

성공적인 겨드랑신경 신경이전술을  
위한 겨드랑신경과  
노신경 위팔세갈래근 가지의  
국소해부학 및 형태학적 연구

연세대학교 대학원

의 과 학 과

방 중 호

성공적인 겨드랑신경 신경이전술을  
위한 겨드랑신경과  
노신경 위팔세갈래근 가지의  
국소해부학 및 형태학적 연구

지도교수 이 혜 연

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2014년 12월

연세대학교 대학원

의 과 학 과

방 종 호

# 방중호의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 문 성 환 인

심사위원 이 혜 연 인

심사위원 양 희 준 인

연세대학교 대학원

2014년 12월

## 감사의 글

대학교를 졸업하고 들어온 실험실이 낯설고 어려웠었는데 이렇게 학위논문까지 쓰게 되니 대학원 졸업이 실감 납니다. 긴 여정에 도움을 주신 모든 분들께 감사의 마음을 전합니다.

해부학교실에 처음 들어서는 순간부터 논문을 마칠 때까지 모든 방면에 끊임없는 격려와 세심한 배려로 지도해 주신 이혜연 교수님 감사합니다. 연구와 강의로 바쁘신 가운데 좋은 논문이 될 수 있도록 관심과 조언으로 격려 해주신 양희준 교수님과 논문 심사를 위해 바쁘신 와중에 소중한 시간 내주신 문성환 교수님께도 감사 드립니다.

석사과정 동안 조직학과 발생학에 흥미를 가지고 공부할 수 있도록 도움 주신 박경아 교수님, 이원택 교수님, 박형우 교수님, 이종은 교수님, 정호성 교수님께 감사의 말씀을 전합니다.

실험하는 동안 어려움이 봉착할 때마다 도움과 많은 조언을 주신 유병기, 신영호 선생님 감사 드립니다.

그 동안 정말 많은 사람들을 만나고 추억을 같이 공유하였습니다. 우선 많은 것을 가르쳐주신 길영천 선생님 감사합니다.

해부학교실에서 많은 도움과 환경을 만들어주신 김대원, 김준호, 한율 선생님 감사합니다. 바쁘신 동안에 그림 작업을 해 주신 장동수 선생님 감사합니다.

저와 함께 했던 진정두, 이은규, 류성한, 박성원, 백봉길 선생님 그리고 현재 남아서 저와 함께하고 있는 강영길, 김슬기나, 임상욱 선생님 감사합니다. 계속 좋은 추억 만들면서 오래갔으면 좋겠습니다.

끝으로 저에게 언제나 힘이 되어주신 아버지, 어머니, 그리고 동생, 친척들 모두 감사 드리고 사랑한다는 말을 전하고 싶습니다.

이렇게 많은 분들의 도움이 있었기에 학위를 무사히 마칠 수 있었습니다. 다시 한번 감사의 인사를 전하고 싶습니다. 모두들 감사합니다.

방 종 호 씬

# 차 례

국문요약 .....	1
I. 서론 .....	4
II. 재료 및 방법 .....	8
1. 연구재료 .....	8
2. 연구방법 .....	8
가. 해부 및 관찰 .....	8
나. 기록 및 사진촬영 .....	9
다. 조사내용 .....	9
(1) 겨드랑신경 .....	9
(가) 겨드랑신경의 길이와 지름 .....	9
(나) 겨드랑신경의 근육 분포 유형 .....	9
(다) 앞분지와 뒤분지의 계측자료 .....	10
(라) 어깨세모근 가지부분에 분포하는 앞분지와 뒤 분지의 개수와 크기 .....	10
(마) 어깨세모근에 분포하는 신경가지가 근육으로 들어가는 위치 .....	10
(2) 노신경 .....	11
(가) 위팔세갈래근에 분포하는 노신경 신경가지의 유형과 빈도 .....	11
(나) 위팔세갈래근에 분포하는 노신경 신경가지의 길이와 지름 .....	11
(3) 겨드랑신경과 노신경 사이의 거리 .....	11
(4) 조직 표본 분석 .....	13
(가) 신경절편 제작 .....	13
(나) 겨드랑신경과 노신경의 각 부분의 지름, 신경	

다발 면적, 축삭 개수 .....	14
① 신경다발 면적 측정 .....	14
② 축삭 개수 측정 .....	14
라. 통계처리 .....	16
III. 결과 .....	17
1. 겨드랑신경 .....	17
가. 겨드랑신경의 길이와 지름 .....	17
나. 겨드랑신경의 근육 분포 유형 .....	19
다. 뒤분지가지의 계측자료 .....	21
라. 앞분지가지의 계측자료 .....	21
마. 어깨세모근 가지부분에 분포하는 앞분지와 뒤분지의 개 수와 크기 .....	23
바. 어깨세모근에 분포하는 신경가지가 근육으로 들어가는 위치 .....	25
2. 노신경 .....	28
가. 위팔세갈래근에 분포하는 노신경 신경가지의 유형과 빈 도 .....	28
나. 위팔세갈래근 노신경 신경가지의 길이 .....	32
다. 위팔세갈래근 신경가지의 크기 .....	33
라. 겨드랑신경과 노신경 사이의 거리 .....	35
3. 각 신경가지의 크기와 축삭 수의 분석 .....	36
가. 조직표본에서 측정한 겨드랑신경과 노신경의 각 부분의 지름, 신경다발 면적, 축삭 개수 .....	36
IV. 고찰 .....	38
V. 결론 .....	45
참고문헌 .....	49
Abstract .....	53

## 그림 차례

그림 1. 어깨에서 겨드랑신경과 노신경사이의 거리 .....	12
그림 2. 겨드랑신경의 조직표본 .....	15
그림 3. 겨드랑신경의 각분지 계측점 .....	17
그림 4. 겨드랑신경의 분지 유형 .....	20
그림 5. 겨드랑신경가지가 어깨세모근으로 들어가는 위치 .....	27
그림 6. 위팔세갈래근에 분포하는 노신경의 신경가지 .....	29



## 표 차례

표 1. 겨드랑신경의 길이 .....	18
표 2. 겨드랑신경의 지름 .....	19
표 3. 앞분지가 분포하는 어깨세모근 각 부위별 가지 수 .....	22
표 4. 어깨세모근 각 부분에 분포하는 겨드랑신경 앞가지의 근육가지 길이.....	22
표 5. 어깨세모근 각 부분에 분포하는 겨드랑신경 앞가지의 근육가지 길이의 유형별 비교 .....	23
표 6. 어깨세모근 가지부분에 분포하는 근육가지의 기원에 따른 길이 비교 .....	24
표 7. 어깨세모근 가지부분에 분포하는 근육가지의 기원과 유형에 따른 길이비교 .....	24
표 8. 어깨세모근 가지부분에 분포하는 뒤분지와 앞분지가 지름의 성별과 방향 비교 .....	25
표 9. 겨드랑신경이 어깨세모근으로 들어가는 점의 백분율 위치 .....	26
표 10. 유형별로 비교한 신경가지가 어깨세모근으로 들	

	어가는 점의 백분율 위치 .....	26
표 11.	위팔세갈래근에 분포하는 노신경 신경가지의 유형과 빈도 .....	30
표 12.	위팔세갈래근 각 갈래에 분포하는 노신경 가지 수 .....	31
표 13.	공통가지유무에 따른 노신경 신경가지 수의 비교 .....	31
표 14.	노신경 위팔세갈래근 가지의 길이 .....	32
표 15.	공통가지유무에 따른 노신경 신경가지 길이의 비교 .....	33
표 16.	위팔세갈래근 각 갈래에 분포하는 노신경가지의 지름 .....	34
표 17.	세갈래근가지 지름의 유형별 비교 .....	34
표 18.	겨드랑신경의 실제 측정된 지름과 조직표본 단면적, 축삭수의 비교 .....	36
표 19.	노신경의 실제 측정된 지름과 조직표본 단면적, 축삭수의 비교 .....	37
표 20.	신경의 단면적, 신경다발의 단면적, 축삭의 개수 사이의 상관관계 .....	37

## 국문요약

성공적인 겨드랑신경 신경이전술을 위한 겨드랑신경과 노신경  
위팔세갈래근 가지의 국소해부학 및 형태학적 연구

겨드랑신경(axillary nerve)의 해부학적 지식은 팔신경얼기 손상(brachial plexus injury) 등의 외상으로 인해 저하된 어깨세모근(deltoid) 기능의 회복을 위한 노신경(radial nerve) 신경이식(nerve transfer)을 위하여 꼭 필요하다. 이에 본 연구자는 한국인의 겨드랑신경과 노신경의 국소해부학적 관계를 밝히고자 하였다. 성인시신 50 구(남 35, 여 15; 평균 나이 75.8 세)의 겨드랑 50 쪽(오른쪽 24, 왼쪽 26)에서 겨드랑신경이 작은원근(teres minor)의 아래모서리를 지나는 곳부터 근육에 들어가는 곳까지 해부하여 겨드랑신경의 분지 양상과 크기를 조사하였고, 이를 같은 쪽 노신경의 위팔세갈래근의 분지 양상과 크기를 조사하여 두 신경의 형태를 서로 비교하여 분석하였다. 어깨세모근의 이는곳을 기준으로 빗장부분, 봉우리부분, 가시부분으로 구별하여 각 부분에 분포하는 겨드랑신경 가지의 수, 각 가지가 분지하는 위치, 근육으로 들어가기까지의 거리를 계측하였고, 노신경은 큰원근 아래모서리로부터 위팔세갈래근의 각 갈래에 분포하는 신경가지에 대해 같은 방법으로 계측하였다.

겨드랑신경은, 모든 경우에서 네모공간을 지나기 전에 앞분지와 뒤분지로 나뉘었다. 뒤분지는 작은원근에 평균 1.5 개로 항상

분포하였고, 62.0%에서는 어깨세모근의 가시부분에도 분포하는 것을 관찰하였다. 작은원근의 신경가지가 분지된 후 근육으로 들어가기까지의 길이는 37.2 mm였다. 어깨세모근의 빗장부분과 봉우리부분에는 모든 경우에서 겨드랑신경의 앞분지가 분포하였다. 어깨세모근의 가시부분은 앞분지와 뒤분지가 함께 분포하는 경우가 가장 많았고(48.0%), 앞분지만 분포하는 경우는 38.0%였다. 뒤분지만 분포하는 경우도 14.0%에서 관찰하였다. 앞분지에서 분지되어 어깨세모근의 각 부분에 분포하는 가지 수는 다양하였으며, 어깨세모근의 가시부분에 분포하는 것이 평균 1.5 개로 가장 적었고, 봉우리부분과 빗장부분에 들어가는 가지 수의 평균은 각각 4.9 개, 4.2 개로 서로 비슷하였다. 신경 줄기에서 분지된 가지가 근육으로 들어가기까지의 거리는 가시부분(평균 46.3 mm)에서 빗장부분(평균 9.4 mm)으로 갈수록 짧아졌다. 어깨세모근의 부분에 분포하는 신경가지가 근육으로 들어가는 평균위치는 봉우리끝에서 57.1 mm 아래쪽이었으며, 근육 길이를 전체로 1 로 하였을 때 28.7-47.0 백분위 범위 사이에 위치하였다.

위팔세갈래근에 분포하는 신경가지는 독립적으로 분포하였으나, 안쪽갈래와 가쪽갈래에 공통으로 분포하는 경우도 있었다. 각 갈래에 분포하는 가지들이 공통가지와 함께 나타나는 경우는 74.0%였으며, 각 갈래에 가는 가지들이 독립적인 경우가 26.0% 였다. 공통가지가 분포하는 경우, 독립가지가 긴갈래, 안쪽갈래, 가쪽갈래에 분포하는 것이 가장 많았고(60.0%), 긴갈래, 가쪽갈래에 분포하는 것이 두번째였으며(8.0%), 긴갈래, 안쪽갈래에 분포하는 경우가 가장 적었다(6.0%).

위팔세갈래근 가지 중 가장 짧은 것은 긴갈래가지였고(평균 23.4 mm), 가장 긴 것은 안쪽갈래가지였다(평균 58.7 mm). 신경이전술을 하기 위해서는 노신경가지를 큰원근 아래모서리로부터 적어도 겨드랑신경이 네모공간을 지나는 위치인 작은원근 아래모서리까지는 이동하여 연결하여야 하므로, 이 사이 평균 길이인 38.3 mm보다 긴 신경을 선택하여 이전해야 한다. 따라서 긴갈래가지는 길이가 충분하지 않으므로 신경이전술에 부적합할 수 있다.

