

Historia de la Cirugía de Columna y Médula

Germán Peña Quiñones MD.*, Enrique Jiménez Hakim MD. **

Antigüedad

La evidencia más antigua de lesiones de columna se encuentra en el Papiro de Edwin Smith que de acuerdo con el Profesor JH Breasted, egiptólogo que lo estudió, fue escrito 1700 años A.C. y es copia de un manuscrito original que data de 3000 años A.C. y nos da información de la medicina de Egipto; en él se describen 6 casos de lesiones traumáticas de la columna, dos de ellas con lesión neurológica consistente en cuadriplejía y lesión de esfínteres y se hace diferencia entre las lesiones altas y bajas de columna; además de recomendar cerrar la herida cuando existía, no se aconsejaba hacer otro tratamiento pues éstas lesiones espinales se consideraban casos sin esperanza.

En la *Iliada* (1200 años AC) se describen lesiones de la médula: "*Héctor con su lanza afilada hirió a Eioneus en la nuca debajo del yelmo de bronce y a éste se le aflojaron las piernas*" y describe cuando "*Aquiles lo golpeó con su espada al enemigo en la nuca, lanzando lejos su cabeza con el yelmo en su puesto y la médula salió del raquis y el cuerpo cayó extendido en el piso*".

Hipócrates (430-380 AC) menciona la dislocación de las vértebras y las relaciona con parálisis de los miembros, pero no con la médula espinal; teorizaba que las fracturas se podrían manipular a través del abdomen, como se podría hacer en un cadáver: aconsejaba inmovilización y reposo. En su época se trataban los pacientes con lesiones espinales con inmovilización externa y ya se sabía que los pacientes con lesión neurológica no se recuperaban.

Herófilo de Calcedonia (C 300 AC) miembro de la dinastía Ptolomea hacía disección en cadáveres humanos y fue el iniciador del lenguaje para denominar las diversas estructuras anatómicas ya que como no se conocían, no tenían nombre; describió los nervios que disecó hasta la médula espinal y los diferenció de los tendones y fue el

primero en describir los ventrículos y los senos venosos incluyendo la tórula de Herófilo. Conocía que las lesiones espinales eran mortales y no aconsejaba tratamiento.

El primero en relacionar las lesiones de la médula cervical con muerte fue **Celso** (Aulus Cornelius Celsus) (25 AD- 50AD) en el siglo primero; Celso no era médico ni cirujano pero coleccionó los conocimientos médicos en su libro *De Re Medicina* que permaneció perdido hasta que en 1443 fue descubierto por Tomás Sarazanne, posteriormente Papa Nicolás V y su libro fue el primer manuscrito médico impreso, lo que ocurrió en 1478 y en éste libro está la primera descripción de la inflamación. "*notae vero inflammationes sunt quattuor, rubor, et tumor, cum calore et dolore*". Conocía que las lesiones cervicales podían producir alteraciones de la respiración, no recomendaba tratamiento y las diferenciaba de las lesiones espinales bajas que producían parálisis de los miembros inferiores y retención urinaria. **Aeratus** en el siglo segundo, anotaba que la parálisis ocurría en el mismo lado de la lesión medular.

Realmente quién mas contribuyó al estudio y conocimiento de la médula fue **Galeno de Pérgamo** (129-200, AD); Hijo de Nicon un arquitecto de Pérgamo (Ionia, hoy Turquía), quién soñó que había sido visitado por Aesclepiades (Esculapio) que le dijo que su hijo debería estudiar medicina y así fue como Galeno entró muy joven al "Aesculapion" de Pérgamo, un centro muy famoso, dedicado a la actividad religiosa y a la ciencia de curar, donde se concentraban las personas más importantes en las diversas disciplinas de la ciencia y medicina y donde Galeno aprendió a curar basándose en información sobre conceptos anatómicos y de fisiología. Posteriormente recorrió centros similares de cultura médica en diversas islas griegas hasta llegar a Alejandría el sitio mas importante para estudios de anatomía y fisiología del mundo antiguo; allí permaneció hasta los 28 años cuando volvió a Pérgamo, donde se dedicó

* Miembro de Número y Secretario General, Academia Nacional de Medicina de Colombia. Neurocirujano. Fundación Santa Fe de Bogotá. Profesor Titular de Neurocirugía Universidad El Bosque.

