

The Prevention and Management of Neurologic Complications in Spinal Surgery

Ki Hyung Koo, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Dongguk University College of Medicine, Goyang, Korea

Neurological complications related to spinal surgery are not common, but can result in catastrophic clinical failures. The ultimate goal during the operation should be to try to reduce and prevent a severe neurologic complication by careful preoperative planning and attention to trivial details related to the patients and their pathologies. It is very critical and important to understand the potential neurological complications that can occur during the operation and to manage them if they should happen. In our review article, general principles associated with various neurologic complications are reviewed and discussed.

Key Words: Neurologic complication, Spinal surgery, Nerve root injury, Dural injury, Peripheral nerve injury

서론

척추 수술 중 발생하는 신경학적 손상은 비교적 흔하지 않으나 때로는 심각한 결과를 초래할 수 있다. 그러므로 이를 막기 위한 세심하고 철저한 술 전 계획 및 수술 중의 주의가 요구된다고 할 수 있겠다. 또한 최근 다양한 종류의 새로운 수술 기법 및 수술 기구들이 계속 소개되고 있으며 이에 따른 새로운 합병증도 보고되고 있으므로 이에 대한 충분한 사전 지식도 필수적이라고 하겠다.

여기서는 척추 수술 중 발생할 수 있는 신경학적 합병증에 대해 알아보고 이에 대한 예방 및 합병증이 발생했을 경우 이에 대한 적절한 대책 및 치료에 대해 살펴보고자 한다.

경추부에서의 신경학적 합병증

1. 전방 접근술(Anterior approach)

경추의 전방 접근술은 비교적 안전한 수술로서 이미 1950년대부터 시작되어 보편화되었다. 후방으로 탈출된 추간판이나 신경을 압박하고 있는 골극을 제거하고 추체간 유합술을 시행하여 양호한 임상적 결과를 얻을 수 있다.¹⁾ 그러나, 전방 접근술은 경부의 철저한 해부학적 인식이 요구된다. 전방 접근술 시에 발생할 수 있는 신경

학적인 합병증에는 전방 접근과 관련된 신경의 손상, 척수 및 신경근의 손상 등이 있으며 이에 대해서 살펴보고자 한다.

1)반회 후두 신경(recurrent laryngeal nerve)의 손상

전방 접근법과 관련되어 가장 흔한 신경학적인 합병증이며 발생 빈도는 대략 0.2%에서 11% 정도로 보고되고 있다.^{1,2,3)} 좌측의 반회 후두 신경(recurrent laryngeal nerve)은 대동맥궁(aortic arch)을 돌아 기도와 식도 사이로 바로 들어가므로 손상 가능성이 적은 반면에, 우측의 반회 후두 신경은 쇄골하 동맥(subclavian artery)을 돌아서 외측에서 내측방향으로 가로 질러 가다가 기도와 식도 사이로 들어가고 경로가 일정하지 않아 손상 받기 쉽기 때문에 좌측 도달법이 선호되기는 하나 좌, 우측 도달법 사이에 반회 후두 신경(recurrent laryngeal nerve) 손상의 빈도의 차이가 없었다는 보고도 있다.¹⁾ 우수자인 경우 우측 도달법이 좀 더 수술에 편리하고 특히 병변

Corresponding author: Ki Hyung Koo, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Dongguk University International Hospital, Dongguk University College of Medicine, 814 Siksa-dong, Ilsan-gu, Goyang-city, Gyeonggi, Korea

TEL: 82-31-961-7294, **FAX:** 82-31-961-7290

E-mail: drkoo@hanmail.net

이 좌측에 있는 경우 우측 도달법을 사용하면 좌측 추간공의 감압술에 유리하기 때문에 술자에 따라서 우측 접근법을 선호하는 경우도 있다. 반회 후두 신경(recurrent laryngeal nerve)의 손상은 이 신경이 tracheoesophageal groove에 위치하므로 주로 전인에 의한 것이다.¹⁾ 대부분은 일과성이며 수 주간 지속되기도 하나 영구적인 경우도 있다.⁴⁾ 수술 중 견인기(retractor)를 삽입한 후 endotracheal cuff의 deflation 시킨 후 다시 cuff pressure를 가하는 방법으로 신경 손상의 가능성을 줄일 수 있으며 견인기를 간헐적으로 이완시키는 것도 발생 빈도를 낮출 수 있다.^{1,4)}

