
Aspecte noi ale aparatului nervos din plexurile coroide ale encefalului

A. Darii

Catedra Histologie, Citologie și Embriologie, USMF „Nicolae Testemițanu”

The New Aspects of the Nervous Apparatus of the Choroid Plexus of the Human Brain Ventricles

Choroid plexus is formed by the epithelium and connective tissue which includes the vascular network. According to the investigations the nervous apparatus of the choroid plexuses of the human brain ventricles consist of myelinic and amyelinic nervous fibers, fascicles and nervous plexuses and nervous endings. The higher density of nervous fibers is in the choroid plexus of the lateral ventricle and the lower density of the nervous fibers is in the choroid plexus of the III-rd ventricle. It was established that the nervous apparatus is well developed and is directly proportional to the development of the microcirculatory bed of the choroid plexus and depends on the ontogenetic stages. Through experiments some sources of innervations of the choroid plexuses were determined. In patients with hypertension and atherosclerosis the research showed the presence of reactive and destructive changes in the nervous apparatus of the arterial system of the choroid plexuses.

Key words: choroid plexus, human brain ventricles, nervous apparatus, microcirculatory bed.

Новые аспекты нервного аппарата сосудистых сплетений желудочков головного мозга

Установлено, что сосудистые сплетения желудочков головного мозга состоят из эпителия и соединительной ткани, в которой включено кровеносное русло. Они обладают хорошо развитым нервным аппаратом, состоящим из нервных стволиков, пучков, миелиновых, безмиелиновых нервных волокон и окончаний. Самое большое количество нервных волокон находится в сосудистом сплетении бокового желудочка и самое меньшее – в сосудистом сплетении третьего желудочка. Нервный аппарат находится в прямой зависимости от развития кровеносного русла сосудистых сплетений и этапов онтогенеза. Экспериментально установлены некоторые источники иннервации сосудистых сплетений. При атеросклерозе и гипертонической болезни отмечены реактивные и деструктивные изменения в их нервном аппарате.

Ключевые слова: сосудистые сплетения, желудочки мозга, нервный аппарат, кровеносное русло.

Actualitatea

Problemele, care vizează contribuția sistemului nervos în mecanismele de declanșare și dezvoltare a diverselor procese patologice, ocupă un loc primordial în cadrul științelor medicale contemporane și constituie una dintre căile de soluționare a multor aspecte contradictorii și necunoscute în acest domeniu.

După aspectul anatomic [1], funcțional și topografic plexurile coroide ale ventriculelor encefalului reprezintă un sistem de organe cu o structură deosebită, ce leagă două sisteme organizate – sangvin și nervos. Dereglarea structurii, funcției și inervației plexurilor coroide poate provoca diferite modificări de secreție a licvorului [5], insuficiență de funcționare a barierei dintre licvor și sânge [4], maladii ale SNC [2, 3].

Material și metode

Materialul (plexurile coroide din ventriculele laterale, trei și patru) a fost colectat de la embrioni și feți, copii și maturi în primele 12 ore după deces, iar pentru microscopia electronică - în primele 3,5 ore. Preparatele prelevate din toate grupele de vârstă până la 86 de ani au fost prelucrate prin metoda de impregnare cu săruri de argint după E. Rasscazova, metode histochimice și microscopie electronică.

Scopul lucrării constă în studierea dezvoltării aparatului nervos al plexurilor coroide din ventriculele creierului uman la etapele ontogenezei.

Rezultate și discuții

Datele obținute de noi denotă faptul, că plexurile coroide din ventriculele cerebrale ale omului sunt alcătuite din epitelii și o bază de țesut conjunctiv, cu un număr mare de vase

sangvine. Se determină părțile viloză și neviloză ale plexului. Epiteliul reprezintă celule clare și întunecate cu o formă cubică și aplatizată. Stroma plexului coroid este alcătuită din profibrile, fibrile și fibre colagene, care sunt incluse în substanța fundamentală. Aici sunt dispuși fibroblaști solitari sau în grupuri. La suprafața celulelor epiteliale se întâlnește o cantitate neînsemnată de macrofagi și mastocite.

