

턱관절의 초음파 영상 유도하 주사

김욱¹, 남진우^{2,3}, 이승표⁴

¹TMD 치과의원, ²서울탑치과의원, ³서울대학교 치의학대학원 구강내과학교실,
⁴서울대학교 치의학대학원 구강해부학교실

ORCID ID

Wook Kim,  <https://orcid.org/0000-0002-3958-3894>

Jin-Woo Nam,  <https://orcid.org/0009-0000-4762-9445>

Seung-Pyo Lee,  <https://orcid.org/0000-0002-0103-6705>

ABSTRACT

Ultrasound Image-guided Injection to Temporomandibular Joint

Wook Kim¹, Jin-Woo Nam^{2,3}, Seung-Pyo Lee⁴

¹TMD Dental Clinic, ²Seoul Top Dental Clinic,

³Department of Oral Medicine, School of Dentistry, Seoul National University,

⁴Department of Oral Anatomy, School of Dentistry, Seoul National University

Ultrasonography is the newest imaging modality used for the diagnosis and interventional procedures of oral and maxillofacial region in dentistry now. Although it is not the first and foremost imaging modality in the diagnosis of temporomandibular disorders, it can be the complementary and alternative one for arthrography, CBCT, CT, and MRI. Ultrasonography of temporomandibular joint (TMJ) does not show the anatomical structures easy to understand like CT or MRI, but it gives some useful diagnostic information on internal derangement, capsulitis, and degenerative joint disease of TMJ. Ultrasound image-guided injection to TMJ can improve the accuracy and efficacy, and can minimize the potential damage to adjacent tissues including major vessels and nerves.

Key words : ultrasound image-guided injection, temporomandibular joint (TMJ), ultrasonography, imaging modality, temporomandibular disorder (TMD)

Corresponding Author

Wook Kim, DDS, MS, PhD.

TMD Dental Clinic, 13F Central Tower, 80 Simin-Ro, Uijungbu City, Geonggi-Do, 11651, Republic of Korea.

Tel : +82-31-841-2875 / Fax : +82-31-841-2864 . E-mail : wkkk007@hanmail.net

I. 서론

음파(sound wave)는 음원(sound source)으로부터 발생하는 일정한 주파수를 가지는 파동 형태의 소리 에너지로서 사람이 정상적으로 들을 수 있는 가청 주파수 범위는 20~20,000 Hz이다. 초음파(ultrasound)는 이런 가청 주파수보다 높은 주파수(2~30 MHz)를 가지는 음파를 의미하며 초음파의 펄스 파(pulse wave)를 영상화한 것을 초음파 영상(ultrasonography)이라고 한다¹⁻⁷⁾.

초음파 영상은 2~17 MHz의 주파수를 가지는 초음파를 인체의 표면에서 내부로 송신할 때 다양한 내부 구조물에서 반사(reflection)와 산란(scattering)을 일으킨 후 탐촉자(transducer, probe)에 수신된 신호를 증폭, 검파 등 전기적 처리를 한 후 반사된 음파(echo)를 시각화하여 인체 구조물을 영상화한 것으로, 실시간으로 장기나 근육의 움직임을 관찰할 수 있고 Doppler 검사를 통하여 혈관내 혈류도 측정할 수 있다¹⁻⁷⁾. 현재 의료 분야에서 초음파 영상은 체간 장기, 척추 및 사지 등 근골격계에서 활발하게 사용되고 있으나 치과 영역의 악안면 분야에 대한 활용은 매우 부족한 실정이다.

국내에서도 의과의 다양한 분야에서 초음파가 사용되기 시작한 것은 수십년 전의 일이지만 우리가 흔히 접하면서도 간과하기 쉬운 근골격계에 대한 초음파(musculoskeletal ultrasonography)의 사용은 불과 십수년에 지나지 않는다. 초음파는 근골격계의 진단 및 치료 영역에서 그 범위를 넓혀가고 있다. 성공적인 초음파 시술자(sonographer)가 되기 위해서는 초음파 기술에 대한 연마와 해부학 및 병리학적 지식과 경험이 필수적이다³¹⁾.

초음파 영상은 현재 치과 분야에서 구강 및 악안면 영역의 진단 및 중재적 시술(interventional procedure) 시 사용되고 있는 최신 검사 양식이다. 초음파

장비는 두경부의 림프절, 갑상선, 타액선, 연조직 종괴(mass) 등의 감별진단 및 초음파 영상 유도하(ultrasound image-guided) 국소 마취(regional anesthesia), 신경차단술(nerve block), 주사(injection), 생검(biopsy) 등 시술시 광범위하게 사용되고 있다.

의과 분야에서는 전통적 방사선 촬영, 투시(fluoroscopy), CT, MRI, 초음파 등 영상 유도하 중재적 시술이 보편적 의료 기술로 사용된 지가 이미 오래되었지만, 치과 분야 특히 턱관절 영역에서는 최근까지도 CBCT⁸⁻⁹⁾, MRI¹⁰⁻¹¹⁾, 초음파¹²⁻²⁵⁾ 영상 유도하 관절 천자(puncture), 턱관절강 세척술(arthrocentesis), 턱관절강내 주사 등 소수의 증례 보고만이 있는 실정이다. 최소 침습적(minimal invasive) 중재적 시술에는 턱관절강 세척술시 초음파 영상 유도하 관절천자나 각종 턱관절 및 턱근육 주사 등이 있다.

최근 치과 분야에서 초음파 영상 진단 및 중재적 시술의 상당한 발전에도 불구하고 유감스럽게도 대부분의 일반 치과의사들은 이 기술에 대하여 잘 알지 못하고 있는 실정이다. 이에 저자는 턱관절 영역에서 초음파 영상의 활용에 대하여 전반적으로 검토하고 특히 초음파 영상 유도하 주사(Ultrasound Image-guided Injection)에 대해서 집중적으로 고찰하고자 한다.

II. 초음파 영상의 장점 및 단점

초음파는 근골격계 영상에서 효과적이며 확실히 자리잡은 기술로서 이제 근골격계 질환의 진단 및 치료에서 필수 불가결한 도구가 되었다. 진단 영상 분야에서 초음파의 역할은 계속 확대되고 있으며 앞으로 임상에 더욱 더 많이 적용될 것이다. 유럽 및 미국에서는 근골격계 병변을 검사하는데 초음파가 1차적 영상 검사의 수단으로 자리잡고 있다.

전통적 방사선 검사와 비교한 초음파 영상의 장점은

다음과 같다²⁶⁾.

- 1) 실시간 영상(real-time image), 동영상(dynamic image)의 가시화 및 평가(동적 상태의 병변 발견, 실시간 동적 정보의 제공), 환자 개, 폐구중 직접 소통이 가능함(환자 및 의사가 검사와 동시에 결과를 평가, 분석), 외래 및 수술실 검사의 훌륭한 도구임
- 2) 검사시 인체에 유해한 전리 방사선(ionizing radiation)이 아닌 안전한 초음파의 적용으로 장기나 조직에 무해함. 방사선 피폭(radiation exposure)이 없어 환자 및 술자의 건강상 위험이 전혀 없음
- 3) 비침습적, 무통성 검사법. 검사시 환자의 불편을 최소화 할 수 있음. 입원 환자도 검사가 신속하고 용이함
- 4) 표재성 구조 검사에 유리함. 표재성 조직 뿐만아니라 심부 장기 검사도 유리함
- 5) 경조직 및 연조직 진단의 도구(고 해상도 연조직 영상으로 진단적 정확성을 높일 수 있음) 일 뿐만 아니라 국소 마취, 신경 차단, 관절강내 주사, 생검 등 중재적 시술의 가이드(guide)임 (시술의 위험성을 감소하고, 안전하고 정확한 시술을 보장하고, 보다 나은 치료 결과를 보임)
- 6) 광범위하고 다양한 적응증을 가짐. 스캔(scan) 평면 및 방향이 자유로움
- 7) 장비 구입이 용이함
- 8) 검사 비용이 CT, MRI 에 비하여 상대적으로 저렴함
- 9) 고기능성 cart 기반 console system은 검사실내 초음파 장비 설치가 용이함. 소형 note-book 형태의 휴대용 장비(portable)는 이동 검사시 편리함
- 10) 금속 수복물로 인한 금속 허상(metal artifact)의 형성이 없음

- 11) 심한 진정, 전신 마취 없이도 소아 환자의 검사가 가능함
 - 12) 검사시 기능장애를 유발하지 않음
 - 13) 재현 가능성이 있고 검사가 간단함. 응급 검사또는 집단 건강 검진시 이용 가능함
 - 14) 장비 조작이 용이함. 반복적 검사가 가능함
 - 15) 숙련시 영상 판독이 용이함
 - 16) 질환 발견 및 평가시 2D, 3D 가시화가 가능함
 - 17) metabolic imaging 과 통합이 가능함. Color 및 Power Doppler 검사로 혈류 흐름 파악이 가능함
 - 18) 혈관, 심장 등 가동성 장기도 병변 검출이 가능함. 조영제(contrast medium) 사용시 혈류, 에코 발생(echogenecity) 을 정확히 평가할 수 있음
 - 19) 하나의 탐촉자로 다양한 주파수 변환이 가능함
 - 20) 진료실, 병실, 수술실에서 의료진 교육상 활용도가 좋음
 - 21) 초음파 장비가 계속적으로 진화, 발전함
- 이상과 같이 초음파 영상은 많은 장점을 가지고 있지만 다음과 같은 단점도 있다²⁶⁾.
- 1) 검사가 술자의 능력 및 장비에 절대적으로 의존함
 - 2) 골격과 관절에 대한 평가가 불완전함. 초음파는 침투(관통, penetration) 가 제한적이라 골 표면만을 가시화함. 전체 피질골 및 해면골의 가시화는 불가능함. MRI 등 보완적 영상이 반드시 필요함
 - 3) 제한된 접근성 및 가시 범위 때문에 관절원판 등 턱관절 심부 구조의 가시화가 어려움(하악 과두의 외측면, 측두골의 관골돌기에 의한 음파의 반사)
 - 4) 표준화되고 재현성 있는 CT, MRI 영상과는 달리 획득된 초음파 영상의 정위(지향, orientation) 및 판독(interpretation)이 어려움(검사의 재현성이 떨어짐)

