



УДК 612.13+612.89

Зв'язки кровопостачання головного мозку студентів зі станом вегетативної нервової системи та факторами ризику

Л.Д. Коровіна, Т.М. Запорожець

Вищий державний навчальний заклад України «Українська медична стоматологічна академія», Полтава, Україна

Метою дослідження було визначення рівня кровопостачання головного мозку у студентів молодших курсів медичної академії та визначення його зв'язків зі станом вегетативної регуляції, поведінковими та аліментарними факторами. Проведено реоенцефалографічне дослідження стану вегетативної нервової системи та анкетування студентів молодших курсів медичної академії. У студентів зростання індексу маси тіла підвищувало імовірність погіршення кровопостачання головного мозку. Напруження механізмів адаптації супроводжувалося зменшенням реографічного індексу. Вище кровонаповнення судин головного мозку відповідало вищому відношенню «хвилинний об'єм крові / належний хвилинний об'єм крові», яке визначалося з урахуванням системного артеріального тиску. Фактором ризику зниження кровонаповнення є зниження різноманітності раціону, коли продукти різних груп включаються до раціону рідше, ніж двічі на тиждень, або взагалі виключаються з раціону. Збільшення стажу регулярного вживання алкоголю спричиняє зниження кровопостачання головного мозку та посилення асиметрії показників кровопостачання. Ефект алкоголю був суттєвим, незважаючи на молодий вік обстежених та низький рівень вживання алкоголю. Збільшення стажу та інтенсивності паління супроводжувалося погіршенням показників кровопостачання мозку. Студенти із кращим кровопостачанням мали кращу успішність навчання. Множинні кореляції показників кровопостачання з поведінковими факторами дозволяють стверджувати, що зменшення факторів ризику – контроль за масою тіла, забезпечення різноманіття та повноцінності раціону, обмеження вживання алкоголю навіть низьких доз, які на сьогодні вважаються безпечними, відмова від паління – все це дозволить поліпшити кровопостачання головного мозку.

Ключові слова: реоенцефалографія; вегетативний індекс; харчове різноманіття; алкоголь; маса тіла

Relations between blood supply of brain of students and condition of autonomic nervous system and risk factors

L.D. Korovina, T.M. Zaporozhets

“Ukrainian Medical Stomatological Academy” Higher State Educational Institution of Ukraine, Poltava, Ukraine

The purpose of our research was to estimate the brain blood supply level by rheoencephalography method in junior students of the Medical academy and to determine the blood supply links with the autonomic regulation state, behavioural and alimentary factors. Rheoencephalographic study, research of the autonomic nervous system state, heart rate regulation and questioning of 17–29 year-old students have been conducted. Basic hemodynamic indices were normal in all surveyed students. Increase in body weight index enhanced the probability of the brain blood supply deterioration. Adaptation mechanisms tension was accompanied by reduction of the rheographic index. Higher blood filling of the brain vessels corresponded to higher ratio “blood minute volume / due blood minute volume” defined taking into account the system arterial pressure. The quantity of links with indicators of the autonomic nervous system state was limited. Nonlinear dependence of the rheographic index on the Kerdo vegetative index was observed: the rheographic index value was the lowest in students with the autonomic balance by the Kerdo vegetative index; it was the highest in the group with the sympathetic prevalence. Risk factor of blood filling decrease was the reduction in the diet variety when foodstuffs of different groups were included into the diet less than twice a week, or they were excluded from the diet completely. Positive correlation of blood supply was observed more often with frequent consumption of fish, vegetables, and fresh fruits. Increase in the regular alcohol intake experience promoted decrease in brain blood supply and

Вищий державний навчальний заклад України «Українська медична стоматологічна академія», вул. Шевченка, 23, Полтава, 36011, Україна

Higher State Educational Institution of Ukraine “Ukrainian Medical Stomatological Academy”, Shevchenko Str., 23, Poltava, 36024, Ukraine

Tel.: +38-053-260-20-51. E-mail: lidijaz@mail.ru

increase in asymmetries of blood supply indicators. The effect of alcohol was essential, despite young age of surveyed students and low level of alcohol consumption. Increase in the experience and intensity of smoking was accompanied by deterioration of brain blood supply indicators. Students with the best blood supply had the better academic progress. Observed multiple correlations of blood supply indicators with behavioural factors allowed to assert that reduction of risk factors (control of body weight, variety and full value of a diet, refusal of smoking, alcohol restriction even below doses which are considered safe) would allow to improve the brain blood supply.

