

초음파를 이용한 침습적 치료: 원칙과 주의점

계명대학교 의과대학 정형외과학교실

오건명 · 이경재 · 민병우 · 김동완

Musculoskeletal Ultrasound Intervention: Principles & Cautions

Gun-Myung Oh, M.D., Kyung Jae Lee, M.D., Byung-Woo Min, M.D., Dong-Wan Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Keimyung University, Daegu, Korea

The ultrasound can be used primarily to guide exact needle placement for aspirations of fluids, injections of steroid, and biopsies in musculoskeletal field. Recently, ultrasound-guided intervention is widely used because of several advantages such as real-time performance, relatively inexpensiveness, and getting multiple images without additional radiations. However, the modality is operator dependent and requires detailed knowledge of the relevant anatomy and there have been also reported serious complications related to the procedure. So, authors will discuss about the basic techniques, principles and cautions for the use of ultrasound-guided intervention in musculoskeletal field.

Key Words: Ultrasound, Ultrasound-guided intervention, Principle, Caution

서 론

초음파 유도 하 중재술(US-guided intervention)이란 초음파를 이용하여 경피적으로 시행되는 넓고 다양한 영역의 침습적인 기술을 말한다. 초음파를 이용한 중재적 기술은 다른 영상학적 검사 장비와 비교하여 실시간(real-time) 기술이 가능하며, 상대적으로 비용이 저렴하고, 추가적인 방사선 노출 없이 병변 부위에 대한 여러 이미지를 얻을 수 있으며, 정상 측과의 비교가 가능한 장점 등으로 인해 최근 널리 사용되어지고 있다.¹⁻³⁾ 정형외과 영역에서 초음파 유도 하 중재적 기술은 대개 관절이나 연부조직 내에 저류된 액체를 천자 및 흡인하고, 관절과 건초(tendons sheath)내로 또는 관절 주위 연부조직에 steroid를 국소 주사하는 것 등에 널리

사용되어지고 있으며,^{4,5)} 좀 더 전문적인 센터에서는 종양 조직의 조직검사, 연부조직 내 이물 제거, 신경 차단(regional nerve block) 등이 시행되기도 한다. 하지만 이러한 기술은 검사자의 숙련도에 따라 그 활용 범위가 달라질 수 있고, 깊이 존재하는 구조물의 경우 이용에 제한이 따를 수 있으며, 해당 부위에 대한 충분한 해부학적 지식을 바탕으로 시행되어야 하며, 드물지만 감염 및 연골용해(chondrolysis) 등의 심각한 합병증이 보고되기도 한다.⁶⁻⁸⁾

이에 저자들은 정형외과 영역에서 초음파를 이용한 중재술의 기본적인 기술 요령과 지켜야 할 원칙 및 주의점 등에 대해 기술하고자 한다.

초음파 유도 하 중재술 시행 전 주의점

의료진은 모든 초음파 유도한 중재술 전 환자에게 서면으로 된 동의서를 받고 시행하여야 하며,⁹⁾ 환자에게 그 기술을 왜 시행해야 하며, 어떻게 시행하는지, 발생 가능한 합병증은 무엇인지 등을 기술 전에

통신저자: 이 경 재
대구광역시 중구 달성로 56
계명대학교 의과대학 정형외과학교실
Tel: 053-250-7267, Fax: 053-250-7205
E-mail: oslee@dsmc.or.kr

설명하여야 한다. 또한 시술을 위해 환자와 시술자에게 가장 적절하고 편안한 자세가 어떤 것인지 찾아야 하고 환자에게 협조를 구해야 한다. 특히 발생 가능성은 적지만 시술 부위의 멸균 조치 및 무균적 조작에도 불구하고 시술 후에 연부조직의 봉소염이나 화농성 관절염 등이 발생할 수 있음을 반드시 설명하여야 하고 이러한 경우 추가적인 검사나 시술, 약물 치료 등이 필요할 수 있음을 설명하여야 한다. 또한 환자에게 시술 후 발열이 있거나 2~3일 이상 지속되는 불편감이나 통증이 있는 경우 반드시 의사에게 보고하도록 교육하는 것이 중요하다. 관절이나 연부조직 내에 steroid를 국소 주사하는 경우 이차적인 crystalline synovitis의 발생과 이로 인한 국소 동통이 발생할 수 있고, 시술 당일 또는 며칠 내에 혼합된 마취제의 효과가 사라지면 needling 자체의 연부조직 손상에 의한 압통 또한 발생할 수 있으며 이러한 경우 대개 얼음 찜질을 하거나 비스테로이드성 항염증제(NSAID)의 복용으로 증상이 호전될 수 있음을 설명하여야 한다. 철저한 병력 청취를 통해 출혈을 일으킬 수 있는 약물의 복용력 등에 대한 확인 또한 필요하다.