상 후두 신경(superior laryngeal nerve)의 손상도 보고되고 있는데 superior thyroid vessel과 인접하므로 thyroid vessel 근처의 deep cervical fascia를 박리할 때 손상을 받기 쉽다.¹⁾ 임상 증상은 경미하여 대개의 환자들은 어떠한 변화도 인지하지 못하나 약간의 애성(hoarseness)이나 고음의 이상 등을 호소할 수도 있다.

2) 경추 교감 신경쇄(cervical sympathetic chain)의 손상

경추 교감 신경쇄의 손상은 임상적으로 Horner's syndrome을 유발할 수 있는데 주로 하부 경추의 전방 접근 시 손상 받기 쉽다.⁴⁾ 하부 경추에서는 cervical sympathetic chain이 longus colli muscle의 내측 경계에 더 가깝게 위치하므로 longus colli muscle을 과도하게 외측까지 박리하는 경우 손상을 받을 수 있다.³⁾ Sympathetic plexus는 longus colli muscle 안에 위치하므로 longus colli muscle의 내측까지만 박리하고 외측으로 접근하지 않으면 손상을 막을 수 있다.^{3,4)}

3) 척수의 손상

척수의 손상은 드물기는 하나 사지 마비나 하지 마비를 초래할 수 있는 중대한 합병증이다. 척수의 손상은 수술 중 다양한 시기에 발생될 수 있으며 마취 시나 환자의 자세를 잡는 시기에도 발생될 수 있다.⁴⁾ 수술 전 이미 심한 척수의 압박이 존재하는 경우 경추의 심한 굴곡과 신전은 절대적으로 피해야 하며 각별한 주의가 요구된다. 이러한 자세는 척추관의 시상면에서의 직경을 감소시키므로 특히 경추증성 척수증(cervical spondylotic myelopathy) 환자에서는 척수를 압박할 수 있다. 굴곡 시는 ventral spondylotic bar에 의하여, 신전 시에는 황색인대의 buckling에 의하여 척수의 압박이 있을 수 있다.⁵⁾

전방 경추 추간판 제거술 및 감압술 시 여러 가지 수술

기구들에 의한 척수의 손상도 보고되고 있다.^{2,4,5)} Burr, curet, Kerrison rongeur 등 흔히 사용하는 기구들이 미끄러지면서 척수에 직접적인 충격을 가하기도 한다. 척수 주변의 감압술 시에는 미끄러지지 않게 가능한 안정된 자세로 기구를 잡아야 하며 척수 방향으로 압력을 가해서는 안된다. 큰 Kerrison rongeur를 사용하여 척수에 압박이 가해져서는 안되며 high-speed burr를 사용하여 뼈를 얇게 만든 후 microcuret을 사용하여 제거하는 것이 가장 안전하고 효과적인 방법이다.⁴⁾

추간판의 제거 후 추체 사이에 cage나 골편을 삽입할 때 너무 깊이 삽입되어 척수에 직접적인 충격을 가한 경우도 보고되고 있어 항상 수술 전에 CT나 MRI에서 경추 추체의 전후 직경을 미리 검토하는 것이 바람직하다.^{4,5)}

나사못의 삽입에 의한 척수의 손상도 보고되어 있는데 bicortical purchase를 얻고자 하는 경우에 발생할 수 있다.⁵⁾

수술 후 경막의 혈종에 의한 척수의 압박 1% 미만으로 보고되고 있으나 심각한 합병증을 초래할 수 있으므로 철저한 지혈 및 retropharyngeal space에 배액관을 위치시켜야 한다.⁴⁾

4)신경근의 손상

신경근의 손상은 전방 접근법에서는 드물다. 0.17% 정도로 보고되고 있으며 감압술 후 척수의 이동에 의한 신경근의 전인에 의한 것이 대부분이다.^{4,6)}

2. 후방 접근술(Posterior approach)

전방 접근술과 마찬가지로 수술의 다양한 과정에서 발생될 수 있으며 세심한 주의가 요구된다.