** Neurocirujano. Fundación Santa Fe de Bogotá. Profesor de Neurocirugía Universidad El Bosque.

a tratar a los gladiadores y combinó lo que aprendía de los heridos con experimentos en animales. Posteriormente viajó a Roma donde continuó haciendo observaciones en el Coliseo, donde trabajaba. Durante esta época escribió aproximadamente 500 tratados sobre filosofía, ciencia y medicina, en griego ático; desafortunadamente estos fueron destruidos en su mayor parte durante un incendio en el año 191; de los escritos que quedaron, se puede derivar que Galeno desafió los conceptos de Hipócrates, basándose en sus conocimientos obtenidos por medio de observación, experimentación y disección. En su Libro XII "De uso partium" dice que la naturaleza hizo que la columna espinal fuera la parte esencial (quilla) del cuerpo para la vida y le dió 4



experimentos y a él se debe también el haber acuñado las palabras cifosis, lordosis y escoliosis.

Paul de Aegia ((Aegineta) (625-690) estudió en Escuela Alejandrina propuso operar en caso de fractura de columna para resecar los fragmentos, descomprimir la medula y además hacía énfasis en que se debía suturar la piel. Fue el primer cirujano en recomendar la cirugía para lesiones medulares. En su trabajo clásico, los "Siete libros" dedica una sección a las lesiones traumáticas de cráneo y columna. Tuvo fama de ser un hábil cirujano y diseñó varios instrumentos para cirugía de cráneo y columna.

Los cirujanos de su tiempo y otros muy posteriores como Paul Lanfranc y Guy de Chauliac, que fueron dos de los cirujanos mas

importantes en sus épocas, pensaban que no había nada que hacer con las fracturas espinales. Después de la caída del imperio romano y la invasión de Europa por hunos, godos y vikingos, los conocimientos médicos solo fueron conocidos por los médicos árabes quienes consideraban la cirugía como un oficio secundario y conservaron en libros los conocimientos heredados de Hipócrates y Galeno; entre los escritos se destacan el "Canon Medicinæ" de **Avicena** y el "Compendium" de **Albucasis**, en árabe, libros que posteriormente fueron traducidos al latín por Constantinus Africanus quién estudió en Bagdad y posteriormente se retiró a Monte Casino en el siglo XI y de ahí se inició la escuela de Salerno que tuvo gran influencia en el desarrollo de la medicina posterior.

Describió además los forámenes espinales y 29 pares de nervios espinales y anotaba que "los nervios salen de la medula en el punto donde terminan las partes laterales de las vértebras".

En su escrito "*De locis affectis*" hace énfasis en que hay raíces encargadas de la sensibilidad y otras de mover los músculos. Describió también la distribución segmental de los nervios y de los plejos braquial y lumbosacro.

Galeno practicaba vivisecciones en monos y micos y describió que no se produce daño al abrir la duramadre espinal ni al hacer corte longitudinal en ésta, fenómeno que explicaba por el hecho que los nervios entran por la parte lateral de la medula.

Describió igualmente que al hacer cortes horizontales en la medula, se pierden tanto el movimiento como la sensibilidad por debajo del sitio del corte. Estableció que al hacer cortes en la medula sacra se producen diferentes tipos de anestesia según la altura y que si se hacen cortes en región dorsal, se alteran además la respiración y la voz. Descubrió que al hacer el corte al nivel de la primera vértebra cervical, todo el animal queda sin movimiento y pierde además la respiración, al igual que si hace el corte distal hasta la 4 vértebra cervical, pero que si lo hace por debajo de la 5 vértebra, el diafragma permanece ileso. También demostró que si hacía corte en la mitad de la médula, el movimiento sólo se pierde en el mismo lado. En otro de sus experimentos demostró que al seccionar los nervios frénicos, se produce parálisis del diafragma. Galeno, en fin descubrió la mayoría de la fisiología de la medula espinal con sus

importantes en sus épocas, pensaban que no había nada que hacer con las fracturas espinales.

Después de la caída del imperio romano y la invasión de Europa por hunos, godos y vikingos, los conocimientos médicos solo fueron conocidos por los médicos árabes quienes consideraban la cirugía como un oficio secundario y conservaron en libros los conocimientos heredados de Hipócrates y Galeno; entre los escritos se destacan el "Canon Medicinæ" de **Avicena** y el "Compendium" de **Albucasis**, en árabe, libros que posteriormente fueron traducidos al latín por Constantinus Africanus quién estudió en Bagdad y posteriormente se retiró a Monte Casino en el siglo XI y de ahí se inició la escuela de Salerno que tuvo gran influencia en el desarrollo de la medicina posterior.