- 5) 초음파는 골 가시화, 공기 통과가 불가능함(기체 중 전파가 곤란함. 위장관내 가스 존재시 검사가 곤란함. 공기나 가스는 투과 및 반사의 절대적 장벽으로 작용함)
- 6) 초음파 영상은 탐촉자로 돌아오는 신호의 내재된 잡음(noise)에 의해 영향을 받음. 이것이 판독을 어렵게 함
- 7) 경험 많고 숙련된 검사자에 의해 검사가 시행되어야만 함
- 8) 검사시 표준화가 안됨. 탐촉자의 선택 및 장비의 배치에 따라 결과 해석의 차이가 있음
- 9) 비만한 환자는 심부 장기가 잘 안보임
- 10) 교육적 인프라, 국가적 또는 국제적 인증(certification, accreditation) 과정이나 제도가 미비함
- 11) 사양(specification)에 따라 장비 가격이 천차만별임(2015년 국산 초음파 장비 출시 이후 장비 사양별 가격 예시: 3차 대학병원용 Premium 급: 약 2억원/ 2차 중급 병원용 High End 급: 약 1억원/ 2차 소형 병원용 Medium End 급: 약 6~8천만원/ 1차 의원용 보급형 Low End 급: 약 4천만원/ 최근 가성비가 탁월한 약 2천만원대 1차 치과의원용 근골격계 초음파 장비가 출시되어 현재 치과계 내에서도 보급이 점진적으로 증가하고 있음)

초음파 검사는 검사를 최초 시행한 후 향후 어떤 검사가 필요한지를 결정하는 선별 검사(screening test)의 역할을 한다. 초음파 검사는 단점보다 장점이 월등히 많아 1차 진료시 반드시 필요한 장비이다. 초음파는 MRI 처럼 매우 높은 진단적 가치를 가지고 있지는 않지만 예비적 신속한 진단 도구로서의 가치를 가지며 높은 특이도(specificity)를 가지지만 민감도(sensitivity)는 상대적으로 낮다²⁷⁾.

III. 턱관절 영역에서 초음파 영상 진단의 활용

턱관절 영역에서 초음파 영상이 처음 연구된 것은 1989년이다²⁸⁾. 초음파는 근골격계의 많은 분야에서 진단 및 치료 목적으로 중요하게 사용되고 있다. MRI가 연조직의 문제나 염증성 상태에 대한 진단 정확도(diagnostic accuracy)가 95% 이상으로 가장 높아 턱관절 내장증(internal derangement)의 진단에서 최적 표준(gold standard)이라고 할 수 있지만 검사 비용이 비싸고 자주 촬영하기가 어렵다는 단점을 가지고 있다²⁶⁾.

오늘날 MRI가 턱관절의 진단 및 평가를 위한 영상 양식중 최적 표준으로 가장 선호되고 있는 이유는 다음과 같다²⁶⁾.

- 1) 고해상도(high resolution)
 - 2) 조직간 명확한 대조도(contrast)
 - 3) 턱관절의 동적 영상(dynamic image)으로 기능적 정보를 제공함
 - 4) 인체에 유해한 전리 방사선이 아님
- 그러나 MRI는 다음과 같은 단점도 가지고 있다²⁶⁾.
- 1) 고비용
 - 2) 영상 획득을 위한 장시간 검사가 필수적임 (20~45분)
 - 3) 소아 검사시 문제(환자 협조가 필수적임)
 - 4) 폐소공포증(claustrophobia) 환자는 검사가 제한됨
 - 5) 개구 상태하 검사가 필요함(턱관절 통증 환자는 개구가 곤란함)
 - 6) 주로 정적 영상을 연구함
 - 7) 인공심장 박동기(pacemaker), 매식형 심장 제세동기(implantable cardioverter defibrillator, ICD), 금속 이물질 등을 보유한 환자는 MRI 촬영이 절대적으로 금기임

초음파를 이용하여 턱관절 부위를 검사하는 것은 진료실에서 간단히 수행할 수 있다는 장점이 있지만 관절원판을 관찰하는 것은 한계가 있다. 개구시 턱관절이 회전 및 활주운동을 하며 3차원적으로 이동하기 때문에 영상 해석시 어려움이 있다. 초음파 영상은 피부와 근접한 표재성 조직이나 장기만을 관찰할 수 있고 심부는 관찰하기가 어렵다. 초음파와 MRI 는 상호 보완적인 기술이다. 이 둘은 서로 배타적이거나 경쟁적인 관계가 아니며 종합적으로 이용할 필요가 있다. 초음파 기술의 발전은 영상의 질과 적용 가능성을 한층 더 향상시켜 보다 많은 해부학적 및 병리학적 이해를 돕고 더 나아가 새로운 치료방법을 발전시키는데 도움이 되고 있다. 또한 침상에서 환자를 곧바로 검사함으로써 더 많은 임상 정보를 입수할 수 있게 되고 많은 임상가들은 그들의 세부 전공에 적합한 초음파를 구분하여 사용할 수 있게 되었다. 임상에서 초음파는 특정 부위의 문제에 대한 해답을 찾는 데 가장 적합하게 사용될 수 있다²⁹⁻³⁰.

최근 초음파 영상이 MRI 를 대체할 수 있는 진단 방법으로 부상하고 있는 이유는 다음과 같다²⁶.

- 1) 비교적 저비용임
- 2) 비침습적
- 3) 특수시설(facilities)이 불필요함
- 4) 술자에 대한 적절한 연수 교육후 대부분 1차 외래 의원에서도 적용이 가능함
- 5) 검사시간이 10~15분으로 짧아 소아도 검사가 가능함

근골격계 초음파의 적용 범위는 다음과 같다³¹.

- 1) 연조직 류마티즘(rheumatism)
- 2) 관절염(arthritis), 활막염(synovitis), 골 침식(erosion)
- 3) 인대, 근육 손상
- 4) 종괴 병소(mass lesion)
- 5) 골 부착부 병소(enthesopathy)

6) 감염 등 상기 병증의 진단, 치료 반응이나 질병의 활성화도(activity) 평가, 초음파 영상 유도하 중재적 시술

근골격계 초음파(musculoskeletal ultrasonography)를 수행하기 위한 필요한 지식 및 기술은 다음과 같다³¹.

- 1) 절단 해부학(sectional anatomy)
- 2) 초음파 물리학 및 기술
- 3) 관절 스캐닝(scanning) 방법
- 4) 근골격계 조직의 정상 및 병적 초음파 소견
- 5) 근골격계 초음파 허상(artifact)
- 6) 근골격계 초음파 진단 기준
- 7) Doppler 기술
- 8) 초음파 소견의 기록 및 보고

음파의 성질에서 발생하는 왜곡과 오차로 인해 초음파 영상에서 음영의 변화 및 허구의 영상이 발생하는 것을 허상(인공 음영, artifact) 이라고 하며 허상에는 다음과 같은 것들이 있다³¹.

- 1) 실제로 없는 구조물이 화면에 나타나는 경우
- 2) 실제로 있는 구조물이 화면에 나타나지 않는 경우
- 3) 실제로 있는 구조물이 위치나 강도가 왜곡되어 나타나는 경우

특히 실제 임상에서 자주 접하는 대표적인 초음파의 허상에는 구체적으로 다음과 같은 것들이 있다³¹.

- 1) 비등방성(anisotropy): 초음파 스캐닝시 탐촉자를 인대나 건의 섬유 주행방향에 비(非)-수직 방향으로(off-perpendicular) 적용시 반향 에코(echo)가 감소하여 저에코(hypoechoic)나 무에코(an-echoic)로 어렵게 관찰되는(실제로 인대나 건이 존재하는데 일부분이 보이지 않는) 인공 허상이 관찰된다. Longitudinal scan 시 주행 섬유가 밝은 고에코(hyperechoic)의 평행한 백색선으로 보이고, Transverse scan 시 주행 섬유가 밝은 색의 얼룩진 점들의 집합체로 보인다. 검사자는 항

상 인대나 건의 주행 방향에 대해 수직으로 탐촉자를 적용하도록 노력해야만 한다.

