

견관절의 말초 신경병증

경희대학교 의과대학 정형외과

한 정 수

Anatomy of the shoulder relating action and innervation

근육에서 발생하는 힘(force)은 근섬유(muscle fibre)에 의해 발생되며 근력은 단면적크기나 근섬유 수(number of muscle fiber)에 의해 결정된다. 근섬유의 내적 배열과 여러 개의 복잡한 관절배열이 견관절의 기능에 영향을 미치게 된다. 또한 견관절 주위의 다양한 근육은 복잡한 상호관계를 가지고 있어 따라서 신경손상에 의한 견관절의 기능 저하 시 이를 회복하기 위한 여러 치료방법은 손상의 형태 및 정도, 손상부위, 회복의 우선 순위, 수상의 치료시기까지의 기간 등 매우 다양한 인자에 의하여 영향을 받게 된다. 따라서 견관절 주위의 근육에 대한 해부학적 구조와 기능 그리고 신경분포에 대하여 정확한 이해를 하는 것이 매우 중요하다.

견갑골의 운동의 제어하는 근육 군 즉 scapulothoracic muscle (trapezius, rhomboids, levator scapulae, serratus anterior, pectoralis minor, suclavius)과 glenohumeral joint를 지나 작용하는 glenohumeral muscle (deltoid, supraspinatus, infraspinatus, teres minor, subscapularis, teres major, coracobrachialis) 그리고 mutiple joint muscle (pectoralis major, latissimus dorsi, biceps brachii, triceps brachii) 에 대한 정확한 해부학적 구조와 기능 그리고 이들을 지배하는 신경에 대한 정확한 지식을 가지고 있어야 한다.

1. Trapezius

제 7경추부터 제 12흉추의 극돌기에서 시작하여 상부근은 쇄골에 하경추부 및 상흉추부의 근은 견봉 및 견갑극 (scapular spine)에 넓게 퍼져있는 이 근육은 주로 scapular retractor로 작용하며 upper fiber는 scapular lateral angle의 elevator로 작용한다. 따라서 이 근육의 마비는 견갑골의 protraction 과 downward rotation이 주된 병변으로 나타나며 쇄골에 경도의 depression을 보이게 된다. 임상적으로는 coronal plane에서 90도까지 외전(abduction)이 가능하나 전방거상(forward flexion)은 더 많은 각도를 얻을 수 있다. 이 근육을 지배하는 척추부신경(spinal accessory nerve, cranial nerve XI)은 제 2, 3, 4 경추 신경에서 분지하며 견갑골의 vertebral border를 따라 병행주행하며 근육의 내측 50% 부위에 항상 존재하면 4개내지 6개 정도의 신경분지를 가지고 있고 상완신경총 마비에서 극상신경(suprascapular nerve)등에 신경전이술(neutralization)을 시행할 때 이용할 수 있다. 이 신경은 경부의 lymphadenitis의 진단시에 조직 생검을 시행할 때에 경부 임파선과 매우 인접해서 주행하므로 생검시에 신경을 절단할 수도 있으며 혈관을 전기소작(electrical cauterization)시에 손상을 받을 수 있어 매우 주의 해야 한다.

2. Rhomboids

이 근육의 작용은 견갑골의 retraction과 elevation에 관여하며 제 5 경추신경에서 분지되는 dorsal scapular nerve의 지배를 받는다.

