

О.А. Панченко, С.М.Радченко

## Психофізіологічний аналіз ефективності церебральної гемодинаміки за допомогою доплерографічної та реоенцефалографічної візуалізації

*Авторами розроблено інтегральний діагностичний тест у вигляді моделі для психофізіологічної оцінки і прогнозування ефективності церебральної гемодинаміки у випробовуваних, який включає в себе реєстрацію швидкості кровотоку в загальній сонній артерії та рівень психопатизації.*

*Ключові слова: церебральна гемодинаміка, доплерографія, реоенцефалографія, модель психофізіологічної оцінки церебральної гемодинаміки, прогнозування церебральної гемодинаміки.*

В умовах збільшення психоемоційних навантажень на людину продовжує зростати абсолютна кількість судинних «катастроф» головного мозку [1]. За останні 10 років поширеність зазначеної патології збільшилася вдвічі. Нині в Україні зареєстровано 3 млн. хворих із цереброваскулярними розладами. У зв'язку з цим рання діагностика судинних змін головного мозку є пріоритетною та актуальною науковою проблемою [9, 14].

Активация фізіологічних функцій, які забезпечують емоційне напруження людини, може бути невідповідною діяльності, що виконується, і це сприяє розвитку психоемоційних напружень [12]. Встановлено, що психоемоційне навантаження змінює церебральну гемодинаміку [2, 5, 8], що в свою чергу, формує стійкі порушення тону та реактивності судин, розташованих не тільки в ділянках підвищеної функціональної активності головного мозку, але і за їх межами, що є базою для трансформації функціональних розладів мозкового кровообігу в захворювання судинної системи [7, 13]. Але судинно-мозкова реактивність головного мозку може сформувати ефек-

тивну церебральну гемодинаміку, що дасть можливість оптимізувати кровообіг відповідно до нових умов. Тому надзвичайно важливим є вивчення взаємодії гемодинамічних параметрів церебрального кровообігу і психологічних показників, що відображає формування певного психофізіологічного стану [10, 11].

Мета нашої роботи – розробити модель психофізіологічної оцінки і прогнозування ефективності церебральної гемодинаміки.

### МЕТОДИКА

Обстежено 200 осіб віком від 34 до 46 років, з яких 150 (50 жінок і 100 – чоловіків) перебували на обліку у Державному закладі «Науково-практичний, медичний реабілітаційно-діагностичний центр МОЗ України» і 50 практично здорових осіб (24 – чоловіки і 26 – жінок) – студентів Краматорського економіко-гуманітарного інституту. Всього проведено 1460 експериментів, із яких у 562 брали участь жінки, а у 898 – чоловіки. Всі обстежені були поділені на три групи. У I (контрольну) групу увійшли 50 осіб віком від 30 до 42 років, у

яких стан судинної системи був у межах клінічної норми, в II – 70 осіб віком від 34 до 46 років з дисциркуляторною гіпертонічною енцефалопатією (ДЕ) 2-го ступеня, а у III групу – 80 осіб віком від 34 до 46 років з ознаками ДЕ 3-го ступеня (за клінічним діагнозом, відомим із медичної документації). Надалі II і III групи були об'єднані в одну, оскільки не мали значущих різниць.

Обстеження проводили за допомогою діагностичного автоматизованого комплексу «Кардіо +» (НВО «Метекол», м. Чернігів, Україна, 2004) у положенні хворого «лежачи на спині» після 15-хвилинного відпочинку для стабілізації показників гемодинаміки. При дослідженні гемодинаміки півкуль головного мозку застосовували лобно-соскоподібне розташування електродів [12]. Реоенцефалограму реєстрували одночасно з двох півкуль. При кількісному її аналізі враховували основні реографічні показники: частоту серцевих скорочень (ЧСС), амплітуду систолічної хвилі, амплітуду інцизури тощо [12].

Дослідження церебральної гемодинаміки та магістральних судин ший проводили з використанням програмно-апаратного комплексу “Sonomed – 300”, призначеного для реєстрації, збереження й аналізу доплерограм. Допплерографію робили в дуплексному режимі: екстракраніально досліджували загальну сонну (ЗСА) і хребетну артерії (ХА), інтракраніальним ангіоскануванням – надблокову (НБА) і передньомозкову (ПМА) артерії [1]. Вимір показників кровотоку в ХА, ПМА виконували за допомогою секторного датчика з магістральною частотою 2,0 МГц, НБА – з частотою датчика 8,0 МГц, ЗСА – 4,0 МГц. Для кількісної оцінки кровотоку в артеріях визначали максимальну і мінімальну швидкість кровотоку, інші показники, що розраховувалися за значеннями безпосередньо вимірюваних параметрів доплерограм. Статистичну обробку резуль-

татів проводили у пакеті програм «MedStat» [6].