1)척수 및 신경근의 손상

후궁 절제술을 포함한 감압술 시행 시 척수 손상이 발생될 수 있으며 전방 접근술에서와 마찬가지로 수술 기구의 미끄러짐이나 척수에 대한 압박에 의한 척수의 손상의 가능성이 있을 수 있다. 이러한 가능성을 줄이기 위해 high-speed bur의 사용이 추천되고 있다.^{4,6)}

경추증과 연관된 경추의 후만 변형이 있는 경우 sagittal bowstring effect에 의해 전방의 구조물이 척수를 압박할 수 있고 이로 인해 신경의 손상을 초래할 수 있으며 후방 추궁판 절제술 만을 시행했을 경우에 일부의 환자들에서 오히려 신경학적 증상이 악화되는 이유이다.^{4,7)} 추궁판 절제술을 시행할 때는 부적절한 범위를 시행할 경우 오히려

려 신경학적인 증상의 악화나 불안정성을 보일 수도 있다. 외측으로는 경막의 외측면까지 시행해야 하며 너무 외측까지 시행했을 경우 불안정성을 유발할 수 있다. 또한 경흉추부 경계까지 광범위하게 시행한 경우에도 불안정성이나 후만 변형을 초래할 수 있다. 그러나, 상하로 충분한 범위를 시행하지 못한 경우에는 척수의 dorsal kinking이 발생되어 지속적인 신경학적인 이상을 보이거나 술 전보다 증상이 악화될 수도 있다.^{4,7)} 따라서 적절한 후방 추궁관 절제술의 범위 설정은 매우 중요하다고 할 수 있겠다.

각종 기구의 삽입 시에도 척수의 손상이 있을 수 있다. 외측과 나사못(lateral mass screw)의 삽입 시에 외측과 안에서 외측으로 충분한 경사를 주지 못한 경우 척수의 손상이 발생할 수 있다.^{4,8,9)} 또한 신경근의 손상 가능성도 있으며 특히Roy-Camille technique을 이용하여 외측과 나사못을 bicortical로 삽입 시 너무 긴 나사못을 삽입하게 되면 나사못에 의한 신경근의 손상 가능성이 Margerl 등이나 An 등에 의한 방법보다 높으므로 주의를 요한다.^{4,8)} 평균적인 성인에서 대개 14-16mm 정도의 길이가 추천된다.⁴⁾

견고한 고정력을 얻기 위한 경추 척추경 나사못(cervical pedicle screw)을 사용하는 경우가 점차로 늘어나고 있는데 경우도 혈관 손상의 뿐만 아니라 척수의 손상 가능성이 있으므로 주의가 요구된다.^{8,10,11)} 내측으로는 척수의 손상 가능성이 있으며 외측으로는 척추 동맥(vertebral artery)에 손상을 줄 수 있다.^{10,11)} 상방 및 하방에서는 신경근의 손상 가능성이 있으므로 주의하여야 한다.¹¹⁾ 안전한 경추 척추경 나사못의 삽입을 위해 Abumi's technique, laminoforaminotomy technique 등이 소개되어 왔으며 최근에는 key slot technique이 소개되었으나 여전히 주의 깊은 시술이 요구된다.^{8,11)}

2) 상위 경추 수술 시의 문제

위 경추의 유합술은 기술적으로 어려운 수술이며 정확한 해부학적인 지식이 요구된다. C1, C2에 나사못을 삽입하는 방법에는 여러 가지가 있다. C1에 나사못을 삽입하는 방법에는 외측과 나사못(lateral mass screw), 후궁 나사못(posterior arch screw)이 있다. 나사못의 삽입 시 내측 방향으로 10-15도 정도 각도를 주면서 삽입하는 것이 hypoglossal nerve의 손상을 막을 수 있다.^{4,9,12)} 외측과 나사못의 삽입 시 삽입 지점에 venous plexus가 존재하여 출혈의 위험성이 크고 나사못에 의한 C2 신경근의 자

