

# Evolución de las complicaciones neurológicas en la cirugía de deformidades vertebrales en la infancia

MIGUEL A. GODOY, CARLOS A. TELLO, IDA A. FRANCHERI, MARIANO NOEL,  
EDUARDO GALARETTO, RODRIGO REMONDINO y ERNESTO S. BERSUSKY

*Servicio de Patología Espinal, Hospital Nacional de Pediatría SAMIC "Prof. Dr. Juan P. Garrahan",  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires*

## RESUMEN

**Introducción:** Se llevó a cabo un estudio retrospectivo descriptivo con el propósito de evaluar cómo evolucionaron los pacientes que sufrieron trastornos neurológicos a causa de una cirugía de las cifoescoliosis en la infancia.

**Materiales y Métodos:** Se evaluó a 9 pacientes sin alteraciones neurológicas previas, que presentaron complicaciones neurológicas luego de un procedimiento quirúrgico por escoliosis o cifosis, operados en nuestra institución, durante un período de 10 años.

**Resultados:** Las etiologías de las deformidades fueron: 4 escoliosis idiopáticas, 2 escoliosis congénitas, una secundaria a neurofibromatosis de tipo 1, una cifosis idiopática y una poslaminectomía por miofibrosarcomatosis. Cinco pacientes tuvieron episodios neurofisiológicos intraquirúrgicos. Todos requirieron, al menos, una segunda intervención quirúrgica para solucionar su patología de base. La lesión neurológica fue: lesión radicular (un caso) y lesión del cordón medular (8 casos); 6 sufrieron una lesión medular completa (75%) que se manifestó como una paresia bilateral y 2 (25%), una lesión medular incompleta con monoparesia, sólo 2 quedaron con vejiga neurogénica.

**Conclusión:** La detección temprana de una complicación neurológica, su diagnóstico etiológico y la resolución quirúrgica mejoran la evolución neurológica del paciente, y evitan la secuela o disminuyen su gravedad.

**PALABRAS CLAVE:** Deformidad espinal. Complicaciones neurológicas. Cirugía.

**Nivel de Evidencia:** IV

## OUTCOME OF NEUROLOGICAL COMPLICATIONS IN SPINAL DEFORMITY SURGERY IN CHILDREN

### ABSTRACT

**Background:** A retrospective descriptive study was performed to assess the outcome of neurological complications due to kyphosis or scoliosis surgery in children.

**Methods:** Nine patients who suffered neurological complication during kyphosis and/or scoliosis deformity surgery operated on our institution from May 2003 to June 2013 were evaluated.

**Results:** Etiologies observed were: 4 idiopathic scolioses, 2 congenital scolioses, one associated with neurofibromatosis type 1, one idiopathic kyphosis and one myofibrosarcomatosis post-laminectomy surgery. Five patients presented intraoperative neurological changes. All patients needed at least a second surgical intervention to solve the spine deformity. The topographic classification of the neurological injury was: radicular injury (one patient); spinal cord injury (8 patients), 6 presented complete spinal injury (75%) which manifested with bilateral paresis and 2 patients (25%) suffered an incomplete spinal injury with monoparesis, only 2 stayed with neurogenic bladder.

**Conclusion:** Early detection of a neurological complication, its etiological diagnosis and surgical resolution improve neurological outcome, avoiding or reducing its sequel.

**Key words:** Spinal deformities. Neurological complications. Surgery.

**Level of Evidence:** IV

## Introducción

Las complicaciones neurológicas en la cirugía de las deformidades vertebrales son infrecuentes, pero cuando ocurren pueden volverse cuadros devastadores para el pa-

Recibido el 4-8-2014. Aceptado luego de la evaluación el 4-9-2014.

Correspondencia:

Dr. MIGUEL A. GODOY  
miguel\_0303072@hotmail.com

ciente y el equipo médico. Se pueden presentar durante las maniobras de abordaje, instrumentación y corrección. Pueden ser provocadas por lesión traumática directa, por hematomas intrarraquídeos o por mecanismos indirectos de elongación que supongan isquemia del tejido neural. A su vez, las lesiones pueden ser radicales o medulares con distintas repercusiones obvias. En la cirugía moderna de estas deformidades, se cuenta con la monitorización neurológica permanente a través de los potenciales evocados somatosensitivos (PESS), potenciales evocados motores (PEM) y electromiografía, lo que permite conocer al momento las eventuales alteraciones en la conducción nerviosa. Durante las cirugías de la cifoescoliosis, se producen, con frecuencia, alteraciones de la monitorización neurofisiológica, que debidas a causas variadas, muchas veces, y según su intensidad y duración, no provocan secuelas neurológicas. Otras veces, son de mayor intensidad y duración, y es preciso tomar medidas anestésicas y quirúrgicas que normalizan la situación y tampoco evidencian secuelas posoperatorias. Sin embargo, aunque en forma infrecuente, el paciente no recupera trazados y latencias normales durante la cirugía y despierta con lesiones neurológicas variadas. En otras ocasiones, puede no presentar avisos durante la cirugía y aparecen los fenómenos neurológicos en el posoperatorio inmediato o tardío. Las lesiones resultantes son variadas, no es siempre sencillo adjudicar la fisiopatología y, por ende, producen distinta clínica, desde monoparesias hasta paraplejías en el período agudo. Según nuestro conocimiento, no existen muchas comunicaciones que demuestren cuál ha sido la evolución en el tiempo de estas consecuencias neurológicas: si han mejorado y en cuánto tiempo.

El objetivo de este trabajo es evaluar cuáles fueron las evoluciones de los pacientes que sufrieron trastornos neurológicos secundarios a la cirugía de las cifoescoliosis en la infancia.