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Було проаналізовано ступінь впливу показників психологічного стану на ефективність церебральної гемодинаміки обстежених осіб і побудовано модель їх класифікації у дві групи: норма (контрольна група) і судинні зміни (II і III група).

Як факторні ознаки при побудові вихідної моделі були використані максимальна і мінімальна швидкість кровотоку по ХА; мінімальна швидкість кровотоку по ЗСА і ПМА, середня швидкість кровотоку по ЗСА, ХА, ПМА, пульсаторний індекс по ЗСА, ХА, НБА, систоло-діастолічний індекс по ХА, індекс резистентності по ХА, НБА і ПМА тощо.

При проведенні аналізу як оцінку стану церебральної гемодинаміки (результативна ознака) прогнозувалася величина  $Y$ . Якщо значення результативної ознаки дорівнює нулю ( $Y=0$ ), пацієнта слід зараховувати до групи контролю, якщо  $Y=1$  – до групи осіб з порушеннями церебральної гемодинаміки. Для перевірки якості діагностування порушень церебральної гемодинаміки моделлю всі випадки за допомогою генератора випадкових чисел були розділені на 3 множини: навчальну (138), контрольну (21) і тестову (41).

На першому етапі дослідження була побудована модель діагностування порушень церебральної гемодинаміки на основі усіх параметрів, що вивчалися (всього 63 ознаки). Після цього провели оптимізацію порога прийняття-відкидання з використанням ROC – процедури (пакет програм «MedStat»), при якій було отримане значення  $Y_{crit.} = 0,44$ . Коли в результаті розрахунків у рамках побудованої моделі значення перевищувало вказаний поріг ( $Y > 0,44$ ), пацієнта зараховували до групи з порушеннями церебральної гемодинаміки, у проти-

лежному випадку – до групи осіб з нормальним функціонуванням системи кровопостачання головного мозку. Чутливість моделі на навчальній множині становила 74,3 % (вірогідний інтервал – ВІ – 58,1 – 87,6 %), специфічність – 78,6 % (ВІ – 70,1 – 86,1 %).

Для виявлення показників психологічного стану, найбільшою мірою пов'язаних із судинними змінами ефективності церебральної гемодинаміки, був проведений відбір найбільш значимих ознак. Було відібрано 2 ознаки: рівень психопатизації і максимальна швидкість кровотоку по лівій/правій ЗСА. За цими показниками було побудовано модель класифікації, після вивчення якої провели оптимізацію порога прийняття-відкидання і отримали значення  $Y_{crit.} = 0,809$ . Отже, коли в результаті розрахунків у рамках побудованої моделі значення  $Y$  перевищувало  $Y_{crit.}$  ( $Y > 0,809$ ), діагностувалися судинні порушення церебральної гемодинаміки, у протилежному випадку – норма. Отримана модель описується рівнянням 1:

$$Y = -0,01354X_8 + 0,00584 \cdot X_{36} + 1,359, \quad (1)$$

де  $X_2$ ,  $X_8$  – вихідні параметри моделі (рівень психопатизації і максимальна швидкість кровотоку по ЗСА (загальній сонній артерії) (ліва/права)).

Чутливість моделі на навчальній множині становила 74,3 % (ВІ – 58,1 – 87,6 %), специфічність – 74,8 % (ВІ – 65,8 – 82,7 %). Чутливість і специфічність на навчальній і тестовій множині статистично значуще не відрізняються ( $P=0,68$  і  $P=0,93$  відповідно при порівнянні за критерієм  $\chi^2$ ), що свід-

чить про її адекватність. При цьому зменшення кількості прогнозуючих ознак від 63 до 2 не призвело до зниження якості прогнозування ( $P > 0,7$ ), що вказує на інформативність відібраних перемінних. Для виявлення діагностичної значущості впливу обраних факторних ознак була побудована логістична регресійна модель ( $P < 0,001$  за критерієм  $\chi^2$ ). Результати аналізу цієї моделі приведені в таблиці.

При аналізі зв'язку показників церебральної гемодинаміки з результатами психологічного тестування з'ясувалося, що збільшення показника «емоціональна стійкість» пов'язується зі зменшенням ( $P < 0,05$ ) шансу віднесення до групи з судинними змінами (на кожну одиницю збільшення емоційної стійкості відношення шансів (ВШ) = 0,82 (ВІ – 0,71 – 0,94), а підвищення рівня психопатизації пов'язується зі збільшенням ( $P < 0,05$ ) шансу віднесення до групи з судинними змінами: на кожну одиницю збільшення значення ВШ = 0,90 (ВІ – 0,86 – 0,95), відповідно.

