

Перспектива дальнейших исследований состоит в определении наличия механизма взаимодействия этих регуляторных систем коронарного гомеостаза.

Литература

- Белоус А.М., Малахов В.А. Клеточные механизмы сосудистой патологии //Журнал АМН України.- 1998.- Т.4, №4.- С.581-596.
- Клименко Е.Д., Лебедева Л.Н. Морфофункциональное состояние внутриорганных сосудов при экспериментальном атеросклерозе //Вестник АМН СССР.- 1980.- №1.- С.85-90.
- Малая Л.Т., Корж А.Н., Балковая Л.Б. Эндотелиальная дисфункция при патологии сердечно-сосудистой системы.- Х.: Торсинг, 2000.- 432 с.
- Малышев И.Ю., Манухина Е.Б. Стресс, адаптация и оксид азота //Биохимия.- 1998.- №9.- С.992-1006.
- Ткаченко М.М. Оксид азота та судинна регуляція //Журнал АМН України.- 1997.- Т.3, №2.- С.241-254.
- Швалев В.Н. Иннервация сердца в онтогенезе и ее изменения при некоторых кардиологических заболеваниях //Вестні нацыян. АН Беларусі.- 2002.- №2.- С.79-87.
- Cardona-Sanclemente L., Born G. Effect of inhibition of nitric oxide synthesis on the uptake of LDL and fibrinogen by arterial walls and other organs of the rat //British Journal of Pharmacology.- 1995.- Vol.114.- P. 1490-1494.
- Cooke J. The endothelium: a new target for therapy //Vase. Med.- 2000.- №5.- P.49-53.
- Cooke J., Tsao P. Cytoprotective effects of nitric oxide //Circulation.- 1993.- №11.- P.2451-2454.
- Li H., Gybulski M., Gimbrone M., Libby P. An atherogenic diet rapidly induces VCAM-1, a cytokine regulated mononuclear leucocyte adhesion molecule in rabbit aortic endothelium //Arteriosclerosis and Thrombosis.- 1993.- №13.- P.197-204.
- Ma S., Abboud F., Felder R. Effects of L-arginine-derived nitric oxide synthesis on neuronal activity in nucleus tractus solitarius //Amer. J. Physiol.- 1995.- № 2.- P.487-491.
- Vázquez-Rey E., Kaski J. Cardio-vascular Syndrome X and Endothelial Dysfunction //Revista Española de Cardiología.- 2003.- Vol.56.- P.181-192.
- Schulz R., Triggle C. Role of NO in vascular smooth muscle and cardiac muscle function //TIPS.- 1994.- Vol.15, №7.- P.255-259.

Ю.М.Вовк,
О.П.Антонюк

Луганський державний медичний університет, Буковинська державна медична академія

РОЗВИТОК ПАЗУХ ТВЕРДОЇ ОБОЛОНИ ГОЛОВНОГО МОЗКУ В РАНЬОМУ ПЕРІОДІ ОНТОГЕНЕЗУ ЛЮДИНИ

Ключові слова

Dura mater
Sinuses
Ontogenesis
Formation
Becoming

Резюме

Article is dedicated the studying peculiarities of the formation, becoming of sinuses of the dura mater of human being and their relation with adjacent parts of the skull during prenatal period of the ontogenesis.

Вступ

Морфологічні дослідження оболонок головного мозку в пренатальному періоді онтогенезу людини, які проводились у 30-90 роках ХХ століття, в основному були присвячені вивченню диференціації мезенхіми в різновид сполучної тканини, формуванню мозкових оболонок із двох зародкових листків, становленню топографії артеріовенозної сітки, закладок венозних пазух, їх ролі в циркуляції крові та лікворообігу [Белецкий, 1958; Барон, Майорова, 1982; Вовк, 1991; Catala, 1998]. Саме в ранньому періоді ембріогенезу людини необхідне чітке уявлення про закономірності й структуру судинної системи та пазух твердої оболони головного мозку (ТОГМ), бо їх неправильний розвиток є однією з причин патології кровоносної системи головного мозку [Mironov, 1995; McKinnon, 1998].

