

# A ARTÉRIA DO *FORAMEN ROTUNDUM* — CARACTERIZAÇÃO ANGIOGRÁFICA E SIGNIFICADO CLÍNICO

CONSTANÇA RIBEIRO, A. GOULÃO, JÚLIA EVANGELISTA, PEDRO EVANGELISTA  
GRAÇA CORREIA, J. CRUZ MAURÍCIO

Serviço de Neuroradiologia. Hospital Egas Moniz. Lisboa.

## RESUMO

Estudam-se as características angiográficas e o significado clínico da artéria do *foramen rotundum* em 4 meningiomas esfenocavernosos, 3 oclusões ateroscleróticas da origem da carótida interna, 2 malformações arteriovenosas do seio cavernoso e 1 oclusão postraumática do sifão carotídeo. Da análise dos resultados e após discussão sobre o interesse das anastomoses arteriais entre as carótidas externa e interna, os autores concluem: 1. Que a artéria do *foramen rotundum* é um tronco importante, por vezes predominante, do conjunto anastomótico carotídeo a nível justa-selar. 2. Que o seu território vascular é a duramater da parede lateral do seio cavernoso e da região do buraco lácero anterior; os seus ramos são anastomóticos com as artérias pequena meníngea, meníngea média, vidiana, faríngea ascendente e troncos do sifão carotídeo. 3. Que a artéria do *foramen rotundum*, geralmente integrada no conjunto anastomótico carotídeo externa/carótida interna, mas algumas vezes só por si, contribui para a vascularização das inserções cavernosas dos meningiomas da fossa temporal, para a irrigação cerebral nas oclusões carotídeas e, ainda, para os pedículos das malformações arteriovenosas do seio cavernoso.

## SUMMARY

### The *Foramen Rotundum* artery — Angiographic characterization and clinical significance

The angiographic characteristics of the *foramen rotundum* artery were analysed in 10 patients — 4 with sphenocavernous meningiomas, 3 with atherosclerotic occlusion of the origin of the internal carotid artery, 2 with arteriovenous dural malformations of the cavernous sinus and 1 traumatic occlusion of the carotid siphon. The clinical significance of the arterial anastomosis between the external and internal carotid territories varies with the nature of the disease.

## INTRODUÇÃO

Na era da tomografia por computador e da angiografia digital, pode parecer irrelevante o estudo arteriográfico convencional dos pequenos ramos meníngeos da base craniana. Porém, as limitações destas técnicas recentes, sobretudo no que respeita à resolução espacial, e o particular interesse semiológico das anastomoses durais do crânio, são suficientes para justificarem o presente trabalho. O seu primordial objectivo é o estudo morfo-angiográfico e clínico da artéria do *foramen rotundum* que representa uma importante anastomose inter-carotídea e, por isso, merecedora de maior esclarecimento.

## MATERIAL E MÉTODO

Para se obter a caracterização angiográfica da artéria do *foramen rotundum*, seleccionamos 10 casos com os seguintes diagnósticos: — meningiomas esfenocavernosos — 4 casos; oclusões ateroscleróticas da origem da carótida interna — 3 casos; malformações arteriovenosas do seio cavernoso — 2 casos; oclusão postraumática do sifão carotídeo — 1 caso.

São 6 doentes do sexo masculino e 4 do feminino, de idades compreendidas entre 24 e 59 anos.

A técnica angiográfica consiste em cateterismo selectivo das carótidas interna e externa, por via femoral retrógrada (Seldinger), com seriografia rápida de perfil e de frente, subtracção de imagem e, se necessário, macro-radiografia.

## RESULTADOS

Nos 10 casos estudados, a artéria do *foramen rotundum* visualiza-se como tronco único que tem origem no segmento distal da maxilar interna. O seu trajecto extracraniano na fossa pterigopalatina é oblíquo em 4 casos, horizontal em 4 e vertical em 2, dependendo do tipo de terminação da artéria maxilar interna. O trajecto no canal grande redondo e intracraniano é sinuoso em 7 casos e rectilíneo em 3; cursa a região látero-selar em sentido anteroposterior oblíquo, horizontal ou vertical, respectivamente em 6,3 e 1 casos. À entrada e saída do canal a artéria forma ansas em gancho, por vezes de raios opostos. O curso intracraniano visualiza-se como ramo único em 6 casos, bifurcando-se em 3 e trifurcando-se em 1.