Keywords: rheoencephalography; vegetative index; food variety; alcohol; body weight

Вступ

Сучасні умови навчання студентів, особливо медичних спеціальностей, включають не лише високі навчальні навантаження, а і зниження фізичної активності та збільшення частоти стресових ситуацій, пов'язане, насамперед, із переходом на кредитно-модульну систему навчання. Соціальні проблеми, постійні зміни економічних умов викликають зміни процесів адаптації до навчання у вузі. Кровообіг мозку може залежати від різних чинників і, у свою чергу, впливати на якість життя та навчальної діяльності. Дослідження М.С. Гончаренко та співавторів (Goncharenko et al., 2006), як і низка інших, відзначають низький стан здоров'я студентів, який спостерігається останнім часом. Високі навчальні навантаження вимагають високої ефективності мозкової діяльності, а це залежить від рівня кровопостачання мозку (Baevskij et al., 1984; Kucherov et al., 2011).

Стан серцево-судинної системи тісно пов'язаний зі станом вегетативної нервової системи. Взаємодія серцево-судинної та нервової систем визначає характер розвитку подальших адаптаційних реакцій (Baevskij, 1979; Baevskij et al., 1984; Berezin, 1988). Активність нейровегетативних реакцій відображається функціональним станом серцево-судинної системи, який характеризує адаптаційну активність організму в цілому (Kucherov et al., 2011; Goncharenko, 2006). Але навіть у сучасних працях впливи вегетативної нервової системи на стан церебрального кровообігу залишаються чітко не визначеними (Goadsby, 2013).

Реоенцефалографія – метод, який дає можливість безпечного неінвазивного дослідження кровопостачання різних органів і тканин. За даними М. Bodo та F.J. Pearce, цей метод ефективний навіть порівняно з лазерною доплерівською флоуметрією, оскільки відображає не локальні особливості кровотоку, а кровопостачання досліджуваного регіону в цілому (Bodo and Pearce, 2004). Це підтверджується і в інших дослідженнях (Perez, 2014; Bodo et al., 2010).

Мета нашого дослідження – визначити рівень кровопостачання головного мозку у студентів молодших курсів медичної академії методом реоенцефалографії, оцінити його зв'язки зі станом вегетативної регуляції, поведінковими та аліментарними чинниками.

Матеріал і методи досліджень

У студентів двох курсів проводили дослідження кровообігу методом реоенцефалографії. Обстежили 40 юнаків і 37 дівчат віком 16–29 (середній вік $18,8 \pm 0,1$) років. Усі обстежені студенти дали згоду відповідно до вимог Токійської декларації Всесвітньої медичної асоціації та інших установчих документів з біоетики. У них проводили анамнестичне анкетування з метою одержання

даних про спосіб життя та наявність шкідливих звичок. Також визначали артеріальний тиск, частоту серцевих скорочень, розраховували похідні показники, визначали індекс адаптаційного потенціалу за Р.М. Басвським, досліджували стан вегетативної регуляції системи кровообігу за вегетативним індексом Кердо (ВІ), результатами активної ортостатичної проби та проби Дан'їні – Ашнера, проводили кардіоінтервалографію. Статистичний аналіз отриманих результатів включав визначення парних кореляційних зв'язків отриманих даних: розраховували коефіцієнти кореляції r Пірсона (для нормально розподілених показників) та τ Кендела (якщо хоча б один із показників не відповідав нормальному розподілу), аналізували множинні кореляційні зв'язки. У випадку визначення множинного кореляційного зв'язку розраховували коефіцієнт множинної кореляції r та для кожного незалежного показника стандартизовані коефіцієнти зв'язку $\beta = 0,49$. Множинну кореляцію вважали статистично значимою, якщо показники значимості P коефіцієнтів r і β були меншими 0,05.