Якщо у дорослої людини судинна система оболонок головного мозку розглядається як єдине ціле, то у внутрішньоутробному періоді онтогенезу відображає стан загального кровообігу, який впливає на внутрішньочерепний розподіл крові. В зв'язку з чим виникла задача вивчити дина-

міку закладки, формування та становлення пазух ТОГМ у взаємовідношенні з віковою перебудовою черепа в пренатальному періоді онтогенезу людини.

Матеріали та методи

Дослідження виконано на 123 ембріонах, передплодах, плодах та новонароджених людини. Проведена ін'єкція, корозія вен та пазух ТОГМ, препарування, морфометрія, краніометрія передплідів, плодів та новонароджених, дослідження гістологічних зрізів стінок пазух, комп'ютерно-графічна обробка зображень, обчислення морфометричних параметрів, лазерна поляриметрія стінок пазух, кореляційний аналіз, статистична обробка морфометричних параметрів.

Метою дослідження є вивчення особливостей формування, становлення пазух ТОГМ, їх взаємовідношення з суміжними відділами головного мозку та черепом упродовж пренатального періоду онтогенезу людини.

58000.

Україна,

м.Чернівці, Театральна площа, 2

Результати. Обговорення

Венозна система головного мозку закладається із первинного капілярного сплетення, яке формується на початковому етапі паралельно з міхурами головного мозку і трьома венозними сплетеннями. Регіоналізація нервової трубки зародків довжиною 6,5 мм ТКД формується внаслідок зміни її форми. Ділянка пазух венозної судинної системи головного мозку виникає як сітка первинних щілин у парамедулярній мезенхімі, що оточує краніальний відділ нервової трубки. Поряд із парамедулярною мезенхімою відбувається закладка медулярної пластинки та ТОГМ. Процес формування мозкових міхурів у зародковому періоді характеризується надзвичайною швидкістю, а також тим, що розширення щілин відбувається внаслідок збільшення порожнини. Сітка первинних щілин стає місцем майбутніх пазух. Закладка верхньої стрілоподібної пазухи ТОГМ відбувається внаслідок редукції та перетворення первинних венозних сплетень, які розташовуються в парасагітальній ділянці первинної мозкової оболони. Формування верхньої стрілоподібної пазухи визначено у вигляді венозного сплетення ТОГМ, яке є частиною загального венозного сплетення. В ньому відбувається реконструкція венозних ланцюжків, орієнтованих у передньому та задньому напрямках вздовж верхнього краю мозкового міхура, а на його бічних стінках утворюється одношарова сітка. Спочатку пазуха утворюється як парна структура, тільки на 2-му місяці у передплідів відбувається перетворення венозних сплетень в поодинокий стовбур, розміщення якого часто може бути асиметричним відносно серединної сагітальної площини (рис. 1). Нижня стрілоподібна пазуха формується на 3-му місяці розвитку передплідів з сітки венозного сплетення нижньої частини серпоподібного відростка. У кінцевому відділі пазуха з'єднується з прямою пазухою, а інколи - із великою веною мозку. Перед впадінням у пряму пазуху нижня стрілоподібна часто утворює венозну лакуну (ампулу), в формуванні якої, деколи, бере участь і велика вена мозку.

