

Цереброваскулярна реактивність у хворих на цукровий діабет 2 типу



Я.А. Саєнко¹, А.В. Коваленко², Б.М. Маньковський¹

¹ ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин імені В.П. Комісаренка НАМН України», Київ

² ДУ «Інститут ядерної медицини та променевої діагностики НАМН України», Київ

Мета роботи — дослідити показники цереброваскулярної реактивності у хворих на цукровий діабет 2 типу порівняно зі здоровими, за даними вазоконстрикторної та вазодилататорних функціональних проб.

Матеріали і методи. Обстежено 53 хворих на цукровий діабет 2 типу і 50 відповідних за віком і статтю осіб без цукрового діабету та клінічних ознак цереброваскулярної патології, які становили групу контролю. Показники церебральної гемодинаміки в середньомозковій артерії вивчали за методом транскраніальної доплерографії, що дало змогу дослідити лінійні параметри кровоплину та оцінити функцію центральних механізмів регуляції на приладі Elegra Siemens (США). Для визначення цереброваскулярної реактивності використовували функціональні проби: гіперкапнічну, холодову, ортостатичну, пробу з двостороннім стисканням та розтисканням кисті, гіпервентиляційну.

Результати та обговорення. Дослідження показало, що у хворих на цукровий діабет 2 типу середня швидкість кровоплину в правій та лівій середньомозкових артеріях становила відповідно $(105,37 \pm 0,73)$ та $(104,95 \pm 0,72)$ см/с, тобто була вірогідно нижчою від показників групи контролю — відповідно $(117,37 \pm 2,02)$ та $(118,04 \pm 2,01)$ см/с ($p < 0,05$). Під час проведення функціональних проб швидкість кровоплину в середньомозковій артерії хворих на цукровий діабет 2 типу становила: гіперкапнічної — $(112,80 \pm 0,78)$ см/с у правій та $(112,57 \pm 0,82)$ см/с у лівій, у групі контролю — відповідно $(145,70 \pm 3,32)$ та $(144,82 \pm 3,25)$ см/с; холодової — відповідно $(116,12 \pm 1,05)$ та $(116,16 \pm 1,01)$ см/с у хворих на цукровий діабет та $(144,09 \pm 2,67)$ і $(142,69 \pm 2,70)$ см/с у групі контролю; ортостатичної — в правій середньомозковій артерії хворих на цукровий діабет — $(110,56 \pm 0,86)$ см/с, у лівій — $(110,38 \pm 0,98)$ см/с, у групі контролю — відповідно $(127,18 \pm 2,28)$ та $(127,10 \pm 2,34)$ см/с; проби з двостороннім стисканням і розтисканням кисті — у правій середньомозковій артерії хворих на цукровий діабет — $(109,35 \pm 0,53)$ см/с, у лівій — $(109,11 \pm 0,58)$ см/с, у групі контролю — відповідно $(129,10 \pm 2,35)$ та $(128,55 \pm 2,44)$ см/с; гіпервентиляційної — відповідно $(96,77 \pm 0,49)$ та $(96,77 \pm 0,54)$ см/с у хворих на цукровий діабет, у групі контролю — відповідно $(97,37 \pm 2,20)$ і $(98,64 \pm 1,19)$ см/с. Ці показники свідчать про зниження фонові швидкості кровоплину в головному мозку хворих на цукровий діабет 2 типу. Для детальнішої характеристики змін церебрального кровоплину використали коефіцієнт цереброваскулярної реактивності.

