

Raízes nervosas redundantes da cauda equina: revisão da literatura*

Redundant nerve roots of the cauda equina: review of the literature

Marcello Henrique Nogueira-Barbosa¹, Leonor Garbin Savarese², Carlos Fernando Pereira da Silva Herrero³, Helton Luiz Aparecido Defino⁴

Resumo A redundância das raízes nervosas da cauda equina é caracterizada, no diagnóstico por imagem, pela presença de raízes nervosas alongadas, espessadas e tortuosas junto a uma área de estenose do canal vertebral lombar. Não é uma entidade independente, mas acredita-se que ocorra como o resultado da compressão crônica ao nível da estenose do canal lombar e que, portanto, pode fazer parte da evolução natural da estenose. O objetivo deste trabalho é revisar a histopatologia, a eletrofisiologia, as características de imagem, especialmente na ressonância magnética, e o significado clínico desta entidade. Como a avaliação atual da estenose de canal e das compressões radiculares é realizada preferencialmente por meio da ressonância magnética, é nesse método de imagem que a redundância das raízes nervosas da cauda equina será identificada. O reconhecimento desta entidade nos exames de ressonância magnética é importante, principalmente para evitar equívocos que poderiam levar ao diagnóstico de outras afecções, particularmente de malformações arteriovenosas intradurais. A literatura é controversa a respeito da importância clínica da presença de redundância das raízes nervosas da cauda equina. Há artigos que sugerem que as alterações patológicas da raiz nervosa são irreversíveis no momento do diagnóstico e que os sintomas neurológicos não são mais suscetíveis de melhora com a descompressão cirúrgica, porém este conceito não é um consenso.

Unitermos: Cauda equina; Estenose espinhal; Coluna vertebral; Ressonância magnética.

Abstract In imaging diagnosis, redundant nerve roots of the cauda equina are characterized by the presence of elongated, enlarged and tortuous nerve roots in close relationship with a high-grade lumbar spinal canal stenosis. This is not an independent entity, but it is believed to be a consequence of the chronic compression at the level of the lumbar canal stenosis and thus may be part of the natural history of lumbar spinal stenosis. The present paper is aimed at reviewing the histopathological, electrophysiological and imaging findings, particularly at magnetic resonance imaging, as well as the clinical meaning of this entity. As the current assessment of canal stenosis and root compression is preferably performed by means of magnetic resonance imaging, this is the imaging method by which the condition is identified. The recognition of redundant nerve roots at magnetic resonance imaging is important, particularly to avoid misdiagnosing other conditions such as intradural arteriovenous malformations. The literature approaching the clinical relevance of the presence of redundant nerve roots is controversial. There are articles suggesting that the pathological changes of the nerve roots are irreversible at the moment of diagnosis and therefore neurological symptoms are less likely to improve with surgical decompression, but such concept is not a consensus.

Keywords: Cauda equina; Spinal stenosis; Spine; Magnetic resonance imaging.

Nogueira-Barbosa MH, Savarese LG, Herrero CFPS, Defino HLA. Raízes nervosas redundantes da cauda equina: revisão da literatura. Radiol Bras. 2012 Mai/Jun;45(3):155–159.

INTRODUÇÃO

A redundância das raízes nervosas da cauda equina (RRNCE) é caracterizada por raízes nervosas alongadas, espessadas e tortuosas no espaço subaracnoide da co-

luna lombar junto a uma área de estenose do canal^(1–11). Inicialmente, a RRNCE foi descrita como defeitos serpiginosos de enchimento identificados à mielografia, associados a bloqueio parcial ou completo da progressão do contraste^(1–9). Mais recentemente, os achados de imagem da RRNCE foram também descritos para a ressonância magnética (RM)^(10–12). A prevalência da RRNCE pode chegar a 33,8–42% dos pacientes com estenose do canal lombar^(8,10,13) e também foi detectada em 8,2% dos cadáveres de pessoas idosas no Japão⁽⁸⁾.

