



Anatomía Aplicada de la Arteria de Albert Wojciech Adamkiewicz *Applied Anatomy of the Artery of Albert Wojciech Adamkiewicz*



Trabajo preliminar distinguido con mención del LII Congreso Argentino de Anatomía 2015

Bustamante, Jorge Luis; Riveros, Raúl; D'agustini, Marcelo; Emmerich, Juan Pablo;
Gallardo, Federico; Narduzzi, Ángel

Cátedra de Anatomía "C". Facultad de Ciencias Médicas. Universidad Nacional de La Plata (UNLP) Argentina.

Hospital de Niños Sor María Ludovica La Plata. Buenos Aires. Argentina.

Hospital de Alta Complejidad en Red El Cruce SAMIC. Florencio Varela. Buenos Aires. Argentina

E-mail de autor: Jorge Luis Bustamante jorgeluisbustamante@hotmail.com

Resumen

Introducción: La médula espinal se encuentra irrigada por un sistema arterial dispuesto por una arteria espinal anterior y dos posteriores, a las que se le anastomoson numerosas ramas para incrementar su flujo sanguíneo (espinales laterales). La mayor de estas ramas anastomóticas es la denominada arteria de Adamkiewicz (AA).

Materiales y métodos: En 15 columnas cadavéricas se realizó abordajes medulares anteriores. Una vez reconocida dicha arteria, fue acompañado su trayecto en sentido contrario al flujo sanguíneo hasta su ubicación en el agujero de conjunción, donde se identificó el nivel vertebral y su nacimiento. Se utilizaron 5 angiografías digitales donde se distinguió la arteria en cuestión.

Resultados: Se identificó el nacimiento de la AA entre los 10° y 12° agujeros de conjunción del lado izquierdo en 9 preparados; 3 en L1; 2 a la altura de T9 y en un preparado no pudo ser identificada. El calibre antes de su anastomosis con la arteria espinal anterior varió entre 0.8 y 1.1mm. En 2 Angiografías se la vio en T10, en 2 en L2, una de ellas alimentando una malformación vascular y en una en T11.

Conclusiones: De las arterias que irrigan la médula espinal, la AA es la que más territorio comprende. Puede decirse que la variabilidad anatómica en su nacimiento es la norma. La importancia de conocer esta arteria es clínica, quirúrgica e imagenológica; debido a la signo-sintomatología que provoca su lesión.

Palabras clave: Arteria de Adamkiewicz, Angiografía digital, Arterias espinales, Columna Vertebral, Médula Espinal

Abstract

Introduction: The spinal cord is irrigated by an arterial system arranged by an anterior spinal artery and two posteriors, which are anastomosed with numerous branches to increase blood flow (lateral spinal arteries). The largest of these anastomotic branches is comparatively bulkier than the rest, is the great anastomotic artery of Adamkiewicz (AA).

Materials y methods: In 15 cadaveric where made anterior spinal approaches. Once the artery was identified, its trajectory was accompanied in the opposite direction to blood flow, to demonstrate the location in the foramen, where the vertebral level was seen and its origin. Five digital angiographies where the artery in question was identified were used.

Results: As for its origin, it was identified between the 10th and 12th intervertebral foramen, on the left side, in 9 specimens; 3 in L1; 2 to the height of T9 and a preparation could not be identified. The caliber found before anastomosis with the anterior spinal artery varied between 0.8 and 1.1mm. In 2 angiographies the artery was seen in T10, 2 in L2, in one of them feeding a vascular malformation and one in T11.

Conclusion: Of the arteries supplying the spinal cord, the AA is the most territory covers. Arguably the anatomical variability in origin is the norm. The importance of knowing this artery is clinical, surgical and imaging by the sign-symptoms that causes its injury.

Keywords: Artery of Adamkiewicz, Digital Angiograph, Spinal Arteries, Spine, Spinal cord

Introducción

Las arterias que irrigan la médula espinal las podemos dividir inicialmente en una red extramedular y en una intramedular.¹

En la primera red encontramos tres tipos de arterias: las

espinales anteriores, posteriores y laterales.

Las arterias espinales anteriores son dos, izquierda y derecha. Nacen de la porción intrameníngea de las arterias vertebrales antes de que estas formen el tronco basilar. Con dirección hacia el bulbo, se fusionan en la línea media para constituir el tronco espinal anterior. (Fig.1)

Puede existir dominancia de una de las dos arterias que conforman el tronco espinal anterior o más infrecuentemente variaciones de su nacimiento. (Fig. 2)

