

척추-골반부의 고정

유창훈 · 양재준 · 장봉순

서울대학교 의과대학 정형외과학교실

Spinopelvic Fixation

Chang Hun Yu, M.D., Jae Jun Yang, M.D., Bong-Soon Chang, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

– Abstract –

Lumbosacral fixation or spinopelvic fixation is frequently required for the surgical treatment of neuromuscular scoliosis and degenerative lesions, trauma and tumor in the lumbosacral vertebrae. However, the establishment of stable fixation with these procedures is difficult due to the anatomic characteristics of the sacrum and this is even more problematic for the cases with long segmental fixation, severe instability and bone defects. Although the emergence of pedicle screws makes spinal fixation easier and more rigid, S1 pedicle screws alone do not provide enough stability for lumbosacral fixation. For the purposes of reinforcing lumbosacral fixation, procedures using rods or screws can be used: the procedures using rods include the Galveston method, the McCarthy S-rod and the Jackson intrasacral rod, and the procedures using screws include sacral alar screws, trans-discal screws and iliac screws. The purpose of this study was to ascertain the proper fixation methods, according to each indication, for spinopelvic fixation and we analyzed the advantages and drawbacks of each fixation method. In addition, the fixation method of iliac screws, which has recently become more popular, is presented in detail to enhance the availability and reduce the complication of this technique.

Key Words: Lumbosacral fixation, Spinopelvic fixation, Iliac screw

서 론

척추 병변의 수술 시 요추에서 천추까지 고정(lumbosacral fixation)이 필요한 경우가 있다. 그러나 천추는 골 질(bone quality)이 비교적 약하고 장 분절(long segment) 유합 시 큰 외팔보 효과(cantilever effect)가 작용하게 되어, 천추부의 고정이 유합에 이를 수 있도록 충분히

견고하게 되기 어려울 때가 많다. 현재와 같이 척추의 고정에서 척추경 나사의 사용이 표준인 상황에서, 천추의 고정에서 가장 기본이 되는 것은 제1 천추의 척추경 나사를 전방 피질골까지 삽입하는 것이다¹⁾. 요천추부 불유합은 병변의 종류와 고정 방법에 따라 다양하게(8~80% 이상) 보고되고 있다^{2,3,4,5)}. 요천추부의 불유합이 임상적 결과의 실패를 가져오는 경우 재수술을 요할 수 있는데, 이는 더욱 어려운 수술 과정이 있음을 의미하게 된다.

Address reprint requests to

Bong-Soon Chang, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Seoul National University Hospital,
101 Daehangno, Jongno-gu, Seoul 110-744, Korea

Fax: 82-2-2072-3864 Tel: 82-2-764-2718 Email: bschang@snu.ac.kr

Received: 2009. 11. 6. Accepted: 2009. 11. 17.

본 논문에서는 요천추부의 고정, 더 나아가서는 천추-장골 고정(sacroiliac fixation)까지 포함하는 척추-골반 고정(spinopelvic fixation) 방법을 소개하고 장단점을 비교하여, 여러 수술 적응증에 적합한 고정 방법의 선택에 도움이 되고자 한다. 아울러 최근 사용되는 방법 중 가장 안정적이고 비교적 간편한 장골 나사(ilial screw) 삽입술을 구체적으로 설명하고자 한다.

척추-골반 고정의 적응증

골반부까지 포함하여 척추를 고정을 해야 하는 경우는 흔한 일은 아니나, 척추 변형에서 관상 면(coronal plane) 및 시상 면(sagittal plane) 상 불균형이 요천추부로 인한 경우에는 이를 교정하고 유지하는 데에 척추-골반 고정이 필요하다. 뇌성 마비, 소아마비 후유증 및 근 이형성증(muscular dystrophy)에서와 같이 신경근육성 척추측만증(neuromuscular scoliosis)이 있는 경우 장 분절 고정을 하면서 골반까지 연결해 주며, 골반 경사(pelvic obliquity)를 붙잡아 주는 것은 매우 중요한 적응증이다. 퇴행성 척추측만증(degenerative scoliosis)이나 요추 퇴행성 후만증(lumbar degenerative kyphosis), 이전 수술 이후 인접 분절 문제(junctional problem) 등의 퇴행성 병변에서 흉요추 이행부(thoracolumbar junction)부터 요천추 이행부(lumbosacral junction)까지 고정하는 경우도 많이 있다. 고도의 척추전방전위증(high grade spondylolisthesis)은 수술 범위는 비교적 짧지만 매우 불안정 하고 전단력(shear force)이 작용하여 척추경 나사를 이용한 일반적인 고정 방법 만으로는 실패를 가져올 수 있으므로 이를 보강할 수 있는 방법을 모색해야 한다. 이외에도 요천추부 외상으로 천추 골절이 발생하거나, 중앙 제거 후 재건술(reconstruction)을 시행할 때도 요추-골반 고정을 필요로 하며, 생역학적으로는 가장 다양하고 불안정한 치료 대상이 될 수 있다.

