

상완신경총의 영상

서경진¹ · 이정현² · 이경규³

상완신경총의 영상 진단은 복잡한 해부학적인 구조와 다양하게 침범하는 병들로 인해 어렵고 도전적이다. 상완신경총 영상 진단의 일차적인 목표는 외상성 손상과 비외상성 손상의 구별이다. MRI의 급속경사와 전용표면코일을 이용한 적절한 공간분해능을 가진 영상기기의 발전과 이를 이용한 다양한 펄스열의 개발이 상완신경총의 외상성 손상과 비외상성 손상에 대한 구별에 많은 도움을 주어 정확한 진단으로 수술 여부의 결정에 이용된다. MRI는 비외상성 상완신경총 병변의 진단에 가장 좋은 영상진단이며, CT 척수강조영술은 상완신경총을 침범하는 신경근견열 병변의 검사에 많이 이용된다. 그리고 일반적으로 고화질, 고해상력의 MRI가 상완신경총 비외상성병변의 진단에 일차적인 영상검사로 중요한 역할을 하고 있다.

서 론

상완신경총(brachial plexus)은 복잡한 신체의 구조물로 제 5경추부터 제1흉추에서 기원하여 거드랑 외측을 통과하여 상지의 감각과 운동을 지배하는 신경의 네트워크이다. 상완신경총 병변의 임상진단은 촉지가 어려운 위치에 있고 복잡한 해부학적 구조로 인해 용이 하지 않다 (1).

최근 영상진단의 발달로 여러 가지 검사방법이 사용되고 있지만, 상완신경총 병변의 진단에는 MRI(자기공명영상)가 임상에서 일반적으로 이용되고 있다. 상완신경총의 정상 해부와 병변을 MRI를 중심으로 다른 영상진단과 함께 살펴본다.

상완신경총의 해부는 경추5-6분지 가지가 상줄기(upper trunk), 제7경추는 중줄기(middle trunk), 제8경추-제1흉추는 하줄기(lower trunk)를 담당한다. 이 각 줄기(trunk)는 다시 전방(anterior)과 후방 분지(division)로 나뉜다. 이 분지들은 합쳐져 다시 세 개의 대(cord)로 나뉘며 쇄골하(subclavian) 동맥을 기준으로 외측(lateral), 후방(posterior) 그리고 내측대 (medial cord)로 명명된다. 대는

각각 종말가지 (terminal branches)로서 근육피부(musculocutaneous), 액와(axillary), 요골(radial), 정중(median) 그리고 척골신경(ulnar nerve)으로 분할된다 (Fig. 1) (2).

상완신경총은 이웃의 쇄골하동정맥 등 주위의 혈관구조물, 지방, 근육, 공기, 뼈 등에 의해 둘러싸여있다. 이 복잡한 해부 구조에 더하여 목과 흉곽에 접하는 예각(acute angle)이 공기를 포함한 구조물을 형성하고, 이것은 좋은 영상을 만드는 것 뿐만 아니라 영상진단에 어려움을 더 해 준다.

일반적으로 상완신경총 병변의 진단을 위하여 높은 공간해상도(spatial resolution), 다평면영상(multiplanar imaging) 능력과 높은 연부조직 대조도(soft tissue contrast)가 필요하고, 병변에 따라 여러 가지 영상방법(multiple imaging modality)이 필요하다 (1, 3). 단순촬영척추강조영술 (plain film myelography), CT 척수강조영술, MRI, 초음파검사 (ultrasound), 양전자방출단층촬영술(positron emission tomography, PET) 검사 등이 상완신경총 영상진단에 도움이 된다 (4).

초음파검사는 신생아에서 출생 시 외상에 의한 어깨난산

대한자기공명과학회지 11:119-126(2007)

¹단국대학교의과대학 영상의학과교실

²울산대학교의과대학 영상의학과교실 방사선의학연구소

³한림대학교의과대학 한강성심병원 영상의학과교실

접 수 : 2007년 10월 20일, 채 택 : 2007년 11월 28일

통신저자 : 서경진, (330-715) 충청남도 천안시 안서동 산 16-5 단국대학교 의과대학 영상의학과교실

Tel. (041)550-6903 Fax. (041) 552-9674 E-mail: rad@chol.com

서경진 외

(shoulder dystocia) 신경총병변 진단과 경피적중재시술(percutaneous intervention) 하기 전에 신경과 혈관손상의 진단에 이용되고 있다. 그러나 종양의 침습(invasion)으로 인한 뼈와 흉막이상과 같은 경우를 진단하는데 한계가 있어 이런 경우에는 비교적 진단의 역할이 적다. 상완신경총 병변의 진단에는 MRI와 척추강조영술(myelography) CT가 가장 좋은 영상검사 방법이고, 상완신경총 병변은 일반적으로 외상성(traumatic)과 비외상성(nontraumatic)으로 나눈다 (2, 5).

**외상성 상완신경총병변
(Traumatic Brachial Plexopathy)**

개요(Overview)

외상성 상완신경총병변(traumatic brachial plexopathy)은 전체병변의 약 50%를 차지한다. 외상성병변은 압박, 신진, 뿐만 아니라 척추뼈와 쇄골뼈에는 이상 없이 신경만 손상되는 경우도 포함한다. 골절이 의심되는 경우 단순촬영(radiography)이나, 조영제를 사용하지 않은 CT 검사가 필요하다. 단순촬영은 골절이나, 횡격막거상 등을 발견 할 수 있다. 횡격막거상은 횡격신경(phrenic nerve) 손상의 소견이고, 이 때는 수술 하지 않는 것이 일반적이다. 쇄골뼈나 갈비뼈 골절로 인한 외부압박으로 신경손상의 경우는MRI가 가장 좋은 검사 방법이지만, 신경근견열(nerve root avulsion)이 의심되면 다른 영상검사가 필요하다.