Під час гіперкапнічної проби у правій середньомозковій артерії хворих на цукровий діабет він становив $(7,13 \pm 0,55)$ %, у лівій — $(7,37 \pm 0,76)$ %, у групі контролю — $(23,91 \pm 1,41)$ та $(22,39 \pm 1,23)$ % відповідно. Під час холодової проби коефіцієнт цереброваскулярної реактивності у правій та лівій середньомозкових артеріях хворих на цукровий діабет 2 типу був $(10,27 \pm 0,85)$ та $(10,87 \pm 1,16)$ %, у групі контролю — $(22,99 \pm 1,29)$ та $(21,00 \pm 1,17)$ % відповідно. Під час ортостатичної проби цей показник у правій та лівій середньомозкових артеріях хворих на цукровий діабет становив $(4,19 \pm 0,79)$ та $(4,84 \pm 0,84)$ %, у групі контролю — відповідно $(7,77 \pm 0,56)$ та $(7,12 \pm 0,60)$ %. Під час проби з двостороннім стисканням і розтисканням кисті у хворих на цукровий діабет коефіцієнт цереброваскулярної реактивності у правій середньомозковій артерії був $(3,83 \pm 0,39)$ %, у лівій — $(3,64 \pm 0,37)$ %, у групі контролю — $(9,53 \pm 0,97)$ та $(8,4 \pm 0,81)$ % відповідно. Під час гіпервентиляційної проби у хворих на цукровий діабет він дорівнював $(7,99 \pm 0,34)$ та $(7,91 \pm 0,29)$ % у правій та лівій середньомозковій артерії, у групі контролю — відповідно $(17,00 \pm 1,93)$ та $(16,30 \pm 0,95)$ % ($p < 0,05$).

Висновки. За допомогою доплерівського дослідження середньомозкової артерії головного мозку ми виявили зниження швидкості церебрального кровоплину та погіршення цереброваскулярної реактивності у хворих на цукровий діабет 2 типу, що може бути одним із чинників ризику розвитку хронічних та гострих порушень мозкового кровообігу у таких хворих.

Ключові слова: цукровий діабет 2 типу, коефіцієнт цереброваскулярної реактивності, швидкість кровоплину в середньомозковій артерії, функціональні проби.

Стаття надійшла до редакції 20 грудня 2012 р.

Саєнко Яна Андріївна, мол. наук. співр.
04114, м. Київ, вул. Вишгородська, 69. Тел. (44) 431-02-07

Захворюваність на цукровий діабет (ЦД) нині швидко зростає. У загальній структурі на частку ЦД 2 типу припадає майже 90–95 %, що дало підстави експертам ВООЗ визначити це захворювання як епідемію. Погіршує ситуацію також те, що фактична поширеність його в 2–3 рази перевищує зареєстровану [2, 3, 11, 18].

За даними Міжнародної федерації діабету, 2011 року кількість хворих на ЦД у світі досягла рекордної цифри — 366 мільйонів, а в 2030 р. становитиме 552 мільйони. Не менш актуальна проблема ЦД й в Україні, де, за офіційними статистичними даними, нараховується майже 1,2 мільйона хворих [9, 11].

Основними причинами смертності, яка в 2–3 рази перевищує таку в загальній популяції, та ранньої інвалідизації хворих на ЦД 2 типу є серцево-судинні й цереброваскулярні захворювання (ЦВЗ). Майже у 80 % хворих виявляють артеріальну гіпертензію (АГ), що у кілька разів підвищує ризик виникнення гострого інфаркту та мозкового інсульту [4, 8, 10].

ЦД є важливим незалежним чинником ризику виникнення ЦВЗ, а саме гострих та хронічних порушень мозкового кровообігу, транзиторних ішемічних атак, судинної деменції [13–15].

За даними МОЗ, в Україні за рік реєструють майже 110 тисяч мозкових інсультів, з яких близько 40 тисяч закінчуються летально. На жаль, за рівнем смертності внаслідок інсульту Україна посідає перше місце в Європі. Окрім цього, інсульт — на першому місці серед причин стійкої втрати працездатності [1, 4]. Майже 80 % нових випадків інсульту можна уникнути, якщо надавати належної уваги профілактичним заходам та освітній роботі серед населення.

Разом із цим механізми розвитку ЦВЗ у хворих на ЦД вивчено недостатньо. На нашу думку, одним із можливих патогенетичних чинників розвитку ЦВЗ у таких хворих може бути порушення цереброваскулярної реактивності, що характеризується змінами мозкового кровоплину у відповідь на функціональні стимули.

Мета роботи — дослідити показники цереброваскулярної реактивності у хворих на цукровий діабет 2 типу порівняно зі здоровими, за даними вазоконстрикторної та вазодилаторних функціональних проб.

