

2. Tan F. P. P. Advanced Computational Models for Disturbed and Turbulent Flow in Stenosed Human Carotid Artery Bifurcation / F. P. P. Tan, G. Soloperto, N. B. Wood [et al.] // Biomed. – 2008. – Vol. 21. – P. 390–394.
3. Birchall D. Analysis of haemodynamic disturbance in the atherosclerotic carotid artery using computational fluid dynamics / D. Birchall, A. Zaman, J. Hacker [et al.] // Eur. Radiol. – 2006. – Vol. 16. – P. 1074–1083.
4. Khamdaeng T. Arterial stiffness identification of the human carotid artery using the stress-strain relationship in vivo / T. Khamdaeng, J. Luo, J. Vappou [et al.] // Ultrasonics. – 2012. – Vol. 52, № 3. – P.402-11.
5. Younis H. F. Computational analysis of the effects of exercise on hemodynamics in the carotid bifurcation / H. F. Younis, M. R. Kaazempur-Mofrad, C. Chung [et al.] // Annals of Biomedical Engineering. – 2003. – Vol. 31. – P. 995–1006.
6. Ku J.P. Comparison of CFD and MRI flow and velocities in an in vitro large artery bypass graft model / J.P. Ku, C.J. Elkins, C.A. Taylor // Ann. Biomed. Eng. – 2005. – Vol. 33, № 3. – P. 257-269.
7. Ivanov D. Modeling of human circle of Willis with and without aneurysms / D. Ivanov, A. Dol, O. Pavlova [et al.] // Acta of Bioengineering and Biomechanics. – 2014. – Vol. 16, № 2. – P.121-129.
8. Tang D. A 3-D thin-wall model with fluid-structure interactions for blood flow in carotid arteries with symmetric and asymmetric stenosis / D. Tang, C. Yang, D. N. Ku // Computers and Structures. – 1999. – Vol. 72. – P. 357–377.

Реферат

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ БІОМЕХАНІКИ В ПРОГНОЗУВАННІ ПОВЕДІНКИ КАРОТИДНОГО АТЕРОСКЛЕРОЗУ

Кузык Ю.І., Іванов Д.В., Доль О.В.

Ключові слова: каротидний атеросклероз, метод кінцево-елементного аналізу, біомеханіка атеросклерозу.

Гемодинамічне напруження судинної стінки є основним в розвитку каротидного атеросклерозу. Тому було проведено дослідження дотичних та ефективних напруг, розподілу гемодинамічних сил в залежності від структури бляшок сонних артерій з використанням методу кінцево-елементного аналізу ANSYS. Відкрито феномен напружено-деформованого стану атеросклеротичної бляшки. Завихрення потоків та утворення ділянки застою в ампулі внутрішньої сонної артерії створює умови для подальшого прогресування бляшок. Підвищений рівень ефективних напруг на стику ділянок здорової судини і ураженої атеросклерозом в випадку м'якої бляшки створює умови для внутрішньобляшкових розривів, відрива бляшок та подальшого тромбоутворення.

Summary

APPLYING BIOMECHANICAL TECHNIQUES IN PREDICTING BEHAVIOUR OF CAROTID ATHEROSCLEROSIS

Kuzyk Yu.I., Ivanov D.V., Dol O.V.

Key words: carotid atherosclerosis, the method of finite element analysis, biomechanics of atherosclerosis.

Hemodynamic stress of the vascular wall is a major factor in the development of carotid atherosclerosis. Therefore, the study aimed at evaluating effective and tangential stress and distribution of hemodynamic forces, depending on the structure of carotid plaque by the method of finite element analysis ANSYS. We found out the phenomenon of stress-strain state of an atherosclerotic plaque. Streams swirl and formation of stagnation sites in the ampoule of the internal carotid artery contributes to the further progression of plaque. Elevated levels of effective stress at the junction of healthy and diseased sites of the vessel in the case of mild atherosclerosis plaque contribute for intraplaqued breaks, detachment of plaque and following thrombus formation.

УДК 616.831-092.9

Макаренко О.М., Ковтун А.М., Петров П.І.

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА КІЛЬКІСНО-ЯКІСНОГО СТАНУ ГЛІАЛЬНОЇ СИСТЕМИ В ЦЕРЕБРОКОРТЕКСІ ГОЛОВНОГО МОЗКУ ЩУРІВ

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка,
ДВНЗ «Переяслав – Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди»,
Інститут продовольчих ресурсів НААН України, м.Київ

Проведено кількісний і якісний аналіз цитоструктурної організації гліальної системи в різних відділах цереброкортексу головного мозку білих щурів. Запропоновано об'єктивні (кількісні) методи вивчення клітинного складу цереброкортексу великих півкуль головного мозку – гліальний індекс кількісний (ГІК) та гліальна формула (ГФ), які дають можливість деталізувати і кількісно описати процеси, які відбуваються з окремими типами гліоцитів, а також дозволяють встановити взаємозв'язок між клітинними утвореннями досліджуваних утворень мозку.

Ключові слова: нейроглія, гліальний гомеостаз, цереброкортекс, міжклітинні взаємовідносини, гліальний індекс кількісний, гліальна формула.