신경근견열의 주된 원인은 견인으로 인한 손상인데 어른의 경우 오토바이(motorcycle) 사고, 신생아의 경우 분만 중 어깨 난산이 가장 흔하다. 즉각적이고 정확한 진단이 신경재건술 후 환자의 예후를 결정하는데 가장 중요하고, 또한 신경근견열로 인한 신경절이전(preganglionic) 손상인지 다른 원인으로 인한 신경절원위부(distal postganglionic) 병변인지를 구분하는

것이 예후와 치료방침을 결정짓는데 매우 중요하다 (2).

임상검사와 근전도검사(electromyography)는 상완신경총의 정상적인 해부학적 변형으로 인해, 손상된 신경 부위의 결정에 부정확한 경우가 있다. 가장 정확한 진단은 외과적 수술인 시험적 척추궁절제술(exploratory laminectomy)이지만 이환율(morbidity)과 유병율(mortality)이 높기 때문에 이를 시행하는 경우는 거의 없고, 임상에서는 영상검사의 진단을 선호한다. 일반적으로 MRI와 CT가 견열(avulsion)과 연관된 가성수막류(pseudomeningocele)를 발견하는데 이용되고 있고, 최근 기술적인 발전으로 더욱 신뢰도가 높아지고 있다 (6).

단순촬영 척추강조영술(Plain-film myelography)

단순촬영 척추강조영술은 조영제를 수막강내주사(intrathecal injection) 하여 신경근견열을 진단한다. 예전에 신경근견열의 진단 도구로 많이 이용 되기도 했으나 지금은 CT로 진단이 대치 되었다 (7).

CT 척추강조영술 (CT myelography)

초기의 CT검사는 여러 가지 제한 점이 있었고, 특히 두꺼운 절편(thick slice)이라는 제한 점이 있어서 가성수막류 진단이 아니라면 CT보다 단순촬영이 더 유용하다는 주장도 있다. 두꺼운 절편의 검사에서 신경근이 잘 보이지 않기도 하지만, 공간이 존재할 경우 인공물(artifact)이 생겨 진단에 어려움 때문이다. 대부분의 경부세근(cervical rootlet)이 거의1 mm 두께이므로 검사는 0.5 mm 절편두께(slice thickness)가 이상적이다. CT 기기의 발달로 현재 0.625 mm 절편두께의 영상을 얻을 수 있고, 조만간 0.5 mm 이하 두께의 영상도 가능할 것이다.

CT 영상은 재구성연산(reconstruction algorithms) 방법에 따라 두 가지로 경골핵(hard-bone kernel)과 연표준핵(soft standard kernel)이 있다. 경골핵은 변연부 (edge)의

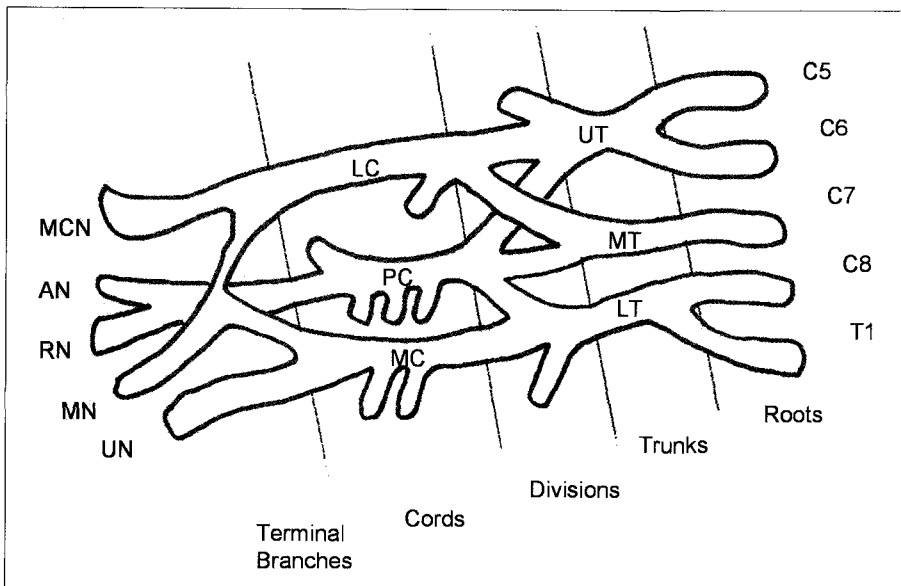


Fig. 1. Normal anatomy of brachial plexus. The five portions of the brachial plexus are drawn out and separated into roots, trunks, divisions, cords, and terminal branches. AN, axillary nerve; LC, lateral cord; LT, lateral trunk; MC, medial cord; MCN, musculocutaneous nerve; MN, median nerve; MT, middle trunk; PC, posterior cord; RN, radial nerve; UN, ulnar nerve; UT, upper trunk.