- 2) 후방 음향 음영(posterior acoustic shadowing): 담석, 담낭내 슬러지(sludge), 신장 결석 등 조직 내 석회 침착, 골편, 골과 같은 고밀도 물질의 강한 반사체나 공기와 같은 강한 흡수체에 의해 인체에 입사한 초음파가 대부분 반사 또는 흡수되어 후방의 초음파 음향 투과가 거의 없는 경우에 발생하는 허상이다. 초음파의 에너지가 강하게 감쇄 및 반사되는 종괴의 후방에 그림자의 형태로 나타난다. (피사체[subject]의 매질 [medium]의 음향 저항[acoustic resistance]이 과도하게 높아서 발생하는 허상임)
- 3) 후방 음향 증강(posterior acoustic enhancement): 초음파가 혈관, 낭종(간, 유방), 염증으로 인하여 수분 함량이 증가한 부위(농양, 낭종성 종양, 담낭, 방광)를 통과할 때 초음파 에너지의 감쇄나 약화 없이 통과하여 액체 후방이 주변부보다 덜 감쇄되어 상대적으로 증강된 고에코로 보이는 현상이다. 고형 종괴(solid mass)와의 감별 진단시 중요한 정보를 제공한다. (피사체의 매질의 음향 저항이 과도하게 낮아서 발생하는 허상임)
- 4) 반향 음영(reverberation, 다중 반사, multiple reflection): 탐촉자와 인체 계면 사이에서 강한 반사체가 상호 마주 보고 있을 때 반사 및 반향이 연속적으로 반복되어 형성되는 허상(잔향 허상)으로 금속(주사 바늘), 유리 파편이 조직 내에 존재하는 경우 일정한 거리 간격을 갖는 밝은 평행 선들로 나타난다.
- 5) 혜성 꼬리 허상(comet-tail artifact): 석회질, 결정체 등 작은 고 반사체 부위 검사시 수 mm 이내에 근접한 2개의 반사체 사이에서 반사체 내부로 다중반사에 의한 역삼각형 모양의 여러 개의 허상이 나타나는 반향 음영의 일종이다. 낭 내벽이나

내부 결정에서도 발생할 수 있다.

- 6) 여운 음영(ring-down, dirty shadowing, resonance artifact): 가스(gas)에서만 발생하는 허상으로 미세 결정, 낭성 구조와 같은 공명(resonance)할 수 있는 구조에 초음파가 도달할 때 나타나는 현상으로 공명시간 동안 탐촉자를 향해 음파를 지속적으로 반향시켜 가스 아래쪽에 세로 줄 형태의 허상이 발생한다.
- 7) 굴절 허상(refraction artifact, edge shadowing, 측방 음영, lateral shadowing): 초음파가 낭종, 방광, 혈관, 태아의 머리 등 굴곡된 경계면을 통과할 때 등근 구조물의 변연에서 굴절이 발생하여 후측방이 어둡게 보이는(hypoechoic) 허상이다. 허상을 없애려면 탐촉자를 수직으로 향하도록 재스캔을 시행한다.
- 8) 다중 경로 허상(multipath artifact): 방광 벽 끼리 반사하면서 방광내 무에코의 fluid가 왼쪽 아래에 반사되어 저에코로 관찰된다.
- 9) 거울 음영(거울상 허상, mirror image): 횡경막 등 강한 반사체(거울로 작용)에 의하여 초음파가 반사되어 반사체 반대쪽으로 데칼코마니(decalsomanie, 전사법)처럼 관찰되는 허상이다. 종괴에서 반향된 초음파가 탐촉자로 돌아오는 과정에서 중간 조직에서 재반향되어 다시 처음 종괴로 반향된 후 탐촉자로 돌아와 영상화되는 현상이다. 실제 종괴보다 더 깊은 부위에 가짜 종괴가 거울상으로 나타난다.
- 10) 전파 속도 에러(propagation speed error, 축상면 오정합, axial mis-registration, 속도 변위 허상, speed displacement artifact, 음속 허상, speed of sound artifact): 인체 조직내 음파의 평균 전파 속도는 1540m/s 인데 반하여 공기 330m/s, 지방 1450m/s, 물 1480m/s, 간 1550m/s, 신장 1560m/s, 혈액 1570m/s, 근육

1580m/s, 골 4080m/s 이다. 지방 덩어리, 근육 등 연조직과 다른 속도를 가진 매질이 존재할 때 속도의 차이로 실제 위치와 다른 위치에서 관찰(계면의 변위) 되는 허상이다. 전파 속도가 느린 지방 조직은 더 깊은 위치에 나타나고, 연조직보다 전파 속도가 빠른 근육 조직은 더 얇은 위치에 나타난다. (지방간 검사시, 지방층이 많은 부위로 주사 바늘을 천천히 진입시 주사 바늘이 일직선이 아니고 부분적으로 거리가 차이나게 구현됨)

11) 측엽 허상(side lobe artifact): 액체를 함유한 조직을 스캔할 때 초음파의 1차 중심 음속(central sound beam) 주위의 약한 방사상 2차 주변 음속(측엽 음속, side lobe beam)이 담낭, 방광 주변 장내 가스 등 강반사체를 만나면 주변의 고형 물질에 반향되어 액체 내부에 고형 물질이 있는 것처럼 보이는 선형 또는 곡선형의 약한 미만성 허상이다. 초음파 빔의 방향을 바꿔서 스캔하여 감별할 수 있다.

12) 단편 두께 허상(slice thickness artifact): 초음파 빔의 두께보다 작은 저에코 병변의 경우 반향되는 초음파 신호를 차원적으로 영상화하는 과정에서 에코가 증가되어 나타나는 현상으로 초음파의 해상도와 관련이 있다.

근골격계 초음파 영상의 단점을 보완하기 위한 검사의 일반적 원칙은 다음과 같다³²⁾.

- 1) 고해상도(7.5~15MHz) 선형 탐촉자(linear probe)의 사용
- 2) 관심 부위에 대하여 탐촉자를 가장 안정적으로 적용(handling) 한다. 탐촉자를 압박하지 않은 상태 하에 엄지와 검지 손가락(radial fingers)으로 탐촉자를 파지(grip)하고 중지, 약지, 소지 손가락(ulnar fingers)은 피부 위에 안정적으로 위치시킨다.

3) 주사선의 굴절로 인한 저에코 영상화 현상인 비등방성(anisotropy) 허상을 교정하기 위하여 초음파 스캐닝시 검사하고자 하는 구조물에 대하여 탐촉자를 최대한 수직으로 위치시키는 탐촉자의 장축에 대한 heel-toe maneuver(rocking), 탐촉자의 단축에 대한 toggle maneuver(tilting)를 시행한다. 탐촉자의 조작(manipulation)은 sliding, rocking, tilting, rotation, compression 등이 있다. [근골격계 중 건(tendon)에서 비등방성이 가장 빈번하게 관찰될 수 있어 비등방성 허상으로 인한 에코의 감소를 건파열(rupture, tear)로 오인 판독(mis-interpretation)하지 않도록 주의해야 한다.]

- 4) 근골격계의 표면, 골, 관절, 근육, 건, 인대, 활액낭(bursa) 등 해부 구조의 철저한 숙지
- 5) 좌, 우 대칭적 검사 및 평가
- 6) 동작하 동적 검사 및 평가
- 7) 환자 병력, 증상, 촉진 등 이학적 검사 소견과 종합적 평가

근골격계 초음파 검사 시행시 기본적 3단계는 다음과 같다³²⁾.

- 1) 1단계: 해부학 지식에 근거한 장축 및 단축상 관심 구조의 영상화. 정위(orientation) 시 골 표지(bone landmark) 확인이 중요함
- 2) 2단계: 비등방성 등 허상의 제거
- 3) 3단계: 병변의 특성을 영상화

초음파 영상을 통상적 임상 검사로 사용하기 위해서는 참고 영상에 근거한 표준화된 영상 촬영 protocol을 채택하여 검사자 의존성을 완화하고 임상적 적용성을 증진할 수 있다. 초음파 영상은 턱관절장애 진단시 최우선적인 검사 방법은 아니지만 일부 임상적 상황에서는 arthrography, CBCT, CT, MRI에 대하여 잠재적으로 보조적 또는 대체적 검사 수단이 될 수 있다. 치과 턱관절장애 및 구강안면통증 클리닉에서 표

준화된 스캐닝 프로토콜을 가지고 검사하면 초음파는 CT나 MRI를 대체하는 비용 효과성, 신속성을 가지는 현장 진단(point of care, POC)의 영상 도구가 될 수 있다³⁰⁾.

턱관절이나 턱근육 등 두경부 근골격계 초음파 검사 시 기본적으로 선형 탐촉자가 사용된다. 관절용 선형 탐촉자는 비교적 소형이 적합하지만 손가락 관절 등 소관절에는 hockey-stick 형 탐촉자와 같은 더욱 작은 것(구강내 탐촉자 [intraoral probe], 5~12MHz)도 개발되어 사용되고 있다³²⁾.

초음파 탐촉자는 기본적으로 가볍게 누르는 것이 원칙이다. 탐촉자를 과도하게 세게 누르면 활막염이나 건병증(tendinopathy)에서 관찰되는 Doppler 신호나 muscle hernia를 놓칠 수도 있다. 탐촉자로 검사 대상 조직을 압박(compression)하면 조직내 체액이 눌리거나 밀려나는 것을 관찰할 수 있으며 부종성 관절에서 활막 비후(synovial hypertrophy)처럼 눌리지 않는 것을 감별할 수도 있다³²⁾.

초음파는 골 구조의 침투(infiltration), 관통(penetration) 및 가시화가 불가능하다. 하악 과두의 최외측 1/3만 관찰되며 과두 및 관절원판의 상방 및 내측은 영상화가 불가능하거나 극히 제한적이다. 관절에 의한 초음파의 반동(rebounding), 흡수(absorption)에 의해 초래된 음향 음영(acoustic shadowing) 현상으로 초음파 영상에서 이런 구조물들은 종종 보이지 않는다³⁰⁾.