Матеріали і методи

Обстежено 53 хворих на ЦД 2 типу: 16 (30,2 %) чоловіків та 37 (69,8 %) жінок. Середній вік — $(55,4 \pm 1,1)$ року. Групу контролю становили 50 осіб, порівнюваних за віком та статтю, без ЦД і клінічних ознак ЦВЗ. У 5 (9,4 %) хворих на ЦД 2 типу контролювали глікемію без цукрознижувальної терапії, з дотриманням раціонального харчування

та фізичними навантаженнями; 28 (52,8 %) пацієнтів отримували пероральні цукрознижувальні препарати, 20 (37,7 %) — інсулінотерапію. Середня тривалість ЦД становила $(9,1 \pm 0,9)$ року. Середній рівень глікозильованого гемоглобіну сягав $(9,2 \pm 0,3)$ %, загального холестерину — $(5,4 \pm 0,2)$ ммоль/л, артеріальний систолічний та діастолічний тиск удень дорівнював $(136,5 \pm 2,5/86,8 \pm 1,6)$ мм рт. ст. відповідно. Дані представлено як похибка середнього \pm середнє відхилення.

За даними клінічного обстеження та біохімічних досліджень, у 20 (37,7 %) хворих на ЦД 2 типу встановлено діабетичну ретинопатію, у 28 (52,8 %) — нефропатію I–V стадії (за класифікацією Могенсена), у 53 (100 %) — діабетичну мікроангіопатію нижніх кінцівок, у 30 (56,6 %) — діабетичну макроангіопатію нижніх кінцівок 1-ї та 2-ї стадій, у 50 (94,3 %) — периферичну невропатію. Гіпертонічну хворобу виявлено у 24 (45,3 %) пацієнтів.

Критеріями неуведення в дослідження вважали порушення мозкового кровообігу, інфаркт міокарда, природжені вади серця, клапанні вади серця, новоутворення у головному мозку та його оболонках, аномалії розвитку судин, природжені захворювання судин (фібромаскулярна дисплазія), хвороби крові (еритремія, лейкози), хронічні обструктивні захворювання легень.

У день обстеження хворі не пили напоїв, що містять кофеїн (кава, чай), не приймали α - та β -адреноблокатори, трициклічні антидепресанти, щоб запобігти впливу цих засобів на цереброваскулярну реактивність. Також цього дня пацієнтам не рекомендували курити.

За даними доплерографії, у хворих на ЦД 2 типу та осіб з групи контролю не виявлено гемодинамічно значущих стенозів екстракраніальних судин головного мозку.

Середню за часом пікову систолічну швидкість кровоплину в середньомозкових артеріях визначали за методом транскраніальної доплерографії на ультразвуковому сканері Elegra Siemens (Німеччина) в режимі автоматичної оцінки параметрів кровоплину за допомогою лінійного датчика з частотою 7,5 МГц і транскраніального датчика з частотою 2,5 МГц транстемпоральним доступом. Кровообіг досліджували до та одразу після закінчення функціонального тесту в положенні пацієнта лежачи (голова повернута в бік, протилежний сторони дослідження).

Стан реактивності у відповідь на весь діапазон функціональних стимулів розраховували за формулою:

$$K = \frac{V_1 - V_0}{V_0} \cdot 100 \%,$$

де V_0 — фонові середня за часом швидкість кровоплину в середній мозковій артерії; V_1 — середня за часом швидкість кровоплину в середній мозковій артерії після навантажувального тесту; K — ко-

ефіцієнт цереброваскулярної реактивності, виражений у відсотках [5, 6].

Для вивчення стану цереброваскулярної реактивності проводили функціональні проби, які відрізняються між собою за механізмом регуляторного впливу [5, 6, 12, 17]:

- Гіперкапнічна проба (Breath-Holding) полягає в затримці дихання на 30–40 с, що зумовлює розширення артеріолярного русла і збільшення швидкості кровоплину в судинах великого діаметра за рахунок підвищення рівня ендogenous CO₂.

- Під час холодової проби кубики льоду прикладали на 5 с на ділянку сонних артерій, що супроводжувалося розширенням артеріального русла і збільшенням швидкості кровоплину.