미세함을 살리는 대신 잡음(noise)이 심하고, 반면에 연표준핵은 잡음이 줄어들면 변연부의 미세함을 얻을 수 없다. 경핵(hard kernel)이 주변 조영제와 대비되어 신경근의 경계를 강조시키기 때문에 더 효과적이다. 가끔 건초낭(thecal sac)의 혈관들은 신경근과 유사해 보이며, 사행상(serpiginous) 혈관은 정적 이미지상에서 쉽게 신경근으로 오인될 수 있다. 또한 반흔조직(scar tissue)은 신경근과 나란히 주행하기 때문에 역시 신경근과 비슷해 보일 수 있다.

3차원 재구성이 진단에 도움이 될 수 있으며, 곡선재구성기법(curved-reformatting technique)은 경추를 곧게 펴고 각각 하나의 절편으로 모든 신경근을 볼 수 있다. 이 방법으로 좋은 영상을 얻을 수도 있지만, 때로 제C8경추-제1흉추 부위에서 방사선인공경화물(beam-hardening artifact)로 인해 판독이 어려워 지기도 한다. 그러므로 신경근견열을 확진 하기 위해 축상면 영상(axial images)을 많이 이용한다 (Fig. 2) (2, 8).

신경근견열의 CT척수강조영술 진단은 외상 3-4주일 후에 검사가 좋다. 이것은 피떡(blood clot)이 없어지고, 가성수막류가 완전히 형성되는 시기이기 때문이다 (6).

자기공명영상 척수강조영술(MRI myelography)

자기공명영상 척수강조영술(MRI myelography)은 단순히 뇌척수액과 척수 사이의 신호대비를 이용한 T2강조영상을 말한다 (Fig. 3). 스피네코(spin echo)와 급속스핀에코연쇄(fast spin-echo sequence)를 포함하는 방법이며, 기계 제조회사의 MRI 장비에 따라 다양하게 명명된다. 흔히 경사에코법(gradient echo technique)이 사용되는데 신호대잡음비(signal-to-noise ratios)가 떨어지고, 본래의 낮은 해상력(resolution)으로 임상에서 크게 유용하지 못하다.

MRI는 일반적으로 부분용적평균화(partial volume averaging) 인공물의 문제가 있다. 견열자체를 찾아내지 못하는 것을 감수하더라도 적절한 신호대잡음비를 얻기 위해서 비교적 두꺼운 절편이 필요하다. 더욱이 MRI는 침을 삼키거나 호

흡, 심박동 등에 의한 환자의 움직임과 뇌척수액의 운동 등으로 인해 인공물이 생길 수 있고 이로 인해 영상의 질이 떨어진다.

MR영상에서 축상 5 mm 두께 절편으로 견열을 발견할 수 있고, 인공물을 최소화 하기 위해 사위 획득(oblique acquisition)을 시도한다. 예를 들면 신경근의 경계를 더 잘 보기 위해 세절면중복관측사위영상기술(thin-slice overlapping coronal oblique imaging technique)을 사용한 보고가 있다



Fig. 3. Traumatic brachial plexopathy. 46-year-old-male patient with pseudomeningocele. Coronal T2-weighted fast spin-echo MR image with fat saturation shows high signal intensity lesion along the right C8 nerve roots (arrow).

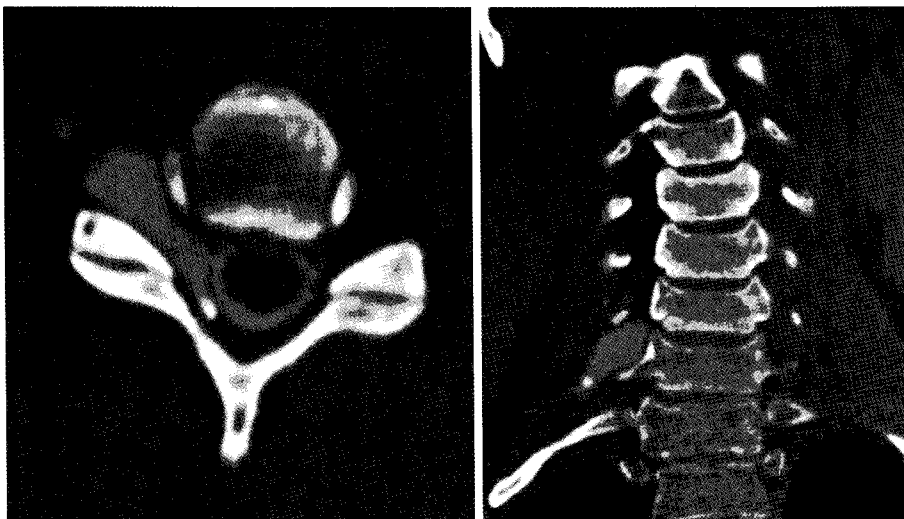


Fig. 2. Traumatic pseudomeningocele. 29-year-old-male who had a recent automobile injury. Axial and reformatted coronal CT myelogram show a CSF collection lateral to the thecal sac on the right extending into the neural foramen due to C7/C8 nerve root avulsion.

서경진 외

(6). 하지만 이 검사방법이 성공적이라 하더라도 검사시간이 약 25분 정도로 오래 걸린다. 일반적으로 MRI 절편이 얇으면 얇을수록 견열을 발견할 수 있는 정확도는 높아진다 (2).