В сучасній нейронауці сформувалося стійке уявлення про нервову тканину як нейрогліальну клітинну систему, у рамках якої постулюється можливість здійснення відповідних функцій тільки за участю гліальної складової. Однак, в той же час система гліального гомеостазу мозку досліджена недостатньо, а прикладні аспекти цієї проблеми не вивчені взагалі. Нейроглія в даний

момент розглядається не лише як клітини, які забезпечують нормальне функціонування нейронів, але й як компонент, що взаємодіє з нейронами на нейротрансмітерному і метаболічному рівнях [1]. Гліоцити – поліморфна і гетерогенна за своїм складом група клітин мозку, які штучно об'єднані за ознакою здійснення допоміжних функцій по відношенню до нейронів. Гліа-

льні клітини формують дуже складне і вкрай важливе мікрооточення для нейронів, без якого неможлива їх специфічна діяльність [2].

Особливі успіхи у вивченні глії пов'язані з розвитком електронно-мікроскопічної і мікроелектродної техніки, у тому числі внутрішньоклітинних і петч-клемп методик, мікрохімічних методів (з використанням флуоресцентних маркерів) тощо. Тому пошуки нових методичних підходів до дослідження структурно-функціональних особливостей нейроглії можуть не лише розширити існуючі уявлення про фундаментальні основи функціонування мозку, але і внести істотний вклад в пізнання механізмів компенсаторно-відновних реакцій при розвитку патологічних процесів в центральній нервовій системі [2,3].

Мета дослідження

Метою даної роботи є вивчення особливостей гліального гомеостазу в різних відділах і клітинних утвореннях цереброкортексу головного мозку інтактних білих щурів та встановлення взаємозв'язку між клітинними елементами даних структур тканини мозку шляхом розрахунку (оцінки) - гліальної формули (ГФ) та гліального індексу (кількісного) (ГІК) [4].

Об'єкт і методи дослідження

Дослідження проводилося на 5 дорослих щурах лінії Вістар, середня вага тварин складала $225,5 \pm 10,2$ г. Тварин декапітували в умовах поверхневого ефірного наркозу з метою отримання ділянок кори великих півкуль головного мозку для наступних гістологічних досліджень. Мозкову тканину фіксували в 10% нейтральному розчині формаліну (рН 7,4), приготовленому на фосфатному буфері. Фрагменти фіксованого головного мозку щурів зневоднювали у батареї етилового спирту зростаючої концентрації та заливали в парафін. Фронтальні зрізи завтовшки 6-7 мкм отримували на санному мікротомі MC-2 (Росія). Були отримані серійні фронтальні зрізи цілісного мозку на рівні лобної зони кори (зріз «А»), вторинної рухливої та первинної соматосенсорної зони кори (зріз «Б») та ретроспленальної зони кори (зріз «В») [5]. Кожен зріз розділяли на 6 частин (по 3 в кожній півкулі), для детального вивчення цитоструктурної організації цереброкортексу тварин в різних відділах великих півкуль головного мозку щурів.

Фарбування зрізів проводили толуїдиновим синім або тіоіном (за Ніслем), гематоксилінеозином за Малорі. Зрізи вивчали у світлооптичному мікроскопі Micromed XS-5520 (Китай), при загальному збільшенні 160x (об'єктив - 10x, окуляр - 16x), стандартна площа зрізу складала 689000 мкм². Нами вивчались загальний склад і кількість різних типів гліоцитів (астроцитів, олігодендроцитів, мікрогліоцитів та, частково, епендимоцитів, що вистилають поверхню цереброкортексу) досліджуваних відділів цереброкорте-

ксу головного мозку тварин. Фотографування клітинних утворень мозку проводили за допомогою цифрової камери TourCam SCMOS03000KPA 3.0 (Китай), а отримані мікрофотографії піддавали обробці у графічному редакторі Adobe Photoshop CS6.

Для об'єктивної оцінки стану цитоструктурної організації цереброкортексу головного мозку щурів та встановлення взаємозв'язків між клітинними елементами відповідних ділянок мозкової тканини були проведені кількісний і якісний гліальний аналізи. Для цього використовували авторські методики аналізу системно-гліальних показників утворень мозку: 1) гліальну формулу (ГФ) (кількісний, відсотковий вміст окремих типів гліоцитів по відношенню до їх загальної кількості ($ГФ = A + O + M^*$, де А – кількість астроцитів, або % від загальної кількості гліоцитів; О – кількість олігодендрогліоцитів, або % від загальної кількості гліоцитів; М – кількість мікрогліоцитів, або % від загальної кількості гліоцитів; ГФ – сумарна кількість гліоцитів, або 100%; * - без врахування епендимоцитів)); 2) гліальний індекс кількісний (ГІК) (відношення суми одного типу гліоцитів до іншого: астроцитів до мікрогліоцитів (А/М), олігодендрогліоцитів до мікрогліоцитів (О/М), астроцитів до олігодендрогліоцитів (А/О)) [4]. Статистичну обробку отриманих первинних даних здійснювали методами описової статистики, з використанням програми обробки даних SPSS Statistics 17.0. Для опису загальних кількісних закономірностей у досліджуваних групах використовувались основні статистичні показники (міра центральної тенденції із вираховуванням середнього арифметичного та міра мінливості – із вираховування стандартного відхилення) ($X \pm Sx$).

