 모니터링하는 것은 매우 중요한데, 본 실험에서와 같이 골이식체가 수혜상에 완전히 매복되어 있는 경우에는 골주사법이나 SPECT 등이 방법이 효율적이라고 지적되어 있다. Lukash 등³⁸⁾은 SPECT scan을 이용하여 혈류화장골극 이식술 후 2일 그리고 1년째 시행하여 bone graft biopsy와 임상적 소견과 비교하여 SPECT의 효율성을 높이 평가하였을 뿐 아니라 혈관화 골은 슬 후 1년째에도 증가된 평균활성율(mean activity ration)을 보여 임프란트 매식이나 추가적인 어떤 수술을 시행하는데 유리함을 보고하였다.

혈류화 이식과 비혈류화 이식의 근본적인 차이점은 이식체 내의 골세포가 살아 있으나 또는 죽어 있느냐에 있다. 골세포의 생존도는 결국 혈액공급에 달려 있는데, 전자에서는 골세포가 활성을 유지하는데 반해 후자에서는 그렇지 못하다. 통상적인 비혈류화골이식에서는 이식체가 주위의 혈액공급이 모두 차단되어 있으므로 수혜 이식상으로부터의 확산에 그의 영양을 의존하게 된다. 따라서 이식상의 혈류공급이 나쁘거나 또는 이식체가 커서 확산에 의해 영양을 받기 어려운 위치의 골세포는 조기에 사망하게 되어 조골반응을 일으키지 못하거나 조골반응이 지연되게 된다. 혈류화골 이식에는 이식체 자체가 그 자신의 혈액 공급을 가지고 있기 때문에 골 흡수나 creeping substitution 없이 골 치유는 단지 숙주골-이식골 계면에서만 일어나게 된다^{11,39)}. 본 연구에서도 이식된 신혈류화골판이 비혈류화 골이식에서 보다 흡수가 적어 이식 당시의 크기나 모양이 대체로 유지되었으며, 신혈류화골판은 이식 후 8주가 경과되어도 숙주골과 이식골의 형상과 색깔이 분명히 구별되어 숙주골과 치환이 없이 이식체 자체가 남아 있는 것 같았다. 이에 반하여 자가장골 이식부는 시간이 경과함에 따라 점차 이식골이 흡수되고 개조되어 8주 때에는 하악골의 형태에 거의 맞게끔 변해 있었다.

본 실험의 결과를 통해 볼 때 nutritional support를 확산(diffusion)에 의존하기 때문에 작은 크기의 결손악(small defect)에만 이용하 수 밖에 없으며 또한 수혜상의 조직조건에 이식의 성공과 실패가 의존되는 free nonvascularized bone graft 보다는 신혈류화골판이 많은 장점을 가지고 있음이 분명하였으며, 장차 이러한 신혈류화골판의 임상적 적용이 가능하리라 사료되었다.

V. 결 론

신혈류화골판의 임상적 적용 가능성을 실험적으로 알아보고자 25마리의 가토에서 장골편을 대퇴혈관으로 새롭게 혈관을 형성시킨 신혈류화골판을 하악골 결손부에 미세이전하여 시간

경과에 따른 이식 골판의 생존여부와 이식체와 숙주 사이의 조직학적 변화를 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

3주 동안 신혈류화시킨 골판을 하악골 결손 부로 미세이전한 후 골 표면에서 출혈이 발생하였으며, 술후 3일째 시행된 하악골 bone scan 상에서 골판의 생존을 확인할 수 있었다. 이식된 신혈류화골판은 시간이 경과하여도 이식 당시의 크기나 모양이 대체로 유지되었으며 흡수가 거의 없었으나, 자가장골 이식부는 시간이 경과함에 따라 점차 이식골이 흡수되고 개조되었다. 조직학적 및 형광현미경학적으로도 신혈류화골판은 육안적 소견과 마찬가지로 골흡수 양상이 거의 없이 잘살아있는 충분한 골질로 존재하였다.