극이 있을 수 있으므로 C1의 후궁(posterior arch)에 나사못을 삽입하는 방법이 소개되고 있다.^{9,13)} 이러한 후궁 나사못의 삽입 시에 ponticulus posticus의 존재를 술 전에 미리 파악하지 않으면 척추 동맥의 손상을 유발할 수 있으며 수술 전 CT 및 CT 혈관 조영술(CT angiography)을 실시해야 뜻하지 않는 척추 동맥의 손상을 예방할 수 있다.^{9,13)}

C2에 나사못을 삽입하는 방법으로는 척추경 나사못(pedicle screw), 관절하 나사못(subarticular screw), 협부 나사못(pars screw), 추궁 나사못(laminar screw)등이 소개되고 있다.^{9,10,14)} 척추경 나사못이나 관절하 나사못은 강력한 고정력을 가지나 척추경이 협소하거나 high-riding vertebral artery가 있는 경우는 삽입이 어려울 수 있으므로 술 전에 이를 확인하는 것이 필요하다.^{8,9,10)} High-riding artery는 정상인의 약 10-20% 정도에서 존재하므로 수술 전 혈관 조영 검사나 3D-CT angiography를 시행하여 척추 동맥의 주행을 확인하여야 한다.^{4,9,10)}

C1-C2의 sublaminar wiring도 신경 손상의 위험성을 가지고 있으며 새로운 척수증의 발생이나 기존 척수증의 악화가 6% 정도까지 보고되고 있으며 wiring 시 척수에 압박 및 손상을 가하지 않도록 각별한 주의가 요구된다.^{4,9)}

3) C5 신경근의 마비

C5 신경근의 마비는 추궁 제거술이나 추궁 성형술 같은 후방 감압술을 시행한 경우에 발생되기도 하며 5-16% 정도의 빈도가 보고되고 있다.^{4,15,16,17)} 드물게 C6 신경근의 마비가 보고되기도 하나 대부분 C5 신경근의 마비가 발생되고 있다.¹⁶⁾ 원인은 감압된 척수의 후방 이동에 의한 신경근의 견인에 의한 것으로 생각되고 있으나 이견도 있다.¹⁶⁾ Zygoapophygeal joint의 내측에 bony gutter를 위치시키고 개방된 추궁의 각도를 60도 이하로 유지하는 방법들이 예방을 위해 소개되고 있다.^{4,16)}

흉추부에서의 신경학적 합병증

1. 척수의 손상

흉추부에서의 척수 손상은 전방 또는 후방 접근 중에 발생할 수 있으며 감압술, 유합술 그리고 기기술에서 척수에 대한 기계적인 압박 또는 척수의 허혈에 의해 생길 수 있다. 척수의 허혈에 의한 손상은 특히 전방 접근법을 사용하는 경우에 발생할 수 있다.^{4,7,18)} 흉추부에서

의 혈관 손상은 흉추부 척수의 혈액 공급을 차단하여 마비가 발생할 수 있다.^{10,19,20)} 일측성 혈액 공급의 차단으로 마비가 발생하는 경우는 드물지만 양측성으로 차단되면 마비가 발생할 수 있다.^{4,7)} 척수의 임계 지역(critical zone)은 T4에서 T9에 걸쳐서 분포되어 있는데 이 부위의 anterior medullary feeder artery는 작고 불완전할 수 있다.⁷⁾ 흉요추부의 척수, 즉 척수의 하부의 주된 혈액 공급 원인 Adamkiewicz 동맥(The Artery of Adamkiewicz)는 약 80% 정도에서 좌측에 존재하며 특히 T9과 T11사이에서 가장 높은 빈도를 보인다. 가능하면 이를 찾아서 보존하는 것이 바람직하다.^{4,7)} 그러므로, 중간 흉추부의 경흉추 도달법(trans-thoracic approach) 시행 시 우측 도달법이 선호된다.⁷⁾