- Ортостатична проба. Зміна положення тіла з горизонтального на вертикальне супроводжується рефлексорним зниженням артеріального тиску й активізацією міогенного механізму авторегуляції та дилатацією церебральних артерій.

- Також проводили пробу з двостороннім стисканням і розтисканням кисті протягом 5 хв (Grip-test), за якої підвищується потреба головного мозку в кисні, за рахунок чого розширюються церебральні артерії і збільшується швидкість кровоплину.

- Гіпервентиляційна проба полягала у виконанні форсованих дихальних рухів протягом 1 хв, унаслідок чого виникали тканинний алкалоз, вазоконстрикторна реакція, переважно на артеріолярному рівні, і як наслідок — зниження швидкості кровоплину в інтракраніальних судинах великого діаметра.

Статистичний аналіз даних проводили за допомогою програми Microsoft Excel із використанням t-критерію Стьюдента та визначенням показника вірогідності різниці (p). Різницю вважали статистично значущою за $p < 0,05$.

Результати та обговорення

За даними дослідження, у хворих на ЦД 2 типу середня швидкість кровоплину в правій і лівій середньомозкових артеріях (СМА) становила $(105,37 \pm 0,73)$ та $(104,95 \pm 0,72)$ см/с відповідно і була вірогідно нижчою від такої в групі контролю: $(117,37 \pm 2,02)$ у правій і $(118,04 \pm 2,01)$ см/с у лівій СМА ($p < 0,05$). Це свідчить про зниження фонові швидкості мозкового кровоплину у хворих на ЦД 2 типу. Гемодинамічно значущих стенозів (понад 30 % звуження просвіту артерій) та істотної асиметрії кровоплину в обох групах не виявлено.

Після функціональних проб ми спостерігали різні зміни швидкості кровоплину в магістральних судинах у контрольній групі та у хворих на ЦД 2 типу (табл. 1).

Отже, після таких вазодилататорних проб, як гіперкапнічна, холодова, з двостороннім стисканням і розтисканням кисті (Grip-test) та ортостатична, спостерігали вірогідне збільшення швидкості кровоплину відносно фонових показників у хворих на ЦД 2 типу, однак ці зміни були вірогідно менші, ніж у групі контролю. Водночас під час вазоконстрикторної гіпервентиляційної проби вірогідно знизилася швидкість кровоплину відносно фонові показника у хворих на ЦД, що вірогідно не відрізняється від таких змін у групі контролю.

Для детальнішої характеристики змін церебрального кровоплину ми використали коефіцієнт цереброваскулярної реактивності (КЦВР). У хворих на ЦД 2 типу під час гіперкапнічної проби з двостороннім стисканням і розтисканням кисті, а також під час холодової проби КЦВР як у правій, так і лівій СМА був вірогідно нижчим, ніж у контрольній групі (табл. 2). Окрім цього, вірогідне зниження його спостерігали у хворих на ЦД 2 типу порівняно з кон-

Т а б л и ц я 1

Швидкість кровоплину в середньомозковій артерії до та після функціональних проб

Проба	СМА	Основна група	Контрольна група
Фоновий показник, см/с	Права	$105,37 \pm 0,73^*$	$117,37 \pm 2,02$
	Ліва	$104,95 \pm 0,72^*$	$118,04 \pm 2,01$
Гіперкапнічна проба, мм/с	Права	$112,80 \pm 0,78^{***}$	$145,70 \pm 3,32^{**}$
	Ліва	$112,57 \pm 0,82^{***}$	$144,82 \pm 3,25^{**}$
Холодова проба, мм/с	Права	$116,12 \pm 1,05^{***}$	$144,09 \pm 2,67^{**}$
	Ліва	$116,16 \pm 1,01^{***}$	$142,69 \pm 2,70^{**}$
Ортостатична проба, мм/с	Права	$110,56 \pm 0,86^{***}$	$127,18 \pm 2,28^{**}$
	Ліва	$110,38 \pm 0,98^{***}$	$127,10 \pm 2,34^{\#}$
Проба з двостороннім стисканням і розтисканням кисті, мм/с	Права	$109,35 \pm 0,53^{***}$	$129,10 \pm 2,35^{**}$
	Ліва	$109,11 \pm 0,58^{***}$	$128,55 \pm 2,44^{\#}$
Гіпервентиляційна проба, мм/с	Права	$96,77 \pm 0,49^{\#}$	$97,37 \pm 2,20^{\#}$
	Ліва	$96,77 \pm 0,54^{\#}$	$98,64 \pm 1,19^{\#}$

Різниця щодо контрольної групи статистично значуща: * $p < 0,01$.