Результати дослідження та їх обговорення

Системний аналіз окремих типів гліоцитів головного мозку щурів та їх взаємозв'язків при проведенні кількісно-якісних порівняльних гістологічних досліджень в різних відділах цереброкортексу показав наявність певних відмінностей цитоструктурної організації. Завдяки застосуванню запропонованих нами способів дослідження гліальної системи цереброкортексу мозку було кількісно вивчено та якісно описано характер структурно-функціональних особливостей нейроглії на тлі експериментальної гострої цереброваскулярної патології (геморагічного інсульту) [4,6]. Підвищення об'єктивності і достовірності цих результатів мало на меті вивчення гліо-гліальної системи міжклітинних взаємовідносин в різних відділах цереброкортексу щурів в нормальних умовах [7,8] і з особливою увагою до порівняльного аналізу міжпівкульних особливостей гліо-гліальних взаємовідносин (Табл. 1; Рис. 1-3).

Таблиця 1
Гліальні формули лобної зони кори головного мозку щурів (зріз «А») ($X \pm SX$)

Досліджувані зони кори головного мозку	Гліальні клітини			
	Астроцити	Оліго-дендрцити	Мікро-гліоцити	Епендимоцити
Ліва півкуля				
A-1	362,8±27,92 23,97%	876,8±76,50 57,93%	273,8±28,01 18,1%	49,6±9,18
A-2	342±47,09 23,84%	849±117,85 59,16%	244±53,24 17,0%	49,4±13,50
A-3	392,6±42,08 23,70%	969,4±115,85 58,54%	294,2±47,46 17,76%	53,4±21,52
Σ ліва півкуля	1097,4	2695,2	812,01	152,4
Права півкуля				
A-4	408,6±26,96 23,86%	999±37,68 58,36%	304,4±46,72 17,78%	65±14,15
A-5	315±75,76 23,30%	831,2±191,84 61,47%	206±56,65 15,23%	47,4±16,86
A-6	271,8±49,38 23,32%	727,4±181,80 62,44%	166±26,01 14,24%	75,2±20,74
Σ права півкуля	995,4	2557,6	676,4	187,6

Умовні позначення: А-(1-6) – досліджувані відділи цереброкортексу.

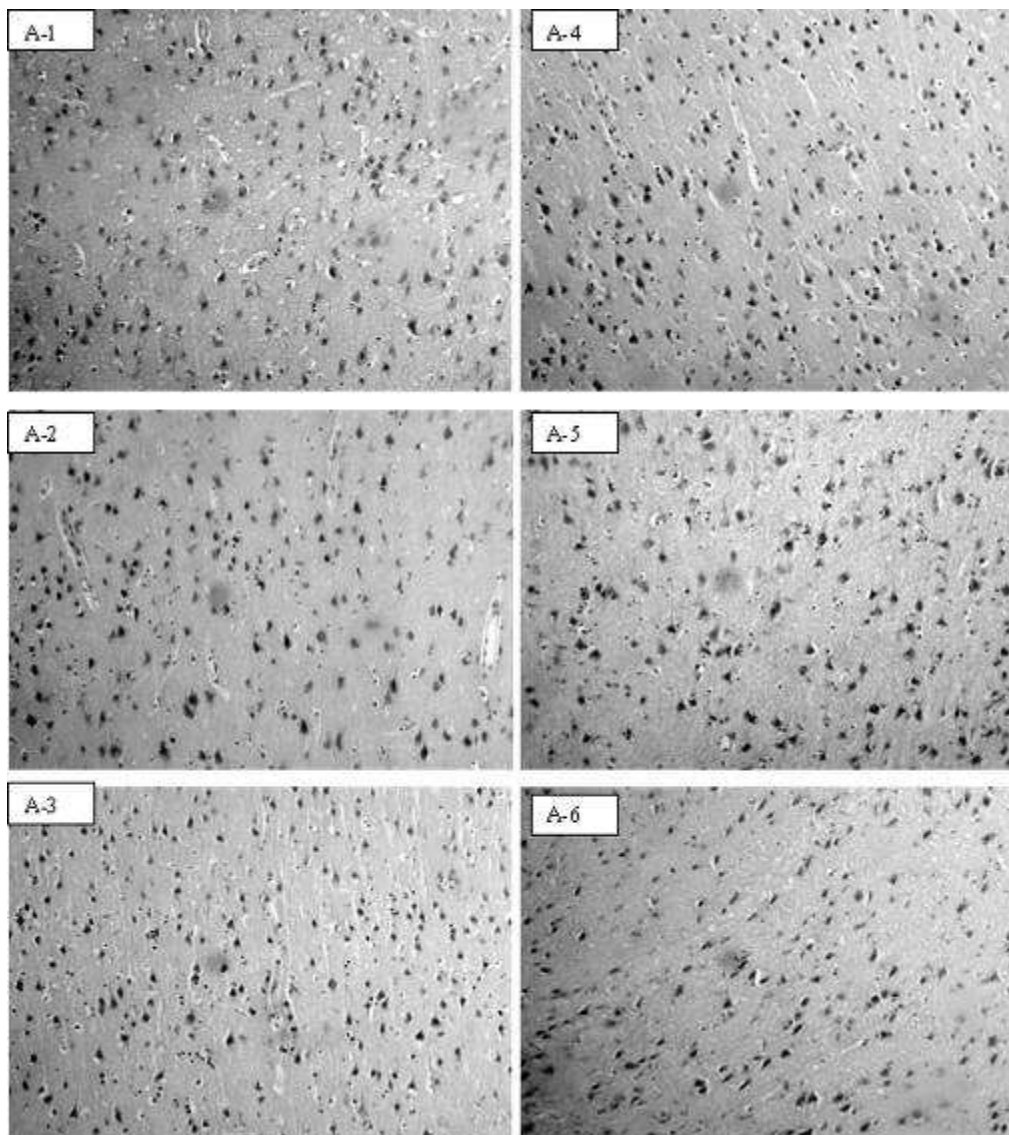


Рис. 1. Гістоструктура лобної зони кори головного мозку щурів («А»). Умовні позначення: А-1 – А-6 – різні відділи цереброкортексу правої та лівої півкуль головного мозку (Забарвлення гематоксилін-еозин, толудиновий синім або тіоніном (за Ніслем). Ок. $\times 16$, об. $\times 10$).