* Trabalho realizado no Serviço de Radiodiagnóstico do Centro de Ciências das Imagens e Física Médica (CCIFM) do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HC-FMRPUSP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

1. Doutor, Professor do Centro de Ciências das Imagens e Física Médica (CCIFM) da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRPUSP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

2. Acadêmica do Curso de Medicina da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRPUSP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

3. Mestre, Médico Assistente do Serviço de Coluna Vertebral da Ortopedia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HC-FMRPUSP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

4. Doutor, Professor do Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor da Faculdade de

Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRPUSP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

Endereço para correspondência: Leonor Garbin Savarese. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo. Avenida Bandeirantes, 3900, Campus Universitário. Ribeirão Preto, SP, Brasil, 14049-090. E-mail: leonorgs@usp.br

Recebido para publicação em 28/5/2011. Aceito, após revisão, em 24/2/2012.

Alguns trabalhos atribuem a primeira descrição da RRNCE a Verbiest⁽¹¹⁻¹³⁾. Esses trabalhos citam especificamente um artigo em que Verbiest registrou uma série de casos confirmados cirurgicamente de estenose espinhal lombar⁽¹⁴⁾, mas ao avaliar os textos originais concluímos que Verbiest descreveu raízes nervosas alongadas em outra série de casos na qual relatou formas raras de compressão da cauda equina⁽¹⁵⁾. A utilização da terminologia RRNCE, no entanto, foi empregada pela primeira vez por Cressman e Pawl⁽¹⁾.

A literatura é controversa a respeito da importância clínica da presença de raízes redundantes na cauda equina. Há artigos que sugerem que as alterações patológicas degenerativas das raízes nervosas acometidas são irreversíveis e que, portanto, os sintomas neurológicos seriam menos suscetíveis de melhora com a descompressão cirúrgica, porém este conceito não é um consenso.

A redundância das raízes nervosas é provavelmente o resultado patológico de uma força de compressão crônica ao nível da constrição do canal espinhal⁽⁹⁾.

O objetivo deste artigo é revisar os aspectos publicados em relação à RRNCE, com ênfase nas características de imagem, e particularmente na RM, e também revisar o que foi publicado sobre a significância clínica desta entidade.

ESTUDO HISTOPATOLÓGICO

Suzuki et al. analisaram a clínica, os estudos radiológicos e exames de eletrofisiologia em pacientes com e sem RRNCE e investigaram achados anatômicos e histopatológicos de raízes redundantes e não redundantes em cadáveres^(8,9). Os achados patológicos em pacientes com RRNCE foram principalmente de desarranjo e redução das fibras nervosas e desmielinização, além de fibrose endoneural e proliferação das células de Schwann^(8,9). Seus estudos não mostraram alterações significativas no corno anterior e nas colunas anterolaterais da medula espinhal. Foi observada perda de grau leve de células nervosas e fibrose no gânglio espinhal, mas estas alterações foram igualmente presentes em raízes nervosas não redundantes e, portanto, consideradas alterações relacionadas à idade.

A distribuição topográfica encontrada das raízes nervosas redundantes foi de 33,3% em S1, 33,3% em S2, 16% em L5 e 17,3% abaixo das raízes de S2⁽⁸⁾. O estudo anatômico de Suzuki et al. mostrou que todas as raízes nervosas redundantes passavam através da constrição do canal espinhal, sendo que nenhuma redundância foi encontrada em raízes que não passaram pela região de constrição do canal⁽⁸⁾. A desmielinização e perda axonal foi considerada uma consequência da contínua compressão mecânica das raízes nervosas confinadas ao canal espinhal estenosado⁽⁸⁾.

ELETROFISIOLOGIA

O estudo eletrofisiológico das raízes nervosas redundantes demonstrou dispersão temporal dos potenciais de ação e atraso das velocidades de condução sensitiva do nervo, embora a diferença de velocidade de condução nervosa não tenha sido estatisticamente significativa⁽⁸⁾. Os autores do estudo sugeriram que esses resultados refletiram a redução e a degeneração das fibras nervosas⁽⁸⁾. Eles também não encontraram diferença significativa na manifestação eletrofisiológica entre as raízes redundantes ventral e dorsal.