직접 측정한 각 갈래의 신경가지 굵기는 각각의 가지들보다 공통가지(평균 1.7 mm)가 가장 굵었으며, 각 갈래의 독립가지들의 지름은 통계적 차이가 없었다. 조직표본에서 계수한 축삭의 개수는 신경의 지름 및 신경다발의 단면적과 비례하였다. 신경이전술 후 근육회복을 최대화 하기 위해서는 축삭 수가 가장 비슷한 신경을 선택해야 한다. 그러나 노신경 개별 가지들의 신경축삭의 수는 겨드랑신경 각 갈래의 신경축삭 수보다 부족하므로, 최대한 굵은 신경을 선택해야 할 것이다.

이들의 결과를 종합하여 길이와 지름을 동시에 고려한다면 공통가지를 쓰는 것이 가장 좋을 것이다. 개별가지 중에서는 가쪽갈래 가지가 길이는 안쪽갈래가지보다 짧기는 하나, 지름은 비슷하고 다수가 관찰되므로 안쪽갈래가지를 쓰는 것보다 더 현명한 선택이 될 수 있다. 겨드랑신경과 노신경 가지의 굵기 및 길이 등에 대한 이 연구결과를 참고하여 신경이전술을 시행한다면, 수술 후 어깨관절의 기능을 더 회복시키는 데에 도움이 될 것이다.

---

핵심되는 말 : 표면해부학, 변이, 겨드랑신경, 긴갈래가지, 가쪽갈래 가지, 안쪽갈래가지, 공통가지

성공적인 겨드랑신경 신경이전술을 위한 겨드랑신경과 노신경  
위팔세갈래근 가지의 국소해부학 및 형태학적 연구

<지도교수 이 혜 연>

연세대학교 대학원 의과학과

방 종 호

I. 서론

겨드랑신경(axillary nerve)은 다섯번째와 여섯번째 목신경(cervical nerve) 배쪽가지(ventral nerve)로부터 유래하며, 팔신경얼기(brachial plexus)의 뒤신경다발(posterior cord)의 종말가지(terminal branch)이다. 겨드랑신경은 어깨밑근(subscapularis)의 아래가쪽을 가로질러 사선으로 주행하고 뒤위팔회돌이혈관(posterior humeral circumflex vessel)과 함께 네모공간(quadrangular space)을 지난다.<sup>1</sup> 겨드랑신경 손상은 대부분이 팔신경얼기 손상에 동반하여 발생한다. 위팔신경얼기마비(upper brachial plexus paralysis)는 팔신경얼기의 손상 중 하나로 대부분 어깨에서 목이 과도하게 가쪽으로 신장되어 다섯번째와 여섯번째 목신경이 손상된다.<sup>2</sup> 반면에 겨드랑신경이 단독으로 손상되는 경우는 드물며 겨드랑신경 손상 중 0.3%-6.0%를 차지한다.<sup>3</sup> 그 원인은 어깨관절 탈구(shoulder dislocation), 위팔뼈

외과목 골절(humeral neck fracture), 견인(traction) 등의 외상, 또는 정형외과 수술(orthopedic operation)로 인한 손상, 동맥류 또는 종양의 신경압박(nerve compression), 신경통성근위축증(Parsonage - Turner syndrome)과 같은 질환이며,<sup>4-6</sup> 손상이 잘 일어나는 위치는 네모공간에 근접한 부분이다.<sup>6</sup>

겨드랑신경은 앞분지(anterior division)와 뒤분지(posterior division)로 나뉘어 분포하며, 앞분지는 위팔뼈(humerus)의 외과목(surgical neck)을 돌아 어깨세모근(deltoid muscle) 앞모서리 방향으로 깊게 들어가면서 어깨세모근의 봉우리부분(acromial part)과 빗장부분(clavicular part)에 가지를 낸다. 뒤분지는 작은원근(teres minor)과 어깨세모근의 가시부분(spinous part)에 가지를 낸다.<sup>6</sup> 어깨세모근은 어깨관절을 벌리는 운동을 주로 하므로, 겨드랑신경이 손상되면 어깨세모근이 약화되어 일상적으로 벌리는 운동이 어려워지고, 어깨관절의 안정성도 떨어지고, 어깨의 운동 기능까지 저하 될 수 있다.<sup>2,7,8</sup>

겨드랑신경의 손상이 개방성일 때는 신경봉합술(neurorrhaphy)을 시행하지만 폐쇄성 손상에서 이학적 검사와 X선 검사에서 즉시 수술을 요하지 않을 때는 경과를 지켜본다. 이러한 손상은 보통 3~4개월 내에 비수술적 방법으로 낫기도 하지만, 그렇지 않은 경우는 어깨세모근의 마비가 호전되지 않고 지속되어 외과수술이 필요하다.<sup>9</sup> 신경절후형손상(postganglionic injury)에서는 신경박리술(neurolysis)이나 말단문합술(end to end anastomosis)이 이용될 수 있으나, 특히 팔신경얼기의 수술에 있어서는 박리에 의한 이동성이 충분하지 못하며, 직접 봉합이 어려운 경우가 많다. 따라서 많은 경우에서 신경이식술

(nerve graft)이나 신경이전술(neurotization)을 이용한 팔신경얼기 재건술(brachial plexus reconstruction)이 필요하다.<sup>10,11</sup> 하지만 팔신경얼기 손상환자는 대부분이 신경절전형손상(preganglionic injury)으로 신경이식술이 불가능 하므로, 팔신경얼기 재건술(brachial plexus reconstruction)을 위해서는 다양한 종류의 신경이전술을 시행하고 있다.<sup>6,11,12,13</sup>

신경이전술은 정상 공여부신경(donor nerve)과 가지를 절단해서 만든 몸쪽절단부분(proximal stump)을 손상된 수여부신경(recipient nerve)의 먼쪽잘린부분(distal stump)과 연결하는 것이다.<sup>14</sup> 신경이전술이 성공적으로 이루어지려면, 회복시키고자 하는 접합부분이 회복시키고자 하는 근육에 가까울수록 기능 회복이 빨라진다. 또한 신경길이가 충분히 확보되어야 움직임의 제한이 생기지 않으며, 길이를 연장하기 위하여 중간 부분에 추가적인 신경이식을 할 필요가 없다.<sup>15</sup> 또한 신경이전술의 성공을 위하여 신경의 지름과 운동 및 감각신경의 개수와 그 비율도 참고하여야 한다.<sup>15,16</sup>

손상된 겨드랑신경에 신경이전술을 하기 위한 수여부로 자주 이용되는 것은 노신경(radial nerve)이다. 팔신경얼기의 가지 중 가장 굵은 가지인 노신경은 세모툼새(triangular inlet)를 지나 위팔세갈래근의 각 갈래에 신경가지를 낸 후 위팔뼈 뒤쪽 표면을 지나서, 가쪽근육사이막(lateral intermuscular septum)을 뚫고 앞칸으로 간다.<sup>17</sup>

위팔세갈래근의 긴갈래가지와 겨드랑신경 사이의 신경이전술은 Colemann이 처음으로 성공하였으며<sup>18</sup>, 그 이후 겨드랑신경의



신경이전술에서 위팔세갈래근에 분포하는 노신경 가치를 주로 사용하고 있다.<sup>2,19-21</sup>

이러한 신경이전술을 위하여 겨드랑신경이나 노신경 각각에 대한 해부학적 연구결과는 많이 발표되었으나,<sup>14,15,22</sup> 동일인의 신경의 특성을 직접 비교하지 않았으므로, 신경이전술을 위해서 지금까지는 각각의 신경에 대해 서로 다른 표본집단에서 따로따로 연구된 자료들에서 얻은 평균적인 결과를 간접적으로 비교하여 그 치료결과를 예측하였다. 또한 저자가 선행연구로 시행한 미발표 연구에서 한국인의 긴갈래신경의 길이가 서양인과 비교하여 짧다는 것을 확인하였으므로, 서양인의 자료를 기준으로 수술계획을 하는 것에 대한 부정확성이 나타날 수 밖에 없다. 또한 공여신경과 수여신경의 축삭수가 동일할수록 최대의 기능회복을 기대할 수 있으므로 겨드랑신경과 이식술을 시행할 신경가지의 축삭 수를 아는 것이 도움이 될 것이다.

따라서 이 연구자는 겨드랑신경과 노신경의 위팔세갈래근가지의 분지 양상, 위치, 길이, 크기의 특성을 밝히고, 각 신경의 조직표본에서 축삭의 수를 확인하여, 겨드랑신경 손상 시 그 회복을 위한 공여부신경을 선택 하는데 도움이 되는 해부학적 자료를 마련하고자 이 연구를 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 연구재료

한국인 성인 시신 29 구에서 연구에 적합한 위팔 50 쪽(남자 35 쪽 / 여자 15 쪽; 왼쪽 26 쪽 / 오른쪽 24 쪽)을 사용하였다. 조사대상의 평균 나이는 75.8 세이며, 범위는 52-95 세였다. 모든 시신은 통상적인 방법으로 고정된 것을 사용하였으며, 변형이나 손상이 없는 팔을 이용하여 조사하였다.

### 2. 연구방법

#### 가. 해부 및 관찰

통상적인 방법으로 겨드랑, 어깨, 팔을 해부하여 겨드랑신경과 노신경의 가지를 노출하였다. 겨드랑신경이 앞, 뒤분지로 나뉘는 후 각각이 분포하는 근육과 영역을 관찰하였다. 어깨세모근의 이능곳을 잘라 젓혀 가시부분, 봉우리부분, 빗장부분을 구별하여 표시하였다. 겨드랑신경이 작은원근과 어깨세모근에 들어가는 곳까지 추적하여 확인하였다.

위팔세갈래근(triceps brachii muscle)의 가쪽갈래(lateral head)를 이능곳 가까이에서 잘라 젓힌 후, 긴갈래(long head), 안쪽갈래(medial head), 가쪽갈래에 분포하는 노신경가지들을 찾았다. 노신경의 위팔세갈래근 각 갈래에 들어가는 가지는

노신경에서 갈라지는 곳으로부터 근육에 들어가는 곳까지 추적하여 확인하였다.

#### 나. 기록 및 사진촬영

겨드랑신경과 노신경 위팔세갈래근 가지가 각각 갈라져 근육의 각 부분에 분포하기까지의 분지양상을 그림과 사진으로 기록한 뒤, 디지털밀립자(Model 500-181, mitutoyo Corp, Kanogawa, Japan)를 사용하여 육안해부학적 측정을 시행하였다.

#### 다. 조사내용

##### (1) 겨드랑신경

###### (가) 겨드랑신경의 길이와 지름

겨드랑신경이 일어나서 앞분지와 뒤분지로 나뉘어지기 전까지의 길이와, 분지 나뉜 후부터 각 분지의 첫번째 가지가 나오기까지의 길이를 측정했다. 겨드랑신경에서 두 갈래가 나뉘는 위치와, 갈래의 첫번째가지가 일어나는 곳의 위치를 작은원근을 기준으로 측정하였다. 겨드랑신경의 지름과 겨드랑신경의 앞분지와 뒤분지의 지름을 측정했다.

###### (나) 겨드랑신경의 근육 분포 유형

겨드랑신경의 앞분지와 뒤분지가 어깨세모근과 작은원근에 분포하는 유형을 확인하고 빈도를 조사하였다. 어깨세모근은 이는곳의 뼈부분을 기준으로 가시부분 (spinous part), 봉오리부분(acromial part), 빗장부분

(clavicular part)으로 나누었으며, 각 부위에 어느 갈래가 분포하는지를 조사하여 유형을 분류하였다

(다) 앞분지와 뒤분지의 계측자료

겨드랑신경 앞분지와 뒤분지에서 근육에 분포하는 신경가지의 수와 신경가지가 분지된 후 근육으로 들어가기까지의 거리를 측정하였다.

(라) 어깨세모근 가지부분에 분포하는 앞분지와 뒤분지의 개수와 크기

어깨세모근을 이능점을 기준으로 세 부분으로 나누고 뒤분지와 앞분지가 각 부분에 들어가는 겨드랑신경 가지의 개수와 길이를 측정하고 비교하였다.

(마) 어깨세모근에 분포하는 신경가지가 근육으로 들어가는 위치

어깨뼈 봉우리끝(acromial end)으로부터 위팔뼈의 세모근거친면(deltoid tuberosity)까지를 기준으로 하여 어깨세모근의 길이를 측정하고 어깨뼈의 봉우리 끝을 기준으로 겨드랑신경이 어깨세모근에 들어가는 위치를 측정하였다. 어깨세모근으로 신경이 들어가는 지점들 중 가장 높은 곳과 낮은 곳의 위치를 측정하고, 들어가는 가지가 앞가지와 뒤가지 중 무엇에서 일어나는 가지인지 확인하였다.