최근 보강간섭항정상태(constructive interference in steady state, CISS) 라고 알려진 예전의 항정상태기법(steady-state technique)의 변형인 새로운 항정상태 세차운동을 이용한 고속영상(true fast imaging with steady-state precession, true-FISP)이라고 불리는MRI 검사방법이 사용된다. 이 방법은 신호대잡음비가 높으며 1-2 mm의 얇은 절편으로 훌륭한 T2강조영상을 얻어낸다. 그러나 이 모든 기술에는 인공물이 생긴다. 예를 들면 포장인공물(wrapping artifact)이 축상영상에서 꼭대기와 바닥의 영상에 생기는데 입상에서 이 인공물을 제거하고, 이용 할 수 있는 기술적 발전이 필요하다 (9).

비외상성 상완신경총병변 (Nontraumatic Brachial Plexopathy)

개요 (Overview)

비외상성 상완신경총병변(nontraumatic brachial plexopathy)의 원인은 다양하고, 원발성 혹은 전이성종양, 만성 탈수초성염증성질환(chronic inflammatory demyelinating polyneuropathy) 또는 상완신경염(Parsonage-Turner syndrome), 유방암이나 폐암치료 후 이차적으로 발생하는 방사선섬유증 등이 있다. 비외상성 상완신경총병변의 진단은 MRI가 일차적인 영상검사 방법이다. 상완신경총에 관한 많은 연구에서 방사선섬유증을 가장 흔한 적응증으로 보고하고 있으나, 임상진료에서 림프종(lymphoma)을 포함한 유방암이나 폐암의 원발성 또는 전이성 종양이 더 흔하게 경험 할 수 있다. 최근에는 만성탈수초성염증성질환의 평가를 위해 MRI를 많이 이용하고 있다. 비외상성병변의 MRI 이용은 생검부위를 결정을 위한 이상신호 부위 발견이나 치료기간 중이나 치료 이후의 추적 관찰을 위해 이용한다. 신경원성종양이나 신경모세포종은 드물게 볼 수 있는 질환이나, 이러한 질환들이 가진 특징적인 영상소견 때문에 MRI가 주로 사용되는 진단방법이다. 또한 근전도상의 상완신경총병변에 대한 이상 여부와는 별도로 상지에 비특이적인 통증이나 근력약화가 있는 경우 MRI는 증상의 원인이 되는 종양 등의 구조적 이상을 배제하는데 도움을 준다 (10, 11).

자기공명영상 (Nonmyelographic MRI)

상완신경총에 대한 고식적(conventional) 또는 비척수강조영 MRI는 비외상성 상완신경총병변에 대해 CT나 초음파보다 조직대조도가 훨씬 우수하기 때문에 일차적인 검사방법이다. MRI 검사의 다평면이미지능력(multiplanar imaging capacity)과 조영제 없이 주위 연부조직에 대한 혈관이나 비혈관적 구조물의 구분 능력이 보존적 치료나 수술적 치료의 결정

에 도움을 줄 수 있다. 그러나 호흡에 의한 움직임, 혈류나 뇌척수액의 흐름 그리고 폐에서 목과 공기가 닿은 부분에 존재하는 공기와 조직 사이의 인공물에 대한 감수성 등에 의해 상완신경총에 대한 인공물 없는 MRI영상을 얻는 것은 매우 어렵다. 이런 이유로 상완신경총의 MRI 검사에 대한 최적화 기술 개발이 요구된다. 저자장(low field system) 기기는 상완신경총을 평가하는데 매우 제한적이다. 그리고 고식적스핀에코기법과 고자장영상기기(high field imaging system)에서는 최적화된 신호대잡음비와 대조도대잡음비(contrast-to-noise ratio)를 얻는 것이 필요하다. 중정도나 고기능의 경사자장 시스템은 항정상태세차운동을 이용한 고속영상에서 숨참기와 항정상태연쇄기법을 이용하는 고속영상연쇄에 필요하다. 자장의 균질화는 어떤 검사환경에서도 최적화를 위해 요구되는 사항이나 특히 이 검사에서 더 요구된다. 왜냐하면 지방억제영상은 T2강조영상과 조영증강(postcontrast) 영상에서 모두 필요하기 때문이다. 고공간 분해능의 지방억제T2강조영상은 입상에서 MR신경조영술(neurography)이라 부르고, 이는 상완신경총의 각신경의 미묘한 신호 변화를 구분할 수 있기 때문에 중요하다 (2, 5).

전용표면코일(dedicated surface coil)은 좋은 상완신경총 영상을 얻기 위해서 중요한 요소이다. 일반적인 신경혈관코일(neurovascular coils)은 높은 신호대잡음비를 제공하나 상완신경총의 바깥쪽을 완전하게 포함하기는 어렵다. 동체코일(body coil)은 제한적인 신호대잡음비를 제공하나, 높은 단면 해상도나 얇은 절편의 영상 구성이 힘들다. 동체어레이 혹은 심장어레이(cardiac array) 코일이 사용되기는 하나 물체의 접촉면에서 감쇄가 일어나는 단점이 있다. 따라서 이상적인 상완신경총코일은 신경혈관코일과 동체어레이의 요소를 동시에 이용하는 것이나, 이는 거의 불가능하다. 표면코일(surface coil)은 다소 공간 구성에는 부족함이 있어도 상완신경총 MRI에 이용되는 동체코일보다 좋다 (2).