3. Levator scapulae and Serratus anterior

levator scapulae는 견갑골의 superior angle에 붙는데 상부에서는 외측으로 SCM (sternocleidomastoid)와 경계를 이루고 하부에서는 trapezius와 경계를 이룬다. 외측으로 이근육의 정중앙에 척추 부신경이 존재하며 dorsal scapular nerve가 관통하는 경우도 있다. 이 근육의 주된 기능은 견갑골의 superior angle을 elevation 시키고 serratus와 같이 작용해서 upward rotation시키는 작용을 한다. 제 3,4 경추신경에 의해 지배받아 상완 신경총 손상에서도 흔히 정상적으로 작용한다.

serratus anterior는 견갑골의 protraction과 upward rotation에 관여하며 외전시에는 견갑골의 retraction이 요구되므로 외전시보다 굴곡(flexion)시에 더 active하게 작용한다. 연구에 의하면 상완골의 운동시에 항상 작용하는 것으로 알려져 있으며 마비가 일어나는 경우 전완부를 전방굴곡(forward flexion)시에 winging of scapula가 발생한다. 이 근육의 inferior slip을 재건하는 경우 굴곡운동의 향상을 가져올 수 있다.

4. Deltoid

glenohumeral muscle중 가장 크고 중요한 근육이며 쇄골외측 1/3에서 기시하는 전방부와 견봉에서 기시하는 중위 1/3(middle third)과 견갑골극에서 기시하는 후방부의 3부위로 구성되어있다. 중위부는 multipennate되어있어 더 강하고 보다 작은 excursion(1 cm)을 보이며 후방부와 전방부위는 근 섬유가 parallel하여 중위부보다 큰 excursion을 갖고 있다. scapular plane에서의 elevation은 전방부와 중반부위의 근 섬유가 담당하며 90도 이상에서는 후방부위가 조금 관여한다. coronal plane에서의 외전은 후방부위의 근 섬유가 주로 관여하며 굴곡은 deltoid의 전방 및 중반부와 pectoralis major의 쇄골부와 이두박근의 일부가 관여한다. 그러나 pectoralis major와 biceps는 기여도가 deltoid없이도 중력을 이길 수 없을 정도로 작다. Deltoid의 horizontal adduction에 대한 기여도는 12% 정도라고 알려져 있는데 이는 deltoid의 후방부위의 하부가 adduction에 관여하는 것이라고 알려져있다. 또한 deltoid는 horizontal abduction 의 60 %를 담당하고 있으며 처음 30도 elevation 시에 가장 짧은 leverage를 제공한다.

이 근육은 제5, 6 경추 신경에서 분지하는 액와 신경(axillary nerve)의 지배를 받는데 quadrilateral space를 통하여 teres minor를 지배하고 내하방을 따라 주행한다. 후방분지는 quadrilateral space를 나와 6~8 cm 정도 길이를 가지며 이는 deltoid의 상전방 부위를 향하여 acromion rim의 2 inch 하방에 위치하게된다. 액와신경의 마비는 때로 full abduction이 가능할 수도 있으나 elevation strength의 50 %를 상실하게 된다.

5. Rotator Cuff

1) suprapinatus

대결절에 부착하는 supraspinatus는 피상부(superficial)가 좀더 많은 혈관분포를 가지고 있으며 전방부위가 후방부보다 좀 더 강하다. 30도 elevation에서 가장 강한 length-tension curve 의 효과를 보이며 glenohumeral joint의 안정성에 매우 중요한 역할을 한다. supraspinatus 근육은 다른 infraspinatus, subscapularis 그리고 biceps와 함께 scapular plane에서의 elevation에서 deltoid와 동등한 역할을 한다. 제 5, 6경추신경에 의해 분지되는 suprascapular nerve의 지배를 받으며 상완신경총의 소위 Erb's point에서 분지하여 오구돌기의 지지부에 위치하는 suprascapular notch의 중앙부위에 위치한다. 상완신경총 손상에서 대표적으로 손상받는 신경이며 이 신경은 notch부위에서 발생하는 결정종(ganglion)이나 지방종에 의해서도 압박을 받아 신경마비를 일으킬수 있다. 외상의 병력이 없는 경우 초음파나 자기공명 영상을 통하여 진단이 가능하다.