감압술 시 척수에 대한 부적절한 압박은 척수의 손상을 유발할 수 있는데 불충분한 감압술 후 술 후에 지연성 신경 손상이 발생하기도 한다.⁴⁾

특히 흉추부의 후방 감압술 시에는 특별한 주의가 요구되는데 이 부위에서는 척수 주위로 공간이 거의 없기 때문에 감압술을 시행할 때 척수의 손상 가능성이 높게 된다. 특히 마미(cauda equine) 부근에 대한 감압 시보다 척수 원추(conus medullaris) 부근에 대한 감압 시 위험성이 크다.^{4,19)} 감압술 시 털 압박된 부분에서 척추관으로 접근하고 척수관으로부터 멀어지는 방향으로 작업해야 하며 척수에 대한 압박은 절대적으로 피해야 한다.⁴⁾

유합술 시에 부적절한 크기의 골편을 삽입하는 경우 척수 손상이 발생할 수 있다.⁴⁾ 기기를 삽입하는 과정에서도 척수의 손상이 발생할 수 있다. 잘못된 방향으로 척추경 나사못이나 고리를 삽입하는 경우 척수에 손상을 줄 수 있으며, 추궁하 고리나 강선은 척수의 압박을 초래할 수 있다.⁸⁾ 따라서 정확한 해부학적인 지식과 삽입할 기기에 대한 정보의 습득이 중요하다고 하겠다.

2. 신경근의 손상

신경근의 손상은 주로 요추부 후방 접근술에서 발생되며 다양한 원인에 의해 생길 수 있다. 신경근의 과도한 견인에 의한 손상이 가장 흔하며 신경근을 많이 견인하게 보다는 주변의 골조직이나 연부 조직을 더 제거하는 것이 바람직하다.^{21,22)} 추체간 유합술을 시행하는 경우 신경근의 과도한 견인에 의하여 신경근의 손상이 초래되는 경우가 있으므로 후방 요추 유합술(posterior lumbar interbody fusion; PLIF) 보다는 경추간공 요추 추체간 유합술(transforaminal lumbar interbody fusion; TLIF)을

시행하는 것이 신경근의 견인을 줄일 수 있다.^{21,23)} 때로는 추체간에 삽입된 골편이나 케이지(cage)의 후방 이동에 의한 신경근의 압박이 있을 수 있으며 골편이나 케이지의 삽입 시에 이식된 작은 골편에 의한 신경근의 압박도 보고되어 있으므로 주의를 요한다.^{21,23)}

척추경 나사못의 삽입 시의 신경근의 손상이 보고되고 있으며 나사못에 의하여 신경근이 절단되거나 열상을 받기 보다 신경근이 나사못에 의해 전위되므로 대부분의 경우는 잘못 삽입된 나사못을 제거하면 증상이 소실된다.²⁴⁾ 그러므로, 나사못의 삽입 시 3 차원적인 해부학적인 구조 및 골 구조의 병적인 변형 등을 충분히 고려하여야 한다. 드물게는 척추경 나사못 자체 보다는 골절된 척추경의 골편에 의한 신경근의 압박도 발생할 수 있으므로 주의를 요한다.²¹⁾ 잘못 삽입된 척추경 나사못은 제거 후 다시 정확한 위치에 삽입해야 하나 재삽입이 어려울 경우 다른 부위에 추가적인 고정술을 고려해야 한다.²⁴⁾

3. 요추부 및 요천추부의 전방 접근술과 관련된 신경 손상

요추부의 전방 접근술 시 요근 위로 지나가는 음부 대퇴 신경(genitofemoral nerve)의 손상에 유의해야 하며 척추 주위 교감 신경총(paravertebral sympathetic plexus)이 요근의 내측에 위치하고 있으므로 과도한 요근의 외측 견인이나 전기 소작기의 사용에 주의를 요한다.^{4,18)}

