

ACHADOS CIRÚRGICOS EM 260 CASOS DE IMPRESSÃO BASILAR E/OU MALFORMAÇÃO DE ARNOLD-CHIARI

JOSÉ ALBERTO GONÇALVES DA SILVA*, JOSÉ CORREIA DE FARIAS BRITO**,
PAULO VIRGOLINO DA NÓBREGA**, MARIA DO DESTERRO LEIROS COSTA**,
ALIANE BARBOSA LEAL DE SOUZA**

RESUMO - A impressão basilar é malformação frequentemente observada no Nordeste do Brasil. No período de 1971 a 1992 foram operados, em nosso Serviço, 260 pacientes com malformações occipitocervicais, sendo 29 (11,1%) casos de impressão basilar pura, 18 (6,9%) com malformação de Arnold-Chiari e 213 (81,9%) com impressão basilar associada à malformação de Arnold-Chiari. São relatados os achados cirúrgicos do plano ósseo, da dura-máter, do tecido nervoso e dos vasos da fossa posterior.

PALAVRAS-CHAVE: impressão basilar, malformação de Arnold-Chiari, anormalidade craniovertebral, achados cirúrgicos.

Basilar impression and Arnold-Chiari malformation: surgical findings in 260 cases

SUMMARY - The surgical findings observed in a series of 260 patients with craniovertebral anomaly are presented. There were 29 (11.1%) patients only with basilar impression, 18 (6.9%) cases of pure Arnold-Chiari malformation and 213 (81.9%) cases of basilar impression associated with Chiari malformation. The surgical findings on bone, dura-mater, nervous tissue and blood vessels of this region are reported.

KEY WORDS: basilar impression, Arnold-Chiari malformation, craniovertebral abnormality, surgical findings.

A impressão basilar ocupa lugar de destaque entre as malformações occipitocervicais. A forma primária decorre de erro embriogênico, enquanto a forma secundária é causada por afecções ósseas diversas, como doença de Paget, displasia fibrosa, osteoporose e osteomalácia. A descrição original da impressão basilar foi feita por Ackermann¹, em 1790, em estudos sobre o cretinismo. Virchow³², em 1857, denominou-a de platibasia e rejeitou a relação entre impressão basilar e cretinismo, como fora admitida por Ackermann¹. Virchow³³, em 1876, denominou a malformação de impressão basilar, tendo descrito detalhadamente as modificações ósseas e sendo o primeiro autor a admitir a origem congênita em muitos de seus casos. Homén²³, em 1901, foi o primeiro autor a correlacionar os dados clínicos com os achados anátomo-patológicos. A necropsia de seu paciente evidenciou achatamento do bulbo e cerebelo, bem como presença de cavidade cística na medula espinhal. Explicou a patogenia dos sintomas clínicos através da compressão das estruturas comprometidas na invaginação da apófise odontóide. Quanto à clínica, a impressão basilar sintomática pode apresentar síndromes clínicas diversas, isoladas ou combinadas, tais como síndrome dos nervos intracranianos, síndromes sensitivas superficial e profunda, cerebelar, de hipertensão intracraniana, bulbar, medular, de insuficiência vertebrobasilar^{2,6,24,25}.

Serviço de Neurologia e Neurocirurgia do Hospital Santa Isabel: *Neurocirurgião; **Neurologista. Aceite: 8-abril-1994.

Dr. José Alberto Gonçalves da Silva - Av. Minas Gerais 1150 - 58030-092 João Pessoa PB - Brasil.

