

## 진구성 상완 신경총 마비에 대한 유리박근이식술

경희대학교 의과대학 정형외과학교실

정덕환 · 한정수 · 옥재철 · 조창현

— Abstract —

### Gracilis Muscle Transplantation in Neglected Brachial Plexus Palsy

Duke Whan Chung, M.D., Chung Soo Han, M.D.,  
Jae Chul Ok, M.D., Chang Hyun Cho, M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Kyung Hee University,  
Seoul, Korea*

Complete denervation after severe brachial plexus injury make significant muscle atrophy with loss of proper function. It is much helpful to reconstruct the essential function of the elbow flexion movement in patient with total loss of elbow flexion motion after brachial plexus lesion which was not recovered with nerve surgery or long term conservative treatment from onset. In whole arm type brachial plexus injury, if there were no response to neurotization or neglected from injury, the volume of the denervated muscle is significantly reduced month by month. About 18 months most of the muscle fibers change to fibrous tissues and markedly atrophied irreversibly, further waiting is no more meaningful from that period. Authors performed 14 cases of functioning gracilis muscle transfer from 1981 to 1995 with microneurovascular technique, neuromusculocutaneous free flaps were performed for reconstruction of lost elbow flexion function.

Average follow-up period was 5 years and 6 months. We used couple of intercostal nerves as a recipient nerve which were anastomosed to muscular nerve from obturator nerve in all cases. Recipient vessels were three deep brachial artery and eleven brachial artery which were anastomosed to medial femoral circumflex artery with end to end or end to side fashion. Average resting length of the transplanted gracilis were 24 cm.

We can get average 54 degree flexion range of elbow with fair muscle power from flail elbow. There were one case of muscle necrosis with lately developed thrombosis of microvascular anastomosed site which comes from insufficient recipient arterial condition, 3 cases of partial marginal necrosis of distal skin of the transplanted part which were not significant problem with spontaneously solved with time goes by gracilis muscle has constant neurovascular pattern with relatively easy harvesting donor with minimal donor morbidity. Especially it has similar length and shape with biceps brachii muscle of upper arm and longer nerve pedicle which can neurotaphy with

intercostal nerve without nerve graft if sufficient mobilization of the nerves from both sides of gracilis and intercostal region.

Authors can propose gracilis muscle transplantation with intercostal nerves neurotization is helpful method with minimal donor morbidity for neglected brachial plexus palsy patients.

**Key Words :** Neglected Brachial Plexus Palsy, Gracilis Muscle Transplantation

## I. 서 론

상완신경총은 해부학적 구조가 복잡하여 손상시 그 진단이 매우 어렵고 손상정도, 손상부위 및 연령에 따라 치료방법이 다양하며 특히 중증의 전마비시에는 그 치료가 거의 불가능한 상태로써 극히 제한된 치료방법 밖에는 없으며 치료결과 또한 매우 불량한 것으로 알려져 왔다<sup>1,8,9</sup>. 특히, 상완신경총의 심한 손상 후 완전 탈신경화된 경우에는 근위축이 심하게 진행되어 본래의 기능이 소실되는 것으로 보고되고 있다. 상완신경총 손상시 운동기능의 개선방법으로는 건전이술, 관절고정술 및 신경이전술 등 여러가지 방법이 있으며 부분 상완신경총 마비시에는 건전이술로 좋은 결과를 기대할 수 있으나 whole arm type인 경우 지금까지 치료 결과는 불량하였다<sup>7,10,17</sup>.

1970년 Tamai<sup>19</sup>가 실험 개에서 미세혈관수술법을 이용하여 대퇴직근(rectus femoris muscle)의 성공적 유리이식 후, 1973년 Chen이 최초의 유리근이식술을 성공하였고, Harii<sup>12</sup>가 1976년 박근(gracilis muscle)을 안면근육에 대치시키는 수술에 성공한 후부터 외상성 근육소실, 안면근육마비, 팔약근의 소실(sphincter muscle loss) 등에 박근(gracilis muscle)이식의 응용이 고려되어 왔으며 상완 신경총마비 혹은 볼크만 구축(Volkmann's contracture) 환자의 치료에서 박근의 유리이식술을 이용할 수 있게 되었다<sup>14</sup>.