Різниця щодо фонові показника до проведення проби статистично значуща: $^{\#} p < 0,05$; $^{**} p < 0,01$.

Т а б л и ц я 2

КЦВР у СМА під час функціональних проб

Проба	СМА	Основна група	Контрольна група
Гіперкапічна проба, %	Права	7,13 ± 0,55**	23,91 ± 1,41
	Ліва	7,37 ± 0,76**	22,39 ± 1,23
Холодова проба, %	Права	10,27 ± 0,85**	22,99 ± 1,29
	Ліва	10,87 ± 1,16**	21,00 ± 1,17
Ортостатична проба, %	Права	4,19 ± 0,79*	7,77 ± 0,56
	Ліва	4,84 ± 0,84	7,12 ± 0,60
Проба з двостороннім стисканням і розтисканням кисті, %	Права	3,83 ± 0,39**	9,53 ± 0,97
	Ліва	3,64 ± 0,37**	8,4 ± 0,81
Гіпервентиляційна проба, %	Права	7,99 ± 0,34**	17,00 ± 1,93
	Ліва	7,91 ± 0,29**	16,30 ± 0,95

Різниця щодо контрольної групи статистично значуща: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

трольною групою під час вазоконстрикторної гіпервентиляційної проби. Показники цереброваскулярної реактивності під час виконання ортостатичної проби вірогідно відрізнялися від таких у контролі лише в правій середньомозковій артерії.

Таким чином, за даними доплерівського дослідження ми виявили зниження швидкості церебрального кровоплину в середньомозковій артерії головного мозку хворих на ЦД 2 типу порівняно зі здоровими до та після функціональних навантажувальних тестів, які відрізняються між собою за механізмом регуляторного впливу на судини головного мозку та меншою величиною коефіцієнта цереброваскулярної реактивності під час як вазоконстрикторної, так і вазодилаторної проб. Все це може свідчити про виснаження цереброваскулярних резервів і зрив механізмів ауторегуляції, а також про розвиток хронічної недостатності церебрального кровоплину у хворих на ЦД 2 типу [7, 12, 16]. Деякі автори пояснюють такі зміни розвитком пізніх судинних ускладнень, а саме мікрота макроангіопатій [3, 7, 14]. Характерним для діабетичних ангіопатій є зниження швидкісних по-

казників та підвищення індексів периферичного опору в дистальних відділах магістральних артеріальних судин [7]. На нашу думку, нині недостатньо уваги приділяють дослідженню цереброваскулярної реактивності у хворих на ЦД 2 типу [10, 14]. Погіршення цереброваскулярної реактивності може бути одним із чинників ризику розвитку хронічних та гострих порушень мозкового кровообігу у хворих на ЦД 2 типу.

Висновки

У хворих на цукровий діабет 2 типу знижується середня за часом пікова систолічна швидкість кровоплину в середньомозкових артеріях порівняно зі здоровими.

У хворих на цукровий діабет 2 типу порівняно зі здоровими коефіцієнт цереброваскулярної реактивності був вірогідно нижчим, про що свідчать результати вазодилаторних проб: гіперкапічної, холодової, з двостороннім стисканням і розтисканням кисті та холодової, а також вазоконстрикторної гіпервентиляційної (усі $p < 0,01$).