시술 전 충분한 설명이 이루어지고 시술을 위한 적절한 자세가 정해지면 모든 중재적 시술을 시작하기 전에 반드시 해당 부위의 초음파 검사를 다시 시행하여 시술 부위 주위의 신경, 혈관, 건 및 인대 등에 대한 확인 및 병변에 접근하기 가장 적합한 경로를 찾는 과정이 필요하다. 이후 정해진 protocol에 따라



Fig. 1. Photograph shows preparation for ultrasound-guided intervention. Providing an aseptic environment is of paramount importance in minimizing the introduction of infection.

시술 부위에 대한 멸균 처치를 시행하고 가능하면 구멍이 있는 멸균포로 덮어 소독한 부위의 오염을 최소화하고 시술자 역시 소독된 멸균 장갑 등을 착용하여 감염의 가능성을 최소화 하여야 한다(Fig. 1). 초음파 변환기(transducer, probe)에 무균포를 씌우는 것에 대해서는 아직 논란의 여지가 있으며,⁷⁾ 시술자의 부주의로 인하여 초음파 젤이나 변환기에 의하여 시술 부위가 오염되는 일이 없도록 하는 것이 중요하다. 또한 주사기와 바늘 등이 환자에게 미주신경 반응(vagal reaction)을 일으킬 수 있으므로 가급적 환자의 시야에 노출 시키지 않도록 한다.

대부분의 정형외과적 초음파 유도 하 중재술의 경우 검사 시와 마찬가지로 high-frequency(7~12 MHz)의 선형 변환기(linear transducer)를 이용할 수 있으며 비만한 환자나 고관절과 같이 해부학적으로 깊이 존재하는 구조물에 대한 시술의 경우 필요하다면 곡형 변환기(convex transducer)를 이용할 수도 있다. 시술에 사용될 바늘의 종류와 크기는 병변의 위치, 시술의 종류에 따라 선택하면 되는데, 단순한 steroid 국소 주사의 경우 26~23 gauge의 다양한 바늘이 이용될 수 있으나, 결절종(ganglion)과 같은 점액 및 화농성 관절염의 흡인 등의 경우 18 gauge보다 더 굵은 바늘이 필요한 경우도 있다. 대부분의 천부 관절, 힘줄 부위는 3~5 cm 길이의 바늘로도 충분히 시술이 가능하지만 성인 고관절이나 좌골 신경 차단 등과 같은 심부 시술에는 7~10 cm 이상의 충분한 길이의 spinal needle이 필요하다.

초음파 유도하 중재술의 방법 및 주의점

초음파 유도하 중재술을 시행함에 있어 반드시 지켜야 하는 세가지 원칙이 있는데⁷⁾ 첫째, 시술 부위에 대한 철저한 해부학적 지식이 필요하며 둘째, 바늘이 어디에 위치하는지 항상 주의를 기울이고 셋째, 바늘 끝이 보일 경우에만 steroid 등의 국소 주사를 시행하여야 한다는 것이다. 이러한 원칙을 지키며 초음파로 병변의 위치를 확인하고 접근하는 방법에는 간접 기법(indirect technique)과 실시간 기법(real-time technique)이 있다.

