

## DISTRIBUIÇÃO INTRANEURAL DAS ARTÉRIAS NA CAUDA EQUINA DE RECÉM-NASCIDOS

FERNANDO MATAMALA-VARGAS \*, JORGE HENRIQUEZ-PINO \*,  
JOSÉ CARLOS PRATES \*\*

---

**RESUMO** — Realizou-se estudo mesoscópico da irrigação da medula lombo-sacra e das raízes da cauda equina em cadáveres de 18 recém-nascidos brasileiros de ambos os sexos. Destes espécimes, 50% foram injetados através da parte abdominal da aorta com látex neoprene 650 Dupont, enquanto os restantes foram injetados pela mesma via com solução de gelatina a 5% corada com tinta nankim preta. Posteriormente, os blocos formados pela medula e cauda equina destes últimos foram diafanizados segundo a técnica de Spalteholz. Determinamos, em relação às raízes nervosas lombo-sacras, a presença de dois tipos arteriais: (a) artérias radiculares proximais e distais destinadas à irrigação destas raízes e que apresentam, no terço médio da raiz, uma área de menor densidade vascular ou de hipovascularização; (b) artérias espinhais segmentares que, em número irregular e mais frequentes no lado esquerdo, de calibre maior que o das radiculares, acompanham as raízes, anastomosando-se com as artérias espinhais, não emitindo ramos colaterais a qualquer raiz nervosa.

**PALAVRAS-CHAVE:** medula espinhal, irrigação, raízes nervosas.

### **Intraneural arterial distribution of the newborn cauda equina**

**SUMMARY** — Mesoscopic study of the irrigation of the lumbosacral segment of the spinal cord and the roots of the cauda equina was carried out in corpses of 18 Brazilian newborns of either sex. Through the abdominal portion of the aorta nine newborns were injected with neoprene latex and the others were injected with a 5% solution of gelatin coloured with black Indian ink. The latter were cleared by the Spalteholz technique. Two types of arterial distribution were determined: (a) proximal and distal radicular arteries supplying the corresponding roots, which presented in their middle third an arterial low density, that is, hypo-irrigation; (b) segmental spinal arteries, varying in number, more frequent on the left side and having a larger caliber than that of the radicular arteries, accompanying the roots without providing collateral branches to the neural roots and anastomosed with the spinal arteries.

**KEY WORDS:** spinal cord, irrigation, neural roots.

---

Um dos aspectos fundamentais na anatomia clínica dos nervos espinhais é reconhecer a diferença estrutural que existe entre os ramos periféricos e as raízes nervosas localizadas no interior do canal vertebral. Segundo Murphy<sup>17</sup> existem diferenças importantes, pois as raízes tem menos epineuro, seus fascículos não se ramificam e carecem de perineuro. Este fato se traduz em uma menor proteção contra agentes irritantes e forças tensionais. Esta situação nos levou a investigar a disposição dos vasos arteriais intraneurais, especialmente

---

Trabalho realizado no Departamento de Morfologia, Disciplina de Anatomia Descritiva e Topográfica, Escola Paulista de Medicina. \* Mestre em Anatomia, Departamento de Ciências Básicas, Facultad de Medicina, Universidad de la Frontera, Temuco, Chile; \*\* Professor Titular, Disciplina de Anatomia Descritiva e Topográfica, Escola Paulista de Medicina. Aceite: 20-outubro-1992.

Dr. José Carlos Prates — Disciplina de Anatomia Descritiva e Topográfica, Escola Paulista de Medicina — Rua Botucatu 740 — 04023-900 São Paulo SP — Brasil.

nas raízes lombo-sacras, pois pode representar fator importante frente a traumatismos.

Os objetivos desta pesquisa foram: 1. observar a origem, distribuição e anastomoses das artérias, especialmente as intraneurais da cauda equina em recém-nascidos, a fim de contribuir para melhor conhecimento desta região; 2. propor nomenclatura mais adequada para identificar estes vasos.

#### MATERIAL E MÉTODOS

O material de estudo compreende cadáveres de 18 recém-nascidos brasileiros de ambos os sexos e escolhidos aleatoriamente no Serviço de Verificação de Óbitos da Escola Paulista de Medicina. Estes recém-nascidos não apresentavam patologia aparente nos sistemas nervoso e vascular.