본 저자들은 1981년부터 1995년까지 whole arm type의 진구성 상완신경총마비 14례에 대해 미세신경혈관수술을 이용한 유리박근이식술(Gracilis neuromuscular free flap)을 시행하여 소실된 주관절 굴곡기능을 재건하는 방법으로 진구성 상완신경총마비 환자를 치료한 바 있어 수술시기 및 결과를 보고하고자 한다.

## II. 대상 및 방법

### 1. 연구대상

1981년 1월부터 1995년 12월까지 저자들은 whole arm type의 상완신경총마비로 유리박근이식술을 시행한 14명 14례를 대상으로 하였다. 전례가 남자였으며 연령은 12세부터 48세까지로 대개 외상의 빈도가 높은 젊은 연령층이었으며, 원인으로는 전례가 산업재해나 교통사고 등으로 인한 외상성이었다. 수상후 유리박근이식술까지의 기간은 평균 3년(최단 1년 6개월, 최장 8년)이었고, 추시기간은 평균 5년 6개월(최단 1년 8개월, 최장 16년 7개월)이었다.

유리박근이식술 시행전의 치료내용을 보면 신경전이술(neurotization), 근이식술 또는 신경이식술을 시행한 경우가 6례였고 나머지 8례에서는 보존적 치료 또는 단순관찰만을 시행한 병력을 갖고 있었다.

### 2. 수술방법

수술전 준비로 환자의 전신상태 검사 및 근력검사, 감각신경검사와 근전도검사를 실시하여 상완신경총의 마비정도와 유형을 검사하여 이를 토대로 본술식을 시행할 것인지를 결정하였고, 박근 공여부와 수여부의 혈관분포상태를 vascular doppler 검사로 확인하였다<sup>12,14</sup>. 6례에서 혈관조영술을 추가로 시행하여 박근 수여부의 혈관분포를 확인하였다. 주관절의 이상유무를 알아보기로 주관절 전후 및 측면 단순 방사선 촬영을 시행하였고, 수동적 굴곡운동을 시행하여 관절 구축정도나 수동 장애 유무를 확인하였으며, 상완근의 근위축 정도를 알아보기로 주관절로부터 근위 10cm 부위에서 상완부의 둘레를 측정하여 정상측 상완부 둘레와 비교하였다.

수술수기로는 환자를 앙와위(supine position)로 하고 먼저 공여부(donor site)의 고관절을 외전, 외회전시키고 슬관절을 굴곡시켜 대퇴의 내측부를 잘

노출시킨 다음 피부 및 반흔조직의 반흔성 구축으로 피부이식이 필요한 경우가 많아 각 환부에 따라 필요로 하는 크기의 피부판(skin flap)을 도식하고 여기서 상하로 피부절개를 연장 절개한 후 전면의 장내전근(adductor longus muscle), 봉공근(sartorius muscle)과 후면의 반막양근(semi-membranosus muscle) 사이에서 박근을 확인한 다음 근육과 피부판이 분리되지 않도록 5cm 간격으로 결찰하고 대내전근(adductor magnus muscle)과 장내전근(adductor longus muscle) 사이에서 폐쇄신경(obturator nerve)을 확인 분리한 후 장내전근을 내측으로 전인하여 내측대퇴회선동맥(medial femoral circumflex artery)과 그 부속정맥을 심부대퇴동맥(profunda femoris artery)의 기시부에서 결찰하고 약 20cm 길이의 박근을 상하로 절제하여 혈관, 신경과 함께 채취한다(Fig. 2). 수여부(recipient)인 전박부 및 상박부의 반흔피부와 반흔조직을 완전히 절제하고 박근을 수용하기 적당한 상태로 만든다. 제 3 늑간에서 상완관절 및 상박부위 전내면까지 연장하는 반월상 피부절개를 한 후 제 3 늑골간을 부분절개하여 제 3, 4, 5 늑간신경을 노출시킨 후(Fig. 3) 박근을 적당히 긴장시킨 상태로<sup>14)</sup> 근기시부에서는 오웬돌기(coracoid process) 및 잔존 이두박근의 절단단(stump)에 봉합 고정시키고 근부착부에서는 전완부의 회외전을 증진시키기 위해 근위 요골의 이두박근 부착부의 배부에 고정시킨 다음 내측 대