Результати та їх обговорення

Аналіз результатів реоенцефалографії показав, що в обстежених студентів часто спостерігалися відхилення визначених показників від норми. В обох обстежених басейнах (внутрішньої сонної артерії та хребетної артерії) в обох півкулях значення реографічного індексу було вищим у дівчат, ніж у юнаків: у басейні внутрішньої сонної артерії ліворуч $1,81 \pm 0,10$ ум. од. у дівчат і $1,24 \pm 0,08$ ум. од. у юнаків ($P < 0,001$), у басейні внутрішньої сонної артерії праворуч – $1,22 \pm 0,06$ ум. од. у дівчат і $1,70 \pm 0,09$ ум. од. у юнаків ($P < 0,001$), у басейні хребетної артерії ліворуч – $1,37 \pm 0,09$ ум. од. у дівчат і $1,04 \pm 0,09$ ум. од. у юнаків ($P < 0,02$), у басейні хребетної артерії праворуч – $1,33 \pm 0,09$ ум. од. і $1,00 \pm 0,06$ ум. од. відповідно ($P < 0,002$). Значення дикротичного індексу в різних обстежених басейнах коливалися від 62,8% до 70,1% у юнаків та від 69,7% до 76,5% у дівчат. Діасистолічний індекс складав від 71,6% до 82,5% у юнаків та від 71,8% до 81,7% у дівчат.

Основні гемодинамічні показники відповідали нормі в усіх обстежених студентів. Середнє значення ВІ Кердо у юнаків становило $0,56 \pm 1,69$ ум. од. (незначна перевага парасимпатичного тону), у дівчат – $7,25 \pm 1,54$ ум. од. (перевага симпатичного тону), значимість різниці між показниками юнаків та дівчат – $P < 0,001$. Інші показники стану ВНС юнаків та дівчат не мали статистично значимої різниці. Збудливість симпатичного відділу вегетативної нервової системи (ВНС) за даними ортостатичної проби у 61,1% студентів відповідала нормі, а у 32,5% була підвищеною. Вегетативна реактивність парасимпатичного відділу ВНС за пробою Дан'їні – Ашнера у 37,7% обстежених була нормальною, а в 35,1% – зниженою. Визначено за даними кардіоінтер-

валографії вихідний вегетативний тонус (ВВТ): ейтонію (збалансований стан регуляторних систем вегетативної нервової системи) спостерігали у 52,7% студентів, ваготонію – у 40,5% обстежених. Вегетативна реактивність (ВР) була симпатикотонічною (нормотонічною) у 43,2% обстежених, у 33,8% – асимпатикотонічною, у 23,0% – гіперсимпатикотонічною. За співвідношенням ВВТ та ВР у 58,1% обстежених виявили незадовільну адаптацію.

Зворотні парні кореляції узагальненого показника кровонаповнення у басейні внутрішньої сонної артерії та у басейні хребтової артерії визначалися з масою тіла ($\tau = -0,39$, $P < 0,001$ та $\tau = -0,30$, $P < 0,001$ відповідно). Реографічні індекси зворотно корелювали з індексом маси тіла (ІМТ): у басейні внутрішньої сонної артерії ліворуч $r = -0,29$ ($P < 0,02$) та праворуч $r = -0,25$ ($P < 0,05$), у басейні хребтної артерії праворуч $r = -0,25$ ($P < 0,05$). В обстеженій групі ІМТ складав $21,8 \pm 0,4$ ум. од. (мінімум – 16,0, максимум 33,9 ум. од.). Також реогра-

фічні індекси зворотно корелювали з індексом адаптаційного потенціалу за Р.М. Баєвським, що відповідає зростанню РІ з поліпшенням стану адаптації: у басейні внутрішньої сонної артерії ліворуч $r = -0,20$ ($P < 0,05$) та праворуч $r = -0,16$ ($P < 0,05$), у басейні хребтної артерії праворуч $r = -0,18$ ($P < 0,05$).

Ступінь кровонаповнення у басейні внутрішньої сонної артерії також прямо корелював із відношенням «хвилиний об'єм крові / належний хвилиний об'єм крові» ($\tau = 0,35$, $P < 0,001$).

Кількість зв'язків із показниками стану вегетативної нервової системи була обмеженою. Статистично значиму кореляцію реографічного індексу з вегетативним індексом Кердо визначали тільки у басейні внутрішньої сонної артерії ліворуч – $r = 0,24$ ($P < 0,05$), що пояснюється нелінійною залежністю між цими показниками: величина РІ була найнижчою у студентів із вегетативною рівновагою за ВІ Кердо, найвищою – у групі із симпатичною перевагою в обох досліджених басейнах (рис.).