Em primeiro lugar, procedeu-se ao isolamento e cateterização da porção torácica da aorta descendente, nela se introduzindo catéter de polietileno, o qual se fixou com sutura ao redor do vaso. Através desse catéter, em 50% das amostras se injetou látex neoprene 650 Dupont c, nas 50% restantes, solução de gelatina morna corada com tinta nankim de cor preta.

A dissecação se efetuou em duas etapas:

1. Cadáveres injetados com látex neoprene. Injetou-se volume variável, entre 60 e 150 ml, dependendo do peso do natimorto. A finalidade desta etapa foi evidenciar os macrovasos oriundos dos ramos parietais da parte abdominal da aorta a fim de identificar com facilidade as artérias que se destinavam a irrigar a medula espinhal e suas raízes. Foi utilizado instrumental de microcirurgia, conseguindo-se identificação das artérias lombares, sacrais laterais, iliolombares e sacral mediana em todo seu trajeto até os forames intervertebrais.

2. Cadáveres injetados com solução de gelatina corada com tinta nankim. Etapa destinada a diafanização, segundo o método de Spalteholz, do bloco constituído da medula lombo-sacra e raízes da cauda equina. O procedimento adotado foi o mesmo do grupo precedente, só que a perfusão foi feita com gelatina, mantendo-se o feto dentro de recipiente com água morna a 45°C. Os cadáveres foram colocados em congelador para acelerar o endurecimento da gelatina. Depois de 1 hora, procedeu-se à retirada em bloco do segmento lombar da coluna vertebral. Em seguida, efetuou-se laminectomia neste segmento. Posteriormente, abriu-se a dura-máter e a peça foi colocada, para lavagem, em água corrente. Após a lavagem o bloco foi submerso em solução de formol a 10%, por 48 horas. Posteriormente procedeu-se a microdissecação do segmento da medula e raízes lombo-sacras. Este material foi submetido a diafanização segundo a técnica de Spalteholz, sendo lavado previamente com água oxigenada 20 vol. A peça diafanizada foi mantida submersa em xilol, sendo dissecada com auxílio de microscópio estereoscópico Karl Zeiss, com aumento entre 8 e 50 vezes, utilizando a técnica de transluminação. As peças foram fotografadas, esquematizadas e comparadas, para determinar os padrões de distribuição vascular.

#### RESULTADOS

Os resultados obtidos foram os seguintes:

1. **Peças injetadas com látex neoprene.** Foi possível identificar que as artérias lombares, ao nível dos forames intervertebrais, dividem-se em um ramo ventral destinado à parede anterolateral do abdome e outro dorso-espinhal. Este último tem a forma de um Y, do qual um dos braços penetra pelo forame intervertebral em direção à face dorsal das vértebras e discos intervertebrais. Na altura do gânglio espinhal da respectiva raiz nervosa emite uma série de colaterais. Estes se distribuem pelas faces ventral e dorsal do gânglio para terminarem no canal vertebral, dividindo-se em um ramo obliquamente ascendente e outro obliquamente descendente, que se anastomosam com os ramos contralaterais.

As estruturas vasculares e nervosas, ao nível do forame intervertebral, encontram-se envolvidas por abundante quantidade de tecido conjuntivo frouxo e adiposo semifluido.

2. **Peças injetadas com gelatina, diafanizadas segundo a técnica de Spalteholz.** Foi possível constatar que os vasos que chegam ao gânglio espinhal penetram em seu interior e vão formar um «plexo arterial intraganglionar», que tem continuidade com artérias no interior das raízes da cauda equina (Fig. 1), em número de duas ou três para cada raiz, acompanhando as fibras nervosas e contidas em envoltório de pia-máter (Fig. 2). Na parte



Fig. 1 Gânglio espinal e artérias radiculares distais injetadas com gelatina corada com tinta nankim e diafanizadas segundo o método de Spalteholz. Observam-se o plexo arterial intraganglionar (PAI), as artérias radiculares distais (ARD) e a dura-máter (D), com aumento de 8x.