간접 기법은 초음파를 이용하여 천자 부위와 목표물의 깊이 등을 정한 후 실제 바늘을 삽입하여 시술을 시행할 때에는 초음파 유도를 하지 않는 방법으로

바늘의 삽입과 변환기의 조작을 동시에 할 필요가 없기 때문에 시술이 좀 더 쉬운 장점이 있다(Fig. 2). 간접 기법은 다시 병변의 크기에 따라 perpendicular scan법과 paperclip법으로 나눌 수 있으며, perpendicular scan법은 크기가 큰 병변인 경우에 두 번의 perpendicular scan을 시행하여 피부에 병변의 외부 경계를 펜으로 표시하고 나서 목표물의 깊이는 초음파 기계의 caliper로 측정한다. 이후 변환기를 떼고 철저하게 국소 부위를 소독한 후, 주사 바늘을 미리 표시한 외부 경계의 중앙에 삽입하고 미리 기록해 둔 거리만큼 피부에 직각으로 바늘을 전진시키는 방법이다(Fig. 3). Paperclip법은 병변의 크기가 작은 경우에 시행해 볼 수 있는 방법으로 paperclip을 일자로 편 후 변환기와 피부 사이에 놓

고 paperclip을 초음파 변환기의 장축 방향으로 이동시켜, 이것의 후방 인공 음영(posterior artifact)이 목표물의 중앙에 일치하면 멈춘다. 그리고 나서 다시 변환기의 단축 방향으로 클립을 잡아 빼다가 초음파 영상의 시야에서 사라지면 멈춘다. 초음파 변환기를 떼고 피부 위에 남아 있는 paperclip의 끝점이 주사 바늘을 삽입하는 지점이 되며 이 지점을 표시하고 소독 후 주사 바늘을 정해진 거리만큼 수직으로 삽입하면 된다(Fig. 4).

실시간 기법은 직접 초음파를 보면서 주사 바늘을 삽입하는 방법으로 바늘의 삽입과 초음파 변환기의 조작을 동시에 하여야 하기 때문에 좀 더 많은 경험이 필요하지만 바늘을 병변에 더 정확히 삽입할 수 있는 장점이 있다(Fig. 5). 실시간 기법 역시 바늘을

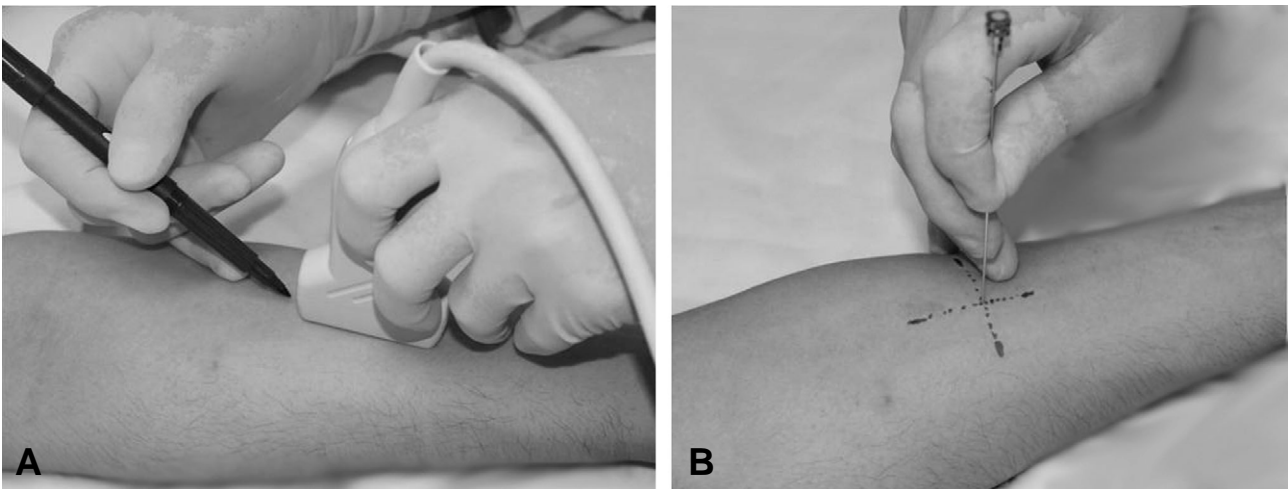


Fig. 2. Clinical photograph shows a method of indirect technique. (A) Lines are drawn on the skin surface to either end of the transducer after determining the maximal length and width of the lesion. (B) A cross line is drawn. Then a needle is passed through the center of the cross line to the predetermined depth.