턱관절 초음파 검사 및 영상의 판독을 매우 어렵하게 하는 문제점들은 다음과 같다³⁰⁾.

- 1) 검사 영역이 협소함
- 2) 심부 구조에 대한 접근이 제한됨
- 3) 골 조직으로부터 반사되는 음파의 감쇄
- 4) 연조직 가시화는 골 표면에 의해 매우 제한적임.
연조직 경계면과 골조직에 의한 음파 에너지의 완전한 흡수

근골격계 조직의 에코 발생(echogenicity)에 의한 턱관절의 흑백 2D 영상(B-mode)은 다음과 같다³⁰⁾.

- 1) 과두 및 관절용기: 고에코(hyperechoic): 백색
- 2) 골 경계면: 고에코(hyperechoic): 백색
- 3) 결합조직, 근육조직: 동일에코(isoechoic): 음파의 중간 정도 반사: 이질적 회색(heterogeneously gray)
- 4) 관절낭 표면: 고에코(hyperechoic): 백색선
- 5) 관절원판: 저~동일에코(hypo-to-isoechoic) 균질적 지대(homogeneous band), 폐구상태에서 더 잘 보임³³⁾
- 6) 관절액(joint effusion)이 충만한 공간(관절강, joint cavity): 저에코(hypoechoic): 흑색

턱관절의 초음파 영상은 CT 나 MRI 와는 달리 턱관절의 해부학적 구조를 이해하기 쉽게 보여주는 일반적인 영상이 아니다. 턱관절 내장증, 턱관절낭염(capsulitis), 퇴행성 턱관절염(degenerative joint disease, DJD) 등 턱관절장애에 대한 초음파 영상 진단에 대한 유용한 증례 보고, 연구 논문, review 논문들은 다음과 같다.

- 1) 조영제 증강 MRI(contrast medium-enhanced MRI) 에서 더욱 잘 보이는 턱관절의 활막염(synovitis), 관절 삼출액(joint effusion), 골수 부종(bone marrow edema) 등 턱관절에서 병발한 급성 징후는 초음파 영상에서 탐지가 가능하다³⁰⁾.
- 2) 과두의 골 변화, 침식, 관절원판의 형태 이상 등 턱관절에서 병발한 만성 징후도 초음파 영상에서 비교적 잘 관찰된다³⁰⁾.
- 3) 리뷰 논문에 의하면 초음파 진단 민감도는 각각 관절원판 변위 13~100%, 과두 침식 70~94%, 관절 삼출액 70.6~83.9%으로 다양하다³⁴⁾.
- 4) 정복성 관절원판 변위의 민감도는 83%, 특이도는 85%이고 비정복성 관절원판 변위는 민감도가 72%, 특이도가 90%로 다양하다³⁵⁾.

5) 정복성 관절원판 변위의 민감도 71%, 특이도 84% 이고 비정복성 관절원판 변위의 민감도 79%, 특이도는 88% 이다. 초음파 검사는 치과에서 관절원판 변위 진단시 훌륭한 보조적 임상 검사라고 할 수 있다³⁶⁾.

6) 현재 턱관절 초음파 검사가 통상적 선별(screening) 및 추적 관찰(monitoring) 프로토콜에는 포함되고 있지 않지만, 류마티스 질환 환자에서는 조기 진단, 감별 진단, 환자 재평가, 추적 감시를 위하여 턱관절장애에 대한 정기적 선별검사로 포함되어야 한다고 주장하는 일부 논문이 있다^{37~38)}.

7) 초음파 영상 검사와 CT, MRI 검사를 함께 할 경우 질환 탐지, 후속 조치 평가(follow-up appraisal), 예후 예측시 도움이 된다. MRI 는 턱관절의 염증성 병변 평가시 현행 영상중 최적 표준이다. 활동성 관절염 변화 및 관절염의 결과를 확인하고, 중간에서 양호한 수준의 신뢰도를 보인다. 그렇지만 초음파가 조영제 증강 MRI 만큼 정확히 활동성 염증 및 관절염의 후유증(sequelae)을 확인할 수 있는지 여부는 불확실하다. 비관절염 소아 MRI 에서 턱관절염과 일치하는 관절 삼출액 같은 상해 소견을 보일 수도 있다. 그러나 관절 삼출액은 초음파에서 더 쉽고 더 빨리 탐지될 수 있다³⁰⁾.

* 전통적으로 턱관절에 대한 초음파 스캐닝의 적용 프로토콜 및 영상의 판독은 다음과 같은 2가지 방법이 있다³⁰⁾.

1) Transverse [Axial] scanning: 탐촉자의 방향 표지(Orientation Marker)가 항상 피검자의 좌측에 위치하게 하고 폐구 상태에서 FH 평면에 수평되게, 개구 상태에서 하악지에 대해 60~70도 각도로 하악 과두 및 오웬돌기(coronoid process) 위에 탐촉자를 위치한다. 이렇게 하면 항상 화면

의 좌측 상단에 Marker가 정위되는 영상을 얻을 수 있다.

폐구 및 개구 상태에서 관절낭에서 과두까지의 거리를 측정하여 관절낭염, 활막염, 관절 삼출액, 활막 비후 등을 평가할 수 있고 활동성 관절염, 과두 골 침식, 낭종성 병소(cystic lesion), 편평화, 골 파괴 및 복구, 관절원판 변위(턱관절 내장증) 등 변화를 관찰할 수 있다.

폐구 및 개구 상태에서 고해상도 선형 탐촉자나 hockey-stick 등 small footprint 탐촉자의 전방에서 후방으로 또는 후방에서 전방으로 탐촉자 장축과 평행하게 in-plane(long axis) approach나 탐촉자 상방 또는 하방에서 탐촉자 단축과 평행하게 out-of-plane(short axis) approach로 초음파 영상 유도하 주사, 생검, 관절 천자 등을 시행할 수 있다.

환자의 우측 턱관절을 Transverse scanning하면 caudo-cephalic view를 얻을 수 있어서 화면의 좌측이 후방, 화면의 우측이 전방, 화면의 위쪽이 외측, 화면의 아래쪽이 내측인 영상을 얻을 수 있고 화면의 좌측에 우측 과두의 최외측 1/3 및 화면의 우측에 우측 오웬돌기의 최외측 골면을 관찰할 수 있다(그림1-1).

환자의 좌측 턱관절을 Transverse scanning 하면 caudo-cephalic view 를 얻을 수 있어서 화면의 좌측이 전방, 화면의 우측이 후방, 화면의 위쪽이 외측, 화면의 아래쪽이 내측인 영상을 얻을 수 있고 화면의 우측에 좌측 과두의 최외측 1/3 및 화면의 좌측에 좌측 오웬돌기의 최외측 골면을 관찰할 수 있다(그림1-2).

이상과 같은 방법으로 초음파 검사를 시행하면 피검자(subject) - 영상 화면(display) - 검사자(sonographer)가 국제 표준에 근거하여 통일적인 진단 및 중재적 시술을 수행할 수 있다. (시술자가 중재적 시술시 방향이 혼동되지 않고 올바르게 시술할 수 있도록 예를 들면 탐촉자의 우측에서 in-plane approach로 자침하면 화면에서도 우측에서 바늘이 진입하는 영상을 얻을 수 있게 정위한 것이다.)

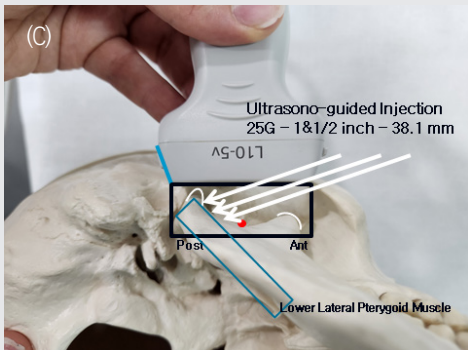
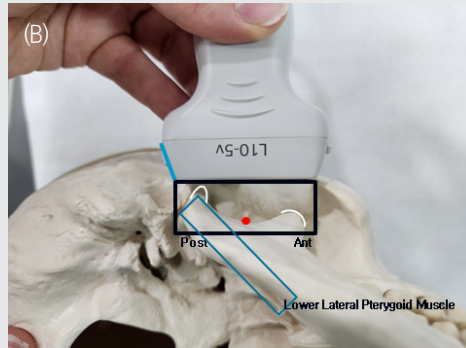


그림 1-1. 우측 Transverse scanning

- (A) Orientation Marker는 항상 피검자의 좌측에 위치한다.
- (B) Caudo-Cephalic View: Marker는 항상 화면의 좌측 상단에 위치한다.
- (C) In-plane approach로 초음파 영상 유도하 턱관절 주사를 시행할 수 있다.