Література

1. Волошин П.В., Міщенко Т.С., Лекомцева Є.В. Аналіз поширеності та захворюваності на нервові хвороби в Україні // *Міжнарод. неврол. журн.*— 2006.— № 3.— С. 9—15.
2. Всемирное руководство по сахарному диабету 2-го типа // *Укр. мед. вісн.*— 2011.— № 4.— С. 51.
3. Дедов И.И., Мельниченко Г.А. Сахарный диабет. Эндокринология: национальное руководство.— М.: Гэотар-Медиа, 2009.— С. 373—385.
4. Зозуля І.С. Епідеміологія цереброваскулярних захворювань в Україні // *Укр. мед. часопис.*— 2011.— № 5 (85).— С. 48—54.
5. Лелюк В.Г., Лелюк С.Э. Методика ультразвукового исследования сосудистой системы: технология сканирования, нормативные показатели: метод. пособие.— М., 2002.— 39 с.
6. Лелюк В.Г., Лелюк С.Э. Основы клинической интерпретации данных ультразвуковых ангиологических исследований: метод. пособие.— М., 2005.— 40 с.
7. Маньковський Б. М. Інсульти у хворих на цукровий діабет // *Судинні захворювання головного мозку.*— 2006.— № 3.— С. 33—36.
8. Мищенко Т.С., Перцева Т.С. Сахарный диабет и хронические нарушения мозгового кровообращения // *Міжнарод. неврол. журн.*— 2009.— № 3 (25).— С. 57—66.
9. Тронько М.Д., Чернобров А.Д. Основні показники діяльності ендокринологічної служби України за 2011 рік.— К., 2012.— 33 с.
10. Guidelines for diabetes care. A desktop guide to type 2 diabetes mellitus // *European Diabetes Policy Group.*— 2010.
11. IDF diabetes atlas.— 4th ed.— Brussels, Belgium.— 2009.— 101 p.
12. Kaplar M., Paragh G., Erdei A. et al. Changes in cerebral blood

- flow detected by SPECT in type 1 and type 2 diabetic patients // J. Nuclear Medicine.— 2009.— Vol. 50, N 12.— P. 1993—1998.
13. Management of hyperglycemia in type 2 diabetes: a consensus algorithm for the adjustment of therapy // Diabetes Care.— 2006.— Vol. 29.— P. 1963—1972.
 14. Mankovsky B. Stroke prevention in patients with diabetes mellitus // Diabetes.— 2010.— Vol. 2, N 1.
 15. Poretzky L. Principles of diabetes mellitus.— New York: Springer, 2010.— P. 3—14.
 16. Silvestrelli G., Lanari A., Paciaroni M. et al. Prevalence of stroke subtypes in patients with diabetes mellitus // Cerebrovasc. Dis.— 2005.— Vol. 19 (suppl. 2).— P. 67.
 17. Tantucci C., Bottini P., Fiorani C. et al. Cerebrovascular reactivity and hypercapnic respiratory drive in diabetic autonomic neuropathy // J. Appl. Physiology.— 2001.— Vol. 90.— P. 889—896.
 18. Zimmet P., Alberti K.G. Global and societal implications of the diabetes epidemic // J. Shaw Nature.— 2001.— Vol. 414, N 6865.— P. 782—787.

Цереброваскулярная реактивность у больных сахарным диабетом 2 типа

Я.А. Саенко, А.В. Коваленко, Б.М. Маньковский

Цель работы — исследовать показатели цереброваскулярной реактивности у больных сахарным диабетом 2 типа по сравнению со здоровыми, по данным вазоконстрикторной и вазодилаторных функциональных проб.

Материалы и методы. Обследовано 53 больных сахарным диабетом 2 типа и 50 соответствующих по возрасту и полу больных сахарного диабета и клинических признаков цереброваскулярной патологии человек, составивших группу контроля. Показатели церебральной гемодинамики в среднемозговой артерии изучали методом транскраниальной доплерографии, что позволило исследовать линейные параметры кровотока и оценить функции центральных механизмов регуляции на приборе Elegra Siemens (США). Для определения цереброваскулярной реактивности использовали функциональные пробы: гиперкапническую, холодовую, ортостатическую, пробу с двусторонним сжатием и разжатием кисти, гипервентиляционную.