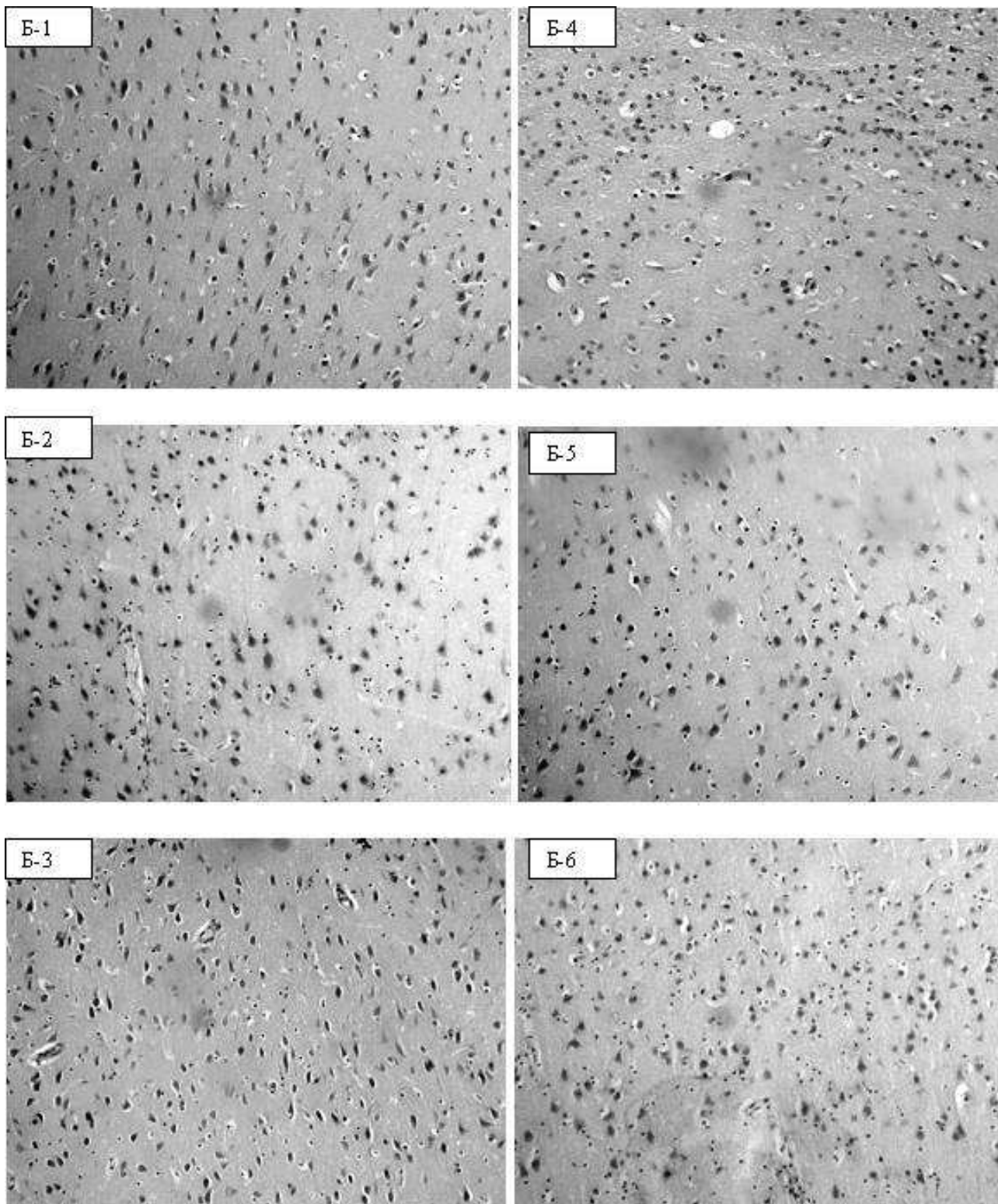


Рис. 2. Гістоструктура вторинної рухливої та первинної сомато-сенсорної області кори головного мозку щурів («Б»).
Умовні позначення: Б-1 – Б-6 – різні відділи цереброкортексу правої та лівої півкулі півкуль головного мозку (Забарелення гематоксилін-еозином за Ніслем. Ок. $\times 16$, об. $\times 10$).