A primeira publicação sobre o tratamento cirúrgico da impressão basilar foi feita por Ebenius¹⁴, em 1934, tendo sido a primeira operação realizada em setembro de 1932, por Olivecrona. Dentre as malformações nervosas associadas à impressão basilar, a malformação de Arnold-Chiari, 81,9% de nossa casuística, é a mais frequente^{2,7-10,13,16,18,21}. Do ponto de vista histórico, a primeira descrição foi feita por Cleland¹², em 1883, em estudos necroscópicos de 9 crianças, observando que o tronco cerebral era alongado e que o quarto ventrículo se estendia ao interior do canal cervical. Chiari¹¹, em 1891, observou que as amígdalas cerebelares se achavam localizadas no canal cervical e descreveu o caso de uma criança de 6 meses de idade, na qual a ponte, bulbo e quarto ventrículo cervical se achavam no interior do canal raqueano, alcançando a quinta vértebra cervical. Arnold³, em 1894, descreveu 1 caso de mielomeningocele lombossacra num prematuro ponderal, em que porções do cerebelo desciam em direção caudal, alcançando a porção média da coluna cervical.

A impressão basilar é anomalia muito frequente no Nordeste do Brasil, fato este verificado por diversos autores^{4,7-10,18-22}. No entanto, as causas desta maior ocorrência permanecem desconhecidas. A partir de 1970, passamos a ter maior interesse por esta patologia, em virtude de sua elevada ocorrência em nosso meio. A finalidade do presente estudo é apresentar os achados cirúrgicos observados em 260 casos operados em nosso Serviço.

CASUÍSTICA E MÉTODO

Nossa casuística consiste de 260 pacientes com malformações occipitocervicais, operados no período de março-1971 a outubro-1992. Destes, 29 (11,1%) apresentavam impressão basilar pura; 18 (6,9%), malformação de Arnold-Chiari; e 213 (81,9%), impressão basilar associada à malformação de Arnold-Chiari. Quanto ao sexo, 156 (60%) pacientes eram do sexo masculino e 104 (40%) do feminino. A idade variou de 2 a 66 anos com média de 34,6 anos. Quanto ao tratamento neurocirúrgico empregado, os pacientes foram divididos em 2 grupos.

No grupo I estão os primeiros 64 pacientes, nos quais a operação consistiu em craniectomia occipital inferior com o paciente em posição sentada e moderada anteflexão da cabeça, laminectomia cervical alta, cuja extensão dependia do grau de migração das amígdalas cerebelares herniadas. A dura-máter permanecia aberta e suturada à musculatura cervical lateral. Neste grupo conseguiu-se, com especial cuidado cirúrgico, que a membrana aracnóide permanecesse intacta, na maior parte dos casos.

No grupo II estão os restantes 196 pacientes. Nestes, a dura-máter foi fechada com emprego de plástica. A maior parte dos pacientes deste grupo foi submetida a intubação endotraqueal sem retroflexão da cabeça e o posicionamento na mesa cirúrgica foi sentado, com a cabeça ereta ou em moderada anteflexão.

RESULTADOS

As anormalidades anatômicas encontradas durante a operação de nossos pacientes se acham nominadas na Tabela 1. As complicações pós-operatórias e a mortalidade são apresentadas nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

COMENTÁRIOS

Em relação ao tamanho da craniectomia deixamos de praticar a craniectomia restrita às imediações do forame magno, como proposta por vários autores^{8,9,13,15,24}, e passamos a realizar craniectomia ampla da fossa posterior, baseados no fato de que a fossa posterior costuma ser menor na impressão basilar e na malformação de Arnold-Chiari, como foi demonstrado por Nyland²⁹. Os cuidados com a intubação de paciente, a extubação ulterior, o posicionamento na mesa cirúrgica e a plástica da dura-máter representam fatores decisivos para o sucesso do ato cirúrgico.

Os limites de retroflexão da cabeça (para a intubação) e de anteflexão (para o posicionamento na mesa operatória) devem ser testados na fase pré-operatória. Os movimentos de ante e retroflexão da cabeça podem acarretar deslocamentos da apófise odontóide, anormalmente situada, comprimindo o bulbo e/ou medula cervical, desencadeando, desta forma, distúrbios respiratórios graves, lesões motoras e sensitivas.

