

미세지방이식술: 주입 방법을 중심으로

이동원 · 이원재

연세대학교 의과대학 인체조직복원연구소, 성형외과학교실

Autologous fat graft became generalized with structural microfat graft by Coleman. Functioning as an important surgical technique for plastic surgeons, it has been utilized not only in augmentation of facial soft tissue, but also as biological fillers and anti-aging procedures. For maximal survival and minimal resorption of the grafted fat tissue, meticulous caution must be taken in all process of the autologous fat graft from selection of the donor site to aspiration, refinement, injection and replacement. This article emphasizes the techniques, such as selection of adequate anesthesia, selection of cannula for injection, injection technique, replacement layer and volume for in the fat tissue to be injected for operating plastic surgeons who are at initial stage of autologous fat graft. Autologous fat graft techniques by Coleman, multi layer injection technique, minimal volume injection technique, meticulous handling of fat tissue and minimal hemorrhage are generalized concepts and knowledge with must be acquired by the operator. However, the amount of injection and degree of over-correction must be carefully considered.

Key Words: Micro-fat graft, Injection, Replacement

자가지방이식술(*autologous fat graft*)은 안면부의 연부 조직 보완(*augmentation*)이나 생물학적인 충전물(*biological fillers*)의 역할 뿐만이 아니라 항 노화와 관련된 술기의 일환으로 많이 이용되고 있으며, 근래에 지방유래 줄기세포에 대한 연구와 이의 응용이 시도되면서 더욱 주목을 받고 있다. 노화에 대한 견해가 단순히 피부와 연부조직의 노화에 따른 처짐뿐만이 아니라 안면부의 피하지방을 포함한 연부조직의 부피가 감소하고 안면부 골격의 돌출의 증가가 나이가 들어 보이는 얼굴에 한 축을 이룬다는 견해가 생기면서 지방이식은 미용성형수술의 중요한 술기로서 자리잡고 있다. 특히 1990년대에 들어서면서 Coleman의 구조적 지방이식(*structural fat graft*)이 보편화 되면서 지방이식 술기는 성형외과 의사의 중요한 술기 역할을 하고 있다.

자가지방이식술은 이식된 지방세포의 생존율을 최대화하고 흡수 정도를 적게하여 예측 가능한 수술결과를 얻는 것이 무엇보다도 중요하며 이를 위해서 자가지방

이식술을 시행하는 모든 과정에서 세밀한 주의가 필요하다. 공여부(*donor site*)의 선택, 흡입(*aspiration*), 정제(*refinement*), 주입(*injection, replacement*) 및 냉동 보관된 지방의 이식 등 여러 가지 면에서 주의를 기울려야 할 점이 많다. 본 저자는 지방조직의 주입(*replacement*) 면에서 주의를 기울려야 할 점을, 가장 널리 사용되고 있는 Coleman의 구조적 지방이식방법을 중점으로 하여 살펴보고자 한다.

역 사(Historical review)

최초로 사람에게 시행된 유리지방의 이식은 1893년에 Neuber¹에 의하여 이루어졌다. 그는 아주 작은 지방조직을 흉터조직에 이식하고 그 결과를 평가한 후에, 만족스럽고 예상 가능한 원하는 결과를 얻기 위해서는 지방조직의 이식편을 최대한 작게(*small graft*)해야 한다고 강조하였다. Silex, Axenfeld, Verderame 등은 처음

Micro-Fat Graft: Replacement Technique

Dong Won Lee, M.D.,
Won Jai Lee, M.D.