퇴 회선동맥은 상박 심동맥(profunda brachii artery)에, 요측 피정맥(cephalic vein)은 부속정맥에 문합하여 혈류를 재개시킨 후 대흉근(pectoralis major muscle)을 절개하여 폐쇄신경의 전

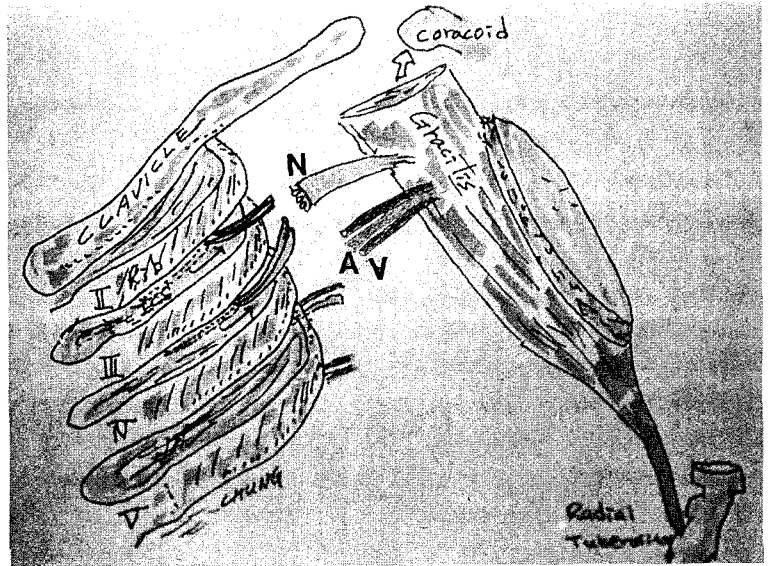


Fig. 1. Scheme of transplantation of gracilis muscle to upper arm in brachial plexus palsy.  
(A : Medial femoral circumflex artery, V : Concomitant vein, N : Branch of obturator nerve)

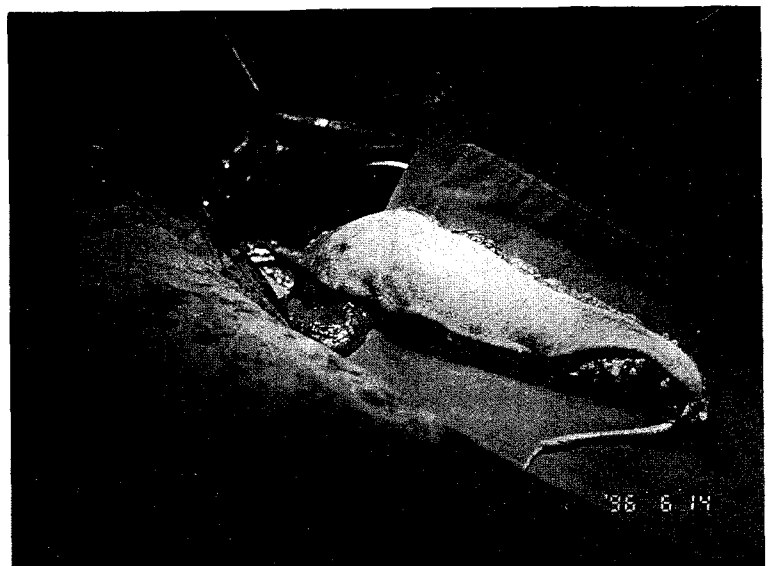


Fig. 2. Isolated complete composite tissue of gracilis musculocutaneous flap.