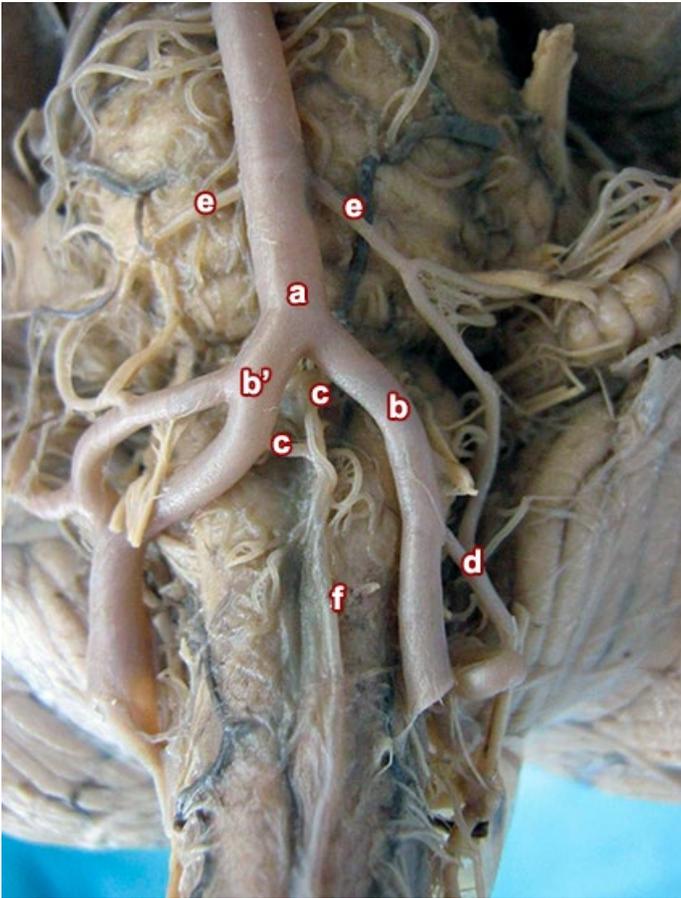


Fig. 1: Nacimiento de la Arteria Espinal Anterior. a) Tronco Arterial Basilar; b) Arteria Vertebral Izquierda; b') Arteria vertebral derecha fenestrada para dar paso al XII par craneal; c) Arterias espinales; d) Arteria cerebelosa posteroinferior izquierda; e) Arterias cerebelosas anteroinferiores; f) Arteria espinal anterior

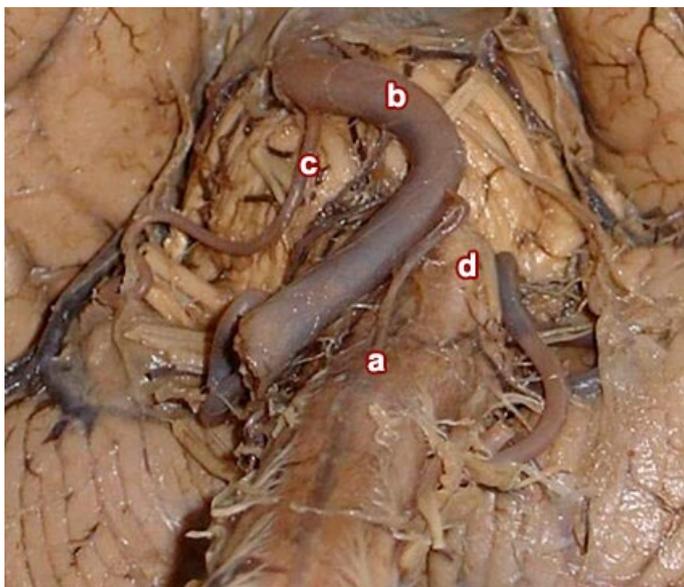


Fig 2: Variedad anatómica en el nacimiento de la arteria espinal anterior. Se observa una variante donde la arteria nace como tronco único de la arteria basilar a la altura del surco bulbo-protuberancial. a) Arteria espinal anterior; b) Tronco Arterial Basilar; c) Arteria cerebelosa antero-inferior derecha; d) Oliva bulbar.

Este tronco sigue de arriba abajo el surco medio anterior y termina usualmente a nivel del quinto par cervical. Se continúa con uno análogo dependiente de las arterias espinales laterales. Se observa frecuentemente que el tronco espinal anterior, (Fig. 3) a lo largo de su trayectoria, se divide una o varias veces en dos ramas laterales que, después de efectuar un recorrido de mayor o menor cuantía, se reúnen nuevamente, formando por delante del surco medio anterior una serie de elipses vasculares superpuestas.

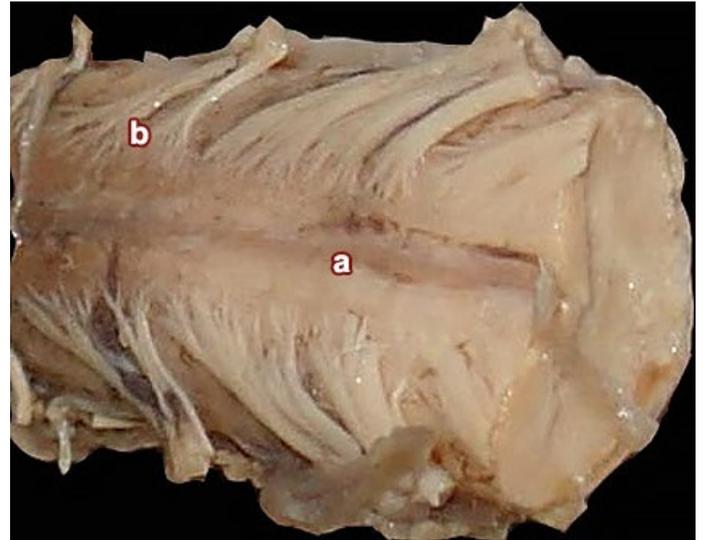


Fig. 3: Segmento de médula espinal. Se observa el recorrido de la arteria espinal por el surco anterior y la relación con el nacimiento de los nervios espinales. a) Arteria espinal anterior; b) Raicillas nerviosas motoras.

Las arterias espinales posteriores son dos: derecha e izquierda. Nacen de las arterias vertebrales en situación más posterior que las precedentes y alcanzan inmediatamente la cara posterior del bulbo y de la médula; colocándose a cada lado del surco posterior. Cada una de ellas se divide muy pronto en dos ramas: una interna, que marcha sobre el fascículo de Burdach por dentro de las raíces posteriores, y otra externa, que va a colocarse por fuera de estas mismas raíces. Estas dos ramas se dirigen verticalmente de arriba abajo paralelamente al surco medio posterior y terminan como las espinales anteriores, en la parte inferior de la médula cervical. Hacia caudal son reemplazadas por arterias de igual calibre y de igual dirección, emitidas por las espinales laterales.