Baza plexului coroid o constituie vasele sangvine care, pătrunzând în grosimea plexurilor, de la vasele de bază, ce pleacă de-a lungul plexului, formează patul microcirculator cu o structură complexă. Creșterea diametrului rețelei microcirculatorii din plexurile coroide decurge neuniform. Se remarcă perioade de creștere atât rapidă cât și lentă. Dezvoltarea patului microcirculator reflectă solicitările funcționale ale plexului vascular. S-a stabilit că densitatea rețelei capilare la 1 mm² de suprafață a plexului coroid se schimbă considerabil atât în interiorul plexurilor coroide, cât și între plexurile ventriculelor laterale, III și IV. În urma datelor morfometrice am constatat, că lumenul capilarelor variază de la 6 până la 23 μm în plexurile coroide ale ventriculelor laterale, de la 5 până la 20 μm - în plexul coroid al ventriculului III și de la 5-6 până la 18 μm - în plexul coroid al ventriculului IV. Noi considerăm, că aceste date sunt legate de activitatea funcțională a plexurilor coroide. Întrucât o solicitare funcțională mai mare revine pe seama plexurilor coroide din ventriculele laterale, probabil, aceasta și corespunde diametrului mai mare al vaselor patului microcirculator. A fost stabilită dependența ontogenetică a lumenului capilarelor, al cărui diametru sporește neuniform în diverse perioade de vârstă. Au fost menționate perioade, când diametrul sporește până la valoarea medie, și perioade de creșteri ciclice ne semnificative ale diametrelor capilarelor, ceea

ce este legat probabil de restructurările hormonale, solicitările funcționale ale encefalului și organismului omului în creștere.

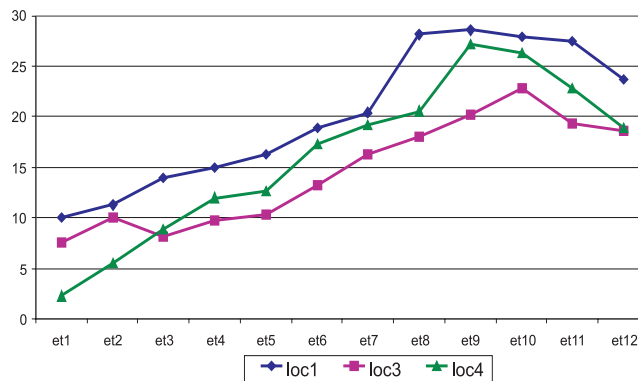
Rețeaua venulară s-a constituit ca un pat vascular de rezervă pentru depunerea sângelui, rolul lui rezistiv fiind slab pronunțat. Această circumstanță influențează și asupra repartizării elementelor nervoase în plexurile coroide, iar ca rezultat în literatura de specialitate nu există nici o informație convingătoare despre inervația porțiunii venoase a plexurilor.

Studiind aparatul nervos al plexurilor coroide din ventriculele cerebrale ale omului, am stabilit că el apare la a 3-a – a 4-a lună de dezvoltare intrauterină, prin urmare, imediat după apariția plexurilor coroide. Conductorii nervoși se infiltrază de-a lungul arterelor coriale și, pe măsura dezvoltării plexurilor coroide, ei ocupă noi porțiuni. Aparatul nervos se dezvoltă și se complică. În jumătatea a doua de dezvoltare intrauterină aparatul nervos se răspândește activ pe ramurile arterelor coriale, iar la momentul nașterii el ocupă toate vasele și substratul tisular, deci capătă caracter definitiv. Dacă inițial aparatul nervos reprezintă un plex slab sistematizat din anumite fascicule nervoase subțiri, care conțin câteva fibre nervoase, apoi în etapa postnatală în el se manifestă modificări vizibile. Sporește numărul fibrelor nervoase, crește diametrul lor mediu. În funcție de grosime are loc diferențierea lor în subțiri, medii și groase. De la nervii paravazali cel mai frecvent se separă fibre nervoase, care pătrund în profunzimea peretelui vasului. Se observă un schimb frecvent de fascicule și fibre nervoase din plexurile coroide. Astfel apar plexurile nervoase coroide.