방분지를 늑간신경 (intercostal nerve)에 10-0 nylon으로 현미경을 이용한 미세수술법으로 봉합한다(Fig. 1).

### 3. 수술후 처치

수술직 후 주관절을 굴곡시킨 상태로 장상지 석고 부목(long arm splint)으로 고정시켰다. 대개 고정 기간은 약 3-4주이며 이 기간 동안 이식된 피부판(skin flap)의 혈액순환상태를 피부판의 색깔, 온감과 vascular doppler로 관찰하였고 일반적인 혈액순환개선제(asprin 75 mg + persantin 150mg/day for 1week)를 투여하였고 술 후 4주부터 간헐적으로 부목을 제거하여 관절운동을 시작하였다. 신경재생시까지 이식근은 마비된 상태와 같으므로 지속적인 전기자극요법으로 근수축을 자극시켜 이식근의 위축을 가능한 방지하도록 하였다. 특히 물리치료 기간 중 이식근이

불필요하게 늘어나지 않도록 수동적 신전운동은 삼가시켰고 근수축이 발생하여도 상당기간 과격한 수축운동은 피하도록 하였다.

### 4. 수술후 운동기능의 평가

운동기능의 회복정도는 British Research Council System<sup>13)</sup>을 기준으로 평가하였으며, 운동

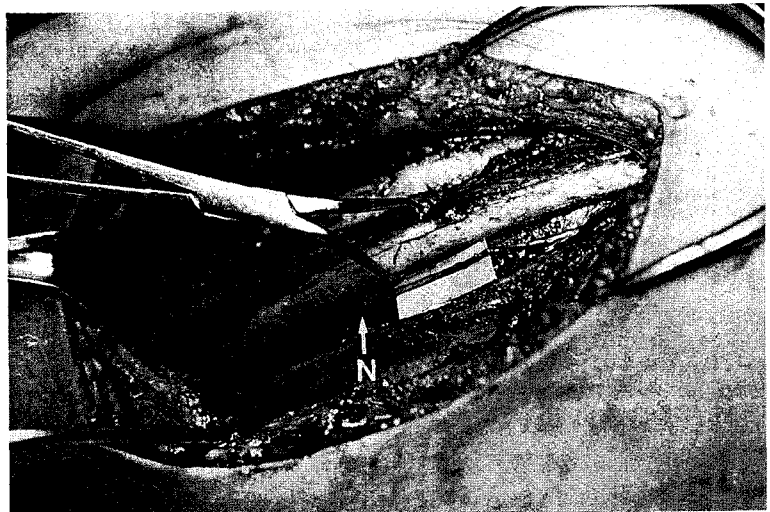


Fig. 3. Isolated intercostal nerve from rib. (N : intercostal nerve)