As suas anastomoses intracranianas, são: — com o tronco do segmento C4 do sífão intracavernoso (tronco lateral)

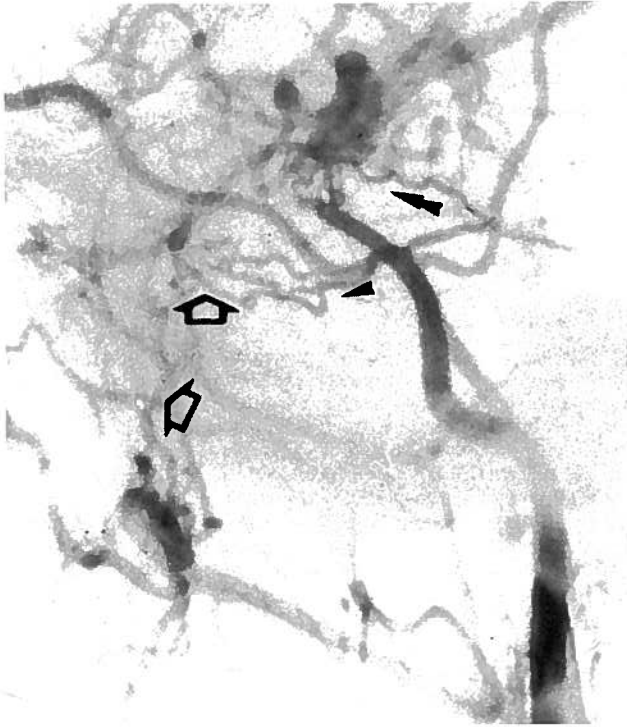


Figura 1: Caso IV 1. Arteriografia da carótida primitiva. Perfil. Anastomose entre a artéria do *foramen rotundum* (setas abertas) com trifurcação, e o tronco C5 do sífão (ponta de seta). Do tronco C5 origina-se a artéria do III par (ponta de dupla seta).



Figura 2: Caso II 2. Arteriografia da carótida externa. Perfil. Anastomose entre as artérias do *foramen rotundum* (seta aberta), a pequena meníngica (seta pequena) e o tronco C4 do sífão, com reabilitação do segmento intracavernoso carotídeo (seta grande).

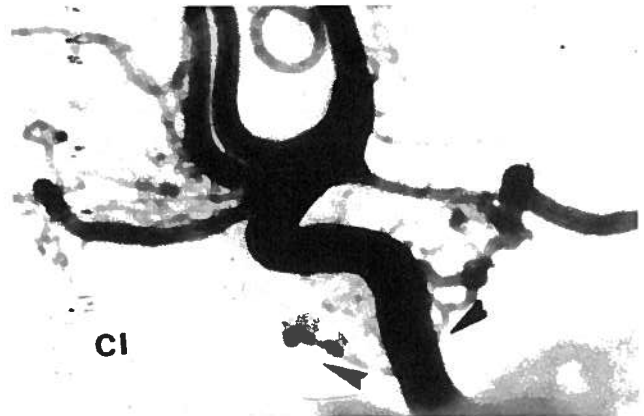


Figura 3: Caso I 3. Arteriografias da carótida externa (em cima) e carótida interna (em baixo). Perfis. Anastomose entre um ramo da artéria do *foramen rotundum* (setas abertas) e o tronco posterior C5 do sífão (pontas de seta). A vascularização deste meningioma esfenocavernoso está na dependência das artérias capsulares do sífão carotídeo e de múltiplos ramos originários da ansa anastomótica entre a artéria do *foramen rotundum* e tronco C5.

em 5 casos; com o tronco do segmento C5 (tronco posterior) em outros 3; simultaneamente com as artérias pequena meníngica e meníngica recorrente em 1 outro. No restante não se identificam anastomoses.

Em 3 anastomoses entre a artéria do *foramen rotundum* e o tronco lateral (C4) do sífão, este último liga-se também à artéria pequena meníngica que é ramo do segmento inicial da maxilar interna, a um ramo da meníngica média e à faríngea ascendente. Em 1 caso de anastomose entre a artéria do *foramen rotundum* e o tronco posterior (C5) do sífão, este último é também anastomótico com as artérias vidiana e pequena meníngica, possivelmente ainda com a faríngea ascendente (Figs. 1, 2 e 3).