Tabela 1. Achados cirúrgicos.

| Tipo de achado | Nº casos | % (260 casos) |
|---------------------------------------|----------|---------------|
| Escama occipital papirácea | 77 | 29,6 |
| Escama occipital espessada | 39 | 15,0 |
| Ligamento atlantatoccipital espessado | 53 | 30,3 |
| Dura-máter sem pulsar | 38 | 14,6 |
| Aracnoidite | 175 | 67,3 |
| Bloqueio do forame de Magendie | 32 | 12,3 |
| Chiari I | 180 | 69,2 |
| Chiari II | 51 | 19,6 |
| Cisto amigdalár | 6 | 2,3 |
| Impressão cerebelar | 50 | 19,2 |
| Hemisfério cerebelar maior | 38 | 14,6 |
| Anomalias vasculares | 65 | 25,0 |
| Hidrocefalia | 13 | 5,0 |
| Siringomielia | 40 | 15,3 |

Tabela 2. Impressão basilar e/ou Arnold-Chiari: causas de óbitos em 25 pacientes.

| Causas | Nº casos | % | |
|-----------------------------|----------|-----------|--------------|
| | | 25 óbitos | 260 operados |
| Distúrbios respiratórios | 14 | 56 | 5,3 |
| Fístula e meningite | 5 | 20 | 1,9 |
| Hemorragia digestiva | 2 | 8 | 0,7 |
| Per-operatório | 1 | 4 | 0,3 |
| Crise hipertensiva + coma | 1 | 4 | 0,3 |
| Tetraplegia + coma | 1 | 4 | 0,3 |
| Hematoma subdural (válvula) | 1 | 4 | 0,3 |
| Total | 25 | 100 | 9,6 |

Tabela 3. Mortalidade (260 casos de IB e/ou A-CH).

| Grupo I (64 casos) | | Grupo II (196 casos) | | Mortalidade global | |
|--------------------|------|----------------------|-----|--------------------|-----|
| Nº óbitos | % | Nº óbitos | % | Nº óbitos | % |
| 12 | 18,7 | 13 | 6,6 | 25 | 9,6 |

A extubação do paciente é outro fator de importância. Em nossa casuística, a extubação foi praticada durante vários anos, independentemente do tempo, mas baseada apenas no estado de lucidez apresentado pelas pacientes no pós-operatório. Entretanto, a partir de 1985, passamos a praticar a extubação no dia seguinte à operação, levando-se em conta a possibilidade de surgimento de distúrbios respiratórios, não só dependentes da própria patologia craniocervical mas, também, decorrentes de lesões pré-operatórias dos nervos glossofaríngeo e vago, de brevis collis e de macroglossia.

A partir de 1975, passamos a utilizar plástica da dura-máter com as finalidades de aumentar o espaço anômico da fossa posterior, evitar o aparecimento de fístula líquórica, impedir a penetração de secreção sanguinolenta na região operada (o que piora a aracnoidite), recompor a paquimeninge e permitir maior proteção às estruturas da fossa posterior. Em nossa experiência²⁰, a plástica da dura-máter contribuiu decisivamente para a diminuição do número de complicações pós-operatórias, especialmente dos distúrbios respiratórios e do índice de mortalidade.

A escama occipital e a região do forame magno são disformes em quase todos os pacientes. Em 77 (29,6%) pacientes, a escama occipital era papirácea, tendo sua espessura, em vários casos, menos de 1 mm, como foi verificado por Gatai¹⁷. Por outro lado, observamos, em 39 (15%) pacientes, aumento anormal da espessura óssea, o que motivou em vários deles dificuldade técnica na realização da craniectomia.

