

УДК 612.824:616-073.916-073.4-8:616.831-005.4-005.5

ТЕТЯНА ГРИГОРІВНА НОВІКОВА<sup>1</sup>, МИКОЛА ОЛЕКСАНДРОВИЧ НІКОЛОВ<sup>2</sup>,  
СЕРГІЙ СЕРГІЙОВИЧ МАКЕСВ<sup>1</sup>, СТАНІСЛАВ СЕРГІЙОВИЧ КОВАЛЬ<sup>1</sup>,  
ЛІДІЯ ЛЬВІВНА ЧЕБОТАРЬОВА<sup>1</sup>, МАРИНА ВАСИЛІВНА ГЛОБА<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А. П. Ромоданова НАМН України», Київ

<sup>2</sup> Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

## ЗМІНИ МОЗКОВОГО КРОВОТОКУ ЗА ДАНИМИ СЦИНТИГРАФІЧНИХ ТА УЛЬТРАЗВУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ПАЦІЄНТІВ З ХРОНІЧНОЮ ІШЕМІЄЮ У ВЕРТЕБРАЛЬНО-БАЗИЛЯРНОМУ БАСЕЙНІ

**Мета роботи.** Дослідити можливість та доцільність застосування методики кількісної оцінки мозкового кровотоку за даними ОФЕКТ з <sup>99m</sup>Tc-НМРАО у хворих із хронічною ішемією у вертебрально-базиллярному басейні.

**Матеріали та методи.** Досліджено 14 пацієнтів із хронічною ішемією у вертебрально-базиллярному басейні. Пацієнти розподілились на підгрупи за сонографічними критеріями наявності (І група) чи відсутності структурних змін у хребтових артеріях (ІІ група). Кожна група складалась з 7 хворих. Аналізували дані ультразвукових досліджень судин шиї та голови й результати сцинтиграфічних досліджень головного мозку з <sup>99m</sup>Tc-НМРАО. Об'ємний мозковий кровотік (ОМК) за даними сцинтиграфічних досліджень розраховували за методом N.A. Lassen та на основі розробленого оригінального методу, що розглядає мозок як протокову систему. Обробка та аналіз сцинтиграфічних даних виконувалась у розробленому програмному забезпеченні «ScintiBrain» (SB).

**Результати.** Показано, що в середньому ОМК пацієнтів І групи відрізняється від ІІ групи: в  $1,82 \pm 0,06$  рази для  $ОМК_{SB}$  та  $0,95 \pm 0,04$  для  $ОМК_{Lassen}$ . Це свідчить, що  $ОМК_{Lassen}$  не показав достовірної різниці між двома групами, хоча в І групі пацієнтів загальний кровотік за даними УЗ суттєво знижений. Відмічається кореляційний взаємозв'язок між ОМК за даними ультразвукових та сцинтиграфічних досліджень, що розраховувався за оригінальним методом.

**Висновки.** Отримані результати дозволяють охарактеризувати ступінь вираженості церебральної гіперперфузії у пацієнтів із хронічною ішемією у вертебрально-базиллярному басейні. Впровадження у практику поєднання нейровізуалізуючих та ультразвукових досліджень дозволяють виявити особливості церебральної та регіонарної перфузії.

**Ключові слова:** хронічна ішемія мозку, головний мозок, об'ємний мозковий кровотік, ОФЕКТ, <sup>99m</sup>Tc-НМРАО, хребтова артерія, сонна артерія, дуплексне сканування магістральних судин голови.

Хронічна ішемія мозку (ХІМ) — різновид судинної церебральної патології, обумовлений повільно прогресуючим дифузним порушенням кровопостачання головного мозку з поступово наростаючими різноманітними дефектами його функціонування [1]. Розвиток ХІМ пов'язаний з наявністю оклюзуючого атеросклеротичного стенозу, тромбозу, емболії, екстравазальною компресією при патології хребта або м'язів шиї, деформацією артерій з постійними або періодичними порушеннями їх прохідності, реологічними змінами крові. В основі патогенезу хронічної вертебрально-базиллярної недостатності лежить гіперперфузія в різних структурах мозкової речовини, яка

веде до каскаду патологічних процесів, формування метаболічних та функціональних порушень, кінцевої загибелі нервової тканини. У діагностиці цереброваскулярної патології на теперішній час використовується широкий спектр нейровізуалізуючих методів дослідження, що базуються на різних фізичних принципах.