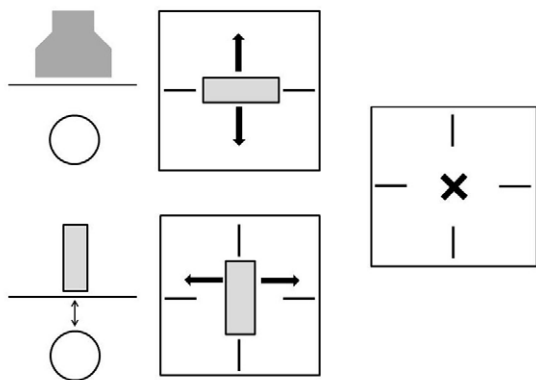


Fig. 3. Schematic diagram shows a method of perpendicular scan.

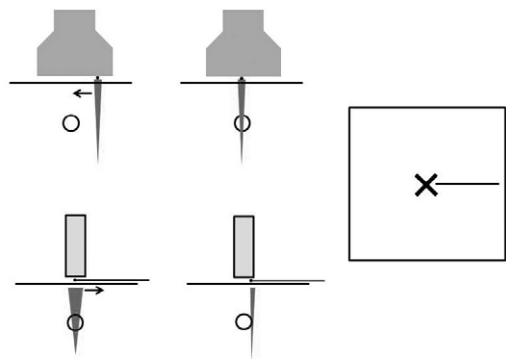


Fig. 4. Schematic diagram shows a method of paperclip technique.

삽입하는 방법에 따라 크게 두 가지로 나누어 볼 수 있는데, in-plan approach (lateral approach)와 out-of-plan approach (coaxial approach) 방법이다. In-plan approach는 바늘에 대하여 초음파 변환기를 longitudinal section으로 scan하여 바늘 몸통 전체를 볼 수 있는 접근법이고, out-of-plan approach는 바늘에 대하여 초음파 변환기를 axial section으로 scan하여 바늘을 점처럼 볼 수 있는 접근법이다 (Fig. 6, 7). 두 방법 중 어떠한 접근법을 사용하는가는 시술자의 경험, 편리성, 시술 부위의 해부학적 환경 등에 따라서 결정하면 되지만 어떤 접근법을 사용

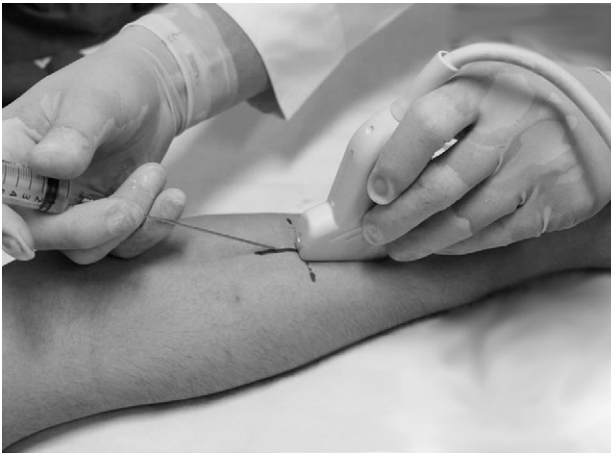


Fig. 5. Clinical photograph shows a method of real-time technique. After a safe needle trajectory has been chosen, the needle is introduced to the target along the line parallel to the transducer face under constant ultrasound guidance.

하더라도 바늘의 끝에서 시선을 놓치지 않기 위해서는 바늘을 삽입하면서 바늘의 방향이나 초음파 변환기의 방향을 시술자가 조금씩 변형시키는 것이 중요하다.¹⁰⁾ 특히, 바늘의 삽입 방향과 초음파 beam의 입사각에 따라서 혜성 꼬리 모양의 인공물 (comet-tail artifact)가 다르게 보일 수 있으므로 시술자는 가능한 한 바늘 축을 초음파 beam과 직각이 되도록 노력해야 하며 이 각이 증가하거나 감소할 경우 바늘의 영상이 급격하게 흐려질 수 있으므로 주의를 요한다. 하지만 모든 초음파 유도 하 중재술에서 바늘의 삽입 방향과 초음파 beam의 방향을 직각으로 유지할 수 있는 것은 아니므로 바늘의 위치가 정적 영상에서 확실하게 잘 보이지 않는다면 천자 부위에서 바늘을 넣었다 뺐다 하면서 실시간 스캔을 하거나 소량의 lidocaine이나 air bubble을 주사하여 초음파 영상에서 갑자기 hyperechoic하게 변하는 부분을 확인하여 바늘 끝을 찾을 수 있다.

