

ESTUDO MORFOLÓGICO DAS GRANULAÇÕES ARACNÓIDES HUMANAS COM REFERÊNCIA A SUA CLASSIFICAÇÃO

M.H. MIRANDA-NETO*, R.M.C. BRANCALHÃO**, R.P. CHOPARD***, S.L. MOLINARI*

RESUMO - O estudo das granulações aracnóides humanas por estereomicroscópio e microscópio óptico revelou que em um mesmo indivíduo estão presentes granulações morfologicamente distintas, que classificamos em simples e lobuladas. As granulações simples eram pequenas e completamente envolvidas por cápsula fibrosa que delimitava, em torno das granulações, espaço subdural contínuo desde o pedículo até o ápice. As granulações lobuladas eram maiores que as simples; em seu ápice a cápsula era delgada e ocorria interrupção do espaço subdural, devido à fusão do tecido fibroso da cápsula com a periferia da granulação. As granulações simples estavam possivelmente em fase inicial de desenvolvimento, enquanto as granulações lobuladas estariam em fase mais avançada, com estrutura morfológica ideal para absorção do LCR.

PALAVRAS-CHAVE: granulações aracnóides, desenvolvimento, classificação.

Morphological study of human arachnoid granulations with reference to their classification

SUMMARY - Stereomicroscopic and microscopic study showed human arachnoid granulations with different morphology that we classified in simple and lobate. Simple granulations were small and completely involved by fibrous capsule that delimited a continuous subdural space from the pedicle to the apex. Lobate granulations were bigger than the simple; in the apex the fibrous capsule was thinner than in other regions, and fused with granulation periphery causing interruption of subdural space. Simple granulations might be an initial development stage; lobate granulations would represent a higher development stage, with ideal morphologic structure for absorption of the CSF.

KEY WORDS: arachnoid granulations, development, classification.

A estrutura e ultra-estrutura das granulações aracnóides têm sido extensamente estudadas para elucidar a existência ou não de canais funcionais para a drenagem do líquido cefalorraquidiano, LCR). Proposições evolutivas mostram que as granulações aracnóides humanas crescem e se desenvolvem com a idade^{4,5,11,20}. Wolpow & Schaumberg¹⁷ descrevem que as granulações aracnóides humanas apresentam dois tipos morfológicos: granulações pequenas revestidas por cápsula fibrosa separada do corpo da granulação pelo espaço subdural e granulações maiores, onde existem regiões em que o corpo da granulação se projeta através da dura-máter.

Kida et al.⁸ e Yamashima¹⁸⁻¹⁹ revelam que, na porção apical, as granulações aracnóides não se apresentam envolvidas pela cápsula fibrosa nem pelas células endoteliais. Neste caso, o espaço subdural perde sua continuidade e as células aracnóides ficam em contato com a luz do seio sagital superior. Por outro lado, outros autores afirmam que a granulação aracnóide é totalmente revestida,

Estudo realizado em cooperação entre os Departamentos de Ciências Morfofisiológicas da Universidade Estadual de Maringá (UEM) e de Anatomia do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo (ICB - USP): * Professor Adjunto e Professora Assistente do Departamento de Ciências Morfofisiológicas da UEM; ** Professora Assistente do Departamento de Ciências Biológicas e Físico-Químicas da UNEOESTE; *** Professor Assistente Doutor do Departamento de Anatomia do ICB-USP. Aceite: 29-julho-1993.

Dr. Marcílio Hubner de Miranda Neto - Universidade Estadual de Maringá - Av. Colombo 3690 Bloco H-79 Sala 07 - 87020-900 Maringá PR - Brasil.

havendo, portanto, um espaço subdural em torno delas^{1-3,6,7,9,12-14}. A existência dessas controvérsias nos motivou a realizar estudo meso e microscópico das granulações aracnóides humanas, buscando desta forma contribuir com informações referentes a sua morfologia.

MATERIAL E MÉTODO

O material consistiu de 20 peças anatômicas obtidas de cadáveres de adultos de ambos os sexos, com idade variando entre 20 e 40 anos. As peças retiradas foram fixadas em formalina a 10% por 96 horas; a seguir este material foi reduzido a pequenas amostras com aproximadamente 1 cm, contendo o seio sagital superior e as estruturas adjacentes. Trinta amostras do material foram dissecadas e analisadas sob estereomicroscópio. A seguir, 15 destas amostras foram submetidas ao processo de elaboração de preparados totais pelo método de Van Gieson segundo Otto e 15 à metodologia histológica de rotina para inclusão em parafina e realização de cortes de 20 micrômetros, corados pelos métodos de Azan e de Weigert. Os preparados totais foram fotografados com auxílio de estereomicroscópio Zeiss, enquanto os cortes selecionados para documentação foram fotografados em fotomicroscópio Wild M.20.