Закладка ТОГМ, потиличної, скроньової кістки та м'язів кісток черепа, формування поперечних та сигмоподібних пазух уже чітко проявляється у передплідів 75,0 мм та 78,0 мм тім'яно-куприкової довжини (ТКД). Пазухи розвиваються

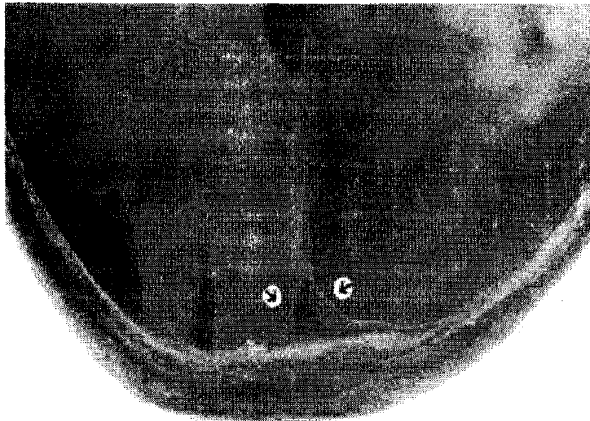


Рис. 1. Трикутна форма просвіту верхньої стрілоподібної пазухи (відмічено стрілками). Плід 182,0 мм ТКД, жін., мезоцефал. Макропрепарат. Зб. 2.

із різних генетичних закладок і формуються з різних шарів первинних венозних сплетень та венозної сітки: трикутної, а інколи щілиноподібної форми. З віком відбувається розширення території венозних басейнів, збільшується кількість вен, які впадають у пазухи ТОГМ. До кінця 4-го місяця плодового періоду налічується від 6 до 14 стовбурів. Кількість вен, які впадають у пазухи, може змінюватися в залежності від форми черепа. Пряма пазуха у своєму розвитку та по топографічному положенню належить до пазух серпоподібного відростка і проходить шлях формування з його венозної сітки. У кінцевому відділі прямої пазухи спостерігаються перетинки, які поділяють просвіт на дві ділянки, внаслідок чого два отвори впадають у стік пазух. У просвіті прямої пазухи розміщені перетинки і трабекули. У деяких випадках по ходу просвіту прямої пазухи в плодах різного віку виявлено незначні поперечні перетинки в кількості від 1 до 4. Слід зазначити, що їх формування пов'язане з реконструкцією внутрішнього рельєфу венозного колектора і елементів внутрішньопазушних утворень. Якщо пряма пазуха сформована поодиноким стовбуром, то кров вливається в стік пазух через один або два отвори, або у кінцевий відділ верхньої стрілоподібної пазухи, рідко - в одну із поперечних або потиличну пазуху.

Формування сигмоподібних пазух також відбувається протягом 2-3-х місяців внутрішньоутробного розвитку в результаті диференціювання анастомозів, які представляють собою вторинні шляхи відтоку крові. Судинні зв'язки сигмоподібних пазух особливо виражені на різних стадіях пренатального розвитку, коли інтенсивно відбуваються процеси перебудови венозної сітки головного мозку. Кількість притоків пазухи небагата. Найбільші розміри сигмоподібні пазухи мали при відході від стоку пазух. Форма пазух характеризується вигинами; спостерігається їх асиметрія, яка має місце й в поперечних пазухах.

Поперечні пазухи формуються у передплідів у результаті інтенсивного диференціювання судинної сітки середнього мозкового сплетення, яке розміщене між верхньою стрілоподібною, прямою та потиличними пазухами.

Поперечна пазуха має притоки: одні зосереджуються, переважно, в медіальному, а інші - в латеральному відділах. У середньому і передньому відділах бічної стінки поперечна пазуха прикріплюється сплетеннями трабекул до серпоподібного відростка і конвенціональної ділянки ТОГМ. Інколи пазуха вливається в середню черепну ямку. Форма поперечної пазухи найчастіше буває овальною або круглою, або змінюється по всій довжині. Нижній відділ поперечної пазухи переходить у сигмоподібну. Поперечна пазуха - найширша, так як в неї впадає кров із інших пазух основи черепа. Її притоками є вени мозочка, які, переважно, впадають у кінцевий відділ пазухи, а вени потиличних часток - у початковий відділ.