적응증에 따른 고정 방법의 변천

1) 신경근육성 척추측만증(neuromuscular scoliosis)

뇌성 마비, 소아마비 후유증 및 근 이형성증(muscular dystrophy)에서와 같이 신경근육성 질환에 의해 척추가 이완 되어 측만증이 발생한 경우, 골반 경사(pelvic obliquity)를 붙잡아 주고 이를 기초로 요추부터 상부 흉추에 이르도록 장 분절의 고정이 필요하게 된다. 현재 척추의 고정에서 가장 우수한 방법은 척추경 나사라는 데는 별 이견이 없을 것이다. 골반부 고정 중에서 고전적으로 가

장 오래되고 튼튼하게 사용되던 방법은 Galveston 방법이다(Fig. 1). 미국 Texas의 지명을 딴 이 방법은 1982년에 Allen과 Ferguson에 의해 소개되었는데⁶⁾, L 형의 강봉(rod)을 후상 장골 극(posterior superior iliac spine; PSIS)에서 좌골 절흔(sciatic notch) 상부의 피질골 사이에 삽입하여 골반을 안정시킨다. 이 방법은 생역학적으로 매우 안정적이라는 장점이 있어서, 특히 여러 고정 방법 중 관상 면(coronal plane) 및 시상 면(sagittal plane) 모두에서 굴곡 모멘트에 가장 잘 저항할 수 있게 내 고정 장치가 위치하게 된다^{7,8)}. 단점으로는 천장 관절(sacroiliac joint)을 가로질러 고정하므로 약간의 움직임으로 인하여 방사선 사진상 강봉 주위에 후광(halo)이 나타날 수 있고, 심한 경우 자동차 앞 유리의 와이퍼 효과(wind-shield-wiper effect)를 보이기도 한다⁹⁾. 이러한 방사선학적 후광 변화와 임상적 결과의 관계는 뚜렷하지는 않다. 그 외에 Galveston 방법을 쉽게 사용하기 힘든 이유는 강봉을 구부리는 방법이 비교적 복잡하고 힘들어서 하나의 강봉으로 장골과 척추부에 모두 삽입하기가 힘들고, 따로 삽입한 경우에도 기기를 서로 연결하기 힘들다는 것이다.

McCarthy 등은 미리 구부려진 좌우 2개의 S 형 강봉을 천추 후방 및 상부 천추 익(alar)에 거치하여 고정하는 방법을 소개하였다¹⁰⁾. 이는 천장 관절을 침범하지 않고 비교적 단단한 천추의 상부 및 전방 피질골에 고정하는 장점이 있으나, Galveston 방법보다는 역학적으로 약하고, S 형 강봉을 구하기가 어려우며, 추가적인 천추의 나사 삽입이 어렵고, 제5 요추 신경근에 S형 강봉이 가깝게 위치하여 하지의 통증을 호소할 수 있는 것이 단점이다¹¹⁾.

상기한 Galveston 방법의 어려운 기기는 후에 개발된 장골 나사(ilial screw)에 의해 많이 개선되었다(Fig. 2). 복잡하게 구부린 일체형 강봉을 장골과 척추에 삽입하는 대신, 장골에는 나사를 독립적으로 삽입하고 강봉을 직접 또는 연결기(connector)를 이용해 체결하는 것이다. 장골 나사 삽입술은 Galveston 방법보다 뽑힘 강도(pullout strength)가 우수하며, 천추부에 추가적인 나사 삽입이 용이하기 때문에 임상적으로도 더 좋은 결과가 보고되고 있다^{4,12)}. 5년 추시 결과 불유합율이 7.5%로 낮고, 임상적 결과도 양호하다¹³⁾. 그러나 장골에 고정하는 몇 가지 방법들은 공통적으로 후방 장골에서는 골 이식을 채취하기 어려워지고, 많은 연부 조직 박리로 감염의 위험성이 증가하며, 기기가 피하에 돌출되어 자극을 받을 수 있고, 유합하지 않은 천장 관절이 고정됨으로써 통증이 동반되거나, 내 고정의 실패가 생길 수 있는 단점을 갖고 있다. 이중에서도 피하에 돌출된 기기 때문에 제거술을 요할 수 있는 것이 재수술의 가장 흔한 원인이 다¹³⁾.

2) 퇴행성 병변에서 장 분절 고정

신경근육성 척추측만증보다 유합 범위는 작으나, 더 흔히 볼 수 있는 적응증은 퇴행성 병변들이다. 퇴행성 척추측만증(degenerative scoliosis)이나 요추 퇴행성 후만증(lumbar degenerative kyphosis), 이전 수술 이후 재수술을 하는 경우 등에는 유합 범위가 5분절 이상, 흉요추 이행부(thoracolumbar junction)부터 요천추 이행부(lumbosacral junction)까지 고정하는 경우가 발생한다. 천추부를 고정할 때, 제1 천추 척추경 나사를 전방 피질골까지 삽입하는 것은 기본이다. 이때 나사를 천추의 돌기(promontory)나 상부 종판(end plate)을 향하여야 보다 단

단히 고정된다. 제5 요추-제1 천추 추체간에 구조물 이식(structural graft)을 통한 유합술도 안정성에 기여한다¹⁴⁾.