## (2) 노신경

(가) 위팔세갈래근에 분포하는 노신경 신경가지의 유형과 빈도

큰원근의 아래모서리를 지나는 곳에서 위팔세갈래근의 각 갈래로 분포하는 노신경가지들의 개수를 파악하고 근육에 분포하는 유형을 확인하고 빈도를 조사하였다.

(나) 위팔세갈래근에 분포하는 노신경 신경가지의 길이와 지름

위팔세갈래근의 각 갈래에 분포하는 노신경의 신경가지를 큰원근의 아래모서리로부터 각 가지의 첫번째 가지가 나뉘어지기 전까지의 거리와 지름을 조사하고 해당하는 분지유형별로 분류하였다.

## (3) 겨드랑신경과 노신경 사이의 거리

작은원근 아래모서리를 지나는 겨드랑신경과 큰원근 아래모서리를 지나는 노신경의 위치를 확인하고, 그 위치 사이의 거리를 디지털밀림자를 이용하여 측정하였다(그림 1).

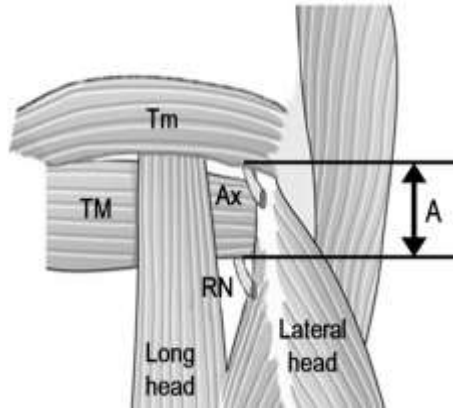


그림 1. 어깨에서 겨드랑신경과 노신경사이의 거리. A : 겨드랑신경이 작은원근의 아래모서리에서 나오는 점과 노신경이 큰원근의 아래모서리에서 나오는 점을 측정한 거리, Tm : 작은원근, TM : 큰원근, Ax : 겨드랑신경, RN : 노신경, Long head : 긴갈래, Lateral head : 가쪽갈래.

#### (4) 조직 표본 분석

##### (가) 신경절편 제작

해부 관찰이 완료된 신경표본 중 무작위로 10 쪽을 선택하여 거드랑신경이 갈라지기 전의 신경줄기 부분과 갈라진 뒤의 앞, 뒤분지(division)에서 신경분절을 각각 5 mm씩 잘라 내었다. 노신경은 위팔세갈래근의 각 갈래에 노신경 가지 중 각 갈래마다 가장 굵은 것을 하나씩 선택하여 큰원근으로부터 1 cm 먼쪽에서 신경을 10 mm씩 잘랐다. 적출된 조직은 4% 파라포름알데하이드 고정액(0.1M PBS pH 7.4)으로 4℃에서 하룻밤 고정하였다. 고정이 끝난 조직은 70, 85, 95 및 100% 에탄올에서 5 분씩 세 차례 탈수하고 벤젠(benzene)으로 투명화 시켰다. 파라핀에 30 분씩 세 차례 침투시킨 후 파라핀에 포매하였다. 포매 된 조직을 회전박절기를 이용해 2  $\mu$ m 두께로 박절하여 슬라이드에 붙였다. 수초의 형태를 관찰하기 위해 톨루이딘블루(toluidine blue)로 염색을 시행하였다. 자일렌(xylene)에서 5 분간 세 차례 파라핀을 제거하고 100, 95, 85 및 70% 에탄올에서 각각 3분씩 함수과정을 거친 후 흐르는 물에 수세하였다. 염색액은 증류수 100 ml에 톨루이딘블루 1 g과 sodium borate 1 g을 넣고 충분히 녹인 후 여과하여 사용하였다. 염색액에서 5 분간 염색한 후 흐르는 물에 수세하고 에탄올로 탈수한 후 자일렌에서 청명과정을 거친 후 synthetic mount로 봉입하였다.

(나) 겨드랑신경과 노신경의 각 부분의 지름, 신경다발 면적, 축삭 개수

① 신경다발 면적 측정

표본당 세 개의 절편을 무작위로 선택하여 광학 현미경으로 신경절편을 4배 대물렌즈로 확대하여 사진 촬영한 다음 Image J(1.45 version) 프로그램을 이용하여 신경섬유들의 단면적을 측정하였다(그림 2).

② 축삭 개수 측정

축삭을 20배 대물렌즈로 확대하여 촬영한 사진 중 무작위로 선택한 사진을 A4 크기로 인화하였다. 80 mm의 정사각형 구멍이 있는 A4용지를 인화한 사진 위에 무작위로 덮고 정사각형에 보이는 축삭을 모두 세어 단위 면적당( $\text{mm}^2$ ) 축삭수로 환산하였다.





그림 2. 겨드랑신경의 조직표본. 뒤편지 조직표본의 뒤편경다발막(Perineurium)을 제외하고 신경다발의 면적을 측정한 부분은 점선으로 표시함. 톨루이딘블루 염색.

## 라. 통계처리

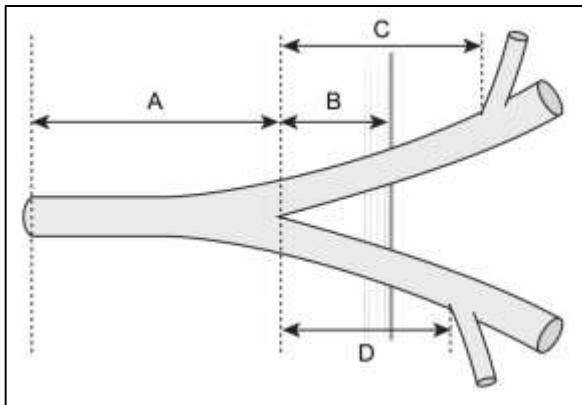
계측한 자료의 방향이나 성별 사이에 차이는 독립표본T검정(independent t-test) 또는 교차분석(Chi-square test)로 비교하였고, 유형에 따른 차이는 일원배치분산분석(one-way ANOVA)로 비교하였다. 신경다발막을 제외한 신경다발의 단면적, 육안으로 측정한 신경의 단면적, 축삭 수의 상관관계는 상관분석을 통하여 각각을 비교하였다. 조직표본에 대한 모든 통계 처리는 IBM SPSS Statistics 21 프로그램을 이용하여 실시하였다.

### III. 결과

#### 1. 겨드랑신경

##### 가. 겨드랑신경의 길이와 지름

겨드랑신경은 뒤신경다발(posterior cord)에서 일어난 후 네모공간을 지나기 전에 모두 분지되었다. 뒤다발에서 일어나서 분지되기 전까지의 길이(그림 3, A)는 평균 44.0 mm였으며 남성이 여성보다 약 6.5 mm 길었다. 좌우 길이는 차이가 없었다(표 1). 겨드랑신경은 모두 앞분지와 뒤분지로 나뉘어졌으며, 그 위치부터 작은원근의 아래모서리까지의 거리(그림 3, B)는 평균 16.9 mm였다. 앞분지에서 첫번째 가지가 분지되기까지의 평균길이(그림 3, C)는 뒤분지의 첫번째 가지가 분지되는 길이(그림 3, D)보다 길었고, 동일표본에서 앞분지가 긴 경우도 80%였다(표 1).



A : 44.0± 9.5

B : 16.9± 9.4

C : 23.3±10.1

D : 12.7± 8.8

그림 3. 겨드랑신경의 각분지 측정점. 뒤신경 다발에서 일어나는 점에서 겨드랑 신경이 앞분지 뒤분지로 나뉘기 전까지의 거리와 각분지가 첫번째 가지를 낼 때까지의 부위를 표시한 사진. A : 두 분지로 나뉘기 전까지 겨드랑신경의 길이, B : 두 갈래가 나뉘는 위치와 네모공간까지의 거리, C : 앞분지에서 첫번째 가지가 분지될 때까지의 길이 D : 뒤분지가 첫번째 가지를 낼 때까지의 길이,

앞분지는 78%가 네모공간을 지난 후 첫번째 가지를 분지하였고, 뒤분지의 66%는 네모공간을 지나기 전에 첫번째 가지를 분지하였다. 네모공간을 지나기 전에 분지되는 가지 수는 앞분지의 경우 평균 1.0 개였고, 뒤분지에서 네모공간이전에 가지가 나온 것은 평균 2.2 개였다.

겨드랑신경의 지름은 평균 3.0 mm였으며, 앞분지의 지름이 뒤분지보다 굵은 것이 대부분(82.0%)이었다. 앞분지의 평균 지름은 평균 2.4 mm였으며, 뒤분지(평균 2.0 mm)보다 컸다( $p < 0.05$ ). 각 부분의 지름은 남녀와 좌우 차이가 없었다(표 2).

표 1. 겨드랑신경의 길이 (mm)

측정부분	성별		방향	
	남자 (n=35)	여자 (n=15)	오른쪽 (n=24)	왼쪽 (n=26)
A	45.9±10.0	39.4± 6.6*	43.5±10.0	44.5± 9.3
B	15.3± 9.1	20.6± 9.3	18.6± 9.5	15.3± 9.1
C	22.5±10.6	25.2± 8.6	24.2±10.6	22.5± 9.6
D	12.5± 8.5	13.1± 9.9	14.2±11.7	11.3± 4.8

\*  $p < 0.05$ , 독립표본 T 검정. 값은 평균±표준편차로 표시함. A : 분지가 나뉘기 전까지의 겨드랑신경 길이, B : 분지되는 곳에서 네모공간까지, C : 앞분지가 첫번째 가지를 낼 때까지의 길이, D : 뒤분지가 첫번째 가지를 낼 때까지의 길이

표 2. 겨드랑신경의 지름 (mm)

지름	성별		방향		전체 (n=50)
	남자 (n=35)	여자 (n=15)	오른쪽 (n=24)	왼쪽 (n=26)	
겨드랑신경	3.1±0.5	2.9±0.5	3.1±0.5	2.9±0.5	3.0±0.5
앞분지	2.4±0.4	2.5±0.6	2.4±0.5	2.4±0.5	2.4±0.5
뒤분지	2.1±0.4	1.9±0.7	2.0±0.6	2.0±0.4	2.0±0.5

독립표본 T 검정. 값은 평균±표준편차로 표시함.

#### 나. 겨드랑신경의 근육 분포 유형

겨드랑신경의 뒤분지와 앞분지가 작은원근과 어느 근육의 어느 부분에 따라 분포하는지에 따라 다음과 같이 3개의 유형으로 나누고 빈도를 조사하였다(그림 4). I 형은 뒤분지가 작은원근과 어깨세모근의 가시부분에 분포하고, 앞분지가 어깨세모근의 가시부분, 봉우리부분, 빗장부분에 모두 분포하는 것으로, 48.0%의 가장 많은 빈도를 보였다. II 형은 뒤분지는 작은원근에만 분포하고 앞분지는 어깨세모근 세 부분에만 분포하는 것으로, 빈도는 38.0%였다. III 형은 뒤분지는 작은원근과 어깨세모근의 가시부분에 분포하며, 앞분지는 어깨세모근의 봉우리부분과 빗장부분에만 분포하는 유형이며, 가장 적은 빈도였다(14.0%). 작은원근에 분포하는 가지는 모두 뒤분지에서만 일어났다. 위가쪽-위팔피부신경은 대부분이 뒤분지에서 일어났고(96.0%), 일부는 겨드랑신경줄기에서 일어났다. 뒤분지에서 어깨세모근에 분포하는 가지가 내는 것은 모두 62.0%였다.