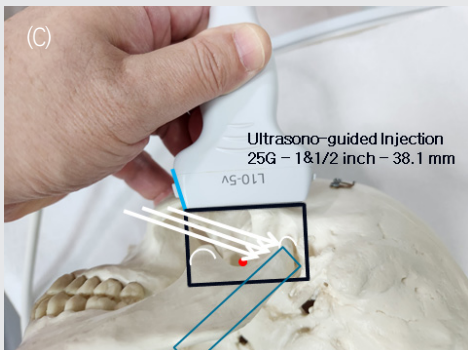
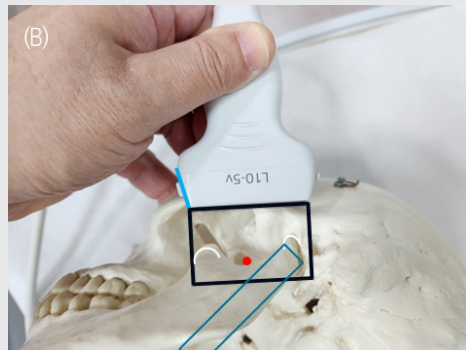


그림 1-2. 좌측 Transverse scanning

- (A) Orientation Marker는 항상 피검자의 좌측에 위치한다.
- (B) Caudo-Cephalic View: Marker는 항상 화면의 좌측 상단에 위치한다.
- (C) In-plane approach 로 초음파 영상 유도하 턱관절 주사를 시행할 수 있다.

2) Longitudinal [Coronal] scanning: 탐촉자의 방향 표지(Orientation Marker)가 항상 피검자의 상방에 위치하게 하고 하악지와 평행하게 탐촉자를 하악 과두, 과두 경부, 하악지, 우각부 위에 위치한다. 이렇게 하면 항상 화면의 좌측 상단에 Marker가 정위되는 영상을 얻을 수 있다. 폐구 상태에서 저에코성 관절원판이 더욱 잘 보인다는 보고도 있다³³⁾.

환자의 우측 턱관절을 Longitudinal scanning 하면 posterior-anterior view를 얻을 수 있어서 화면의 좌측이 위쪽, 화면의 우측이 아래쪽, 화면의 위쪽이 외측, 화면의 아래쪽이 내측인 영상을 얻을 수 있고 화면의 좌측에 우측 과두의 최외측 1/3 및 화면의 우측에 우측 하악지의 최외측 골면을 관찰할 수 있다(그림2-1).

환자의 좌측 턱관절을 Longitudinal scanning 하면 anterior-posterior view를 얻을 수 있어서 화면의 좌측이 위쪽, 화면의 우측이 아래쪽, 화면의 위쪽이 외측, 화면의 아래쪽이 내측인 영상을 얻을 수 있고 화면의 좌측에 좌측 과두의 최외측 1/3 및 화면의 우측에 좌측 하악지의 최외측 골면을 관찰할 수 있다(그림2-2).

좌, 우측 턱관절에 대하여 Longitudinal scanning을 시행하여 얻어진 초음파 영상은 좌, 우측 구별이 불가능하므로 반드시 화면 상에 좌, 우측 표기를 입력하고 저장해야만 한다.

턱관절 및 턱근육의 정상 및 병변의 초음파 영상은 다음과 같이 관찰된다³⁰⁾.

- 1) 과두면: 고에코(hyperechoic, 초음파 고반사): 백색선
- 2) 결합조직(관절낭, 원판후조직, 외측익돌근, 교근): 동일에코(isoechoic, 초음파 중반사): 비균질적 회색선
- 3) 관절낭 변연부: 고에코(hyperechoic, 초음파 고반사): 백색선, 이 해부학적 공동은 가상적으로(virtual) 염증성 삼출액이 존재하지 않는 한 일반

적으로 탐지되지는 않음

- 4) 활액 관절강의 두께(width of synovial joint space): 활막염의 징후로 간주되는 관절 삼출액의 존재를 간접적으로 시사함. 활액 관절강 두께는 과두 피질골 선상의 상이한 수준(전방 및 측방 수준)에서 과두 피질골 윤곽에서 관절낭까지의 거리로서 Longitudinal [Coronal] scanning position이 두께 측정에 가장 적합하다. 성인은 1.950mm를 초과하며 임계 두께(critical width)는 2mm로서 턱관절 통증의 위험 요소이다. 턱관절 삼출액의 평가시 cut-off level은 성인 2mm, 소아 1.2mm라는 보고도 있다³⁹⁾.

턱관절 초음파 영상에서 활막 비후만으로 현재의 활동성 염증을 시사하는 것이 아닐 수도 있다. 비활동성 만성 질환을 의미할 수도 있기 때문에 고주파수 Doppler 영상으로 표재성 조직의 혈류 상태를 탐지하고 이를 가시화하여 염증성 질환의 질병 활성도를 평가해야만 한다³⁸⁾.

근육의 위축(atrophy), 비대(hypertrophy), 외상(truma) 시 구조적 변화 등 근육 조직의 형태적 평가에서 초음파 영상이 도움이 되는 것으로 알려져 있다. 목 근육의 통증시 근육의 경직도(stiffness)와 심층 근막(deep fascia)의 두께 증가는 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 근막 질환(myofascial disease)의 진단시 흉쇄유돌근(Sternocleidomastoid muscle) 근막의 두께는 1.5mm가 cut-off value로 알려져 있다³⁴⁾.

초음파상에서 근막 통증 환자에서 교근의 영상 패턴은 echogenic band의 존재 유무 및 넓이, echogenicity 등에 따라 3가지 유형으로 분류되고 그것은 근육 부종(muscle edema)과 관련이 있을 수 있다는 보고도 있다⁴⁰⁾.

피검자가 앉은 자세에서 검사자는 탐촉자를 압박하지 않고 안면부에 최소한의 압력으로 위치시킨 후 이완 및 근 수축 상태하 교근의 외측 근막(outer fas-

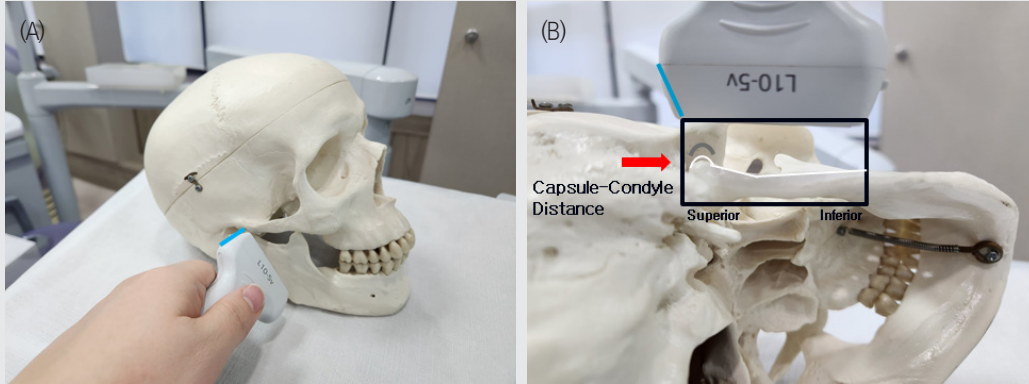


그림 2-1. 우측 Longitudinal scanning

(A) Orientation Marker 는 항상 피검자의 상방에 위치한다.

(B) Posterior-Anterior View: Marker 는 항상 화면의 좌측 상단에 위치한다.

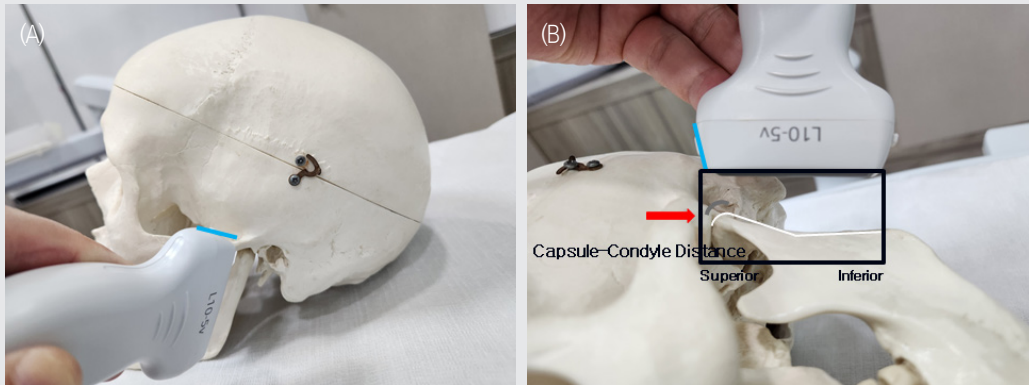


그림 2-2. 좌측 Longitudinal scanning

(A) Orientation Marker 는 항상 피검자의 상방에 위치한다.

(B) Anterior-Posterior View: Marker 는 항상 화면의 좌측 상단에 위치한다.

cia)과 하악골 외측면간의 거리로서 교근의 두께를 측정할 수 있다³⁴⁾.

* Doppler 영상³¹⁾

음원이 관측자쪽으로 이동하면 주파수가 증가(청색 변이, blue shift) 하고, 관측자로부터 멀어지면 주파수가 감소(적색 변이, red shift)하는 Doppler 효과(Doppler Effect, 1842년 오스트리아의 물리학자 Christian Doppler가 제시한 물리 현상으로 파원에서 나온 파동의 진동수가 실제 진동수와 다르게 관측되는 현상)를 응용하여 혈관내 적혈구의 움직임을 영상화한 것으로 다음과 같은 2가지 종류의 영상이 있다. 표재성 조직내에서 혈관 협착, 혈류 감소를 탐지, 혈관 질환 여부를 확인하고, 구조 이상과 동반된 충혈 변화와 상관관계가 있는 혈류를 가시화하고, 염증성 질환의 질병 활성도를 평가한다.