Institute for Human Tissue Restoration,
Department of Plastic & Reconstructive
Surgery, Yonsei University College of
Medicine, Seoul, Korea

Address Correspondence : Won Jai Lee,
M.D., Department of Plastic and
Reconstructive Surgery, Yonsei University
College of Medicine, Box 8044, Seoul, Korea.
Tel: 02) 2228-2219 / Fax: 02) 393-6947 /
E-mail: pswjlee@yuhn.ac

으로 복부지방을 이용하여 두부의 함몰 흉을 교정하고자 하였는데 이때 과교정(overcorrection)이 필수적이라고 강조하였다. 1926년 Miller²는 캐놀러를 통하여 지방을 이식하여 두경부의 흉터 구축을 교정하고자 하였으며, 1956년에는 Peer³가 이식된 지방은 해마다 45%만큼 부피 및 질량이 감소한다는 이론을 내세우며 지방이식의 생존율을 높이기 위해서는 수용부(recipient site)의 혈액공급과 지혈(hemostasis)이 중요하다고 강조하였다. 1980년대 초반에는 지방흡입의 발달로 반액체(semi-liquid)의 지방을 쉽게 얻게 되었고, 이에 따라가는 캐놀러에 의한 지방이식이 용이하게 되었다. 1988년부터는 Coleman이 지방이식의 경험들을 보고하게 되면서 구조적 지방이식의 개념이 정립되어 지방이식의 기본적인 틀이 마련되었다. 현재에는 지방유래줄기세포의 임상적인 응용이 연구되면서 지방에 관심이 더욱 고조되고 있다.

지방세포의 생존

지방은 살아있는 조직이므로 영양과 호흡의 공급원이 필요하며 이러한 과정이 잘 이루어지지 않으면 이식된 지방조직은 괴사될 수밖에 없다. 지방조직이 공여부로부터 흡입되면서 기계적 손상(mechanical injury)을 입으면서 허혈(hypoxia) 상태에 노출되며, 이식 후 약 48시간까지는 혈장흡수(plasmic imbibitions)의 기전에 의해 영양을 공급받는다. 그 이후에는 신생혈관이 생성되기 전까지 수용부의 혈관과 지방이식편의 혈관이 접합(revascularization)을 이루어 영양을 공급받는다.³ Carpaneda 등⁵은 지방세포의 경우 주위 수용부 혈관에서부터 약 1.5 mm까지 혈장흡수가 일어날 수 있다고 하였으며, Cook 등⁶은 지방세포가 동맥혈의 공급되는 조직으로부터 2 mm 이내에 있어야 생존할 수 있다고 보고하였다. 이러한 이론적 배경 때문에 최대한 작은 크기의 지방을 수용부에 조밀하게 이식해서 각각의 지방세포와 수용부 조직과의 연접면(contact area)을 최대화시켜야 지방세포의 생존율을 높일 수 있으며 예상할 수 있는 미용적 결과(predictable result)를 얻을 수 있다. 즉, 수용부에 지방을 주입할 때 작은 크기(small parcel)의 지방을 수용부의 여러 층에 나누어서 조밀하게 이식하는 구조적 지방이식이 지방세포의 생존율을 높이는 데 유리하다고 할 수 있다. 이때 수용부가 혈행이 풍부해야 지방조직의 가운데까지 영양공급 및 혈행을 전달할 수

있기 때문에 이점 또한 유념해야 한다.

지방을 이식하는 과정에서 지방세포(adipocyte)는 변화되는 주위 환경에 따라 어느 정도의 적응력(plasticity)을 보인다. Katz 등⁴에 의하면 일부 성숙한 지방세포가 허혈 상태에 놓이게 되면 탈분화(dedifferentiation) 과정을 거치게 된다. 즉, 지방세포 내의 거대한 지질이 없어지면서 전지방세포(preadipocyte) 또는 섬유모세포와 유사한 줄기세포(fibroblast like stem cell)로 역분화한다. 따라서 지방이식 후 지방의 부피가 감소되는 기전을 설명할 수 있으며, 현미경적으로는 섬유모세포와 유사한 형태를 나타낸다. 이러한 미분화 세포는 특정한 자극에 의해 세포 내 지질을 축적하면서 다시 지방세포로 재분화(redifferentiation) 할 수 있으며, 탈분화와 재분화가 균형을 이루면서 지방이식의 최종적인 임상결과를 얻게 된다.