Nos 4 meningiomas da região esfenocavernosa (Quadro 1), a artéria do *foramen rotundum* e as suas anastomoses

## QUADRO 1 Meningiomas esfenocavernosos (4 Casos)

Caso n.º	Ramos anastomóticos com a artéria do <i>foramen rotundum</i>	Territórios vasculares em relação com as inserções tumorais	Ramos do segmento intracavernoso do sifão carotídeo para o meningioma
I 1	Tronco lateral (C4) do sifão	Parede lateral do seio cavernoso	Art. capsulares Tronco lateral (C4) do sifão
I 2	Tronco lateral (C4) do sifão	Idem	Idem
I 3	Tronco posterior (C5) do sifão	Idem	Art. capsulares Tronco posterior (C5) do sifão
I 4	Art. pequena meníngea Art. meníngea recorrente	Idem + Duramater da fenda esfenoidal	Oclusão do sifão pelo meningioma. Rehabitação do segmento supraclinoideu do sifão pela art. oftálmica <sup>1</sup>

1 Neste caso, a artéria oftálmica é reabilitada pela meníngea média através da meníngea recorrente.

contribuem para a vascularização das inserções tumorais na parede lateral do seio cavernoso (3 casos) e fenda esfenoidal (1 caso) (Fig. 3).

Nas 3 oclusões ateroscleróticas da origem da carótida interna (Quadro 2), os ramos da carótida externa constituídos pelas artérias do *foramen rotundum*, pequena meníngea, meníngea média e faríngea ascendente, reabilitam o segmento intracavernoso do sifão através da anastomose com o tronco lateral (C4) (Fig. 2). Em 2 doentes (casos n.ºs II 2, II 3) há também reabilitação do segmento supraclinoideu do sifão pela artéria oftálmica; noutro (caso n.º II 1) não se visualizam vias colaterais intra-orbitárias para a artéria oftálmica

Nas 2 malformações arteriovenosas durais do seio cavernoso (Quadro 3), em 1 a artéria do *foramen rotundum* é o único pedículo (Fig. 5); no outro há multiplicidade de pedículos que são originários das artérias do *foramen rotundum*, vidiana, pequena meníngea, tronco posterior do sifão (C5) e, provavelmente, da faríngea ascendente (Figs. 5 e 6).

Na única oclusão postraumática do sifão (Quadro 4), a reabilitação do segmento intracavernoso da carótida, donde nascem as artérias tentorial e tronco C5, faz-se pela anastomose entre a artéria do *foramen rotundum* e este tronco posterior (Fig. 1); a reabilitação das artérias cerebrais processa-se pelas colaterais infra-orbitárias da oftálmica.

## DISCUSSÃO

A duramater da base craniana, nas regiões esfenocavernosa (lâtero-selar) e esfenopetrosa (buraco lácer anterior), é vascularizada por vasto território anastomótico dependente

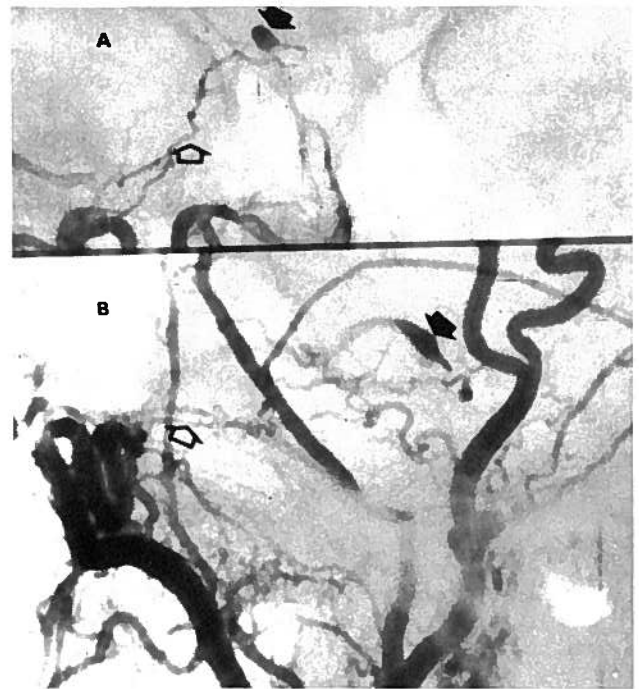


Figura 4: Caso III 1. Arteriografia da carótida externa: — de frente (em cima) e perfil (em baixo). A opacificação do seio cavernoso (seta fechada) é apenas condicionada pela artéria do *foramen rotundum* (seta aberta). Neste caso, não há visualização de pedículos a partir do sifão carotídeo.