1) Color Doppler: Pulsed Wave Doppler 의 일종으로 혈관과 주위 구조물의 관계 평가, 혈관 질환의 진단, 종괴의 혈관성 평가시 사용된다. 2D Mode로 스캔하다가 color box를 띄워서 혈류의 방향과 세기를 확인할 때 사용한다. 혈류의 평균 속도값을 계산해 준다. BART(Blue Away, Red Towards): 적색은 탐측자쪽으로 혈류의 접근을, 청색은 탐측자쪽에서 혈류의 멀어짐을 영상화한다. Aliasing artifact(각측정 허상), Flash artifact(호흡으로 인한 반사체 조직이나 탐측자의 움직임으로 인한 Doppler 변위 색상 신호를 형성하여 거짓 흐름 신호를 발생하는 허상)의 발생 가능성이 있다.

2) Power Doppler(Ultrasound Angiography): Doppler 신호의 강도(진폭)을 컬러로 표시하는 새로운 기술이다. 혈류의 속도를 측정하거나 방향을 표시하지는 않고 혈류의 양만을 측정한다. Color Doppler 보다 감도가 3배 더 높아 황색조의 단일 색조(Yellow/

Orange Scale)로 소혈관, 속도가 느린 혈관, 혈관 내부 형태를 가시화하고 협착 부위를 탐지한다. Doppler 각도와 무관하여 Aliasing에 영향을 받지 않는다. Flash artifact(움직임에 대한 민감도가 높아 혈류가 아닌 혈관 벽이나 근육 등 혈관의 구조물의 작은 움직임에도 허상)가 발생할 수 있다.

* Elastography(탄성 영상)³²⁾

이학적 검사중 도수 촉진(manual palpation)은 촉진 소견으로 조직의 조직학적 구성을 supra-microscopic structure에 근거하여 정상 및 비정상 조직간 경직도(stiffness)의 차이로 구별할 수가 있다. 그러나 심부 병변은 도수 촉진이 곤란하기 때문에 초음파에 기초한 Elastography로 연조직의 경직도를 color로 mapping 할 수 있다.

이것은 조직의 탄력성을 측정하여 이미지화하는 표현 방법으로 이 기술은 유방, 간, 갑상선, 전립선, 심장 등 조직 내부의 경직성이나 탄성 특성을 비파괴적으로 평가하고 종양, 염증, 농양, 기타 조직 이상(피지낭종, 표피낭종, 지방종, 림프절, 섬유종, 이물, 육아종 등)을 감별하는데 것에도 사용된다.

병변은 조직의 경도(hardness)와 관련이 있으며 shear elastic property에 근거한 비정상 조직에 대한 인식 방법으로 초음파에 기초한 Elastography는 부드러운 조직보다 딱딱한 조직에서 strain 이 더 작다는 가정 하에 외력에 대한 tissue displacement(strain) 반응을 측정한다. free hand technique을 이용하여 탐측자로 조직을 압박하기 전, 후의 초음파 radiofrequency wave form을 비교하여 color pixel로 적색은 soft component, 청색은 stiff component를 나타낸다. Elastography 는 다음과 같은 특징을 가진다.

- 1) 정상 조직과 유사한 잠재적 질환 발견에 유용함
- 2) gray scale 초음파 영상에서 식별이 불가능한 구조를 구분하기가 용이함

- 3) 향후 기술과 경험이 더욱 발전하면 selected clinical setting 하에서 근골격계 질환 진단의 중요한 도구가 될 것으로 기대됨

IV. 초음파 영상 유도하 주사(Ultrasound Image-guided Injection)

초음파 영상은 전통적으로 정밀한 감별 진단 뿐만 아니라 최근 정형외과, 재활의학과, 신경과, 마취통증의학과, 치과 턱관절장애 및 구강안면통증클리닉 등에서 최소 침습적 중재적 치료 술식(영상 유도하 관절 천자, 흡인, 생검, 주사 등)에 널리 활용되고 있다.

초음파는 통증 장애의 진단 및 치료시 선택이 아닌 필수 장비가 되어가고 있다. 통증 분야에서 초음파의 역할은 사용의 편리성과 안전성에 있다. 현재 초음파 장비의 적용 영역은 날로 확대되고 있는 추세이다.

초음파 영상 유도하 중재적 시술시 일반적 고려사항은 다음과 같다^{12~25)}.

- 1) 초음파 영상 유도는 시술의 정확성, 잠재적 안전성, 유도 없이 불가능한 시술의 수행 가능성을 높여 준다.
- 2) 초음파 영상 유도하 경피적으로 시행하는 다양한 최소 침습적 중재적 시술에는 관절 천자(활액 흡인 [synovial fluid aspiration] 분석 진단, 염증성 삼출액 배액후 관절강내 통증 치료), 관절강내, tendon sheath내, 관절주위 연조직내 주사, 종괴 생검(mass biopsy), 이물질(foreign bodies) 제거 등이 있다.
- 3) 초음파 영상 유도하 중재적 시술 전에 사전 초음파 검사를 우선적으로 시행하여 예상 소견을 확인하고, 최적의 접근 경로를 결정하고, 환자 및 시술자 모두에게 최적의 편안한 자세를 발견해야 한다.
- 4) 시술은 철저한 사전 계획 하에 시행되어야만 한다.

- 5) 시술 중 또는 시술 후 발생 가능한 합병증(장기 작용형 스테로이드 주사후 급성 cystalline 활막염, 감염 등)에 대한 충분한 사전 설명을 하고 환자의 서면 동의를 받아야만 한다.
- 6) 금기증에는 전신 및 국소적 감염과 혈액응고장애가 포함된다.
- 7) 환자는 혈관미주신경성 실신(vasovagal syncope)의 위험성을 줄이기 위하여 일반적으로 앙와위(supine position)를 취하고 특히 소아에서 통증 저감을 위하여 시술 전 국소 마취 연고 도포, ethyl chloride 스프레이 분사 및 혈관 수축제를 함유하지 않은 lidocaine이나 mepivacaine으로 이개측두신경차단마취(auriculo-temporal nerve block, ATNB) 등 적절한 마취 하에 시술을 시행한다.
- 8) 시술의 목표점이 확인되면 최적의 천자 부위와 자침(needle insertion) 경로가 결정되고 혈관 및 신경을 회피한 최단 경로를 따라 시술한다.
- 9) 중재적 시술은 천자 부위의 철저한 피부 소독으로 반드시 무균 상태에서 시행되어야만 한다. 멸균 도구, 멸균 포, 멸균 장갑, 멸균 젤 등을 사용하고 리도카인 피부 국소 마취 등 적절한 마취를 시행한다.
- 10) 시술후 원활한 지혈, 혈종 형성 방지를 위하여 sticking plaster로 시술 부위를 압박 드레싱한다.
- 11) 시술 직후부터 2~3일간 ice pack 을 적용하고 적절한 투약을 시행한다.

초음파 영상 유도하 주사시 특별한 주의사항은 다음과 같다^{41~47)}.

- 1) 초음파 영상 유도하 주사는 술식이 비유도하 주사 (freehand technique)보다 훨씬 더 어렵다는 것을 명심해야 한다.
- 2) 주사부위를 장시간 철저히 소독해야만 한다.
- 3) 바늘 삽입 경로가 제한적이다.

- 4) 성공적 주사를 위하여 주사중 영상의 선명성이 유지되어야 한다.
- 5) 임상에서 사용되는 바늘의 직경(외경)은 18G-1.3mm/ 21G-0.8mm/ 23G-0.6mm/ 25G-0.5mm/ 27G-0.4mm/ 30G-0.3mm/ 31G-0.26mm 등인데 통상적으로 바늘의 직경이 25G 이상 되어야 초음파 영상에서 관찰 가능하다. (직경 25G의 바늘은 선명하게 보이지 않고 불연속적으로 가늘게 겨우 관찰됨)
- 6) 바늘 길이는 성인 고관절의 경우 7~10cm spinal needle 을 사용한다. 턱관절 세척술시 통상적 제1천자 지점인 이주(tragus) 전방 10mm, 하방 2mm 지점의 피부에서 하악와(mandibular fossa)의 최상방 최심부까지의 길이는 약 27mm 이므로⁸⁻⁹⁾ 1 inch-25mm 나 1&1/2 inch-38mm 길이의 바늘을 사용해야 한다. 습관성 탈구 치료를 위하여 구외법으로 관골궁(zygomatic arch) 하방 및 하악 절흔(mandibular notch, sigmoid notch) 상방의 semi-circular window 를 관통하여 내측의 전내하방으로 주행하는 개구근인 외측익돌근 하두에 자침하여 보툴리눔톡신을 주사하는 경우에는 1&1/2 inch-38mm 길이의 바늘을 사용하여 초음파 영상 유도하에 상악동맥을 침범하지 않고 안전하고 정확하게 주사할 수 있다(그림 3).
- 7) 초음파 영상에서 술자가 바늘 축(shaft)과 바늘 끝(tip)을 볼 수 있다. 자침중 바늘 끝을 잘 주시해야만 한다. 자침시 바늘의 경사면(bevel)이 상방을 향하게 바늘을 진입시킨다.
- 8) 주변 조직을 압박하여 병변까지 최단 경로를 선택, 결정하여 자침, 주사한다.
- 9) 바늘 주변의 인접한 해부구조를 잘 식별해야 한다.
- 10) 바늘 경로를 따라 동맥(표재성 측두동맥, 상악동맥, 안면동맥 등)을 식별하는 Doppler 스캐닝을 시행한다.
- 11) 주사기 변경시 바늘이 움직이지 않게 잘 고정해야만 한다.
- 12) 실수로 신경, 건, 혈관 등 위험한 해부학적 구조물에 바늘이 침범, 자입되지 않도록 안전하고 정확한 주사를 계획해야만 한다.
- 13) 소아 환자, 긴장하여 주사중 움직이는 환자, 비만한 환자의 경우 주사 목표점이나 바늘이 잘 보이지 않는다면 특별한 바늘 조종 기술(needle steering technique: 1. indirect technique: 자침시 주변 조직의 움직임 등으로 간접적 위치 확인, 2. real-time technique: 자침중 또는 자침 후 바늘을 상하, 좌우로 조작하여 영상에서 바늘을 직접적으로 가시화)이 필요하다.
- 14) 초음파 영상에서는 다양한 허상이 관찰된다. 허상의 종류와 원리를 충분히 이해해야만 판독의 정확성을 기할 수 있다. lateral approach 로 주사시 바늘은 다중 반사 허상으로 관찰되고, co-axial approach 로 주사시 형성 꼬리 허상이 관찰되며 바늘이 굽을수록 허상은 더욱 길어진다.
- 15) 턱관절과 같은 소관절에서 out-of-plane [short axis] approach 가 in-plane [long axis] approach 보다 술식이 훨씬 더 어렵다. 자침시 조직 운동이나 주사중 유체 침윤후 공간 팽창(distension) 등의 방법으로 바늘 위치를 특정(localization) 할 수 있다.
- 16) 초음파 영상에서 관절강의 팽창을 동반한 유체 역류의 관찰로 성공적인 관절강내 주사를 확인할 수 있다.
- 17) 약물 주입시 용량을 조금씩 증가하면 바늘 끝부분의 조직의 팽창을 관찰한다. 이것은 바늘이 혈관이나 신경 내에 위치하지 않는다는 것을 증명한다.
- 18) 스테로이드와 국소마취제는 서로 섞이지 않