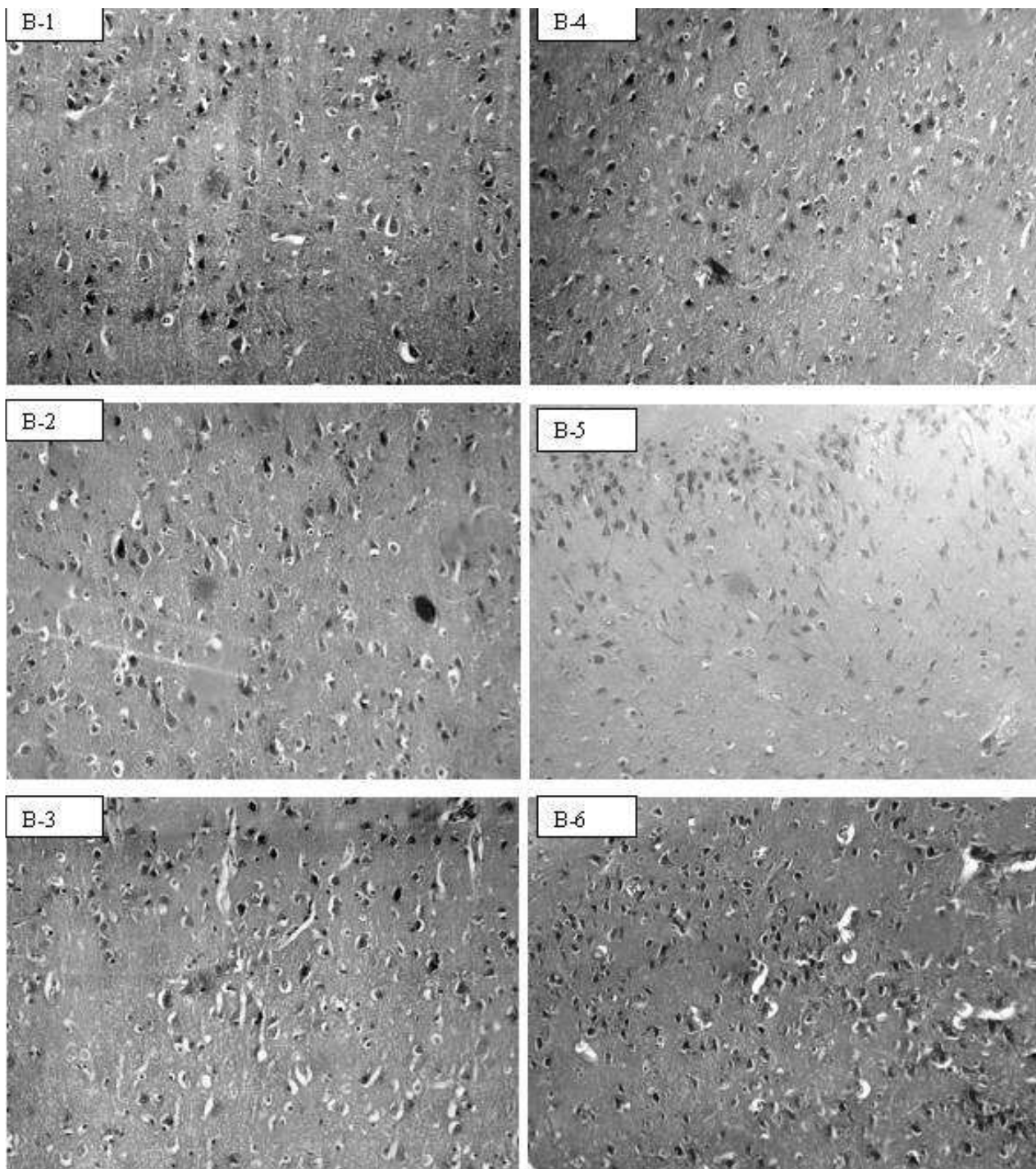


Рис. 3. Гістоструктура ретроспленальної зони кори головного мозку щурів («В»).
Умовні позначення: В-1 – В-6 – різні відділи цереброкортексу правої та лівої півкуль півкуль головного мозку
(Забарвлення за Малорі. Ок. $\times 16$, об. $\times 10$).

Встановлено, що у фронтальному цереброкортексі кількість астроцитів у відділі А-1 менша за показники відділу А-4, А-2 – більше за А-5, а А-3 – значно більше за А-6, що в сумі дало кількісну перевагу лівої півкулі над правою. Порівняння кількості олігодендроцитів та мікрогліоцитів у півкулях показало перевагу лівої півкулі, за винятком відділу А-4, показники в якому були вище

за А-1. Аналогічна спрямованість спостерігалась по відношенню до епендимоглії (табл.1).

Відповідно до отриманих результатів і проведеного порівняльного клітинного аналізу було встановлено, що ГІК, тобто співвідношення А/М та О/М були вищими в правій півкулі, а співвідношення А/О – в лівій (табл.2).

Таблиця 2

Гліальні індекси кількісні (ГІК) лобної зони кори головного мозку щурів (зріз «А») ($X \pm SX$)

Досліджувані зони цереброкортексту півкуль головного мозку	Гліальні індекси		
	ГІК1 (А/М)	ГІК2 (О/М)	ГІК3 (А/О)
Ліва півкуля	1,351	3,319	0,407
Права півкуля	1,471	3,781	0,389

Умовні позначення: А - сума астроцитів; М - сума мікрогліоцитів; О - сума олігодендроцитів.

Порівняльний аналіз цитологічних показників на гістологічних зрізах «Б» свідчить про кількісну перевагу астроцитів, олігодендроцитів та мікрогліоцитів у всіх відділах правої півкулі (табл.3).