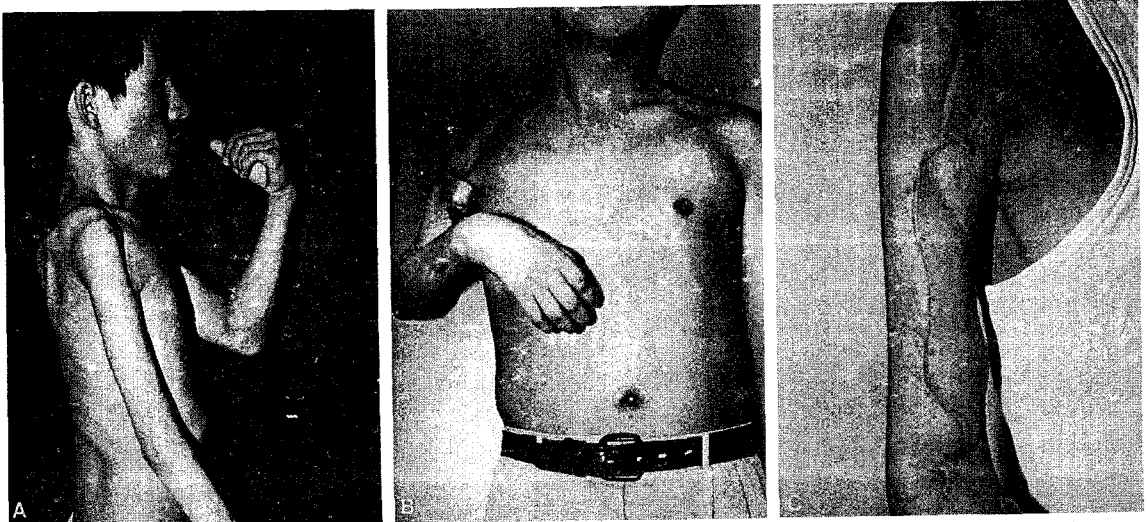


Fig. 4-A. One year after right brachial plexus injury. Severe atrophy of upper extremity, complete paralysis of elbow flexor compare with left side full elbow flexion.  
 B. Postoperation 2 years. Patient can flex actively his right elbow about 100°.  
 C. Postoperation. Gracilis musculocutaneous flap healed completely, without constricting scar.

력이 거의 정상인 경우 우수, 기능적으로 유용한 운동력 III 이상시 양호, 운동력 II 이상으로 약간의 기능 회복은 보이나 유용하지 못한 경우 보통, 운동력 I 또는 그 이하시 불량으로 평가하였다. 또한 무중력상태에서 주관절의 능동적 운동각도를 술전, 술 후에 측정하여 주관절 운동범위의 호전된 정도를 알아보았다.

### III. 결 과

상완부의 근위축 정도는 정상측이 평균 28.0cm인데 비해 환측은 평균 20.1cm로 평균 72%로 위축되어 있었다. 유리박근이식술 후 평균 5년 6개월간 추시관찰상 주관절 굴곡운동은 무중력상태에서 20°에서 105°로 평균 54°의 증가를 보였으며, 근력은 술전 M 0(근육수축의 증거가 없음)에서 M III(중력을 이기고 능동적 관절운동)로 향상되었고 British Research Council System<sup>13</sup>에 의한 운동기능의 회복평가 결과 양호가 11례, 보통이 2례, 불량이 1례였다. 이식된 박근의 이완시 평균길이는 24cm였고 수여부 혈관의 문합동맥은 상박심동맥과 내측대퇴회선동맥을 end to end로 문합한 예가 9례, 상완동맥(brachial artery)과 end to side로 문합한 예가 5례였다. 정맥은 요측피정맥 8례, 상완정맥(brachial vein) 6례를 이용하여 부속정맥과 문합하였다. 공여신경으로 늑간신경을 2개 이용한 경우가 6례, 3개 이용한 경우가 7례, 4개 이용한 경우가 1례였다. 수술후 합병증으로는 1례에서 혈관문합부에 혈전이 생겨 근괴사가 발생하여 불량한 결과가 나왔으며 일시적인 공여부 말단 피부괴사가 3례에서 관찰되었으나 보존적인 치료로 술후 2주내에 회복되었다(Fig. 4-A, B, C).

### IV. 고 찰

상완신경총 손상에 의한 상지마비시 치료법으로 전전이술, 관절고정술, 신경이전술(neurotization), 미세수술수기를 이용한 근유리이식술 등이 있는데, 근유리이식술을 이용한 기능 재건술은 신경이전술이나 보존적치료로 기능 회복이 없는 경우에 시행할 수 있는 새로운 수술수기로 최근 미세 수술의 발달과 더불어 여러 저자들에 의해 보고되고 있