Foram realizadas medidas de velocidade de condução das raízes nervosas redundantes e não redundantes durante a cirurgia⁽¹³⁾. Nesse estudo, a velocidade de condução das raízes redundantes era cerca da metade do valor normal e, como regra, as raízes redundantes mostraram potenciais de ação multifásicos, temporalmente dispersos em relação às raízes normais.

Apenas um relato de caso abordou a avaliação de alterações eletromiográficas relacionadas com RRNCEs no período pós-operatório⁽¹⁶⁾. Esse relatório documentou desnervação parcial pré-operatória da porção medial esquerda do músculo gastrocnêmio e, apesar do significativo alívio da dor experimentado pelo paciente após a laminectomia, alterações eletromiográficas no gastrocnêmio ainda estavam presentes em três e seis meses de seguimento.

ACHADOS INTRAOPERATÓRIOS

Vários autores descreveram casos de raízes nervosas alongadas e tortuosas após

a abertura da dura-máter, confirmando os achados das imagens pré-operatórias^(1,2,4-6,11,13). A extrusão espontânea de raízes alongadas costuma ocorrer durante a abertura cirúrgica da dura-máter^(2,6,7,11,13). A abertura da dura-máter pode ser realizada para afastar a hipótese de malformação arteriovenosa⁽⁷⁾ ou simplesmente porque os cirurgiões tenham decidido que ela deve fazer parte da descompressão^(6,13). Há também relatos em que houve a indicação de duraplastia associada a laminectomia descompressiva para o alívio da compressão da raiz nervosa^(11,13).

MIELOGRAFIA

O diagnóstico da RRNCE foi descrito primeiramente na literatura em trabalhos que utilizaram imagens de mielografia⁽¹⁻⁹⁾. A mielografia era, na época, o único método de imagem disponível para documentar a anatomia e a patologia das raízes nervosas da cauda equina *in vivo*. Atualmente, a mielografia foi amplamente substituída pela RM e sua utilização ficou restrita para os raros casos em que a RM é contraindicada ou para casos em que os artefatos metálicos pós-operatórios são suficientes para degradar gravemente as imagens da ressonância.

O aspecto mielográfico descrito na RRNCE corresponde a defeitos serpiginosos de enchimento associados a um bloqueio parcial ou completo da progressão do contraste e, portanto, estenose do canal vertebral⁽¹⁻⁷⁾. Variações de posição do paciente podem influenciar na apresentação da RRNCE nas imagens, com melhor visualização das raízes redundantes em posição ortostática^(1,7,8,10).

Defeitos de enchimento serpiginosos também podem ser identificados pela mielografia na presença de malformações arteriovenosas intradurais ou durais⁽¹⁷⁾, sendo este, portanto, um importante diagnóstico diferencial. Menos frequentemente, o neurofibroma plexiforme ou um neurinoma podem causar espessamento e redundância das raízes nervosas⁽¹⁸⁻²⁰⁾. Outras doenças podem causar neuropatia hipertrófica, tais como a aracnoidite, a polineuropatia desmielinizante inflamatória crônica e algumas neuropatias hereditárias, mas raízes nervosas da cauda equina serpiginosas e

alongadas não foram relacionadas em associação com essas entidades.

RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

As características da RRNCE nas imagens de RM já foram descritas por vários autores⁽¹⁰⁻¹²⁾. Raízes nervosas espessadas, alongadas e tortuosas ou serpentiformes junto de uma região de estenose do canal vertebral lombar são os achados típicos. Anormalidades de intensidade de sinal das

raízes nervosas não foram relatadas na literatura em associação com RRNCE. As Figuras 1 e 2 ilustram os achados tipicamente encontrados nos casos de raízes redundantes nas imagens de RM.