요천추부의 전방 접근술 시는 상부 하복 교감 신경총(superior hypogastric sympathetic plexus)의 손상에 유의하여야 하며 이의 손상 시 역행성 사정(retrograde ejaculation)의 위험성이 있으므로 가능하면 전기 소작기는 사용하지 않는 것이 바람직하겠다.^{4,7)}

경막의 손상(Dural injury)

척추 수술 중 경막의 손상과 이에 의한 뇌척수액의 누출은 유착이 심한 경우에서 박리 도중, 기기 고정술, 그리고 추궁 제거술이나 후관절 제거술을 포함한 감압술을 시행하는 과정에서 발생할 수 있으므로 주의를 요한다.^{4,25)} 또한 수술 중에서는 발견하지 못했으나 수술 후에 남은 날카로운 골극 등에 의하여 술 후 경막의 손상이 발생하는 경우도 있다.^{25,26)} 또한 방출성 골절이나 추궁의 골절 등 외상에 의하여 발생하기도 한다.²⁶⁾ 경막 손상의 빈도는 1% 미만에서 17%까지 다양하게 보고되고 있으며 재수술의 경우 빈도가 높다고 한다.^{4,25,26)}

1. 경막 손상의 치료

경막이 파열된 경우의 치료는 파열된 크기, 부위 그리고 발견 시점 등에 따라 다르다. 경막 파열에 대한 치료의 gold standard는 일차 봉합이다.^{4,25} 수술 중 발견된 경막 파열은 즉시 봉합해야 한다.²⁶ 주변의 골을 좀더 제거하여 경막을 완전히 노출시키고 경막낭의 내용물을 확인한 후 경막의 봉합을 시행해야 한다.²⁶ 봉합이 되지 않는 경우는 근건막이나 근이식을 통하여 결손 부위를 봉합하며 결손이 큰 경우는 dural patch의 사용을 고려해야 한다.²⁶ 봉합 후에는 Valsalva maneuver를 시행하여 water-tight closure가 되었는지를 확인해야 한다.^{4,26} 봉합한 부분에 추가로 fibrin glue, Gelfoam, Duragen, Dermabond 등을 사용하기도 한다.^{25,26} 수술 후에는 최소한 48 시간 이상 침상 안정을 취하도록 한다. 때로는 lumbar drain을 삽입하기도 한다.²⁶ 전방 도달법을 사용한 경우의 경막 손상 시는 봉합이 어려운 경우가 많으며 손상된 부분에 fibrin glue, Gelfoam 등을 사용하거나 근이식을 시행하고 배액 도관을 삽입하기도 한다.^{4,26}

2. 경막 손상의 합병증

뇌척수액의 누출과 관련하여 가성 뇌막류(pseudomeningocele)나 뇌척수액 누공(CSF fistula)이 발생할 수 있으며 뇌척수염이나 지주막염 등의 감염, 신경 근이나 척수의 탈출, 경막외 혈종 등의 합병증이 발생할 수 있다.^{4,25,26}

말초 신경의 손상

척수 수술 중 마취 및 환자의 자세와 관련하여 말초 신경의 손상이 있을 수 있다.

1. 척골 신경의 손상

수술 중 부적절한 환자의 자세 및 상지의 부적절한 padding의한 말초 신경의 견인이나 압박에 의해 발생할 수 있으며 수술 전 척골 신경병증이 이미 존재했던 경우 증상의 악화를 보일 수 있다.²⁰ 또한 과체중인 경우, 수술 후 과도한 침상 안정을 시행하는 경우도 위험 인자이다. O'Driscoll 등²⁷은 110도 이상의 주관절 굴곡은 cubital tunnel retinaculum을 긴장시키고 척골 신경을 압박하게 된다고 하였다. 예방을 위해서는 주관절의 과도한 굴곡을 피하고 주관절 주위에 충분히 padding을 하는 것이 필요하겠었다.