Для дослідження мозкового кровотоку та метаболічних процесів у головному мозку застосовується однофотонна емісійна комп'ютерна томографія (ОФЕКТ), що заснована на радіонуклідній нейровізуалізації [2, 3, 4]. ОФЕКТ із перфузійним радіофармацевтичним препаратом (РФП) дає можливість не тільки оцінити загальний чи локальний кровотік, але також визначити зони нормального, підвищеного або зниженого кровотоку в головному мозку; дозволяє простежити динаміку розвитку захворювання, дослідити вплив

© Т. Г. Новікова, М. О. Ніколов, С. С. Макесв, С. С. Коваль,  
Л. Л. Чеботарьова, М. В. Глоба, 2018

медикаментозних засобів на мозковий кровотік, вивчити патофізіологію змін унаслідок порушення мозкової гемодинаміки, оцінити ризик виникнення повторних судинних порушень.

Мета роботи — дослідити можливість та доцільність застосування методики кількісної оцінки мозкового кровотоку за даними комплексного дослідження з  $^{99m}\text{Tc}$ -НМРАО (hexamethylpropyleneamineoxime) у хворих із хронічною ішемією у вертебрально-базиллярному басейні.

## МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Досліджено 14 пацієнтів із хронічною ішемією у вертебрально-базиллярному басейні. Середній вік хворих —  $51 \pm 3$  роки. Усім пацієнтам було проведено клініко-неврологічне обстеження, дуплексне сканування магістральних судин голови. Пацієнтів розподілили на дві підгрупи за сонографічними критеріями наявності (I група) чи відсутності (II група) структурних змін у хребтових артеріях. У двох пацієнтів I групи спостерігалися також суттєві зміни (оклюзія) в одній із сонних артерій. Кожна група складалася з 7 хворих.

Ультразвукове дуплексне сканування з режимом кольорового доплерівського картування судин ший та голови виконували за допомогою діагностичних систем Sonoline G-50 (Siemens, Німеччина) і Toshiba Aplio MX (Японія) за стандартною методикою [5]. Під час УЗ-дослідження оцінювали кровотік по внутрішніх сонних (BCA) та хребтових (XA) артеріях, вимірювали кровотік в XA на рівнях  $V_2$  та  $V_4$ , діаметри судин, максимальні та середні швидкості.

Об'ємну швидкість кровотоку (FVI) через судину за даними УЗДС оцінювали на основі індексу середньовагового кровотоку:

$$FVI = 0,25 \pi d^2 v 60 \text{ (мл/хв)},$$

де FVI — об'ємна швидкість кровотоку,  $d$  — діаметр судини (мм),  $v = 0,75v_{\max}$  (см/с),  $v_{\max}$  — максимальна лінійна швидкість кровотоку (см/с).

Сумарна об'ємна швидкість кровотоку по обох BCA та обох XA (на рівні  $V_2$ ) за даними УЗДС:

$$FVI_{\Sigma} = FVI_{CA_L} + FVI_{CA_R} + FVI_{XA_L} + FVI_{XA_R},$$

де індекси L та R відповідають лівій та правій артеріям, CA та XA — внутрішнім сонним та хребтовим артеріям.

При скінтиграфічних дослідженнях як перфузійне РФП використовували  $^{99m}\text{Tc}$ -НМРАО (BrainSPECT, Угорщина), активністю 555–740 МБк.

Дослідження проводили на дводетекторній гамма-камері «Е.Сам» з низькоенергетичним коліматором високої роздільної здатності (LEHR).

Протокол збору скінтиграфічних даних складався з кількох етапів:

1. Радіометрія шприца з РФП до введення пацієнту (1 кадр за 6 с);

2. Непряма ангиографія головного мозку і серця протягом 120 с (1 кадр за 1 с); запис інформації починався відразу ж після внутрішньовенного уведення РФП у ліктьову вену;

3. Радіометрія шприца із залишковою радіоактивністю РФП після введення (1 кадр за 6 с);

4. Проведення ОФЕКТ.

Емісійну томографію починали через 15–20 хв після введення РФП. Дослідження включало збір 64 чи 120 проєкцій, матриця збору даних становила  $64 \times 64$  чи  $128 \times 128$ . Реконструкція отриманих зрізів проводилася в аксіальній, фронтальній і сагітальній проєкціях.

Непряму ангиографію проводили пацієнтам у стані спокою, за відсутності зорових подразників.