그러나 장 분절 고정에서는 이러한 기본적인 고정 이외에도 추가적인 고정 방법을 찾아야 한다. 제1 천추의 척추경 나사 직하부에서 외측으로 삽입하는 천추 익 나사(sub-S1 sacral alar screw)는 제1 천추의 척추경 나사의 고정력을 보완해 줄 수 있으나 생역학적으로는 가장 약한 보강 방법 중의 하나이다(Fig. 3).

Chopin 블록과 같은 천추 블록(sacral block)은 두 개의 나사를 미리 결정된 각으로 천추에 삽입하고 보다 견고하게 강봉에 연결할 수 있는 장치이다. 이는 제1 천추에 서로 인접해서 두 개의 나사를 각각 삽입하는 것보다 보

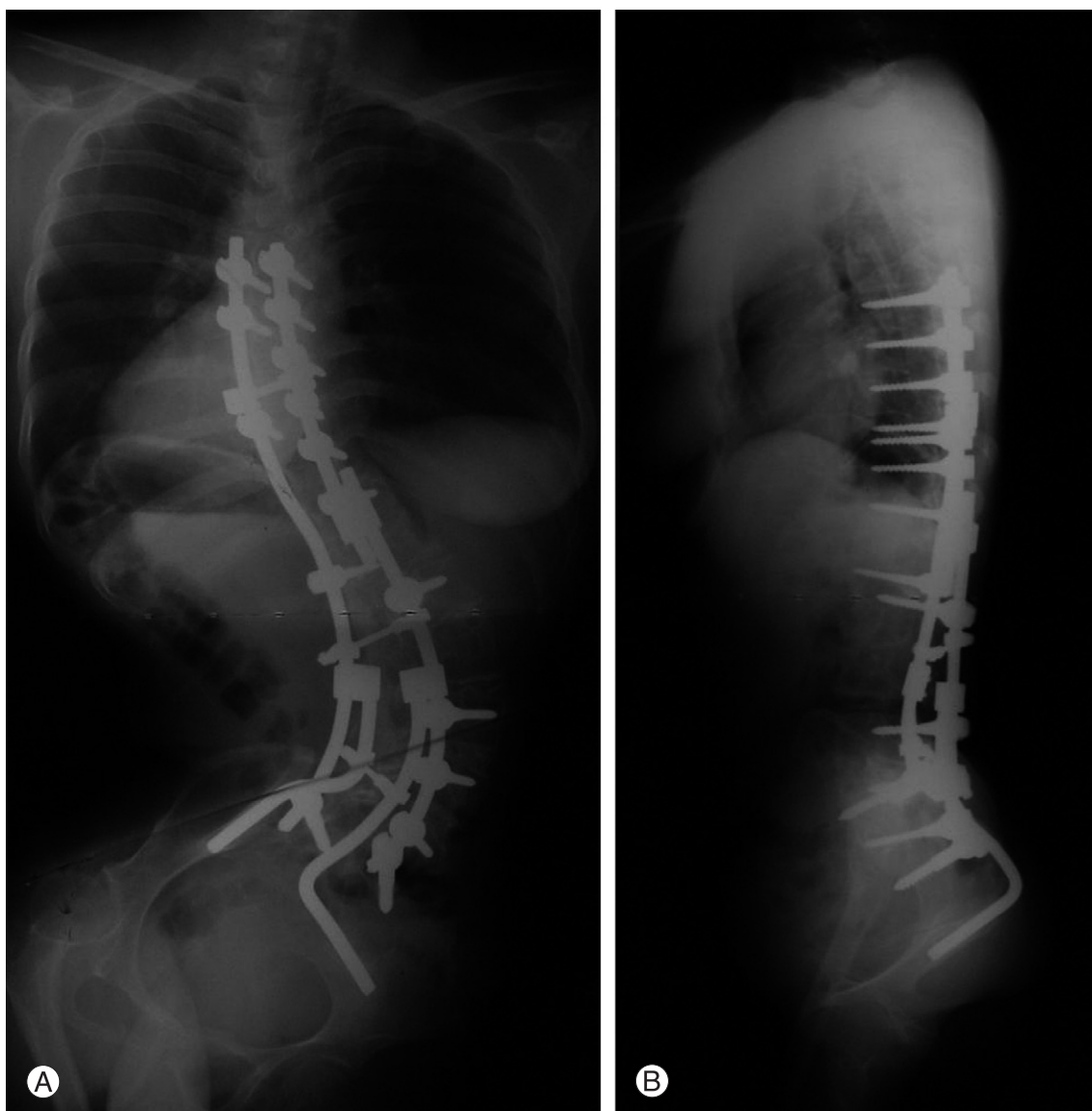


Fig. 1. (A, B) Galveston L-rod technique. Galveston rods were used to fix pelvis for residual poliomyelitis patient with paralytic scoliosis. Rods were connected to upper spine rods of pedicle screw system with parallel rod connectors.

다 쉽고 안정적이 되도록 도와주나, 현재 국내에서는 구하기가 어렵다.