## QUADRO 2 Oclusões ateroscleróticas da origem da artéria carótida interna (3 Casos)

Caso n.º	Rehabitação do segmento intracavernoso do sifão	Anastomoses intra-orbitárias com reabilitação do segmento supraclinoideu do sifão pela artéria oftálmica
II 1	Tronco lateral (C4) do sifão ← Art. <i>foramen rotundum</i> Art. pequena meníngea Art. faríngea ascendente	Não
II 2	Tronco lateral (C4) do sifão ← Art. <i>foramen rotundum</i> Art. pequena meníngea	Sim
II 3	Tronco lateral (C4) do sifão ← Art. <i>foramen rotundum</i> Ramo da meníngea média	Sim

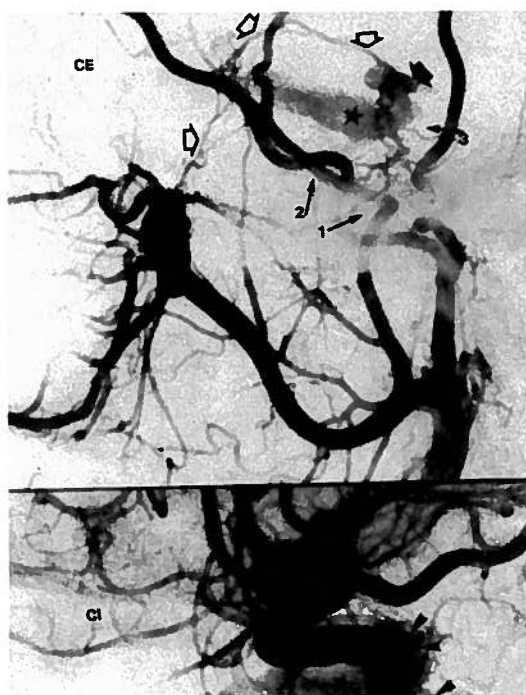


Figura 5: Caso III 2. Arteriografias das carótidas externa (em cima) e interna (em baixo). Perfis. A opacificação do seio cavernoso é condicionada pelo plexo anastomótico (grande seta fechada), constituído pelas artérias do *foramen rotundum* (setas abertas), vidiana (1), pequena meníngica (2), faríngea ascendente (3) e tronco C5 do sífão (ponta de seta).

de ramos meníngeos do segmento intracavernoso do sífão carotídeo, da meníngica média, da pequena meníngica, da faríngea ascendente, do segmento pterigopalatino da maxilar interna e da recorrente oftálmica.<sup>1-12</sup> Devido à multiplicidade destes ramos, não é surpreendente a diversidade de combinações que são descritas,<sup>13-20</sup> quer na normalidade quer em situações patológicas.

A artéria do *foramen rotundum* é um dos ramos meníngeos da maxilar interna que participa na vascularização dural do seio cavernoso,<sup>21</sup> não sendo habitualmente visualizada porque possui pequeno calibre e se sobrepõe às estruturas ósseas da região esfenoideal. Na bibliografia consultada,



Figura 6: Caso III 2. Radiografia simples da sela turca. Perfil. Aspecto areolar da lâmina quadrilátera (seta), condicionado pelo plexo vascular anastomótico dural.

raramente há referência directa a esta artéria no conjunto dos ramos anastomóticos carótida externa/carótida interna; apenas alguns trabalhos de índole anátomo-radiológica fazem a sua individualização.<sup>14, 22</sup>

Para a visualização angiográfica da artéria do *foramen rotundum* é necessário realizar-se cateterismo o mais selectivo possível da maxilar interna, obter-se tempos arteriais muito precoces e proceder-se à subtracção óssea da base craniana. Nas situações patológicas que condicionam hipertrofia arterial também existe maior probabilidade de identificação da artéria, razão porque seleccionamos para o seu estudo alguns casos de meningiomas esfenocavernosos, de malformações arteriovenosas e de oclusões carotídeas.