A dura-máter comumente é mais espessada que o normal e, na região do forame magno, é mais profunda e deslocada no sentido cranial. O ligamento atlantoccipital bem como a dura-máter justaposta a este eram bastante espessados em 53 (20,3%) pacientes. Espessamento e constrição da dura-máter foram verificados por diversos autores^{13,17}. Em virtude do angustamento da dura-máter e também do ligamento atlantoccipital, observamos a não pulsação da dura-máter em 38 (14,6%) pacientes. A pulsação normal da fossa posterior foi verificada em alguns pacientes com a secção do ligamento atlantoccipital e em outros após a durotomia.

A aracnoidite da fossa posterior é achado realmente muito frequente e de grande importância na fisiopatogenia do quadro clínico da impressão basilar. Driesen¹³ admite que a aracnoidite é o fator mais importante para o desenvolvimento da sintomatologia neurológica. Em nossa casuística observamos a presença de aracnoidite em diferentes graus de intensidade em 175 (67,3%) pacientes. Em decorrência da aracnoidite, as amígdalas cerebelares herniadas permanecem aderidas ao bulbo e medula cervical e, muitas vezes, estranguladas por aderências aracnóideas, adquirindo posição e conformação diferentes após a secção dos prolongamentos da membrana aracnóide.

O forame de Magendie pode ser obstruído pelo processo de aracnoidite, por membrana ou pela herniação das amígdalas cerebelares que comumente o cobrem. Em 32 (12,3%) pacientes verificamos a obstrução total deste forame, especialmente nos casos associados a siringomielia, achado frequentemente registrado na literatura^{13,15,16}.

A malformação de Arnold-Chiari é anomalia do rombencéfalo, constituída da migração caudal, isolada ou combinada de estruturas do cerebelo, ponte, bulbo e quarto ventrículo e, frequentemente, se acha associada à impressão basilar. Em nossa casuística de 260 casos de malformações occipitocervicais, verificamos a presença de 18 (6,9%) casos de malformação de Arnold-Chiari isolada e 213 (81,9%) casos de impressão basilar associada à malformação de Arnold-Chiari.

Dos 231 pacientes com malformação de Arnold-Chiari, 180 (69,2%) eram do tipo I, isto é, apresentavam herniação apenas de estruturas cerebelares e 51 (19,6%) do tipo II, nos quais havia deslocamento caudal do bulbo, parte da ponte e quarto ventrículo. O bulbo e a porção inicial da medula cervical eram disformes, em alguns casos apresentando-se o bulbo alongado e noutros encurtado e de forma arredondada, achados também verificados por outros autores^{13,27,28}.

As amígdalas cerebelares herniadas são comumente disformes, variando de delgadas a atróficas e de aumentadas de volume a bastante espessadas, bem como apresentavam topografia variável e coloração anêmica, esbranquiçada, amarelada e, por vezes, cor aparentemente normal. Quanto à topografia das amígdalas cerebelares, verificamos sua herniação bilateral e no mesmo nível em 143 (61,9%) pacientes e níveis diferentes em 80 (34,6%). A herniação unilateral foi detectada em 8 (3,4%) pacientes.

Cisto, em uma amígdala cerebelar herniada, cujo conteúdo era claro e incolor, foi observado em 6 (2,3%) casos. Achado semelhante foi verificado por List²⁵ e Loughheed e col.²⁶. Cisto na cisterna magna foi descrito por Garcin e Oeconomos¹⁵ e em um hemisfério cerebelar por Phillips³⁰.

Impressões provocadas no verme inferior e hemisférios cerebelares foram observadas em 50 (19,2%) casos. Estas impressões decorrem da compressão da crista occipital interna e da elevação das bordas do forame magno sobre o cerebelo, fato também observado por Caetano de Barros⁷ e Driesen¹³. Em muitos casos, um hemisfério cerebelar é maior de que o outro e comumente apresenta conformação irregular, achado este verificado em 39 (14,6%) casos.