그림 3. 습관성 탈구 치료를 위하여 Out-of-plane approach 로 개구근인 외측익돌근 하두에 보툴리눔톡신을 초음파 영상 유도에 상악동맥을 침범하지 않고 안전하고 정확하게 주사할 수 있다.

는 성질에 의하여 주입 용액의 음향 임피던스 (acoustic impedance, 음파전달 매질의 음향학적 특성을 나타내는 지표)의 차이로 저에코의 상이 형성되는 일시적인 contrast effect가 발생한다.

- 19) 스테로이드는 인대의 괴사 및 파열을 유발할 수 있기 때문에 스테로이드의 인대내 주사는 절대적으로 금기이다.
- 20) 단기 작용형 수용성 스테로이드 제제인 dexamethasone은 표재성 구조물에 주사시 피하 지방 위축, 피하 조직 괴사, 피부 표면 영구 변형, 피부 착색(depigmentation) 등 심각한 합병증이 발생할 수 있다.
- 21) 장기 작용형 결정형(crystalline form) 스테로이드 제제인 triamcinolone은 주사 2~3일내 급성 반응성 염증 및 통증(acute steroid flare), 안면 홍조(flushing) 등의 부작용을 보일 수 있다.
- 22) 당뇨 환자는 스테로이드 주사후 5~10일간 일시적 고혈당 증상을 보일 수 있으므로 비조절성 당

뇨 환자에서 스테로이드 주사는 금기이다.

- 23) 근육 손상시 근육내 주사로 혈종을 배액하면 근육의 회복을 촉진하고, 국소적 통증 및 섬유성 변화를 감소시킬 수 있다. 17~19G의 대구경 바늘을 사용하여 혈액을 흡인하고, 완전 배액후 압박 band 등을 하여 재출혈의 위험을 감소시켜야 한다.
- 24) 스테로이드의 근육내 주사는 근육 및 인접 구조물의 위축, collagen 인장 강도의 약화 등의 위험성으로 거의 사용되지 않고 통증이 극심한 섬유성 반흔 치료에만 제한적으로 사용된다. 오히려 성장 인자나 혈소판 풍부 혈장(platelet-rich plasma, PRP)의 근육내 주사가 보다 우수한 효과를 보인다고 한다.

전통적 맹검법(blind technique)은 해부학적 표지(anatomical landmark)에 근거한 자침법으로 상관결강에 도달할 수 있는 충분한 지식과 경험이 필요하다. 그렇지 않으면 측부 원판 인대(collateral disc ligament) 및 인접 해부 구조의 손상(특히 자침 실패후 수

회 재자침 시도시) 및 바늘 위치의 부정확성 등 잠재적 위험이 있다. (턱관절에서 하관절강은 상관절강보다 용적이 적어 자침이 매우 어렵다. 영상 유도하 대맹 검법 간의 자침 성공률은 각각 90% 및 30% 라는 보고도 있다^{15,23)}.)

복잡한 턱관절의 해부 구조를 잘 숙지하고 초음파 영상 유도하 천자로 바늘 위치 확인에 도움을 받아서 턱관절강 세척술, 상관절강내 주사 등 시술의 정확성 및 효능을 증진하고 관절 조직 및 신경, 혈관 구조 침범, 중두개와 바늘 천공 등 잠재적 손상을 최소화 할 수 있다.

일부 MRI나 CBCT 영상 유도하 술식이 유용한 결과를 보고했음에도 불구하고 고비용 및 입원 필요 등 제한 조건들로 인하여 턱관절 시술시 통상적 적용이 용이하지가 않기 때문에 현재 턱관절 세척술 및 각종 주사요법시 초음파 영상 유도하 술식이 선호되고 있다^{12~25)}.

턱관절 세척술은 심각하고도 중대한 합병증이 거의 없는 매우 안전한 시술이다. 턱관절 세척술의 일시적이고도 단기적인 합병증은 다음과 같다^{14,16,20~22,25)}.

- 1) 안면신경(facial nerve) 손상
- 2) 전이부 혈종(hematoma)
- 3) 표재성 측두동맥(superficial temporal artery) 손상
- 4) 동정맥 누공(arteriovenous fistula) 발생
- 5) 관절 출혈
- 6) 두개내 천공(intracranial perforation)
- 7) 심한 서맥(bradycardia)

- 8) 관절내 바늘 파절
- 9) 관절내 정확한 천자 실패
- 10) 세척액(생리식염수)의 관절외 누출(leakage)
- 11) 관절면 손상
- 12) 알러지 반응

이상의 발생 가능한 턱관절 세척술의 합병증에 대한 최선의 예방법은 초음파 영상 유도하 관절 천자이다.

V. 요약

1. 초음파 영상은 현재 치과에서 구강 및 악안면 영역의 진단 및 중재적 시술시 사용되고 있는 최신 검사 양식이다.
2. 초음파 영상은 턱관절장애 진단시 최우선적인 검사 방법은 아니지만 arthrography, CBCT, CT, MRI에 대하여 보조적 또는 대체적 검사 수단이 될 수 있다.
3. 턱관절의 초음파 영상은 CT나 MRI와는 달리 해부학적 구조를 이해하기 쉽게 보여주지는 않지만, 턱관절 내장증, 턱관절낭염, 퇴행성 턱관절염에 대한 유용한 진단적 정보를 제공해준다.
4. 턱관절의 초음파 영상 유도하 주사는 정확성 및 효능을 증진하고 중요 혈관 및 신경 등 주변 조직의 잠재적 손상을 최소화 할 수 있다.