제2 천추 나사는 척추경 또는 천추 익 나사로 삽입할 수 있는데, 제1 천추 익 나사(sub-S1 sacral alar screw)보다 하방에서 삽입되어 천추의 피질골 손상을 덜 주고 기기술도 쉽다. 척추경이 짧기 때문에 천추 익 나사가 더 좋으나, 나사가 피하에 돌출되어 자극되지 않도록 신경을 써야 한다.

Jackson 등의 천추내 강봉(intrasacral rod) 삽입은 제1 천추 척추경 나사에 연결되는 강봉을 그 하부에서 천추 안쪽으로 삽입하여 거치시키는 방법이다¹⁵⁾. 천장 관절을 침범하지 않고 천추내에서 고정하는 방법 중에서는 가장 안정적이며 굴곡 모멘트에 대하여 강봉이 지렛대(lever arm) 역할을 하며 저항한다. 골다공증이 심한 경우는 기술적으로 어렵고 실패할 가능성이 있는 것이 단점이다.



Fig. 2. (A, B) Iliac screw fixation for neuromuscular scoliosis. Iliac screws make strongest fixation to ilium and easier connection to rod with offset connectors. However, prominence of iliac screw head should be avoided carefully.

경장골 강봉(transiliac bar)은 제1 천추 척추경 나사에 서 좌우로 강봉을 양측 장골까지 삽입하는 방법으로, 상부의 요추부 강봉과는 연결기(connector)를 통해 기기를 완성한다. 생역학적으로는 매우 안정된 방법이나 기술적으로 어렵고, 장골까지 고정하는 방법들의 공통적인 문제점, 특히 천장 관절 문제가 발생할 수 있다. 특정 기기의 사용이 필요한 것이 제한점이 될 수 있다.

골다공증이 심하고 유합 부위가 길어지게 되면 퇴행성 병변에서도 장골 나사의 사용도 고려할 수 있다(Fig. 4).

3) 고도의 척추전방전위증

척추전방전위증에서는 상기한 다른 적응증보다는 단분절 고정을 하게 되나, 심한 전위증에서 정복 후 내 고정시에 전단 력(shear force)에 저항하도록 하는 것이 중

요하다. 전술한 보강 방법들 외에 제5 요추-제1 천추 추간판을 가로지르는 경추간판 나사(transdiscal screw)나 골 못(bone dowel)이 이러한 목적에 잘 부합하는 방법이다¹⁶⁾. 이러한 고정법은 전방 또는 후방 접근법으로 가능하다(Fig. 5).

4) 외상 및 종양

신경 증상이 없는 Denis 1, 2형 천추 골절이나 천장 관절의 탈구에서는 경피적으로 K 강선 인도 하에 한두 개의 장골-천추 나사(iliosacral screw) 투시기(fluoroscope)를 보면서 삽입할 수 있다^{17,18)}.

신경증상이 있는 Denis 2형이나 3형 천추 골절에서는 수술 시 감압술 후 보다 견고한 내 고정을 요한다. 종양 제거 후 재건술에서도 다량의 골 결손 때문에 강력한 내