Результаты и обсуждение. Исследование показало, что у больных сахарным диабетом 2 типа средняя скорость кровотока в правой и левой среднемозговых артериях составила $(105,37 \pm 0,73)$ и $(104,95 \pm 0,72)$ см/с, то есть была достоверно ниже показателей группы контроля — соответственно $(117,37 \pm 2,02)$ и $(118,04 \pm 2,01)$ см/с ($p < 0,05$). При проведении функциональных проб скорость кровотока в среднемозговой артерии больных сахарным диабетом 2 типа составляла: гиперкапнической — $(112,80 \pm 0,78)$ см/с в правой и $(112,57 \pm 0,82)$ см/с в левой, в группе контроля — соответственно $(145,70 \pm 3,32)$ и $(144,82 \pm 3,25)$ см/с; холодовой — соответственно $(116,12 \pm 1,05)$ и $(116,16 \pm 1,01)$ см/с у больных сахарным диабетом и $(144,09 \pm 2,67)$ и $(142,69 \pm 2,70)$ см/с соответственно в группе контроля; ортостатической — соответственно $(110,56 \pm 0,86)$ и $(110,38 \pm 0,98)$ см/с у больных сахарным диабетом, в группе контроля — соответственно $(127,18 \pm 2,28)$ и $(127,10 \pm 2,34)$ см/с; пробы с двусторонним сжатием и разжатием кисти — в правой среднемозговой артерии больных сахарным диабетом — $(109,35 \pm 0,53)$ см/с, в левой — $(109,11 \pm 0,58)$ см/с, в группе контроля — $(129,10 \pm 2,35)$ и $(128,55 \pm 2,44)$ см/с соответственно; гипервентиляционной — соответственно $(96,77 \pm 0,49)$ и $(96,77 \pm 0,54)$ см/с у больных сахарным диабетом, в группе контроля — соответственно $(97,37 \pm 2,20)$ и $(98,64 \pm 1,19)$ см/с. Эти показатели свидетельствуют о снижении фоновой скорости кровотока в головном мозге больных сахарным диабетом 2 типа. Для более детальной характеристики изменений церебрального кровотока использовали коэффициент цереброваскулярной реактивности.

При гиперкапнической пробе в правой среднемозговой артерии больных сахарным диабетом он составлял $(7,13 \pm 0,55)$ %, в левой — $(7,37 \pm 0,76)$ %, в группе контроля — $(23,91 \pm 1,41)$ и $(22,39 \pm 1,23)$ % соответственно. При холодовой пробе коэффициент цереброваскулярной реактивности в правой и левой среднемозговых артериях больных сахарным диабетом 2 типа был $(10,27 \pm 0,85)$ и $(10,87 \pm 1,16)$ %, в группе контроля — $(22,99 \pm 1,29)$ и $(21,00 \pm 1,17)$ % соответственно. При ортостатической пробе этот показатель в правой и левой среднемозговых артериях больных сахарным диабетом составил $(4,19 \pm 0,79)$ и $(4,84 \pm 0,84)$ %, в группе контроля — соответственно $(7,77 \pm 0,56)$ и $(7,12 \pm 0,60)$ %. Во время пробы с двусторонним сжатием и разжатием кисти у больных сахарным диабетом коэффициент цереброваскулярной реактивности в правой среднемозговой артерии равнялся $(3,83 \pm 0,39)$ %, в левой — $(3,64 \pm 0,37)$ %, в группе контроля — $(9,53 \pm 0,97)$ и $(8,4 \pm 0,81)$ % соответственно. При гипервентиляционной пробе у больных сахарным диабетом он составил $(7,99 \pm 0,34)$ и $(7,91 \pm 0,29)$ % в правой и левой среднемозговой артерии, в группе контроля — соответственно $(17,00 \pm 1,93)$ и $(16,30 \pm 0,95)$ % ($p < 0,05$).

Выводы. С помощью доплеровского исследования среднемозговой артерии головного мозга мы выявили снижение скорости церебрального кровотока и ухудшение цереброваскулярной реактивности у больных сахарным диабетом 2 типа, что может быть одним из факторов риска развития хронических и острых нарушений мозгового кровообращения у таких больных.

Ключевые слова: сахарный диабет 2 типа, коэффициент цереброваскулярной реактивности, скорость кровотока в среднемозговой артерии, функциональные пробы.

Cerebrovascular reactivity in patients with type 2 diabetes mellitus

Ya.A. Sayenko, A.V. Kovalenko, B.M. Mankovskyi

The purpose – to examine cerebrovascular reactivity in patients with type 2 diabetes as a potential risk factor for acute and chronic disorders of cerebral circulation by using transcranial Doppler sonography.