Таким чином, з аналізу побудованої моделі класифікації і результатів логістичної регресійної моделі випливає, що збільшення рівня психопатизації пов'язується зі зменшенням ( $P < 0,05$ ) шансу віднесення до групи осіб із судинними порушеннями (на кожну одиницю збільшення рівня психопатизації ВШ = 0,92 (ВІ – 0,87 – 0,97), для максимальної швидкості кровотоку по лівій/правій ЗСА (загальній сонній артерії) – навпаки, збільшення його значення пов'язується зі збільшенням ( $P < 0,05$ ) шансу віднесення до групи з судинними порушеннями (на кожну одиницю збільшення швидкості

#### Аналіз діагностичної значущості факторних ознак при оцінці судинних змін (логістична регресійна модель)

Факторна ознака	Значення коефіцієнта прогнозування	Рівень значущості відмінності	Відношення шансів (95% вірогідний інтервал)
Рівень психопатизації	-0,088	0,001	0,92 (0,87–0,97)
Максимальна швидкість кровотоку по лівій/правій загальній сонній артерії	0,118	<0,001	1,13 (1,07–1,19)

кровотоку по лівій/правій ЗСА (загальній сонній артерії)  $ВШ = 1,13$  ( $ВІ = 1,07 - 1,19$ ).

Вищенаведені залежності між психологічними показниками і доплерографічними параметрами церебральної гемодинаміки, зокрема, рівнем психопатизації і максимальною швидкістю кровотоку по лівій/правій ЗСА (загальній сонній артерії), більш наочно представлені на рисунку.

Як видно з рисунка, якщо у обстежених спостерігається збільшення максимальної швидкості кровотоку по лівій/правій ЗСА (загальній сонній артерії) і шкали психопатизації, то слід очікувати, що в них будуть формуватися певні судинні зміни і, навпаки, зниження цих показників дає нам змогу прогнозувати надалі формування судинних змін.

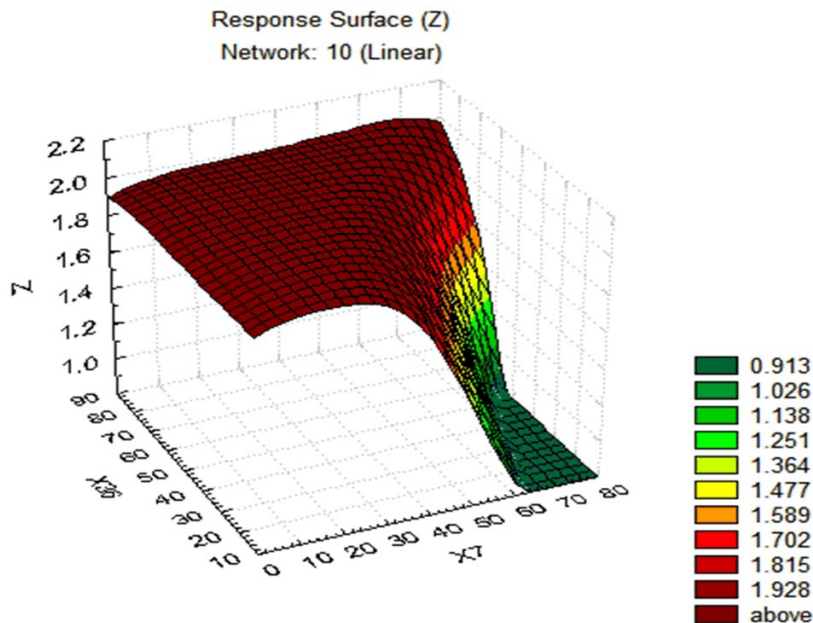
Таким чином, розроблено інтегральний діагностичний тест у вигляді моделі для психофізіологічної оцінки і прогнозування ефективності церебральної гемодинаміки у обстежуваних, який включає в себе реєстрацію швидкості кровотоку в ЗСА і рівень психопатизації. Операційні характеристики тесту становлять значення:  $Se = 74,3\%$  ( $95\%$

$ВІ = 58,1 - 87,6\%$ ),  $Sp = 74,8\%$  ( $95\%$   $ВІ = 65,8 - 82,7\%$ ), де  $Se$  – чутливість моделі,  $Sp$  – специфічність моделі, границя діагностичної норми має критичним значенням  $Y=0,809$ . Отже, зниження значення максимальної швидкості кровотоку по ЗСА нижче від критичного і підвищення рівня психопатизації буде свідчити про можливості формування судинних змін у цій ділянці. Побудована математична модель дає змогу діагностувати порушення церебральної гемодинаміки у осіб з різним психоемоційним станом.

