

견관절의 말초 신경병증

경희대학교 의과대학 정형외과학교실

한 정 수

1. Anatomy of the shoulder relating action and innervation

근육에서 발생하는 힘(force)은 근섬유(muscle fiber)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 극들기에서 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. 이근육을 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 4개 내지 6개 정도의 신경분지를 가지고 있고 상완신경총 마비에서 극상신경(suprascapular nerve) 등에 신경전이술(neutrization)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 이 근육의 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 항시 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 muscle 중 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 paralell하여 중위부보다 큰 excursion을 갖고 있다. scapular plane에서의 elevation은 전방부와 중반부위의 근섬유가 담당하며 90도 이상에서는 후방부위가 조금 관여한다. coronal plane에서의 외전은 후방부위의 근섬유가 주로 관여하며 굴곡은 deltoid의 전방 및 중반부와 pectoralis major의 쇄골부와 이두박근의 일부가 관여한다. 그러나 pectoralis major와 biceps는 기여도가 deltoid없이 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 cm정도 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) supraspinatus

대결절에 부착하는 supraspinatus는 피상부 (superficial)가 좀더 많은 혈관분포를 가지고 있으며 전방부위가 후방부보다 점 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, 6 경추신경에 의해 분지되는 suprascapular nerve의 지배를 받으며 상완신경총의 소위 Erb's point에서 분지하여 오구들기의 기저부에 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 외회전 근의 하나이며 외회전력의 60%를 차지한다. 상완골두의 주된 depressor로 작용하며 후방 안정성에 중요한 역할을 한다. 이 근육 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.

2. 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 subclavius

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

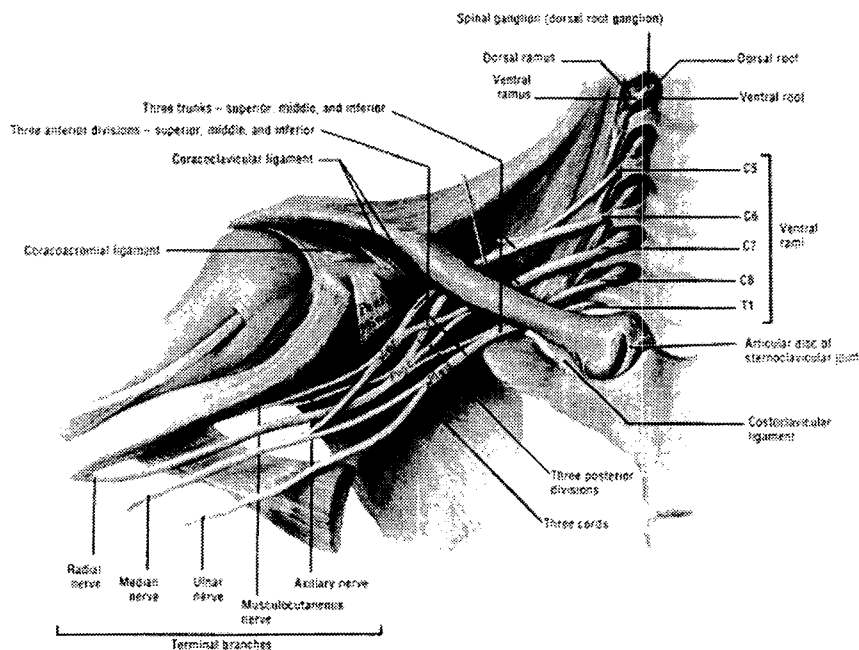


Fig. of Brachial Plexus

3. Conditions resulting in shoulder paralysis

1) Trauma

- Direct trauma
- Dislocation of shoulder joint
- Brachial plexus injury including birth palsy and irradiation
- Iatrogenic
 - cephalocaudal 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:
 - neruilemmoma
 - metastasis to brachial plexus
 - fibromatosis around brachial plexus
 - soft tissue tumor around shoulder

4. 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

5. 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 전이술등의 결과보다 좋기 때문이다. 수상후 12개월에서 16개월 이 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: neurotization
 - (3) intraspinal repair of avulsion injury
 - Neurosurgery Focus volume 16 May 2004
 - 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
 - Latissimus dorsi transfer
 - Trapezius transfer
 - Shoulder arthrodesis
 - Ostotomy of humerus for external rotation

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 AOA
 - 50 abduction, 15 to 25 flexion, 25 internal rotation
 - Rowe
 - 20 to 25 abduction and flexion, 40 internal rotation
 - Other authors' results: 60 abduction flexion, 43 IR
 - Howkins and Neer
 - 25 to 40 abduction, 20 to 30 flexion, 25 to 30 IR
 - Richards
 - 30 abduction, flexion, internal rotation.
 - Roockwood JR
 - 10 to 15 abduction, flexion and 45 Internal rotation
 - Matsen
 - 15 abduction and flexion and 40 internal rotation
 - Jonsson