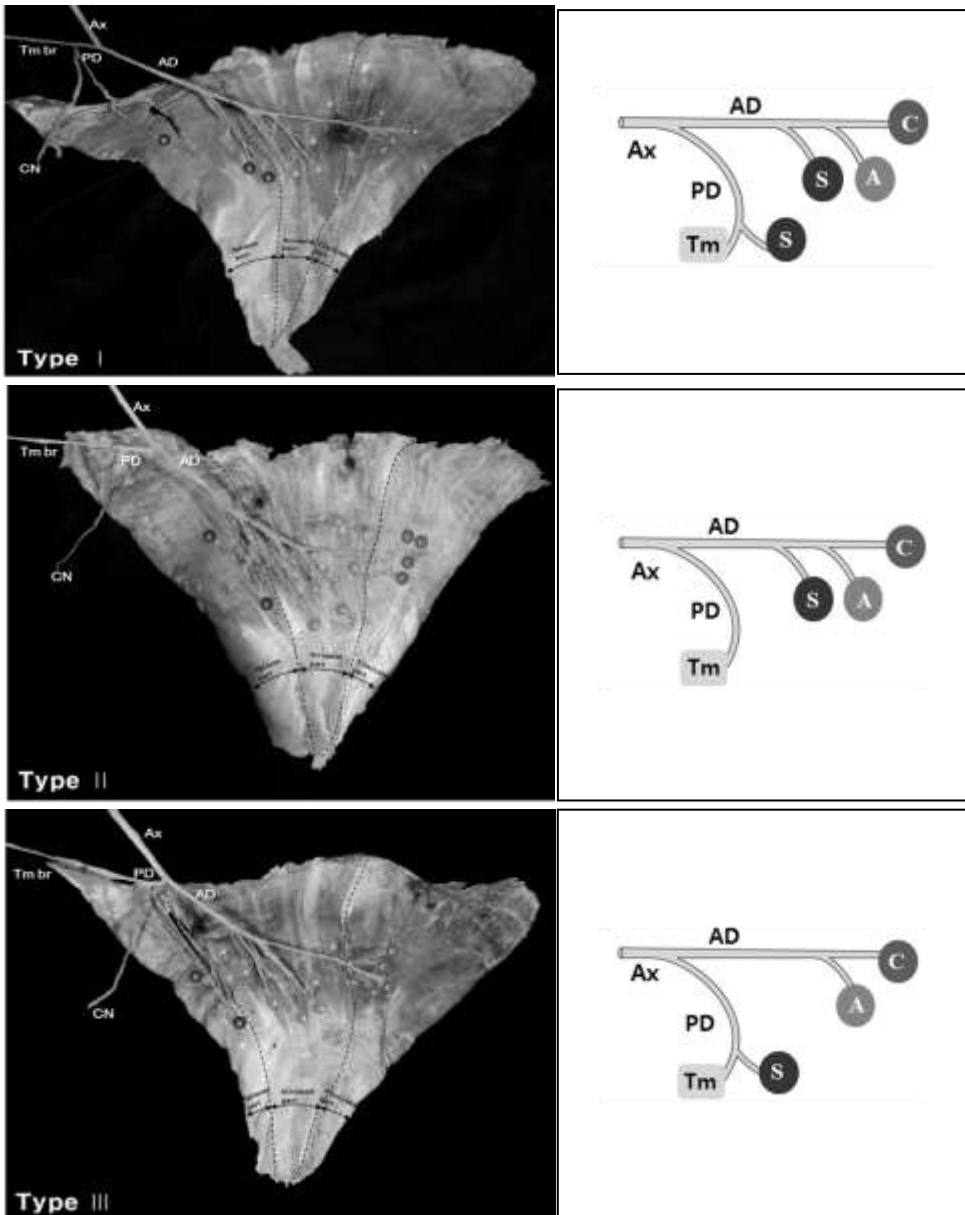


그림 4. 거드랑신경의 분지 유형. 유형을 보여주는 사진(왼쪽)과 간략한 그림(오른쪽).  
 Type I : 뒤분지(PD)가 작은원근(Tm)과 어깨세모근의 가시부분(S)에 분포하고, 앞분지(AD)는 모든 어깨세모근 세 부분에 모두 분포하는 유형. Type II : 뒤분지는 작은원근에만 분포하고 앞분지는 어깨세모근 세 부분에 모두 분포하는 유형. Type III : 작은원근과 어깨세모근의 가시부분에 분포하고, 앞분지는 어깨세모근의 봉우리부분(A)과 빗장부분(C)에만 분포하는 유형.

#### 다. 뒤분지가지의 계측자료

뒤분지는 1-3개의 가지로 갈라졌고 그 평균 개수는 2.1개였다. 가지가 두 개인 경우가 74.0%로 가장 많았고 한 개인 경우가 6.0%로 가장 작았다.

뒤분지에서 일어나 작은원근에 분포하는 신경가지의 수는 평균 1.5개로 모든 경우에서 존재하였다. 신경가지가 분지된 후 근육으로 들어가기까지의 거리는 평균 37.2 mm였다. 뒤분지에서 어깨세모근의 가지부분에 가지는 내는 수는 평균 1.1개였고, 근육으로 들어가기까지의 거리는 58.2 mm였다.

#### 라. 앞분지가지의 계측자료

앞분지는 어깨세모근의 각 부분에 여러 개의 가지를 내어 분포하였다. 가지부분, 봉우리부분, 빗장부분에 각각에 분포하는 앞분지의 신경가지 수는 평균 1.5개, 4.9개, 4.2개로 봉우리 부분이 가장 많았다(표 3). 각 신경가지 중 가지부분에 분포하는 가지의 길이는 왼쪽이 오른쪽보다 0.1 mm 길었고, 이는 통계적으로 유의하였다( $p < 0.05$ ).

표 3. 앞분지가 분포하는 어깨세모근 각 부위별 가지 수

분포부위	성별		방향		전체 (n=50)
	남자 (n=35)	여자 (n=15)	오른쪽 (n=24)	왼쪽 (n=26)	
가시부분	1.5±0.7 (1-3)	1.3±0.7 (1-2)	1.4±0.7 (1-3)	1.5±0.7* (1-3)	1.5±0.7 (1-3)
봉우리부분	5.0±2.1 (2-9)	4.7±2.3 (2-9)	4.5±2.2 (2-9)	5.3±2.0 (2-9)	4.9±2.1 (2-9)
빗장부분	4.1±1.2 (2-7)	4.3±2.0 (1-8)	4.1±1.6 (1-7)	4.2±1.4 (2-8)	4.2±1.5 (1-8)

독립표본 T 검정. 값은 평균±표준편차로 표시함. ( ) 안의 숫자는 가지의 범위를 표시한 것임.

각 부분에 분포하는 가지는 분지된 이후 일정길이를 주행한 후 근육으로 들어갔다. 그 길이는 가시부분, 봉우리 부분, 빗장부분으로 갈수록 짧아졌으며, 그 평균길이는 각각 46.3, 22.4, 9.4 mm였다. 이러한 길이는 성별이나 방향에 따른 차이가 없었다(표 4).

표 4. 어깨세모근 각 부분에 분포하는 겨드랑신경 앞가지의 근육가지 길이(mm)

분포부위	성별		방향		전체
	남자	여자	오른쪽	왼쪽	
가시부분	46.2±15.3 (n=74)	46.8±12.9 (n=24)	46.5±14.3 (n=47)	46.2±15.2 (n=51)	46.3±14.7 (n=98)
봉우리부분	22.3±12.0 (n=176)	22.8±11.8 (n=71)	22.6±11.3 (n=109)	22.3±12.4 (n=138)	22.4±11.9 (n=247)
빗장부분	9.8±3.7 (n=144)	8.5±3.4* (n=65)	9.7±4.0 (n=99)	9.1±3.3 (n=110)	9.4±3.7 (n=209)

\* p<0.05, 독립표본 T 검정. 값은 평균±표준편차로 표시함. ( ) 안의 숫자는 전체가지 수를 표시함.



가지들의 주행길이는 유형에 따라 차이가 있어서, 앞분지가 어깨세모근의 봉우리와 빗장부분에만 분포하는 유형 III형인 경우에는 가지부분과 봉우리부분 가지들이 다른 유형의 가지들보다 길었으며, 빗장부분의 가지는 경우보다는 II형일 때보다 길었다(표 5).

표 5. 어깨세모근 각 부분에 분포하는 겨드랑신경 앞가지의 근육가지 길이의 유형별 비교(mm)

분포부위	I 형	II 형	III 형	전체
가지부분	45.8±14.6 (n=61)	42.7±14.4 (n=28)	61.1±6.3* (n=9)	46.3±14.7 (n=98)
봉우리부분	21.0±10.6 (n=115)	21.6±12.3 (n=99)	30.1±12.5* (n=33)	22.4±11.9 (n=247)
빗장부분	9.5±3.7 (n=95)	8.9±3.3 (n=78)	10.3±4.0* (n=36)	9.4±3.7 (n=209)

\* p<0.05, 일원배치분산분석. 값은 평균±표준편차로 표시함. ( ) 안의 숫자는 전체가지 수를 표시함.

마. 어깨세모근 가지부분에 분포하는 앞분지와 뒤분지의 개수와 크기

어깨세모근 가지부분에 분포의 가지가 유형별로 차이가 있는지를 분석하였다. 가지부분에 앞분지와 뒤분지가 모두 분포하는 I형의 근육가지수가 다른 유형보다 많아서 평균 2.5개였다. 이 유형인 경우 뒤분지에서 가지부분에 분포하는 가지 수는 1.1개로 앞분지에서 분포하는 가지 수(1.5 개) 보다 적었다. 앞분지에서만 분포 받는 II형에서 가지부분에 분포하는 근육가지수는 평균 1.5개였고, 뒤분지에서만 분포하는 III형의 경우 그 근육가지 수는

1.3개였다. 가시부분에 분포하는 근육가지 수는 앞분지에서 분지되는 것이 뒤분지에서 분지되는 것 보다 더 많은 경향을 나타냈다. 가시부분에 분포하는 근육가지의 길이는 평균 46.3 mm였다. 이 길이는 성별이나 방향에 따른 차이가 없었다(표 6). 근육가지의 길이는 뒤분지에서만 근육가지가 나오는 III형인 경우에, 다른 유형일 때보다 길었다(표 7).

표 6. 어깨세모근 가시부분에 분포하는 근육가지의 기원에 따른 길이 비교

근육가지의 이른곳	성별		방향		전체 (n=50)
	남자 (n=35)	여자 (n=15)	오른쪽 (n=24)	왼쪽 (n=26)	
앞분지	39.2±13.2 (n=48)	41.7±10.5 (n=15)	40.2±12.0 (n=31)	39.3±13.2 (n=32)	39.8±12.5 (n=63)
뒤분지	59.2±9.4 (n=26)	55.2±12.6 (n=9)	58.5±10.3 (n=16)	57.9±10.5 (n=19)	58.2±10.3 (n=35)
합 계	46.2±15.3 (n=74)	46.8±12.9 (n=24)	46.5±14.3 (n=47)	46.2±15.2 (n=51)	46.3±14.7 (n=98)

독립표본 T 검정. 값은 평균±표준편차로 표시함. ( ) 안의 숫자는 전체가지 수를 표시함.

표 7. 어깨세모근 가시부분에 분포하는 근육가지의 기원과 유형에 따른 길이 비교

근육가지의 이른곳	I형 (n=24)	II형 (n=19)	III형 (n=7)	전체 (n=50)
앞분지	37.4±10.5 (n=35)	42.7±14.4 (n=28)		39.8±12.5 (n=63)
뒤분지	57.2±11.3 (n=26)		61.1±6.3 (n=9)	58.2±10.3 (n=35)
합 계	45.8±14.6 (n=61)	42.7±14.4 (n=28)	61.1±6.3* (n=9)	46.3±14.7 (n=98)

\* p<0.05, 일원배치분산분석. 값은 평균±표준편차로 표시함. ( ) 안의 숫자는 전체가지 수를 표시함.

가시부분에 분포하는 근육가지의 지름은 평균 1.2 mm였으며, 앞분지에서 일어나건 뒤분지에서 일어나건 그 지름은 차이가 없으며, 성별이나 방향, 유형과 무관하였다(표 8).

표 8. 어깨세모근 가시부분에 분포하는 뒤분지와 앞분지가 지름의 성별과 방향 비교

근육가지의 이른곳	성별		방향		전체 (n=50)
	남자 (n=35)	여자 (n=15)	오른쪽 (n=24)	왼쪽 (n=26)	
앞분지	1.2±0.4 (n=48)	1.3±0.4 (n=15)	1.2±0.4 (n=31)	1.2±0.4 (n=32)	1.2±0.4 (n=63)
뒤분지	1.2±0.4 (n=26)	1.2±0.2 (n=9)	1.3±0.3 (n=16)	1.2±0.4 (n=19)	1.2±0.4 (n=35)
합 계	1.2±0.4 (n=74)	1.3±0.4 (n=24)	1.2±0.4 (n=47)	1.2±0.4 (n=51)	1.2±0.4 (n=98)

독립표본 T 검정. 값은 평균±표준편차로 표시함. ( ) 안의 숫자는 전체가지 수를 표시함.

바. 어깨세모근에 분포하는 신경가지가 근육으로 들어가는 위치

신경가지가 근육으로 들어가는 점(entering point)의 위치를 분석하기 위하여, 봉우리끝에서 일어나 어깨세모근에 닿는 어깨세모근을 기준으로 백분율로 계산하여 분석한 결과는 다음과 같다.

봉우리끝에서 세모근거친면까지의 어깨세모근의 길이는 평균 153.1 mm이었다. 신경가지가 어깨세모근으로 들어가는 점은 근육의 전체길이에서 28.7 - 47.0 백분위 지점 사이에 있었고, 점의 평균위치는 37.9 백분위 지점이었다(그림 5, 표 9).