## Materiales y Métodos

Se realizó un estudio retrospectivo descriptivo de los pacientes que presentaron complicaciones neurológicas luego de un procedimiento quirúrgico por escoliosis o cifosis, operados en nuestra institución, durante un período de 10 años (entre mayo de 2003 y junio de 2013).

### *Criterios de inclusión*

Se incluyeron todos los pacientes que, luego de haber sido sometidos a una cirugía por escoliosis o cifosis de cualquier etiología, presentaron alguna complicación neurológica de índole radicular, de la médula espinal o de la cola de caballo, cuyo examen neurológico preoperatorio fue considerado normal.

### *Criterios de exclusión*

Se excluyeron los pacientes que tenían algún déficit neurológico en el examen clínico preoperatorio, o sufrían alguna se-

cuela neurológica como consecuencia de su patología de base (mielomeningocele, lipomeningocele) o aquellos con riesgo aumentado de sufrir alguna lesión neurológica durante el acto quirúrgico, a causa de una patología intramedular (siringomielia) o malformación raquimedular (diastematomielia) sin signos neurológicos.

Nueve pacientes cumplían los requisitos y fueron evaluados. Los datos clínicos se obtuvieron de la revisión de las historias clínicas y de los estudios por imágenes. Se analizaron las características demográficas (sexo y edad), la etiología de la deformidad, se midió el valor angular en las radiografías con el método de Cobb (preoperatorio, posquirúrgico y porcentaje de corrección), el tipo de cirugía (abordaje, osteotomías, duración de la cirugía y sangrado), el estado neurológico (prequirúrgico, posquirúrgico inmediato y secuela a largo plazo), la presencia de episodios neurológicos intraquirúrgicos, las maniobras y los procedimientos efectuados durante la cirugía tras la aparición del episodio neurofisiológico y la necesidad de someterlo a una reintervención quirúrgica.

El estudio y la monitorización neurofisiológicos tanto en la cirugía como después de ella estuvieron a cargo del Servicio de Neurología mediante PESS hasta 2005 y, de allí en adelante, mediante PESS y PEM.

La gravedad de la secuela neurológica se evaluó y estadificó según la Escala del Medical Research Council, la cual gradúa la fuerza muscular en una escala de 0 a 5 puntos. También se utilizó la Escala de Lesión Medular de Frankel y la de la American Spinal Injury Association (ASIA).

## Resultados

Durante el período de 10 años, 9 pacientes cumplieron con los criterios de inclusión: 7 niñas (78%) y 2 varones (22%), con una media de la edad de 12.5 años (rango de 8 a 17). El tiempo promedio de seguimiento fue de 4.3 años (rango de 6 meses a 10.5 años).

La etiología de las deformidades fue escoliosis idiopática (4; 44,4%), escoliosis congénita (2; 22,2%), neurofibromatosis de tipo 1 (1; 11%), cifosis idiopática (1; 11%) y poslaminectomía por miofibrosarcomatosis (1; 11%). Cabe aclarar que este último paciente, con diagnóstico de miofibrosarcomatosis a nivel torácico, fue operado a los 2 años de vida por el Servicio de Neurocirugía del Hospital, donde se realizó laminectomía T4-T9 con resección de la masa tumoral extradural; como secuela de la intervención, el paciente desarrolló una escoliosis poslaminectomía. Se decide incluirlo en este trabajo, porque permaneció sin síntomas neurológicos y con evaluación neurofisiológica sin alteraciones (PESS basales prequirúrgicos normales) hasta el momento de la cirugía de la deformidad (a los 8 años de edad) cuando sufrió la complicación neurológica.

El valor angular preoperatorio fue de 70,5° (rango de 45° a 96°) y el valor posquirúrgico, de 42° (rango de 17° a 90°), con un porcentaje de corrección del 41,5% (rango del 9,8 al 73%).

Se realizó como único procedimiento artrodesis posterior instrumentada en 7 pacientes (77,7%), mientras que,

en los dos restantes (22,3%), se efectuaron dobles abordajes. Uno de ellos consistió en un primer tiempo con una toracotomía convencional y, luego, un segundo tiempo diferido con artrodesis posterior instrumentada, mientras que, en el otro paciente, se realizó en el mismo día una toracotomía posterior y, luego, una artrodesis posterior instrumentada. Por las características de estructuración y rigidez de las curvas, 5 pacientes (55,5%) requirieron osteotomías, las cuales fueron osteotomía de Ponte (4 casos) y una vertebrrectomía en el caso restante. En 4 pacientes, no se realizó ningún procedimiento de liberación (44,5%).

El tiempo promedio de cirugía fue de 5 horas (rango de 2 a 8). La pérdida sanguínea promedio fue 1900 ml (rango de 400 a 3500 ml) (Tabla 1).

En la valoración neurológica preoperatoria, 8 pacientes fueron categorizados como clínicamente normales; el paciente restante tenía como antecedente patológico el diagnóstico de parálisis braquial obstétrica global izquierda, con PESS de miembros inferiores normales. Como esta lesión previa no tiene ningún tipo de relación con la cirugía de columna vertebral a la que fue sometido, se consideró apropiado incluirlo en el trabajo.

Todos fueron controlados durante el acto quirúrgico con monitorización neurofisiológica continua. Dos pacientes (22,3%) fueron sometidos a PESS y 7 (77,7%), a PEM y PESS. Cinco (55,5%) sufrieron episodios neurofisiológicos intraquirúrgicos y no se constató ningún tipo de alteración en los potenciales de 4 pacientes (44,5%). Es importante recalcar que, de estos pacientes sin episodios neurofisiológicos, en dos, solo se utilizaron PESS (pacientes 3 y 5) y, en los otros, PESS y PEM. El paciente 6 presentó una clínica neurológica radicular a los 43 días de la cirugía, por tomografía computarizada se confirmó una incorrecta posición de tornillos pediculares T12, L1 y L4 derechos, que motivó su revisión quirúrgica. El paciente 8 tuvo clínica neurológica a los 6 días de la cirugía, que se adjudicó a remanente óseo del cuerpo L1, diagnosticada por tomografía computarizada; fue sometido a laminectomía T12-L2 y resección del muro posterior derecho del cuerpo de L1.