*Аналіз даних.* Обробку скінтиграфічних даних проводили в розробленому програмному середовищі Matlab 2016. Основними показниками для кількісного аналізу кінетики РФП у сегментах головного мозку виступали:

– об'ємний мозковий кровотік (ОМК, мл/хв на 100 г мозку);

– питома асиметрія накопичення РФП у сегменті ГМ правої півкулі по відношенню до відповідного сегмента в лівій півкулі ( $A_{RL}$ , відн. од.);

– питома асиметрія накопичення РФП у сегменті ГМ по відношенню до мозочка лівої півкулі ( $A_0$ , відн. од.);

– однорідність накопичення РФП у сегментах ГМ (P, відн. од.).

Питома асиметрію  $A_{RL}$  розраховували за формулою:

$$A_{RL} = \frac{I_R / V_R}{I_L / V_L},$$

де  $I$  та  $V$  — швидкість радіоактивного рахунку (імп./с) в зоні інтересу (ЗІ) об'ємом  $V$  (см<sup>3</sup>), індекси  $R$  та  $L$  відповідають правій та лівій півкулі ГМ.

Питома асиметрію  $A_0$  розраховували за формулою:

$$A_0 = \frac{I_i / V_i}{I_0 / V_0},$$

де індекс  $i$  — порядковий номер ЗІ, 0 — індекс, який відповідає ЗІ мозочка лівої півкулі.

Однорідність накопичення РФП у ЗІ оцінювалася на основі запропонованого параметра (P) за формулою:

$$P_i = \frac{I_i / V_i}{I_{\max} / V_{\min}},$$

де індекс  $i$  — порядковий номер ЗІ,  $I_{\max}$  — максимальна швидкість радіоактивного рахунку в ГМ у векселі об'ємом  $V_{\min}$ .

Аналіз гемодинаміки проводили в сегментах ГМ: Lobus frontalis, Lobus parietalis, Lobus occipitalis, Insula, lobus insularis, Lobus temporalis, Nucleus, Thalamus, Cerebellum, Pons, Hemisphere (півкуля в цілому, включаючи мозочок).

ОМК зони інтересу (ОМК<sub>ЗІ</sub>) на ОФЕКТ зображенні обчислювали за формулою:

$$\text{ОМК}_{\text{ЗІ}} = \frac{\langle I_{\text{ЗІ}} \rangle}{\langle I_{\text{ГМ}} \rangle} \text{ОМК}_{\text{ГМ}},$$

де  $\langle I_{\text{ЗІ}} \rangle$  — середня швидкість радіоактивного рахунку в зоні інтересу,  $\langle I_{\text{ГМ}} \rangle$  — середня швидкість

радіоактивного рахунку об'ємом  $V$ ,  $OMK_{ГМ}$  —  $OMK$  головного мозку в цілому. Методика розрахунку  $OMK$  відображена в [6, 7]. Головною особливістю є те, що кількісна оцінка мозкового кровотоку не порівнюється з кровотоком мозочка, де ефективна перфузія вважається сталою величиною (метод N.A. Lassen) [8]. При порівнянні  $OMK$  ГМ, що розраховується за різними методиками, індексом «Lassen» позначено кровотік за методом N.A. Lassen, «SB» — за запропонованою нами методикою [4, 5].

Для автоматизації процесу обробки та аналізу скінтиграфічних зображень ГМ у програмному середовищі Matlab 2016 було розроблено програмне забезпечення (ПЗ) з інтерфейсом користувача ScintiBrain.

ПЗ ScintiBrain має такі функціональні можливості:

- зчитування даних з DICOM-файлів;
- аналіз даних непрямої ангіографії та апроксимація кінетики РФП математичною моделлю;
- реконструкція ОФЕКТ;
- побудова 2D та 3D зон інтересу, в тому числі на основі комп'ютерного атласу ГМ;
- розрахунок  $OMK$ .

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Середні показники результатів УЗДС дослідження груп пацієнтів з ХІМ наведені в табл. 1. Як видно з даних таблиці, спостерігається достовірне зниження кровотоку в одній із ХА ( $FVI_{XA V2 min}$ ) в I групі пацієнтів. Це також підтверджує показник асиметрії кровотоку  $A_{XA V2 max/min}$  в ХА, що, виключаючи випадки повної оклюзії судини, переважав значення 4 відн. од. У разі зменшення об'ємного кровотоку в одній із ХА у деяких пацієнтів спостерігали підвищений кровотік в контра-латеральній судині. Сумарний кровотік у ВСА достовірно не відрізнявся між групами порівняння, але спостерігається суттєве збільшення середньої дисперсії. Це свідчить, що за наявності оклюзії магістральних артеріальних судин ГМ компенсаторно підвищується кровотік через умовно неушкоджену судину. Цей висновок підкреслює регресійний аналіз між показниками  $FVI_{\Sigma CA}$  та  $FVI_{\Sigma XA V2}$  (рис. 1). Для I групи пацієнтів спостерігається інша закономірність: при зменшенні кровотоку через ХА значно більше підвищується кровотік через сонні артерії. Виняток склав один пацієнт (див. рис. 1, помічено стрілкою) з відсутнім за даними УЗ кровотоком у правій ХА на рівнях V2 та V4.