마취(Anesthesia)

지방을 이식할 부위에 술전에 먼저 이식할 지방의 양을 결정하는 것이 중요하다. 국소마취제의 사용은 주로 국소신경차단마취(nerve block anesthesia)와 필요한 만큼의 국소마취제에 의한 침윤마취가 주로 사용되는데 국소마취제의 사용을 최소한으로 해도 미리 주입할 지방의 양을 결정하는 것이 저교정이나 과교정을 막을 수 있다. 출혈 없는 지방이식을 위해서는 국소마취제의 사용이 불가피한데 이때 국소마취제를 1 cc 주사기에 담아서 0.1 cc씩 소량으로 이식하고자 하는 수용부 전체에 주사하면 과도한 국소마취제의 사용을 막을 수 있다.

Blunt Cannula

성공적인 지방이식과 생존율을 높이기 위해서 다양한 크기와 모양의 캐놀러가 사용될 수 있는데 14G 뭉툭한 끝을 가진 캐놀러나 휘어진 Microcannula, 2 - 3 mm의 캐놀러 등 저자마다 다양한 기구들을 사용한다. 채취된 지방을 안면부에 주입하는데 있어서 Coleman은 직접 제작한 끝이 뭉툭한 17계이지 캐놀러(Byron Medical, Tuson, Arizona, a division of Mentor)를 사용하였다. 캐놀러는 침부의 모양에 따라 3가지 종류로 구분할 수 있는데, 제 1형 캐놀러는 가장 뭉툭하며 신경, 혈관이나 침샘 같은 구조물의 손상을 최소화하며 가장 안

정적인 지방주입이 필요할 때 사용하며, 제 2형 캐놀러는 1형과 유사하지만 원위부의 구경이 130 - 150도 정도만 막혀있다. 제 3형 캐놀러는 첨부가 납작하여 비교적 날카로운 모양을 가지며 흉터나 섬유조직을 박리하면서 전진하기 용이하다.⁷

몽툭한 캐놀러(blunt cannula tip)는 중요 구조의 손상을 피할 수 있다는 장점이 있어 일반적으로 선호되는데, Coleman은 이외에도 몽툭한 캐놀러의 또 다른 장점을 강조하였다. 날카로운 캐놀러의 끝이나 바늘은 수용부의 조직을 따라 전진하면서 내재되어 있는 연결 구조들을 파괴시키고, 조직들을 분리시켜서 결국 어떠한 조직 평면에도 일치하지 않는 새로운 공간이 만들어지게 되며, 이 공간으로 주입된 지방들은 주변 조직과의 밀착 정도가 떨어질 뿐만 아니라 심지어 절개부 밖으로 새어나갈 수 있다. 주위조직과의 연접이 적어지면 지방조직의 생존이 적어지기 때문에 중심부의 괴사가 발생하게 되고 결국은 흉터조직으로 대체되기 때문에 이식의 성공률은 현저하게 떨어지게 된다. 이와는 달리 몽툭한 캐놀러는 수용부의 조직을 파괴시키지 않고 생리적인 조직 평면(physiologic tissue plane) 사이로 전진하기 때문에 수용부의 조직이 주입된 지방조직들을 둘러싸면서 밀착하여, 주위 조직과 잘 융합할 수 있도록 해준다.⁷ Trepsat⁸는 안와부 주위의 지방이식을 위해 몽툭하면서 가는 캐놀러를 특별히 제작하였으며, 상안검과 하안검에 각각 0.3 mm와 19게이지 캐놀러를 사용하였다. 일반적으로 안면부가 아닌 다른 신체 부위에는 좀 더 굵은 캐놀러를 사용하게 된다. 때로는 몽툭한 캐놀러로는 제어하기 어려운 경우가 있으며, 유착된 조직에 지방이식을 할 경우 날카로운 첨부를 가진 캐놀러가 유용할 수 있다. 지방을 이식하는 부위와 상황에 따라서 캐놀러의 직경, 첨부의 모양, 길이를 달라지기 때문에 알맞은 캐놀러를 선택하는 것이 성공적인 지방이식을 하는데 중요한 역할을 한다.⁹