Відповідно до цього, співвідношення А/М та А/О також були вищими в правій півкулі, а відношення О/М – в лівій (табл.4).

Таблиця 3

Гліальні формули вторинної рухливої та первинної соматосенсорної зон кори головного мозку щурів (зріз «Б») ($X \pm SX$).

Досліджувані зони кори головного мозку	Гліальні клітини			
	Астроцити	Олігодендроцити	Мікрогліоцити	Епендимоцити
Ліва півкуля				
Б-1	199,2±13,53 24,08%	505,2±66,11 61,07%	94±43,83 14,85%	36,4±8,79
Б-2	214,8±62,69 25,15%	524,8±153,88 61,45%	114,4±11,26 13,40%	43±17,27
Б-3	260±100,85 23,22%	679±248,97 60,62%	181±90,83 16,16%	57,6±30,84
Σ ліва півкуля	674,0	1709,0	389,4	137,0
Права півкуля				
Б-4	256,4±48,25 26,13%	545,6±210,76 55,60%	179,2±38,86 18,27%	88±9,02
Б-5	223,6±48,55 24,51%	570,80±118,60 62,60%	117,6±27,02 12,89%	93,8±21,42
Б-6	283±79,43 23,22%	747,60±212,60 61,34%	188±69,70 15,44%	71±24,73
Σ права півкуля	763,0	1864,0	484,8	252,8

Умовні позначення: Б-(1-6) – досліджувані відділи цереброкортексту.

Таблиця 4

Гліальні індекси кількісні (ГІК) вторинної рухливої та первинної соматосенсорної зон кори головного мозку щурів (зріз «Б») ($X \pm SX$)

Досліджувані зони цереброкортексту півкуль головного мозку	Гліальні індекси		
	ГІК1 (А/М)	ГІК2 (О/М)	ГІК3 (А/О)
Ліва півкуля	1,732	4,393	0,394
Права півкуля	1,574	3,845	0,409

Умовні позначення: А - сума астроцитів; М - сума мікрогліоцитів; О - сума олігодендроцитів.

Порівняльний аналіз наступних масивів даних показав, що кількість астроцитів, олігодендроцитів та мікрогліоцитів у зрізах ретроспленальної зони цереброкортексту також показало пе-

ревагу правої півкулі. Але, відношення А/М, О/М та А/О були вищими саме в лівій півкулі, на відміну від раніше досліджених зон цереброкортексту (табл.5,6).

Таблиця 5

Гліальні формули ретроспленальної зони кори головного мозку щурів (зріз «В») ($X \pm SX$).

Досліджувана зона кори головного мозку	Гліальні клітини			
	Астроцити	Олігодендроцити	Мікрогліоцити	Епендимоцити
Ліва півкуля				
В-1	137,2±14,80 25,58%	344,2±43,69 64,20%	54,8±11,62 10,22%	18,2±10,56
В-2	127,6±11,12 24,45%	331,80±27,86 63,60%	62,4±6,50 11,95%	55±23,48
В-3	203±52,69 24,40%	525,8±134,17 63,18%	103,4±33,47 12,42%	45,6±14,75
Σ ліва півкуля	467,8	1201,8	220,6	118,8
Права півкуля				
В-4	207±32,94 22,48%	595,2±145,12 64,62%	118,8±31,23 12,90%	74,8±34,77
В-5	208,4±27,56 24,05%	553±101,24 63,82%	105±12,51 12,13%	83,8±70,80
В-6	224,4±70,20 25,16%	555,6±224,66 62,30%	111,8±66,09 12,54%	70,6±54,53
Σ права півкуля	639,8	1703,8	335,6	229,2

Умовні позначення: В-(1-6) – досліджувані відділи цереброкортексту.

Таблиця 6

Гліальні індекси кількісні (ГІК) ретроспленальної зони кори головного мозку щурів (зріз «В») ($X \pm SX$)

Досліджувані зони цереброкортексу півкуль головного мозку	Гліальні індекси		
	ГІК1 (А/М)	ГІК2 (О/М)	ГІК3 (А/О)
Ліва півкуля	2,121	5,448	0,389
Права півкуля	1,906	5,077	0,376

Умовні позначення: А - сума астроцитів; М - сума мікрогліоцитів; О - сума олігодендроцитів.

Порівняльний аналіз показників гліоцитів в клітинних утвореннях цереброкортексу показав, що найбільша їх кількість була виявлена саме в зрізі «А» (фронтальній зоні), поступово зменшуючись у напрямку до зрізу «В» (ретроспленальної зони кори). Порівняння кількості гліоцитів між півкулями різних зрізів показало, що в зрізі «А» сумарна кількість гліоцитів переважала в лівій півкулі, а в інших зрізах – в правій великій півкулі головного мозку щурів.

Результати аналізу гліо-гліальних відносин показали, що співвідношення (ГІК1) А/М збільшується у напрямку до зрізу «А» до зрізу «В», що свідчить про прогресивне збільшення кількості астроцитів у загальній сукупності гліоцитів в процесі еволюції. Більш високі значення цього індексу (ГІК1) спостерігалися у фронтальному цереброкортексі правої півкулі та в зрізах «Б» і «В» лівої півкулі.