Se realizaron maniobras intraquirúrgicas en 4 (80%) de los 5 pacientes con episodios neurofisiológicos: medidas para elevar la tensión arterial y transfusiones de glóbulos rojos (2 casos), reducir el peso de la tracción intraquirúrgica y reducir la corrección de la curva (un caso), prueba del despertar (*Stagnara wake-up test*) (3 pacientes), retiro de barras (un paciente) y suspensión de la cirugía (2 pacientes). En el paciente 4 (20%), no se realizaron procedimientos ni maniobras intraquirúrgicas una vez constatada la caída de potenciales evocados, los cuales retornaron a valores basales luego de 10 minutos; una vez finalizada la cirugía, se comprueba la ausencia de movilidad activa de los miembros inferiores y alteración en reflejos (Tabla 2).

La lesión neurológica se manifestó clínicamente de la siguiente manera: en 3 pacientes (33,3%), se comprobó

la presencia de déficit neurológico durante la evaluación clínica en el posoperatorio inmediato luego de extubarlo; en 2 pacientes (22,3%), durante las 24 h posquirúrgicas; en un paciente (11,1%), se detectó a las 48 h poscirugía; en otro (11,1%), a los 6 días de la cirugía; en otro (11,1%), a los 19 días y, en otro (11,1%), a los 35 días de la operación; en este último caso, se constató lesión neurológica, de tipo radicular, durante el control al mes de la cirugía.

Siete pacientes (77,7%) fueron sometidos a resonancia magnética en el momento del diagnóstico de la lesión neurológica. En 4 de ellos, el estudio se interpretó como normal, en 2 pacientes, se informó isquemia medular y, en uno, estenosis del canal medular T6-T7. Se solicitó tomografía computarizada para 2 pacientes (22,3%), en la que se constataba invasión del canal medular por resto óseo a nivel L1 (un caso) y la incorrecta posición de tornillos pediculares T12, L1 y L4 derechos (un caso).

La clasificación topográfica de la lesión neurológica fue: lesión radicular (1; 11,1%), lesiones del cordón medular (8; 88,8%) y ninguna lesión de la cola de caballo. La lesión del cordón medular no pudo ser interpretada como ningún síndrome de compresión medular específico.

Los 9 pacientes con complicaciones neurológicas luego de la cirugía de escoliosis requirieron nuevas intervenciones posteriores, 8 en nuestro centro y uno decidió continuar su atención médica en otro centro de salud (paciente 7). El tiempo promedio hasta la cirugía de revisión fue de 11 días (rango de 1 a 43), pero 5 pacientes (55,5%) requirieron más de un procedimiento quirúrgico para tratar eficazmente la patología de base, en un lapso que varió de 38 días luego del primer procedimiento a 3 años y 2 meses después de la primera cirugía. Coincide que los pacientes que tuvieron mayor tiempo de espera hasta el acto quirúrgico definitivo son los 3 pacientes (33,3%) que sufrieron otras complicaciones asociadas a los procedimientos quirúrgicos: 2 infecciones profundas, una fístula de líquido cefalorraquídeo y 2 pseudoartrosis que requirieron tratamiento quirúrgico (Tabla 3).

Por último, se evaluó la evolución neurológica de los pacientes que sufrieron déficit secundario a la intervención quirúrgica inicial. El paciente con la lesión radicular quedó completamente asintomático luego de la cirugía de revisión y la extracción de los tornillos pediculares en posición incorrecta. De los 8 pacientes con lesión del cordón medular, 6 sufrieron una lesión medular completa (75%) que clínicamente se manifestó como una paresia bilateral y 2 pacientes (25%), una lesión medular incompleta manifestada como monoparesia (Tabla 4); todos mejoraron clínicamente respecto a su cuadro neurológico inicial y el tiempo transcurrido hasta la mejoría clínica de la lesión neurológica tras la cirugía de revisión difirió según el paciente (entre 4 días y 1 ½ año).

Además, 4 pacientes (44,4%) presentaron alteraciones en los esfínteres, en el posoperatorio inmediato; de ellos, 2 pacientes recuperaron el control en el posoperatorio ale-