У наших дослідженнях з врахуванням частоти випадків спостерігалися такі варіанти утворення поперечних пазух: права поперечна пазуха є прямим продовженням верхньої стрілоподібної пазухи, а ліва утворена анастомозами з прямою пазухою; прямолінійний перехід поперечної пазухи в сигмоподібну; ліва поперечна пазуха є продовженням верхньої стрілоподібної пазухи; поперечні пазухи утворені роздвоєнням верхньої стрілоподібної пазухи; класичний варіант симетричного відходження правої поперечної пазухи.

У своєму розвитку стік пазух проходить стадію недифе-

ренційованого формування із переднього та середнього венозного сплетень первинної вени голови, які знаходяться в потиличній ділянці первинної мозкової оболони. В формуванні стоку пазух безпосередньо беруть участь: верхня стрілоподібна, поперечні, пряма та потилична пазухи. У стік пазух впадають притоки поверхневих вен мозку та вени: мозочка, мозкового намету, великого мозку, потиличних відділів, вени-емісарії. На ранній стадії пазухи ТОГМ мають неправильну форму, а в деяких місцях стінка пазух формує внутрішні вигини, які розшаровані на окремі фрагменти. Стік пазух, так як і верхня стрілоподібна пазуха, має складну внутрішню морфологічну будову, яка проявляється у місці злиття основних пазух у тій чи іншій формі (рис. 2).

У другій половині пренатального періоду розвитку людини встановлені наступні типи будови стоку пазух: загальний хрестоподібний; відхилений з біфуркацією (ліво-правосторонній) верхньої стрілоподібної, прямої та поперечних пазух; змішаний - з асиметрією усіх пазух.

Для стоку пазух характерні 2 форми будови: розсіпна (з великою кількістю міжпазушних анастомозів); магістральна (забезпечує максимальний розподіл крові, яка поступає з поверхневих (верхньої стрілоподібної пазухи) та глибоких (прямої пазухи) відділів головного мозку). У плодів 316,0 мм ТКД спостерігається інтенсивний ріст головного мозку і, відповідно, пазух ТОГМ та її похідних. У зв'язку зі збільшенням звивин, поглибленням борозни головного мозку, відбувається редукція та новоутворення, а також злиття окремих капілярів і утворення судинних гілок та їх магістралізація, особливо це прослідковується в парасинусних зонах. Наявність двох крайніх форм будови пазух ТОГМ - магістральна та сіткоподібна - забезпечує в головному мозку людини пластичні зміни при регуляції внутрішньочерепного тиску і оптимальні умови циркуляції крові і ліквору. Чисельні судини і анастомози здійснюють перерозподіл потоків крові, тобто включають резервні внутрішньочерепні шляхи відтоку крові.

У верхній стрілоподібній пазусі відбуваються вікові зміни судинного басейну. Зовнішня форма пазухи у плода, 160,0 мм ТКД, має характерні особливості в середині задньої третини. Існують різні форми будови топографії внутріш-

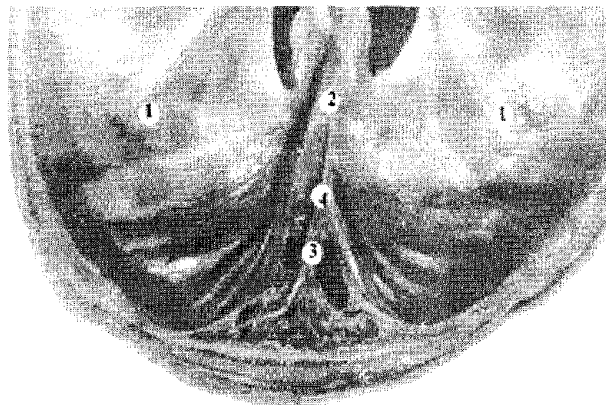


Рис. 2. Характерна форма впадіння прямої пазухи і стоку пазух протягом плодового періоду. Плід 190,0 мм ТКД. Макропрепарат. Зб. 2. 1- тверда мозкова оболонка; 2- пряма пазуха; 3- устя прямої пазухи; 4- устя вен мозочкового намету.