초음파 유도 하 중재술에서 간접 기법이나 실시간 기법 중 어떠한 방법을 사용하든지 부주의하게 신경, 건, 혈관에 손상을 주지 않기 위해서 바늘이 통과하는 연부 조직에 대한 검사를 정확히 할 필요가 있으며 가급적 병변까지의 거리가 가장 짧은 경로를 선택하는 것이 좋다.

초음파 유도 하 마취제 및 Steroid 국소 주사 시 주의점

여러 종류의 염증성 질환의 치료를 위하여 초음파

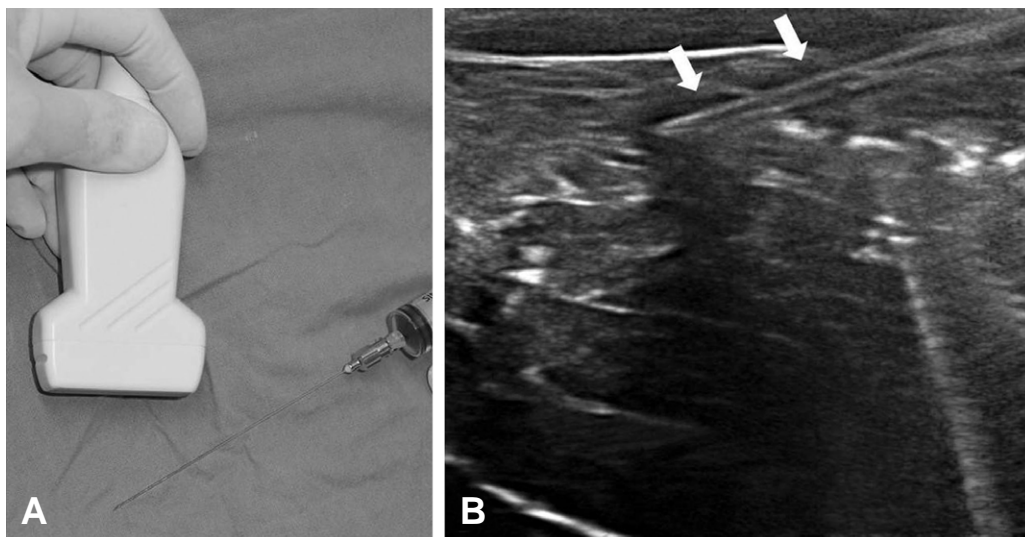


Fig. 6. (A, B) Photograph shows in-plan approach for the real-time technique. White arrows indicate shaft of the needle.

유도 하에서 관절 또는 건초 내에 lidocaine과 steroid의 혼합액을 주사하는 방법이 흔히 사용되고 있으며 여러 저자들이 맹검법(blind technique)에 비하여 높은 성공율을 보고하고 있다.¹¹⁻¹⁴⁾ 특히 관절이 작거나 심부에 위치한 경우, 천부에 위치하더라도 실수로 피하조직의 피사와 흡수를 초래할 수 있는 경우, 그리고 건의 실질 내부로 주사하여 건과열의 가능성이 높은 부위 등에서는 초음파 유도하 시술이 매우 유용하다 하겠다. 하지만 이러한 시술은 단순한 관절 천자나 흡인에 비하여 감염의 위험성이 더 높기 때문에 더욱 철저한 무균적 조작이 필요하며 시술에 따른 부작용 등을 줄이기 위해 원칙을 잘 지켜야 한다.