봉우리부분의 근육가지가 들어가는 위치의 범위가 가장 넓어서, 몸쪽에서 근육으로 들어가는 것(80%)도 먼쪽에서 들어가는 것(86%)도 모두 봉우리부분의 근육가지였다.

신경이 근육으로 들어가는 위치는 봉우리끝을 기준으로 남성(평균 46.8 mm)이 여성(평균 35.2 mm)보다 더 아래쪽에 위치하였으나, 근육의 길이에 대한 백분위 위치는 성별에 대한 통계적 차이는 없었다(표 10). 그리고 신경이 근육으로 들어가는 위치는 방향, 유형과 무관하며 차이가 없었다.

표 9. 겨드랑신경이 어깨세모근으로 들어가는 점의 백분위 위치

들어가는 점	성별		방향		전체 (n=50)
	남자 (n=35)	여자 (n=15)	오른쪽 (n=24)	왼쪽 (n=26)	
가장 몸쪽	30.1± 8.5	25.6±3.7	28.5±07.0	28.9±08.3	28.7± 7.6
가장 먼쪽	47.5± 7.6	45.7±4.2	45.3±04.5	48.6±08.1	47.0± 6.7

\* p<0.05, 독립표본T검정. 값은 평균±표준편차로 표시함.

표 10. 유형별로 비교한 신경가지가 어깨세모근으로 들어가는 점의 백분위 위치

들어가는 점	I형 (n=24)	II형 (n=19)	III형 (n=7)	전체 (n=50)
가장 몸쪽	29.0±08.3	27.1±4.0	31.9±11.5	28.7±07.6
가장 먼쪽	47.3±08.0	46.1±4.4	48.3±02.7	47.0±06.7

일원배치분산분석, 값은 평균±표준편차로 표시하였다.

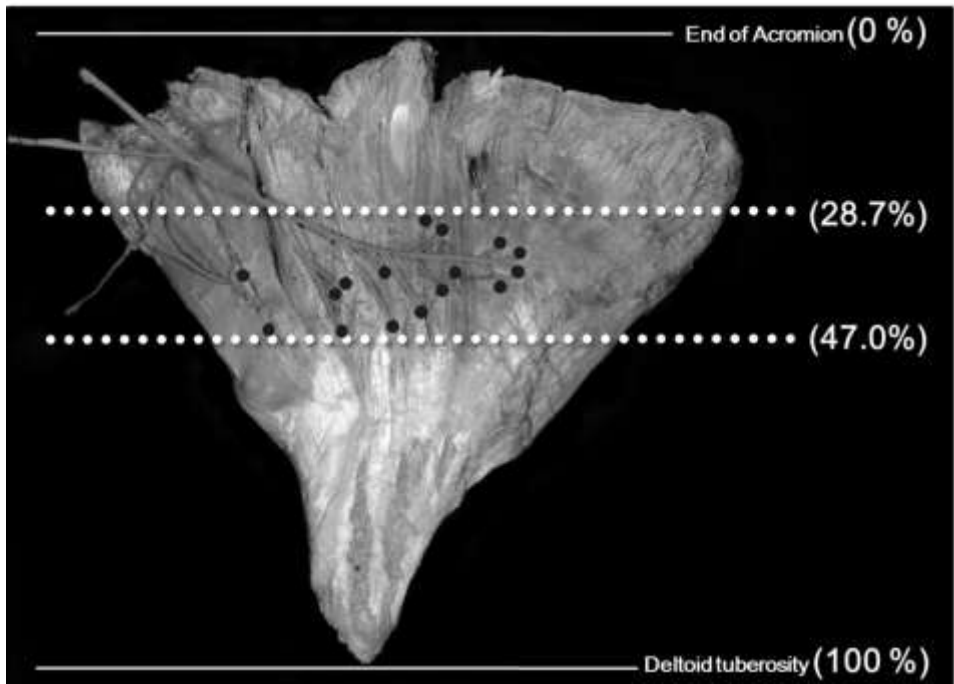


그림 5. 겨드랑신경가지가 어깨세모근으로 들어가는 위치. 봉우리 끝에서 세모근 거친면까지 측정 한 어깨세모근 전체길이에서 겨드랑신경이 어깨세모근에 들어가는 위치.

## 2. 노신경

### 가. 위팔세갈래근에 분포하는 노신경 신경가지의 유형과 빈도

위팔세갈래근에 분포하는 노신경의 신경가지는 모두 세모툼새를 지나기 전에 미리 나뉘어졌다(그림 6). 각 갈래에 가는 가지는 각각 독립적으로 분포하였으나 두 개의 갈래에 공통으로 분포하는 가지도 있었다. 공통가지가 없이 각 갈래에 독립적으로 분포하는 가지만 있는 경우는 B형으로 26.0%였다(표 11). 공통가지가 있는 경우는 74.0%로 가장 많았고, 모든 공통가지는 안쪽갈래와 가쪽갈래에 동시에 분포하였다. 긴갈래가지는 공통가지를 이루지 않고 모두 독립적으로 근육에 분포하였다. 대부분의 경우 공통가지, 긴갈래가지, 안쪽갈래가지, 가쪽갈래-가지가 모두 있는 A1형에 속했고(60.0%), 공통가지, 긴갈래가지, 가쪽갈래가지가 있는 A3은 8.0%였고, 공통가지, 긴갈래가지, 안쪽갈래가지가 있는 A3형은 6.0%였다.

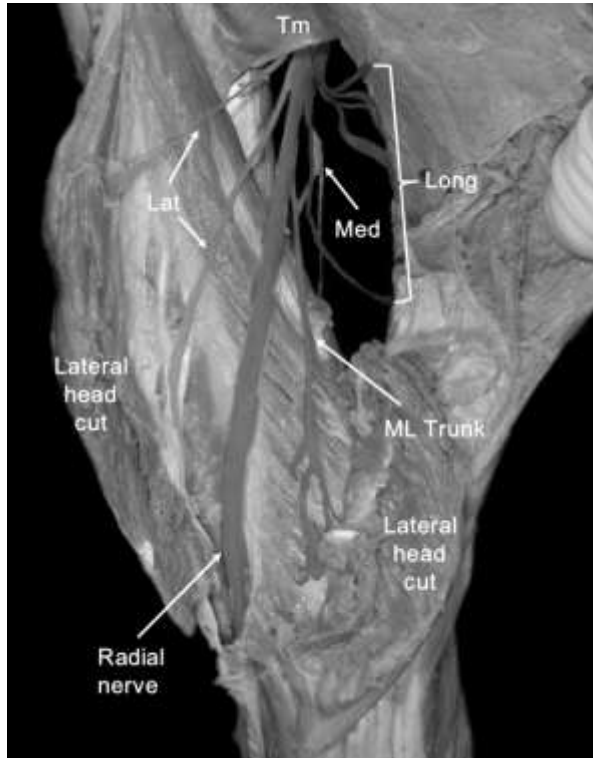


그림 6. 위팔세갈래근에 분포하는 노신경의 신경가지. 왼쪽 팔 뒤에서 본 위팔세갈래근가지 관찰을 위해 가쪽갈래를 잘라서 쪼갬, Long : 긴갈래 가지, Med : 안쪽갈래 가지. Lat : 가쪽갈래 가지. ML Trunk : 공통가지, Tm : 작은원근.

표 11. 위팔세갈래근에 분포하는 노신경 신경가지의 유형과 빈도

	유형	빈도(n)
	A1 형(ML trunk+ long+ med+ lat)	60.0% (30)
공통가지가 있는 것	A2 형(ML trunk+ long+ lat)	8.0% (4)
	A3 형(ML trunk+ long+ med)	6.0% (3)
공통가지가 없는 것	B 형(long+ med+ lat)	26.0% (13)

long : 긴갈래가지, med : 안쪽갈래가지, lat : 가쪽갈래가지, ML trunk : 공통가지

위팔세갈래근에 분포하는 신경가지는 세모툼새를 지나기 전에 미리 나뉘어 있었다. 세모툼새를 지날 때 긴갈래가지는 1-4까지, 가쪽갈래가지는 0-5개까지, 안쪽갈래가지는 0-4개, 공통가지는 0-2개였다. 각 가지의 평균수는 긴갈래가지가 가장 많아 2.1개였으며, 안쪽갈래가지는 1.5개, 가쪽갈래가지는 1.9개였고, 공통가지는 1.1개였다. 각 가지의 개수는 성별이나 방향에 따른 차이는 없었다(표 12). 공통가지가 있으면 안쪽갈래가지의 수가 감소하여, A형일때는 B형일때보다 안쪽갈래가지의 수가 적었다(표 13). 공통가지가 2개인 경우는 A1, A2 형인 경우에 관찰되었다(4.0%).



표 12. 위팔세갈래근 각 갈래에 분포하는 노신경 가지 수

분포	성별		방향		전체
	남자	여자	오른쪽	왼쪽	
긴갈래 가지	2.0±0.9 (1-4)	2.2±0.8 (1-4)	2.0±0.9 (1-4)	2.2±0.8 (1-4)	2.1±0.8 (1-4)
안쪽갈래 가지	1.5±0.7 (1-3)	1.6±0.8 (1-4)	1.4±0.6 (1-3)	1.7±0.8 (1-4)	1.5±0.7 (1-4)
가쪽갈래 가지	1.8±0.8 (1-4)	1.9±1.1 (1-5)	1.7±0.6 (1-3)	2.0±1.1 (1-5)	1.9±0.9 (1-5)
공통가지	1.0±0.2 (1-2)	1.1±0.3 (1-2)	1.0±0.0 (1)	1.1±0.3 (1-2)	1.1±0.2 (1-2)

독립표본 T 검정, 값은 평균±표준편차로 표시하였다. ( ) 안의 숫자는 가지의 범위를 표시한 것임.

표 13. 공통가지유무에 따른 노신경 신경가지 수의 비교

유형	긴갈래 가지	안쪽갈래 가지	가쪽갈래 가지	공통가지
A 형	2.1±0.8	1.4±0.5*	1.7±1.0	1.1±0.2
A1 형	2.2±0.8	1.4±0.6	1.7±1.0	1.0±0.2
A2 형	2.0±0.8		1.8±1.0	1.3±0.5
A3 형	1.3±0.6	1.3±0.6		1.0±0.0
B 형	2.0±0.9	1.9±1.0*	2.2±0.7	

\* p<0.05, 일원배치분산분석, 값은 평균±표준편차로 표시하였다.

나. 위팔세갈래근 신경가지의 길이

세모뜸새를 지난 후 첫번째 분지를 내기 전까지 신경가지 길이를 측정하여 비교하였다. 안쪽갈래가지가 평균 58.7 mm로 가장 길었으며, 그 다음으로 공통가지가 길었다(평균 51.2 mm). 가장 짧은 것은 긴갈래가지였다. 각 신경가지의 길이는 성별이나 방향에 따른 차이는 없었다(표 14). 긴갈래가지는 공통가지의 유무와 상관없이 항상 가장 짧았다. A형을 통합하여 분석하면 전체 A형과 B형은 모두 안쪽갈래가지가 가장 길었으나, 그 평균길이는 B형일 때 더 길었다. 그러나 A형을 세부유형으로 나누어 각 가지의 길이를 분석하면, 유형별로 가장 긴 가지가 서로 다른 것을 알 수 있었다(표 15).

표 14. 노신경 위팔세갈래근 가지의 길이<sup>1</sup>(mm)

분포구역	성별		방향		전체
	남자	여자	오른쪽	왼쪽	
긴갈래 가지	22.6±18.8 (n=71)	25.1±17.5 (n=33)	22.9±16.4 (n=47)	23.8±20.0 (n=57)	23.4±18.4 (n=104)
안쪽갈래 가지	53.9±26.1 (n=47)	68.5±44.4 (n=23)	60.3±34.0 (n=32)	57.3±33.7 (n=38)	58.7±33.6 (n=70)
가쪽갈래 가지	39.5±25.3 (n=62)	42.5±20.8 (n=26)	36.0±24.5 (n=40)	44.0±23.2 (n=48)	40.4±24.0 (n=88)
공통가지	53.5±24.2 (n=28)	45.4±24.8 (n=11)	52.7±24.1 (n=17)	50.0±25.0 (n=22)	51.2±24.3 (n=39)

값은 평균±표준편차로 표시함. ( ) 안의 숫자는 관찰한 전체가지 수를 표시함.