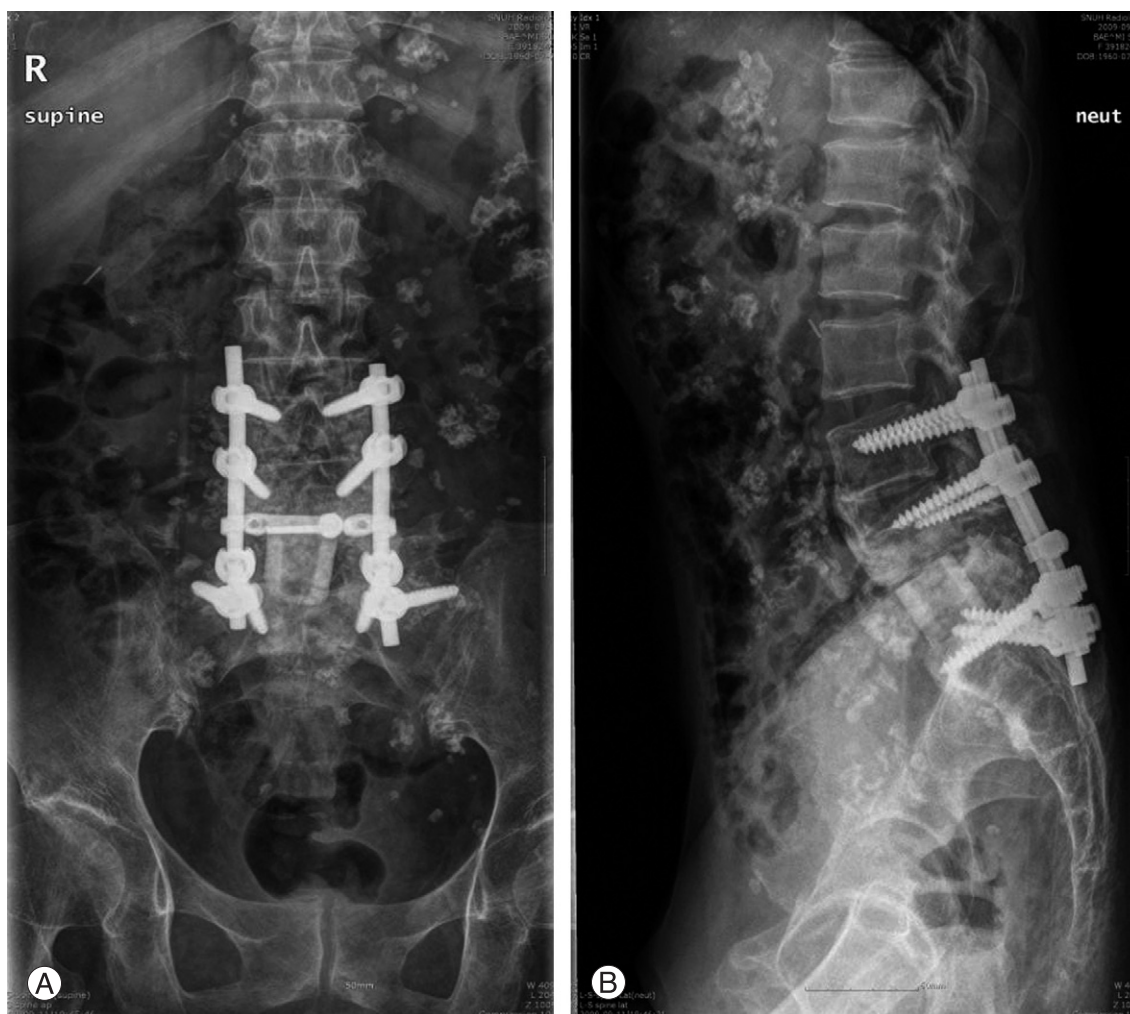


Fig. 3. (A, B) Sub-S1 alar screw. Alar screws were added to enhance fixation of sacrum for patient with tuberculous spondylitis of L5 body after corpectomy and femoral shaft allograft. S1 pedicle screws were not enough for sacral fixation due to osteoporosis.

고정을 필요로 한다. Asher는 1996년 척추 기초의 개념 (concept of spinal foundation)을 도입하여 척추-골반이 해리(spinopelvic dissociation)되고 신경 손상이 있고 회전

불안정성이 있는 천추의 골절, 종양으로 천추 및 천정 관절을 제거한 경우, 골반 경사나 요천추부의 후만이 심하여 교정이 잘 안 되는 경우에 대한 견고한 내 고정 방

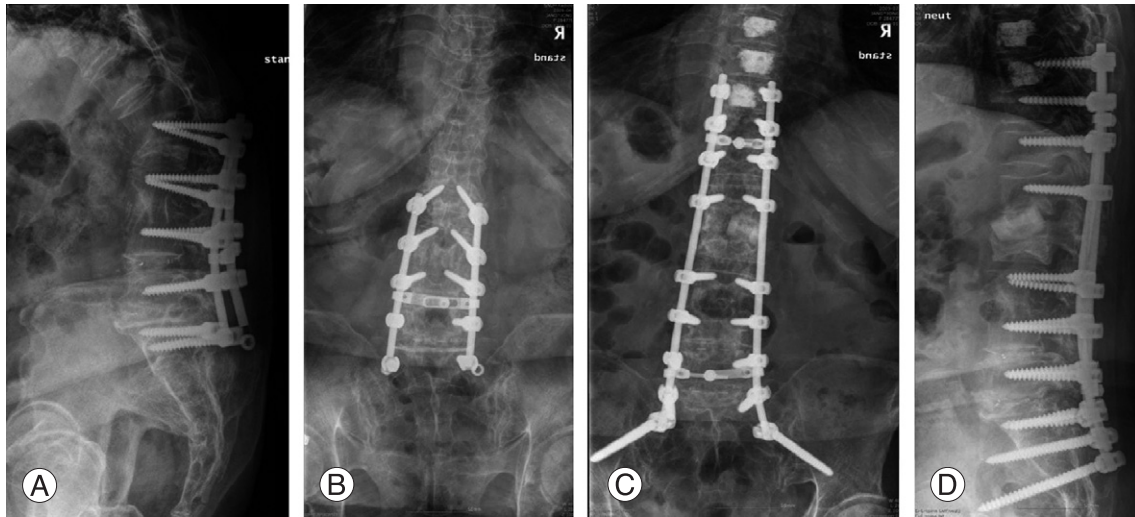


Fig. 4. Iliac screw fixation for revision surgery. (A, B) Following several operations, implant fixation failure at the lower end and junctional kyphosis at the upper end had developed. (C, D) Revision with iliac screws and extension of proximal fixation were performed.



Fig. 5. (A, B) L5-S1 transdiscal screw. For high grade spondylolisthesis, anterior transdiscal and four alar screws were applied.

법을 소개하였다¹⁹⁾. 이는 기존의 요추-골반부 고정 방법을 응용하여 필요에 따라 양측성(bilateral) 및 편측성(unilateral)으로 내 고정을 구성할 수 있게 되어 있는데, 특정 기기의 사용이 필요한 것이 제한 점이 될 수 있다.