2) infraspinatus and teres minor

infraspinatus 근육은 회전근개중에서 두번째로 가장 active하며 주된 기능은 상완부의 2개의 주된 외회전근의 하나이며 외회전력의 60%를 차지한다. 상완골두의 주된 depressor로 작용하며 후방 안정성에 중요한 역할을 한다. 이근육 역시 suprascapular nerve의 지배를 받는다.

teres minor는 외회전력의 45%까지 제공하며 액와신경의 지배를 받는다.

3) subscapularis

이 근육의 기능은 내회전과 전방아탈구를 방지하는 passive stabilizer로 작용하며 하부 근 섬유는 depressor로 작용한다. Glenohumeral joint의 compression에도 관여한다. 신경은 상부 50%는 제5 경추 신경에서 분지하는 upper subscapular nerve에서, 하부 20%는 제 5, 6 경추 신경에서 분지하는 lower subscapular nerve에 의하여 지배를 받는다.

Brachial Plexus

Root, Trunk, Division, Cord, Terminal branch로 이루어지는 상완 신경총은 견관절의 기능을 이해하는데 절대로 필요한 지식이라 할 수 있다.

Roots; C 5, 6, 7, 8, T1 (28%~62%; C4에서, 또한 T2에서)

Dorsal scapular nerve

Long thoracic nerve to Serratus anterior

Trunk; Upper trunk (C 5,6)

Middle trunk (C7)

Lower trunk (C8, T1)

· Erb' s point of upper trunk (joining of 6 part of nerve)

C5, C6, nerve to subclvius

Suprascapular nerve,

Lateral cord

Posterior division

Division

Cord; Lateral - lateral pectoral nerve, musculocutaneous nerve, nerve to median nerve

Posterior - upper subscapular nerve, thoracodorsal nerve, lower subscapular nerve, axillary nerve, radial nerve

Medial - lateral pectoral nerve, medial pectoral nerve, medial cutaneous nerve, medial antebrachial cutaneous nerve, ulnar nerve, branch to median nerve

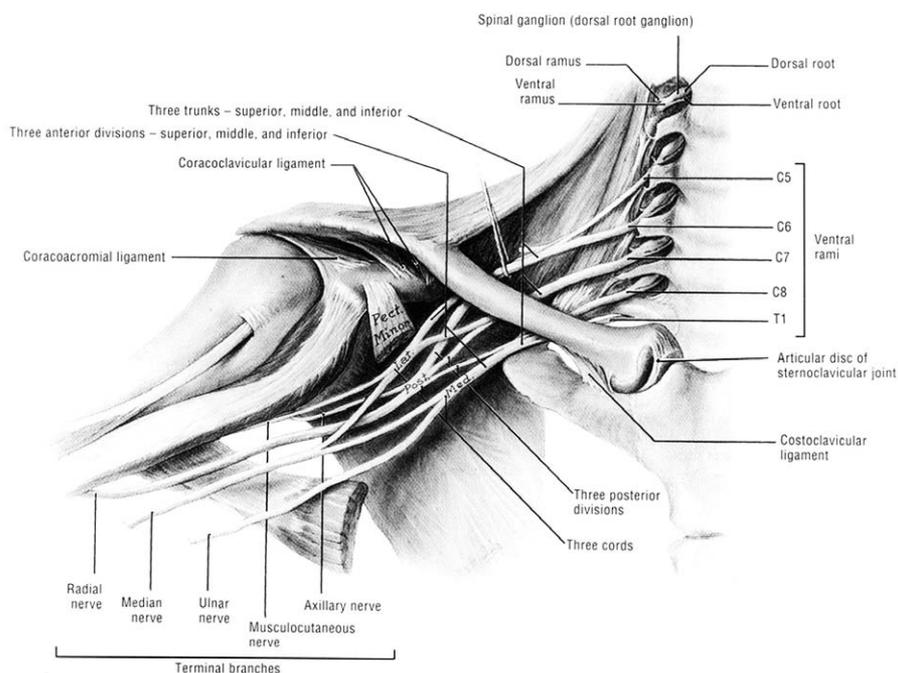


Fig. 1. of Brachial Plexus

Conditions resulting in shoulder paralysis

1. Trauma

- Direct trauma
- Dislocation of shoulder joint
- Brachial plexus injury including birth palsy and irradiation
- Iatrogenic
 - cephlocaudal inertion of IM nailing; axillary nerve
 - wide or radical excision of tumor; loss of muscle as well as loss of nerve
 - L/N dissection around neck; spinal accessory nerve