가장 흔히 사용되는 국소 마취제로는 lidocaine (xylocaine)과 bupivacaine (marcaine)이 있다. Lidocaine은 1% 또는 2% 용액이 사용되며 빠른 onset time과 길게는 약 5시간의 작용시간을 가지는 것으로 알려져 있어 현재 가장 많이 사용되고 있으며 bupivacaine은 0.25%, 0.5%, 0.75%의 용액이 있고 lidocaine에 비해서 다소 느린 onset time을 가지지만 길게는 12시간까지 작용시간이 지속되어 좀 더 침습적인 시술에 사용될 수 있다. 하지만 임상적으로 두 약물간의 마취 효과에 차이가 없다는 보고가 있고, 실제 두 약물 모두 농도가 낮을수록 작용시간이 짧아지는 것으로 알려져 있다.¹⁵⁾ 국소 마취제의 관절 강 내 주사 시 발생할 수 있는 연골 손

상(chondrotoxic effect)에 대해서는 아직 이론의 여지가 있으나,^{8,16)} 항상 주의를 기울여야 하겠고 임상적으로 적절한 적응증이 될 때만 시행하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

Steroid는 강력한 항염작용(anti-inflammatory action)을 가지는 약물로 연부조직, 점액낭, 건초내, 관절 내 등에 국소 주사 용으로 사용된다. 흔히 사용되는 약물로는 triamcinolone과 methylprednisolone이 있으며 두 약물 모두 중간 정도의 작용시간을 가지는 glucocorticoid로 임상적으로 두 약물 간의 효과에는 큰 차이가 없는 것으로 보고되고 있다.¹⁷⁾ 다만 steroid의 국소 주사 시 발생할 수 있는 피부 위축(skin atrophy), 지방 피사(fat necrosis), 피부 탈색소화(skin depigmentation) 등의 합병증은 methylprednisolone에서 더 낮은 것으로 보고되고 있어 천부에 존재하는 병변에 주사할 경우 triamcinolone보다는 methylprednisolone의 사용이 추천되며, 바늘을 뺄 때 바늘의 경로를 따라 steroid가 퍼지지 않도록 주의가 요구된다.^{6,18-22)} 시술자가 정확한 바늘의 위치에 대한 확신이 없을 경우, 소량의 국소 마취제를 먼저 주사하여 cavity를 팽창시키면 바늘 끝의 정확한 위치를 확인하는데 도움이 되며 시술 중 예상치 못한 저항이 발생할 경우 주사를 중단하여야 한다. Steroid를 건 실질 내부에 국소 주사 시 건 과열이 발생할 수 있는데,²³⁻²⁵⁾ 이는 steroid가 육아조직 및 결합조직의 형성을 억제하

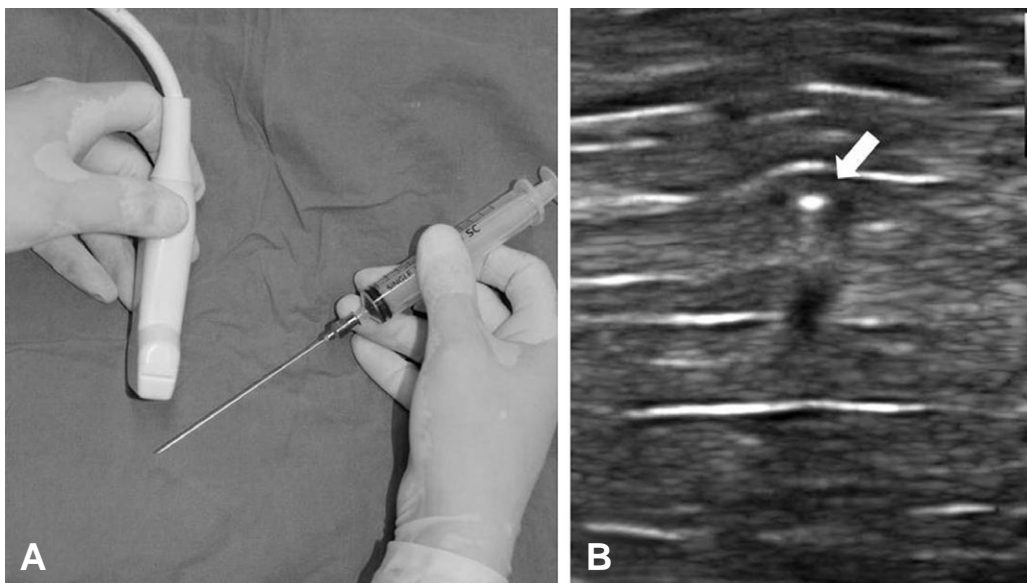


Fig. 7. (A, B) Photograph shows out-of-plan approach for the real-time technique. White arrow indicates shaft of the needle.