As modificações da rede vascular da fossa posterior, observadas em casos de impressão basilar e malformação de Arnold-Chiari, provavelmente ocupam lugar de destaque na fisiopatologia do quadro neurológico bem como das complicações pós-operatórias²⁰, pois podem acarretar distúrbios na suplência sanguínea de estruturas desta região. Entre as anomalias vasculares da fossa posterior, a mais frequentemente observada é a posição anormal da artéria cerebelar posteroinferior, descendo em sentido caudal e acompanhando ou não a herniação das amígdalas cerebelares^{7,9,13,18,24}. Por vezes, o calibre de uma artéria poderá ser menor ou, até mesmo, uma ou ambas as artérias podem estar ausentes, como verificado por Driesen¹³. Em nossa casuística, durante a operação, verificamos a presença de 65 (25,0%) casos de anomalias vasculares, em 30 uma ou ambas as artérias exibindo o "loop sign". Entre estes, 10 pacientes apresentaram agenesia de uma destas artérias, 6 agenesia bilateral; em 3 a artéria era hipoplásica e noutro ambas as artérias vertebrais apresentavam posição anômala, encobrendo parte da medula e bulbo. Em outros 23 casos, a malformação vascular se caracterizava por vasos pequenos, delgados e disformes, na maioria dos casos sobre as amígdalas herniadas, aparecendo também sobre o bulbo e porção inicial da medula espinhal.

Hidrocefalia é observada em alguns casos de impressão basilar. Seu mecanismo fisiopatológico poderá ser decorrente do fechamento dos forames de Magendie e Luschka por aracnoidite ou pela herniação das amígdalas cerebelares. Bloqueio total ou parcial do aqueduto de Sylvius e bloqueio cisternal também são descritos. Em nossa casuística 13 (5,0%) casos apresentavam hidrocefalia.

Segundo Klaus²⁴, Gustafson e Oldeberg, em 1940, publicaram pela primeira vez a ocorrência simultânea de impressão basilar e siringomielia. Ulteriormente, surgiram outras publicações a respeito do assunto^{8,9,15,30}. Em nossa casuística, observamos a incidência de 15,3% de siringomielia em associação com a impressão basilar.

Quanto ao tratamento cirúrgico da siringomielia, empregamos nos 20 casos iniciais a descompressão da fossa posterior proposta por Gardner e Angel¹⁶, em 1958, acrescida, em alguns casos, de mielotomia mediana ou lateral²². Em virtude dos resultados não satisfatórios, praticamos nos 10 casos seguintes a ressecção das amígdalas cerebelares herniadas. Apesar de não termos observado qualquer complicação, deixamos de utilizar este método, pelos riscos inerentes de possível lesão da artéria cerebelar posterior e inferior que, em muitos casos, se encontra hipoplásica.

Bertrand⁵, em 1973, propôs a ressecção das amígdalas cerebelares herniadas com a finalidade de se obter melhores resultados no tratamento da siringomielia, enquanto Williams³⁴, em 1978, introduziu a aspiração intrapial da porção mediana de uma ou de ambas as amígdalas com fixação, à dura-máter lateral, da pia-máter que as envolve. Williams^{34,35} não emprega plástica da dura-máter. Fundamentados nos estudos de Williams, passamos nos últimos 10 casos de siringomielia a praticar a aspiração intrapial, não de parte, mas de toda a amígdala herniada bilateralmente, acrescida de fixação de sobre pial à dura-máter lateral, o que deixa o quarto ventrículo completamente aberto. Finalizamos a operação com plástica da dura-máter a fim de criar uma grande cisterna magna.

A utilização de fascia lata para a plástica dural apresenta como complicação o aparecimento de aderências com o cerebelo através de sua revascularização, o que dificulta em muito reoperações. Por este motivo, deixamos de utilizá-las. Passamos então a utilizar dura-máter de cadáver conservada em glicerina e, atualmente, empregamos pericárdio bovino (HP Bioengenharia, São Paulo) pois apresenta inúmeras vantagens em relação à dura-máter conservada em glicerina. Tanto a dura-máter conservada quanto o pericárdio bovino não são revascularizados e, por isso, não criam aderências ulteriores, como pudemos observar em alguns casos de siringomielia reoperados.