2. Disease

- suprascapular entrapment syndrome; ganglion, lipoma
- tumorous condition of brachial plexus; neurilemmoma
 - metastasis to brachial plexus
 - fibromatosis around brachial plexus
 - soft tissue tumor around shoulder

Diagnosis

- history
- physical examination
 - pain, Honor's syndrome, weakness of rhomboid and serratus anterior, Tinel sign
- plain radiography ; scoliosis
- electrodiagnostic study
 - nerve action potential
 - somatosensory evoked potential
 - motor evoked potential
- imaging study
 - CT myelogram
 - MRI

Treatment

1. Brachial plexus injury

칼등에 의해 발생하거나 중요한 혈관손상을 동반한 경우의 신경손상은 즉시 수술을 시행 해야 하며 일반적인 교통사고나 분만마비의 외상후에 발생하는 경우에는 nerve reconstruction을 우선적으로 고려하여야 하는데 이는 수상후부터 수술까지의 이환기간이 3~6개월 미만인 경우에는 신경재건술의 결과가 건 전이술 등의 결과보다 좋기 때문이다. 수상후 12개월에서 16개월이 경과된 경우에는 신경재건술의 결과가 불량하며 수상후 2년이 지난 후에는 신경재건술은 시행하지 않는다.

- method of nerve reconstruction
 - 1) rupture of nerve; nerver graft
 - 2) avulsion injury of nerve ; neurotization¹⁻³⁾
 - 3) intraspinal repair of avulsion injury
 - Neurosurgery Focus volume 16 May 2004⁴⁾
 - first report on human being -
 - 9 years old boy with complete avulsion C5-T1
 - underwent reconnection to spinal cord by
 - reimplantation of peripheral nerve graft
 - ; recovery of proximal part - 8 to 10 month
 - motor function throughout the are- 2 years
- method of reconstruction of old injury
 - 1) Latssimus dorsi transfer
 - 2) Trapezius transfer
 - 3) Shoulder arthrodesis
 - 4) Ostotomy of humerus for external rotation
 - 5) Free Functional Muscle Transfer (FFMT)

- Selection of donor muscle
 - (1) Strength and excursion comparable to the paralyzed
 - (2) Adequate blood supply through a single vascular pedicle
 - (3) Single motor nerve appropriately placed to allow reinnervation
 - (4) Harvest of the muscle : no significant loss of function
- Donor muscles : rectus femoris, gracilis, pectoralis major, LD, tensor fascia lata
- Why gracilis?
 - (1) Relatively easy to elevate
 - (2) Reliable neurovascular pedicle
 - (3) Long tendon of insertion
 - (4) Short fibrous origin
 - (5) Tiny functional loss
 - (6) Hidden scar on medial aspect of thigh
- Single Gracilis transfer to restore elbow function⁵⁾
- Double Gracilis transfer to restore hand function⁶⁾