고, 건 량(tendon mass)을 감소시키며, 건 파열 전 견딜 수 있는 하중을 감소 시키기 때문에 알려져 있다.⁶⁾ 따라서 건 실질 내부로 steroid를 국소 주사 하는 것은 반드시 피해야 하며 건 주위에 주사 할 경우에도 주의를 요한다. 관절 강 내로 steroid를 주사할 경우 발생할 수 있는 합병증으로는 연골 손상이 있으며 steroid에 의해 연골 세포 자체의 밀도가 감소하고 탄력(elasticity)이 떨어지며, 연골 표면의 다발성 낭성 결손(cystic defect)이 발생하는 것으로 알려져 있다.⁶⁾ 이러한 연골 손상은 활막 관절, 특히 체중 부하 관절에서 더 잘 발생하므로 주의를 요하며,²⁶⁻²⁸⁾ 말기 골관절염 환자의 통증 조절 등 적절한 적응증이 될 때 만 시행하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

결 론

초음파 유도 하 중재술은 검사자의 경험이나 해부학적 구조에 따라 이용에 제한이 있을 수 있으나 최근 초음파 장비의 발전과 함께 실시간 검사 및 처치가 가능하고 상대적으로 비용이 저렴하며, 추가적인 방사선 조사의 위험 없이 다양한 이미지를 얻을 수 있으며 맹검법에 비하여 좀 더 쉽고 정확하게 시술을 할 수 있다는 장점 등으로 인해 최근 정형외과 영역에서 널리 사용되고 있다. 시술 부위에 대한 정확한 해부학적 지식을 바탕으로 앞서 언급된 기본적인 시술 요령과 원칙을 지킨다면 합병증을 줄이고 환자의 만족도를 높이는 데 큰 도움이 될 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Cardinal E, Beauregard CG, Chhem RK. *Interventional musculoskeletal ultrasound. Semin Musculoskelet Radiol.* 1997;1:311-8.
2. Dodd GE 3rd, Esola CC, Memel DS, et al. *Sonography: the undiscovered jewel of interventional radiology. Radiographics.* 1996;16:1271-88.
3. Rubens DJ, Fultz PJ, Gottlieb RH, Rubin SJ. *Effective ultrasonographically guided intervention for diagnosis of musculoskeletal lesions. J Ultrasound Med.* 1997;16:831-42.
4. Adler RS, Sofka CM. *Percutaneous ultrasound-guided injections in the musculoskeletal system. Ultrasound Q.* 2003;19:3-12.
5. Sofka CM, Collins AJ, Adler RS. *Use of ultrasonographic guidance in interventional musculoskeletal procedures: a review from a single institution. J Ultrasound Med.* 2001;20:21-6.
6. Louis LJ. *Musculoskeletal ultrasound intervention: principles and advances. Radiol Clin North Am.* 2008;46:515-33.
7. Rowbotham EL, Grainger AJ. *Ultrasound-guided intervention around the hip joint. AJR Am J Roentgenol.* 2011;197:W122-7.
8. Chu CR, Coyle CH, Chu CT, et al. *In vivo effects of single intra-articular injection of 0.5% bupivacaine on articular cartilage. J Bone Joint Surg Am.* 2010;92:599-608.
9. O'Dwyer HM, Lyon SM, Fotheringham T, Lee MJ. *Informed consent for interventional radiology procedures: a survey detailing current European practice. Cardiovasc Intervent Radiol.* 2003;26:428-33.
10. Saker MB, Kane RA, Matalon TAS. *Factors affecting and techniques to improve needle visualization. Semin Interv Radiol.* 1997;14:471-5.
11. Eustace JA, Brophy DP, Gibney RP, Bresnihan B, FitzGerald O. *Comparison of the accuracy of steroid placement with clinical outcome in patients with shoulder symptoms. Ann Rheum Dis.* 1997;56:59-63.
12. Balint PV, Kane D, Hunter J, McInnes IB, Field M, Sturrock RD. *Ultrasound guided versus conventional joint and soft tissue fluid aspiration in rheumatology practice: a pilot study. J Rheumatol.* 2002;29:2209-13.
13. Holsneek MT, Introcaso JH. *Musculoskeletal ultrasonography. Radiol Clin North Am.* 1992;30:907-25.
14. Chhem RK, Kaplan PA, Dussault RG. *Ultrasonography of the musculoskeletal system. Radiol Clin North Am.* 1994;32:275-89.
15. Sampaio RM, Carnaval TG, Lanfredi CB, Horliana AC, Rocha RG, Tortamano IP. *Comparison of the anesthetic efficacy between bupivacaine and lidocaine in patients with irreversible pulpitis of mandibular molar. J Endod.* 2012;38:594-7.
16. Syed HM, Green L, Bianski B, Jobe CM, Wongworawat M. *Bupivacaine and triamcinolone may be toxic to human chondrocytes: a*