Materials and methods. A total of 53 patients with type 2 diabetes and 50 age and gender matched persons without diabetes and clinical signs of cerebrovascular pathology forming the control group were examined. Cerebral hemodynamics in the medium cerebral artery was studied using transcranial Doppler sonography, which allowed to investigate the linear blood flow parameters and to evaluate the functions of the central mechanisms of regulation on the instrument Elegra Siemens (USA). The following functional tests were used to determine cerebrovascular reactivity: hypercapnic, cold, orthostatic, the test with bilateral compression and decompression of hand, hyperventilation.

Results and discussion. The study showed that patients with type 2 diabetes had mean blood flow velocity of (105.37 ± 0.73) and (104.95 ± 0.72) cm/s in the right and left middle cerebral arteries, which was significantly lower than the indicators in the control group (117.37 ± 2.02) and (118.04 ± 2.01) cm/s, respectively, ($p < 0.05$). During the functional tests the blood flow velocity in the medium cerebral artery of patients with type 2 diabetes was as follows: hypercapnic – (112.80 ± 0.78) cm in the right and (112.57 ± 0.82) cm/s in the left, in the control group – (145.70 ± 3.32) and (144.82 ± 3.25) cm/s, respectively; cold – (116.12 ± 1.05) and (116.16 ± 1.01) cm/s, respectively, in patients with diabetes mellitus and (144.09 ± 2.67) and (142.69 ± 2.70) cm/s, respectively, in the control group; orthostatic – (110.56 ± 0.86) and (110.38 ± 0.98) cm/s, respectively, in diabetic patients, in the control group – (127.18 ± 2.28) and (127.10 ± 2.34) cm/s, respectively; tests with bilateral compression and decompression of hand – (109.35 ± 0.53) cm/s in the right and (109.11 ± 0.58) cm/s in the left middle cerebral arteries of diabetic patients, in the control group – (129.10 ± 2.35) and (128.55 ± 2.44) cm/s, respectively; hyperventilation – (96.77 ± 0.49) and (96.77 ± 0.54) cm/s, respectively, in patients with diabetes, in the control group – (97.37 ± 2.20) and (98.64 ± 1.19) cm/s, respectively. These figures show a decrease in the background blood flow in the brain of patients with type 2 diabetes. Cerebrovascular reactivity coefficient was used for a more detailed description of changes in the cerebral blood flow.

During the hypercapnic test, it was (7.13 ± 0.55) % in the right and (7.37 ± 0.76) % in the left middle cerebral arteries of diabetic patients, in the control group it was (23.91 ± 1.41) and (22.39 ± 1.23) %, respectively. During the cold test, the coefficient of cerebrovascular reactivity in the right and left middle cerebral arteries of patients with type 2 diabetes was (10.27 ± 0.85) and (10.87 ± 1.16) %, in the control group it was (22.99 ± 1.29) and (21.00 ± 1.17) %, respectively. During the orthostatic test, this indicator in the right and left middle cerebral arteries of diabetic patients was (4.19 ± 0.79) and (4.84 ± 0.84) %, in the control group it was (7.77 ± 0.56) and (7.12 ± 0.60) %, respectively. During the test with bilateral compression and decompression of hand in diabetic patients, the coefficient of cerebrovascular reactivity was (3.83 ± 0.39) % in the right and (3.64 ± 0.37) % in the left middle cerebral arteries, in the control group it was (9.53 ± 0.97) and (8.4 ± 0.81) %, respectively. During the hyperventilation test in diabetic patients it was (7.99 ± 0.34) and (7.91 ± 0.29) % in the right and left middle cerebral arteries, in the control group it was (17.00 ± 1.93) and (16.30 ± 0.95) %, respectively ($p < 0.05$).

Conclusions. Doppler study of middle cerebral artery was used to detect the reduction of rate of cerebral blood flow and the deterioration of cerebrovascular reactivity in patients with type 2 diabetes, which can be one of the risk factors for chronic and acute cerebrovascular events in these patients.

Key words: type 2 diabetes mellitus, coefficient of cerebrovascular reactivity, velocity of flow in the middle cerebral artery, functional tests.