O principal diagnóstico diferencial, na ressonância, deve-se fazer com as malformações arteriovenosas durais e as fístulas arteriovenosas. Nestas duas afecções, a RM costuma mostrar vasos serpiginosos intradurais e ectasia do plexo venoso nas imagens coronais (Figura 3). A apresentação

clínica das malformações vasculares, no entanto, é diferente daquela da estenose de canal e também há achados de imagem em RM que facilitam a diferenciação entre essas duas condições. As raízes redundantes normalmente estão associadas a estenose do canal vertebral, e na apresentação clínica o paciente apresenta claudicação

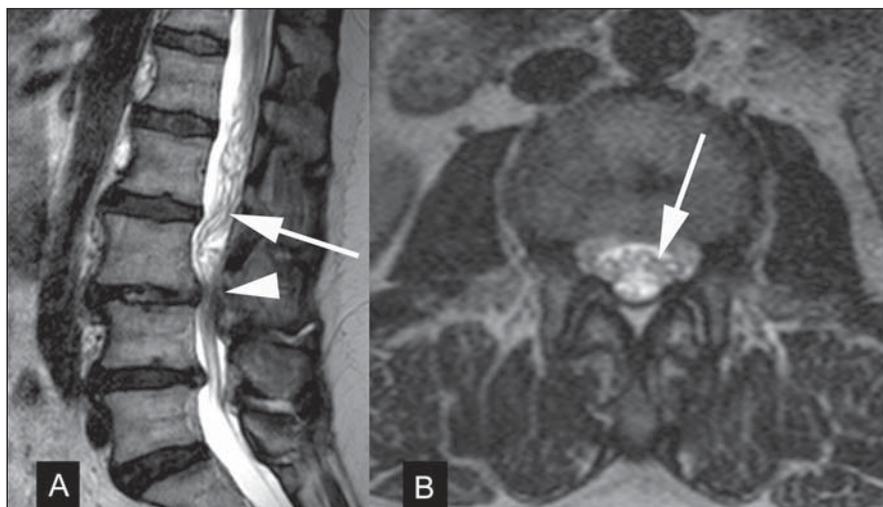


Figura 1. Mulher de 61 anos de idade com claudicação neurogênica. Imagens de RM pré-operatória obtidas para o planejamento de descompressão cirúrgica. **A:** Corte sagital ponderado em T2 mostra alterações degenerativas da coluna com hérnia de disco e estenose do canal vertebral em L3-4 e L4-5 (cabeça de seta). Raízes nervosas da cauda equina alongadas e tortuosas foram identificadas (seta). **B:** Corte axial ponderado em T2 e obtido em um nível um pouco acima da estenose L3-4 também mostra raízes nervosas tortuosas (seta).

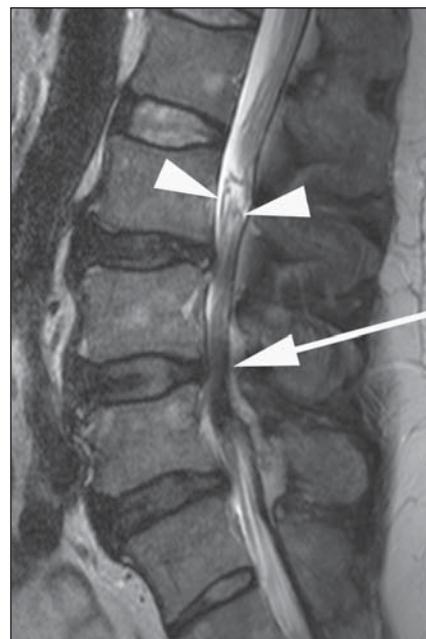


Figura 2. Homem de 53 anos de idade apresentando quadro clínico de claudicação neurogênica. Imagem de RM sagital ponderada em T2 mostra acentuada estenose do canal vertebral lombar (seta) e raízes da cauda equina redundantes (cabeças de setas).