- pilot study. Clin Orthop Relat Res. 2011;469:2941-7.*
17. **Yavuz U, Sokucu S, Albayrak A, Ozturk K.** Efficacy comparisons of the intraarticular steroidal agents in the patients with knee osteoarthritis. *Rheumatol Int. 2012;32:3391-6.*
 18. **Beardweel A.** Subcutaneous atrophy after local corticosteroid injection. *Br Med J. 1967;3:600.*
 19. **Cassidy JT, Bole GG.** Cutaneous atrophy secondary to intra-articular corticosteroid administration. *Ann Intern Med. 1996;65:1008-18.*
 20. **Fisherman EW, Feinberg AR, Feinberg SM.** Local subcutaneous atrophy. *JAMA. 1962;179:971-2.*
 21. **Schetman D, Hambrick GW Jr, Wilson CE.** Cutaneous changes following local injection of triamcinolone. *Arch Dermatol. 1963;88:820-8.*
 22. **Goldman L.** Reactions following intralesional and sublesional injections of corticosteroids. *JAMA. 1962;182:613-6.*
 23. **Clark SC, Jones MW, Choudhury RR, Smith E.** Bilateral patellar tendon rupture secondary to repeated local steroid injections. *J Accid Emerg Med. 1995;12:300-1.*
 24. **Ford LT, DeBender J.** Tendon rupture after local steroid injection. *South Med J. 1979;72:827-30.*
 25. **Kleinman M, Gross AE.** Achilles tendon rupture following steroid injection. Report of three cases. *J Bone Joint Surg Am. 1983;65:1345-7.*
 26. **MacLean CH, Knight K, Paulus H, Brook RH, Shekelle PG.** Costs attributable to osteoarthritis. *J Rheumatol. 1998;25:2213-8.*
 27. **McDonough AL.** Effects of corticosteroids on articular cartilage: a review of the literature. *Phys Ther. 1982;62:835-9.*
 28. **Moskowitz RW, Davis W, Sammarco J, Mast W, Chase SW.** Experimentally induced corticosteroid arthropathy. *Arthritis Rheum. 1970;13:236-43.*

국문초록

근골격계 영역에서 초음파는 저류된 액체의 흡인, steroid 등의 국소 주사 및 조직의 생검 등을 위해서 주사 바늘의 정확한 위치를 찾는 데 이용될 수 있다. 초음파 유도한 중재술은 실시간 시술이 가능하며, 상대적으로 비용이 저렴하고, 추가적인 방사선 노출이 없이 병변 부위의 여러 이미지를 얻을 수 있는 등의 장점으로 인해 최근 널리 사용되고 있으나 검사자의 숙련도 및 해부학적 지식 등에 따라 활용도가 달라질 수 있으며 드물지만 심각한 합병증이 보고되기도 한다. 이에 저자들은 정형외과 영역에서 초음파를 이용한 중재술의 기본적인 시술 요령과 지켜야 할 원칙 및 주의점 등에 대해 기술하고자 한다.

색인단어: 초음파, 초음파 유도한 중재술, 원칙, 주의점