Таблиця 1

Результати УЗ дослідження гемодинаміки магістральних судин ГМ

Група	I	II
Вік, років	53 ± 4	50 ± 3
$FVI_{\Sigma}$ (мл/хв)	875,0 ± 140,1*	1032,2 ± 36,7
$FVI_{\Sigma CA}$ (мл/хв)	817,3 ± 118,5	726,7 ± 19,6
$FVI_{CA}$ (мл/хв) (max/min)	479,83 ± 67,90/375,01 ± 56,80	389,93 ± 11,55/336,75 ± 9,98
$A_{CA max/min}^1$ , відн.од. <sup>1</sup>	1,33 ± 0,29	1,16 ± 0,03
$FVI_{\Sigma XA V2}$ (мл/хв)	211,6 ± 27,2*	305,6 ± 22,2
$FVI_{XA V2}$ (мл/хв) (max/min) <sup>1</sup>	187,43 ± 16,96/61,44 ± 13,11*	187,48 ± 14,46/118,06 ± 10,10
$A_{XA V2 max/min}^1$ , відн.од. <sup>1</sup>	4,28 ± 1,91*	1,53 ± 0,08
V4, см/с (max/min) <sup>1</sup>	69,92 ± 6,78/41,89 ± 9,76	65,76 ± 3,26/57,52 ± 2,72
$V_{OCH A}^1$ , см/с	66,17 ± 6,58	66,85 ± 3,27
$V_{CMA}^1$ , см/с (max/min)	95,20 ± 6,90/86,40 ± 6,30	102,15 ± 2,56/94,95 ± 4,01

Примітки: 1 — виключаючи значення швидкості кровотоку в судині, які прямують до 0; тут і далі \* — достовірно ймовірна різниця між групами за t-критерієм  $p < 0,05$ .

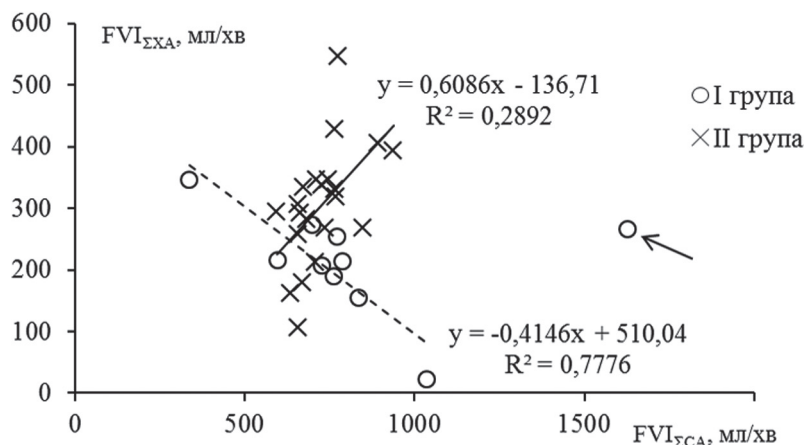


Рис. 1. Зміна сумарної об'ємної швидкості кровотоку в ХА залежно від сумарного кровотоку в СА: суцільна лінія — лінія регресії для II групи хворих, переривчаста — для I групи хворих (виключаючи один випадок з різко підвищеним кровотоком у зоні стенозуючого ураження ВСА, який позначено стрілкою)

За даними сцинтиграфічних досліджень з використанням розробленої нами методики розрахунку, спостерігається достовірне зменшення ефективного

мозкового кровотоку в I групі пацієнтів майже в два рази (табл. 2).

Таблиця 2

## Оцінка загального ОМК ГМ за методом [6, 7]

	ОМК ГМ, мл/хв	ОМК ГМ на 100 г, мл/хв/100 г	ОМК <sup>1300</sup> ГМ на 100 г, мл/хв/100 г
I група	484,3 ± 142,3*	45,2 ± 12,8*	37,5 ± 11,0*
II група	942,1 ± 228,3	84,9 ± 19,3	72,5 ± 17,5

Примітка: ОМК<sup>1300</sup> ГМ на 100 г — якщо допустити середню масу мозку 1300 г.