Nos 10 casos estudados (4 meningiomas, 3 oclusões ateroscleróticas, 2 malformações vasculares durais do seio cavernoso, 1 oclusão traumática do sífão), observamos que a artéria do *foramen rotundum* tem um percurso relativamente constante com origem no segmento distal da maxilar interna, a nível da fossa pterigopalatina; após atravessar o canal ósseo que se situa entre o corpo e a grande asa esfenoidais, na base da apófise pterigoidea, entra na fossa temporal pelo buraco grande redondo (*foramen rotundum*); o percurso através do canal que acompanha o nervo maxilar superior, é delimitado por ansas em gancho que correspondem à sua entrada e saída. No conjunto, os três segmentos arteriais — extracraniano, canal, intracraniano — têm direcção oblíqua por cima, para trás e para dentro. O segmento intracraniano que corresponde à região esfenocavernosa, é frequentemente sinuoso (7 em 10 casos) e pode dividir-se em dois ou três ramos identificáveis por angiografia. Aqui, as anastomoses directas da artéria que encontramos nos 10 casos, são com os troncos dos segmentos C4 (tronco lateral) e C5 (tronco posterior) do sífão intracavernoso, com a pequena meníngica e a meníngica recorrente. A ocorrência destas anastomoses é idêntica no que respeita aos troncos do sífão (5 para o tronco lateral e 3 para o tronco posterior), o que contradiz os resultados de outros autores que apenas fazem referência ao tronco lateral.<sup>15</sup>

Através das anastomoses com os troncos do sífão, verificamos que a artéria do *foramen rotundum* estabelece ligação com os territórios vasculares da pequena meníngica, da meníngica média, da vidiana e da faríngea ascendente; em 1 caso, a anastomose com o tronco posterior (C5) faz-se por pequeno ramo situado no tecto do seio cavernoso, podendo corresponder à artéria do bordo livre tentorial ou à artéria do nervo oculomotor comum que geralmente são referidas como oriundas do tronco lateral.

Em nosso entender, o significado clínico da artéria do *foramen rotundum* deve ser avaliado em função da totalidade das anastomoses entre as carótidas externa e interna nas regiões látero-selar e do buraco látero anterior, também das suas possíveis relações vasculares com os territórios intra-orbitário e meníngeos da fenda esfenoidal.<sup>8</sup>

Deste modo, nos 4 meningiomas da fossa temporal é possível deduzir-se por angiografia as inserções tumorais na parede dural do seio cavernoso, o que tem interesse para o prognóstico e planeamento cirúrgico; num destes meningiomas (caso n.º I 4), a caracterização angiográfica do território vascular entre as artérias do *foramen rotundum*, a pequena e a recorrente meníngeas, permite-nos prever a relação do tumor com a duramater da fenda esfenoidal (ulterio confirmação cirúrgica).

Também nas 3 oclusões ateroscleróticas da origem da carótida interna, a reabilitação do sífão intracavernoso pelas

QUADRO 3 Malformações arteriovenosas durais do seio cavernoso (2 Casos)

Caso n.º	Ramos da carótida externa para a malformação	Ramos intracavernosos do sífão para a malformação	Anastomoses
III 1	Art. <i>foramen rotundum</i> (1 ramo)	—	—
III 2	Art. <i>foramen rotundum</i> (2 ramos) Art. vidiana Art. pequena meníngea Art. faríngea ascendente (?)	Tronco C5 de aspecto plexiforme	1 ramo da art. <i>foramen rotundum</i> através do bordo superior do seio cavernoso Art. vidiana Art. pequena meníngea Art. faríngea ascendente

diferentes anastomoses contribui para prevenir que a propagação trombótica atinja o polígono de Willis e, ainda, para a irrigação cerebral: — nos casos n.ºs II 2 e II 3 em simultâneo com a inversão do fluxo na artéria oftálmica; porém no caso n.º II 1, não existem anastomoses intra-orbitárias que condicionem o preenchimento da oftálmica.