주입 기술(Replacement technique)

성공적인 지방이식을 위해 가장 중요한 요소로 여러 문헌에서도 언급이 되었듯이, 캐놀러가 수용부로 들어가고 나올 때(pass) 최소한의 지방이 주입되어야 한다는 것이다.^{9,12} 즉, 가능한 한 여러 번의 패스를 통하여 소량의 지방이 널리 퍼지도록 분포시켜야 한다. 이러한 미세지방이식(micro-fat graft) 방법은 아주 작은 크기의 지

방소포(fatty parcel)를 넓게 분포시키도록 하여 지방조직의 표면적을 최대화 시키며, 결국 수용부의 미세혈관과의 접촉을 도와주어 지방세포의 영양과 호흡을 증진시킬 수 있다. 일반적으로 안면부에서 캐놀러를 1회 후퇴하면서 주입되는 지방의 양은 1/10 cc를 넘으면 안되며, 상안검이나 하안검에서는 1/30 - 1/50 cc 정도의 지방이 주입되어야 한다.⁹ 또한 지방의 주입은 캐놀러를 후퇴(withdrawal)하면서 이루어져야 한다.^{7,9,13} 지방조직이 캐놀러의 후퇴하는 경로를 따라서 남겨지면서 더욱 안정되고 조절된 주입이 가능하며, 표면이 불규칙해지거나 덩어리지는 것을 최소화할 수 있다. 일반적인 1 cc의 주사기에 담긴 정제된 지방조직을 이식할 때 10번 - 20번 정도로 나누어서 시행하여야 하며 처음에 이런 시술이 용이하지 않을 때는 1 cc 주사기에 0.5 cc 정도의 지방을 넣어서 이식하면 위의 원칙에 따르는데 도움이 된다.

이식하는 지방조직의 수용부와와의 연접 표면적을 최대한으로 하기 위한 추가적인 기법으로 하나의 절개를 통해 방사상으로 다수의 터널을 만들어 지방을 주입하는 방법(fanning-out technique)과 여러 개의 절개를 통해 터널을 만드는 방법(multiple stab incision)을 들 수 있다.¹³ 수용부마다 다르지만 3 - 4개의 다른 위치에서 절개 창이나 16게이지 주사바늘을 이용해서 주입구를 만들어서 다양한 층에 골고루 지방이 이식되도록 하는 것이 좋다.

최초 지방을 주입할 때 정확한 위치에 흡수를 최소화시키는 정도의 미세지방을 주입하는 정확성이 필요하다. 일단 주입된 지방은 외부의 힘으로 최초 상태를 변화시키기 힘들기 때문이다. 만약 덩어리가 형성된다면 적은 양은 손의 압박 조작으로 가끔 교정될 수 있지만, 기본적으로 지방을 주입한 후에 추가적인 조작에 의해 주입된 모양을 변화시킬 수 있다는 생각은 버려야 한다. 하지만, 지방을 주입한 직 후 외관상 보이는 모양이 언제나 최종적인 결과와 일치하는 것은 아니다. 예를 들면, 광대 외측부나 하악의 경계부위는 최종적으로 얻게 되는 모양과 양이 어느정도 비슷하다고 생각해도 되지만, 구순부나 안검은 주입 직후 모양이 심하게 왜곡되기 때문에 원하는 결과를 얻기 위해서는 수주의 시간이 경과되어야 한다.⁹