다. 근유리이식술시 고려해야 할 사항으로는 공여부 근육의 기능, 즉 수축력, muscle volume, 신경 및 혈관의 상태, 근육의 길이와 이식후 수여부에서의 작용 등이 있다. 특히 유리근이식술시에는 이식근에 대한 혈류재개상태(단혈시간)와 이식후 신경의 재생기간, 이식근의 긴장상태 및 미세수술수기 등이 수술후 이식근의 기능정도를 결정하는 중요한 요소가 된다<sup>12,14</sup>. 수상후 신경이전술이나 장시간의 보존적 치료 후에도 기능의 회복이 없는 상완신경총 손상 환자에 있어서 소실된 주관절 굴곡운동기능의 회복은 매우 유용한 일이다. 수술시기는 저자들에 따라 의견이 분분하나 whole arm type의 상완신경총마비의 경우 수상후 18개월 정도 경과되면 근섬유들이 섬유화되어 회복이 제한적이므로 더이상 기능을 기다리는 것은 무의미한 일이라 하였으며 저자들은 수상후 18개월 이내에 가급적 수술을 시행하려고 하였으나 타 의료기관에서 간과되거나 방치되었던 환자가 대부분이었으므로 수술시기가 늦어진 예가 많았다.

근유리이식술에 이용할 수 있는 근육으로는 광배근(latissimus dorsi muscle), 흉근(pectoralis muscle), 박근, 흉쇄유돌근(sternocleidomastoid muscle) 및 상완 삼두근(triceps muscle), 복직근(rectus abdominalis muscle) 등이 있다<sup>12,14</sup>. 광배근과 흉근은 부분마비시 전이 및 유리이식이 가능하나 whole arm type의 상완 신경총 마비시에는 이들 근육도 마비되거나 위축되어 제공근으로 적당치 않으며 동측상지 및 반대편 상지의 부분적 운동장애가 생기고 수술후 반흔이 생겨 미용적으로 좋지 않은 점이 있다. 박근은 선조형 근육(stripped muscle)으로 근섬유가 근육방향과 평행하며 수축력이 약 10-12cm정도로 우수하여 박근을 이용시 첫째, 수여부의 소실된 근기능을 대신할 수 있으며 둘째, 충분한 길이의 근육, 신경 및 혈관을 얻을 수 있고 셋째, 피부판을 동시에 이식하므로 반흔을 제거할 수 있어 미용적 개선이 크며 넷째, 박근 채취부인 하지에 기능장애와 반흔을 남기지 않고<sup>12</sup> 다섯째, 이식근이 가늘고 얇아 수용처의 모양 개선에 적합하고 환부에서 이식근을 채취하지 않으므로 수여부에 다른 장애를 초래하지 않는 이점<sup>3</sup> 등이 있다. 유리이식술시 이식근을 공급하는 혈관은 단순하고 혈관 박리가 용이하며 수술이 용이할수록 더욱 더 좋은 결과를 가져올

수 있는데<sup>12,14,15,19</sup> 박근은 심부대퇴동맥 또는 그의 분지인 내측대퇴회선동맥에서 기시하여 장내전근과 단내전근 사이를 지나 거의 일정하게 치골결절 원위부 10cm부위에서 박근의 상부 1/3로 들어가는 혈관에 의해서만 주로 공급받고 그 부속정맥에 의해 의존하므로 좋은 조건을 갖추고 있으며 또한 박근에서는 적당한 길이와 크기의 혈관을 갖고 있으므로 end to end로 문합하기 좋으며 이식후 전박부의 혈행의 개선에도 기여할 수 있어 더 좋은 결과를 얻을 수 있는 장점이 있는 것으로 생각된다<sup>14,15,19</sup>.

신경 이전술에 이용되는 신경으로는 부척수신경(spinal accessory nerve)<sup>4</sup>, 횡경막신경(phenic nerve), 늑간신경(intercostal nerve) 등이 있으나, 1963년 Sedden<sup>10</sup>이 늑간신경을 이용한 상완신경총 손상 환자의 신경이전술을 처음 소개한 이후 그 유용성이 여러 저자들에 의해서 보고되었으나<sup>5,6,16</sup>, 늑간신경을 공여신경으로 사용시 늑간신경 채취시 시간이 많이 걸리고 출혈이 많으며, 상완신경총은 각 체간이 약 1000개 이상의 운동 축색을 가지는데 비해 제 3-6 늑간신경은 600-800개 정도로 무척 부족하고, 여성의 경우 유선부의 감각을 담당하므로 사용하는데 제한이 따른다고<sup>2</sup> 할 수 있으나, 늑간신경은 공여부 이환률이 낮고, 충분한 주위조직의 절개로 추가적인 신경이식술이 필요 없으며, 신경속이 2-5개로 다양하다는 장점이 있어서 Hara 등<sup>11</sup>은 근위부 견열손상(root avulsion)에 의한 상완신경총 손상에 있어서 주관절 굴곡운동의 회복에 늑간 신경이전술을 새로운 기준으로 제시하였다.