<sup>1</sup> 길이는 세모뜸새를 지난 후 첫번째 분지를 내기 전까지의 길이

표 15. 공통가지유무에 따른 노신경 신경가지 길이의 비교(mm)

유형	긴갈래가지	안쪽갈래가지	가쪽갈래가지	공통가지
A형	24.6±19.4 (n=78)	52.8±32.1* (n=45)	40.4±24.7 (n=59)	51.2±24.3 (n=39)
A1형	24.7±19.4 (n=66)	50.6±27.9* (n=41)	41.4±25.1 (n=52)	54.8±24.2 (n=31)
A1형	25.4±22.4 (n=8)		33.4±22.2 (n=7)	41.9±13.2 (n=5)
A1형	21.1±17.7 (n=4)	75.6±62.9 (n=4)		29.5±31.4 (n=3)
B형	19.9±14.6 (n=26)	69.2±34.3* (n=25)	40.3±22.9 (n=29)	

\* p<0.05, 일원배치분산분석, 값은 평균±표준편차로 표시하였다. () 안의 숫자는 가지의 전체 수를 표시한 것임.

#### 다. 위팔세갈래근 신경가지의 크기

위팔세갈래근에 분포하는 신경가지의 지름은 공통가지가 가장 컸으나 대부분 2.0 mm 이하였고, 긴갈래가지와 가쪽갈래가지의 지름은 각각 평균 1.3 mm와 1.2 mm로 비슷하였으며, 좌우가 차이가 없었다. 긴갈래가지와 가쪽갈래가지는 남성 표본의 지름이 여성보다 컸다(표 16). 안쪽갈래가지의 지름은 가장 작은 경향을 보였으나, 가쪽갈래가 없는 유형(A2)에서는 긴갈래가지와 비슷한 굵기로 나타났다. 공통가지가 존재할 때(A형)는 공통가지의 지름이 항상 다른 가지보다 컸다(표 17). 공통가지가 두 개있는 경우(2예)에도 이 두 개의 공통가지가 다른 가지들보다 굵었다.

대부분의 경우에서, 독립가지로 있는 안쪽갈래가지나  
가쪽갈래가지는 공통가지에서 분지된 안쪽갈래가지 또는 가쪽갈래-  
가지보다 지름이 더 컸다(각각 80%, 84%).

표 16. 위팔세갈래근 각 갈래에 분포하는 노신경가지의 지름(mm)

분포구역	성별		방향		전체
	남자	여자	오른쪽	왼쪽	
긴갈래 가지	1.4±0.4 (0.5-2.6)	1.2±0.4* (0.5-2.2)	1.3±0.4 (0.7-2.6)	1.3±0.4 (0.5-2.3)	1.3±0.4 (0.5-2.6)
안쪽갈래 가지	1.2±0.4 (0.5-2.7)	1.1±0.3 (0.4-1.6)	1.2±0.4 (0.5-2.7)	1.1±0.3 (0.4-1.8)	1.1±0.4 (0.4-2.7)
가쪽갈래 가지	1.2±0.4 (0.5-2.4)	1.0±0.3* (0.4-1.7)	1.2±0.4 (0.5-2.4)	1.1±0.4 (0.4-1.8)	1.2±0.4 (0.4-2.4)
공통가지	1.7±0.4 (0.6-2.4)	1.6±0.3 (1.2-2.3)	1.7±0.4 (0.6-2.4)	1.7±0.4 (1.1-2.3)	1.7±0.4 (0.6-2.4)

\* p<0.05, 독립표본 T 검정, 값은 평균±표준편차로 표시하였다. ( ) 안의 숫자는  
가지의 범위를 표시한 것임.

표 17. 위팔세갈래근가지 지름의 유형별 비교(mm)

유형	긴갈래가지	안쪽갈래가지	가쪽갈래가지	공통가지
A 형	1.3±0.4 (n=78)	1.1±0.3 (n=45)	1.1±0.3 (n=59)	1.7±0.4 (n=39)
A1 형	1.3±0.4 (n=66)	1.1±0.3 (n=41)	1.1±0.3 (n=52)	1.7±0.4 (n=31)
A1 형	1.5±0.4 (n=8)		1.1±0.4 (n=7)	1.7±0.3 (n=5)
A1 형	1.2±0.4 (n=4)	1.3±0.3 (n=4)		1.7±0.6 (n=3)
B 형	1.3±0.5 (n=26)	1.2±0.5 (n=25)	1.3±0.5 (n=29)	

일원배치분산분석, 값은 평균±표준편차로 표시하였다. ( ) 안의 숫자는 관찰한  
전체가지 수를 표시한 것임.

#### 라. 겨드랑신경과 노신경 사이의 거리

겨드랑신경이 작은원근 아래모서리를 지나는 점과 노신경이 큰원근의 아래모서리를 지나는 점 사이의 거리는 평균 38.3 mm (범위는 29.5~43.5 mm)였다. 두 신경 사이의 거리는 성별이나 좌우에 따라 차이가 없었다.

### 3. 각 신경가지의 크기와 축삭 수의 분석

가. 조직표본에서 측정한 겨드랑신경과 노신경의 각 부분의 지름, 신경다발 면적, 축삭 개수

조직표본을 제작하기 전 측정한 겨드랑신경의 지름을 조직표본을 제작한 후 측정한 신경다발의 단면적과 축삭의 수와 비교하였다. 조직표본에서도 뒤분지보다 앞분지가 더 굵은 것을 확인하였다(표 18). 겨드랑신경의 지름과, 신경다발의 넓이, 축삭의 수는 서로 비례하였다.

표 18. 겨드랑신경의 실제 측정한 지름과 조직표본 단면적, 축삭수의 비교

측정위치	지름(mm)	신경다발 단면적(mm <sup>2</sup> )	축삭 수 (n=10)
분지하기전	3.0±0.5	2.0±0.2	8807.4±1296.5
앞분지	2.5±0.6	1.1±0.2	4634.1± 717.6
뒤분지	2.3±0.6	0.8±0.1	3564.3± 596.7

값은 평균±표준편차로 표시하였다.

표본 제작 전 측정한 표본의 실제지름과, 조직표본에서 측정한 신경다발의 단면적과 축삭의 수는 서로 비례하였다. 신경다발 단면적 1 mm<sup>2</sup> 당 축삭의 수는 4325.1개였다. 위팔세갈래근의 신경가지 중에서는 공통가지의 축삭수가 평균 1942.5 mm로 가장 많았으나 겨드랑신경의 앞분지와 뒤분지의 평균 축삭 수와 비교하면 각각 41.9%, 54.5% 수준이었다(표 19).

표 19. 뇌신경의 실제 측정된 지름과 조직표본 단면적, 축삭수의 비교

측정위치	지름(mm)	신경다발 단면적(mm <sup>2</sup> )	축삭 수 (n=10)
공통가지	1.7±0.4	0.5±0.2	1942.5±811.4
긴갈래가지	1.4±0.3	0.3±0.1	1410.9±672.3
가쪽갈래가지	1.3±0.3	0.2±0.1	813.9±543.3
안쪽갈래가지	1.1±0.4	0.2±0.1	766.4±466.9

값은 평균±표준편차로 표시하였다.

신경다발의 단면적과, 육안으로 측정된 신경의 지름, 축삭의 수는 서로 유의하게 비례하는 상관관계를 보였다(표 20).

표 20. 신경의 단면적, 신경다발의 단면적, 축삭의 개수 사이의 상관관계

		육안해부상의 단면적	신경다발의 단면적	축삭의 수
육안해부상의 지름	Pearson 상관계수	1	0.8	1.0
	유의확률 (양쪽)		0.0**	0.0**
신경다발의 단면적	Pearson 상관계수	0.8	1	0.8
	유의확률 (양쪽)	0.0**		0.0**
축삭의 수	Pearson 상관계수	1.0	0.8	1
	유의확률 (양쪽)	0.0**	0.0**	

\*\* p<0.01, 상관분석

#### IV. 고 찰

어깨세모근(deltoid muscle)의 기능 손실은 위쪽 팔신경얼기 손상(upper brachial plexus injury), 즉 다섯째, 여섯째 목신경뿌리 손상(C5, C6 root injury) 때 흔히 나타나며,<sup>2</sup> 팔신경얼기 손상을 제외한 겨드랑신경 손상은 보통 네모공간에서 일어난다.<sup>6,23,24</sup>

비수술적 방법으로 치료되지 않을 때 신경박리술, 신경봉합술, 신경이식, 혹은 신경이전술 등과 같은 다양한 수술적 방법을 적용하였으나 미세수술(microsurgery)이 발달함에 따라, 신경이전술은 손상된 겨드랑신경을 치료하는 보편적인 방법이 되었다.<sup>3,25-27</sup>

이전 겨드랑신경 연구는 어깨수술을 하는 동안 신경이 손상 당하지 않게 하는 것에 초점이 맞춰져 있었지만,<sup>24,28</sup> 한 개체에서 두 신경을 비교 분석한 결과는 찾아보기 어렵다. 우리의 연구결과는 한 개체에서 겨드랑신경과 위팔세갈래근신경의 특성을 직접 비교함으로써, 환자 본인의 노신경가지를 손상된 겨드랑신경에 이식하는 신경이전술에 필요한 자료를 확립하였다는 점에서 의미가 크다.

본 연구자는 겨드랑신경이 겨드랑공간에서 이미 앞분지 뒤분지로 나뉜 것을 관찰하였으며, 그 위치는 작은원근의 모서리에서 평균 16.9 mm 몸쪽이었다. 겨드랑에서 이미 가지가 나뉜 후 네모공간을 지나간다는 보고는 조직표본을 제작하여 어깨세모근의 운동 다발(motor fascicle)을 관찰한 연구에서도 보고되었다. 그 연구에서는 갈래가 나뉜 위치와 작은원근 사이의 길이를 조직절편에서 측정한 결과는 평균 35.0 mm로 한국인에서 직접 측정한 이 연구결과보다



길었다.<sup>29</sup> 이는 연구대상의 종족간의 차이로도 생각할 수 있으나, 조직을 떼어내는 과정에서 길이의 차이가 나타난 것으로도 볼 수 있다.

신경연결 시 반드시 고려해야 할 점은 겨드랑신경이 네모공간으로 나오기 전에 앞가지와 뒤가지로 나뉜다는 것이고, 이들의 분포양상이 다양하다는 것이다. 겨드랑신경의 분포양상은 세가지 유형이었으며, 한국인은 앞분지 외에도 뒤분지에서 어깨세모근의 가시부분에 분포하는 유형 I 이 가장 많았다(48.0%). 그러나 이 경우 두분지가 가시부분에 분포하는 영역이 중복되지 않고 비교적 넓게 분포하였으므로 뒤분지에서 어깨세모근의 가시부분에 신경지배를 하고 있음은 항상 명심해야 할 것이다. 뒤분지에서의 가지가 어깨세모근을 지배하며 유형은 I 형과 III형이므로 한국인의 62.0%는 이들 두 갈래에서의 가지가 모두 분포하여야만 어깨세모근 가시부분의 기능이 완전할 수 있을 것으로 생각한다. 특히 어깨세모근의 가시부분에 뒤분지의 가지만 분포하는 III형은 가장 적은 빈도(14.0%)로 나타나지만 주의를 기울여야 한다. 왜냐하면 뒤분지가 손상되면 가시부분이 모두 마비될 수 있는 확률을 14.0%라고 유추할 수 있게 하기 때문이다.

따라서 어깨세모근과 작은원근의 기능을 모두 회복하려면, 앞분지와 뒤분지에 모두 신경이전술을 시행하는 것이 바람직할 것이다. 이 논문의 결과를 기준으로 판단한다면, 겨드랑신경이 앞분지와 뒤분지로 갈라지기 전에 신경연결을 하려면 네모공간 모서리에서 평균 16.9 mm를 겨드랑쪽으로 해부하여 찾아야 하므로, 이러한 결과를 수술 시에 고려하여 수술계획을 수립할 필요가 있다. 앞분지와 뒤분지를 모두 연결하지 않고, 앞분지에만 신경이전술을 시행한다면 작은원근의

기능은 전혀 회복되지 않을 뿐만 아니라, 어깨세모근의 가시부분의 기능도 일부 또는 전부가 회복되지 않을 수 있다. 만약 뒤분지만 연결하게 된다면, 작은원근의 기능은 회복될 것이나, 어깨세모근의 봉우리부분과 빗장부분의 기능은 회복되지 않을 수 있음을 유념하여야 할 것이다. 불가피하게 하나만 연결해야 하는 경우는 어깨세모근의 기능회복이 더 중요하므로 앞분지를 선택할 수 밖에 없을 수도 있다. 또한 뒤분지는 운동 축삭의 수가 비교적 적은 것으로 알려져 있으므로 신경이전술을 부득이하게 한 갈래만 시행할 때는, 뒤분지보다 앞분지를 선택하여야 어깨 벌림 기능을 더 많이 회복하도록 할 수 있다.<sup>2</sup> 따라서 수술 현장에서 임상가들은 뒤분지보다 앞분지를 많이 사용하고 있고,<sup>30-32</sup> 이는 신경분지를 선택할 때 신중히 확인해야 할 것이다.