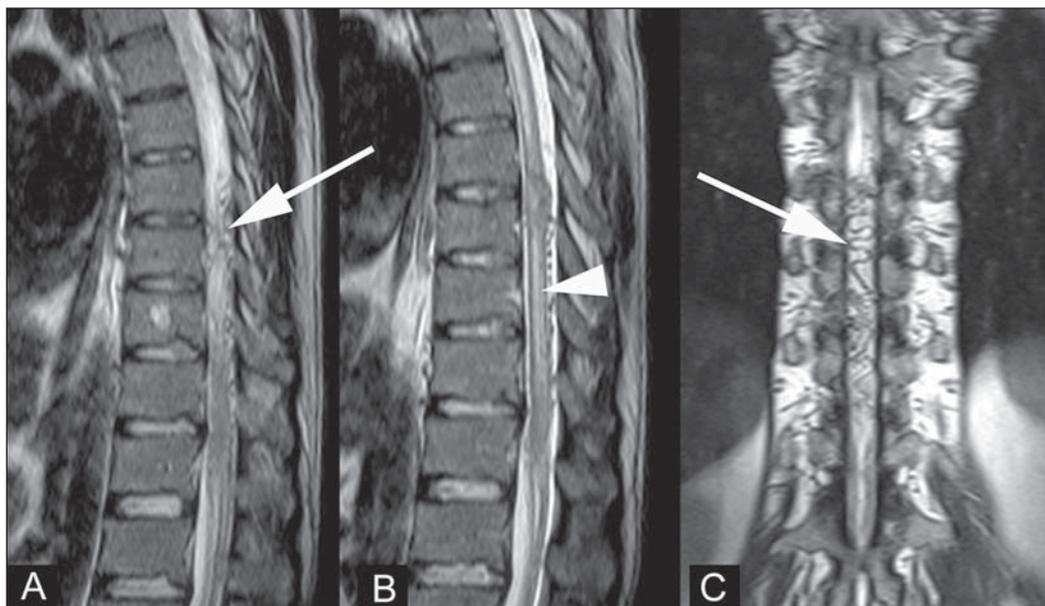


Figura 3. Fístula arteriovenosa espinal com confirmação cirúrgica. **A,B:** Imagens de RM sagital ponderada em T2 mostram vasos serpiginosos dilatados (seta). Aumento de sinal em T2 na substância da medula espinal estava presente (cabeça de seta), sendo relacionada a isquemia medular por fenômeno de roubo. **C:** RM coronal ponderada em T2 demonstra também vasos serpiginosos dilatados do plexo venoso (seta).

neurogênica. As malformações arteriovenosas são frequentemente associadas a grandes vasos de drenagem nas imagens e podem se apresentar clinicamente com sinais de mielopatia, hemorragia subaracnoide ou isquemia medular^(7,17). A fístula arteriovenosa dural costuma se associar a anormalidades da intensidade de sinal da medula espinhal nas imagens de RM ponderadas em T2⁽¹⁷⁾. Outro achado de imagem importante no diagnóstico de fístula arteriovenosa é o reforço exagerado do plexo venoso coronal após a administração de gadolínio, relatado em 88% dos pacientes com fístula arteriovenosa dural⁽¹⁷⁾.

Ono et al., em seu estudo, selecionaram 44 pacientes portadores de espondilolistese de L4-5, os quais foram submetidos a avaliação clínica detalhada pré e pós-operatória, todos apresentando estenose do canal vertebral e bloqueio completo à passagem de contraste na mielografia pré-operatória⁽¹⁰⁾. Todos os pacientes desse estudo foram submetidos, pré-operatoriamente, a mielografia e a exame de RM, e para efeito de análise estatística foram divididos em três grupos: grupo A, em que a RRNCE foi encontrada tanto no exame de mielografia quanto na RM (16 pacientes); grupo B, em que a RRNCE foi encontrada apenas no exame de mielografia (14 pacientes); grupo C, em que nenhum dos dois exames de imagem demonstrou a RRNCE (14 pacientes). Diferença estatisticamente significativa em relação aos sintomas clínicos foi encontrada entre os grupos A e C. O grupo de pacientes em que a RM demonstrou presença de RRNCE (grupo A) apresentou sintomas clínicos mais graves do que o grupo C, tanto no pré-operatório quanto no pós-operatório. Ono et al. identificaram que o grupo de pacientes em que a RM foi capaz de evidenciar a RRNCE apresentou sintomas clínicos piores e, portanto, que a identificação deste achado pela RM tenderia a ter significado clínico⁽¹⁰⁾. Esses autores especularam, então, que a redundância teria sido subestimada no exame de RM para os casos menos graves, em que a redundância foi demonstrada apenas na mielografia, provavelmente por causa da aquisição de imagens da coluna lombar na RM ser realizada rotineiramente em posição neutra, enquanto o estudo utilizado por mielografia foi dinâmico.