În cercetările efectuate am observat perioade de creștere mai rapidă și mai lentă a nervilor din plexurile coroide. Stabilizarea legăturilor aparatului nervos apare la momentul maturizării sexuale a organismului, ceea ce probabil este legat de dezvoltarea encefalului, de restructurările interne ale plexurilor coroide, de dezvoltarea ventriculelor cerebrale și de restructurări hormonale.

Nervii stromei plexurilor coroide confirmă concluzia privind importanța țesutului conjunctiv ca purtător al elementelor nervoase. Fibrele nervoase ale substratului se pot apropia de vase, însoțindu-le pe o anumită distanță, apoi se întorc înapoi în substrat sau trec peste vas, pentru a se uni cu alt plex nervos. Are loc un schimb de fibre nervoase din diferite plexuri. Probabil, ele provin din alte surse și, datorită acestui fapt, se formează surse plurisegmentare și căi colaterale de formare a plexurilor nervoase. În baza acestui fapt avem tot temeiul să ne expunem părerea despre un aparat nervos unic al plexurilor coroide și despre lipsa unor motive de a-l diviza în aparat nervos de sinestător vascular și plex nervos al substratului vascular. Mici fascicule subțiri sau fibre nervoase solitare din plexul nervos al substratului formează partea recemoasă a plexurilor, în grosimea cărora pătrund terminațiile nervoase ale substratului și vasele din această regiune. Unele fibre nervoase se termină pe peretele vasului, altele se întrețes în stratul epitelial și, subțindu-se, dispar sau „se pierd” în matricea stromei.

Cercetările histochemice, efectuate pentru a determina componentul colinergic și adrenergic ale aparatului nervos al plexurilor coroide, ne-au permis să stabilim o activitate înaltă a enzimelor în peretele arterelor coroidale la maturi. În această perioadă se manifestă activitatea funcțională maximă



* Loc1 – ventriculele laterale, loc3 – ventriculul III, loc4 – ventriculul IV.

Fig. 1. Numărul de fibre nervoase longitudinale de pe arterele coroide principale ale plexurilor din ventriculele creierului.

a tuturor sistemelor și organelor organismului, o parte a căruia o constituie și sistemul nervos împreună cu plexurile coroide.

Odată cu instaurarea vârstei înaintate și, în special, a celei senile se remarcă o restructurare pronunțată a aparatului nervos al plexurilor coroide. Cu certitudine se reduce numărul conductorilor nervoși atât pe pereții vaselor, cât și pe substratul tisular al plexurilor. Totodată, noi am depistat și unele modificări în însuși aparatul nervos, care decurg după tipul fenomenului „de excitare” a elementelor sistemului nervos periferic. Reducerea numărului de fibre nervoase o considerăm faptul de degenerării nervilor în legătură cu vârsta sau, posibil, au loc și unele modificări ale funcției vaselor plexului. Mai degrabă acestea sunt consecințe ale fenomenelor aterosclerotice.

Datele obținute confirmă prezența în plexuri a terminațiilor și fibrelor nervoase, ultimele însoțind capilarele. Am reușit să depistăm terminații nervoase în perioada de nou-născut. Acestea au fost dezvoltate în plexurile nervoase superficiale ale vaselor și ale substratului tisular, dispuse solitar sau în grupuri, cu o structură complexă diversă sub formă de arborizații, glomeruli, butoni sau anse, care formează aici zone reflexogene.