이식근이 효과적으로 작용하려면 이식후 신경의 재생이 빨라야 하는데 수술후 8개월때 이식근의 크기가 50% 감소한다는 실험적 보고<sup>12</sup>와 이식후 신경의 재생이 최소 3개월부터 시작하여 6-8개월이 소요됨에 따라 그 기간 동안 근위축 및 섬유화가 초래되어 근기능이 저하된다. 따라서 이 기간중 전기자극 치료 및 물리치료(수동적 운동, 마사지) 등으로 근의 위축 및 섬유화를 최소한으로 감소시킬 필요가 있다. 더욱이 이식근에 부착된 신경의 길이가 짧으면 재생기간이 단축되므로 근기능 회복이 빠르고 좋으며 섬유화 및 위축도 줄일 수 있을 것이다<sup>14</sup>. 이식근을 수여부에 연결시킬 때 과긴장하에 봉합하면 근괴사에 빠지기 쉽고 적은 긴장하에 봉합하면 근의 수축력이 부족하게 된다<sup>14,15,19</sup>. 따라서 저자들은 피판 박리시

근표면에 5cm 간격으로 봉합위치를 표시하고 주관절의 신전장애가 없는 한도내에서 최대한 주관절 굴곡운동이 가능하도록 수술중 전기자극으로 근의 긴장도를 측정하여 적당한 상태의 긴장도를 유지시키면서 봉합하였다. 근유리이식술에는 미세수술시기가 항상 강조되는데 이것은 단혈시간 및 수술로 인해 추가된 손상이 예후를 결정하는 것으로 실험에 의해 보고되고 있기 때문이다<sup>12,14</sup>. 이상과 같은 모든 조건을 갖춘 경우에도 수술후 공여부에 아무런 장애를 남기지 않는 유리이식술을 시행하는 것이 이상적인 근유리이식술이 될 수 있으므로 유리박근이식술은 이상과 같은 조건을 구비하고 있다고 하겠다.

결론적으로 근유리이식술시에는 신경의 재생기간의 단축을 위해 이식하는 신경의 길이를 될 수 있는 한 짧게하고 좋은 근기능의 회복을 위해 수여부의 신경이 운동신경으로 구성되어 있어야 하며 혈류재개 상태의 개선을 위해 이식근이 단순한 혈관에 의해 공급받고 비슷한 크기의 혈관으로 문합해야 하며 또한 숙련된 미세수술수기가 절대적으로 뒷받침되어야 한다. 본 유리박근이식술은 근소실, 마비에 대한 효과적인 수술방법으로 앞으로 그 치료방법이 극히 제한되어 있는 진구성 상완신경총의 전마비 상태의 환자에게 있어 주관절 굴곡기능 개선을 도모하여 일상생활에 도움을 줄 수 있는 비교적 효과적인 치료방법의 하나라고 생각된다.

## V. 결 론

저자들은 whole arm type의 진구성 상완신경총 마비 환자 14례에 대해 미세수술수기를 이용한 신경혈관부착 유리박근이식술을 시행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 박근은 간과된 whole arm type 상완 신경총 손상 환자에 있어서 주관절 굴곡기능 회복을 위한 유용한 공여근육이다.
2. 늑간 신경이전술은 whole arm type의 진구성 상완신경총마비 환자에 있어 유리박근이식술을 이용한 주관절 굴곡기능회복 수술시에 공여부 장애를 거의 남기지 않는 신경이다.
3. 유리박근이식술후 중력을 이기고 능동적인 주관절운동이 가능한 M III의 기능회복이 11례에서 관찰되었다.