이러한 Coleman식 구조적 미세지방이식방법 외에도 이식된 지방의 생존율을 최대한으로 높이기 위한 여러 가지 방법들이 소개되고 있다. Nordström 등¹⁴에 의하면 지방을 이식할 때 기계적 손상을 줄여야 한다고 강조하면서 'Spaghetti 지방이식'을 제안하고 있다. 이 방법은

매우 날카로운 캐놀러를 통하여 지방을 채취한 후 수집관(collecting tube)에 보관이 되고, 별도의 정제과정 없이 수용부에 유사한 캐놀러를 이용하여 이식하는 기법이다. Guyuron 등¹⁵은 지방의 정제과정의 불필요성과 한 덩어리(en bloc)로 지방을 채취할 때의 지방 생존율이 우수하다고 주장하면서, 1 cc 주사기로부터 덩어리로 채취한 지방을 정제과정 없이 수용부에 직접 주입하는 'core 지방 이식'을 설명하고 있다. 또한, Erol¹⁶은 지방보다 진피나 근막의 이식이 더 높은 생착률을 보인다고 주장하면서, 복부성형술(abdominoplasty)나 유방성형술(mammoplasty) 등에서 얻은 검체물을 최소한의 크기로 분쇄시킨 후 16 게이지 캐놀러를 이용하여 이식을 하는 '조직 cocktail 주입' 방법을 소개하고 있다.

주입 층(Replacement layer)

정제된 지방의 주입은 깊이에 따라 여러 조직학적 층에 시행될 수 있으며 결과도 다르게 나타난다. 주입 가능한 생리적 평면은 골막층, 근육 하부층, 근육층, 피하지방층, 진피하층(상부피하지방층) 등을 들 수 있다. 골이나 연골에 바로 접근하여 주입하면 하부지지 구조를 강화시킬 수 있으며, 진피하층에 주입하면 피부를 지지하고 외적인 모습을 변화시킬 수 있다. 그 사이 층에 주입할 경우 조직에 충만감을 불러 넣을 수 있다.⁷ Butterwick 등¹⁷은 독특한 캐놀러를 이용하여 안면근육 내로 직접 주입하는 방법(fat autograft muscle injection, FAMI)을 소개하면서 지방세포의 생존율을 최대한으로 높이면서 안면부의 부족한 부피를 자연스럽게 교정할 수 있다고 소개하였다. 근육 내의 지방주입은 거의 반영구적으로 부피를 증가시킬 수 있으며,¹⁸ 혈관 재형성이 잘 이루어지도록 하기 때문에 피하로 주입할 때보다 지방의 흡수가 훨씬 줄어든다고¹⁹ 보고되고 있다. 안면부의 연부조직 충전을 위해서 많은 양의 지방을 이식할 경우 근육 내에 지방을 주입하는 것이 도움이 될 수 있다.

효과적인 지방이식을 위해서는 다음과 같이 주입하는 수용부(recipient site)에 따라 주입의 깊이를 달리 할 필요가 있다.⁷ 비구순구(nasolabial fold) 및 마리오네구(Marionette groove)에서는 점막하층에서부터 진피하층까지 여러 층에 걸쳐서 주입이 되어나 주로 주입되는 위치는 진피하층이다. 턱(chin)과 턱 선(jaw line)에 주입될 때는 목표하는 바에 따라, 피부문제의 해결을 위해서는 진피하층에 주입되고 기본적인 윤곽이 문제일 때는