**Tabla 1.** Información y radiográfica de los pacientes con complicaciones neurológicas prequirúrgicas y posquirúrgicas

Pa- ciente	Edad	Sexo	Curva preoperatoria		Estado neurológico preoperatorio	Cirugía				Estado neurológico posoperatorio			Tiempo hasta la cirugía definitiva	Segni- miento
			Etiología	Nivel y Valor		Nivel	Osteo- tomías	Neuro- fisiología	Corrección	Cambio	Neurofisiología	Secuela		
1	17	F	Escoliosis + NF1	T9-T12: 86°	Normal	API T3-L3	Sí	Caída de PESS	T9-T12: 62°	Posoperatorio inme- diato: monoparesia moderada de miembro inferior derecho	Disminución TP 55% y H derecho 87%	Monoparesia leve, deambula sin ayuda	21 días	6 meses
2	10	F	Escoliosis idopática juvenil	T4-T9: 90° T9-L4: 71°	Normal	API T3-L3	Sí	Caída de PESS	T4-T9: 40° T9-L4: 35°	Día 19 posoperatorio: paresia grave en miem- bros inferiores	Compromiso cordonal posterior a predominio derecho	Paresia de miembros inferiores, deambula con andador	38 días	1 año y 1 mes
3	14	F	Escoliosis idopática del adolescente	T3-T10: 96°	Normal	Toracotomía posterior + API T1-T12	No	Sin altera- ciones	T2-T12: 85°	Día 2 posoperatorio: paraparesia a predo- minio derecho. Vejiga neurológica	Aumento de laten- cia y disminución de amplitud de onda en miembros inferiores	Paraparesia leve, marcha lenta. Vejiga neurológica	98 días	7 años y 11 meses
4	8	F	Escoliosis pos- laminectomía por miofibro- sarcomatosis	T6-T12: 81°	Normal	API T2-L4	No	Caída de PESS	T5-L2: 73°	Posoperatorio inme- diato: paraparesia de miembros inferiores. Vejiga neurológica	Ausencia de PEM en miembro inferior izquierdo	Monoparesia crural izquierda. Vejiga neurológica	3 años y 2 meses	5 años y 11 meses
5	14	M	Cifosis idopática	T8-T11: 76°	Normal	Toracotomía convencional + API T3-L3	Sí	Sin alteraciones	T7-T12: 90°	Posoperatorio inme- diato: paraplejía en miembros inferiores, globo vesical, shock medular	Compromiso bilateral vía somato- estésica a predomi- nio derecho	Deambula sin difi- cultad, hiperreflexia y clonus bilateral. Controla esfínteres	1 año y 1 mes	10 años y 6 meses
6	14	F	Escoliosis idopática del adolescente	T4-T10: 53° T10-L4: 52°	Normal	API T4-L4	No	Sin alteraciones	T4-T10: 17° T10-L4: 19°	Día 41 posoperatorio: dolor radicular en miembro inferior derecho	PESS en tornillos T12, L1 y L4 dere- chos normales	Sin secuela	43 días	1 año y 5 meses
7	10	F	Escoliosis idopática juvenil	T2-T5: 17° T5-T12: 45° T12-L4: 25°	Normal	API T5-T12	No	Caída de PESS y PEM	T2-T5: 17° T5-T12: 45° T12-L4: 25°	Posoperatorio inme- diato: monoparesia de miembro inferior izquierdo, H 3/5, sensi- bilidad conservada	No se realizó	Marcha plantigrada, camina en puntas de pies. Fuerza 4/5	Se desconoce	6 meses
8	16	M	Escoliosis congénita	T12-L2: 65°	Normal	API T10-L4	Sí	Sin alteraciones	T12-L2: 17°	Día 6 posoperatorio: disminución de la fuerza y la movilidad en miembros inferio- res. Vejiga neurológica	Desaferentación cordonal posterior a predominio izquierdo	Marcha estable, hiperreflexia y clonus bilateral. Controla esfínteres	2 años y 7 meses	3 años y 3 meses
9	15	F	Escoliosis congénita	T1-T6: 56° T6-T12: 63°	Normal	API T2-L2	Sí	Caída de PESS y PEM	T1-T6: 28° T6-T12: 36°	Posoperatorio inmediato: paraplejía en miembros inferiores	Sin registro de PEM en miembros inferiores	Deambula con valvas largas y andador. Controla esfínteres	1 día	3 años y 11 meses

API = artrodesis posterior instrumentada; PESS = potenciales evocados somatosensitivos; PEM = potenciales evocados motores; TP = tendón tibial posterior; H = tendón extensor largo del hallux.

jado y es en estos pacientes donde se constata la discrepancia entre la Escala de Frankel y la de ASIA.

La gravedad del compromiso neurológico secular se clasificó según la Escala del Medical Research Council; 3 pacientes (37,5%) obtuvieron 2 puntos; uno (12,5%) con 3 puntos y 4 (50%) con 4 puntos. Según la Escala de Frankel, 4 pacientes eran Frankel C (44,4%); 4 pacientes, Frankel D (44,4%) y uno Frankel E (11,1%). Con la Escala ASIA, se constataron 2 pacientes ASIA B (22,2%); 3 pacientes ASIA C (33,3%); 3 pacientes ASIA D (33,3%) y uno ASIA E (11,1%) (Tabla 4). Ninguno perdió su capacidad de deambular aun con algún tipo de ortesis y ayuda externa.

## Discusión

Aunque las complicaciones neurológicas tienen una prevalencia inferior al 1% del total de cirugías de escoliosis,<sup>1</sup> siguen siendo la complicación más temida tanto para los pacientes como para sus padres.<sup>2</sup> Ciertas condiciones del paciente elevan ese riesgo,<sup>1</sup> como la cifosis, la escoliosis congénita,<sup>3</sup> curvas de gran valor angular,<sup>4,5</sup> déficit neurológico preexistente o déficit neurológico adquirido durante la tracción esquelética. Los procedimientos de colocar al paciente en tracción esquelética, las osteotomías,<sup>3</sup> el tipo de instrumentación,<sup>6-8</sup> el empleo de un abordaje combinado anterior y posterior<sup>9-11</sup> o corregir la curva más allá de lo obtenido con la tracción o del *bending* preoperatorio también incrementan el riesgo.<sup>7</sup>

La lesión neurológica se puede producir durante el abordaje quirúrgico,<sup>12</sup> por traumatismo directo durante la instrumentación,<sup>7,9</sup> por compresión directa a causa de hematoma epidural o algún resto óseo; asimismo, puede sobrevenir por lesión indirecta durante las maniobras de corrección y de compresión-distracción que tensan los elementos vasculares, por isquemia,<sup>13</sup> por hipotensión,<sup>14</sup> hemorragia<sup>15,16</sup> o hipotermia.<sup>17</sup>

En nuestra serie de complicaciones, 7 (77,7%) de 9 pacientes presentaban alguno de estos factores prequirúrgicos o se les realizó algún procedimiento técnico-quirúrgico que acarrea mayor riesgo neurológico. Solo 2 pacientes (22,3%) tenían escoliosis idiopáticas, de bajo valor angular, que no requirieron osteotomías, solamente con abordaje posterior y, sin embargo, uno padeció una complicación medular durante la colocación del tornillo pedicular T11 izquierdo con caída de PEM que obligó a suspender la cirugía, y el otro paciente tuvo una lesión radicular que requirió revisión y recolocación de los tornillos T12, L1 y L4 derechos.