Las arterias espinales laterales reciben este nombre por la forma en que abordan la médula. Sus orígenes son muy diversos y nacen sucesivamente en la región cervical, de la arteria vertebral y de la cervical ascendente; (Fig. 4) en el tórax de las intercostales, en la región lumbar, de las arterias lumbares y en la pelvis de las arterias sacras.

Cada una de estas arterias espinales laterales se introduce en el agujero de conjunción con el nervio raquídeo corres-

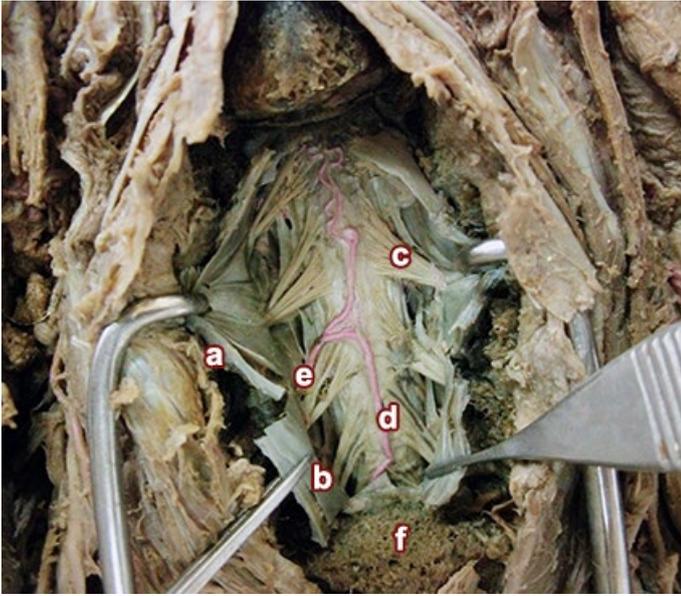


Fig. 4: Corpectomía de C3 y C4. Se incidió el estuche dural para exponer la médula y las arterias radiculares. a) Ligamento vertebral común posterior; b) Duramadre; c) Raicillas nerviosas motoras; d) Arteria espinal anterior; e) Vaso anastomótico cervical; f) Cuerpo de C4.

pondiente y cuando éste se divide en sus dos raíces, la arteria se divide a su vez en dos ramas que siguen, una a la raíz anterior para ir al surco medio anterior; la otra que sigue la raíz posterior para alcanzar el surco colateral posterior. La primera, llegada a la línea media, se bifurca suministrando una rama ascendente y otra descendente.

El ramo ascendente se anastomosa con el ramo descendente de la arteria equivalente situada encima. Mientras que el ramo descendente se anastomosa con el ramo ascendente de la arteria situada debajo. La arteria que se dirige a la cara posterior de la médula, siguiendo a la raíz posterior, se divide asimismo, en una rama ascendente y otra descendente que se anastomosan de la misma manera que las arterias que siguen las raíces anteriores.

El modo de bifurcación de la rama arterial que sigue a la raíz posterior es sumamente variable: unas veces hay dos ramas ascendentes y dos descendentes que se dirigen una hacia interno otra hacia externo de las raíces y otras veces es sólo un ramo ascendente y uno descendente y se ubica por dentro de los fascículos radiculares.

En relación a las raíces posteriores se cuentan, por término medio dos a tres por cada par de nervios, es decir, un total de quince a veinte ramas por la totalidad de la médula espinal. Usualmente son más delgadas que las anteriores.²

Las arterias espinales laterales que aseguran el riego sanguíneo de las raíces anteriores se distribuyen con una relación de un solo ramo cada tres o cuatro pares de nervios conformando un total de tres a diez en toda la altura medular.³

Uno de los ramos afluentes, más voluminoso que el resto, es la arteria anastomótica magna de Adamkiewicz (AA), cuyo territorio vascular comprende una gran parte de la porción inferior de la médula espinal. **(Ver discusión)** De ello se infiere su extraordinario significado en distintas áreas de la medicina.

Su nacimiento normalmente oscila dentro de la región toracolumbar izquierda, niveles T8 - L2, pudiendo originarse de arterias intercostales o lumbares, para luego ganar el agujero de conjunción vertebral y relacionarse con los elementos anatómicos del mismo.⁴

Luego de un escaso recorrido por el espacio epidural y de atravesar la paquimeninge y la aracnoides, se introduce en el espacio subaracnoideo, donde realiza un notable trayecto en dirección craneal, para finalmente anastomosarse con la propia arteria espinal anterior.

El difícil acceso, las variaciones anatómicas y las dificultades para su enseñanza en el pregrado, hacen de la irrigación medular, tanto para los estudiantes como para los especialistas, un tema complejo a la hora de abordar su estudio, sea para aprobar la materia anatomía como para preparar una cirugía.⁸

El objetivo de este artículo es detallar la anatomía de la AA y sus aplicaciones clínicas, imagenológicas y quirúrgicas.

Reseña Histórica

Albert Wojciech Adamkiewicz (**Fig. 5**) nació en Zerkow, Polonia, el 11 de agosto de 1850. Proveniente de una familia de físicos, se graduó de la escuela con honores y a los 18 años comenzó sus estudios de medicina en Königsberg. Seis meses después se mudó a la Universidad de Breslau, donde trabajó como ayudante alumno en el Departamento de Fisiología.