이상의 결과를 통해 볼 때 nutritional support를 확산(diffusion)에 의존하기 때문에 그의 사용에 있어 여러 제한점을 갖는 free nonvascularized bone graft 보다는 신혈류화골판이 많은 장점을 가지고 있음이 분명하였으며, 장차 이러한 신혈류화골판의 임상적 적용이 가능하리라 결론지어졌다.

참고문헌

1. Ostrup LT : Rib transplantation, in Serafin D, Buncke HJJr(ed) : Microsurgical composite tissue transplantation St. Louis, C.V.Mosby Co., 1979, pp424-436.
2. Serafin D, Riefkohl R, Thomas I, Georgiade NG : Vascularized rib-periosteal and osteocutaneous reconstruction of the maxilla and mandible : an assessment. *Plast Reconstr Surg* 66 : 718, 1980.
3. Rosen IB, Manktelow RT, Zuker RM, Boyd B : Application of microvascular free osteocutaneous flaps in the management of post-radiation recurrent oral cancer. *Am J Surg* 150 : 474, 1985.
4. Sullivan MJ, Carroll WR, Baker SR, Crompton R, Smith-Wheelock M : The free scapular flap for head and neck reconstruction. *Am J Otolaryngol* 11 : 318, 1990.
5. Sevin K, ustunsoy E, Kutlu N, Yormuk E : Hemimandibular reconstruction with bipediced scapular osteocutaneous free flap. *Br J Oral Maxillofac Surg* 31 : 104, 1993.
6. Hoffman HT, Harrison N, Sullivan MJ, Robbins KT, Ridley M, Baker SR : Mandible reconstruction with vascularized bone grafts. A histologic evaluation. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 117 : 917, 1991.
7. Hidalgo DA : Fibula free flap : A new method of mandible reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 84 : 71, 1989.
8. Lee JH, Seo KJ, Park K, Chung MG : Free vascularized fibular flap for mandibular reconstruction. *J Korean Academy Oral Maxillofac Surg* 18 : 109, 1992.
9. Lee JH, Kim MJ, Kim JW : Mandibular reconstruction with free vascularized fibular flap. *J Cranio-Max-Fac Surg* 23 : 20, 1995.
10. Taylor GI, Miller GDH, Ham FJ : The free vascularized bone graft. *Plast Reconstr Surg* 55 : 533, 1975.
11. Shenaq SM, Vargo D : Vascularized bone grafts, in Habal MB, Reddi AH(ed) : Bone grafts & bone substitutes Philadelphia, W.B. Saunders Co., 1992, pp 305-315.
12. Taylor GI : Reconstruction of the jaw with free composite iliac bone grafts, in Buncke HJ, Furnas DW(ed) : Symposium on clinical frontiers in reconstructive microsurgery, Vol. 24 St. Louis, The C.V.Mosby Co., 1984, pp 106-122.
13. Weiland AJ, Daniel RK : Microvascular Anastomoses for bone grafts in the treatment of massive defects in bone. *J Bone Joint Surg* 61-A : 98, 1979.
14. Hirase Y, Valauri FA, Buncke HJ, Newlin