нього рельєфу та велика кількість вен і дрібних притоків, які при впадінні в верхню стрілоподібну пазуху широко анастомозують між собою. Вени та їх притоки представлені двома крайніми формами: сіткоподібну, анастомозуючу та магістральну з малою кількістю анастомозів. Це забезпечує відтік крові від великої ділянки: дорсо-латеральної та медіальної поверхонь мозкових півкуль.

В основі черепа внутрішньочерепні анастомози з'єднують між собою: задній відділ верхньої стрілоподібної пазухи, стік пазух, поперечні, сигмоподібні та потиличну пазухи; вени ТОГМ; диплоїчні вени; вени та венозні сплетення зовнішньої основи черепа і хребетні сплетення. В дуплікатурі ТОГМ поряд із верхньою стрілоподібною пазухою, виявлені парасинуси, в які впадають вени мозку, мозочка і самої оболони. У новонароджених довжина парасинусів не перевищує 0,5-1,0 см, а поперечник - 4,5-7,5 мм. У кістках скеління черепа плодів не спостерігали цільної картини диплоїчних вен. Основні венозні випускники черепа представлені тонкими венами, які розміщені всередині плоских кісток черепа і з'єднують пазухи ТОГМ з диплоїчними венами та зовнішніми венами голови. Пазухи ТОГМ сполучені не тільки з венами головного мозку, але з диплоїчними венами черепа, венами органа слуху, очного яблука, а через емісарії - з венами м'яких покривів черепа.

Впродовж плодового періоду вени ТОГМ формуються із венозної сплетення на три групи: передню, середню та задню. Вени попарно проходять вздовж артерій на всій площі оболонки, мають чисельні анастомози і утворюють значну венозну сітку, впадають у близько розташовані венозні пазухи й розміщені біля внутрішньої поверхні черепа. У плода 155,0 мм ТКД уже сформовані основні пазухи: верхня стрілоподібна з притоками, стік пазух, ліва поперечна, пряма та її притоки. На цій стадії венозні петлі мають великі розміри і представлені полігональною, частіше овальною формами, встановлюється гідрофіксація головного мозку, змінюється рельєф всіх пазух. Вертикальні венозні басейни головного мозку уже повністю сформовані, межі між ними чітко визначені.

У плодів 194,0 мм ТКД на верхній поверхні головного мозку уже чітко диференціюються три венозних басейни. З них найбільш великий - басейн верхньої стрілоподібної пазухи, притоками якого є 10-15 висхідних вен; також добре розвинутий басейн печеристо-кам'янистого комплексу, до якого прилягають внутрішня яремна вена та нервові стовбури, але залишається менш розвинутий третій басейн низхідних вен, які впадають у поперечні пазухи. Їх кількість може коливатися від 2 до 8 (в середньому, 3-6 вен).

У пренатальному періоді міжпазушні анастомози мають характерну особливість розвитку, а саме: різноманітні як за формою, так і локалізацією та призначенням. В одній третині випадків обстеження плодів виявлено, що верхня анастомозуюча вена бере початок від верхньої стрілоподібної пазухи та рівня верхнього краю постцентральної борозни або дещо позаду, яка знизу впадає в печеристу пазуху, інколи формується біля задньої поверхні тім'яної частки великих півкуль. Порівняно з іншими пазухами ТОГМ в печеристій затримані процеси перетворення первинної венозної вени та парамедулярної мезенхіми. Нижній відділ анастомозуючої вени впадає або в печеристу, або кам'я-

нисту пазухи. Нижня анастомозуюча вена починається у ділянці злиття скроневих вен і з'єднує печеристу і поперечні пазухи.