La neuromonitorización ha ido evolucionando desde que fue empleada, por primera vez, por Vauzelle y Stagnara, en 1972;<sup>18</sup> posteriormente, en 1977, con Nash,<sup>19</sup> surgieron los PESS en la columna dorsal, hasta que el empleo de PEM junto con PEES y la monitorización electromiográfica

hicieron que la sensibilidad y la especificidad de la monitorización sean casi óptimas,<sup>20</sup> aportando información en tiempo real, la cual permite al cirujano implementar medidas de corrección para prevenir una posible secuela neurológica.<sup>21,22</sup> Dada la sensibilidad de la neuromonitorización y su influencia en los agentes anestésicos,<sup>23,24</sup> la hipotermia, la hipotensión arterial<sup>25</sup> o el sangrado,<sup>23</sup> se ha estipulado que una alarma neurofisiológica debe considerarse como significativa a nivel medular cuando la amplitud de los PESS cae por debajo del 50% y por debajo del 75% en los PEM.<sup>26</sup> Pero, a pesar de la evolución de la monitorización intraoperatoria y de su efectividad en la columna torácica, su rendimiento es menor a nivel lumbar a la hora de detectar lesiones radiculares.<sup>2,27,28</sup>

En nuestra serie, 5 pacientes (55,5%) tuvieron alarmas neurofisiológicas que requirieron alguna intervención por parte del equipo de cirujanos; en los 4 pacientes restantes (44,5%), no se registró ningún episodio neurofisiológico durante la cirugía; en 2 de ellos (22,3%), los más antiguos de la serie, solo se realizaron PESS; mientras que, en los otros pacientes, pese a contar con PESS y PEM, no hubo episodios registrados, uno presentó una lesión radicular y el otro comenzó con clínica neurológica a los 6 días de la cirugía.

Una vez constatado el episodio neurofisiológico significativo, se debe descartar toda posible causa de falsos positivos,<sup>26</sup> si, a pesar de ellos, la alteración persiste, se debe evaluar la administración de corticoides,<sup>29-31</sup> realizar la prueba del despertar, buscar la presencia de hematomas, hueso<sup>25</sup> o partes blandas que generen compresión medular,<sup>12</sup> analizar disminuir la corrección de la curva o fijación in situ<sup>32</sup> y, eventualmente, retirar parte del implante o todo y hasta suspender la cirugía y diferirla en un segundo tiempo quirúrgico. Cabe destacar que el empleo de corticoides, en sus diferentes protocolos, siempre ha sido polémico, tanto desde el punto de vista de su posible beneficio, como de sus complicaciones e incluso de su implicancia legal; y como no está validada su administración a menores de 14 años, esta debe ser evaluada en cada caso en particular.

Si luego de finalizada la cirugía, la movilidad de los miembros inferiores es nula, asimétrica o si se evidencia algún compromiso neurológico, se recomienda la revisión quirúrgica<sup>12</sup> en busca de la posible causa. Es allí donde los estudios complementarios como tomografía computarizada o resonancia magnética pueden tener algún lugar a la hora de tomar una conducta quirúrgica; la descompresión temprana<sup>31,33</sup> y el retiro parcial o completo del implante<sup>1,18</sup> deben evaluarse en cada caso en particular, ya que no garantiza la recuperación neurológica<sup>3,31</sup> y puede comprometer la estabilidad de la columna vertebral.<sup>25,32</sup>

En nuestro estudio, 5 pacientes tuvieron episodios neurofisiológicos significativos, con maniobras intraquirúrgicas variadas (Tabla 2). Independientemente del momento del diagnóstico del cuadro neurológico, creemos que es

útil el empleo de métodos complementarios que orienten a la posible etiología de la lesión neurológica; 7 pacientes (77,7%) fueron sometidos a resonancia magnética, que fue útil para confirmar isquemia medular principalmente y, a 2 pacientes (22,3%), se les realizó una tomografía computarizada decisiva a la hora de evaluar la posición de

tornillos y la compresión por fragmentos óseos. Todos los pacientes que sufrieron alguna complicación neurológica requirieron, al menos, una cirugía más a posteriori, ya sea para exploración, descompresión y retiro de implante, o para completar la cirugía previamente interrumpida y recolocar el implante retirado (Tabla 3).

**Tabla 2.** Maniobras intraquirúrgicas

Paciente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Tipo de maniobra intraoperatoria	Elevar tensión arterial	X	X	.....	No hay maniobras específicas descritas, SE ESPERA 10 MIN	.....	.....	.....	.....	.....
	Corticoides	X		.....		.....	.....	.....	.....	.....
	Reducir peso Tracción	.....	X	.....		.....	.....	.....	.....	.....
	Transfusión de sangre	.....	X	.....		.....	.....	.....	.....	.....
	Prueba de despertar	Asimétrico		.....		.....	.....	Asimétrico	.....	Asimétrico
	Reducir corrección	.....	X	.....		.....	.....	.....	.....	.....
	Retiro del implante	Retiro de barras	.....	.....		.....	.....	.....	.....	.....
	Suspender cirugía	X	.....	.....		.....	.....	X	.....	.....