2. Shoulder arthrodesis

- Indications
 - Brachial plexus injury
 - Paralysis of deltoid and rotator cuff
 - Chronic infection
 - Failed revision arthroplasty
 - Severe refractory instability
 - Bone deficiency following tumor resection
- Prerequisite
 - Trapezius, levator scapulae, serratus anterior, Rhomboid muscles must be functional
- Ideal position ; no consensus
 - Excessive abduction or flexion has been associate with chronic postoperative pain, 1942 AOA⁷⁾
 - 50 abduction, 15 to 25 flexion, 25 internal rotation, Rowe⁸⁾
 - 20 to 25 abduction and flexion, 40 internal rotation
 - Other authors' results ; 60 abduction flexion, 43 IR, Howkins and Neer⁹⁾
 - 25 to 40 abduction, 20 to 30 flexion, 25 to 30 IR, Richards¹⁰⁾
 - 30 abduction, flexion, internal rotation. Roockwood JR¹¹⁾
 - 10 to 15 abduction, flexion and 45 Internal rotation, Matsen¹²⁾
 - 15 abduction and flexion and 40 internal rotation. Jonsson¹³⁾
 - 20 to 30 abduction, forward flexion, Internal rotation should not exceed 40. Flexion 60, abduction 60, extension 12~14, IR 40~45¹⁴⁾

3. Latissimus dorsi transfer for obstetric palsy

- Result were related to type of paralysis and post op shoulder function but not to age at surgery

4. Trapezius transfer

74 patients

- Results

30 abduction, 20 forward flexion

93 ; joint stability

Suprascapular nerve entrapment syndrome

cause;

- small spinoglenoid notch

- tight ligament

- bony spur

- ganglion cyst

- lipoma

* the vessels are passing over the superior transverse ligament

* the suprascapular nerve passes beneath the ligament

* within one centimeter of traversing the suprascapular notch, the suprascapular nerve releases a motor branch innervates the supraspinatus muscle by means of two branches

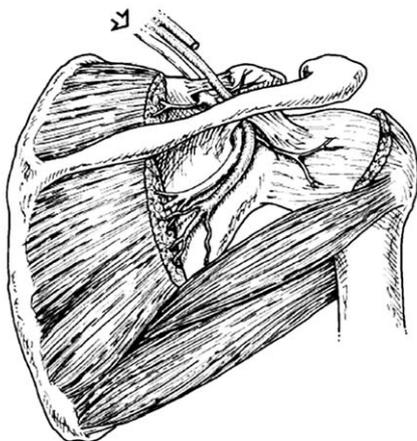


Fig. 2.

Treatment of winging scapula (Paralysis of serratus anterior and trapezius muscle)

- Methods

1. muscle transfer

- rhomboids, teres major, pectoralis minor and pectoralis major
- 90 % satisfactory result within 3 to 4 years postop
- up to 65 degree of active mobility improvement
- some full recurrences of winging or dynamic winging in patients with strenuous activity and extensive muscular weakness or after aggressive rehabilitation program
- need facial graft(15×5 cm)
- disadvantage
 - multiple shoulder incision
 - asymmetry of the anterior axillary fold
 - weakness shoulder adduction
 - herniation at facial graft site

2. scapulothoracic fusion

- increase the strength of deltoid and rotator cuff
- maybe indicated in patients who wish to return to strenuous activity, with failed muscle transfer, or contact sports and with facioscapulohumeral dystrophy (PMD). 10 years follow up ; active mobility from 30 to 60 degree, mean abduction of about 125 degree
- may not be recommended as a primary procedure

Tumor of the brachial plexus

Neural sheath associated tumor

- Neurofibroma
- Schwannoma
- Malignant sheath tumor
 - Malignant schwannoma
 - Fibrosarcoma
- Meningioma

Non-neural sheath tumor

Benign tumor

- Desmoid, myoblastoma, lymphangioma, lipoma, brachial cleft cyst

Malignant secondary tumors

- Breast cancer infiltration, Lung extension, Melanoma, Malignant thymoma

Mechanism of neuropathic pain

1. Pain

- International Association for the Study of Pain
- 실질적 잠재적 조직손상과 관련되어 표현되는 감각적이고 정서적인 불유쾌한 경험
- An unpleasant sensory and emotional experience arising from actual or potential tissue damage or described in terms of such damage

2. Neuropathic pain

- Initiated or caused by a primary lesion or dysfunction in the nervous system
- 신경계의 일차적 병변이나 기능이상에 의해 시작되거나 발현되는 통증