Результати оцінки ОМК в основних сегментах ГМ також показують зниження кровотоку порівняно з II групою (табл. 3). При цьому слід відмітити

зниження параметра однорідності розподілення РФП в усіх сегментах ГМ для I групи пацієнтів, особливо в Lobus Occipitalis, Temporalis та Cerebellum.

Таблиця 3

## Результати сцинтиграфічних досліджень ОМК ГМ

Зона інтересу	I група			II група		
	P, відн.од.	ОМК <sub>SB</sub> , мл/хв/100 г	ОМК <sub>Lassen</sub> , мл/хв/100 г	P, відн.од.	ОМК <sub>SB</sub> , мл/хв/100 г	ОМК <sub>Lassen</sub> , мл/хв/100 г
Frontalis <sub>max</sub>	0,68 ± 0,03	42,2 ± 12,3	51,8 ± 4,9	0,73 ± 0,02	75,6 ± 20,6	48,3 ± 1,3
Frontalis <sub>min</sub>	0,70 ± 0,02	41,0 ± 12,2	49,4 ± 5,5	0,74 ± 0,02	74,4 ± 20,2	47,1 ± 1,3
Parietalis <sub>max</sub>	0,65 ± 0,05	42,0 ± 12,1	52,3 ± 5,6	0,68 ± 0,02	72,9 ± 20,1	45,2 ± 1,3
Parietalis <sub>min</sub>	0,69 ± 0,03	40,3 ± 12,7	47,6 ± 7,0	0,71 ± 0,03	70,6 ± 20,0	43,0 ± 1,7
Occipitalis <sub>max</sub>	0,70 ± 0,02*	43,4 ± 12,5	54,3 ± 3,6	0,75 ± 0,01	76,7 ± 19,3	51,3 ± 1,9
Occipitalis <sub>min</sub>	0,73 ± 0,02	42,3 ± 12,4	51,6 ± 4,1	0,77 ± 0,01	75,3 ± 19,3	49,3 ± 1,4
Insularis <sub>max</sub>	0,60 ± 0,03	37,3 ± 10,6	43,4 ± 3,7	0,66 ± 0,02	69,4 ± 19,0	42,2 ± 0,9
Insularis <sub>min</sub>	0,63 ± 0,02	35,7 ± 10,6	40,3 ± 4,6	0,68 ± 0,02	67,7 ± 18,6	40,7 ± 1,0
Temporalis <sub>max</sub>	0,67 ± 0,03*	42,1 ± 11,8	52,6 ± 4,7	0,74 ± 0,01	76,1 ± 20,0	49,9 ± 1,4
Temporalis <sub>min</sub>	0,72 ± 0,02*	40,2 ± 12,3	47,0 ± 6,0	0,76 ± 0,01	74,7 ± 19,7	48,5 ± 1,7
Nucleus <sub>max</sub>	0,52 ± 0,02	32,2 ± 9,3	34,7 ± 3,2	0,55 ± 0,03	59,5 ± 17,3	33,7 ± 2,1
Nucleus <sub>min</sub>	0,55 ± 0,02	30,6 ± 8,7	32,2 ± 3,2	0,57 ± 0,03	58,2 ± 17,4	32,3 ± 2,3
Thalamus <sub>max</sub>	0,62 ± 0,02	38,8 ± 10,9	45,8 ± 2,9	0,64 ± 0,03	68,7 ± 18,4	42,1 ± 2,4
Thalamus <sub>min</sub>	0,65 ± 0,02	37,2 ± 10,5	43,0 ± 3,3	0,67 ± 0,04	66,1 ± 18,4	39,5 ± 2,1
Cerebellum <sub>max</sub>	0,72 ± 0,02*	44,8 ± 12,5	57,4 ± 2,1	0,79 ± 0,02	81,8 ± 20,6	56,7 ± 1,5
Cerebellum <sub>min</sub>	0,75 ± 0,02*	43,1 ± 12,1	53,9 ± 1,1	0,82 ± 0,02	79,3 ± 20,6	52,8 ± 1,2
Pons <sub>max</sub>	0,70 ± 0,02	43,9 ± 12,6	55,7 ± 4,7	0,72 ± 0,02	74,9 ± 18,4	48,9 ± 1,9
Pons <sub>min</sub>	0,74 ± 0,02	41,4 ± 11,6	50,9 ± 4,4	0,76 ± 0,02	71,8 ± 18,0	45,6 ± 1,9
Hemisphere <sub>max</sub>	0,61 ± 0,03	37,6 ± 10,7	43,5 ± 3,8	0,66 ± 0,02	68,5 ± 18,7	41,4 ± 1,2
Hemisphere <sub>min</sub>	0,63 ± 0,02	36,7 ± 11,0	41,3 ± 4,6	0,67 ± 0,02	67,7 ± 18,7	40,5 ± 1,4