Na única oclusão traumática do sífão, as anastomoses entre as colaterais da carótida externa — onde está incluída a artéria do *foramen rotundum* — e o tronco posterior carotídeo (C5), mantêm a irrigação dural do seio cavernoso e dos nervos oculomotores a partir de pequenos ramos com origem em C5; esta variante do tronco posterior (C5) do sífão pode ser falsamente considerada rara, se atendermos aos estudos de outros autores<sup>6, 15</sup> que citam o mesmo padrão anastomótico, mas apenas mediado pelo tronco lateral (C4).

A hemodinâmica das malformações arteriovenosas durais do seio cavernoso tem importância no esclarecimento do quadro clínico neuro-oftalmológico e na previsão da eventual evolução espontânea para a cura.<sup>23-25</sup> É pois imprescindível a completa caracterização angiográfica do número, calibre e padrão anastomótico dos pedículos arteriais das fistulas que condicionam o débito da malformação,

assim como o modo de preenchimento do plexo cavernoso e respectiva drenagem pelas colaterais aferentes e eferentes.<sup>26</sup> Em uma destas malformações (caso n.º III 2) existe rico plexo arterial entre os vários pedículos do sífão da carótida externa, em que predomina a artéria do *foramen rotundum*; existe fistula de alto débito para o plexo cavernoso, com drenagem por volumosas veias oftálmicas e proptose pulsátil. O plexo arterial anastomótico tem expressão semiológica dural que é perceptível pelas impressões de tipo macular — em favo — existentes sobre a lâmina quadrilátera. A outra malformação (caso n.º III 1) é unicamente constituída pela artéria do *foramen rotundum* que opacifica directamente o plexo cavernoso; há fistula de baixo débito, com preenchimento lento e parcial do plexo e do segmento apexiano da veia oftálmica superior por possível trombose, coexistindo proptose não pulsátil.

Embora equacionada no contexto global das anastomoses intercarotídeas da região justa-selar, a artéria do *foramen rotundum* deve ser valorizada de *per se*, sobretudo no que respeita às suas características morfo-angiográficas que têm interesse no planeamento das embolizações pré-cirúrgicas de tumores hipervascularizados e malformações vasculares da base craniana.<sup>27, 28</sup>

QUADRO 4 Oclusão postraumática do sífão carotídeo (1 Caso)

Caso n.º	Reabilitação do segmento intracavernoso do sífão	Reabilitação do segmento supraclinoideo do sífão
IV 1	Através da anastomose art. <i>foramen rotundum</i> /tronco posterior (C5) do sífão	Através da art. oftálmica pelos ramos intra-orbitários da maxilar interna

## AGRADECIMENTOS

Aos Drs. Cunha e Sá e Orlando Leitão, Directores dos Serviços de Neuro-cirurgia e Neurologia do Hospital Egas Moniz, pela revisão final do trabalho.

Aos Radiografistas do Hospital Egas Moniz, pelo seu muito elevado rigor técnico

## BIBLIOGRAFIA

- FAURÉ, J.; BINNERT, D.; MICHOTEY, P.; SALAMON, G.: Étude radio-anatomique des branches collatérales de l'artère carotide interne (dans son segment intra-caverneux). *Neuro-chir.* 1972; 18: 561.
- KRAMER, R.; NEWTON, T. H.: Tentorial branches of the internal carotid artery. *AJR.* 1965; 95: 826.