2. 상완 신경총의 손상

상완 신경총(Brachial plexus)의 손상은 median sternotomy나 head-down position을 취하는 경우에 발생할 수 있으며 앙와위(supine position)에서 두부를 과도하게 한쪽으로 돌리는 자세를 오래 취할 경우 반대측 상완 신경총의 견인에 의하여 생기기도 한다.^{4,20}

3. 비골 신경의 손상

척골 신경 손상의 경우처럼 수술 중 부적절한 환자의 자세 및 하지의 부적절한 padding의하여 발생할 수 있으며 예방을 위하여 수술 전 환자의 자세를 잡을 때에 세심한 주의가 요구된다.^{4,7}

4. 대퇴 신경 지각 이상증(Meralgia Paresthetica, Lateral femoral cutaneous neuropathy)

대퇴 신경 지각 이상증은 외측 대퇴 피부 신경(lateral femoral cutaneous nerve)의 신경병증으로 대퇴부 전외측의 작열감이나 감각 저하를 보이는데 복와위(prone position)에서 장시간 수술을 시행한 경우 발생할 수 있다.^{4,7} 발생 빈도는 약 12%에서 20% 정도까지 보고되고 있으며 대개의 경우 저절로 호전되며 마른 환자에서 좀더 호발하였다고 보고되고 있다.⁴ 일부에서는 post를 사용하는 Hall-Relton frame을 사용한 경우에서 좀더 호발하였다고 보고하고 있다.^{4,7} 특별한 조치는 필요하지 않으며 극심한 통증을 호소하는 일부의 환자에게 신경 압박술을 포함한 수술적 치료를 시행하는 경우도 있다.⁴

References

1. Apfelbaum RI, Kriskovich MD, Haller JR. The incidence, cause, and prevention of recurrent laryngeal nerve palsies during anterior cervical spine surgery. *Spine*. 2000;15;25:2906-12.
2. Bertalanffy H, Eggert HR. Complications of anterior cervical discectomy without fusion in 450 consecutive patients. *Acta Neurochir*. 1989;99:41-50.
3. Beutler WJ, Sweeney CA, Connolly PJ. Recurrent laryngeal nerve injury with anterior cervical spine surgery risk with laterality of surgical approach. *Spine*. 2001;26:1337-42.
4. Benzel EC, Shedid D, Gonugunta V. *Neurological Complications of Spinal Surgery in the Spine*. 5th ed. Philadelphia, Saunders Elsevier: 2006.1441-53.
5. Sevki K, Mehmet T, Ufuk T, Azmi H, Mercan S, Erkal B. Results