La vârsta matură aparatul nervos al plexurilor coroide din ventriculele laterale cerebrale ale omului este reprezentat de fascicule nervoase și trunchiuri, a căror grosime atinge 45 μm, iar diametrul unor fibre nervoase – 9-13 μm. În plexul coroid al ventriculului III grosimea fasciculelor nervoase și a trunchiurilor atinge 41-43 μm iar diametrul fibrelor nervoase – 9-11 μm și în plexul coroid al ventriculului IV respectiv 40-43 μm și 8-10 μm. Această diferență este determinată de diverse valori ale vaselor sangvine și de importanța lor funcțională în vascularizația diverselor porțiuni ale plexului coroid. În peretele arterelor coriale și ale ramurilor acestora se evidențiază plexuri nervoase bine pronunțate superficiale și profunde, formate din elemente nervoase de calibru divers. Plexul nervos profund este format, în principiu, din fibre nervoase subțiri și din microareole. Plexul superficial este alcătuit din fascicule nervoase, trunchiuri și fibre de diferite grosimi, care formează un plex cu anse mari. Ambele plexuri fac un schimb abundent de fibre nervoase, acestea reprezentând zonele de intersecție ale inervației. În cadrul patului microcirculator noi am remarcat contopirea treptată a componentelor a

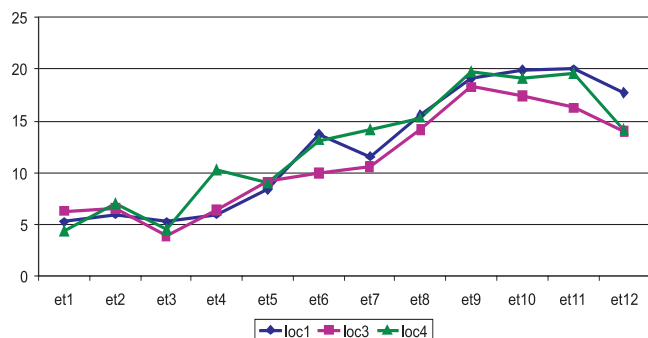


Fig. 2. Numărul de fibre nervoase în rețeaua microcirculatorie a plexurilor coroide.

două plexuri, ca rezultat dispare plexul superficial și pe verigile aferente și eferente ale rețelei microcirculatorii există de fapt un plex nervos microareolar, format din fibre nervoase subțiri.

Aparatul nervos al stromei plexurilor coroide din ventriculele cerebrale reprezintă un număr mare de trunchiuri nervoase, fascicule și fibre nervoase de calibru diferit, care pot fi urmărite pe o distanță mare. În calea lor ele formează diverse configurații cu continuarea sau modificarea direcției. De la plexurile nervoase unele fascicule nervoase cedează sau primesc în calea lor fibre nervoase de la alte fascicule (fig. 2, 3).

Prin metode morfometrice de cercetare a densității de repartizare și creștere a conductorilor nervoși a fost stabilită o anumită legitate în repartizarea lor: cel mai mare număr de conductori nervoși sunt prezenți în peretele arterei coriale anterioare a plexului coroid din ventriculul cerebral lateral, de-a lungul arterei coriale posterioare densitatea fibrelor nervoase se micșorează. Pe vasele patului microcirculator urmează fibre nervoase solitare, iar rețeaua de dispersie a fibrelor nervoase din substratul tisular contactează cu celulele epiteliale: unii conductori pătrund în lumenul ventriculelor, a căror destinație nu este clară. În cea mai mare măsură este inervată partea medială inserționată a plexului coroid.

În plexul coroid al ventriculului III, cel mai mare număr de conductori nervoși se atestă pe artera corială, care pleacă de la artera cerebelară superioară. Patul microcirculator conține fibre nervoase solitare și o rețea de dispersie a substratului tisular.

Arterele coriale magistrale din ventriculul IV, de asemenea, au cel mai mare număr de fibre nervoase în comparație cu patul microcirculator și cu substratul tisular.

Datele morfometrice denotă faptul, că arterele principale al plexului coroid din ventriculul lateral au cel mai mare număr de conductori nervoși, iar arterele principale al plexului coroid din ventriculul III – cel mai mic număr de elemente nervoase (fig. 1). Acest fapt este determinat de funcția deosebită a plexului coroid din ventriculul lateral, de sarcina deosebită, precum și de dimensiunile lui, deoarece are dimensiuni mai mari și, bineînțeles, el conține cel mai mare număr de vase sangvine.