О.А. Панченко, С.М.Радченко

### ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ С ПОМОЩЬЮ ДОПЛЕРОГРАФИЧЕСКОЙ И РЕОЕНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Авторами розробтан інтегральний діагностический тест в виде модели для психофизиологической оценки и прогнозирования эффективности церебральной гемодинамики у испытуемых, который включает в себя регист-



Залежності шкали психопатизації і показника максимальної швидкості кровообігу по лівій/правій загальній сонній артерії

рацию скорости кровотока в общей сонной артерии и уровень психопатизации.

Ключевые слова: церебральная гемодинамика, доплерография, реоэнцефалография, модель психофизиологической оценки церебральной гемодинамики, прогнозирование церебральной гемодинамики.

**O.A. Panchenko, S.M.Radchenko**

**PSYCHOPHYSIOLOGICAL ANALYSIS OF EFFICIENCY OF CEREBRAL HEMODYNAMICS WITH DOPPLEROGRAPHIC AND REOENCEPHALOGRAPHIC IMAGING**

The authors designed the integrated diagnostic test as a model for psychophysiological assessment and prediction of the effectiveness of cerebral hemodynamics in subjects. The test includes the recording of blood flow velocity in the CCA and the level of psychopathisation.

Key words: cerebral hemodynamics, doppler rheoencephalography, model of psychophysiological assessment of cerebral hemodynamics, prognosis of cerebral hemodynamics.

*Medical Rehabilitation Diagnostic Center of Ministry of Public Health of Ukraine,*

*Konstantynivka, Donetsk Region*

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Ахметов В.В., Леманев В.Л. Роль ультразвукового линейного доплера в оценке мозговой гемодинамики // Совр. методы ультразвук. диагностики заболеваний сердца, сосудов и внутр. органов: тез. докл. конф. – М., 1996. – С. 19-23.
2. Гурьянов В.Г., Остапенко В.И., Никитенко С.Н., Радченко С.М. Автоматизация анализа реографических исследований // Укр. журн. телемедицины та мед. телематики. – 2007. – 5, № 2. – С. 80.
3. Леонова А.Б. Психодиагностика функциональных состояний человека. – М.:Изд-во Моск. ун-та, 2004. – 200 с.
4. Лурия А.С. Основы нейропсихологии. – М.:

Academia, 2002. – 305 с.

5. Лях Ю.Е., Радченко С.М. Влияние стрессовых факторов на состояние сосудистого русла // Укр. мед. альманах. - 2005. – 8, №4. – С. 114-115.
6. Лях Ю.Е., Гурьянов В.Г., Хоменко В.Н., Панченко О.А. Основы компьютерной биостатистики. Анализ информации в биологии, медицине и фармации статистическим пакетом MedStat. – Донецк: Папакица Е.К., 2006. – 214 с.
7. Мельникова Т.С., Фарбер Л.А. Временные параметры простой двигательной реакции как показатель функционального состояния мозга человека // Физиология человека. – 2006. – 2, № 5. – С. 83-86.
8. Радченко С.М. Стигматизация сосудистых проблем на эмоционально стрессовые воздействия // Психол. технологии в экстрем. видах деятельности: материалы V междунар. научно-практ. конф. (Донецк, 28–29 мая 2009 г.) – Донецк, 2009. С. 424-425.
9. Радченко С.М. Сосудистые расстройства как нейрофизиологическая проблема // Реабилитация и абилитация человека. Интеграц.-информ. технологии: материалы III научн.-практ. конф. – Київ: КВІЦ, 2004. – С. 346-349.
10. Радченко С.М. Состояние церебральной гемодинамики у лиц с сосудистыми изменениями на раннем этапе по данным доплерографии // Вестник гигиены и эпидемиологии. – 2009. – 13, № 1. – С. 221-226.
11. Радченко С.М., Гур'янов В.Г. Реоенцефалографічна характеристика судинного русла у хворих на дисциркуляторну енцефалопатію // Нейронауки: теор. та клін. аспекти. – 2008. – 4, №2. – С. 67-69.
12. Ронкин М.А., Максименко И.М. О состоянии церебральных сосудов у здоровых людей // Педиатрия. – 2001. - № 11. – С. 83-86.
13. Panchenko O.A., Kut'ko I.I., Chumak T.E., Radchenko S.M. Organic mental disorders liquidators of consequences of failure on the Chernobyl power station // XIV World Congress of Psychiatry. Prague, Czech Republic ( 20–25 sept. 2008). – Suppl. 2. – P. 1369.
14. Radchenko S.M., Panchenko O.A., Liakh U.E. Influence of stressful factors on the condition vascular channel // XIV World Congress of Psychiatry. Prague, Czech Republic (20–25 sept. 2008). – Suppl. 2. – P. 1122.

*ДЗ «Наук.-практ. мед. реабілітаційно-діагност. центр МОЗ України»,  
м. Костянтинівка, Донецької обл.*

*Матеріал надійшов до  
редакції 06.12.2010*