Відношення гліоцитів О/М (ГІК2) збільшувалося у росто-каудальному напрямку (від лобної до ретроспленальної зони цереброкортексу). Це свідчить про збільшення частки олігодендроцитів та відповідне зменшення мікрогліоцитів у загальній сукупності гліоцитів, тобто про зміну гліального гомеостазу. Більш високі значення цього індексу спостерігалися в правій півкулі на зрізах «А» та в лівій півкулі при вивченні гліальних показників обох інших зон цереброкортексу.

Гліальне співвідношення А/О (ГІК3) характеризувалося поступовим кількісним зменшенням показників у напрямку від фронтального до потиличного цереброкортексу. Останнє свідчить про збільшення частки олігодендроцитів у загальній сукупності гліоцитів у каудальному напрямку. Переважання цього індексу (ГІК3) у правій півкулі спостерігалося тільки в зрізі «Б», у всіх інших зрізах цей індекс у лівій півкулі переважав над правою.

Висновки

1. При оцінюванні гетерогенної гліальної системи кори великих півкуль спостерігалася закономірна і послідовна зміна кількісного складу макро- і мікрогліоцитів в різних відділах області цереброкортексу інтактних білих щурів.

2. Найбільшу частку серед гліоцитів складають олігодендроцити. Встановлено, що загальна кількість гліоцитів зменшувалася у росто-каудальному напрямку, тобто від фронтальної до потиличної зони. Чіткої залежності кількості

гліоцитів в клітинних утвореннях цереброкортексу від півкулі не встановлено.

3. Гліальні індекси кількісні (ГІК) свідчать про суттєве збільшення кількості олігодендроцитів у загальній сукупності гліоцитів у напрямку від лобної до потиличної долі цереброкортексу при одночасному зменшенні кількості астроцитів та мікрогліоцитів.

Література

1. Адрианов О. С. О принципах структурнофункциональной организации мозга (избранные труды) / О. С. Адрианов. — М. : Медицина, 1999. — 250 с.
2. Александровская О. В. Цитология, гистология и эмбриология / О. В. Александровская, Т. Н. Радостина, Н. А. Козлов. — М. : Агропромиздат, 1987. — 448 с, ил.
3. Васильев Ю.Г. Гомеостаз и пластичность мезга / Ю.Г. Васильев, Д.С. Берестов. — Ижевск : Ижевская ГСХА. — 2011. — 216 с.
4. Ковтун А.Н. Изменения в глиальной системе сенсомоторного цереброкортекса белых крыс при экспериментальном воспроизведении цереброваскулярной патологии / А.Н. Ковтун, В.В. Кривонос, А.Н. Макаренко, С.И. Черная // Фундаментальные проблемы нейронаук: функциональная асимметрия, нейропластичность и нейродегенерация. Мат. Всерос. научн. конф. с междунар. участием. — М., 18-19 декабря 2014 года. - С.599-614.
5. Paxinos G. The Rat Nervous System (3rd Edition) / G.Paxinos. — Gulf Professional Publishing, — 2004. — 1328 p.
6. Думбай В. Н. Структура и функции глии / В.Н. Думбай. — Ростов/Дон.: Издательство Южного федерального университета. — 2007. — 30 с.
7. Chelyshev Y. A. Characterization of spinal cord glial cells in a model of hindlimb unloading in mice / Y. A. Chelyshev, Y. O. Muhamedshina, T. V. Povysheva [et al.] // Neuroscience. - 2014. - V.280. - P.328-339.
8. Herculano-Houzel S. Distribution of neurons in functional areas of the mouse cerebral cortex reveals quantitatively different cortical zones / S. Herculano-Houzel, C. Watson, G. Paxinos // Front. Neuroanat. — 2013. — Vol.7, Article 35. — P.1-14.

References

1. Adrianov O. S. O principah strukturnofunkcional'noj organizacii mozga (izbrannye trudy) / O. S. Adrianov. — M. : Medicina, 1999. — 250 s.
2. Aleksandrovskaja O. V. Citologija, gistologija i jembriologija / O. V. Aleksandrovskaja, T. N. Radostina, N. A. Kozlov. — M. : Agropromizdat, 1987. — 448 s, il.
3. Vasil'ev Ju.G. Gomeostaz i plastichnost' mezga / Ju.G. Vasil'ev, D.S. Berestov. — Izhevsk : Izhevskaja GSHA. — 2011. — 216 s.
4. Kovtun A.N. Izmenenija v glial'noj sisteme sensomotornogo cerebrotkorteksa belyh kryс pri jeksperimental'nom vosproizvedenii cerebrotvaskuljarnoj patologii / A.N. Kovtun, V.V. Krivonos, A.N. Makarenko, S.I. Chernaja // Fundamental'nye problemy neyronauk: funkcional'naja asimmetrija, nejroplastichnost' i nejrodegeneracija. Mat. Vseros. nauchn. konf. s mezhdunar. uchastiem. — M., 18-19 dekabrja 2014 goda. - S.599-614.
5. Paxinos G. The Rat Nervous System (3rd Edition) / G.Paxinos. — Gulf Professional Publishing, — 2004. — 1328 p.
6. Dumbaj V. N. Struktura i funkcii glii / V.N. Dumbaj. — Rostov/Don.: Izdatel'stvo Juzhnogo federal'nogo universiteta. — 2007. — 30 s.
7. Chelyshev Y. A. Characterization of spinal cord glial cells in a model of hindlimb unloading in mice / Y. A. Chelyshev, Y. O. Muhamedshina, T. V. Povysheva [et al.] // Neuroscience. - 2014. - V.280. - P.328-339.
8. Herculano-Houzel S. Distribution of neurons in functional areas of the mouse cerebral cortex reveals quantitatively different cortical zones / S. Herculano-Houzel, C. Watson, G. Paxinos // Front. Neuroanat. — 2013. — Vol.7, Article 35. — P.1-14.