Em outro estudo, o comprimento relativo das raízes redundantes foi mensurado em imagens sagitais de RM e apresentou relação estatística com a melhora clínica dentro do grupo de pacientes com redundância das raízes nervosas⁽¹²⁾. Os autores padronizaram medir o comprimento relativo das raízes nervosas na imagem sagital mais central da coluna lombar. O comprimento relativo foi obtido medindo a distância do nível da estenose máxima até o ponto mais distante em que se poderia identificar a presença das raízes redundantes e dividindo este valor obtido pela altura do corpo vertebral situado superiormente ao nível da estenose. Quanto maior o comprimento relativo, melhores foram os resultados pós-operatórios, resultado que em primeira análise parece inesperado, e os autores do estudo citado conjecturaram que talvez este resultado tenha relação com uma maior capacidade de acomodação das raízes redundantes mais compridas durante a flexão e extensão da coluna, em relação ao sofrimento de forças de tração⁽¹²⁾. Não encontramos nenhum outro trabalho que tenha investigado este tipo de achado de imagem em relação aos resultados pós-cirúrgicos.

DISCUSSÃO

A RRNCE é um achado relativamente comum nos exames de RM da coluna vertebral lombar quando uma estenose de canal está presente. O quadro clínico dos pacientes com RRNCE é relacionado com a história natural da estenose do canal espinhal lombar. Acredita-se que a estenose lombar crônica é a causa primária dos sintomas. Os resultados do estudo de Suzuki et al. sugerem que pacientes com RRNCE apresentam idade mais avançada, maior duração dos sintomas e maior gravidade dos sinais e sintomas neurológicos do que pacientes com estenose de canal sem redundância das raízes⁽⁸⁾. Min et al. também encontraram que o grupo de pacientes com RRNCE apresentou faixa etária mais avançada⁽¹²⁾. Min et al. não encontraram diferença estatisticamente significativa entre os grupos de pacientes com e sem RRNCE em relação à duração dos sintomas e observaram uma tendência estatisticamente não significativa de melhores resultados pós-cirúrgicos no grupo sem RRNCE⁽¹²⁾.

A literatura é controversa no que diz respeito à implicação da presença de redundância de raízes na indicação de cirurgia de descompressão da estenose de canal. Algumas investigações sugerem que essas anormalidades da raiz nervosa são irreversíveis e que, portanto, os sintomas neurológicos não são suscetíveis de melhora após a descompressão cirúrgica^(8,9). Ono et al. observaram que os casos de RRNCE identificados por meio da RM eram mais graves e que a presença de tal alteração pode afetar os resultados cirúrgicos negativamente⁽¹⁰⁾. Em dois outros estudos, a melhora pós-cirúrgica não foi estatisticamente diferente nos pacientes com e sem RRNCE^(12,13), mas em um destes foi identificada uma tendência de piores resultados para os pacientes com RRNCE, conforme foi relatado no parágrafo anterior⁽¹²⁾. De qualquer forma, a regressão completa dos sintomas de estenose após a descompressão cirúrgica é rara nos pacientes com raízes nervosas redundantes típicas, e os pacientes frequentemente continuam queixando-se de disestesia e parestesia⁽¹³⁾.