**Tabla 3.** Necesidad de reoperar

Paciente	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fecha de la primera cirugía	12/06/13	02/07/12	18/07/05	12/11/07	18/05/13	16/07/12	23/06/09	15/09/10	21/01/09
No									
Sí	03/07/13 Recolocar barras	20/07/12 Retiro de barras y tornillos T4 izquierdo y T7 derecho	20/07/05 Remoción total del implante; hemilaminectomía 4 niveles derecha. Artrodesis simple	12/11/2007 Retiro total del implante, exploración de la pared medial de cada tornillo	18/05/03 Retiro completo del implante y laminectomía T9	29/08/12 Retiro de tornillos T12 y L1 derechos, recolocación L4 derecho	En otro hospital	22/09/10 Laminectomía T12-L2, resección del muro posterior asomía derecho	22/01/09 Retiro de barras y laminectomía T7-T10. Contusión medular T9 derecha. Recolocación del implante con menor corrección
		28/08/12 Colocación de barras	26/10/05 API	17/01/11 API T2-L4	04/06/04 API T2-L4 in situ				
Tiempo transcurrido hasta la cirugía definitiva	21 días	18 días 38 días	2 días 98 días	1 día 3 años y 2 meses	1 día 1 año y 1 mes	43 días	Desconocido	7 días 2 años y 7 meses	1 día
Complicaciones en la cirugía definitiva	No	No	No	Ruptura de ambas barras, pseudoartrosis que requirió revisión	Infección de herida quirúrgica	No	Desconocido	Infección de herida quirúrgica, fístula de líquido cefalorraquídeo, pseudoartrosis que requirió revisión	No

Cuando la lesión neurológica está instalada, lo importante es poder establecer el pronóstico de la lesión. MacEwen<sup>1</sup> fue el primero en comunicar un índice de complicaciones neurológicas del 0,72% en cirugía de escoliosis, con un 55% de lesiones completas y un 45% de lesiones medulares incompletas; un tercio de los pacientes no recuperó la función motora, un tercio mejoró parcialmente y un tercio se recuperó completamente;<sup>34</sup> el autor concluyó en que los pacientes con lesión incompleta tenían un mejor pronóstico y era mejor si se retiraba el implante dentro de las 3 h de diagnosticar la lesión. En los pacientes con lesión medular traumática, la recuperación motora depende esencialmente del nivel y del grado de la lesión, y no del mecanismo de la lesión ni de su tratamiento.<sup>31</sup> El factor pronóstico más relevante para la recuperación funcional en pacientes con lesión medular es el estado neurológico en el momento de la primera evaluación.<sup>35</sup> En pacientes con ASIA A (lesión completa), si la misma escala neurológica persiste a las 72 h, el 80% queda con ese déficit.<sup>36</sup> Los pacientes ASIA B a las 72 h, por lo general, muestran una recuperación motora a ASIA C o incluso D, y la recuperación de la marcha es aproximadamente del 33%. Los pacientes ASIA C tienen el mejor pronóstico para caminar (75%). Los pacientes ASIA D tienen un muy buen pronóstico de caminar al año de la lesión. Tanto para lesiones completas como incompletas la mayor recuperación ocurre dentro de los primeros 6-9 meses, luego de ese período, la tasa de recuperación cae rápidamente hasta los 18 meses de la lesión.<sup>36</sup> Aunque hay pruebas de que la terapia física administrada incluso mucho después de la lesión puede tener efectos positivos, la terapia temprana tiene el potencial de acelerar la recuperación. El grado de recuperación depende de un gran número de factores, como la localización de la lesión, la gravedad y el cuidado inmediato y a largo plazo.<sup>37</sup>

En nuestros pacientes, hubo una lesión radicular y 8 medulares, es una debilidad del trabajo no poder contar con un diagnóstico neurológico sindrómico y una correc-

ta estatificación mediante una única escala de evaluación neurológica que unifique el seguimiento y la evaluación de los pacientes; sin embargo, existe una descripción completa de la clínica del paciente en el momento de diagnosticar la lesión neurológica que permite realizar un análisis y una evaluación retrospectivos de cada paciente en particular. Todos mejoraron clínicamente, un paciente quedó asintomático, todos conservan la capacidad de deambular y solo 2 persisten con continencia urinaria (Tabla 4).

Por último, también, se deben tener en cuenta otras complicaciones, además de las neurológicas, que influyeron en la evolución de los pacientes (2 infecciones profundas, una fístula de líquido cefalorraquídeo y 2 pseudoartrosis) hasta su tratamiento quirúrgico definitivo. Como dificultades y limitaciones, sabemos que el número de casos es escaso y que, sobre todo en los pacientes operados más recientemente, el seguimiento es corto, pero con un mínimo de 6 meses que permite sacar conclusiones respecto a la evolución neurológica. No obstante, también debemos decir que no hemos encontrado en la bibliografía estudios centrados específicamente en las complicaciones neurológicas, no enfocados en la evaluación estadística, sino en su detección, el manejo una vez diagnosticada y en su evolución en el tiempo, por lo que creemos que es un punto donde es necesario seguir investigando para poder protocolizar medidas terapéuticas destinadas a mejorar el pronóstico de estas lesiones.

## Conclusión

La detección temprana de una complicación neurológica en las cirugías de escoliosis durante el intraoperatorio o posoperatorio, su diagnóstico etiológico y su resolución quirúrgica mejoran la evolución neurológica del paciente, evitan la secuela o disminuyen su gravedad, conservando la posibilidad de deambular e independencia de los pacientes.