Roger de Salerno (C 1170) fue el principal cirujano de la Escuela de Salerno y ejerció gran influencia en la cirugía medieval a través de su libro "*Practica chirurgiae*" en el que describe sus técnicas quirúrgicas y en la cirugía del sistema nervioso describió su técnica para diagnosticar las fistulas de líquido cefalorraquídeo y fue un pionero en la cirugía para reparar nervios y seguía las normas establecidas para tratar las lesiones espinales por medio de estabilización. Fue uno de los primeros en producir analgesia a los pacientes por medio de mezcla de mandrágora, escopolamina y otras semillas.

Teodorico de Cervia, (1205-1298) también llamado Teodorico Borgognoni de Lucca, fue el primer cirujano en tratar de hacer una cirugía aséptica, a pesar de desconocer este concepto, y evitaba que apareciera "la pus laudable" removiendo los tejidos necróticos no viables, evitando dejar espacios muertos y utilizando vendajes empapados en vino. Además desarrolló su "*esponja soporifera*" para aliviar el dolor de los pacientes en la cual colocaba opio, mandrágora y cicuta que ponía en las narices del paciente hasta que se dormía.

Renacimiento

Petrus de L'Argelata en 1531 describió el método de reducción de la fractura luxación cervical por medio de presión aplicada en el punto de angulación.

Ambrosio Paré, (1510-1590) uno de los más famosos cirujanos de la época quien cambió en forma radical el tratamiento de las heridas por arma de fuego, utilizaba la ligadura de vasos en vez de aplicar hierro candente para hacer hemostasis y hacía trepanaciones, hizo desde 1549 tratamiento agresivo para las fracturas espinales, retirando los fragmentos que comprimían la medula espinal y trataba con tracción y manipulación otras fracturas espinales para lo cual utilizaba un marco especial de madera.

Fabricius Hidanus en 1646 describió un procedimiento para el tratamiento de fracturas luxaciones de la columna cervical que consistía en que los tejidos de la nuca se agarraban con una gran pinza que tenía un agujero en el extremo de cada una de sus ramas y se introducía una lezna de un extremo al otro, agarrando todos los tejido incluyendo apófisis espinosas por medio de un cable que se halaba con la lezna y por medio de este se aplicaba tracción: si este procedimiento fallaba, se aconsejaba operar, exponer los fragmentos, restaurar la alineación y cerrar la herida.

Siglo XVIII

Hubo dos casos exitosos que le dieron gran auge a la cirugía de columna: el primero fue presentado en la reunión anual de la Academia Real de Cirugía de Francia en 1753 por **Geraud**; se trataba de un soldado que sufrió paraplejía a consecuencia de una herida por bala de mosquete en la tercera vértebra lumbar, sufrida en batalla, que el cirujano extrajo después de 5 intentos y el paciente recuperó algunos movimientos. El segundo caso fue la intervención que **Louis**, quien era el secretario permanente de la Academia Francesa de Cirugía, practicó en 1762 a un capitán del ejército francés herido en la batalla de Aménébourg, quien sufrió herida penetrante en la columna lumbar que le causó paraplejía; lo operó tres días después, le removió un fragmento metálico y el paciente se recuperó. Presentó además 14 casos de fracturas y luxaciones de la columna en 1774.

Chopart y Desault en 1796 aconsejaron trepanar las láminas, cuando no había fractura, para permitir la salida de sangre.

Como dato curioso, el Almirante Horacio Nelson falleció a consecuencia de una herida por bala de mosquete que lesionó la columna cervical baja durante la batalla de Trafalgar el 21 de octubre de 1805.

Siglo XIX

Un cirujano inglés de apellido **Cline** operó un paciente parapléjico a consecuencia de la caída desde un balcón en 1814: le resecó las láminas y apófisis espinosas en

región torácica sin éxito y este caso, se volvió un argumento en contra de las intervenciones que retrasó el desarrollo de la cirugía espinal por un siglo y fue apoyado por personas tan prestigiosas como Sir Charles Bell. El término "*laminectomía*" fue acuñado por otro cirujano inglés, William Thorburn, de Manchester, para reemplazar el que se usaba en la época "*trefinación de la columna*".