3. Pain

- 찌르는듯(shooting)
- 감전되듯(shock like)
- 뻣근하게(aching)
- 조이듯이(cramping)
- 뭉개지듯이(crushing)
- 불에 던듯이(burning)

Treatment of neuropathic pain

- Medical treatment
 - Anticonvulsant: Gabapentin (Neurontin[®])
 - Topical agent: Capsaicin
 - Antidepressant: Tricyclic antidepressant (TCA), Amitriptyline
 - NSAID
 - Opioid
 - NMDA-receptor antagonist: Ketamine
 - Adrenoreceptor agonist: Clonidine
 - SSRI (Selective serotonin re-uptake inhibitor): Prozac
 - SNRI (Serotonin-norepinephrine reuptake inhibitor)
 - NMDA-receptor antagonist
 - Neuroleptics
 - Voltage-gated ion-channel blocker : Sodium, Calcium
 - Cannabinoid
 - Baclofen: GABA 유사물질

- Physical therapy
- Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS)
- Spinal cord stimulation
- Treatment of neuroma
- Treatment of DREZ (dorsal root entry zone lesion)
- Nutritional therapy

REFERENCES

1. Brandt KE, Mackinnon SE: A technique for maximizing biceps recovery in brachial plexus reconstruction. *J Hand Surg Am*, 18: 726-733, 1993.
2. Brunelli G: Direct neurotization of severely damaged muscles. *J Hand Surg Am*, 7: 572-579, 1982.
3. Leechavengvongs S, Witoonchart K, Uerpairojkit C, Thuvasethakul P, Ketmalasiri W: Nerve transfer to biceps muscle using a part of the ulnar nerve in brachial plexus injury (upper arm type): a report of 32 cases. *J Hand Surg Am*, 23: 711-716, 1998.
4. Carlstedt T, Anand P, Htut M, Misra P, Svensson M: Restoration of hand function and so called "breathing arm" after intraspinal repair of C5-T1 brachial plexus avulsion injury. Case report. *Neurosurg Focus*, 16: E7, 2004.
5. Ikuta Y, Yoshioka K, Tsuge K: Free muscle graft as applied to brachial plexus injury-case report and experimental study. *Ann Acad Med Singapore*, 8: 454-458, 1979.
6. Doi K, Sakai K, Ihara K, Abe Y, Kawai S, Kurafuji Y: Reinnervated free muscle transplantation for extremity reconstruction. *Plast Reconstr Surg*, 91: 872-883, 1993.
7. Barr JS, Freiberg JA, Colonna PC, Pemberton PA: A survey of end results on stabilization of the paralytic shoulder: Report of the research committee of the american orthopaedic association. *J Bone Joint Surg Am*, 24: 699-707, 1942.
8. Rowe CR: Re-evaluation of the position of the arm in arthrodesis of the shoulder in the adult. *J Bone Joint Surg Am*, 56: 913-922, 1974.
9. Hawkins RJ, Neer CS, 2nd: A functional analysis of shoulder fusions. *Clin Orthop Relat Res*: 65-76, 1987.
10. Richards RR, Waddell JP, Hudson AR: Shoulder arthrodesis for the treatment of brachial plexus palsy. *Clin Orthop Relat Res*: 250-258, 1985.
11. Groh GI, Williams GR, Jarman RN, Rockwood CA, Jr.: Treatment of complications of shoulder arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am*, 79: 881-887, 1997.
12. Arntz CT, Matsen FA, 3rd, Jackins S: Surgical management of complex irreparable rotator cuff deficiency. *J Arthroplasty*, 6: 363-370, 1991.
13. Johnson CA, Healy WL, Brooker AF, Jr., Krackow KA: External fixation shoulder arthrodesis. *Clin Orthop Relat Res*: 219-223, 1986.
14. Yoo MC, Chung DW, Han CS, Cho HG, Ahn JS: Shoulder arthrodesis for improvement of function of upper extremity. *J Korean Orthop Assoc*, 23: 1031-1038, 1988.