En 1872 ganó el primer premio para estudiantes de investigación por el Tratado en Métodos Mecánicos de Flebotomías, el cual también presentó como parte de su tesis doctoral en la Universidad de Würzburg.

Al año siguiente, Adamkiewicz retornó a Breslau, donde se graduó y convirtió en asistente en el Departamento de Fisiología y Medicina Clínica en la Universidad de Königsberg.

En 1877 Carl Friedrich Otto Westphal (1833-1890) le ofreció el puesto de medico senior en el Departamento de Neurología en Charité Hospital en Berlin.

Este puesto le permitió continuar su investigación sobre el sistema nervioso central, lo cual lo llevó a su segunda disertación de doctorado.

Fue pionero en el estudio de la anatomía y fisiología de la médula espinal. En 1881 publica su trabajo donde describe la "magnus ramus radicularis anterior", que años más tarde sería asociada a su nombre.

Asimismo transcurrieron largos años para que, con el surgimiento de las grandes cirugías torácicas y retroperitoneales, como la colocación de prótesis aórticas, se comprendiera su gran relevancia clínica.

Además de este importante descubrimiento, Adamkiewicz describió el sistema anastomótico transversal existente en la médula, denominado como "vasocorona".

Ya en el año 1893, y alegando un deterioro en su salud, se retiró de la investigación y dedicó los siguientes 30 años de su vida a la práctica de la medicina como el jefe de guardia en el Rothschild's Jewish Hospital en Viena y continuó publicando sus observaciones clínicas.

El 31 de octubre de 1921 fallece en la misma ciudad a la edad de 71 años.^{3, 5-7}



Fig. 5: Albert Wojciech Adamkiewicz a la edad de 60 años.

Material y Métodos

Se utilizaron 15 columnas cadavéricas fijadas y conservadas en formol al 10%; en las que se realizó abordajes medulares anteriores.

El instrumental con el que se trabajó fueron pinzas de disección común y tipo Addson, separador Gelpy, mangos de bisturí n° 3 y n° 4 con hojas 15 y 24 respectivamente, martillo, escoplo, cureta y periostótomo. Para trabajar con mayor comodidad se usó una lupa de pie con iluminación incorporada.

Se procedió a la limpieza de los cuerpos vertebrales primero con mango de bisturí n° 4 y hojas 24 para resecaer músculos y ligamentos. Luego se procedió a la limpieza más fina para delimitar los reparos óseos con más claridad con un periostótomo.

Se extrajeron los cuerpos vertebrales con martillo y escoplo y en algunos casos, por la descalcificación de algunos preparados, la disección se pudo llevar a cabo utilizando bisturí.

Para las discectomías se emplearon pinzas diente de ratón y curetas. Una vez hechas las corpectomías se abordó el ligamento vertebral común posterior, para exponer el estuche dural. Este último se incidió en forma vertical con pequeñas expansiones laterales de descarga que permitieron exponer a la médula espinal en su totalidad.

Se procedió también, en tres preparados a inyectar la aorta con látex coloreado para hacer más sencillos de encontrar los vasos espinales.

Se usó látex vulcanizado blanco y se mezcló con acrílico rojo. Se inyectaron 60ml siguiendo la dirección de la sangre con los vasos ilíacos ligados.

Consideramos satisfactoria la inyección una vez que se observó que, tanto las arterias intercostales como sus homólogas lumbares, quedaron colmadas y turgentes.

Una vez identificada la AA dentro del estuche de duramadre, fue acompañado su trayecto en dirección contraria al flujo sanguíneo, para evidenciar la perforación de las meninges más externas, su ubicación en el agujero de conjunción y su nacimiento. (Figs. 6 y 7)

Asimismo, fueron utilizadas para este estudio 5 angiografías digitales de pacientes con sintomatología de patología medular donde se identificó la arteria en cuestión.

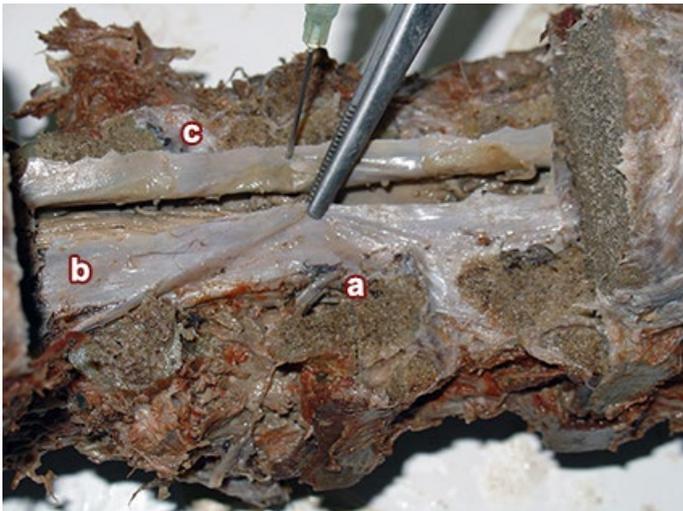


Fig. 6: Corpectomía de T9, T10 y T11. a) Arteria Anastomótica magna extramedular en el agujero de conjunción; b) Duramadre; c) Disco intervertebral T11-T12.