Реферат

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВЕННО-КАЧЕСТВЕННОГО СОСТОЯНИЯ ГЛИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ В ЦЕРЕБРОКОРТЕКСЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС

Макаренко О.М., Ковтун А.М., Петров П.І.

Ключевые слова: нейроглия, глиальный гомеостаз, цереброкортекс, межклеточные взаимоотношения, глиальный индекс количественный, глиальная формула.

Проведен количественный и качественный анализ цитоструктурной организации глиальной системы в различных отделах цереброкортекса головного мозга белых крыс. Предложено объективные (количественные) методы изучения клеточного состава цереброкортекса больших полушарий головного мозга - глиальный индекс количественный (ИК) и глиальная формула (ГФ), которые дают возможность детализировать и количественно описать процессы, происходящие с отдельными типами глиоцитов, а также позволяют установить взаимосвязь между клеточными образованиями исследуемых образований мозга.

Summary

COMPARATIVE ASSESSMENT OF QUANTITATIVE AND QUALITATIVE STATE OF GLIAL SYSTEM IN CEREBRAL CORTEX IN RATS

Makarenko O.M., Kovtun A.M., Petrov P.I.

Key words: neuralgia, glial homeostasis, cerebral cortex, intercellular relationships glial index quantitative glial formula.

This paper describes the quantitative and qualitative analysis of the cytostructural organisation of glial system in different parts of cerebral cortex in white rats. We suggested objective (quantitative) methods for studying the cellular composition of cerebral cortex of hemispheres as glial quantitative index and glial formula, which make it possible to detail and quantitatively describe the processes that occur in the certain types of glial cells, as well as allow us to establish a relationship between cell formations in studied brain structures.

УДК 616.316.1:616.313

Марусин О.В.

ГІСТО-УЛЬТРАСТРУКТУРНА БУДОВА ЯЗИКА ПРИ ЦУКРОВОМУ ДІАБЕТІ І ТИПУ

ДВНЗ «Івано-Франківський національний медичний університет»

Мета роботи полягала у вивченні структурних компонентів язика лабораторних щурів при експериментальному стрептозотоциновому цукровому діабеті 1-го типу у 30 лабораторних щурів вагою 250-300 г. З них 25 тварин склали експериментальну групу, яких через 4 і 8 тижнів виводили з експерименту. 5 тварин склали контрольну групу. Застосовували гісто-ультраструктурні методи виявлення нервово-м'язових закінчень та їх кровеносного русла. Встановлено, що морфологічні зміни у цих структурах язика мають прогресуючий запально-деструктивний характер, що супроводжується сегментарною демієлінізацією мієлінових нервових волокон з ознаками затримки аксонного транспорту і реактивної перебудови нервово-м'язових закінчень. Зміна метричного складу периферичного нервового апарату язика відбувається внаслідок збільшення кількості мієлінових нервових волокон середнього і великого діаметру (через 4 тижні) і дрібного діаметру (через 6 тижнів). Провідним чинником при перебудові нервово-м'язових закінчень язика при експериментальному цукровому діабеті є порушення їх кровопостачання. Морфологічна перебудова структурних компонентів стінки капілярів призводить до розладів транспортних процесів, що є причиною пониження проникливості судинної стінки, розвитку ішемії та гіпоксії, розростання неоформленої сполучної тканини, порушення структури мієлінових і безмієлінових нервових волокон та міофібрил.

Ключові слова: язик, цукровий діабет, нервові волокна, нервово-м'язові закінчення, гемомікроциркуляторне русло.

Дослідження виконано відповідно до плану Івано-Франківського національного медичного університету і є фрагментом науково-дослідної роботи кафедри анатомії людини, оперативної хірургії та топографічної анатомії «Морфофункціональна характеристика деяких органів та функціонуючих систем при цукровому діабеті в постнатальному періоді онтогенезу» (№ держ. реєстрації 0109U001106).

Вступ

Клінічні прояви цукрового діабету (ЦД) торкаються самих різноманітних органів і у 95,0% випадків відображаються на язичі [2, 9]. Язик як важливий компонент шлунково-кишкового тракту виконує різноманітні функції і давно привертає увагу вчених [7, 10]. Це обумовлено його анатомо-фізіологічними особливостями і, насамперед, особливостями іннервації власних м'язів. Оскільки у патогенезі запально-деструктивних процесів при ЦД важливу роль відіграє нейро-васальний

компонент [8, 11], то дані про зміни термінальних відділів периферичного нервового апарату язика є важливими для розуміння механізму їх розвитку. Ця проблема в науковій літературі висвітлювалась неодноразово [3, 4], проте автори обмежувалися описом тільки клінічних проявів діабетичного глоситу та особливостей лабораторної діагностики, тоді як морфологічні прояви даної патології в нервово-м'язових закінченнях (НМЗ) та їх гемо-мікроциркуляторному руслі (ГМЦР) залишаються недостатньо вивченими.