Em todos os casos de siringomielia operados, retiramos o máximo de aracnóide da transição occipitocervical a fim de criar uma grande cisterna magna. Raftopoulos e col.³¹, por outro lado, empregam método de aspiração ultrassônica das amígdalas cerebelares com preservação do espaço subaracnóideo, tática mais importante do método.

Os pacientes, nos quais foi empregada a ressecção ou a aspiração intrapial das amígdalas cerebelares herniadas, vêm apresentando resultados promissores.

As complicações pós-operatórias que acarretaram óbito de pacientes de nossa série se encontram na Tabela 2. A causa mais frequente de óbito decorreu de distúrbios respiratórios, cuja instalação variou do 1º ao 19º dia de pós-operatório. Observaram-se outras complicações como fístula líquórica, meningite, hemorragia digestiva, óbito per-operatório, crise hipertensiva, tetraplegia e coma e hematoma subdural pós derivação ventriculoperitoneal para tratamento de hidrocefalia.

Os cuidados que, em fases diferentes, introduzimos no tratamento cirúrgico da impressão basilar, quanto à intubação e extubação do paciente, seu posicionamento na mesa cirúrgica, maior craniectomia e a plástica de dura-máter, definitivamente contribuíram na diminuição das complicações pós-operatórias e da mortalidade.

REFERÊNCIAS

1. Ackermann JF. Ueber die Kretinen, eine besondere Menschenabart in den Alpen. Gotha, in der Ettingerschen Buchhandlung, 1790.
2. Ackermann R, Wolff H. Neurologische Störungen bei Missbildungen am Schaedel-Halsuebergang (Basale Impression). Dt Z NervHeilk 1953, 170: 47-61.
3. Arnold J. Myelocyste, Transposition von Gewebskeimen und Symptodie. Beitr path Anat 1894, 16: 1-28.
4. Barbosa R. Impressão basilar (platibasia). J Bras Neurol 1955, 7: 247-266.
5. Bertrand G. Dynamic factors in the evolution of syringomyelia and syringobulbia. Clin Neurosurg 1973, 20: 322-333.
6. Brocher JEW. Die Occipito-Cervical-Gegend: eine diagnostisch-pathogenetische Studie. Stuttgart:Georg Thieme Verlag, 1955.
7. Caetano de Barros M. Contribuição ao estudo da impressão basilar associada à malformação de Arnold-Chiari. Tese. Recife, Brasil, 1959.
8. Caetano de Barros M, Farias W, Ataíde L, Lins S. Basilar impression and Arnold-Chiari malformation: a study of 66 cases. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1968, 31: 596-605.
9. Canelas HM, Zaclis J, Tenuto RA. Contribuição ao estudo das malformações occipitocervicais, particularmente da impressão basilar. Arq Neuropsiquiatr 1952, 10: 407-476.
10. Canelas HM, Tenuto RA, Zaclis J, Cruz OR. Malformações occipitocervicais: a propósito de vinte novos casos. Arq Neuropsiquiatr 1956, 14: 1-26.
11. Chiari H. Ueber Veraenderungen des Kleinhirns infolge von Hydrocephalie des Grosshirns. Dt med Wschr 1891, 17: 1172-1175.
12. Cleland J. Contribution to the study of spine bifida, encephalocele and anencephalus. J Anat Physiol 1883, 17: 257-292.
13. Driesen W. Operationsbefunde am Zentralnervensystem bei basilarer Impressionen und verwandten Missbildungen der atlanto-occipitalen Region. Acta Neurochir 1960, 9: 9-68.
14. Ebenius B. The roentgen appearance in four cases of basilar impression. Acta Radiol 1934, 15: 652-656.
15. Garcin R, Oeconomos D. Les aspects neurologiques des malformations congénitales de la charnière cranio-rachidienne. Paris: Masson, 1953.
16. Gardner WJ, Angel J. The mechanism of syringomyelia and its surgical correction. Clin Neurosurg 1958, 6: 131-140.
17. Gatai G. Ueber die chirurgische Behandlung der basalen Impression. Zbl Neurochir 1957, 17: 264-274.
18. Gonçalves da Silva JA. Resultados do tratamento cirúrgico da impressão basilar e malformação de Arnold-Chiari: estudo de 72 casos. Tese. João Pessoa, 1977.
19. Gonçalves da Silva JA, Gonçalves da Silva CE, de Farias Brito JC, Rodrigues de Sousa JB. Impressão basilar e malformação de Arnold-Chiari: considerações técnico-cirúrgicas a propósito de 13 casos. Arq Neuropsiquiatr 1978, 36: 27-31.