RESULTADOS

As observações sob estereomicroscópio revelaram a presença de granulações aracnóides caracterizadas por dimensões e formas diversas, perfurando o folheto interno da dura-máter e projetando-se na luz do seio sagital superior (Figura 1). Nas regiões em que estavam presentes as granulações, como ocorre no assoalho do seio sagital superior (Figura 2B), a dura-máter apresentava-se dissociada em feixes de espessuras e direções várias, cruzando-se em planos diferentes, formando malhas que deixavam espaços irregulares predominantemente losânicos por onde penetravam os pedículos das granulações. Em direta continuidade com os feixes da dura-máter, observou-se delgada membrana que se descreveu como cápsula fibrosa. Esta interpõe-se entre o seio sagital superior e a granulação, acompanhando a granulação desde a região pedicular até o ápice; entre esta cápsula e a granulação notou-se delicada fenda correspondente ao espaço subdural (Figura 2A).

Nas granulações aracnóides menores, a cápsula era constituída de tecido conjuntivo denso e delimitava o espaço subdural, contínuo desde o pedículo até o ápice da granulação (Figura 2A).

Na região apical das granulações maiores ocorriam interrupções do espaço subdural, devidas à união dos feixes colágenos da periferia da granulação com os da cápsula fibrosa. Nesses locais, os feixes de colágenos da cápsula dissociavam-se bruscamente e, com aspecto ondulado, espalhavam-se sobre a periferia da granulação, formando redes frouxas e delicadas (Figura 4A).

Os feixes de fibras elásticas acompanhavam a disposição descrita para os feixes colágenos; nas regiões de interrupção do espaço subdural as fibras elásticas organizavam-se em feixes concêntricos que se uniam aos feixes elásticos da cápsula fibrosa (Figura 4B).

Com base nessas características, reunimos as granulações aracnóides em dois grupos:

A. SIMPLES: Em geral menores e arredondadas, revestidas por cápsula fibrosa contínua desde o pedículo até o ápice; entre a cápsula fibrosa e a periferia da granulação nota-se o espaço subdural ininterrupto (Figuras 1 e 2A).

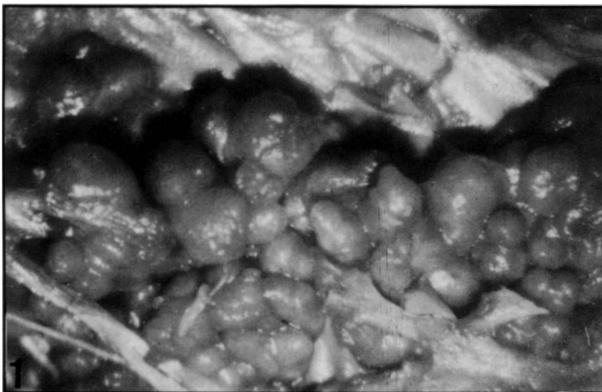


Figura 1. Fotografia do seio sagital superior mostrando aglomerados de granulações aracnóides, de dimensões e morfologia diferentes, em seu assoalho, sobre o folheto interno da dura-máter (x 20).

B. LOBULADAS: São as maiores granulações, podendo apresentar nas suas superfícies sulcos únicos ou múltiplos, de direções diferentes, determinando aspectos bi ou plurilobulados. Esta disposição em boceladuras nos permitiu distinguir lóbulos irregulares menores e maiores (Figuras 1 e 3). No ápice desses lóbulos observou-se adelgaçamento da cápsula fibrosa, com interrupção do espaço subdural e fusão dos elementos fibrosos da cápsula com a periferia da granulação (Figuras 3 e 4).

COMENTÁRIOS

O entrecruzamento dos feixes da dura-máter já foi anteriormente estudado¹⁰. Contudo, a disposição que descrevemos, em traves de espessura e comprimento variáveis orientadas em direções diversas e anastomosadas em planos diferentes, sugere que estes espaços não tenham dimensões estáticas e que, pelo fato de estarem dispostos em torno dos pedículos das granulações, poderiam agir sobre eles contribuindo na regulação do fluxo do LCR através das granulações.

A existência da cápsula fibrosa refletindo-se da dura-máter e delimitando o espaço subdural é referida pela maioria dos autores que estudaram as granulações aracnóides em humanos^{10,17,20}. Kida et al.⁸ não admitem a existência do espaço subdural devido à fusão da cápsula fibrosa com a periferia da granulação; provavelmente seus estudos assentaram-se sobre granulações lobuladas em regiões de interrupção do espaço subdural.