참 고 문 헌

1. 이정찬. 한국근골격계초음파연구회. 정상 해부학 및 초음파 검사법. 핵심 근골격계 초음파. 제1판 번역판. 서울. 2010. 한술의학. pp3-17. (O'Neill J. Musculoskeletal Ultrasound Anatomy and Technique. 1st ed. 2008. Springer).
2. 심현선. 진단초음파물리학. 제1판. 서울. 2011. 한미의학. pp1-7.
3. 양익. 손에 잡히는 기초, 스캔 방법부터 증례까지 관절류마티스의 초음파검사. 제1판 번역판. 서울. 2011. (주)가본의학. pp17-18. (Sagawa A, Ota T. Ultrasonography of Joints in Rheumatoid Arthritis. 1st ed. Tokyo. 2010. Vector Core Inc.).
4. 문상호. 문상호 박사와 함께 하는 근골격계 초음파로의 여행. 제1판. 서울. 2015. 영창출판사. pp15-28.
5. 김기엽, 김병호, 김영만, 박희영, 이승재, 장유권. 임상에서 바로 사용할 수 있는 초음파 해부학. 제1판 번역판. 서울. 2021. 메디안북. pp1-13. (Loukas M, Burns D. Essential Ultrasound Anatomy. 1st ed. Philadelphia. 2020. Wolters Kluwer).
6. 대한레이저피부보안학회. 초음파를 이용한 최소침습 얼굴해부학. 제1판 번역판. 2021. 서울. 한술. pp13-36. (HJ Kim et al. Ultrasonographic Anatomy of the Face and Neck for Minimally Invasive Procedures: An Anatomic Guideline for Ultrasonographic-Guided Procedures. 1st ed. 2021. Singapore. Springer).
7. 대한두경부외과학회. 두경부 초음파 (Head and Neck Ultrasound): 갑상선-타액선-경부 초음파 및 중재시술. 제1판. 파주시. 2023. 군자출판사(주). pp1-15.
8. Honda K, Bjørnland T. Image-guided puncture technique for the superior temporomandibular joint space: value of cone beam computed tomography (CBCT). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006;102:281-286.
9. Matsumoto K, Bjørnland T, Kai Y, Honda M, Yonehara Y, Honda K. An image-guided technique for puncture of the superior temporomandibular joint cavity: clinical comparison with the conventional puncture technique. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011;111:641-648.
10. Fritz J, Thomas C, Tzaribachev N, Horger MS, Claussen CD, Lewin JS, Pereira PL. MRI-Guided Injection Procedures of the Temporomandibular Joints in Children and Adults: Technique, Accuracy, and Safety. *AJR.* 2009;193,Oct:1148-1154.
11. Pons M, Meyer C, Euvrard E, Weber E, Sigaux N, Louvrier A. MR-guided navigation for botulinum toxin injection in the lateral pterygoid muscle. First results in the treatment of temporomandibular joint disorders. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg.* 2019;120(3):188-195.
12. Parra DA, Chan M, Krishnamurthy G, et al. Use and accuracy of US guidance for image-guided injections of the temporomandibular joints in children with arthritis. *Pediatr Radiol.* 2010;40(9):1498-1504.
13. Habibi S, Ellis J, Strike H, Ramanan AV. Safety and efficacy of US-guided CS injection into temporomandibular joints in children with active JIA. *Rheumatology (Oxford).* 2012;51(5):874-877.
14. Dayisoylu EH, Cifci E, Uckan S. Ultrasound-guided arthrocentesis of the temporomandibular joint. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2013;51(7):667-668.
15. Levorova J, Machon V, Hirjak D, Foltan R. Ultrasound-guided injection into the lower joint space of the temporomandibular joint. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2015;44(4):491-492.
16. Sivri MB, Ozkan Y, Pekiner FN, Gocmen G. Comparison of ultrasound-guided and conventional arthrocentesis of the temporomandibular joint. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2016;54(6):677-681.
17. Chakraborty A, Datta T, Linqeqowda D, Khemka R. Ultrasound-guided temporomandibular joint injection for chronic posthemimandibulectomy jaw pain. *A Case Rep.* 2016;7(10):203-206.
18. Ayoub Al-Delayme RM, Alnuamy SH, Hamid FT, et al. The efficacy of platelets rich plasma (PRP) injection in the superior joint space of the temporomandibular joint guided by ultrasound in patients with non-reducing disk displacement. *J Maxillofac Oral Surg.* 2017;16(1):43-47.
19. Resnick CM, Vakilian PM, Kaban LB, Peacock ZS. Is intra-articular steroid injection to the temporomandibular joint for juvenile idiopathic arthritis more effective and efficient when performed with image guidance? *J Oral Maxillofac Surg.* 2017;75(4):694-700.
20. Antony PG, Sebastian A, D A, et al. Comparison of clinical outcomes of treatment of dysfunction of the temporomandibular joint between conventional and ultrasound-guided arthrocentesis. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2019;57(1): 62-66.
21. Bhargava D, Thomas S, Pawar P, Jain M, Pathak P. Ultrasound-guided arthrocentesis using single puncture, double lumen, single barrel needle for patients with temporomandibular joint acute closed lock internal derangement. *Oral Maxillofac Surg.* 2019;23(2):159-165.
22. Sentürk MF, Yildirim D, Bilgir E. Evaluation of ultrasonography guidance for single puncture arthrocentesis: A randomized clinical study. *Cranio.* 2019;37(3):181-187.
23. Cha YH, O J, Park JK, Yang HM, Kim SH. Ultrasound guided versus blind temporomandibular injections: A pilot cadaveric evaluation. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2019;48(4):540-545.
24. Champs B, Corre P, Hamel A, Laffite CD, Le Goff B. US-guided temporomandibular joint injection: Validation of an in-plane longitudinal approach. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg.*

참 고 문 헌

- 2019;120(1):67-70.
25. Torres-Gaya J, Bosca-Ramon A, Marques-Mateo M, Valverde-Navaro A, Garcia-San Segundo MM, Puche-Torres M. Temporomandibular joint arthrocentesis guided by ultrasonography: An anatomical study. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2021;122(4):e27-e31.
 26. Narang D. Ultrasound in dentistry. *Int J Dent Res*. 2022;4(1):62-66.
 27. Li C, Su N, Yang X, Shi Z, Li L. Ultrasonography for detection of disc displacement of temporomandibular joint: a systematic review and meta-analysis. *J Oral Maxillofac Surg*. 2012;70(6):1300-1309.
 28. Katzberg RW. Temporomandibular Joint Imaging. *Radiology*. 1989;170:297-307.
 29. Thirunavukarasu AJ, Ferro A, Sardesai A, Biyani G, Dubb SS, Barassett C, Hamilton DL. Temporomandibular joint: Ultrasonographic appearances and sexual dimorphism. *Clinical Anatomy*. 2021;34:1043-1049.
 30. Maranini B, Ciancio G, Mandrioli S, Galie M, Govoni M. The Role of Ultrasound in Temporomandibular Joint Disorders: An Update and Future Perspectives. *Frontiers in Medicine*. 2022;9:926573.
 31. Naredo E, Bijlsma JWW. Becoming a musculoskeletal ultrasonographer. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*. 2009;23(2):257-267.
 32. Smith J, Finnoff JT. Diagnostic and Interventional Musculoskeletal Ultrasound: Part 1. Fundamentals. *J American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2009;1(1):61-75.
 33. Tognini F, Manfredini D, Mechiore D, Bosco M. Comparison of ultrasonography and MRI in the evaluation of the TMJ disc displacement. *J Oral Rehabil*. 2005;32:248-253.
 34. Melis M, Secchi S, Ceneviz C. Use of US for diagnosis of temporomandibular disorders: a review. *Am J Dent*. 2007;20:73-78.
 35. Dong XY, He S, Zhu L, Dong TY, Pan SS, Tang LJ, Zhu ZF. The diagnostic value of high-resolution ultrasonography for the detection of anterior disc displacement of temporomandibular joint: a meta-analysis exploring the HSROC statistical model. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2015;44:852-858.
 36. Su N, van Wijk AJ, Visscher CM, Lobbezoo F, van der Heijden GJMG. Diagnostic value of ultrasonography for the detection of disc displacements in the temporomandibular joint: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Investigations*. 2018;22:2599-2614.
 37. Melchiorre D, Calderazzi A, Maddali Bongi S, Cristofani R, Bazzichi L, Eligi C, Maresca M, Ciompi M. A comparison of ultrasonography and MRI in the evaluation of TMJ involvement in rheumatoid arthritis and psoriatic arthritis. *Rheumatology*. 2003;42:673-676.
 38. Manfredini D, Tognini F, Melchiorre D, Bazzichi L, Bosco M. Ultrasonography of the TMJ: comparison of findings in patients with rheumatic diseases and TMDs. A preliminary report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2005;100:481-485.
 39. Manfredini D, Tognini F, Melchiorre D, Zampa V, Bosco M. Ultrasound assessment of increased capsular width as a predictor of TMJ effusions. *Dentomaxillofac Radiol*. 2003;32:359-364.
 40. Arijji Y, Sakuma S, Izumi M, Sasaki J, Kurita K, Ogi N, Nojiri M, Nakagawa M, Takenaka M, Katsuse S, Arijji E. Ultrasonographic features of the masseter muscle in the female patients with TMD associated with myofascial pain. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2004;98(3):337-341.
 41. Bruyn GAW, Schmidt WA. How to perform ultrasound-guided injections. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*. 2009;23(2):269-279.
 42. 김호영. 근골격계 초음파. 제1판 번역판. 서울. 2009. 이퍼블릭. pp1-188, 897-923. (Bianchi S, Martinoli C. Ultrasound of the Musculoskeletal System. 1st ed. Berlin, Heidelberg. 2007. Springer-Verlag GmbH).
 43. 김경태. 초음파를 이용한 신경차단과 통증치료. 제1판 번역판. 서울. 2011. (주)신흥메디싸이언스. pp1-39. (Bigeleisen PE. Ultrasound Guided Regional Anesthesia and Pain Medicine. 1st ed. 2010. Lippincott Williams & Wilkins).
 44. 양익. 근골격계 초음파 검사의 기초. 제1판 번역판. 서울. 2015. (주) 대한의학서적. pp141-172. (Daniels JM, Dexter WW. Basics of Musculoskeletal Ultrasound. 1st ed. New York. 2013. Springer).
 45. 이상철, 최승표, 문지연. 최신 근골격계 초음파. 제1판 번역판. 서울. 2015. (주) 가본의학. pp1-10. (Beggs I. Musculoskeletal Ultrasound. 1st ed. 2014. Wolter Kluwer).
 46. 최중범. 초음파를 이용한 통증치료: 그림과 사진으로 배우는 168 가지 주사 테크닉. 제1판 번역판. 서울. 2015. 메디안북. pp1-100. (Waldman SD. Comprehensive Atlas of Ultrasound-Guided Pain Management Injection Techniques. 1st ed. 2014. Wolters Kluwer).
 47. 안재기, 김철, 김돈규, 권동락, 윤준식. 초음파를 이용한 근골격계 주사 치료의 모든 것. 제1판 번역판. 서울. 2016. 한솔의학. pp1-8. (Spinner DA, Herrera JE, Kirschner JS. Atlas of Ultrasound Guided Musculoskeletal Injections. 1st ed. New York. 2014. Springer).