20 to 30 abduction, forward flexion,
Internal rotation should not exceed 40

3) Latissimus dorsi transfer for obstetric palsy

- Results 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

6. Suprascapular nerve entrapment syndrome

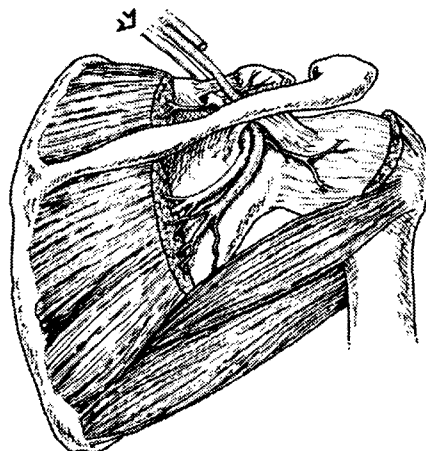
cause:

- 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



7. 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 facioscapulothoracic 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

8. 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

REFERENCE.

1. Akgun K, Erdogan F, Aydingoz O and Kanberoglu K: Entrapment neuropathy of the inferior branch of the suprascapular nerve by a ganglion cyst mimicking cervical disk disease, *Ann Rheum Dis.* 2003 Oct;62(10):1025-6.
2. Barrie KA, Steinmann SP, Shin AY, Spinner RJ and Bishop AT: Gracilis free muscle transfer for restoration of function after complete brachial plexus avulsion, *Neurosurg Focus.* 2004 May 15;16(5):E8.
3. Belzberg AJ, Dorsi MJ, Storm PB and Moriarity JL: Surgical repair of brachial plexus injury: a multinational survey of experienced peripheral nerve surgeons, *J Neurosurg.* 2004 Sep;101(3):365-76.
4. Bertelli JA and Ghizoni MF: Brachial plexus avulsion injury repairs with nerve transfers and nerve grafts directly implanted into the spinal cord yield partial recovery of shoulder and elbow movements, *Neurosurgery.* 2003 Jun;52(6):1385-9.
5. Bizot P, Teboul F, Nizard R and Sedel L: Scapulothoracic fusion for serratus anterior paralysis. *J Shoulder Elbow Surg.* 2003 Nov-Dec;12(6):561-5.
6. Cao X, Li J, Cao Y and Cai J: C3,4 transfer for neurotization of C5,6 nerve roots in brachial plexus injury in a rabbit model, *J Reconstr Microsurg.* 2003 May;19(4):265-70.
7. Carlstedt T, Anand P, Htut M, Misra P and 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.* 2004 May 15;16(5):E7.
8. Chammas M, Goubier JN, Coulet B, Reckendorf GM, Picot MC and Allieu Y: Glenohumeral arthrodesis in upper and total brachial plexus palsy. A comparison of functional results, *J Bone Joint Surg Br.* 2004 Jul;86(5):692-5.
9. Clare DJ, Wirth MA, Groh GI and Rockwood CA Jr: Shoulder arthrodesis, *J Bone Joint Surg Am.* 2001 Apr;83-A(4):593-600.
10. Cummins CA, Messer TM and Nuber GW: Suprascapular nerve entrapment, *J Bone Joint Surg Am.* 2000 Mar;82(3):415-24.
11. Doi K, Hattori Y, Ikeda K and Dhawan V: Significance of shoulder function in the reconstruction of prehension with double free-muscle transfer after complete paralysis of the brachial plexus, *Plast Reconstr Surg.* 2003 Nov;112(6):1596-603.
12. Dubuisson AS and Kline DG: Brachial plexus injury: a survey of 100 consecutive cases from a single service, *Neurosurgery.* 2002 Sep;51(3):673-82.
13. El-Gammal TA, El-Sayed A and Kotb MM: Surgical treatment of brachial plexus traction injuries in children, excluding obstetric palsy, *Microsurgery.* 2003;23(1):14-7.
14. Gilbert A, Brockman R and Carlioz H: Surgical treatment of brachial plexus birth palsy, *Clin Orthop.* 1991 Mar(264):39-47.
15. Grossman JA, DiTaranto P, Yaylali I, Alfonso I, Ramos LE and Price AE: Shoulder function following late neurolysis and bypass grafting for upper brachial plexus birth injuries, *J Hand Surg [Br].* 2004 Aug;29(4):356-8.
16. Grossman JA, Price AE, Tidwell MA, Ramos LE, Alfonso I and Yaylali I: Outcome after later combined