Legitățile depistate ne permit să presupunem, că partea principală a aparatului nervos al plexurilor coroide are drept surse nervii arterelor coriale, de-a lungul cărora și pătrund în plexurile coroide ale ventriculelor cerebrale cu nervii arterelor coriale, pe parcursul cărora se răspândesc plexuri nervoase și profunde, ce asigură înervația vasomotorie.

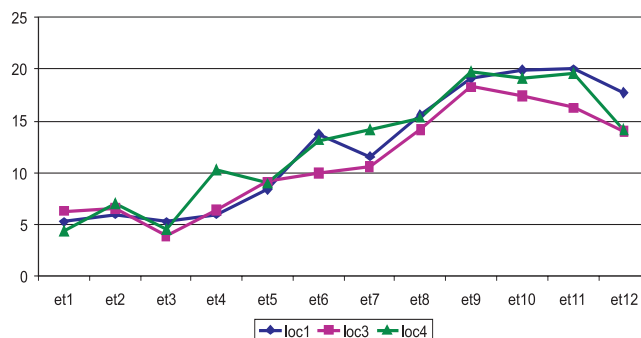


Fig. 3. Numărul de fibre nervoase în substratul tisular al plexurilor coroide.

Prezența manșoanelor musculare în locul de diviziune și de-a lungul vaselor denotă despre adaptarea vaselor la diverse oscilații ale unei pulsative. Prezența terminațiilor nervoase libere pe pereții vaselor și a substratului tisular vorbește despre zonele reflexogene, care participă în reglarea circulației sangvine cerebrale locale.

Datorită legăturilor receptoare extinse și complexității structurii formațiunilor receptoare, vasele plexurilor coroide din ventriculele cerebrale ale omului funcționează ca un ansamblu armonios. Aparatul nervos al acestor formațiuni reprezintă un sistem integru, având o unitate de surse, stabilitate a legăturilor directe și inverse, coordonarea funcțiilor.

Datele cercetărilor microscopice au fost confirmate prin metoda electrono-microscopică. În mod convingător au fost demonstrate particularitățile de structură ale fibrelor nervoase mielinice și amielinice. A fost stabilită localizarea lor. Ele pot fi întâlnite nemijlocit sub membrana bazală a epitelului, în apropiere de vasele sangvine de calibru divers până la capilare, în membrana adventițială a vaselor și printre elementele celulare ale țesutului conjunctiv, ce formează baza epitelului.

Fibrele nervoase amielinice se întâlnesc pretutindeni, ele există solitar sau în grupe. În componența fibrelor nervoase sunt până la 20 de cilindracși, înconjurați cu citolema lemocitului. Fasciculul de fibre nervoase amielinice poate include și fibre nervoase mielinice, ce conțin cilindri axiali solitari. Totodată membranele lemocitelor cuprind strâns cilindracșii, formând plice profunde. Mezaxonii sunt bine evidențiați. În axoplasmă se depistează toate organele, caracteristice fibrelor nervoase. După caracter și formă pot fi diferențiați axoni adrenergici și colinergici.

Se menționează o anumită dependență a elementelor nervoase ale nervilor paravasculari de diametrul vasului inervat. Aceasta vorbește despre corelațiile dintre elementele nervoase și substratul inervat. Pe măsura reducerii substratului dat se micșorează și numărul fibrelor nervoase. Arteriolele precapilare sunt inervate de doar 1-3 fibre nervoase. Acest fapt dovedește încă o dată schimbul elementelor nervoase ale plexurilor vasculare cu ale celor tisulare, precum și că o parte din conductori își termină terminațiile pe peretele vasului. Caracterul lax al membranei bazale în locurile de apropiere maximală (0,2-0,4 μm) a fibrei nervoase de membrana bazală a epitelului sau de endoteliul capilarelor, indică despre posibilitățile de transmitere a excitației în aceste locuri prin intermediul mediatorilor.