장골 나사 고정 방법

1) 장골 나사 삽입

장골 나사를 삽입하기 위해서는 먼저 후상 장골 극(PSIS)을 노출 시켜야 하는데, 피부 절개는 대개 척추를 노출하기 위한 정중앙 절개를 그대로 하방으로 연장하여 사용하나, 종양과 같이 특별한 경우는 천추 상부 정중앙에서 양측 장골 쪽으로 갈라지는 절개(人 모양)를 하기도 한다. 정중앙 절개를 가했을 때 후상 장골 극의 노출은 천추부 골막하 박리를 외측으로 연장해서도 가능하나, 중간에 있는 척추 기립근(erector spinae muscles)의 손상이 심하게 된다. 연부 조직 손상을 줄이기 위해서는 피부 절개 밑에서 근막 위로 박리하여 후상 장골 극을 바로 노출시키고, 나중에 강봉 연결은 근육 밑으로 터널을 뚫어서 해결할 수 있다.

후상 장골 극이 노출되면 가장 돌출된 부위보다 0.5~1 cm 하방에 절골기(osteotome)이나 rongeur로 나사가 삽입될 위치의 장골을 일부 제거하는데, 충분히 제거되어 나사의 머리가 표면의 골보다 깊이 위치해야(counter-sink) 나사가 피부에 자극이 되지 않는다. 준비된 장골에 양쪽 피질골 사이의 해면골을 따라 천공기(drill)나 무딘 탐침자(blunt probe)로 나사가 삽입될 경로를 준비하는데, 그 방향은 외측으로 30~40도, 하방으로 30~40도이다. 이 방향은 골반의 모양에 따라서 달라질 수 있어서 남녀간에도 다를 수 있고, 특히 척추-골반의 변형, 경사

가 있으면 완전히 다를 수 있다. 이상적으로는 좌골 절흔(sciatic notch) 상부 1.5 cm 이내를 지나 전하 장골 극(anterior inferior iliac spine; AIIS)을 향하면 되는데, 경피적으로 좌골 절흔을 손으로 눌러 확인할 수도 있고, 필요하면 장골의 외측 피질골을 따라 골막하 박리하여 좌골 절흔에 손가락을 넣어 직접 확인하거나 투시기(fluoroscopy)의 도움을 받을 수도 있다.

각도를 세워서 나사를 삽입할수록(외측 30도) 나사의 길이가 길어져 안정성에 좋으나 나사의 머리 부분이 보다 돌출될 수 있어서 주의를 요한다. 준비된 경로는 볼이 달린 탐침자(ball-tip probe)로 이상이 없는지 확인한다. 나사는 6.5~8.5 mm 두께에 6~10 cm 길이를 주로 사용한다. 좌골 절흔 상부를 지나 더 전방까지 삽입이 되어야 충분한 길이의 나사가 삽입되었다고 볼 수 있다. 기기의 시스템에 따라 다축성 나사(polyaxial screw)가 주로 쓰이나 고정 각 나사(fixed angled screw)를 쓰기도 한다.

2) 나사와 강봉의 연결

나사와 강봉의 연결 방식은 장골, 천추 그리고 하요추부의 나사 삽입 모양에 따라 다르므로 수술장안에서 결정을 하게 된다. 만곡이 있으면 철부(convex) 측은 척추부의 강봉을 그대로 구부려 연결이 가능한 경우가 많다. 바로 연결하기 어려운 경우는 별도의 강봉 연결기(rod connector)를 사용하여 척추부의 강봉과 연결하는데, 기기의 시스템에 따라 여러 종류의 연결기가 있으므로 적당한 것을 골라서 쓰면 된다. 이 연결기들은 길이, 각도, offset 등을 달리하여 만들어져 있다.

척추부와 장골 나사를 한꺼번에 연결하기는 매우 힘들다, 장골 나사, 천추부, 요추부의 순서대로 강봉을 구부리면서 체결하면 조금 쉽게 기기설이 완성될 수 있다. 이론적으로는 다축성 나사나 연결기를 많이 쓸수록 기

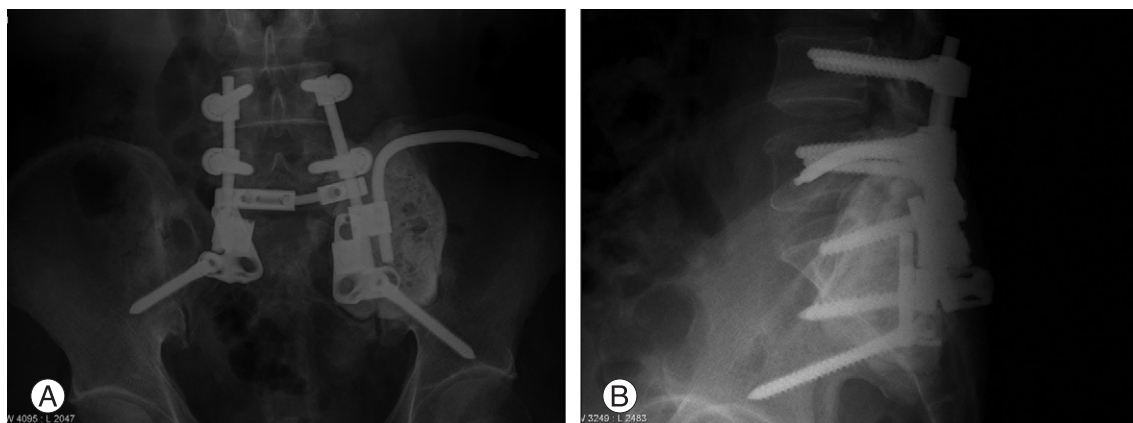


Fig. 6. (A, B) Iliac crest rod. Tumor was resected from left sacroiliac joint. Iliac crest rod was applied with iliac screw to enhance iliac fixation.