상완신경총은 3.0T이상의 고자장영상에서 확실한 장점이 있는데, 가장 중요한 점은 1.5T기기에서 보이는 배경영상의 잡음 증가 없이 공간해상도를 증가시키는 전체적인 신호의 증가이다. 신호의 증가는 상완신경총의 신호의 강도나 형태를 나타내는 미묘한 신호변화를 포착하는 것을 가능하게 한다. 또 다른 장점은 역전회복기법(inversion recovery techniques)을 사용하는 대신에 고식적스핀에코나 급속스핀에코 지방억제T2강조영상을 사용할 수 있는 데 있다. 단시간반전회복(STIR) 영상과 급속역전회복기법(FSEIR) 같은 기법은 지방을 정지점(null point)으로 영상화하는 역전펄스(inversion pulse)를 이용한다. 그 결과로 지방포화도는 좋지만, 비교적 신호강도가 약하고 박동인공물(pulsation artifact)이 강조 되어 나타나고, 강조된 인공물은 신경총 내 병변의 진단에 어려움을 준다. 급속회복 급속스핀에코(fast recovery FSE)와 단발포급속스핀에코(single-shot FSE) 같은 호흡참기박동연쇄(breath-hold pulse sequences)는 상완신경총 영상의 내부적인 문제를 해결하기 위해 시도되는 것 들이다. 그러나 일반적으로 T2 대조는

미묘한 신호 변화를 구별 하는 데는 적합하지가 않다. 항정상태 세차운동을 이용한 고속영상기법이나 혹은 항정상태를 이용하는 고속영상기법(FIESTA, fast imaging employing steady-state acquisition)은 2차원 또는 3차원적으로 높은 공간분해능과 얇은 절편을 수용 할만한 T2 강조영상을 얻을 수 있으나 위상인공물(phase artifact)과 지방억제가 되지 않아 임상에서 일상적으로 사용하는데 제한이 있다 (2, 5).

상완신경총 병변의 진단을 위한 MR영상은 T1강조영상과 지방억제T2강조영상으로 축상 또는 시상(sagittal)과 관상(coronal) 면을 얻어야 한다. 고속스핀에코T1강조축상영상 및 T1강조영상과 지방억제T2 강조영상을 이용하여 바깥쪽에서 중앙으로 방시상(parasagittal) 영상 그리고 신경총의 기원에서 겨드랑이까지 이어진 사위관상(oblique coronal plane)을 얻는 것이 기본이다. 절편의 두께와 영상범위의 크기가 작으면 작을수록 공간해상능을 극대화 할 수 있다. 일반적으로 22 cm의 영상범위와 256개 이상의 4 mm에서 5 mm 두께의 절편을 이용한다. 조영증강을 한다면 지방억제 조영증강영상이 필수적이다. 혈관조영영상이 수술 계획을 위해서 필요하다면 자기공명혈관조영영상(MR angiography)은 흉부와 겨드랑이 부위 혈관으로 많은 양의 혈액이 움직이는 3차원 유체속도강조기법(time of flight technique)으로 볼 수 있고, 또 조영증강정지영상(postcontrast static images)은 질의 저하 없이 영상을 얻을 수 있다. 자기공명혈관조영영상의 검사 시간은 대개 한쪽 검사에 45분 정도 소요된다. MRI 는 비외상성상완신경총병변에서 병변을 찾고 원인을 감별하기 위한 첫 번째 검사 방법이다 (12).

Common causes of nontraumatic brachial plexopathy

방사선섬유증 (Radiation fibrosis)

방사선섬유증 (radiation fibrosis)은 주로 유방암이나 폐암 등을 치료하기 위해 사용되는 방사선치료 후 발생하는 후유증이다. 환자들은 대개 치료를 받은 후 5개월에서 3년 사이에 신경 손상의 증상을 호소하고, 증상을 가장 많이 호소하는 시기는 10-20개월 사이이다. 손상의 정도는 방사선량이 많을 수록 더 큰 장애를 일으킨다. 일반적으로 치료 후 1년 내에 통증 없는 근력약화 같은 증상이 있으면 종양의 재발보다는 방사선손상 (radiation damage) 원인일 가능성이 크다. 방사선섬유증의 MRI소견은 미만성비후(diffuse thickening)와 종양 없이 조영증강 되는 상완신경총의 소견이며, 일반적으로 T1강조영상과 T2 강조영상에서 낮은 신호강도를 보인다. 이러한 소견들은 방사선섬유증과 종양재발(tumor recurrence)을 감별하는데 도움을 주고, T2강조영상에서 증가되는 신호는 민감도와 특이도가 확실하지는 않으나 종양을 더 의심할 만한 소견이다 (Fig. 4). 치료 후 5년 이상 경과한 경우에는 이러한 차이가 종양의 재발이나 치료 후유증으로 발생한 림프종 등을 구별하는데 더 유용하다 (13).

염증성 상완신경총 병변 (Inflammatory brachial plexopathy)

만성탈수초성염증성질환 (chronic inflammatory demyelinating polyneuropathy)은 면역매개성신경병 (immune-mediated neuropathy)이며 조직학적으로 재발성 탈수초(demyelination), 재수초형성(remyelination) 그리고 염증소견을 보인다. 염증성질환이 상완신경총을 침범한 경우 MRI에서 상완신경총 신경의 비후와 T2강조영상에서 중증도의 신호 증가소견을 보이며, 이 경우 조영증강은 보이지 않는다. MRI는 근전도와 함께 사용하여 병변부위 위치를 결정 하며, 유사한 증상을 일으키는 종괴를 배제하는데 유용하다. 또 면역글로불린로 불린 (immunoglobulin)과 혈장 분리 반출술 (plasmapheresis) 등의 치료 후, 치료 기간에 따른 MRI신호를 살펴봄으로써 경과를 관찰 할 수 있다.