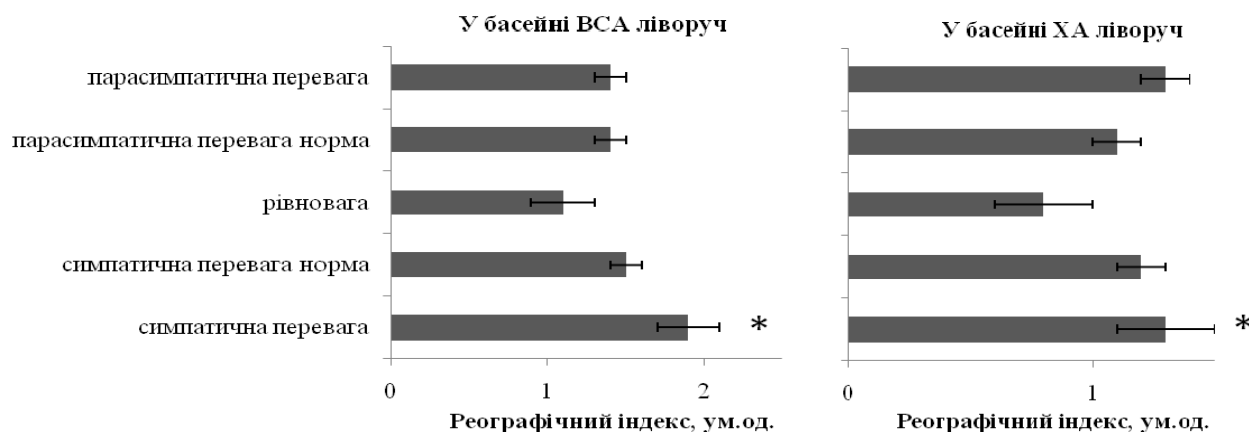


Рис. Величина реографічного індексу

у студентів із різним вегетативним тонусом за ВІ Кердо у басейнах внутрішньої сонної артерії та хребтної артерії:

* – різниця статистично значима порівняно з групою з вегетативною рівновагою

Аналіз показників кровопостачання мозку не виявив їх залежностей від вегетативної реактивності парасимпатичного відділу ВНС за пробою Дан'їні – Ашнера. Визначити залежності кровопостачання від показника збудливості симпатичного відділу ВНС за ортостатичною пробою було неможливо, оскільки абсолютна більшість обстежених мала нормальну збудливість.

Діастолічний індекс у правій півкулі корелював із вираженістю вегетосудинної дисфункції: у басейні внутрішньої сонної артерії $r = -0,20$ ($P < 0,01$), у басейні хребтної артерії $r = -0,36$ ($P < 0,002$). Також тонус дрібних артерій, як і тонус венул і наявність ознак порушення венозного відтоку у басейні хребтної артерії, корелювали з разовою дозою вживаного абсолютного етанолу на одиницю маси тіла ($\tau = 0,27$, $P < 0,01$, $\tau = 0,20$, $P < 0,05$ та $\tau = 0,29$, $P < 0,01$ відповідно).

Тонус венул у басейні внутрішньої сонної артерії корелював із середньою тривалістю серцевого циклу, що визначали як у кліно-, так і в ортоположенні, а також із модою в обох положеннях ($\tau = 0,25$, $P < 0,01$; $\tau = 0,23$, $P < 0,02$; $\tau = 0,23$, $P < 0,02$; $\tau = 0,24$, $P < 0,02$ відповідно), та зворотно – з індексом напруження та ІВР у кліноположенні ($\tau = -0,20$, $P < 0,05$ та $\tau = -0,22$, $P < 0,05$ відповідно). Тонус венул у басейні хребтної артерії

корелює зворотно з показником вегетативної реактивності ($\tau = -0,19$, $P < 0,05$).