CONCLUSÃO

Raízes nervosas redundantes são frequentemente associadas a estenose degenerativa do canal vertebral lombar nos exames de RM e, portanto, seu reconhecimento é importante para evitar equívocos e principalmente evitar falso-positivos para malformações arteriovenosas. O significado clínico desta anormalidade da cauda equina na evolução da estenose de canal lombar ainda é controverso, mas há indícios na literatura que sugerem que a identificação dela pela RM possa significar uma tendência à obtenção de piores resultados pós-operatórios. Sugerimos, portanto, que o médico radiologista deva procurar e descrever a RRNCE nos relatórios de RM.

REFERÊNCIAS

1. Cressman MR, Pawl RP. Serpentine myelographic defect caused by a redundant nerve root. Case report. *J Neurosurg.* 1968;28:391-3.
2. Fox JL. Redundant nerve roots in the cauda equina. Case report. *J Neurosurg.* 1969;30:74-5.
3. Ehni G, Moiel RH, Bragg TG. The "redundant" or "knotted" nerve root: a clue to spondylotic cauda equina radiculopathy. Case report. *J Neurosurg.* 1970;32:252-4.
4. Gulati DR, Rout D. Myelographic block caused

- by redundant lumbar nerve root. Case report. *J Neurosurg.* 1973;38:504–5.
5. Duncan AW, Kido DK. Serpentine cauda equina nerve roots. *Radiology.* 1981;139:109–11.
 6. de Tribolet N, Campiche R. Redundant nerve roots of the cauda equina. A rare disease? *Eur Neurol.* 1982;21:169–74.
 7. Hacker DA, Latchaw RE, Yock DH Jr, et al. Redundant lumbar nerve root syndrome: myelographic features. *Radiology.* 1982;143:457–61.
 8. Suzuki K, Ishida Y, Ohmori K, et al. Redundant nerve roots of the cauda equina: clinical aspects and consideration of pathogenesis. *Neurosurgery.* 1989;24:521–8.
 9. Suzuki K, Takatsu T, Inoue H, et al. Redundant nerve roots of the cauda equina caused by lumbar spinal canal stenosis. *Spine.* 1992;17:1337–42.
 10. Ono A, Suetsuna F, Irie T, et al. Clinical significance of the redundant nerve roots of the cauda equina documented on magnetic resonance imaging. *J Neurosurg Spine.* 2007;7:27–32.
 11. Hakan T, Celikoğlu E, Aydoseli A, et al. The redundant nerve root syndrome of the cauda equina. *Turk Neurosurg.* 2008;18:204–6.
 12. Min JH, Jang JS, Lee SH. Clinical significance of redundant nerve roots of the cauda equina in lumbar spinal stenosis. *Clin Neurol Neurosurg.* 2008;110:14–8.
 13. Tsuji H, Tamaki T, Itoh T, et al. Redundant nerve roots in patients with degenerative lumbar spinal stenosis. *Spine.* 1985;10:72–82.
 14. Verbiest H. A radicular syndrome from developmental narrowing of the lumbar vertebral canal. *J Bone Joint Surg Br.* 1954;36-B:230–7.
 15. Verbiest H. Sur certaines formes rares de compression de la queue de cheval. In: *Hommage à Clovis Vincent.* Paris: Maloine; 1949. p. 161–74.
 16. Renstein L, Twardzik FG, Russo GL, et al. Electromyographic abnormalities in redundant nerve root syndrome of the cauda equina. *Arch Phys Med Rehabil.* 1984;65:270–2.
 17. Gilbertson JR, Miller GM, Goldman MS, et al. Spinal dural arteriovenous fistulas: MR and myelographic findings. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1995;16:2049–57.
 18. Friedrich H, Gilsbach J, Mennel HD, et al. Knotted neurinoma or plexiform neurofibroma in the cauda equina (author's transl). *Neurochirurgia (Stuttg).* 1978;21:135–8.
 19. Rengachary SS, McGregor DH, Watanabe I, et al. Suggested pathological basis of “redundant nerve root syndrome” of the cauda equina. *Neurosurgery.* 1980;7:400–11.
 20. Pau A, Orunesu G, Sehrbundt Viale E, et al. Mobile neurinoma of the cauda equina. Case report. *Acta Neurochir (Wien).* 1982;60:115–7.