3. LASJAUNIAS, P.; VIGNAUD, J.; HASSO, A. N.: Maxillary artery blood supply to the orbit: normal and pathological aspects. *Neuroradiol.* 1975; 9: 87.
4. LASJAUNIAS, P.; MORET, J.: The ascending pharyngeal artery: normal and pathological radioanatomy. *Neuroradiol.* 1976; 11: 77.
5. LASJAUNIAS, P.; BRISMAR, J.; MORET, J.; THERON, J.: Recurrent cavernous branches of the ophthalmic artery. *Acta Radiol.* 1978; 19: 553.
6. LASJAUNIAS, P.; MORET, J.; DOYON, D.; VIGNAUD, J.: Collatérales C5 du siphon carotidien: embryologie, corrélation radio-anatomique, radio-anatomie pathologique. *Neuroradiol.* 1978; 16: 304.
7. MANELFE, C.; TREMOULET, M.; ROULLEAU, J.: Étude artériographique des branches intra-caverneuses de la carotide interne. *Neuro-chir.* 1972; 18: 581.
8. MAURÍCIO, J. C.; COELHO, J. P. S.; PIRES, C.: Arteriografias carótidas internas e externa no diagnóstico dos tumores da base do crânio. *Com. Soc. Port. Neurol. Psiqu.* 1975.
9. MORET, J.; VIGNAUD, J.; LASJAUNIAS, P.; DOYON, D.: Recent progress in orbital arteriography. *Adv in Cerebral Angiography*, ed G. Salamon Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg. 1975; p 331.
10. PRIBRAM, H. F. W.; BOULTER, T. R.; McCORMICK, W. M. F.: The roentgenology of the meningohypophyseal trunk. *AJR.* 1966; 98: 583.
11. SCHNÜRER, L. B.; STATTIN, S.: Vascular supply of intracranial dura from internal carotid artery with special reference to its angiographic significance. *Acta Radiol.* 1963; 1: 441.
12. STATTIN, S.: Meningeal vessels of the internal carotid artery and their angiographic significance. *Acta Radiol.* 1961; 55: 329.
13. HAYES, G. J.: External carotid-cavernous sinus fistulas. *J. Neurosurg.* 1963; 20: 692.
14. LASJAUNIAS, P.; DOYON, D.; VIGNAUD, J.; MORET, J.: Progress in the arteriographic study of cavernous sinus diseases. *Adv in Cerebral Angiography*, ed G. Salamon, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg. 1975; p 324.
15. LASJAUNIAS, P.; MORET, J.; MINK, J.: The anatomy of the inferolateral trunk of the internal carotid artery. *Neuroradiol.* 1977; 13: 215.
16. MARGOLIS, M.; NEWTON, T. H.: Collateral pathways between the cavernous portion of the internal carotid and external carotid arteries. *Radiol.* 1969; 93: 834.
17. MARX, F.: An arteriographic demonstration of collaterals between internal and external carotid arteries. *Acta Radiol.* 1949; 31: 155.
18. NEWTON, T. H.; HOYT, W. F.: Spontaneous arteriovenous fistula between dural branches of the internal maxillary artery and the posterior cavernous sinus. *Radiol.* 1968; 91: 1147.
19. PARKINSON, D.: A surgical approach to the cavernous portion of the carotid artery. Anatomical studies and case report. *J. Neurosurg.* 1965; 23: 474.
20. WALLACE, S.; GOLDBERG, H. I.; LEEDS, N. E.; MISHKIN, M. M.: The cavernous branches of the internal carotid artery. *AJR.* 1967; 101: 34.
21. ALLEN, W. E.; KIER, E. L.; ROTHMAN, S. L. G.: The maxillary artery: normal arteriographic anatomy. *AJR.* 1973; 118: 517.
22. ALLEN, W. E.; KIER, E. L.; ROTHMAN, S. L. G.: The maxillary artery: normal arteriographic anatomy. *AJR.* 1973; 118: 517.
23. EDWARDS, M. S.; CONNOLLY, E. S.: Cavernous sinus syndrome produced by communication between the external carotid artery and cavernous sinus. *J. Neurosurg.* 1977; 46: 92.
24. MUFTI, S. T.: Intracranial external carotid-venous fistulas: a review. *Surg. Neurol.* 1980; 14: 203.
25. VENDRELL, E.; ABRANTES, P.; MAURÍCIO, J. C.: Considerações fisiopatológicas sobre fistulas arteriovenosas da região carotídeo-cavernosa. Estudo clínico-radiológico. *XXI Congr. Soc. Port. Oftalm.* 1977.
26. DJIANDJIAN, R.; MANELFE, C.; PICARD, L.: Fistules carotide externe-plexus caveux. *Ann. Radiol.* 1974; 17: 271.
27. MAURÍCIO, J. C.; PIRES, C.: A nossa experiência sobre embolização por cateterismo arterial selectivo em neuro-radiologia. Prémio Sandoz da *Soc. Port. Neurol.* Lisboa, 1980.
28. PEETERS, F. L.; KRÖGER, R.: Dural and direct cavernous sinus fistulas. *AJR.* 1979; 132: 599.

Pedido de separatas: Constança Ribeiro  
 Serviço de Neuro-Radiologia  
 Hospital Egas Moniz  
 Rua da Junqueira  
 1300 Lisboa. Portugal