Кровопостачання мозку мало зв'язки із зовнішніми чинниками та способом життя. Ступінь кровонаповнення у басейні хребтної артерії прямо корелював із кількістю психотравм за останній рік життя ($\tau = 0,23$, $P < 0,05$), відношенням «хвилиний об'єм крові / належний хвилиний об'єм крові» ($\tau = 0,24$, $P < 0,01$) та зворотно корелював із ростом і систолічним артеріальним тиском ($\tau = -0,45$, $P < 0,001$ та $\tau = -0,22$, $P < 0,02$ відповідно).

Отримані за результатами анкетування дані щодо особливостей харчування та способу життя мали зв'язки з кровопостачанням мозку. Так, РІ у басейні внутрішньої сонної артерії ліворуч зростає із ростом вживання молочнокислих продуктів і зменшувався з ростом часу занять спортом. Реографічний індекс у басейні внутрішньої сонної артерії праворуч мав вираженими лише зв'язки з масою тіла ($r = -0,28$, $P < 0,001$), із частотою вживання рослинної олії ($\tau = 0,22$, $P < 0,02$), із частотою вживання свіжих фруктів ($\tau = 0,21$, $P < 0,02$) та овочів ($\tau = 0,19$, $P < 0,05$), але систему вони не формували.

В обстеженій групі палили 51,3% юнаків і тільки одна дівчина. Виявили негативні кореляції стажу паління з реографічним індексом у басейні внутрішньої сонної

артерії (ліворуч $\tau = -0,21$, $P < 0,05$, праворуч – $\tau = -0,21$, $P < 0,05$), із реографічним індексом у басейні хребетної артерії (праворуч $\tau = -0,19$, $P < 0,05$). Стаж куріння корелював із часовим показником судинного тону у басейні внутрішньої сонної артерії та басейні хребетної артерії праворуч ($\tau = 0,23$, $P < 0,02$ та $\tau = 0,22$, $P < 0,05$ відповідно). Такі самі зв'язки були з інтенсивністю паління ($\tau = 0,23$, $P < 0,02$ та $\tau = 0,23$, $P < 0,02$ відповідно).

Тижнева доза абсолютного етанолу корелювала негативно з реографічним індексом у басейні хребетної артерії ліворуч ($\tau = -0,21$, $P < 0,02$), зв'язок праворуч не був статистично значимим, з асиметрією часового показника судинного тону у басейні хребетної артерії ($\tau = 0,34$, $P < 0,02$) та амплітудного показника судинного тону у басейні хребетної артерії ($\tau = 0,19$, $P < 0,05$). Разова доза абсолютного етанолу мала чіткіші зв'язки із показником тону дрібних та середніх артерій ($\tau = 0,25$, $P < 0,02$) та венозного відтоку ($\tau = 0,29$, $P < 0,01$) у басейні хребетної артерії, а разова доза абсолютного етанолу у розрахунку на кілограм маси тіла виявляла додатково зв'язки з показником тону венул у басейні хребетної артерії ($\tau = 0,20$, $P < 0,05$), дрібних і середніх артерій у басейні внутрішньої сонної артерії ($\tau = 0,21$, $P < 0,05$).

Також проведено аналіз множинних кореляційних зв'язків для виділення чинників, які можуть впливати на кровопостачання мозку. Спостерігалася множинна кореляція величини PI у басейні внутрішньої сонної артерії праворуч ($R = 0,55$, $P < 0,001$) із фактором статі та рівнем стресів: стандартизовані коефіцієнти зв'язку були для фактора статі ($\beta = 0,49$, $P < 0,001$) та рівня стресів ($\beta = 0,25$, $P < 0,02$). Тобто зростання кількості ситуацій, які емоційно сприймалися як стресові, у дівчат викликало підвищення величини PI у басейні внутрішньої сонної артерії праворуч. У басейні хребтової артерії кореляція з рівнем стресів була недостатньо значимою, а ліворуч не спостерігалася.

Реографічний індекс у басейні хребтової артерії праворуч мав залежність від маси тіла та частоти вживання молочнокислих продуктів. Коефіцієнт множинної кореляції склав $R = 0,45$ ($P < 0,001$). Стандартизовані коефіцієнти зв'язку були для маси тіла – $\beta = -0,38$ ($P < 0,001$), для частоти вживання молочнокислих продуктів – $\beta = 0,27$ ($P < 0,02$).