상완신경염(brachial neuritis, Parsonage-Turner syndrome)은 견갑대(shoulder girdle)의 약화와 갑작스럽게 나타나는 통증을 특징으로 하는 증후군이다. 병의 원인은 정확히 밝혀지지 않았으나 바이러스 혹은 다른 감염원에 의한 것으로 생각되고 있다. MRI 에서 견관절의 신경과 근육의 부종이나 위축이 T2 신호의 증가로 보이나, 확연히 구분되는 신경 두께의 증가나 종양성 병변은 없다. 연부조직 부종은 염증의 신호로써 신경총 주변으로 나타난다. 상완신경염의 영상소견은 비특이적이기 때문에 진단의 하나의 단서로 이용된다 (Fig. 5) (11).

폐암과 유방암 (Lung and breast cancer)

폐의 침부에서 발생하는 원발성 폐암은 판코스트종양 (Pancoast tumor) 으로 불리며 병변이 확장되어 상완신경총을 포함한 목 부위 연조직까지 침범하는 특징을 갖고 있다. 이 증후군은 C8과 T1신경이 분포하는 부위의 통증과 관련이 있으



Fig. 4. Radiation fibrosis. 50-year-old-man with involvement of right brachial plexopathy who had arm pain after radiotherapy. Coronal T2-weighted fast spin-echo MR image with fat saturation shows diffuse thickening of the right brachial plexus with an increased signal intensity (arrow).

서경진 외

며 손의 근육위축과 20%의 경우에서 발생하는 오너증후군 (Horner syndrome)과도 관련이 있다. MRI 는 원발종양과 상완신경총에 종양이 침범한 부위를 찾아내는 일차적인 진단방법이다 (Fig. 6).

유방부위의 입파선 액의 흐름이 겨드랑이 침부를 따라 일어나기 때문에 겨드랑이와 쇄골하 부위의 전이성 림프절병변이 호발한다. 추가적인 전이가 상완신경총에 직접 일어나 통증과 근력약화 등의 신경학적 증상을 일으키게 된다. 치료 후 1년 이내 이런 증상들을 호소하는 경우에는 대개 방사선치료 (radiotherapy)로 인한 직접적인 손상으로 생각할 수 있다. 그러나 이러한 증상들이 5년에서 10년 후 심지어 15년 후에 나타나는 경우에는 종양재발의 신호가 된다. 재발한 종양은 확연히 구별되는 덩어리나 신경총을 따라 침윤하는 형태로 나타날 수 있다. 침윤형태의 경우는 비특이적인 염증반응 등과 영상에서 구별이 불가능하다. 이 때 양전자방출단층촬영술 (PET) 등의 보조적인 영상진단 검사가 후기 재발에 대한 정확한 평가를 위해서 필요하다.

신경성종양 (Neurogenic tumors)

말초신경에서 발생하는 종양의 20%는 상완신경총에서 발생한다. 신경초종(Schwannomas), 신경섬유종(neurofibromas)과 악성말초신경초종양(malignant peripheral nerve sheath tumors, MPNSTs) 등이며 신경섬유종 이 가장 흔하다. 신경섬유종의 1/3은 신경섬유종성 1형 (neurofibromatosis type 1)에서 발생하며, 대개 병변은 다발성으로 나타난다. 단발신경섬유종성의 영상소견은 신경초종과 감별이 어려운데 타원형



Fig. 6. Superior sulcus tumor (Pancoast tumor) at the apex of the lung. 77-year-old man with C8 and T1 involvement of brachial plexus who presented right arm pain. Coronal T2-weighted fast spin-echo MR image shows a mass in the right apical lung and high signal intensity in the right brachial plexus (arrow).