Devido à morfologia distinta das granulações e ao comportamento diferencial da cápsula fibrosa, preferimos classificá-las segundo o aspecto e dimensões em: SIMPLES, menores e revestidas por cápsula fibrosa e espaço subdural contínuo; LÔBULADAS, maiores, podendo haver a interrupção do espaço subdural na região apical devido à fusão da cápsula fibrosa com a periferia da granulação. Assim, as granulações ficam melhor caracterizadas, fato não apontado pelos autores consultados; apenas Wolpov & Schaumberg¹⁷ as denominaram pequenas e maiores.

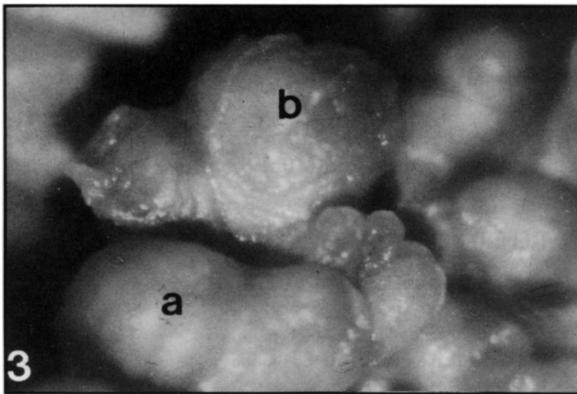


Figura 3. Fotografia do seio superior, com vista superior de uma granulação aracnóide bilobulada (a) totalmente revestida pela cápsula fibrosa e uma granulação aracnóide plurilobulada (b) sem o revestimento capsular no ápice (x 30,2).

de desenvolvimento. Quando as granulações começam a se desenvolver provocam afastamento dos feixes da dura-máter. Neste processo dinâmico, a dura-máter sofreria herniação em direção ao seio sagital superior e originaria a cápsula fibrosa. À medida que as granulações vão se tornando maiores, seu ápice entraria em íntimo contato com a cápsula fibrosa, fundindo-se a esta. Estes aspectos são concordes com proposições evolutivas^{17,20}.

As granulações lobuladas estariam em estágios funcionais mais adiantados. O adelgaçamento e a fusão da cápsula fibrosa com a periferia da granulação, com conseqüente interrupção do espaço subdural na

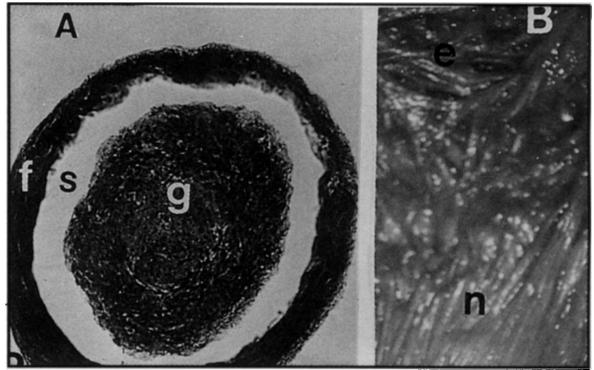


Figura 2. Em A, corte transversal de 20 micrômetros corado por Azan, evidenciando o centro de uma granulação (g), espaço subdural (s) e cápsula fibrosa (f) (x 100). Em B, preparado de Van Gieson mostrando o entrecruzamento dos feixes da dura-máter em região onde havia granulações (e), diferente de (n) onde não existiam granulações (x 8).

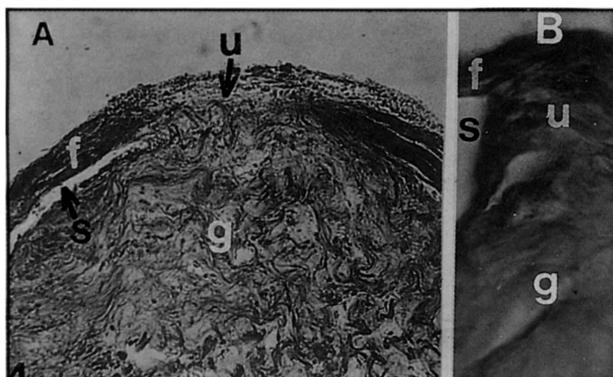


Figura 4. Em A, corte transversal de 20 micrômetros, corado por Azan, evidenciando a união (u) dos feixes de fibras colágenas de granulação (g) com os feixes da cápsula fibrosa (f); espaço subdural (s) (x 400). Em B, corte transversal de 20 micrômetros corado por Weigert evidenciando a união (u) dos feixes de fibras elásticas da granulação (g) com os feixes da cápsula fibrosa (f); espaço subdural (s) (x 400).

região apical, representariam o estágio ideal para absorção do LCR, devido a redução na espessura da barreira mecânica que este deve atravessar para alcançar os seios da duramáter. Talvez essas diferenças morfológicas nas granulações aracnóides sejam responsáveis pelas contradições encontradas na literatura. É possível que os autores que afirmam serem as granulações aracnóides totalmente revestidas pela cápsula, delimitando espaço subdural contínuo, tenham assentado suas observações em granulações aracnóides simples^{1-3,6,7,9,12-15}. Por outro lado, os autores que afirmam ser o espaço subdural interrompido na região apical, provavelmente estudaram granulações aracnóides lobuladas^{8,10,16-20}.