Tumores Espinales

El resurgimiento de la cirugía se debió a dos cirujanos, **William Macewen** (1848-1924) y **Victor Horsley** (1857-1916), quienes operaron con éxito tres casos de tumores duros espinales. El primero fue operado por Macewen el 9 de mayo de 1883, el segundo por el mismo cirujano en 1884 y el tercero por Horsley quien operó un "fibromyxoma" (posiblemente un meningioma) que había sido diagnosticado y referido por William Gowers (1845-1915) en 1887; Horsley guiado por el nivel del déficit sensitivo practicó laminectomía a nivel T3 y como no encontraba el tumor la amplió inicialmente hasta T5 y luego hacia T1 donde se encontraba el tumor que fue resecado con recuperación de paraplejía. Para este tiempo ya se conocía la antisepsia y se contaba con anestesia.

Con el auge de la cirugía espinal en la que se retiraban la apófisis espinosas y láminas en forma extensa, se pensó en que se pudiera producir inestabilidad espinal por lo que se ideó la *laminectomía osteoplástica* en la cual se dejaban los tejidos óseos sin disecar de la masa muscular y se reponían al final de la cirugía: esta cirugía fue practicada con diferentes técnicas por Dawbarn en 1889 y luego por Mister y por Frazier.

Siglo XX

Kraus en 1911 ideó un procedimiento que en años recientes se ha reivindicado y vuelto a practicar con el nombre de *laminotomía* en el cual se reponen la láminas al final del procedimiento y que fue ampliamente utilizado por Cushing.

Abben en 1889 practicó resección de una raíz posterior por medio de *hemilaminectomía* en un caso de neuralgia y Laurie, en Australia resecó una bala por medio de hemilaminectomía en 1900. Lorenzo Bonomo en Italia en 1902 describió los principios y técnica de hemilaminectomía y en 1911, Elsberg describió la técnica de hemilaminectomía bilateral; En 1913 Frazier describió una técnica similar.

Alfred Taylor en 1929 utilizó la tracción para reducir fracturas cervicales, utilizando un cabezal que sujetaba del occipucio y las mandíbulas y en 1933 Crutchfield diseñó el aparato que lleva su nombre para tracción cervical que se fija al cráneo.

En 1916 Charles Elsberg publicó su libro sobre cirugía de la columna en el que consignó los conocimientos anatómicos y fisiológicos de la medula espinal y la columna y además describió las técnicas quirúrgicas para tratar las lesiones espinales.

Tumores y lesiones intramedulares

La cirugía de los tumores intraespinales se inició cuando Fenger en 1890 intentó reseccionar un tumor intramedular y el paciente falleció poco después. Cushing en 1905 intentó reseccionar un tumor intramedular, practicó mielotomía posterior pero consideró la lesión inoperable, por lo que cerró el paciente, quien para sorpresa del cirujano presentó una notoria mejoría. Elsberg en 1911 reportó dos casos de lo que él llamó "método de extrusión" para tumores intramedulares, en el cual en un primer tiempo se hace mielotomía sobre el tumor y se cierra el paciente; en una segunda cirugía se reabre la dura encontrando que el tumor ha sido expulsado de la medula y se puede reseccionar fácilmente. Cushing en dos tiempos reseccionó un enorme tumor intramedular que se extendía desde el bulbo raquídeo hasta región torácica y Horrax en 1936 extirpó el tumor intramedular más grande, un ependimoma que se extendía desde el bulbo hasta el cono medular, con recuperación.

Los primeros casos de siringomielia tratados con cirugía fueron operados por Abbe en 1881 y Horsley en 1870. En 1911 Krause operó un paciente parapléjico y encontró una malformación vascular que reseccionó parcialmente. En 1913 Elsberg removió un "aneurisma arteriovenoso" de la médula y para 1916 había operado 6 de estos casos.

Cirugía de discos intervertebrales

A pesar de que el dolor que describimos como "ciática" se ha conocido desde la antigüedad y que los discos fueron descritos en 1555 por Versalius, el cuadro clínico que los correlaciona fue descrito en 1764 por Domenico Cotugno en su publicación "De Ischiade Nervosa Commentarius" y el cuadro clínico fue llamado Enfermedad de Cotugno por muchos años.