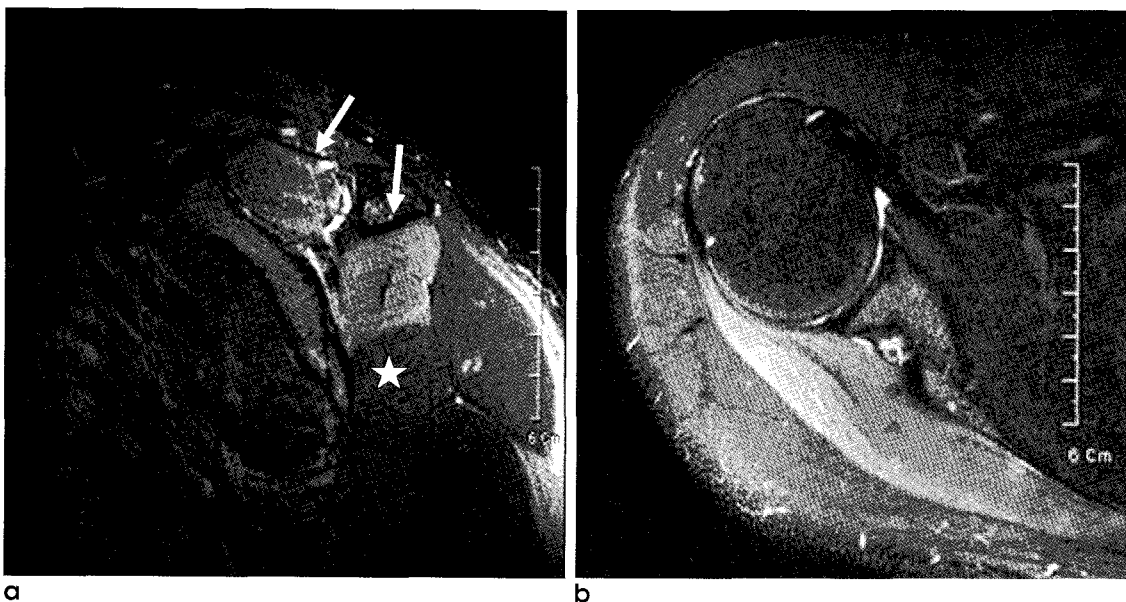


Fig. 5. Parsonage-Tuner syndrome. 22-year-old-man with isolated involvement of suprascapular nerve who had shoulder pain for 5 months. Sagittal oblique and axial T2-weighted fast spin-echo MR image with fat saturation show high signal intensity throughout supraspinatus and infraspinatus muscles (arrows) compared with normal signal intensity throughout teres minor muscle (star).

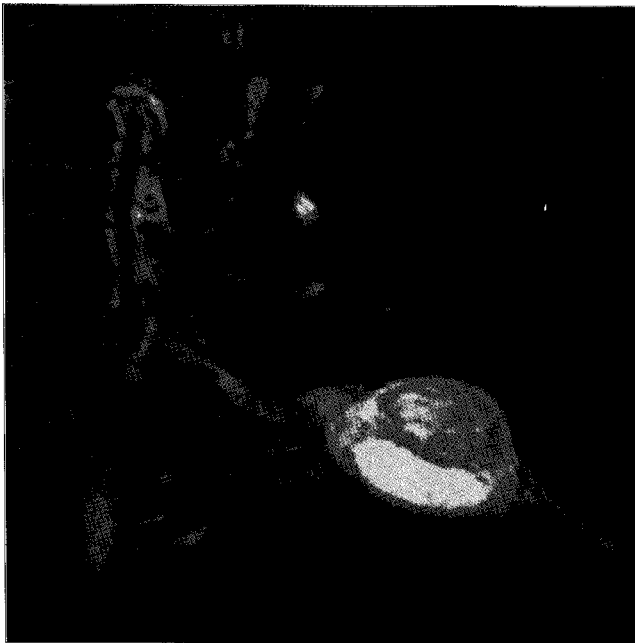


Fig. 7. Neurogenic tumor. 53 year-old-female patient presented a palpable mass in supraclavicular fossa. Coronal T2-weighted fast spin-echo MR image with fat saturation shows a mass in the left brachial plexus showing the cystic portion of neurogenic tumor. This mass was excised and shown to be a Schwannoma.

(ovoid shape)과 근육과 동일한 정도의 T1 신호를 갖는 것 그리고 조영제에 매우 밝은 T2신호를 갖는 특징들이 중복되는 소견들 이다. 양성 신경성종양은 대개 T2강조영상에서 교원섬유(collagen fiber)로 생각되는 가운데 부위의 신호가 감소한 과녁(target) 형태의 모습을 띤다. 악성말초신경초종양은 종피가 자라거나 불규칙한 경계 그리고 종양 내의 조영증강 되지 않는 피사 부위에 의해 양성 종양과 구분된다는 보고가 있다. 그러나 영상소견만으로 악성과 양성을 구별하는데 있어서 중복되는 소견이 많다. 종양의 급속한 성장은 대개 악성을 강력하게 의심할 수 있으나 정확한 진단을 위해서는 조직검사가 필요하다 (Fig. 7).

다른 여러 종양이나 원발성 종양으로부터의 전이된 종양이 상완신경총을 침범할 수 있다. 신경주위막종(perineurinoma)이나 국소비후성신경병(localized hypertrophic neuropathy) 같은 특이한 병변도 하나의 신경 가지에 분포하는 전형적인 형태로 침범할 수 있다. MRI상에서 이런 것들은 종양의 소견과 비슷한 방추형의 두꺼워지는 형태를 보인다.

상완신경총을 침범하는 병변에서 미만성비후(diffuse thickening)를 보이는 경우에 드물게 종양에 의한 병변 일 수 있으나, 방사선치료 후의 병변, 비후성다발성신경염, Charcot-Marie-Tooth 병, 만성탈수초성염증성질환, Dejerine-Sottas 증후군, 바이러스신경염, 알레르기신경염, 감염 그리고 외상에

의한 신진 등을 감별진단에 포함 시켜야 한다 (10).

상완신경총을 침범하는 종양은 폐암, 유방암, 전이암, 신경성종양, 테스모이드종(desmoid tumor), 지방종, 공격적섬유종증(aggressive fibromatosis), 악성점액섬유육종(malignant myxofibrosarcoma), 림프종, 활막육종(synovial sarcoma) 등이 있다 (10).