겨드랑신경의 분포에 대한 이전의 연구결과에 의하면,<sup>15</sup> 뒤분지가 작은원근과 어깨세모근의 가시부분에 분포하고, 앞분지는 어깨세모근의 세 부분에 모두 분포하는 것이 가장 많았으며, 그 빈도도 우리의 결과와 비슷하였다(47.5%). 그러나 다른 연구자의 결과는 우리의 결과와 다르게 III형의 빈도가 높고(42.5%), II형의 빈도가 낮았으므로(10.0%) 한국인보다는 좀 더 주의를 기울여 두 개의 가지에 모두 신경이전술을 시행하여야 어깨세모근의 기능회복을 기대할 수 있을 것으로 생각하였다.

신경의 기능을 최대한 회복하기 위해서 많은 연구자들이 수여부신경과 최대한 일치하는 공여부신경을 찾으려고 노력해 왔다. 신경이전술은 공여부의 신경을 희생하는 것이므로, 기능적으로 잃는 것보다 얻는 것이 더 많을 때 사용해야 한다. 또한 손상된

위팔두갈래근의 기능 회복을 위해 갈비사이신경(intercostal nerve), 척수더부신경(spinal accessory nerve), 가로막신경(phrenic nerve)을 사용하는 것보다는 안쪽가슴신경(medial pectoral nerve)이나 자신경(ulnar nerve)의 일부를 이용한 신경이전술의 결과가 더 좋다는 보고들을 감안하면,<sup>33-35</sup> 신경이전술을 할 때에는 손상된 근육과 멀지 않은 신경을 선택하는 것이 중요하다. 따라서 겨드랑신경에 신경이전술을 할 때는 이와 가까운 노신경을 이용하는 것에 대한 임상연구가 활발하였으며, 위팔세갈래근의 불특정 신경가지 두 개를 이용한 겨드랑신경과의 신경이전술, 위팔세갈래근의 긴갈래가지를 이용한 신경이전술, 가쪽갈래가지를 이용한 신경이전술 등이 지금까지 시행되어 왔다.<sup>20,30-32</sup>

한국인을 대상으로 한 이 연구에서 위팔세갈래근가지는 큰원근 아래모서리를 지나기 전에 이미 나뉘어 있었다는 결과는 한국인의 특징으로 생각된다. 각 갈래에 독립적으로 분포하는 가지들 외에도 안쪽갈래와 가쪽갈래에 공통으로 분포하는 가지를 관찰하였으며, 이러한 공통가지는 다른 연구결과에서도 보고된 바 있다.<sup>14</sup> 다만 보고된 결과에서는 20.0%의 빈도로 공통가지가 존재하였으나, 이 연구에서는 74.0%의 표본에서 공통가지가 존재하는 것이 특징적인 결과였다.

서양인을 대상으로 한 다른 연구에서 위팔세갈래근의 긴갈래(long head)에는 겨드랑(axilla)에서 분지된 노신경의 가지가 분포하고, 가쪽갈래(lateral head)에는 노신경고랑(radial groove)에서 분지된 노신경가지가, 안쪽갈래(medial head)에는 큰원근(teres major)과 긴갈래 사이에서 분지된 노신경가지가 분포한다는 결과나,<sup>22</sup>

긴갈래가지가 가장 위에서, 가쪽갈래가지가 가장 아래에서 분지된다는 결과는 위팔세갈래근가지 중 어느 가지를 공여부로 선택할지에 대한 기준이 서양인과 한국인이 달라야 함을 의미한다.<sup>17</sup>

긴갈래의 가지는 평균 2.1 개였으며, 지름은 평균 1.3 mm로 다른 연구자의 결과<sup>14</sup>와 차이가 없었다. 긴갈래가지로 신경이전술을 할 경우 기능적인 손실이 적은데다, 그 손실은 다른 두 개의 갈래가 쉽게 보상할 수 있다고 한다.<sup>2</sup> 또한 팔꿈관절을 펼 때 세 개의 위팔세갈래근 중에 긴갈래가 가장 작은 역할을 하고 안쪽과 가쪽갈래가 주로 활동하며,<sup>36</sup> 실제로 등척성 운동으로 팔꿈관절을 펼 때 안쪽갈래와 가쪽갈래가 70-90% 기여하고 긴갈래는 강력한 팔꿈치 펴는 운동을 할 때만 작용한다고 한다.<sup>37</sup> 따라서 숫자도 많고 굵기도 적절한 긴갈래가지를 공여부신경으로 주로 선택하게 된다. 그러나 한국인의 경우에는 긴갈래신경의 길이가 짧다는 것에 유념해야 할 것이다.

신경이전술을 하기 위해 필요한 신경의 길이를 작은원근 아래모서리와 큰원근 아래모서리를 사이의 길이를 측정하여 산출한 결과, 그 거리는 평균 38.3 mm이다. 즉 신경이전술을 시행하기 위해서는 노신경가지의 길이가 이것보다는 더 길어야 겨드랑신경에 연결할 수 있다. 이 연구 결과에 의하면 한국인의 긴갈래가지 길이는 평균 23.4 mm이었으므로, 신경연결을 할 때 긴갈래가지를 선택하는 것은 적절하지 않을 수도 있다고 생각한다. 긴갈래가지를 선택한다면 신경이전술을 할 때 큰원근의 힘줄을 잘라주어야 할 것이다.<sup>14</sup> 그러나 큰원근의 힘줄을 자르는 것이 위험할 수 있으며, 자르더라도 10.0 ~ 20.0 mm 밖에 연장되지 않으므로 굳이 짧은 긴갈래신경은 선택하는

것은 적절하지 않다.<sup>7</sup> 또한 연결된 신경이 손상되어 좋지 않을 결과를 가져올 수 있다.<sup>38,39</sup> 신경내박리(intraneural dissection) 그리고 전기적 자극 후 긴갈래가지가 종종 노신경보다 겨드랑신경에서 자극이 일어난다는 것을 발견하였고,<sup>38,39</sup> 2.5%의 경우로 겨드랑신경에서 긴갈래가지로 가는 것이 확인되었다.<sup>29</sup> 긴갈래가지의 신경분절기원이 겨드랑신경과 같을 수 있어 겨드랑신경손상환자에게 어떤 영향을 줄 수도 있다.<sup>40</sup> 따라서 길이가 충분치 않은 긴갈래가지를 반드시 신경이전술에 선택할 필요는 없을 것이다.

위팔세갈래근의 안쪽갈래로 가는 신경은 가장 길고, 안쪽갈래의 표면을 따라 주행하므로 분리하기 쉬우므로 선택되는 신경가지이다.<sup>41</sup> 한국인의 안쪽갈래가지의 길이는 평균 58.7 mm로 신경이전술을 하기에 충분한 길이라 생각한다. 다만 지름이 작고 축삭의 수도 가장 적었으므로 수술 후 이러한 점을 감안하여 그 결과를 예측하여야 할 것이다. 개별가지를 선택할 경우에는 안쪽갈래가지보다 가쪽갈래가지를 사용하는 것이 더 바람직한 결과를 기대할 수 있을 것이다. 근육이 정상적인 힘을 내려면 원래 분포하던 운동 축삭 수의 최소한 30%가 근육을 지배해야 한다고 알려져 있으며, 이를 위해서는 공여신경의 운동 축삭 수가 충분히 많아야 한다.<sup>42</sup> 이 결과에서 공여신경이 위팔세갈래근가지의 축삭수는 겨드랑신경의 각 갈래의 축삭수에 미치지 못한다는 결과는 매우 유감스러우며, 신경연결을 위해서는 가장 큰 신경가지를 선택하여야 할 것으로 생각한다.

공통가지 길이는 51.2 mm로 서양인의 결과보다는 비록 짧으나,<sup>14</sup> 연결하기에 충분한 길이이며, 지름도 1.7 mm로 가장 굵고, 축삭(1942.5 개)의 수도 가장 많다는 결과를 생각한다면, 공통가지가

신경이식에 가장 적합하다고 생각한다. 한국인의 경우 공통가지가 있는 빈도가 74.0%의 빈도이므로 대부분의 경우에서 이것을 선택하는 것이 가능할 것이다. 공통가지 외에도 각 갈래에 분포하는 가지를 여러 개 가지고 있으므로 신경이식에 사용하기 적합한 것으로 판단하였다. 공통가지로 수술한 한 임상연구에서 신경이전술을 하고 난 후 팔꿈관절을 펼 때 30% 힘의 감소가 보였지만, 환자들은 특별한 문제점을 보이지 않았고, 장기적인 재활을 통해 마지막 평가 때는 정상과 같은 힘을 보였다고 하였고 하므로 신경이식술시 공통가지를 이전하는 것을 추천한다.<sup>21</sup>

## V. 결론

신경이전술을 위한 겨드랑신경과 노신경의 위팔세갈래근가지의 정확한 형태학적 위치와 특징을 알기 위해 한국 성인 시신의 팔 50 쪽을 사용하여 겨드랑신경과 노신경 위팔세갈래근 가지의 분포유형과 형태학적 특성을 실물과 조직표본을 이용하여 분석하여, 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 겨드랑신경은 네모공간을 지나기 전에 모두 앞분지와 뒤분지로 나뉘었고, 나뉘어진 곳에서 작은원근의 아래모서리까지의 거리는 평균 16.9 mm였다. 앞뒤분지가 나뉜 후 각 분지에서 첫번째 가지가 분지되기까지 주행한 길이는 각각 평균 23.3 mm, 12.7 mm였다.
2. 어깨세모근의 세 부분 중 빗장부분과 봉우리부분은 모두 앞분지가 분포하였으며, 어깨세모근의 가시부분에 뒤분지도 분포하는 경우가 62.0%였다. 겨드랑신경 두 갈래가 분포하는 양상을 세 유형으로 분류한 결과, 뒤분지도 가시부분에 분포하는 I형이 가장 많았으나(48.0%), 앞분지가 가시부분에 분포하지 않고, 뒤분지만 분포하는 III형도 14.0%에서 관찰되었다. 신경이전 시 두분지에 모두 신경이식을 할 필요가 있다.

3. 작은원근에 분포하는 신경가지의 수는 평균 1.5개였고, 어깨세모근 가지부분에 분포하는 가지는 뒤분지에서 나올 때는 평균 1.1 개였고, 앞분지에서 나오는 것은 평균 1.5개였다. 봉우리부분(4.9개)과 빗장부분(4.2개)에 분포하는 가지 수 차이가 없었다. 어깨세모근의 경우 분포하는 신경가지가 분지된 후 근육으로 들어갈 때까지의 길이는 뒤분지에서 일어났을 때 가장 길었으며, 가지부분에서 빗장부분으로 갈수록 짧아졌다.
  
4. 위팔세갈래근에 분포하는 노신경 가지는 미리 나뉘어져서 세모뜸새를 지나갔다. 독립적으로 각 갈래에 분포하는 가지와, 안쪽과 가쪽갈래에 공통으로 분포하는 가지(공통가지)를 관찰하였다. 공통가지가 있는 경우는 74.0%였으며, 이 중 세갈래의 독립가지와 함께 공통가지가 관찰되는 것이 가장 많았다(60.0%), 공통가지와 긴갈래가지 가쪽갈래가지가 있는 경우가 8.0%, 공통가지와 긴갈래가지, 안쪽갈래가지가 있는 것은 6.0%였다.
  
5. 위팔세갈래근 신경가지 중 안쪽갈래가지의 길이(평균 58.7 mm)가 가장 길었고, 공통가지의 평균길이(51.2 mm)는 안쪽갈래가지와 유의한 차이가 없었다. 긴갈래가지가 가장 짧아서 평균 23.4 mm였다.



6. 작은원근 아래모서리로부터 작은원근 아래모서리까지의 평균 길이는 38.3 mm였으므로, 신경이전술을 하는 경우에는 이보다 긴 노신경가지를 선택하는 것이 필요하다.
  
7. 해부표본에서 측정된 평균지름은 앞분지와 뒤분지가 각각 2.4 mm, 2.0 mm였다. 노신경 위팔세갈래근가지의 경우, 공통가지의 지름(1.7 mm)이 각 갈래의 독립가지보다 컸다. 이 지름은 조직표본에서 측정된 신경다발의 단면적과 축삭 수와 비례하였다.
  
8. 축삭의 수는 겨드랑신경 앞분지와 뒤분지는 각각 평균 4634.1 개, 3564.3 개였으며 차이가 없었다. 위팔세갈래근신경의 공통가지의 축삭은 1942.5 개로 가장 많았으며, 겨드랑신경 앞갈래와 비교하면 41.9% 수준이었다. 긴갈래가지의 축삭은 1410.9 개로 앞가지의 축삭수의 평균 30.4%수준이었다.