20. Gonçalves da Silva JA, Gonçalves da Silva CE. Postoperative Komplikationen bei 126 Faellen basilaerer Impression und Arnold-Chiariischer Missbildung. Neurochirurgia 1981, 24: 153-157.
21. Gonçalves da Silva JA, Cantisani Filho JU, Gonçalves da Silva CE. Malformação de Arnold-Chiari: análise de 6 casos operados. Arq Bras Neurocir 1982, 1: 173-186.
22. Gonçalves da Silva JA, Cantisani Filho JU, de Farias Brito JC, da Nóbrega PV, Viana NO, da Silva EB, Gonçalves da Silva CE. Impressão basilar, Arnold-Chiari e siringomielia: análise de 20 casos operados. Arq Bras Neurocir 1987, 6: 77-95.
23. Homén EA. Zur Kenntniss der rhachitischen (?) Deformationen der Schaedelbasis und der basalen Schaedelhyperostosen. Dtsch Z NervHeilk 1901, 20: 3-15.
24. Klaus E. Die basilaere Impression. Leipzig: S Hirzel, 1969.
25. List CF. Neurologic syndromes accompanying developmental anomalies of occipital bone, atlas and axis. Arch Neurol Psychiatry 1941, 45: 577-616.
26. Loughheed LE. Arnold-Chiari malformation in adults: report of case. Proc Staff Meet Mayo Clin 1957, 32: 632-636.
27. McConnell AA, Parker HL. A deformity of the hind-brain associated with internal hydrocephalus: its relation to the Arnold-Chiari malformation. Brain 1938, 61: 415-429.
28. Mohr PD, Strang FA, Sambrook MA, Boddie HG. The clinical and surgical features in 40 patients with primary cerebellar ectopia (adult Chiari malformation). Quart J Med 1977, 181: 85-96.
29. Nyland H, Krogness KG. Size of posterior fossa in Chiari type I malformation in adults. Acta Neurochir 1978, 40: 233-242.
30. Phillips DG. Basilar impression. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1955, 18: 58-67.
31. Raftopoulos C, Sanchez A, Matos C, Balériaux D, Bank WO, Brotchi J. Hydrosyringomyelia-Chiari I complex: prospective evaluation of a modified foramen magnum decompression procedure. Preliminary results. Surg Neurol 1993, 39: 163-169.
32. Virchow R. Untersuchungen ueber die Entwicklung des Schaedelgrundes im gesunden und krankhaften Zustande und ueber den Einfluss derselben auf Schaedelform, Gesichtsbildung und Gehirnbau. Berlin: Georg Reimer, 1857.
33. Virchow R. Beitrage zur physischen Anthropologie der Deutschen, mit besonderer Beruecksichtigung der Friesen. Berlin: Buchdruckerei der koeniglichen Akademie der Wissenschaften, 1876.
34. Williams B. A critical appraisal of posterior fossa surgery for communicating syringomyelia. Brain 1978, 101: 223-250.
35. Williams B. Surgical treatment of syringobulbia. Surg Brain Stem 1993, 4: 533-571.