하악골 가까이 주입함으로써 구조적인 부피감을 얻을 수 있다. 하안검의 경우 가능한 한 얇은 층에 주입한다는 생각으로 진피의 바로 아래층이나 안륜근 내로 지방 이식을 하여, 잔주름의 제거 및 모공의 크기를 줄여주는 역할 뿐만 아니라 피부색깔을 밝게 해주는 역할도 도모할 수 있다. 하지만 하안검의 경우 지방주입 후 멍쳐진 지방이 만져지거나 비쳐 보이는 경우가 있으므로 주의할 요하며 술전 환자와의 충분한 상담이 필요하다. 광대부위에는 골막부터 피부에 이르는 전층에 주입을 하지만 볼 근처에서는 안면신경의 손상을 피하기 위해 원칙적으로 얇게 주입하도록 한다. 상안검에서도 하안검과 마찬가지로 지방이 진피의 바로 아래층이나 안륜근 내에 머물도록 하고, 이마(forehead)나 턱끝(mentum)의 연부조직 충전을 위해서 지방을 주입하는 경우 위에서 말한 모든 층에 골고루 지방을 주입하는 것이 좋으며 골막 위의 느슨한 조직에만 지방이 위치하면 쉽게 이동하여 표면이 고르지 못하게 되므로 진피하층이나 전두근(frontalis muscle)이나 턱끝근(mentalis muscle) 같은 얇은 층에도 충분한 양의 지방을 주입하는 것이 좋다.

주입하는 지방의 양

주입되는 지방의 양도 위치에 따라 달라진다.⁷ 술전에 미리 환자에게 주입하는 지방의 양을 정하고 이에 따라 수술하는 것이 과교정을 막을 수 있는 좋은 방법이다. 일반적으로 비구순구와 마리오네구에서는 각각 2 cc 정도 필요하지만 깊은 주름일 경우에는 10 - 11 cc 까지 필요할 수 있다. 턱에서는 환자의 얼굴 윤곽과 원하는 변화, 나이 등에 따라 필요한 지방의 양이 다양해지며, 피부의 잔주름을 없애기 위해서는 2 - 3 cc가 필요하고 기본적인 윤곽을 바꾸기 위해서는 최소한 5 cc에서 큰 변화를 위해서는 15 - 20 cc가 요구된다. 상안검은 젊거나 남성 환자의 경우 2 cc 이하의 양만으로도 극적인 변화를 얻을 수 있지만 50세 이상의 여성에서는 2.5 - 3.5 cc의 지방이 필요하다. 상안검의 경우 주입되는 지방의 양이 많아지면 수술 후 주입된 지방이 만져지는 경우가 생기므로 주의해야 한다. 이마는 표면이 고르지 않게 되는 것을 피하기 위해 2 - 7 cc 정도로 지방의 양을 제한하는 것이 좋은 것으로 보고되고 있지만 이마 보형물 대신 지방이식을 수술하는 경우 전층에 걸쳐서 지방을 주입해야(multi-layer injection) 좋은 결과를 얻을 수 있다.