**Tabla 4.** Evolución del estado neurológico

		Paciente 1	Paciente 2	Paciente 3	Paciente 4	Paciente 5	Paciente 6	Paciente 7	Paciente 8	Paciente 9
<b>EVALUACIÓN INTRAQUIRÚRGICA</b>	<b>Caída de potenciales</b>	Sí	Sí	No	Sí	No	No	Sí	No	Sí
	<b>Potenciales durante la cirugía y al finalizarla</b>	Caída de potenciales en repetidas oportunidades y al colocar la barra que se recuperan	Caída de potenciales durante tracción, en abordaje, durante osteotomías y colocación de barras. Finaliza con una reducción de PESS 30% el valor basal		Caída de potenciales en maniobra de tornillo T5. PESS al finalizar la cirugía retornan a valores basales	PESS al finalizar la cirugía normales		Caída de PEM izquierdo durante la palpación de tornillo T11 izquierdo		Caída de potenciales motores derechos durante instrumentación, finaliza cirugía con 50% respecto del valor basal
<b>EVALUACIÓN POSQUIRÚRGICA</b>	<b>Evaluación clínica</b>	Paresia moderada en miembro inferior derecho	Posoperatorio normal	Posoperatorio inmediato: moviliza 4 los miembros	Falta de movilidad de miembros inferiores, sensibilidad dudosa. Vejiga neurogénica	Posoperatorio inmediato moviliza los 4 miembros	Posoperatorio inmediato: moviliza los 4 miembros	Posoperatorio inmediato: paresia en miembro inferior izquierdo, hallux 3/5. Sensibilidad conservada	Posoperatorio inmediato: moviliza los 4 miembros	Posoperatorio inmediato: moviliza los 4 miembros
			Día 19 posoperatorio: paresia distal grave, cuádriceps 1/4, psoas 2/4. Hiperreflexia, clonus y Babinsky positivos, sensibilidad conservada	20/07/05: déficit motor y sensitivo a predominio de miembro inferior derecho. Vejiga neurogénica		4 h de posoperatorio: dolor, hipoestesia en abdomen y miembros inferiores, arreflexia y paraplejía; shock medular, globo vesical	28/08/12 (día 35 posoperatorio): dolor radicular en miembro inferior derecho		21/09/10 (Día 6 posoperatorio): disminución de la fuerza y la movilidad en miembros inferiores. Reflejos 1/4 derecha 2/4 izquierda. Vejiga neurogénica	90 min de posoperatorio: paraplejía en miembros inferiores, déficit sensitivo T6-T7
	<b>Neurofisiología posquirúrgica</b>	Disminución de PESS tibial 55%, hallux 87% derecho	PESS 20/07/12: compromiso cordonal posterior L5-S1 derecho	PESS 26/10/05: latencia de onda y amplitud de miembros inferiores disminuida	PEM 01/2011: ausencia de valores en miembro inferior izquierdo y presentes en baja amplitud en miembro inferior derecho	PESS 29/05/03: mejora levemente respecto al basal	PESS 29/08/12: en tornillo T12, L1 y L4 derechos, sin alteraciones		PESS 13/10/10: tibial posterior de baja amplitud, a predominio izquierdo, compatible con desaferentación cordonal posterior	Sin PEM durante la cirugía y al finalizarla
			PESS 24/08/12: mejora respecto anterior			PESS 20/05/04: compromiso bilateral de la vía somatoestésica a predominio derecho				
<b>SECUELA</b>	<b>Secuela clínica</b>	Paresia leve en miembro inferior derecho, deambula sin ayuda, clonus e hiperreflexia	Deambula con andador	Paraparesia espástica leve, fuerza 4/5 proximal. Marcha lenta. Hiperreflexia rotuliana y Babinsky positivos. Vejiga neurogénica	Monoparesia crural izquierda. Camina con andador. Vejiga neurogénica	Deambula sin trastornos, sin alteraciones sensitivas, escala de ASIA L2 4/4, resto 5/5. Controla esfínteres, hiperreflexia, clonus bilateral, Babinsky derecho	Sin dolor	Recupera fuerza muscular en miembro inferior izquierdo 4/5. Marcha plantigrada y en puntas de pie	Fuerza y sensibilidad conservadas, clonus bilateral, continencia urinaria y fecal, marcha estable	Control de esfínteres, espasticidad isquiotibiales, deambula con valvas largas y andador
	<b>Medical Research Council (MRC) Frenkel ASIA</b>	3	2	4	2	4	5	4	4	2
		C	C	D	C	D	E	D	D	C
		C	C	B	B	D	E	D	D	C
<b>Tiempo en mejorar el cuadro neurológico</b>	21 días	59 días	1 año y 5 meses	8 meses y 5 días	3 meses y 12 días	4 días	8 días	50 días	9 meses y 20 días	

PEM = potenciales evocados motores; PESS = potenciales evocados somatosensitivos.