Узагальнений показник кровонаповнення також мав ряд зв'язків із чинниками способу життя. Спостерігалась пряма кореляція узагальненого показника кровонаповнення у басейні внутрішньої сонної артерії з частотою вживання риби, овочів та свіжих фруктів ($\tau = 0,24$, $P < 0,05$; $\tau = 0,34$, $P < 0,002$; $\tau = 0,33$, $P < 0,002$ відповідно), та зворотно – із частотою вживання сала ($\tau = -0,21$, $P < 0,05$). У басейні хребтової артерії кровонаповнення також корелювало з частотою вживання овочів і свіжих фруктів ($\tau = 0,23$, $P < 0,05$; $\tau = 0,26$, $P < 0,02$ відповідно), кількістю вживаної риби ($\tau = 0,37$, $P < 0,001$). Також ступінь кровонаповнення у басейні хребетної артерії корелював із показником різноманіття харчування ($\tau = 0,21$, $P < 0,05$). Показник різноманіття харчування розраховували за сумарною частотою вживання всіх основних груп продуктів харчування, вказаних в анкетах. Для узагальненого рівня кровонаповнення (підвищений, норма, знижений), який діагностовано за

показниками реоенцефалограми у басейні внутрішньої сонної артерії без урахування латеральності, визначено множинний кореляційний зв'язок із масою тіла, статтю, харчовим різноманіттям і стажем регулярного вживання алкоголю. Коефіцієнт множинної кореляції склав $r = 0,67$ ($P < 0,001$). Стандартизовані коефіцієнти зв'язку зареєстровані для маси тіла $\beta = -0,24$ ($P < 0,05$), харчового різноманіття $\beta = 0,25$ ($P < 0,01$), статі $\beta = 0,37$ ($P < 0,002$) та стажу регулярного вживання алкоголю $\beta = -0,20$ ($P < 0,05$). Ефект алкоголю був суттєвим, незважаючи на молодий вік обстежених та низький рівень вживання алкоголю (переважно слабоалкогольних напоїв). У басейні хребетної артерії множинний кореляційний зв'язок спостерігався з індексом маси тіла, показником статі та показником харчового різноманіття. Коефіцієнт множинної кореляції склав $r = 0,49$ ($P < 0,001$). Стандартизовані коефіцієнти зв'язку зареєстровані для індексу маси тіла $\beta = -0,25$ ($P < 0,02$), харчового різноманіття $\beta = 0,27$ ($P < 0,02$), статі $\beta = -0,27$ ($P < 0,02$).

Реографічні індекси і в басейні внутрішньої сонної артерії, і в басейні хребтової артерії корелювали із середнім балом успішності: у басейні внутрішньої сонної артерії ліворуч $r = 0,26$ ($P < 0,05$) і праворуч $r = 0,33$ ($P < 0,01$), у басейні хребетної артерії – праворуч $r = 0,27$ ($P < 0,05$).

У нашому дослідженні визначено відносно незначні зв'язки кровопостачання головного мозку зі станом вегетативної нервової системи та велику кількість зв'язків з аліментарними чинниками, вираженістю шкідливих звичок, поведінковими факторами. Це узгоджується з даними інших авторів, що за нормальних фізіологічних умов впливи симпатичної нервової системи на регуляцію мозкового кровообігу відіграють відносно малу роль на тлі домінування хімічних і метаболічних механізмів вазомоторної регуляції (Traustman and Rapela, 1975; Zhang et al., 2002; ter Laan et al., 2015), і лише у випадках важких патологічних станів, таких як інсульт, значимість симпатичного контролю мозкового кровотоку зростає (Traustman and Rapela, 1975; Goadsby, 2013). Однак є і класичні, і сучасні дослідження, у яких доведено важливу роль вегетативної інервації у церебральній ауторегуляції (Harper, 1972; Mitsis et al., 2009). Низкою досліджень показано, що ефекти симпатичної нервової системи проявляються в регуляції змін мозкового кровотоку, викликаних гемодинамічними змінами (Hamner, 2010; Perez, 2014).

Аналіз кореляційних зв'язків, які утворювали реографічні показники з дослідженими чинниками, дав можливість виділити ряд характерних залежностей. Так, підвищення індексу маси тіла є фактором ризику щодо зменшення кровопостачання мозку. Негативний вплив підвищення ІМТ на стан ВНС та системи кровообігу визначений у дослідженні підлітків І.А. Берсенєвою та Е.Ю. Берсенєвим, як і в дослідженнях інших груп пацієнтів (Berseneva and Bersenev, 2008; Chang, 2012; Soares-Miranda et al., 2012).