Em vista do exposto acreditamos que, para se estudar as granulações aracnóides, deve-se considerar o estágio do desenvolvimento em que se encontram.

CONCLUSÕES

1. Em material de um mesmo indivíduo podem ser encontradas granulações aracnóides em diferentes estágios de desenvolvimento. 2. As granulações SIMPLES (menores) são completamente envoltas pela cápsula fibrosa e espaço subdural contínuo. 3. Nas granulações LOBULADAS (maiores), a cápsula fibrosa da região apical funde-se com a periferia da granulação, ocorrendo a interrupção do espaço subdural nesta região. 4. Para se estudar as granulações aracnóides, deve-se levar em consideração suas diferenças morfológicas (quando SIMPLES ou LOBULADAS) e a região estudada (pedículo, centro ou ápice).

REFERÊNCIAS

1. Alksne JF, White LEJ. Electron-microscope study of the effect of increased intracranial pressure on the arachnoid villus. *J Neurosurg* 1965, 22:481-488.
2. Alksne JF, Richmond VA. Arachnoid villi after subarachnoid blood. *J Neuropathol Exp Neurol* 1971, 30:135.
3. Alksne JF, Lovings ET. The role of the arachnoid villus in the removal of red blood cells from the subarachnoid space: an electron microscope study in the dog. *J Neurosurg* 1972, 36:192-200.
4. Clark LC. On the pacchionian bodies. *J Anat* 1920, 55:40-48.
5. Cunningham DJ. Anatomia humana Ed. 8 Barcelona: Manuel Marin 1949, T II.
6. Ellington E, Margolis G. Block of arachnoid villus by subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg* 1969, 30:651-657.
7. Jullow J, Ishii M, Iwabuchi T. Arachnoid villi affected by subarachnoid pressure and hemorrhage: scanning electron microscopic study in the dog. *Acta Neurochir* 1979, 51:63-72.
8. Kida S, Yamashita T, Kubota T, Ito H, Yamamoto S. A light and electron microscopic and immunohistochemical study of human arachnoid villi. *J Neurosurg* 1988, 69:429-435.
9. Lee BCP, Gomez DG, Potts DG, Pavese AM. Passage of amipaque (metrizamide) through the arachnoid granulations. *Neuroradiology* 1979, 17:185-190.
10. Miranda-Neto MH, Biazotto W, Chopard RP, Lucas GA. Estudo micro-mesoscópico das granulações aracnóides humanas. *Arq Neuro-Psiquiatr* 1990, 48:151-155.
11. Paturet G. *Traité d'anatomie*. Paris:Masson 1964, T IV.
12. Shabo AL, Maxwell DS. The morphology of the arachnoid villi: a light and electron microscopic study in the monkey. *J Neurosurg* 1968, 29:451-463.

13. Shabo AL, Maxwell DS. Electron microscopic observations on the fate of particulate matter in the cerebrospinal fluid. *J Neurosurg* 1968, 29:464-474.
14. Shabo AL, Abbott MM, Maxwell DS. The response of the arachnoid villus to an intracisternal injection of autogenous brain tissue: an electron study in the macaque monkey. *J Neurosurg* 1969, 19:724-734.
15. Tripathi R. Tracing the bulk outflow route of cerebrospinal fluid by transmission and scanning electron microscopy. *Brain Res* 1974, 80:503-506.
16. Upton ML, Weller RO, Path FRC. The morphology of cerebrospinal fluid drainage pathways in human arachnoid granulations. *J Neurosurg* 1985, 63:867-875.
17. Wolpow ER, Schaumburg HH. Structure of the human arachnoid granulation. *J Neurosurg* 1972, 37:724-727.
18. Yamashima T. Ultrastructural study of the final cerebrospinal fluid pathway in human arachnoid villi. *Brain Res* 1986, 384:68-76.
19. Yamashima T. Functional ultrastructure of cerebrospinal fluid drainage channels in human arachnoid villi. *Neurosurgery* 1988, 22:633-641.
20. Zakiw. Développement des granulations arachnoïdiennes. *Bull Assoc Anat* 1977, 161:283-290.