Аналіз даних табл. 3 показує, що в середньому ОМК пацієнтів I групи відрізняється від II групи: в 1,82 ± 0,06 рази для ОМК<sub>SB</sub> та 0,95 ± 0,04 для ОМК<sub>Lassen</sub>. Це свідчить, що ОМК<sub>Lassen</sub> не показав достовірної різниці між двома групами, хоча у I групі пацієнтів загальний кровотік за даними УЗДС є суттєво зниженим.

Слід звернути увагу на кореляційні залежності між даними УЗ дослідження та сцинтиграфії ГМ. При

цьому достовірний зв'язок ( $p < 0,05$ ) спостерігається для I групи пацієнтів. Причиною відсутності достовірних значень кореляції для II групи пацієнтів може бути недостатньо велика кількість хворих з малим діапазоном відхилень швидкості кровотоку від відповідних середніх значень.

Для I групи пацієнтів ОМК<sub>SB</sub> достовірно ( $p < 0,05$ ) корелює в різних сегментах ГМ з показником  $FVI_{\Sigma}$ ,

$FVI_{\Sigma CA}$ ,  $V_{CMA}$ ,  $V_{OCHA}$  та показниками асиметрії швидкості крові. Різниця коефіцієнта кореляції ( $r$ ) між різними сегментами ГМ є незначною і становить приблизно 0,15. Тому в табл. 4 наведено середній коефіцієнт кореляції між показниками ОМК в сегментах ГМ та даними УЗ. Достовірний кореляційний зв'язок між показниками УЗ та  $OMK_{Lassen}$  фактично ніде не простежувався, крім ОМК однієї з півкуль мозочка з  $FVI_{XA}$  для обох груп хворих. У цьому випадку коефіцієнт кореляції був у межах 0,85–0,91.

Таблиця 4

**Середній коефіцієнт кореляції між ОМК в різних сегментах ГМ та показниками УЗ дослідження для І групи хворих**

Показник УЗ дослідження	ОМК <sub>св</sub>
$FVI_{\Sigma}$ (мл/хв)	0,79
$FVI_{\Sigma CA}$ (мл/хв)	0,73
$FVI_{CA}$ (мл/хв) (R/L)	0,77/–0,31
$FVI_{XA V2}$ (мл/хв) (R/L)	–0,89/0,65
$V_{OCHA}$ , см/с	0,61
$V_{CMA}$ , см/с (max/min)	0,42/0,81

Для І групи хворих оклюзія кровоносних судин спостерігалась у різних комбінаціях. Тому доцільно навести типові скінтиграфічні зміни перфузії ГМ окремих пацієнтів.

На рис. VI кол. вкл. наведено типові ОФЕКТ зображення в сагітальному зрізі ГМ у пацієнтів II групи.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ковальчук В. В. Хроническая ишемия головного мозга. Современные представления об этиопатогенезе, диагностике и терапии / В. В. Ковальчук, Е. Р. Баранцевич // Эффективная фармакотерапия. — 2017. — № 19. — С. 26–32.
2. Бокерия Л. А. Методы диагностики мозговой гемодинамики и уровня церебральной перфузии у больных с окклюзирующими поражениями брахиоцефальных артерий / Л. А. Бокерия, И. П. Асланиди, Т. Н. Сергуладзе // Бюллетень НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН. — 2012. — С. 5–17.
3. Верецагин Н. В. Мозговое кровообращение. Современные методы исследования в клинической неврологии / Н. В. Верецагин, В. В. Борисенко, А. Г. Власенко. — М.: Интер-Весы, 1993. — 208 с.
4. Макеєв С. С. Радіонуклідна анатомія і фізіологія головного мозку / С. С. Макеєв, Д. С. Мечев // Радіол. вісн. — 2014. — № 3. — С. 31–38.
5. Лелюк В. Г. Ультразвуковая ангиология / В. Г. Лелюк, С. Э. Лелюк. — 3-е изд. — М.: Реал-Тайм, 2007. — 416 с.
6. Николов Н. А. Количественная оценка мозгового кровотока по данным скинтиграфических исследований с  $^{99m}Tc$ -НМРАО / Н. А. Николов, С. С. Макеєв, О. Ю. Ярошенко, Т. Г. Новикова. // Мед. физика. — 2016. — С. 72–79.
7. Nikolov N. A. Quantitative evaluation of the absolute value of the cerebral blood flow according to the scintigraphic studies with  $^{99m}Tc$ -НМРАО / N. A. Nikolov, S. S. Makeyev, O. Yu. Yaroshenko, T. G. Novikova. // Research Bulletin of National Technical University of Ukraine «Kyiv polytechnic Institute». — 2017. — P. 61–68.
8. Ito H. Database of normal human cerebral blood flow measured by SPECT: I. Comparison between I-123-IMP, Tc-99m-НМРАО, and Tc-99m-ECD as referred with O-15 labeled water PET and voxel-based morphometry / H. Ito, K. Inoue, R. Goto // Annals of Nuclear Medicine. — 2006. — P. 131–138.