## Bibliografía

1. **MacEwen GD, Bunnell WP, Siriam K.** Acute neurological complications in the treatment of scoliosis. A report of the Scoliosis Research Society. *J Bone Joint Surg Am* 1975;57:404-8.
2. **Diab M, Smith AR.** Neural complications in the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2007;32(24):2759-63.
3. **Winter RB.** Neurologic safety in spinal deformity surgery. *Spine* 1997;22:1527-33.
4. **Asher M, Lai SM, Burton D, Manna B, Cooper A.** Safety and efficacy of Isola instrumentation and arthrodesis for adolescent idiopathic scoliosis: two- to 12-year follow up. *Spine* 2004;15:2013-23.
5. **Stagnara P.** Experience with the wake-up test in 623 cases (1970-1977). Paper presented at: Italian Society for Spinal Deformity, 1977, Rome, Italy.
6. **Fujita M, Diab M, Xu Z, Puttlitz C.** A biomechanical analysis of sublaminar and subtransverse process fixation using metal wires and polyethylene cables. *Spine* 2006;31:2202-8.
7. **Wilber RG, Thompson GH, Shaffer JW, Brown RH, Nash CL Jr.** Postoperative neurological deficit in segmental spinal instrumentation. A study using spinal cord monitoring. *J Bone Joint Surg Am* 1984;8(66):1178-87.
8. **Girardi FP, Boachie-Adjei O, Rawlins BA.** Safety of sublaminar wires with Isola instrumentation for the treatment of idiopathic scoliosis. *Spine* 2000;15:691-5.
9. **Coe JD, Arlet V, Donaldson W, Berven S, Hanson D, Mudiyaam R, Perra J, Shaffrey C.** Complications in spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis in the new millenium: a report of the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Committee. *Spine* 2006;31:345-9.
10. **Cusick JF, Jyklebust J, Syvoloski M.** Effects of vertebral column distraction in the monkey. *J Neurosurg* 1982;57:651-9.
11. **Bridwell KH, Lenke LG, Baldus C, Blanke K.** Major intraoperative neurologic deficits in pediatric and adult spinal deformity patients: Incidence and etiology at one institution. *Spine* 1998;23:324-31.
12. **Pahys J, Guille J.** Neurologic injury in the surgical treatment of idiopathic scoliosis: guidelines for assessment and management. *J Am Acad Orthop Surg* 2009;17:426-34.
13. **Yamada T, Yeh M, Kimura J.** Fundamental principles of somatosensory evoked potentials. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2004;15:19-42.
14. **Belmont P, Klemme W, Dhawan A, Polly D.** In vivo accuracy of thoracic pedicle screws. *Spine* 2001;26:2340-6.
15. **Grundy BL, Nash CL, Brown RH.** Anterior pressure manipulation alters spinal cord function during correction of scoliosis. *Anesthesiology* 1981;54:249-53.
16. **Kling TF, Fergusson NV, Leach AB.** The influence of induced hypotension and spine distraction on canine spinal cord blood flow. *Spine* 1985;10:878-83.
17. **Naslund TC, Hollier LH, Money SR, Facundus EC, Skenderis BS II.** Protecting the ischemic spinal cord during aortic clamping: The influence of anesthetics and hypothermia. *Ann Surg* 1992;215:409-15.
18. **Vauzelle C, Stagnara P, Jouvinroux P.** Functional monitoring of spinal cord activity during spinal surgery. *Clin Orthop* 1973;93:173-8.
19. **Nash CL Jr, Lorig RA, Schatzinger LA, Brown RH.** Spinal monitoring during operative treatment of the spine. *Clin Orthop Relat Res* 1977;126:100-5.
20. **Padberg AM, Wilson-Holden TJ, Lenke LG, Bridwell KH.** Somatosensory- and motor-evoked potential monitoring without a wake up test during idiopathic scoliosis surgery: an accepted standard of care. *Spine* 1998;23:1392-1400.
21. **Macdonald DB.** Intraoperative motor evoked potential monitoring: Overview and update. *J Clin Monit Comput* 2006;20:347-77.
22. **Lieberman J, Lyon R, Feiner J.** The efficacy of motor evoked potentials in fixed sagittal imbalance deformity correction surgery. *Spine* 2008;13: E414-E424.
23. **Lotto M, Banoub M, Schubert A.** Effects of anesthetic agents and physiologic changes on intraoperative motor evoked potentials. *J Neurosurg Anesthesiol* 2004;16:32-42.
24. **DiCindio S, Schwartz DM.** Anesthetic management for pediatric spinal fusion: Implications of advances in spinal cord monitoring. *Anesthesiol Clin North Am* 2005;23:765-87.
25. **Mooney JF III, Bernstein R, Hennrikus WL Jr, MacEwen GD.** Neurologic risk management in scoliosis surgery. *J Pediatr Orthop* 2002;22:683-9.
26. **Devlin VJ, Schwartz DM.** Intraoperative neurophysiologic monitoring during spinal surgery. *J Am Acad Orthop Surg* 2007;15:549-60.

27. **Raynor BL, Lenke LG, Kim Y.** Can triggered electromyograph thresholds predict safe thoracic pedicle screw placement? *Spine* 2002;27:2030-5.
28. **Tsai RY, Yang RS, Nuwer MR.** Intraoperative dermatomal evoked potential monitoring fails to predict outcome from lumbar decompression surgery. *Spine* 1997;22:1970-5.
29. **Bracken MB, Shepard MJ, Holford TR.** Administration of methylprednisolone for 24 or 48 hours or tirilazadmesylate for 48 hours in the treatment of acute spinal cord injury: Result of the Third National Acute Spinal Cord Injury Randomized Controlled Trial. National Acute Spinal Cord Injury Study. *JAMA* 1997;277:1597-1604.
30. **Przybylski GJ, Resnick DK, Ryken TC.** Pharmacological therapy after acute spinal cord injury. *Neurosurgery* 2002;50(3 Suppl):S63-70.
31. **Sidhu GS, Ghag A, Prokuski V, Vaccaro AR, Radcliff KE.** Civilian gunshot injuries of the spinal cord: a systematic review of the current literature. *Clin Orthop Relat Res* 2013;471:3945-55.
32. **Potenza V, Weinstein SI, Neyt JG.** Dysfunction of the spinal cord during spinal arthrodesis for scoliosis: Recommendations for early detection and treatment. A case report. *J Bone Joint Surg Am* 1998;80:1679-83.
33. **Carlson GD, Minato Y, Okada A.** Early time-dependent decompression for spinal cord injury: vascular mechanisms of recovery. *J Neurotrauma* 1997;14:951-62.
34. **Yeoman PM, Gibson MJ, Hutchinson A.** Influence of induced hypotension and spinal distraction on feline spinal somatosensory evoked potentials. *Br J Anesth* 1989;63:315-20.
35. **Scivoletto G, Tamburella F, Laurenza L, Torre M, Molinari M.** Who is going to walk? A review of the factors influencing walking recovery after spinal cord injury. *Front Hum Neurosci* 2014;8:141.
36. **Burns A, Marino R, Flanders A, Flett H.** Clinical diagnosis and prognosis following spinal cord injury. *Handb Clin Neurol* 2012;109:47-62.
37. **Hillen BK, Abbas JJ, Jung R.** Accelerating locomotor recovery after incomplete spinal injury. *Ann NY Acad Sci* 2013;1279:164-74.