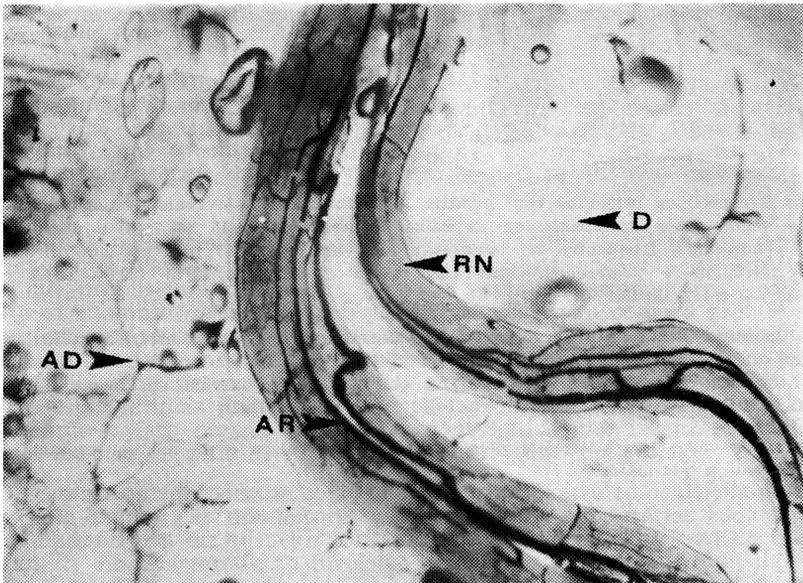


Fig. 2. Padrão de distribuição das artérias radiculares na raiz nervosa, injetadas com gelatina e diafanizadas segundo o método de Spalteholz. Observam-se a raiz nervosa (RN), artérias radiculares (AR), dura-máter (D) e artérias da dura-máter (AD), com aumento de 12,5x.

proximal de cada raiz, estes vasos arteriais se unem com as artérias espinhais e/ou com as arteríolas do plexo pial que rodeiam a superfície medular.

Chamou a atenção o fato de, entre a zona proximal e distal de cada raiz, a nível do terço médio, ser constatada uma evidente "área de hipovascularização radicular" (Fig. 3).

Confirmando o que foi observado nas preparações injetadas com látex neoprene, encontraram-se também vasos arteriais de maior calibre perfurando a dura-máter e tendo trajeto independente das artérias radiculares. Estas arteríolas vão anastomosar-se com as artérias espinhais anterior e posterior, segundo sua correspondência. É importante frisar que as artérias espinhais segmentares, apesar de acompanharem as raízes nervosas em toda a sua extensão, não fornecem a elas qualquer tipo de irrigação, pois sua função é assegurar a irrigação da medula.

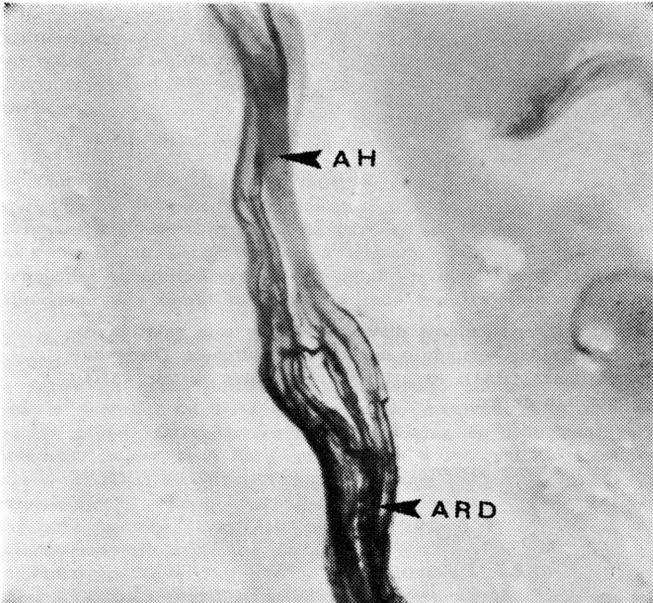


Fig. 3 Área de hipovascularização de uma raiz espinhal, injetada com gelatina e diafanizada segundo o método de Spalteholz. Observam-se as artérias radiculares distais (ARD) e a área de hipovascularização (AH), com aumento de 12,5x.

Nos 9 espécimes injetados com gelatina e diafanizados, observamos somente 15 artérias espinhais segmentares acompanhando as raízes ventral e dorsal em 10/15 (66,7%) e 5/15 (33,3%), sendo mais frequentes no lado esquerdo (13/15; 86,7%) que no lado direito (2/15; 13,3%) e situando-se preferencialmente nas raízes de L2 em 12/15 (80,0%), L3 em 2/15 (13,3%) e L4 em 1/15 (6,7%).

Foi possível evidenciar, de forma nítida, anastomoses entre as artérias radiculares e as arteríolas que correm pela face interna da dura-máter. Da mesma forma, constatou-se a presença de vasos de direção transversal ou oblíqua, que cruzavam em forma de ponte de uma raiz a outra.