결론

상완신경총 영상 진단은 해부학적인 복잡함이나 침범하는 다양한 병들로 인해 어렵고 도전적인 분야이다. 상완신경총 병변의 영상 진단 목표는 외상성 손상과 비외상성 손상을 구별하는데 있다. MRI의 급속경사와 전용표면코일을 이용한 적절한 공간분해능의 영상기술 발전이 상완신경총의 외상성과 비외상성 손상에 대한 구별에 많은 도움을 주어 정확한 진단이나 수술 여부의 결정에 이용된다. MRI는 비외상성 상완신경총 병변의 진단에 가장 좋은 영상진단이며, CT 척수강조영술은 상완신경총을 침범하는 신경근건열 병변의 검사에 많이 이용된다. 초음파 검사나 양전자방출단층촬영술 같은 다른 검사 방법은 상완신경총의 병변을 평가하는데 있어 보조적으로 이용이 증가하고 있는 추세이다. 일반적으로 고화질, 고해상력의 MRI 가 상완신경총 영상 진단에 중요한 역할을 하고 있다.

참고 문헌

1. Blair DN, Rapoport S, Sostman HD, Blair OC. Normal brachial plexus: MR imaging. *Radiology* 1987; 165(3):763-767
2. Amrami KK, Port JD. Imaging the brachial plexus. *Hand Clinics* 2005; 21(1):25-37
3. Castillo M. Imaging the anatomy of the brachial plexus: review and self-assessment module. *AJR* 2005; 185:S196-S204
4. Haber HP, Sinis N, Haerle M, Schaller HE. Sonography of brachial plexus traction injuries. *AJR* 2006; 186(6):1787-1791
5. Demondion X, Bacqueville E, Paul C, Duquesnoy B, Hachulla E, Cotten A. Thoracic outlet: assessment with MR imaging in asymptomatic and symptomatic populations. *Radiology* 2003; 227(2):461-468
6. Doi K, Otsuka K, Okamoto Y, Fujii H, Hattori Y, Baliarsing AS. Cervical nerve root avulsion in brachial plexus injuries: magnetic resonance imaging classification and comparison with myelography and computerized tomography myelography. *J Neurosurg* 2002; 96(3):277-284
7. Armington WG, Harnsberger HR, Osborn AG, Seay AR. Radiographic evaluation of brachial plexopathy. *AJNR* 1987; 8:361-367
8. Remy-Jardin M, Remy J, Masson P, et al. Helical CT angiography of thoracic outlet syndrome: functional anatomy. *AJR* 2000; 174(6):1667-1674
9. Yoshikawa T, Hayashi N, Yamamoto S, et al. Brachial plexus injury: clinical manifestations, conventional imaging findings, and the latest imaging techniques. *Radiographics* 2006;

- 26(1):S133-S143
10. Wittenberg KH, Adkins MC. MR imaging of nontraumatic brachial plexopathies: frequency and spectrum of findings. *Radiographics* 2000; 20(4):1023-1032
 11. Gaskin CM, Helms CA. Parsonage-Turner syndrome: MR imaging findings and clinical information of 27 patients. *Radiology* 2006; 240(2):501-507
 12. Baskaran V, Pereles FS, Russell EJ, et al. Myelographic MR imaging of the cervical spine with a 3D true fast imaging with steady-state precession technique: initial experience. *Radiology* 2003; 227(2): 585-592
 13. Qayyum A, MacVicar AD, Padhani AR, Revell P, Husband JE. Symptomatic brachial plexopathy following treatment for breast cancer: utility of MR imaging with surface-coil techniques. *Radiology* 2000; 214(3):837-842
 14. Demondion X, Herbinet P, Van Sint Jan S, Boutry N, Chantelot C, Cotten A. Imaging assessment of thoracic outlet syndrome. *Radiographics* 2006; 26(6):1735-1750
 15. Lee JH, Lee HK, Lee DH, Choi CG, Kim SJ, Suh DC. Neuroimaging strategies for three types of Horner syndrome with emphasis on anatomic location. *AJR* 2007; 188(1):W74-81
 16. Hrehorovich PA, Franke HR, Maximin S, Caracta P. Malignant peripheral nerve sheath tumor. *Radiographics* 2003; 23(3):790-794

Imaging of the Brachial Plexus

Kyung Jin Suh¹, Jeong Hyun Lee², Gyung Kyu Lee³

¹*Department of Radiology, Dankook University Hospital*

²*Department of Radiology and Research Institute of Radiology, University of Ulsan College of Medicine*

³*Department of Radiology, Hallym University College of Medicine,*

MR (magnetic resonance) imaging of the brachial plexus is challenging because of the complex and tangled anatomy of the brachial plexus and the multifariouness of pathologies that can put on it. Improvements in imaging techniques, including the availability of high resolution MR image systems and high channels multidetector computed tomography (CT), have led to more accurate diagnoses and improved serve for treatment planning. For the purpose of imaging and treatment of the brachioplexopathy, it is considerate to divide traumatic and nontraumatic diseases affecting the brachial plexus. MRI is the current gold standard imaging modality for nontraumatic brachial plexopathy. CT myelography is the preferred for the diagnosis of nerve root avulsions affecting the brachial plexus. Other modalities, such as CT, ultrasonography and positron emission tomography, have a limited role in the evaluation of brachial plexus pathology. High-quality, high-resolution MRI remains the main tool for imaging the brachial plexopathy.

Index words : Brachial plexus, Brachial plexopathy
Magnetic resonance (MR)

Address reprint requests to : Kyung Jin Suh, M.D., Department of Radiology, Dankook University Hospital,
San 16-5 Anseo-dong, Cheonan-si 330-715, South Korea.
Tel. 82-41-550-6903 Fax. 82-41-552-9674 E-mail: rad@chol.com