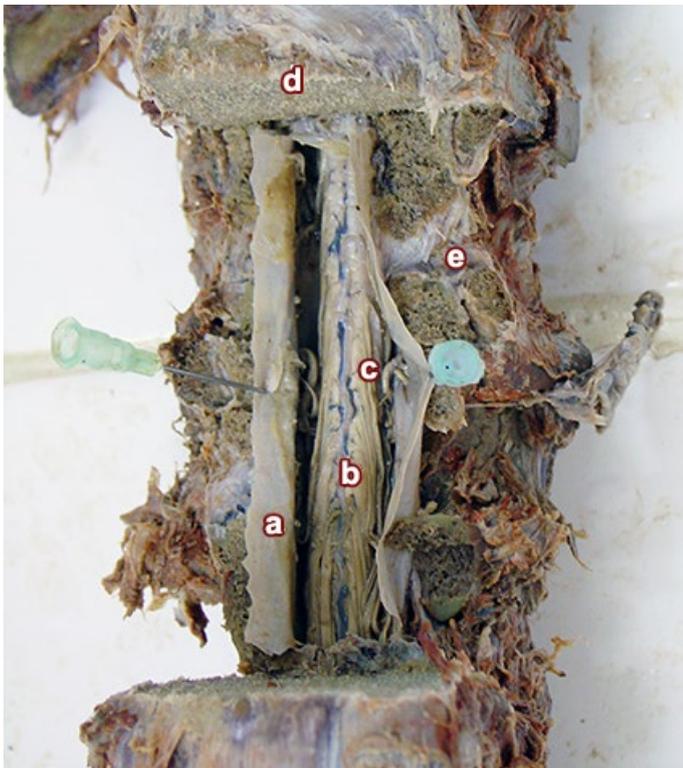


Fig. 7: Arteria anastomótica magna dentro del canal medular. a) Duramadre; b) Arteria espinal anterior; c) Arteria de Adamkiewicz; d) Cuerpo de T10; e) Disco intervertebral T10-T11.

Resultados

Se evidenció el nacimiento, trayecto y terminación de la AA, y como, a través de su extenso trayecto, anastomosa el sistema extra e intrarraquídeo. (**Fig. 8**)

Asimismo se lograron identificar variaciones en los orígenes, la trayectoria y el calibre de las arterias espinales.

En cuanto a su nacimiento, se la pudo identificar entre los 10° y 12° agujeros de conjunción del lado izquierdo en 9 preparados; 3 se hallaron en L1; 2 fueron encontradas a la altura de T9 y sólo en un preparado no pudo ser identificada.

El calibre encontrado antes de su anastomosis varió entre 0.8 y 1.1mm.

En 2 de las 5 Angiografías se la vio en T10, (**Fig. 9**) en 2 en L2, una de ellas alimentando una malformación vascular (**Fig. 10**) y en una en T11.

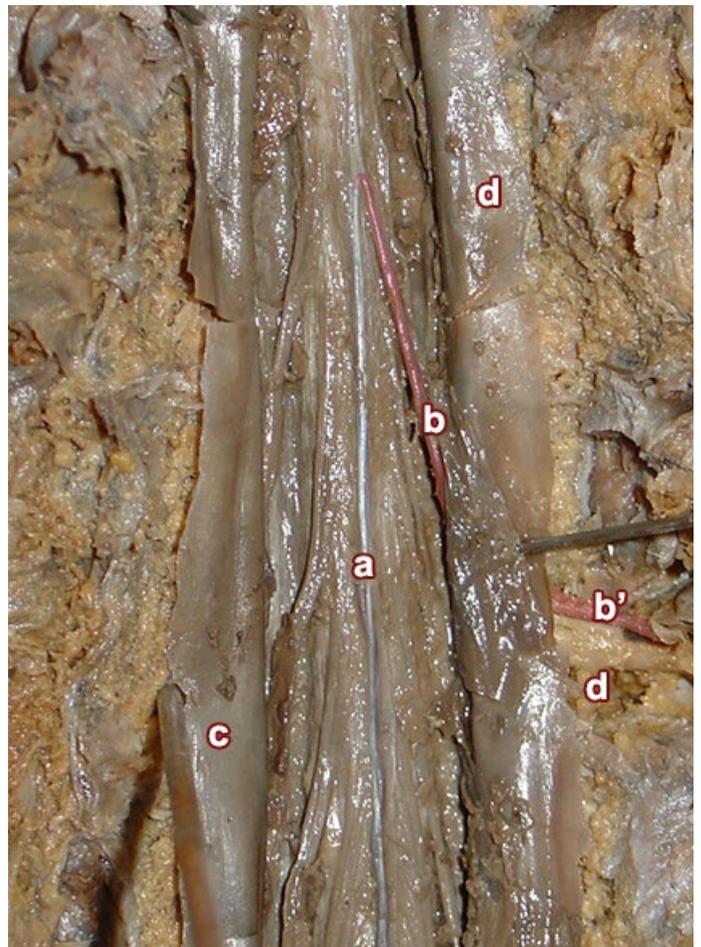


Fig. 8: Arteria de Adamkiewicz anastomosándose con la arteria espinal anterior. Se disecó su trayectoria extraforaminal y se incidió la duramadre para exponer la relación. a) Arteria espinal anterior; b) Arteria de Adamkiewicz intradural; b') Arteria de Adamkiewicz extradural; c) Duramadre; d) Ganglio 11vo nervio espinal izquierdo.