Todos os vasos que passavam pela superfície das raízes e da medula espinhal estavam localizados sob a pia-máter.

#### COMENTÁRIOS

Ao revisarmos a literatura, autores como Sappey<sup>22</sup>, Testut<sup>24</sup>, Charpy<sup>5</sup>, Tandler<sup>23</sup>, Testut e Latarjet<sup>25</sup>, Ranson e Clarke<sup>20</sup>, Rouvière<sup>21</sup>, Netter<sup>18</sup>, Elliot<sup>8</sup>, Chusid<sup>6</sup>, Erhart<sup>9</sup>, Machado<sup>16</sup>, Woodburne<sup>26</sup>, Bouchet e Cuilleret<sup>3</sup>, Carpenter<sup>4</sup>, Hamilton<sup>12</sup> e Fumagalli e Cavallotti<sup>10</sup> descrevem que, junto aos macrovasos de direção vertical da medula espinhal, denominados «artérias espinhais», se encontram as «artérias radiculares» de direção transversal e que derivam de vasos

segmentares localizados junto à coluna vertebral. Estas artérias radiculares são anteriores e posteriores e acompanham em todo o seu trajeto as raízes ventrais e dorsais dos nervos espinhais. São encontradas de 8 a 10 artérias radiculares anteriores e de 10 a 15 artérias radiculares posteriores.

Adamkiewics<sup>1</sup>, em 1882, descreve uma "grande artéria radicular anterior", de presença mais ou menos constante, irrigando a intumescência lombar da medula espinhal. Gillilan<sup>11</sup> assinalou que os estudos de Adamkiewics<sup>1</sup> e Kadyi<sup>15</sup> constituem bom antecedente que serviu como fundamento para a nomenclatura das artérias radiculares, sugerindo o conceito de «artérias medulares segmentares», que seguem diretamente, para anastomosar-se com as artérias espinhais anteriores e posteriores e que, durante seu trajeto, não emitem ramos secundários às raízes que acompanham.

É importante recordar o assinalado por Dommissé<sup>7</sup>, que afirmou ser a distribuição dos vasos de um adulto similar à de um feto a termo quanto ao seu número e localização, sendo os vasos do adulto somente maiores que os do feto.

Parke et al.<sup>19</sup> afirmaram que, desde os estudos de Adamkiewics<sup>1</sup>, grande número de publicações sobre os vasos radiculares apareceu na literatura, situação que ocasionou grande confusão da nomenclatura. Na Nomina Anatomica<sup>14</sup> aparecem os termos «artérias espinhais» e «artérias radiculares», sem maiores especificações.

Nossos achados em relação à origem, trajeto e terminação das artérias segmentares, em especial das artérias lombares, não coincidem exatamente aos dos descritos pelos autores consultados<sup>3-6,8-10,12,14,18,20-26</sup>, quando assinalam o fato de que o ramo dorso-espinhal das artérias lombares dão origem às artérias radiculares. Ao contrário, nossas observações demonstraram que as artérias radiculares distais originam-se do «plexo arterial intraganglionar», enquanto as artérias radiculares proximais originam-se do «plexo pial» que rodeia a parte terminal da medula espinhal.

Por outro lado, concordamos com Bergmann e Alexander<sup>2</sup>, quando afirmam que as artérias que chegam aos gânglios espinhais obedecem a um plano segmentar.

Constatamos, igualmente a Hasue et al.<sup>13</sup>, que os vasos depois de passarem pelo forame intervertebral são envolvidos também por uma espécie de membrana fibrosa, delgada e transparente, denominada por estes autores como «membrana epi-radicular» e que é contínua a uma membrana semelhante àquela que cobre a dura-máter no interior do canal vertebral a qual se chamou «membrana epidural».

Quanto à nomenclatura destas artérias e tomando como base a denominação adotada por Parke et al.<sup>19</sup>, é possível distinguir que: (a) as artérias medulares, que propusemos denominar «artérias espinhais segmentares», estão destinadas a anastomosar-se com as artérias espinhais, assim como a grande artéria radicular anterior (Adamkiewics); (b) as artérias radiculares são destinadas exclusivamente à irrigação das raízes nervosas dos nervos espinhais, entre as quais é possível distinguir proximais e distais, segundo sua origem e posição, sendo que entre estas últimas podemos diferenciá-las em dorsais e ventrais. Chamou-nos a atenção o fato de que os autores consultados não fazem referências às anastomoses entre as artérias radiculares e as da dura-máter.