위와 같은 결과들을 고려하면, 어깨의 안정을 위해서는 겨드랑신경의 앞분지와 뒤분지를 모두 신경이전을 하여야만 어깨세모근과 작은원근의 기능이 모두 회복되며, 특히 약 15%에서 발생할 수 있는 어깨세모근 가지부분의 기능손상을 방지할 수 있을 것이다. 또한 두 신경을 이어 주기 위해서는 충분한 축삭 수를 가진, 평균 38.3 mm 길이의 신경이 필요하다. 한국인의 긴갈래가지의 축삭 수는 앞분지

축삭의 약 30%였으나, 평균길이가 짧은 것에 유념할 필요가 있다. 가장 긴 안쪽갈래가지의 경우, 이전술을 시행하기는 쉬우나, 평균 축삭 수가 겨드랑신경 각분지의 수의 1/5 에도 미치지 못하는 것을 유념할 필요가 있다. 이 연구 결과가 겨드랑신경에 대한 노신경가지의 신경이전술 시행 시 더 나은 임상적 결과를 얻어내는 데에 도움이 될 것으로 기대한다.

## 참 고 문 헌

1. Dahlin LB, Coster M, Bjorkman A, Backman C. Axillary nerve injury in young adults--an overlooked diagnosis? Early results of nerve reconstruction and nerve transfers. *J Plast Surg Hand Surg* 2012;46:257-61.
2. Witoonchart K, Leechavengvongs S, Uerpairojkit C, Thuvasethakul P, Wongnopsuwan V. Nerve transfer to deltoid muscle using the nerve to the long head of the triceps, part I: an anatomic feasibility study. *J Hand Surg Am* 2003;28:628-32.
3. Petrucci FS, Morelli A, Raimondi PL. Axillary nerve injuries--21 cases treated by nerve graft and neurolysis. *J Hand Surg Am* 1982;7:271-8.
4. Boardman ND, 3rd, Cofield RH. Neurologic complications of shoulder surgery. *Clin Orthop Relat Res* 1999;44-53.
5. Perlmutter GS. Axillary nerve injury. *Clin Orthop Relat Res* 1999;28-36.
6. Steinmann SP, Moran EA. Axillary nerve injury: diagnosis and treatment. *J Am Acad Orthop Surg* 2001;9:328-35.
7. Leechavengvongs S, Witoonchart K, Uerpairojkit C, Thuvasethakul P. Nerve transfer to deltoid muscle using the nerve to the long head of the triceps, part II: a report of 7 cases. *J Hand Surg Am* 2003;28:633-8.
8. Visser CP, Coene LN, Brand R, Tavy DL. The incidence of nerve injury in anterior dislocation of the shoulder and its influence on functional recovery. A prospective clinical and EMG study. *J Bone Joint Surg Br* 1999;81:679-85.
9. Narakas AO. Paralytic disorders of the shoulder girdle. *Hand Clin* 1988;4:619-32.
10. Wolfe SW, Johnsen PH, Lee SK, Feinberg JH. Long-nerve grafts and nerve transfers demonstrate comparable outcomes for axillary nerve injuries. *J Hand Surg Am* 2014;39:1351-7.
11. Midha R. Nerve transfers for severe brachial plexus injuries: a review. *Neurosurg Focus* 2004;16:E5.
12. Narakas A. Brachial plexus surgery. *Orthop Clin North Am* 1981;12:303-23.
13. Millesi H. Surgical management of brachial plexus injuries. *J Hand Surg Am* 1977;2:367-78.
14. Bertelli JA, Santos MA, Kechele PR, Ghizoni MF, Duarte H. Triceps

- motor nerve branches as a donor or receiver in nerve transfers. *Neurosurgery* 2007;61:333-8; discussion 8-9.
15. Zhao X, Hung LK, Zhang GM, Lao J. Applied anatomy of the axillary nerve for selective neurotization of the deltoid muscle. *Clin Orthop Relat Res* 2001;244-51.
  16. Tung TH, Mackinnon SE. Nerve transfers: indications, techniques, and outcomes. *J Hand Surg Am* 2010;35:332-41.
  17. Cho H, Lee HY, Gil YC, Choi YR, Yang HJ. Topographical anatomy of the radial nerve and its muscular branches related to surface landmarks. *Clin Anat* 2012.
  18. Carayon A, Bourrel P. EXTENDED APPROACHES AND SELDOM USED PROCEDURES IN PERIPHERAL NERVE SURGERY. *Ann Chir* 1965;19:225-36.
  19. Bhandari PS, Deb P. Posterior approach for both spinal accessory nerve to suprascapular nerve and triceps branch to axillary nerve for upper plexus injuries. *J Hand Surg Am* 2013;38:168-72.
  20. Bertelli JA, Ghizoni MF. Reconstruction of C5 and C6 brachial plexus avulsion injury by multiple nerve transfers: spinal accessory to suprascapular, ulnar fascicles to biceps branch, and triceps long or lateral head branch to axillary nerve. *J Hand Surg Am* 2004;29:131-9.
  21. Bertelli JA, Ghizoni MF. Nerve transfer from triceps medial head and anconeus to deltoid for axillary nerve palsy. *J Hand Surg Am* 2014;39:940-7.
  22. Stanescu S, Post J, Ebraheim NA, Bailey AS, Yeasting R. Surgical anatomy of the radial nerve in the arm: practical considerations of the branching patterns to the triceps brachii. *Orthopedics* 1996;19:311-5.
  23. Apaydin N, Tubbs RS, Loukas M, Duparc F. Review of the surgical anatomy of the axillary nerve and the anatomic basis of its iatrogenic and traumatic injury. *Surg Radiol Anat* 2010;32:193-201.
  24. Loomer R, Graham B. Anatomy of the axillary nerve and its relation to inferior capsular shift. *Clin Orthop Relat Res* 1989:100-5.
  25. Bonnard C, Anastakis DJ, van Melle G, Narakas AO. Isolated and combined lesions of the axillary nerve. A review of 146 cases. *J Bone Joint Surg Br* 1999;81:212-7.
  26. Kline DG, Kim DH. Axillary nerve repair in 99 patients with 101 stretch injuries. *J Neurosurg* 2003;99:630-6.
  27. Alnot JY, Valenti P. Surgical repair of the axillary nerve. Apropos of 37 cases. *Int Orthop* 1991;15:7-11.

28. Vathana P, Chiarapattanakom P, Ratanalaka R, Vorasatit P. The relationship of the axillary nerve and the acromion. *J Med Assoc Thai* 1998;81:953-7.
29. Aszmann OC, Dellon AL. The internal topography of the axillary nerve: an anatomic and histologic study as it relates to microsurgery. *J Reconstr Microsurg* 1996;12:359-63.
30. Bertelli JA, Kechele PR, Santos MA, Duarte H, Ghizoni MF. Axillary nerve repair by triceps motor branch transfer through an axillary access: anatomical basis and clinical results. *J Neurosurg* 2007;107:370-7.
31. Teissier P, Lazerges C, Mares O, Bosch C, Chammas M. Nerve transfer in isolated deltoid palsy: branch of the long head of the triceps to the axillary nerve. *Chir Main* 2012;31:239-43.
32. Lee JY, Kircher MF, Spinner RJ, Bishop AT, Shin AY. Factors affecting outcome of triceps motor branch transfer for isolated axillary nerve injury. *J Hand Surg Am* 2012;37:2350-6.
33. Gu YD, Wu MM, Zhen YL, Zhao JA, Zhang GM, Chen DS, et al. Phrenic nerve transfer for brachial plexus motor neurotization. *Microsurgery* 1989;10:287-9.
34. Oberlin C, Beal D, Leechavengvongs S, Salon A, Dauge MC, Sarcy JJ. Nerve transfer to biceps muscle using a part of ulnar nerve for C5-C6 avulsion of the brachial plexus: anatomical study and report of four cases. *J Hand Surg Am* 1994;19:232-7.
35. Tung TH, Novak CB, Mackinnon SE. Nerve transfers to the biceps and brachialis branches to improve elbow flexion strength after brachial plexus injuries. *J Neurosurg* 2003;98:313-8.
36. Travill AA. Electromyographic study of the extensor apparatus of the forearm. *Anat Rec* 1962;144:373-6.
37. Zhang LQ, Nuber GW. Moment distribution among human elbow extensor muscles during isometric and submaximal extension. *J Biomech* 2000;33:145-54.
38. Rezzouk J, Farlin F, Boireau P, Fabre T, Durandeau A. Surgical management of traumatic lesions of the axillary nerve: 83 cases. *Chir Main* 2003;22:73-7.
39. Rezzouk J, Durandeau A, Vital JM, Fabre T. Long head of the triceps brachii in axillary nerve injury: anatomy and clinical aspects. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2002;88:561-4.
40. de Seze MP, Rezzouk J, de Seze M, Uzel M, Lavignolle B, Midy D, et al. Does the motor branch of the long head of the triceps brachii arise from the radial nerve? An anatomic and electromyographic study. *Surg Radiol Anat* 2004;26:459-61.

41. Colbert SH, Mackinnon S. Posterior approach for double nerve transfer for restoration of shoulder function in upper brachial plexus palsy. *Hand (N Y)* 2006;1:71-7.
42. Totosy de Zepetnek JE, Zung HV, Erdebil S, Gordon T. Innervation ratio is an important determinant of force in normal and reinnervated rat tibialis anterior muscles. *J Neurophysiol* 1992;67:1385-403.

## **Abstract**

### Topographic Anatomy and Morphological Study of Axillary Nerve and Radial Nerve of Triceps Brachii Muscle for Successful Axillary Nerve Transfer

Jong Ho Bang

Department of Medical Science

The Graduate School, Yonsei University

(Directed by Professor Hye Yeon Lee)

The information about the anatomy of the axillary nerve is essential for surgical anastomosis with radial branches for the restoration of the deltoid after the brachial plexus injury. In present study I clarify anatomical association between the axillary nerve and muscular branch of the radial nerve in Korea. Fifth arms were dissected to study the axillary nerve and nerve to triceps brachii. The branch pattern, diameter and length of the axillary nerve and muscular branch of the radial nerve were analyzed and their difference was compared.

The axillary nerve was divided into anterior and posterior divisions before entering the quadrangular space. The posterior division innervated the teres minor via 1.5 (1-3) branches and also innervated the spinous part of deltoid in 62.0%. The length of teres minor branch was 37.2 mm. The clavicular and acromial parts of deltoid were always innervated by the anterior division of the axillary nerve. The spinous part was innervated by the anterior and posterior divisions in 48.0%, by the anterior division in 38.0%, or by the posterior division in 14.0%. The number of branches of the anterior division to spinous part was 1.5 (1-4); the least number. The number of branches to the acromial and clavicular parts were 4.6 (2-9) and 4.5 (1-8), respectively. Running length of clavicular branches from the anterior division was shorter than acromial and spinous branches. Entry points of deltoid branches were between 28.7% and 47.0% of the length of the deltoid from its superior end. And its average was 57.1 mm from the end of the acromion.

The triceps brachii had not only the independent branch of each head but also the common trunk for medial and lateral heads (ML trunk). ML trunk and the independent branch were found together in 74.0%, among them, independent branches of each head of the triceps brachii were appeared frequently (60.0%). Missing of branch to the medial head or the lateral head was observed in 8.0% and 6.0%, respectively. ML trunk did not appear in 26.0%. Regardless of the presence of ML trunk, the shortest branch was long head (23.4 mm) and the longest branch was medial head(58.7



mm). This result demonstrated that more than 38.3 mm of nerve should be prepared to across the teres major in nerve transfer. Therefore branch of long head was unsuitable for nerve transfer

The diameter of nerve branch was not significantly different in cases without ML trunk, and ML trunk was the biggest one in cases with ML trunk(1.7 mm). The number of the axon was correlated with the diameters of the nerve and nerve fiber by sectional analysis. It was important to choose similar number of nerve fiber to maximize muscle recovery for successful nerve transfer. However the number of axon of nerve to triceps brachii was smaller than the number of axon of axillary nerve. It was appropriate to choose the thickest radial branch.

Therefore, ML trunk was recommended in cases with ML trunk. In cases without ML trunk, lateral head branch was preferred to nerve transfer because it had similar length of medial head branch and more branches than medial head branches. Because the diameter and length of the axillary and radial nerves were important factor for successful nerve transfer, this result contribute to the recovery of the function in shoulder joint.

---

Key words : surface anatomy, variation, axillary nerve, long head branch of triceps brachii, lateral head branch of triceps brachii, medial head branch of triceps brachii, common trunk of medial head and lateral head of triceps brachii