- of surgical treatment for degenerative cervical myelopathy: anterior cervical corpectomy and stabilization. *Spine*. 2004;29:2493-500.
6. Graham JJ. Complications of cervical spine surgery. A five-year report on a survey of the membership of the Cervical Spine Research Society by the Morbidity and Mortality Committee. *Spine*. 1989;14:1046-50.
 7. Heller JG, Fayssooux RS. *Complications of Spinal Surgery in the Spine*. 6th ed. Philadelphia, Saunders Elsevier:2011.1704-19.
 8. O'Leary PT, Ghanayem AJ. *Instrumentation Complications in the Spine*. 6th ed. Philadelphia, Saunders Elsevier: 2011.1777-88.
 9. Coyne TJ, Fehlings MG, Wallace MC, Bernstein M, Tator CH. C1-C2 posterior cervical fusion: long-term evaluation of results and efficacy. *Neurosurgery*. 1995;37:688-92.
 10. Stambough JL, Clouse EK. *Vascular Complications in Spinal Surgery in the Spine*. 6th ed. Philadelphia, Saunders Elsevier: 2011.1728-76.
 11. Lee SH, Kim KT, Abumi K, Suk KS, Lee JH, Park KJ. Cervical pedicle screw placement using the "key slot technique": the feasibility and learning curve. *J Spinal Disord Tech*. 2012;25:415-21.
 12. Currier BL, Todd LT, Maus TP, Fisher DR, Yaszemski MJ. Anatomic relationship of the internal carotid artery to the C1 vertebra: A case report of cervical reconstruction for chordoma and pilot study to assess the risk of screw fixation of the atlas. *Spine*. 2003;28:E461-7.
 13. Kim KH, Park KW, Manh TH, Yeom JS, Chang BS, Lee CK. Prevalence and Morphologic Features of Ponticulus Posticus in Koreans: Analysis of 312 Radiographs and 225 Three-dimensional CT Scans. *Asian Spine J*. 2007;1:27-31.
 14. Lall R, Patel NJ, Resnick DK. A review of complications associated with craniocervical fusion surgery. *Neurosurgery*. 2010;67:1396-402.
 15. Hashimoto M, Mochizuki M, Aiba A et al. C5 palsy following anterior decompression and spinal fusion for cervical degenerative diseases. *Eur Spine J*. 2010;19:1702-10.
 16. Sakaura H, Hosono N, Mukai Y, Ishii T, Yoshikawa H. C5 palsy after decompression surgery for cervical myelopathy: review of the literature. *Spine*. 2003;28:2447-51.
 17. Shinomiya K, Okawa A, Nakao K et al. Morphology of C5 ventral nerve rootlets as part of dissociated motor loss of deltoid muscle. *Spine*. 1994;19:2501-4.
 18. Cohn EB, Ignatoff JM, Keeler TC, Shapiro DE, Blum MD. Exposure of the anterior spine: technique and experience with 66 patients. *J Urol*. 2000;164:416-8.
 19. Knop C, Bastian L, Lange U, Oeser M, Zdichavsky M, Blauth M. Complications in surgical treatment of thoracolumbar injuries. *Eur Spine J*. 2002;11:214-26.
 20. Warner MA. Perioperative neuropathies. *Mayo Clin Proc*. 1998;73:567-74.
 21. Antonacci MD, Eismont FJ. Neurologic complications after lumbar spine surgery. *J Am Acad Orthop Surg*. 2001; 9:137-45.
 22. Tay BB, Berven S. Indications, techniques, and complications of lumbar interbody fusion. *Semin Neurol*. 2002;22:221-30.
 23. Brown CA, Eismont FJ. Complications in spinal fusion. *Orthop Clin North Am*. 1998; 29:679-99.
 24. Jutte PC, Castelein RM. Complications of pedicle screws in lumbar and lumbosacral fusions in 105 consecutive primary operations. *Eur Spine J*. 2002;11:594-8.
 25. Cammisa FP Jr, Girardi FP, Sangani PK, Parvataneni HK, Cadag S, Sandhu HS. Incidental durotomy in spine surgery. *Spine*. 2000;25:2663-7.
 26. Campbell PG, Hanna A, Harrop JS. *Spinal Dural Injuries in the Spine*. Sixth ed. Philadelphia, Saunders Elsevier: 2011.1720-7.
 27. O'Driscoll SW, Horii E, Carmichael SW, Morrey BF. The cubital tunnel and ulnar neuropathy. *J Bone Joint Surg Br*. 1991;73:613-7.

척추 수술에서 발생하는 신경 손상의 예방 및 처치

구기 형

동국대학교 의과대학 정형외과학교실

척추 수술 중 발생하는 신경학적 손상은 비교적 흔하지 않으나 때로는 심각한 결과를 초래할 수 있다. 이러한 심각한 신경학적 합병증을 감소시키고 피하기 위하여 수술 전 환자의 특성 및 질환을 고려한 세심한 계획이 필수적이라고 하겠다. 그러므로 수술 중 발생할 수 있는 신경학적 합병증과 만약 이러한 합병증이 발생했을 경우의 적절한 조치에 대해 이해하는 것이 매우 중요하다고 할 수 있겠다. 본 증설에서는 수술 중 발생할 수 있는 다양한 합병증과 관련한 일반적인 원칙에 대해 살펴보았다.

색인 단어: 신경학적 합병증, 척추 수술, 신경근 손상, 경막 손상, 말초 신경의 손상