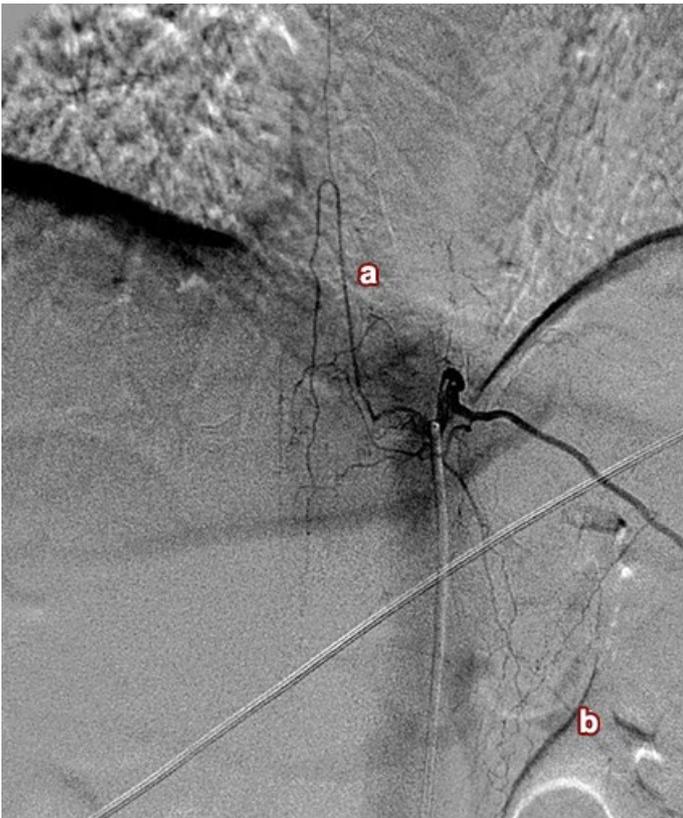


Fig. 9: Angiografía digital con contraste. a) Arteria de Adamkiewicz; b) Cáliz y Pelvis renal izquierdos.

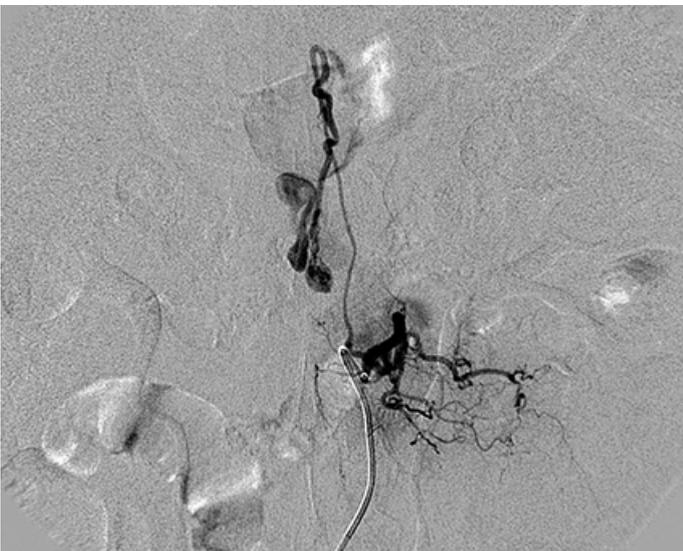


Fig.10: Angiografía digital con malformación vascular irrigada por la AA.

Dicha variabilidad es consecuente con su nacimiento. Si bien Carmichael y Gloviczky⁸ refieren que hay un consenso con respecto a su nacimiento, el rango es bastante amplio.

Djinjian¹⁷ concuerda con otros autores^{18,20} al referir que la AA aparece entre el 62 y el 75% de los casos entre T9 y T12, entre T5 y T8 en un 15% y en L1 o L2 en un 10%.

Charles²¹ en una revisión de cien angiografías encontró la AA siempre entre T8 y L3 y el 50% de ellas se localizó entre T9 y T10.

Biglioli²² la encontró a nivel lumbar en el 70% de sus casos.

Del análisis realizado (**Fig. 11**) diremos que la AA la encontraremos, por orden de frecuencia, entrando por los agujeros de conjunción de T10 y T11; luego por T9; le sigue T12; luego L1 y es menos frecuente hallarla en T8, L2 o los demás agujeros de conjunción.

Nacimiento de la Arteria de Adamkiewicz

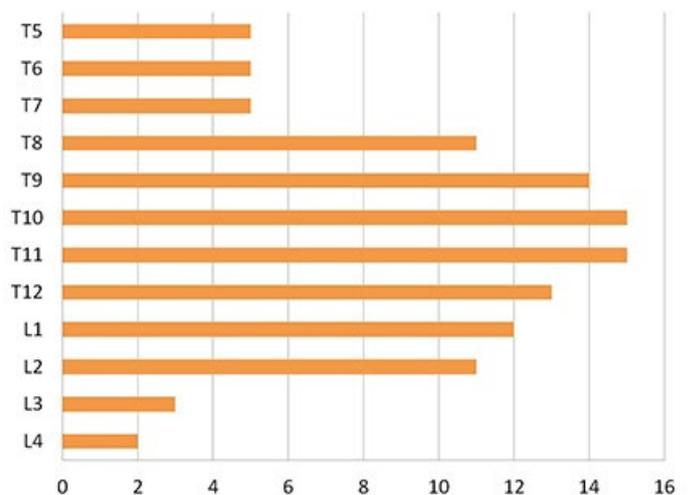


Fig.11: Nacimiento de la AA: la misma emerge con más frecuencia entre T8 y L2. Eje vertical) Vertebrales torácicas y lumbares. Eje horizontal) Número de arterias encontradas en la revisión bibliográfica.