Для пацієнта А. характерне майже нормальне просторове розподілення РФП в ГМ. Розрахунок ОМК за даними скінтиграфії для даного пацієнта показує помірне підвищення перфузії тканин (для півкуль середнє  $OMK_D = 88$  мл/хв/100 г,  $OMK_{D-MK} = 65$  мл/хв/100 г). За даними УЗ-діагностики  $FVI_{\Sigma} = 761$  мл/хв. Для переважної більшості інших пацієнтів з II групи характерно дифузно-дрібновогнищеве просторове розподілення РФП за даними ОФЕКТ, особливо в лобово-тім'яних ділянках (пацієнти Б і В на рис. VI кол. вкл.). У наведених пацієнтів  $FVI_{\Sigma}$  прямує до 1000 мл/хв, а ефективна перфузія півкуль за даними ОФЕКТ — до 68 мл/хв/100 г.

За наявності оклюзії хоча б однієї із СА на ОФЕКТ зображення визначаються вогнищеві ділянки з вираженим зниженням ефективної перфузії (рис. VII, VIII кол. вкл.). При суттєвому порушенні кровотоку через ХА вогнищеві зміни в ГМ не спостерігаються. Типовими скінтиграфічними змінами розподілення РФП у ГМ є поява асиметрії накопичення препарату в мозочку (рис. VIII кол. вкл.) та дифузно-неоднорідні та дрібновогнищеві зміни в усій корі, особливо в лобово-тім'яних сегментах (рис. V, VI кол. вкл.).

### ВИСНОВКИ

Отримані результати дозволяють характеризувати ступінь вираженості церебральної гіперперфузії у пацієнтів із хронічною ішемією у вертебрально-базиллярному басейні. Впровадження в практику поєднання нейровізуалізуючих та ультразвукових досліджень дають змогу виявити особливості церебральної та регіонарної перфузії.

Стаття надійшла до редакції 30.05.2018.

Т. Г. НОВИКОВА<sup>1</sup>, Н. А. НИКОЛОВ<sup>2</sup>, С. С. МАКЕЕВ<sup>1</sup>, С. С. КОВАЛЬ<sup>1</sup>, Л. Л. ЧЕБОТАРЕВА<sup>1</sup>, М. В. ГЛОБА<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ГУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А. П. Ромоданова НАМН України», Київ

<sup>2</sup> Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

## ИЗМЕНЕНИЯ МОЗГОВОГО КРОВОТОКА ПО ДАННЫМ СЦИНТИГРАФИЧЕСКИХ И УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ ИШЕМИЕЙ В ВЕРТЕБРАЛЬНО-БАЗИЛЯРНОМ БАСЕЙНЕ

**Цель работы.** Исследовать возможность и целесообразность применения методики количественной оценки мозгового кровотока по данным ОФЭКТ с <sup>99m</sup>Tc-НМРАО у больных с хронической ишемией в вертебрально-базиллярном бассейне.