기의 안정성은 줄어들 수 있으나, 실제 임상에서는 큰 문제가 되지 않을 것으로 판단된다. 필요시 삽입된 장골 나사보다 상부에 장골 능(ilic crest) 따라서 제2의 장골 나사(길이 45~50 mm)나 구부린 강봉(길이 10 cm 내외)을 삽입하여 함께 연결하면 더 높은 고정력을 얻을 수 있다(Fig. 6)^{20,21)}.

O'Brien 등은 변형된 장골 나사 삽입 방법으로 제2 천추 장골 나사(S2 iliac screw)를 추천하는데, 이는 제1 후방 천추 추간공(S1 dorsal foramen)의 1 mm 후하방에서 외측 40도, 하방 40도 방향으로 천추부터 장골까지 나사를 삽입하는 방법이다^{22,23)}. 장골에서 나사가 지나가는 경로는 일반적인 장골 나사와 유사하나 좀더 수평에 가깝다. 장점으로는 수술 시 접근이 용이하고 연부 조직 손상이 적으며, 별도의 연결기가 필요하지 않고 이식골의 취독에 방해가 덜 되는 점이다. 단점으로는 나사가 천장 관절의 관절 면을 침범하는 경우가 많으며, 생역학적 및 임상적 검증이 아직 되지 않았다는 점이다.

결 론

우리나라 대부분의 척추외과 의사가 척추경 나사와 강봉의 사용에 익숙하다는 점을 고려하고, 보편적으로 어느 기기 시스템으로도 시행할 수 있는 방법을 찾다면 다음과 같은 고정법이 추천된다. 고도의 척추전방전위증과 같은 심한 불안정성이 없는 3-4 분절 이하의 비교적 단 분절(short segment) 요천추 고정에서는 대부분 전방 피질골까지 삽입하는 제1 천추 나사로 천추부 고정을 해결할 수 있다. 흉요추 이행부부터 요천추 이행부까지 고정하는 경우는 제1 천추 척추경 나사 이외에 천추 익 나사(sub S1 or S2)를 사용하면 좋겠고, 조금 더 큰 고정력을 원한다면 Jackson의 천추내 강봉을 삽입할 수 있다. 신경근육성 척추측만증과 같이 장 분절 고정을 요하거나 이전의 요천추 고정술에서 실패하여 재수술을 한다면 장골 나사 삽입을 하는 것이 좋겠다. 물론 연부 조직의 상태, 골다공증의 정도, 척추 전방 지지물의 유무, 척추 변형 및 교정 정도 등을 고려하여 선택을 신중히 해야 할 것이다. 이상 척추-골반의 수술에서 기기설 위주로 설명하였지만, 반드시 적절한 골 이식이 동반되어야 안정된 유합을 얻고 수술에 성공할 수 있겠다.

참고 문헌

- 1) Smith SA, Abitol J, Carlson GD, Anderson DR, Taggart KW, Garfin SR: The effects of depth of penetration,

- screw orientation, and bone density on sacral screw fixation. *Spine* 1993; 18: 1006-1010.
- 2) Saer EH, Winter RB, Lonstein JE: Long scoliosis fusion to the sacrum in adults with nonparalytic scoliosis: An improved method. *Spine* 1990; 15: 650-653.
- 3) Boachie-Adjei O, Dendrinos GK, Ogilvie JW, Bradford DS: Management of adult spinal deformity with combined anterior-posterior arthrodesis and Luque-Galveston instrumentation. *J Spinal Disord* 1991; 4: 131-141.
- 4) Emami A, Deviren V, Berven S, Smith JA, Hu SS, Bradford DS: Outcome and complication of long fusion to the sacrum in adult spinal deformity: Luque-Galveston, combined iliac and sacral screws, and sacral fixation. *Spine* 2002; 27: 776-786.
- 5) Kim YJ, Bridwell KH, Lenke LG, Rhim S, Cheh G: Pseudarthrosis in long adult spinal deformity instrumentation and fusion to the sacrum: Prevalence and risk factor analysis of 144 cases. *Spine* 2006; 31: 2329-2336.
- 6) Allen BI, Ferguson RL: The Galveston technique for L-rod instrumentation of the scoliotic spine. *Spine* 1982; 7: 276-284.
- 7) McCord DH, Cunningham BW, Shono Y, Myers JJ, McAfee PC: Biomechanical analysis of lumbosacral fixation. *Spine* 1992; 17: 235-243.
- 8) Camp JF, Caudle R, Ashman RD, Rouch J: Immediate complication of Cotrel-Dubousset instrumentation to the sacro-pelvis: A clinical and biomechanical study. *Spine* 1990; 15: 932-941.
- 9) Yazici M, Asher MA, Mardacker JW: The safety and efficacy of Isola-Galveston instrumentation and arthrodesis in the treatment of neuromuscular spinal deformities. *J Bone Joint Surg Am* 2000; 82: 524-543.
- 10) McCarthy RE, Dunn H, McCullough FL: Luque fixation to the sacral alar using the Dunn-McCarthy modification. *Spine* 1989; 14: 281-284.
- 11) Walick KS, King JT, Johnston CE, Rathjen KE: Neuropathic lower extremity pain following Dunn-McCarthy Instrumentation. *Spine* 2008; 33: 877-880.
- 12) Peelle MW, Lenke LG, Bridwell KH, Sides B: Comparison of pelvic fixation techniques in neuromuscular spinal deformity correction: Galveston rod versus iliac and lumbosacral screws. *Spine* 2006; 31: 2392-2398.
- 13) Tsuchiya K, Bridwell KH, Kuklo TR, Lenke LG, Baldus C: Minimum 5-year analysis of L5-S1 fusion using sacropelvic fixation (bilateral S1 and iliac screws) for spinal deformity. *Spine* 2006; 31: 303-308.