Virchow en 1857 describió la ruptura traumática de los discos intervertebrales y posteriormente lo hizo Von Laska en 1858. La asociación entre dolor lumbar y ciática se conoció bien a raíz de la descripción hecha por Laségue en 1864; poco después Charcot describió la deformación clásica de la columna y Brissot acuñó el término de "Escoliosis Ciática" en 1890.

Wilkins en 1888 describió el caso de un niño recién nacido, cuya madre había sido golpeada violentamente por un asiento durante un huracán, quien nació con una masa subcutánea sobre la columna dorsal que fue considerada como una "hernia por dislocación" de la vértebra y fue operado una semana después del nacimiento,



encontrando las vértebras separadas y entre ellas la hernia que redujo y luego estabilizó los pedículos por medio de alambre de plata.

En 1896 Kocher describió a la autopsia el desplazamiento posterior del disco entre L1 y L2 en un hombre que cayó sentado desde una altura de 100 pies que le produjo paraplejía y posteriormente la muerte; él consideró que el disco fue el responsable de la lesión neurológica por compresión medular.

Walton en 1905 operó la columna cervical de un paciente, buscando un tumor que no encontró; el paciente falleció a los pocos días y a la autopsia se encontró un disco comprimiendo la medula en el sexto espacio cervical.

En 1908 Krause removió con éxito por vía transdural lo que él llamó "encondroma" y en 1911 Middlenton y Teacher en Glasgow, publicaron el caso de un paciente de 38 años de edad quien sufrió paraplejía súbita al levantar un objeto pesado y falleció 16 días después; a la autopsia le encontraron lo que hoy conocemos como un disco extruido, entre T12 y L1.

Elsberg describió en 1916 varios casos de tumores espinales que llamó "condromata" que después probaron ser discos extruidos. El mismo año, Sicard postuló que la ciática era producida por irritación dentro del canal raquídeo de las raíces del nervio ciático.

Schmorl de Dresden, quien había estudiado la anatomía radiológica de la columna y había hecho estudios anatomopatológicos de los discos y descrito los nódulos que llevan su nombre, publicó 11 trabajos entre 1927 y 1931 demostrando que por estudios de autopsia, el 38% de los casos presentaban prolapsos de discos en los interespacios y el 15%, detrás del cuerpo vertebral. En 1929 Dandy operó dos casos de discos extruidos que encontró libres en el espacio epidural.

El 30 de septiembre de 1933, Mixter un neurocirujano visitante del Massachusetts General Hospital y Barr un ortopedista del mismo hospital, presentaron en la reunión anual de la "New England Surgical Society" en Boston un trabajo en el que presentaba su experiencia y establecían que las lesiones extramedulares que comprimían las raíces no eran en realidad tumores sino hernias del núcleo pulposo de un disco intervertebral y que su tratamiento era quirúrgico. Estas lesiones se habían operado inicialmente por laminectomías vía transdural, luego por vía extradural y posteriormente utilizando sólo hemilaminectomías y finalmente por medio de resección extradural sin reseccionar tejido óseo, según reportaron Love y Semmes en 1939, cirugía precursora de la microdiscectomía; en 1977 Caspar y el mismo año Yasargil, introdujeron el microscopio para la

cirugía de discos y en 1978 Williams describió la técnica de la microdiscectomía lumbar, establecida desde 1976. También se ha utilizado la cirugía cervical por vía anterior desde 1955 que fue iniciada por Robinson y Smith; posteriormente en 1958, Cloward describió su propia técnica. En 1960 Hirsch describió una técnica similar sin hacer fusión. Igualmente en 1960 Bailey y Badgley describieron una técnica de instrumentación cervical por vía anterior.

Estabilización y Artrodesis de Columna

Berthold Earnest Hadra en 1881 unió con alambre las apófisis espinosas de C5 y C6, y posteriormente hizo un procedimiento similar para corregir la enfermedad de Pott; Chipault en 1895 usó un método similar para unir láminas adyacentes. Wilkins en 1888 utilizó alambre de plata para hacer fijación en forma de 8 de los pedículos en un caso de luxación.

La fusión posterolateral de columna fue iniciada por Abbe quién en 1890 describió 8 casos y luego por Lange quién en 1910 describió su técnica usando barras y posteriormente por Hibbs en 1911 utilizando injertos óseos autólogos; todos estos casos se utilizaron para corregir deformidad del mal de Pott. Realmente el pionero de la estabilización espinal fue Paul Harrington quién en 1962 publicó su sistema para el tratamiento de escoliosis.