**Материалы и методы.** Исследовано 14 пациентов с хронической ишемией в вертебрально-базиллярном бассейне. Пациенты были распределены на группы на основе сонографических критериев наличия (I группа) или отсутствия (II группа) структурных изменений в позвоночных артериях. Каждая группа состояла из 7 больных. Анализировались данные ультразвуковых исследований сосудов шеи и головы и результаты скинтиграфических исследований головного мозга с <sup>99m</sup>Tc-НМРАО. Объемный мозговой кровоток (ОМК) по данным скинтиграфических исследований рассчитывался по методу N. A. Lassen и на основе разработанного оригинального метода, который рассматривает мозг как проточную систему. Обработка и анализ скинтиграфических данных выполнялась в разработанном программном обеспечении ScintiBrain (SB).

**Результаты.** Показано, что в среднем ОМК пациентов I группы отличается от II группы в:  $1,82 \pm 0,06$  раза для  $ОМК_{SB}$  и  $0,95 \pm 0,04$  для  $ОМК_{Lassen}$ . Это свидетельствует, что  $ОМК_{Lassen}$  не показал достоверной разницы между двумя группами, хотя в I группе пациентов общий кровоток по данным УЗ существенно снижен. Отмечается корреляционная взаимосвязь между ОМК по данным ультразвуковых и скинтиграфических исследований.

**Выводы.** Полученные результаты позволяют охарактеризовать степень выраженности церебральной гипоперфузии у пациентов с хронической ишемией в вертебрально-базиллярном бассейне. Внедрение в практику совместных нейровизуализирующих и ультразвуковых исследований позволяют выявить особенности церебральной и регионарной перфузии.

**Ключевые слова:** хроническая ишемия мозга, головной мозг, объемный мозговой кровоток, ОФЭКТ, <sup>99m</sup>Tc-НМРАО, позвоночная артерия, сонная артерия, дуплексное сканирование магистральных сосудов головы.

T. G. NOVIKOVA<sup>1</sup>, N. A. NIKOLOV<sup>2</sup>, S. S. MAKEYEV<sup>1</sup>, S. S. KOVAL<sup>1</sup>, L. L. CHEBOTARYOVA<sup>1</sup>, M. V. GLOBA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> The State Institution Romodanov Neurosurgery Institute of National Academy of Medical Sciences of Ukraine

<sup>2</sup> National Technical University of Ukraine Kyiv Polytechnic Institute

## CHANGES OF CEREBRAL BLOOD FLOW BASED ON SCINTIGRAPHIC AND ULTRASOUND DATA IN PATIENTS WITH CHRONIC ISCHEMIA IN THE VETEBROBASILAR REGION

**Purpose.** To investigate the possibility and feasibility of using the technique of quantitative assessment of cerebral blood flow based on SPECT with <sup>99m</sup>Tc-HMPAO in patients with chronic ischemia in the vetebrobasilar region.

**Materials and methods.** The study enrolled 14 patients with chronic ischemia in the vetebrobasilar region. The patients were divided into groups based on ultrasound (US) criteria of presence (group I) or absence (group II) of structural changes in vertebral arteries. Each group consisted of 7 patients. The data of ultrasound studies of the vessels of the neck and head and the results of scintigraphic studies of the brain with <sup>99m</sup>Tc-HMPAO were analyzed. The volume cerebral blood flow (CBF), according to scintigraphic studies, was calculated by the method of N.A. Lassen and based on a developed original method that treats the brain as a flow system. Processing and analysis of scintigraphic data was performed by the developed software «ScintiBrain» (SB).

**Outcomes.** It has been shown that the average CBF of patients of Group I differs from that one in Group II: by  $1.82 \pm 0.06$  times for  $CBF_{SB}$  and  $0.95 \pm 0.04$  for  $CBF_{Lassen}$ . This indicates that  $CBF_{Lassen}$  didn't show a significant difference between the two groups, although the total blood flow in Group I patients was significantly reduced according to the US data. There are a correlation relationships between CBF based on ultrasound and scintigraphic data.

**Conclusions.** The outcomes make it possible to characterize the severity of cerebral hypoperfusion in patients with chronic ischemia in the vetebrobasilar region. The introduction into practice of joint neuroimaging and ultrasound studies allows us to identify the features of cerebral and regional perfusion.

**Keywords:** chronic brain ischemia, brain, cerebral blood flow, SPECT, <sup>99m</sup>Tc-HMPAO, vertebral artery, carotid artery, duplex scanning of vessels of the head and neck.

### Контактна інформація:

Новікова Тетяна Григорівна

лікар-радіолог відділення радіонуклідної діагностики

ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А. П. Ромоданова НАМН України»

вул. Платона Майбороди, 32, м. Київ, 04050, Україна

тел. : + 38 (044) 483-82-07, (066) 878-65-77

E-mail: novikova\_tg@ukr.net