Підвищення судинного тону внаслідок вживання алкоголю, що спостерігалось в обстежених, збігається з даними Н.Д. Sesso та співавторів, які відзначали зростання ризику гіпертензії у споживачів алкоголю (Sesso et al., 2008). Негативні ефекти вживання слабоалкогольних напоїв також відзначають дослідники (Zhuk, 2011). Також відзначено ефекти підвищення або

зниження симпатичних впливів внаслідок вживання алкоголю, характер яких залежав від дози та стажу вживання (Spraak, 2010). Підвищення церебрального кровотоку, яке відзначають дослідники, спостерігається як ефект гострого впливу алкоголю (Gundersen, 2013), тоді як хронічними ефектами вживання алкоголю та куріння є зменшення церебральної перфузії (Gazdzinski, 2005, 2006).

Впливи вегетативної нервової системи на кровопостачання мозку не ідентичні, що виражається в обмеженій кількості надійних кореляційних зв'язків. Проте спостерігалися зв'язки з аліментарними чинниками. Це узгоджується з даними щодо позитивного впливу комплексу вітамінів із риб'ячим жиром і мінеральними добавками на кровопостачання мозку та нейропсихологічні показники, отриманими у дослідженні Amen et al. (2013). Впливи аліментарних чинників на автономну нервову систему показані також у дослідженнях Luyer et al. (2011).

Зв'язок реографічного індексу з успішністю навчання вказує на те, що застосування заходів, спрямованих на поліпшення кровопостачання мозку, не лише може мати терапевтичний ефект, а і дає можливість підвищити ефективність навчального процесу.

Висновки

В обстежених студентів зростання індексу маси тіла підвищувало імовірність гальмування кровопостачання головного мозку.

Напруження механізмів адаптації супроводжувалося зменшенням реографічного індексу.

Вище кровонаповнення судин головного мозку відповідало вищому відношенню «хвилинний об'єм крові / належний хвилинний об'єм крові», яке визначалося з урахуванням системного артеріального тиску.

Фактором ризику зниження кровонаповнення є зниження різноманіття раціону, коли продукти різних груп включаються до раціону рідше, ніж двічі на тиждень, або взагалі виключаються з раціону.

Краще кровопостачання головного мозку підвищує успішність навчання. Зменшення факторів ризику (контроль за масою тіла, забезпечення різноманіття та повноцінності раціону, припинення куріння, обмеження вживання алкоголю навіть найнижчих доз, які на сьогодні вважаються безпечними) дозволить поліпшити кровопостачання головного мозку.