- LY : Customized prefabricated neovascularized free flaps. *Microsurgery* 8 : 218, 1987.
15. Hirase Y, Valauri FA, Buncke HJ : Neovascularized free cutaneous cartilage flap transfer with microsurgical anastomosis : an experimental model in the rabbit. *Ann Plast Surg* 21 : 342, 1988.
 16. Lee JH, Kim SK : A study of neovascularized bone flaps using interpositional vein graft as pedicles. *J Dental College SNU* 15 : 325, 1991.
 17. Baargaard K, Medgyesi S : Muscle-pediced bone grafts. *Acta Orthop Scand* 35 : 279, 1965.
 18. Oestrup LT, Fredrickson JM : Distant transfer of a free living bone graft by microvascular anastomoses. *Plast Reconstr Surg* 54 : 274, 1974.
 19. Stock W, Hierner R, Dielert E, Stotz R, Manninger J, Wolf K : The iliac crest region : donor site for vascularized bone periosteal and soft tissue flaps. *Ann Plast Surg* 26 : 105, 1991.
 20. Urken ML, Vickery C, Weinberg H, Buchbinder D, Lawson W, Biller HF : The internal oblique-iliac crest osseomyocutaneous free flap in oromandibular reconstruction. Report of 20 cases. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 115 : 339, 1989.
 21. Taylor GI : Reconstruction of the mandible with free composite iliac bone grafts. *Ann Plast Surg* 9 : 361, 1982.
 22. Juri J : Simplified technique for isolating vascularized rib periosteal grafts. *Plast Reconstr Surg* 86 : 1208, 1990.
 23. Harashina T, Nakajima H, Imai T : Reconstruction of mandibular defects with revascularized free rib grafts. *Plast Reconstr Surg* 62 : 514, 1978.
 24. Rosen IB, Bell MSG, Barron PT, Zuker RM, Manktelow RT : Use of microvascular flaps including free osteocutaneous flap in reconstruction after composite resection for radiation-recurrent oral cancer. *Am J Surg* 138 : 544, 1979.
 25. Macleod AM, Robinson DW : Reconstruction of defects involving the mandible and floor of mouth by free osteo-cutaneous flaps derived from the foot. *Br J Plast Surg* 35 : 239, 1982.
 26. Granick MS, Ramasastry SS, Newton ED, Solomon MP, Hanna DC, Kaltman S : Reconstruction of complex maxillectomy defects with the scapular-free flap. *Head Neck* 12 : 377, 1990.
 27. Davidson J, Boyd B, Gullane P, Rotstein L, Freeman J, Manktelow R, Rosen I : A comparison of the results following oromandibular reconstruction using a radial forearm flap with either radial bone or a reconstruction plate. *Plast Reconstr Surg* 88 : 201, 1991.
 28. Boyd JB, Rosen I, Rotstein L, Freeman J, Gullane P, Manktelow R, Zuker R : The iliac crest and the radial forearm flap in vascularized oromandibular reconstruction. *Am J Surg* 159 : 301, 1990.
 29. Erol OC, Parsa FD, Spira M : The use of the secondary island graft-flap in reconstruction of the burned ear. *Br J Plast Surg* 34 : 417, 1981.
 30. Fisher J, Wood MB : Experimental comparison of bone revascularization by musculocutaneous and cutaneous flap. *Plast Reconstr Surg* 79 : 81, 1987.
 31. Yao ST : Omental axial flap-A new technique to form a vascularized free flap. *Chinese Journal of Surgery* 17 : 151, 1979.
 32. Yao ST : Vascular implantation into skin flap : Experimental study and clinical application : A preliminary report. *Plast Reconstr Surg* 68 : 404, 1981.

33. Duarte A, Valauri FA, Buncke HJ : Creating a free muscle flap by neovascularization : An experimental investigation. *J Reconstr Microsurg* 4 : 15, 1987.
34. Hirase Y, Valauri FA, Buncke HJ : Neovascularized bone, muscle, and myo-osseous free flaps : an experimental model. *J Reconstr Microsurg* 4 : 209, 1988.
35. Hirase Y, Valauri FA, Buncke HJ : Prefabricated sensate myocutaneous and osteomyocutaneous free flaps : an experimental model. Preliminary report. *Plast Reconstr Surg* 82 : 440, 1988.
36. Hirase Y, Valauri FA, Buncke HJ : Creation of neovascularised free flaps using vein grafts as pedicles : a preliminary report on experimental models. *Br J Plast Surg* 42 : 216, 1989.
37. Jacobson HH, Suarez EL : Microsurgery in anastomosis of small vessels. *Surg Forum* 11 : 243, 1960.
38. Lukash FN, Tenenbaum NS, Moskowitz G : Long-term fate of the vascularized iliac crest bone graft for mandibular reconstruction. *Am J Surg* 160 : 399, 1990.
39. Habal MB : Craniofacial surgery, in Habal MB, Reddi AH(ed) : Bone grafts & bone substitutes Philadelphia W.B.Saunders Co., 1992, pp316-365.