Cloward fue el iniciador de la fusión intercorporal por vía posterior que practicó por primera vez en 1940 y describió en 1953, aunque hay un reporte de Jaslow quién practicó una fusión intercorporal en 1946; la fusión intercorporal por vía anterior fue descrita en 1933 por Burns para tratar espondilolistesis.

La instrumentación con tornillos en los pedículos fue iniciada por Roy-Camille en 1970 y posteriormente por Steffee.

Referencias

- (1) Apostolides PJ, Jacobowitz R, Sonntag V: Lumbar discectomy Microdiscectomy: "The Gold Standard". *Clin Neurosurgery* 46:228-251, 1995.
- (2) Apuzzo MLJ, Liu CY, Sullivan D, Faccio RA: Surgery of the Human Cerebrum. A Collective Modernity. *Clin Neurosurgery* 49:27-89, 2002.
- (3) Armstrong JR: Lumbar disc lesions. E & S Livinstone Ltd. Edinburgh 1952.
- (4) Branch C L: The Case for Posterior Lumbar Interbody Fusion. *Clin Neurosurgery* 43:252-267, 1995.
- (5) Cauthen JC: Lumbar Spine Surgery. Williams and Wilkins, Baltimore, 1983.
- (6) Dickman C, Detwiler PW, Porter RW: The Role of the Pedicle Screw Fixation for Lumbar Spinal Stabilization and Fusion: *Clin Neurosurg* 47:495-513, 1999.
- (7) Elsberg C A: Diagnosis and Treatment of Surgical Diseases of The Spinal Cord and its Membranes. WB Saunders Co, Philadelphia and London, 1916.
- (8) Faria M: Vandals at the Gates of Medicine. Hacienda Publishing. Macon. 1994
- (9) Goodrich JT: History of spine surgery in the ancient and medieval worlds. *Neurosurg Focus* 16 (2):1-13, 2004.
- (10) Haddley M: Posterolateral Fusion of the Lumbar Spine. Rationales, Indications, Technics and Results. *Clin Neurosurgery* 47:483-494, 1999.
- (11) Hanigan WC, Sloffer C: Nelson's wound: treatment of spinal cord injury in 19th and early 20th century military conflicts. *Neurosurg Focus* 16 (4) 1-13, 2004.
- (12) Latchaw JP: A Historical Note in Sciatica. En Hardy RW (E) Lumbar Disc Disease. Raven Press, 1982. pp 1-4.
- (13) Lin PM: Posterior Lumbar Interbody Fusion (PLIF): Past, Present and Future. *Clin Neurosurg* 47:470-482, 1999.
- (14) Markham JW: Surgery of the Spinal Cord and Vertebral Column. En Walker AE (E). A History of Neurological Surgery. The Williams and Wilkins Company, Baltimore, 1951 pp 564-393.
- (15) McLaughlin MR, Haid RW, Rodts GE, et al: Posterior Lumbar Interbody Fusion. Indications, Technique and Results. *Clin Neurosurg* 47:514-527, 1999.
- (16) Mendoza-Vega J: Lecciones de la Historia de la Medicina. Centro Editorial Universidad del Rosario, Bogotá 2003.
- (17) Naderi S, Türe U, Pait G: History of spinal cord localization. *Neurosurg Focus* 16 (16) 1-3, 2004.
- (18) Nuland SB: Doctors. The Biography of Medicine. Vintge Books. New York 1995.
- (19) Omeis I, DeMattia JA, Hillard VH et al: History of instrumentation for stabilization of the subaxial cervical spine. *Neurosurg Focus* 26 (10):1-6, 2004.
- (20) Riedel CJ: Open Anterior Lumbar Interbody Fusion. *Clin Neurosurg* 47:534-540, 1999.
- (21) Sonntag VKH: History of Degenerative and Traumatic Diseases of the Spine. En Greenblatt SH (E) A History of Neurosurgery. The American Association of Neurological Surgeons. Park Ridge. 1997 pp 355-371.
- (22) Spillane JD: The Doctrine of the Nerves. Oxford University Press. Oxford. 1981.
- (23) Yashon D: Spinal Injury. Appleton-Century-Crofts, Norwalk, 1986.