Починаючи з 6-го тижня ембріогенезу гістогенез ТОГМ та її пазух йде в напрямках формування ендотеліального шару та сполучнотканинного каркасу - утворення та формування колагенових волокон. Ендотеліальний шар не тільки вистилає стінки пазух, але й внутрішньопазушні включення - трабекули, перетинки, вени, артерії, нерви. Стінки пазух ТОГМ склепіння та основи черепа мають однакову будову, але відрізняються лише тим, що колагенові волокна мають різне направлення, довжину і неоднакову щільність на площі. До кінця плодового періоду гістоархітекніка пазух ТОГМ наближається до дефінітивної форми її структурної організації.

Внутрішня структура пазух складна. Так, сполучнотканинні тяжі, складчастість стінок пазухи спостерігалася в парасагітальній ділянці плода 195,0 мм ТКД. Найчастіше перетинки розташовані у місці переходу поперечної в сигмоподібну пазуху, а також при переході у внутрішню яремну вену. Отвір яремної вени відносно зменшується. На препаратах, де спостерігається роздвоєння верхньої стрілоподібної пазухи на дві гілки, або з асиметричним формуванням поперечної пазухи у просвіті сигмоподібної пазухи, мають місце трабекули і перетинки. В цьому випадку сигмоподібна пазуха добре пов'язана з дилатуючими венами. При формуванні поперечної пазухи з венозних сплетень асиметрія сигмоподібної пазухи виражена найбільш чітко. У плода 234,0 мм ТКД добре розвинута поверхнева венозна сітка головного мозку, вени ТОГМ та дилатуючі судини, які вливалися у вени-притоки верхньої стрілоподібної, поперечних і сигмоподібних пазух. Аналізуючи формування та становлення пазух ТОГМ склепіння та основи черепа у пренатальному періоді онтогенезу людини, можна стверджувати, що існують дві крайні форми венозної системи: сіткоподібна та магістральна, які характеризуються неоднаковим просторовим розміщенням, мають різну внутрішню будову пазух та неоднакову кількість вен-притоків, а також різноманітне просторове розташування анастомозів.

При затримці процесів редукції в капілярній сітці формується розширений тип будови судин головного мозку. При магістральній формі венозної системи чітко виділяються перетворення окремих первинних вен, пазухи представлені широкими стовбурами і їм притаманна невелика кількість анастомозів.

Для з'ясування залежності розташування та проекції пазух ТОГМ нами вперше проведена краніометрія передплодів, плодів та новонароджених людини у залежності від індивідуальної мінливості їх будови. Крім того, морфологічні дані пазух зіставлені з вимірюваннями краніограм.

Встановлено, що довжина черепа завжди перевищує значення у об'єктів з доліхокранною формою. Починаючи з раннього пренатального періоду, цей параметр на 0,5-1,0 см більший від мезо- і брахіокранів. Значний ріст черепа у довжину відмічається в кінці плодового періоду і новонароджених, особливо у доліхокранів (до 10,9-14,0 см). Навпаки, ширина має найбільші показники у плодів та новонароджених у брахіокранів (7,8-9,8 см), що пов'язано з прискореним ростом черепа у поперечному напрямку.

Вікові зміни об'єму порожнини черепа теж мають виражену індивідуальну мінливість. Так, цей параметр збільшувався у плодів та новонароджених з мезо- і брахіокранною формами черепа і досягає значення 535,0-640,0 см³. Збільшення ширини черепа призводить до формування випуклості кісток склепіння черепа, що віддзеркалюється максимальними показниками його об'єму.

Поряд з цим, вперше встановлені краніометричні взаємодносини параметрів і довжини пазух ТОГМ. Проведено аналіз ширини черепа і ширини початкових та кінцевих відділів пазух ТОГМ в усіх вікових групах. Розглянуті вікові зміни висоти черепа із відповідними параметрами у початковому і кінцевому відділах пазух ТОГМ. Отримані результати доповнюють нашу уяву про онтогенетичні процеси формування венозної системи головного мозку. Встановлені особливості взаємозв'язків росту довжини черепа і потужних венозних колекторів ТОГМ. Проведений кореляційний аналіз між довжиною, шириною та висотою черепа та відповідними параметрами пазух ТОГМ протягом пренатального періоду показує, що між ними існує сильний зв'язок. У всіх вікових групах коефіцієнт кореляції знаходиться $r > 0,75$ ($p < 0,001$).