- 14) **Kostuik JP, Valdevit A, Chang HG, Kanzaki K:** *Biomechanical testing of the lumbosacral spine. Spine, 1998; 23: 1721-1728.*
- 15) **Jackson RP, McManus AC:** *The iliac buttress. A computed tomographic study of sacral anatomy. Spine 1993; 18: 1318-1328.*
- 16) **Minamide A, Akamaru T, Yoon ST, Tamaki T, Rhee JM, Hutton WC:** *Transdiscal L5-S1 screws for the fixation of isthmic spondylolisthesis: A biomechanical evaluation. J Spinal Disord 2003; 16: 144-149.*
- 17) **Farcy W, Rawlins BA, Glassman SD:** *Technique and results of fixation to the sacrum with iliosacral screw. Spine 1992; 17: 190-195.*
- 18) **Routt MLC, Nork SE, Mills WJ:** *Percutaneous fixation of pelvic ring disruptions. Clin Orthop Relat Res 2000; 375: 15-29.*
- 19) **Asher MA:** *Lumbopelvic fixation with the Isola spinal implant system. (in Margulies JY, Floman Y, Farcy JPC, Newwirth MG eds. Lumbosacral and spinopelvic fixation. New York, Lippincott-Raven: 215, 1996.)*
- 20) **Phillips JH, Gutheil JP, Knapp DR:** *Iliac screw fixation in neuromuscular scoliosis. Spine 2007; 32: 1566-1570.*
- 21) **Zhang HY, Thongtrangan I, Balabhadra RS, Murovic JA, Kim DH:** *Surgical technique for total sacrectomy and spinopelvic reconstruction. Neurosurg Focus 2003; 15: 5-14.*
- 22) **O'Brien JR, Yu WD, Bhatnagar R, Sponseller P, Kebaish KM:** *An anatomic study of the S2 iliac technique for lumbopelvic screw placement. Spine 2009; 34: 349-442.*
- 23) **Chang TL, Sponseller PD, Kebaish KM, Fishman EK:** *Low profile pelvic fixation: Anatomical parameters for sacral alar-iliac fixation versus traditional iliac fixation. Spine 2009; 34: 436-440.*

국 문 초 록

신경근육성 척추측만증, 요천추부의 각종 퇴행성 병변, 외상 및 종양 등에서 요추-천추부 고정, 나아가서는 척추-골반부의 고정을 요하는 경우가 많으나, 천골의 해부학적 특성상 안정된 고정을 얻기가 힘들다. 특히 장 분절 고정, 심한 불안정성, 골 결손이 있는 경우에는 더욱 그렇다. 척추경 나사가 개발되고 대부분의 척추 고정이 한결 쉽고 견고하게 되었지만, 천추에서는 제1 천추 척추경 나사만으로는 부족한 경우가 많다. 이를 보강하는 방법으로는 Galveston 방법, McCarthy S-강봉, Jackson 천추내 강봉 등과 같이 강봉을 이용한 방법들과, 천골 익 나사, 경추간판 나사, 장골 나사 등과 같이 나사를 이용하는 방법들로 대별될 수 있다. 이 논문에서는 각 적응증에 따른 고정 방법의 변화를 알아보고 장단점을 분석하였다. 또한 최근 사용이 증가하고 있는 장골 나사 사용 방법을 자세히 소개하여 활용할 수 있도록 하고, 합병증을 줄이고자 하였다.

색인단어: 요추-천추부 고정, 척추-골반부 고정, 장골 나사

※ 통신저자 : 장 봉 순

서울특별시 종로구 대학로 101번지

서울대학교 의과대학 정형외과학교실

Tel: 82-2-2072-3864, Fax: 82-2-764-2718, E-mail: bschang@snu.ac.kr