Discusión

La bibliografía difiere en cuanto al alcance del territorio de irrigación de la arteria de A.W. Adamkiewicz: mientras unos aseveran que es sólo el cuarto inferior de la médula espinal¹, otros afirman que es el tercio inferior.⁹ Otros incluso acrecientan dicho territorio hasta los dos tercios inferiores.⁵

La bibliografía ha establecido un rango máximo que oscila desde T5 a L4 con un 75% de predominio izquierdo 1,2,5,9-12 en concordancia con la orientación de la aorta.

El calibre encontrado antes de su anastomosis varió entre 0.8 y 1.1mm acorde al rango de la bibliografía consultada 1,3,9-11,13-15 donde se vio que variaba en un rango que iba desde 0,5 a 1,3mm.

No encontramos duplicaciones a pesar de estar descriptas.¹²⁻¹⁶

Hay una gran variedad de cirugías a las que se expone la columna vertebral como corpectomías toracolumbares, fusiones por fracturas, liberaciones por escoliosis, substracción de pedículos, hernioplastias torácicas, resección de tumores del mediastino posterior, reconstrucciones por aneurismas disecantes de aorta, etc.^{21,23-25}

No se está exento del riesgo de lesionar las arterias que se encargan de la irrigación anterior, aun cuando se ha visto que vasos anastomóticos posteriores concurren a suplir posibles déficits.^{2,3,12,19} Incluso es terreno de amplia discusión el cambio de lado, de izquierdo a derecho, en los abordajes quirúrgicos que pueda optarse.^{10,21,26,27}

Una consideración que se desprende de su variación anatómica es con respecto a la confiabilidad de los métodos imagenológicos, sean angiografías digitales, angioresonancias o angiotomografías.

A pesar de su utilidad, a veces, para su localización en el preoperatorio, se tiene que aumentar el rango de detección y la irradiación que ello acarrea, si se utiliza angiotomografía o angiografía digital.

En décadas anteriores solía detectarse la AA en el 69%, lo que hacía poco confiable los estudios; se hacía necesario la valoración de utilizar contraste arterial o endovenoso.^{9-12,18,28-31}

Actualmente se puede detectar hasta en un 90%^{9,12,27,30,32} pero no en todos los centros de alta complejidad se cuenta con el equipamiento necesario, lo que restringe la indicación y la posibilidad de encontrarla para una óptima evaluación del riesgo quirúrgico.

Conclusión

De las arterias que irrigan la médula espinal, la AA es la que más territorio comprende. Puede decirse que la variabilidad anatómica en su nacimiento es la norma.

La importancia de conocer esta arteria es clínica, quirúrgica e imagenológica. Desconocer la trayectoria y la variación del ingreso de la AA al canal medular, puede traer aparejadas serias consecuencias en las cirugías con repercusión clínica en los pacientes.

Referencias

1. Martirosyan N.L.; Feuerstein J.S.; Theodore N.; Cavalcanti D.D.; Spetzler R.F.; Preul M.C. *Blood supply and vascular reactivity of the spinal cord under normal and pathological conditions*. J Neurosurg Spine 2011;15(3):238-51.
2. Romanes G.J. *The arterial blood supply of the human spinal cord*. Paraplegia 1965; 2:199-207.
3. Milen M.T.; Bloom D.A.; Culligan J.; Murasko. *Albert Adamkiewicz (1850-1921) - his artery and its significance for the retroperitoneal surgeon*. World J Urol. 1999;17:168-70.
4. Langard R.; Binetti J. y Langard M. Origen de la arteria radicular magna. *Bibliografía Anatómica [online]* 1995, no 9, pp5. ISSN 1852-3889.
5. Pawlina W.; Maciejewska I. A *Glimpse of Our Past: Albert Wojciech Adamkiewicz 1850-1921*. Clin Anat. 2002;15(2):318-20.
6. Adamkiewicz A. *Die Blutgefäße des menschlichen Rückenmarkes. 1. Die Gefäße der Rückenmarksubstanz*. Sitzungsber Aka. Wiss Wien Math-Naturwiss Kl 1881;84: 469-502.
7. Adamkiewicz A. *Die Blutgefäße des menschlichen Rückenmarkes. 2. Die Gefäße der Rückenmarksoberfläche*. Sitzungsber Akad Wiss Wien Math-Naturwiss Kl 1882;85: 101-30.
8. Carmichael S.W.; Gloviczki P. *Anatomy of the Blood Supply to the Spinal Cord: The Artery of Adamkiewicz Revisited*. Vasc Surg. 1999; 1(212):113-22.
9. Yoshioka K.; Niinuma H.; Ohira A.; Nasu K.; Kawakami T.; Sasaki M.; Kawazoe K. *MR angiography and CT angiography of the artery of Adamkiewicz: noninvasive preoperative assessment of thoracoabdominal aortic aneurysm*. Radiographics. 2003; 23(5):1215-25.
10. Nijenhuis R.J.; Leiner T.; Wilmink J.T.; Jacobs M.J.; van Engelshoven J.M.A.; Backes W.H. *Spinal Cord Feeding Arteries at MR Angiography for Thoracoscopic Spinal Surgery: Feasibility Study and Implications for Surgical Approach*. Radiology 2004; 233(8):541-7.
11. Kudo K.; Terae S.; Asano T.Oka M.; Kaneko K.; Ushikoshi S.; Miyasaka K. *Anterior spinal artery and artery of Adamkiewicz detected by using multi-detector row CT*. Am J Neuroradiol. 2003; 24(1):13-7.
12. Takase K.; Sawamura Y.; Igarashi K.; Chiba Y.; Haga, K.; Saito, H.; Takahashi, S. *Demonstration of the artery of Adamkiewicz at multi-detector row helical CT*. Radiology. 2002; 223(1):39-45.
13. Koshino T.; Murakami G.; Morishita K.; Mawatari T.; Abe T. *Does the Adamkiewicz artery originate from the larger segmental arteries?* J Thorac Cardiovasc Surg 1999; 117:898-905.
14. Rodríguez-Baeza A.; Muset-Lara A.; Rodríguez-Pazos M.; Domenech-Mateu J.M. *The arterial supply of the human spinal cord: a new approach to the arteria radicularis magna of Adamkiewicz*. Acta Neurochir 1991; 109(1-2):57-62.
15. Alleyne C.H.; Cawley C.M.; Shengelaia G.G.; Barrow D.L. *Microsurgical anatomy of the artery of Adamkiewicz and its segmental artery*. J Neurosurg. 1998; 89(5):791-5.
16. Boll D.T.; Bulow H.; Blackham K.A.; Aschoff A.J.; Schmitz B.L. *MDCT angiography of the spinal vasculature and the artery of Adamkiewicz*. AJR Am J Roentgenol. 2006; 187(4):1054-60.
17. Djindjian R.; Faure C. *Accidents médullaires de l'aortographie*. J Belg Radiol 1967; 50:207-13.
18. Yamada N.; Okita Y.; Minatoya K, et al. *Preoperative demonstration of the Adamkiewicz artery by magnetic resonance angiography in patients with descending or thoracoabdominal aortic aneurysms*. Eur J Cardiothorac Surg 2000; 18:104-11.
19. Lazorthes G.; Gouaze A.; Zadeh J.O.; Santini J.J.; Lazorthes Y.; Burdin P. *Arterial vascularization of the spinal cord: recent studies of anastomotic substitution pathways*. J Neurosurg 1971; 35:253-62.
20. Bowen B.C.; DePrima S.; Pattany P.M.; Marcillo A.; Madsen P.; Quencer R.M. *MR angiography of normal intradural vessels of the thoracolumbar spine*. AJNR Am J Neuroradiol 1996; 17:483-94.
21. Charles Y.P.; Barbe B.; Beaujeux R.; Boujan F.; Steib J.P. *Relevance of the anatomical location of the Adamkiewicz artery in spine surgery*. Surg Radiol Anat. 2011; 33, (1): 3-9.