Отримані дані при вивченні зародкового та передплодового періодів підтверджують загальну схему формування пазух ТОГМ як процес послідовного диференціювання первинних щілин майбутньої пазухи через стадію венозних сплетень різного топографічного розташування.

У передплодовому періоді проходить магістралізація судин з формуванням артерій, вен, пазух оболон. Із сформованих трьох первинних венозних сплетень - переднього, середнього та заднього поступово утворюються різні відділи венозної ланки кровоносної системи головного мозку. Судини-емісарії розвиваються з вертикальних анастомозів між шарами первинних сплетень. З переднього венозного сплетення формуються менінгеальні вени, поверхневі вени мозку, закладка верхньої, нижньої стрілоподібних та прямої пазух, власні вени відростків ТОГМ. Із середнього сплетення формуються кінцеві відділи глибоких мозкових вен, притоків задніх третин поперечних, сигмоподібних та стоку пазух. Заднє сплетення перетворюється у притоки та саму потиличну пазуху й інші пазухи основи черепа.

Висновки

У цілому, формоутворення венозної системи головного мозку зумовлено різним ступенем розвитку процесів редукції та перетворення первинних мозкових вен і сплетень. Ріст, становлення та формування пазух ТОГМ знаходиться у морфологічно-функціональній єдності з поступовим ростом кісток, швів, тім'ячка склепіння та основи черепа.

Таким чином, при вивченні морфології пазух ТОГМ оболони у пренатальному періоді онтогенезу людини виявлено характерні вікові закономірності та їх індивідуальну мінливість; дві крайні форми пазух та венозної системи, яким притаманна різноманітна зовнішня та внутрішня будова, просторове розміщення вен-притоків і анастомозів.

У даній роботі наведені теоретичні дані стосовно закладки, формування та становлення пазух ТОГМ у пренатальному періоді онтогенезу людини. Одержані результати мають важливе практичне значення для розуміння процесів

розвитку головного мозку та його оболон, а також подальшого вивчення вікових особливостей венозної системи голови.

Література

- Барон М.А., Майорова Н.А. Функциональная стерео-морфология мозговых оболочек: Атлас.- М.: Медицина, 1982.- 352 с.
- Белецкий В.К. О первичной мезенхиме человеческого зародыша //Бюл. Рязанского отд. Всесоюз. научн. общества анатомов, гистологов, эмбриологов: Материалы к VI Всесоюз. съезду анатомов, гистологов, эмбриологов.- Рязань, 1958.- В.3.- С. 8-13.
- Вовк Ю.Н. Структурно-функциональные особенности синусов твердой мозговой оболочки //Структурно-функциональные единицы и их компоненты в органах висцеральных систем в норме и патологии //Тез. доклад. научно-практич. конф.- Харьков, 1991.- С.43.
- Catala M. Embryonic and fetal development of structures associated with the cerebro-spinal fluid in man and other species. Part I: The ventricular system, meninges and choroid plexuses //Archives de Anatomie et de Cytologie Pathologiques. Review.- 1998.- Vol.46, №3.- P.153-169.
- Mironov A. Acquired carotid-cavernous fistula caused by traumatic intracavernous rupture of an embryonic anastomosis //Am. J. of Neuro-radiology.- 1995.- Vol.16, №8.- P.1629-1632.
- McKinnon S. Anatomy of the cerebral veins, dural sinuses, sella, meninges, and CSF spaces //Neuroimaging Clin. N. Am.- 1998.- Vol.8, №1.- P.101-111.