냉동된 지방의 사용

자가지방이식술의 결과를 최대한으로 얻기 위해서 상기 방법에 의해 이루어질 수 있지만, 이식 부위 및 술자의 기술에 따라 생착률 및 흡수 정도가 다르기 때문에 그 결과를 정확히 예측하기가 쉽지 않으며, 최종적으로 만족할 만한 결과를 얻기 위해서는 재이식이 필요한 경우가 종종 발생한다. 따라서 최초 지방이식 후에 남은 잉여지방을 추후 사용하기 위한 지방의 보관방법에 대하여 관심이 높다. 지방세포를 영하 20℃에서 7일간 보관하였을 때 냉동 전 상태와 손상 정도가 미미하였고,²⁰ 영하 18℃에서 2주 간 보관 후 누드마우스에 주입하였을 때 부피와 질량 면에서 큰 차이가 없었다고 보고하고 있지만,²¹ 실제 임상에서 지방의 재이식이 필요한 시기는 적어도 1개월 이후 지방의 생착이 이루어진 다음이므로 1개월 이상의 장기간 냉동 보관에 대한 결과가 의미 있다.²² Ullmann 등²³은 영하 18℃에서 7개월 간 냉동 보관 후 누드마우스에 주입한 후 15주 후에 생검해 본 결과, 냉동하지 않고 바로 주입한 대조군과 비교해 보았을 때 조직학적 측면과 질량, 부피 면에서 열등한 결과를 보였다. 그러나 김유경 등²⁴이 연구한 바에 따르면 영하 20℃에서 6개월간의 냉동 보관 후 50% 이상의 미토콘드리아 활성과 부피, 형태가 유지되었지만, 지방채취 과정에서 손상받은 지방세포의 경우에만 냉동 보관 3개월 후 유의한 부피의 감소를 가져왔다. 즉, 영하 20℃의 지방세포 냉동 보관은 안전하고 효과적인 방법이라고 주장하고 있다. 냉동 방법에 있어서 Atik 등²⁵은 영하 35℃ 건조냉동, 영하 35℃ 액화질소냉동, 글리세롤 보관 가운데 영하 35℃ 액화질소냉동법이 가장 우수한 방법이라고 소개하고 있다. 또한, Wolter 등²⁶은 냉동상해방지제(cryoprotective agent)의 첨가가 지방세포의 냉동보관 시 생존율을 증가시키는데 도움을 준다고 보고하였다. 현재 지방세포의 냉동 보관이 임상적으로 통용되고는 있지만, 그 정확한 효용 정도에 대하여는 학문적으로는 아직까지 논쟁의 여지가 있으며, 보다 체계적인 실제 활용을 위해서 더 많은 연구가 필요하겠다. 다만 냉동된 지방을 해동시킨 후 처음처럼 정제 과정(원심분리기 사용이나 세척 과정 등)을 반드시 거친 후 사용하는 것이 좋을 것이다.

결 론

지방이식의 적응증은 매우 넓은 영역에서 고려해 볼

수 있다. 우선 위축되거나 결손이 생긴 조직을 대체할 필요가 있을 때 지방이식을 시행할 수 있다. 즉, 외상이나 화상, 여드름, 위축을 일으키는 안면부 기형, 소하악 증 등 연부조직이 부족하여 대체할 필요가 있는 경우나 정상적인 노화 과정에 의해 발생하는 안면부의 변화가 있을 때가 적응증이 된다. 또한 안면부 외에도 몸통과 사지, 불기부의 변형을 교정하는데 지방이식이 효과적일 수 있으며, 심지어는 유방 확대술에도 지방이식이 적용되고 있다.

지방조직에서 줄기세포를 추출할 수 있다는 사실이 널리 알려지면서 지방이식에 대한 관심을 여느 때보다 높다고 할 수 있다. 현재까지 지방이식을 하는데 있어서 Coleman의 구조적 지방이식방법, 3차원 입체 다층 주입, 최소량 식의 주입, 신중한 지방의 조작과 출혈의 최소화 등은 이미 일반적으로 받아들여지고 있는 개념으로 술자가 반드시 숙지하고 고려해야 할 사항이다. 하지만, 주입하는 양을 어느 정도로 정할 것인지, 얼마만큼의 과교정(overcorrection)이 필요한지, 잉여지방을 어떻게 보관하여 사용할 지, 냉동 보관된 지방이 얼마나 안전하며 어떤 기준으로 사용할지 등에 대한 문제는 앞으로 더 충분한 연구와 논의가 필요할 것이다.