Fibrele nervoase mielinice se întâlnesc în tot plexul coroid. Unele dintre ele ajung până la ependim, pătrund printre

celulele epiteliale, până la partea apicală, la o distanță foarte apropiată de cili și microvilozități, acordând o anumită influență asupra lor.

Astfel, în urma cercetărilor aparatului nervos al plexurilor coroide din ventriculele cerebrale paralel cu caracterele morfologice tipice, au fost depistate particularitățile ce caracterizează specificitatea de organ. Au fost stabilite condițiile interacțiunii și interdependenței lor, precum și factorii, care favorizează elaborarea lichidului cefalorahidian, funcția activă de transport a endotelocitelor și activitatea lor funcțională.

Materialele experimentale prezentate demonstrează, că în înervarea plexurilor coroide din ventriculele cerebrale iau parte anumite surse de inervație. Ramurile nervoase vasculare pot pleca și de la ganglionii senzitivi. În experiențele de rezecție a ganglionilor cervical simpatic și stelat a fost demonstrată comunitatea inervației aferente și eferente a patului arterial și microcirculator al plexurilor coroide.

În procesul studierii aparatului nervos din sistemul vascular al plexurilor coroide din ventriculele cerebrale ale omului în boala hipertonică și în ateroscleroză au fost depistate modificări, ce indicau în principiu despre prezența fenomenelor reactive (hiperimpregnarea, caracterul vag al conturilor, intumescența, vacuolizarea) și distructive (fragmentarea, necroza granulară) din partea fibrelor nervoase aferente. Modificări reversibile (îngroșarea și hiperimpregnarea porțiunilor preterminale și a structurilor receptoare) și ireversibile (fragmentarea, necroza granulară și respingerea porțiunii terminale a fibrei receptoare) se remarcă totodată și din partea aparatului receptor și în zonele reflexogene ale vaselor.

Concluzii

1. Dezvoltarea și constituirea aparatului nervos al plexurilor coroide sunt în corelare directă cu dezvoltarea plexurilor coroide și a rețelei vasculare a lor.

2. Datele morfometrice denotă faptul, că plexul coroid din ventriculul lateral include cel mai mare număr de conductori nervoși, iar plexul coroid din ventriculul III – cel mai mic număr de elemente nervoase.

3. Prezența terminațiilor nervoase libere în pereții vaselor și a substratului tisular denotă prezența zonelor reflexogene, ce contribuie la reglarea circulației sangvine cerebrale locale.

4. Microscopia electronică a confirmat prezența fibrelor nervoase mielinice și amielinice în plexurile coroide.

5. Experimental au fost stabilite unele surse de inervație a plexurilor coroide (ganglionul cervical și stelat).

6. În unele maladii (boala hipertonică și ateroscleroza) au fost depistate unele schimbări de gen reactiv și distructiv din partea elementelor aparatului nervos al plexurilor coroide.

Bibliografie

1. Albu I, Georgia R. Anatomia omului. București: Ed. Medicală, 1996.
2. Emerich DF, Vasconcellos AV, Elliot RB, et al. The choroid plexus: function, pathology and therapeutic potential of its transplantation. *Expert. Opin. Biol. Ther.* 2004;4(8):1191-201.
3. Engelhardt B, Wolburg-Buchholz K, Wolburg H. Involvement of the choroid plexus in central nervous system inflammation. *Microsc Res Tech.* 2001;52:112-29.
4. Margues F, Sousa JC, Correia-Neves M, et al. The choroid plexus response to peripheral inflammatory stimulus. *Neuroscience.* 2007;144:424-430.
5. Pretorius J. Water and solute secretion by the choroid plexus. *Pflugers Arch.* 2007;454(1):1-18.

Corresponding author

Darii, Alexei, dr., conferențiar

Catedra Histologie, Citologie și Embriologie

USMF „Nicolae Testemițanu”

Chișinău, bd. Ștefan cel Mare, 192

Tel.: 205229

E-mail: dariealexei@yahoo.com

Manuscript received November 11, 2010; revised manuscript December 02, 2010