O presente estudo permite concluir que: 1. não houve coincidência de nossos achados com a descrição dos autores clássicos quanto às artérias radiculares da cauda equina, no que diz respeito a origem e distribuição; 2. foram encontrados dois tipos de vasos arteriais ao nível da cauda equina: artérias radiculares proximais e distais que coexistem com as artérias espinhais segmentares destinadas a reforçar exclusivamente a irrigação medular; 3. a incorporação dos conceitos de «plexo arterial intraganglionar» e «área de hipovascularização», ao nível das raízes da cauda equina, é justificável ou pode ser interessante; 4. há abundantes anastomoses entre as artérias radiculares em uma mesma raiz, entre raízes adjacentes e entre estas e as artérias da dura-máter.

## REFERÊNCIAS

1. Adamkiewics A. Blutegefäße des menschlichen Rückenmarks. II Theil. Die Gefäße der Rückenmarkesoberfläche. Sitzungs. Math-Naturwiss Classe, Akad Wissensch 1882, 85:101-130.
2. Bergmann L, Alexander L. Vascular supply of the spinal ganglia. Arch Neurol Psychiat 1941, 46:761-782.
3. Bouchet A, Cuilleret J. Anatomia Descriptiva, Topográfica y Funcional. Buenos Aires: Panamericana, 1978, p 78-80.
4. Carpenter M. Neuroanatomia humana. Ed. 7. Rio de Janeiro: Interamericana, 1978, p 567-570.
5. Charpy A. Vaisseaux des centres nerveux. In Poirier P, Charpy A. Traité d'anatomie humaine. Ed 3. Paris: Masson, 1921, vol 3, p 685-693.
6. Chusid J. Neuroanatomia correlativa y neurologia funcional. Ed 14, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1972, p 68-69.
7. Dommissie GF. Blood supply of the spinal cord. J Bone Joint Surg 1974, 56:225-235.
8. Elliot HC. Textbook of Neuroanatomy. Ed 2. Philadelphia: Lippincott, 1969, p 432-451.
9. Erhart E. Neuroanatomia Ed 5. São Paulo: Atheneu, 1974, p 71-87.
10. Fumagalli Z, Cavalloti C. Anatomia umana normale. Padova: Piccin, 1982, vol 2, p 444-445.
11. Gillilan L. The arterial blood supply of the human spinal cord. J Comp Neurol 1958, 110:75-103.
12. Hamilton WJ. Tratado de anatomia humana. Ed 2. Rio de Janeiro: Interamericana, 1982, p 563-564.
13. Hasue M, Kikuchi A, Sakuyama R, Ito T. Anatomic study of the interrelation between lumbosacral nerve roots and their surrounding tissues. Spine 1983, 8:50-58.
14. International Anatomical Nomenclature Committee. Nomina Anatomica. Ed 5. London: Williams & Wilkins, 1983, A64.
15. Kadyl H. Ueber die Blutegefäße des menschlichen Rückenmarkes. Lemberg: Gubrynowicz & Schmidt. 1889.
16. Machado A. Neuroanatomia funcional. São Paulo: Atheneu, 1977, p 67-69.
17. Murphy R. Nerve roots and spinal nerves in degenerative disk disease. Clin Orthop Rel Res 1977, 129:46-60.
18. Netter F. Nervous system. In Netter F: CIBA collections of medical illustrations. Ed 5. New York, 1962, vol 1, p 64-65.
19. Parke W, Gammell K, Rothman R. Arterial vascularisation of the cauda equina. J Bone Joint Surg 1981, 63:53-62.
20. Ranson S, Clarke S. The anatomy of the nervous system. Ed 9. London: W.B. Saunders, 1953, p 157-158.
21. Rouvière H. Anatomie humaine. Ed. 8. Paris: Masson, 1959, vol 3, p 684-685.
22. Sappey C. Traité d'anatomie descriptive. Ed 4. Paris: Adrien De La Haye et Emile Cros Nier Editeurs, 1888, vol 2, p 572-574.
23. Tandler J. Tratado de anatomia sistemática. Ed 2. Barcelona: Salvat 1929, vol 3, p 147-150.
24. Testut L. Traité d'anatomie humaine. Ed 6. Paris: Octave Doin, 1911, vol 2, p 562-567.
25. Testut L, Latarjet A. Tratado de anatomia humana, Ed 9. Barcelona: Salvat, 1951, vol 2, p 270-275.
26. Woodburne R. Anatomia humana. Ed 6. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1978, p 238-240.