REFERENCES

1. Neuber F: Fetttransplantation. *Zentralbl Chir* 22: 66, 1893.
2. Miller C: *Cannula implants and review of implantation techniques in esthetic surgery*. Chicago: The Oak Press, 1926.
3. Peer LA: The neglected free fat graft. *Plast Reconstr Surg* 18: 233, 1956.
4. Tholpady SS, Aojanepong C, Llull R, Jeong JH, Mason AC, Futrell JW, Ogle RC, Katz AJ: The cellular plasticity of human adipocytes. *Ann Plast Surg* 54: 651, 2005
5. Carpaneda CA, Ribeiro MT: Percentage of graft viability versus injected volume in adipose autotransplants. *Aesthetic Plast Surg* 18: 17, 1994
6. Cook T, Nakra T, Shorr N, Douglas RS: Facial recontouring with autogenous fat. *Facial Plast Surg* 20: 145, 2004
7. Coleman SR: *Structural Fat Grafting*. St. Louis: Quality Medical, 2004.
8. Trepsat F: Periorbital rejuvenation combining fat grafting and blepharoplasties. *Aesthetic Plast Surg* 27: 243, 2003.
9. Coleman SR: Structural fat grafting: more than a permanent filler. *Plast Reconstr Surg* 118: 108S, 2006
10. Cantarella G, Mazzola RF, Domenichini E, Arnone F, Maraschi B: Vocal fold augmentation by autologous fat injection with lipostucture procedure. *Otolaryngol Head Neck Surg* 132: 239, 2005.
11. Trepsat F: Volumetric face lifting. *Plast Reconstr Surg* 108: 1358, 2001.
12. Donofrio LM: Panfacial volume restoration with fat.

- Dermatol Surg* 31: 1496, 2005.
13. Kaufman MR, Miller TA, Huang C, Roostaijen J, Wasson KL, Ashley RK, Bradley JP. Autologous fat transfer for facial recontouring: is there science behind the art? *Plast Reconstr Surg* 119: 2287, 2007
 14. Nordström RE, Wang J, Fan J: "Spaghetti" fat grafting: a new technique. *Plast Reconstr Surg* 99: 917, 1997
 15. Guyuron B, Majzoub RK: Facial augmentation with core fat graft: a preliminary report. *Plast Reconstr Surg* 120: 295, 2007
 16. Erol OO: Facial autologous soft-tissue contouring by adjunction of tissue cocktail injection(micrograft and minigraft mixture of dermis, fascia, and fat). *Plast Reconstr Surg*. 106: 1375, 2000
 17. Butterwick KJ, Lack EA: Facial volume restoration with the fat autograft muscle injection technique. *Dermatol Surg* 29: 1019, 2003.
 18. Guerrerosantos J, Gonzalez-Mendoza A, Masmela Y, Gonzalez MA, Deos M, Diaz P: Long-term survival of free fat grafts in muscle: an experimental study in rats. *Aesthetic Plast Surg* 20: 403, 1996
 19. Colić MM: Lip and perioral enhancement by direct intramuscular fat autografting. *Aesthetic Plast Surg* 23: 36, 1999
 20. MacRae JW, Tholpady SS, Ogle RC, Morgan RF: *Ex vivo* fat graft preservation: effects and implications of cryopreservation. *Ann Plast Surg* 52: 281, 2004
 21. Shoshani O, Ullmann Y, Shupak A, Ramon Y, Gilhar A, Kehat I, Peled IJ: The role of frozen storage in preserving adipose tissue obtained by suction-assisted lipectomy for repeated fat injection procedures. *Dermatol Surg* 27: 645, 2000
 22. Boschert MT, Beckert BW, Puckett CL, Concannon MJ: Analysis of lipocyte viability after liposuction. *Plast Reconstr Surg* 109: 761, 2002
 23. Ullmann Y, Shoshani O, Fodor L, Ramon Y, Carmi N, Shupak A, Lincoln R, Gilhar A: Long-term fat preservation. *J Drugs Dermatol* 3: 266, 2004
 24. KIM YK, Park HS, Lee HJ: Studies on the proper storage period and change of -20°C cryopreserved adipocyte. *J Korean Soc Aesth Plast Surg* 12: 33, 2006
 25. Atik B, Oztürk G, Erdoğan E, Tan O: Comparison of techniques for long-term storage of fat grafts: an experimental study. *Plast Reconstr Surg* 118: 1533, 2006
 26. Wolter TP, von Heimburg D, Stoffels I, Groeger A, Pallua N: Cryopreservation of mature human adipocytes: *in vitro* measurement of viability. *Ann Plast Surg* 55: 408, 2005