- brachial plexus and shoulder surgery after birth trauma, *J Bone Joint Surg Br*. 2003 Nov;85(8):1166-8.
17. Gu YD, Cai PQ, Xu F, Peng F and Chen L: Clinical application of ipsilateral C7 nerve root transfer for treatment of C5 and C6 avulsion of brachial plexus, *Microsurgery*. 2003;23(2):105-8.
 18. Hattori Y, Doi K, Toh S and Baliarsing AS: Surgical approach to the spinal accessory nerve for brachial plexus reconstruction, *J Hand Surg [Am]*. 2001 Nov;26(6):1073-6.
 19. Hazrati Y, Miller S, Moore S, Hausman M and Flatow E: Suprascapular nerve entrapment secondary to a lipoma, *Clin Orthop*. 2003 Jun(411):124-8.
 20. Iwase Y, Mashiko T, Ochiai N and Kurosawa H: Postoperative changes on functional mapping of the motor cortex in patients with brachial plexus injury: comparative study of magnetoencephalography and functional magnetic resonance imaging, *J Orthop Sci*. 2001;6(5):397-402.
 21. Johansson S, Svensson H, Larsson LG and Denekamp J: Brachial plexopathy after postoperative radiotherapy of breast cancer patients--a long-term follow-up. *Acta Oncol*. 2000;39(3):373-82.
 22. Kline DG: Surgical repair of brachial plexus injury, *J Neurosurg*. 2004 Sep;101(3):361-3.
 23. Lopez DV, Ghobadi R and Ghobadi F: Solitary bilateral palmar masses as initial presentation of sarcoidosis, *Am J Orthop*. 2003 Mar;32(3):144-6.
 24. Luedemann W, Hamm M, Blomer U, Samii M and Tatagiba M: Brachial plexus neurotization with donor phrenic nerves and its effect on pulmonary function, *J Neurosurg*. 2002 Mar;96(3):523-6.
 25. Lusk MD, Kline DG and Garcia CA: Tumors of the brachial plexus, *Neurosurgery*. 1987 Oct;21(4):439-53.
 26. Malessy MJ, de Ruyter GC, de Boer KS and Thomeer RT: Evaluation of suprascapular nerve neurotization after nerve graft or transfer in the treatment of brachial plexus traction lesions, *J Neurosurg*. 2004 Sep;101(3):377-89.
 27. Nakamura M and Akao S: Neurilemmoma arising in the brachial plexus in association with breast cancer: report of case, *Surg Today*. 200030(11):1012-5.
 28. Noaman HH, Shiha AE and Bahm J: Oberlin's ulnar nerve transfer to the biceps motor nerve in obstetric brachial plexus palsy: indications, and good and bad results, *Microsurgery*. 2004;24(3):182-7.
 29. Novak CB, Mackinnon SE and Tung TH: Patient outcome following a thoracodorsal to musculocutaneous nerve transfer for reconstruction of elbow flexion, *Br J Plast Surg*. 2002 Jul;55(5):416-9.
 30. Pagnotta A, Haerle M and Gilbert A: Long-term results on abduction and external rotation of the shoulder after latissimus dorsi transfer for sequelae of obstetric palsy, *Clin Orthop*. 2004 Sep(426):199-205.
 31. Ruhmann O, Gosse F, Wirth CJ and Schmolke S: Reconstructive operations for the paralyzed shoulder in brachial plexus palsy: concept of treatment, *Injury*. 1999 Nov;30(9):609-18.
 32. Ruhmann O, Schmolke S, Bohnsack M, Carls J, Flamme C and Wirth CJ: Reconstructive operations for the upper limb after brachial plexus palsy, *Am J Orthop*. 2004 Jul;33(7):351-62.
 33. Seror P: Brachial plexus neoplastic lesions assessed by conduction study of medial antebrachial cutaneous nerve. *Muscle Nerve*. 2001 Aug;24(8):1068-70.
 34. Sungpet A, Suphachitwong C and Kawinwongwong V: One-fascicle median nerve transfer to biceps muscle in C5 and C6 root avulsions of brachial plexus injury, *Microsurgery*. 2003;23(1):10-3.
 35. Teboul F, Kakkur R, Ameer N, Beaulieu JY and Oberlin C: Transfer of fascicles from the ulnar nerve to the nerve to the biceps in the treatment of upper brachial plexus palsy, *J Bone Joint Surg Am*. 2004 Jul;86-A(7):1485-90.
 36. Tomaino MM: Neurophysiologic and clinical outcome following medial pectoral to long thoracic nerve transfer for scapular winging: a case report, *Microsurgery*. 2002;22(6):254-7.
 37. Xu JG, Gu YD, Wang H, Hu SN and Yong Chen Z: Comparative experimental study on treatment

- outcome of nerve transfer, using selective C7 nerve root vs. phrenic nerve, Microsurgery. 2004;24(2):143-6.
38. Zehetgruber H, Noske H, Lang T and Wurnig C: Suprascapular nerve entrapment. A meta-analysis, Int Orthop. 2002;26(6):339-43.
 39. Zhang CG, Ma JJ, Terenghi G, Mantovani C and Wiberg M: Phrenic nerve transfer in the treatment of brachial plexus avulsion: an experimental study of nerve regeneration and muscle morphology in rats, Microsurgery. 2004;24(3):232-40.
 40. Zhao X, Lao J, Hung LK, Zhang GM, Zhang LY and Gu YD: Selective neurotization of the median nerve in the arm to treat brachial plexus palsy. An anatomic study and case report, J Bone Joint Surg Am. 2004 Apr;86-A(4):736-42.