4. 유리박근이식술시 공여부위에 장애나 반흔은 거의 문제시 되지 않았다.

5. 저자들의 경우 수상후 평균 3년에 시행한 결과 11례에서 양호한 결과를 얻었다.

그렇지만 수상후 근전이술까지의 기간은 아직 의견이 분분하며, 견관절과 수부의 장애에 대해서도 충분한 고려가 필요할 것으로 사료된다.

## REFERENCES

- 1) 김상수 : 상완신경총 및 말초 신경손상의 합병증과 그 대책. 대한의학협회지, 10:1080-1084, 1990.
- 2) 김상수, 김학선, 김영진 : 상완 신경총의 절전부 전 마비 손상에서 다발성 신경 이진술. 대한정형외과학회지, 30:22-32, 1995.
- 3) 유명철, 강신혁, 김영권, 한정수 : 볼크만 구축 및 상박 신경총의 마비에 대한 박근의 유리 이식술. 대한정형외과학회지, 18:371-380, 1983.
- 4) 유명철, 정덕환, 한정수, 이건영 : 상완 신경총 손상의 수술적 치료. 대한정형외과학회지, 23: 1165-1173, 1988.
- 5) Allende BT and Manna YE : *Trnasferencia de nervios intercostales a plexo brachial*. *Rev Orthoped Latino-Am*, 16:79, 1977.
- 6) Allieu Y and Cenac P : *Neurotization via the spinal accessory nerve in complete paralysis due to multiple avulsion injuries of the brachial plexus*. *Clin Orthop*, 237:67-74, 1988.
- 7) Antol A : *Partial transposition of the latissimus dorsi*. *J Bone and Joint Surg*. 55-A:1259-1264, 1973.
- 8) Barns R : *Traction injuries of the brachial plexus in adult*. *J Bone and Joint Surg*. 41-B:4-35, 1959.
- 9) Bonney G : *Prognosis in traction lesion of the brachial plexus*. *J Bone and Joint Surg*, 41-B:4-35, 1959.
- 10) Edurado Z and Hector M : *Latissimus dorsi transfer to restore elbow flexion*. *J Bone and Joint Surg*. 37-A:897-919, 1955.
- 11) Hara T, Nagano A, Akasaka Y, Takahashi M and Nakagawa T : *The present and future of the intercostal nerve crossing as a treatment of brachial plexus injuries*. *Current Trends in Hand Surgery*: 289-295. 1995.
- 12) Harii K, Ohmori K and Torii S : *Free gracilis muscle transplantation with microvascular anastomosis for the treatment of facial paralysis*. *Plast Reconstr. Surg*. 57: 133-143, 1976.
- 13) Hight WB : *Grading of motor and sensory recovery in nerve injuries*. In Seddon HJ, ed. *Peripheral nerve injuries*. Medical Research Council Report Series No 282 London Her Majesty's Stationery Office: 356-357, 1954.
- 14) Ikuta Y, Kubo T and Tsuge K : *Free muscle transplantation by microsurgical technique to treat severe Volkmann's contracture*. *Plast Reconstr Surg*, 58:407-411, 1976.
- 15) Kubo T, Ikuta Y and Tsuge K : *Free muscle paralytic elbow*, *J Bone and Joint Surg*, 33-A: 566-571, 1951.
- 16) Narakas AO : *Surgical treatment of traction injuries of the brachial plexus*, *Clin Orthop*, 133:71-90. 1978.
- 17) Roland OD and Edgar GD : *Elbow flexorplasty*. *J Bone and Joint Surg*. 63-A: 1064-1068, 1981.
- 18) Seddon HJ : *Nerve grafting*. *J Bone and Joint Surg*, 45-B:447-461, 1963.
- 19) Tamai SK, Sakamoto H and Okuda H : *Free muscle transplants in dogs with microsurgical neurovascular anastomosis*. *Plast Reconstr Surg*, 46:219-225, 1970.