22. Biglioli P.; Roberto M.; Cannata A.; Parolari A.; Fumero A.; Grillo F.; Maggioni M.; Coggi G.; Spirito R. *Upper and lower spinal cord blood supply: the continuity of the anterospinal artery and the relevance of the lumbar arteries.* J Thorac Cardiovasc Surg. 2004; 127(4):1188-92.
23. Vollmer D.G.; Simmons N.E. *Transthoracic approaches to thoracic disc herniations.* Neurosurg Focus. 2000; 9(4): 1-8.
24. Burke T.G.; Caputy A.J. *Treatment of thoracic disc herniation: evolution toward the minimally invasive thoracoscopic technique.* Neurosurg Focus 2000; 9(4):1-7.
25. Shiiya H.; Tanaka A.; Sakuraba M.; Nakamura M.; Shibayama Y.; Tsuji T.; Fukasawa Y. *Complete resection of a posterior mediastinal tumor after preoperative identification of artery of Adamkiewicz.* Kyobu Geka 2014; 67(5): 371-4.
26. Soubeyrand M.; Court C.; Fadel E.; Vincent-Mansour C.; Mascard E.; Vanel D.; Mis-senard G.
27. *Preoperative imaging study of the spinal cord vascularization: interest and limits in spine resection for primary tumors.* Eur J Radiol. 2011 Jan;77(1):26-33.
28. Nijenhuis R.J.; Jacobs M.J.; Jaspers K.; Reinders M.; van Engelshoven J.M.; Leiner T.; Backes W.H. *Comparison of magnetic resonance with computed tomography angiography for preoperative localization of the Adamkiewicz artery in thoracoabdominal aortic aneurysm patients.* J Vasc Surg. 2007; 45(4):677-85.
29. Yoshihara S.; Kamiya M.; Naito M.; Matsunaga M. *Artery of Adamkiewicz on 256-slice Multislice CT.* Intern Med. 2014; 53(4):329-30.
30. Yamada N.; Takamiya M.; Kuribayashi S.; Okita Y.; Minatoya K.; Tanaka R. *MRA of the Adamkiewicz artery: a preoperative study for thoracic aortic aneurysm.* J Comput Assist Tomogr 2000; 24:362-8.
31. Nojiri J.; Matsumoto K.; Kato A.; Miho T.; Furukawa K.; Ohtsubo S.; Itoh T.; Kudo S. *The Adamkiewicz artery: demonstration by intra-arterial computed tomographic angiography.* Eur J Cardiothorac Surg. 2007; 31(2): 249-55.
32. Nishii T.; Kono A.K.; Negi N.; Hashimura H.; Uotani K.; Okita Y.; Sugimura K. *The feasibility of a 64-slice MDCT for detection of the Adamkiewicz artery: comparison of the detection rate of intravenous injection CT angiography using a 64-slice MDCT versus intra-arterial and intravenous injection CT angiography using a 16-slice MDCT.* Int J Cardiovasc Imaging. 2013; 29 Suppl 2:127-33.
33. Furukawa K.; Kamohara K.; Nojiri J.; Egashira Y.; Okazaki Y.; Kudo S.; Morita S. *Operative strategy for descending and thoracoabdominal aneurysm repair with preoperative demonstration of the Adamkiewicz artery.* Ann Thorac Surg. 2010; 90(6):1840-6.