Бібліографічні посилання

- Baevskij, R.M., Kirillov, O.I., Kleckin, S.Z., 1984. Matematicheskij analiz serdechnogo ritma pri stresse [Mathematical analysis of heart rhythm at stress]. Nauka, Moscow (in Russian).
- Berezin, F.B., 1988. Psihicheskaja i psihofiziologicheskaja adaptacija cheloveka [Mental and psychophysiological adaptation of the person]. Nauka, Leningrad (in Russian).
- Berseneva, I.A., Bersenev, E.J., 2008. Osobnosti vegetativnoj reguljacji ritma serdca i arterial'nogo davlenija u detej s izbytochnoj massoj tela [Features of vegetative regulation of a rhythm of heart and arterial pressure at children with superfluous weight of a body]. In: Variabel'nost' serdechnogo ritma: Teoreticheskie aspekty i prakticheskoe primenenie. Tez. Dokl. IV vseros. Simp. [Variability of a heart rhythm: Theoretical aspects and practical application. Abstracts IV All-Russian Simp.]. UdGU, Izhevsk, 51–54. (in Russian).
- Bodo, M., Pearce, F., Garcia, A., van Albert, S., Settle, T., Szebeni, J., Baranyi, L., Hartings, J., Armonda, R., 2010. *In vivo* cerebral blood flow autoregulation studies using rheoencephalography. Journal of Physics: Conference Series 224. International Conference on Electrical Bioimpedance. IOP Publishing Ltd. 012088. doi:10.1088/1742-6596/224/1/012088.
- Bodo, M., Pearce, F.J., 2004. Rheoencephalography (REG) as a non-invasive monitoring alternative for the assessment of brain blood flow. Materials of RTO HFM Symposium on "Combat Casualty Care in Ground Based Tactical Situations: Trauma Technology and Emergency Medical Procedures", St. Pete Beach, USA. RTO-MP-HFM-109, P3, 1–18.
- Goadsby, P.J., 2013. Autonomic nervous system control of the cerebral circulation. In: Buijs, R., Swaab, D. (Eds.). *Handb. Clin. Neurol.* 117, 193–201.
- Goncharenko, M.S., Pasynok, V.G., Novikova, V.E., Martynenko, I.G., Samojlova, N.V., 2006. Ocinka stanu somatichnogo zdorov'ja studentiv vyshhyh uchbovyh zakladiv pry adaptacii do uchbovogo procesu [Estimation of a condition of somatic health of students of higher educational institutions at adaptation to educational process]. *Pedagogika, Psihologija ta Medyko-Biologichni Problemy Fizychnogo Vyhovannja i Sportu* 3, 12–15 (in Ukrainian).
- Hamner, J.W., Tan, C.O., Lee, K., Cohen, M.A., Taylor, J.A., 2010. Sympathetic control of the cerebral vasculature in human. *Stroke* 41(1), 102–109.
- Harper, A.M., Deshmukh, V.D., Rowan, J.O., Jennett, W.B., 1972. The influence of sympathetic nervous activity on cerebral blood flow. *Arch. Neurol.* 27(1), 1–6.
- Hernandez-Perez, M.J., Raichle, M.E., Stone, H.L., 1975. The role of the peripheral sympathetic nervous system in cerebral blood flow autoregulation. *Stroke* 6, 284–292.
- Kucherov, M.G., Kirichuk, A.I., Kodochogova, E.S., Olenko, E.S., Ekimova, N.V., Krovjakova, E.A., 2011. Gendernye razlichija adaptacionnyh osobennostej organizma u klinicheski zdorovyh lic [Gender distinctions of adaptable features of an organism at clinically healthy persons]. *Nauchnye Trudy III S'ezda Fiziologov SNG. Medicina-Zdorov'e, Moscow*, 226–227 (in Russian).
- Mitsis, G.D., Zhang, R., Levine, B.D., Tzanalaridou, E., Katritsis, D.G., Marmarelis, V.Z., 2009. Autonomic neural control of cerebral hemodynamic. *IEEE Eng. Med. Biol. Mag.* 28(6), 54–62.
- Perez, J.J., 2014. To what extent is the bipolar rheoencephalographic signal contaminated by scalp blood flow? A clinical study to quantify its extra and non-extracranial components. *Biomed. Eng. Online* 13, 131.
- Sesso, H.D., Cook, N.R., Buring, J.E., Manson, J.E., Gaziano, J.M., 2008. Alcohol consumption and the risk of hypertension in women and men. *Hypertension* 51(4), 1080–1087.
- ter Laan, M., van Dijk, J.M.C., Elting, J.W.J., Staal, M.J., Absalom, A.R., 2015. Sympathetic regulation of cerebral blood flow in humans: A review. *Brit. J. Anaesth.* 114(4).
- Traystman, R.J., Rapela, C.E., 1975. Effect of sympathetic nerve stimulation on cerebral and cephalic blood flow. In: Langfitt, T.W., McHenry, L.C., Reivich, M., Wollman, H. (Eds.) *Cerebral circulation and metabolism*. Springer International Publishing AG, Berlin, Heidelberg. Part 15.
- Zhang, R., Zuckerman, J.H., Iwasaki, K., Wilson, T.E., Crandall, C.G., Levine, B.D., 2002. Autonomic neural control of dynamic cerebral autoregulation in humans. *Circulation* 106, 1814–1820.
- Baevskij, R.M., 1979. Prognozirovanie sostojanij na grani normy i patologii [Forecasting of states on the verge of a norm and a pathology]. *Medicina, Moscow* (in Russian).

- Amen, D.G., Taylor, D.V., Ojala, K., Kaur, J., Willeumier, K. 2013. Effects of brain-directed nutrients on cerebral blood flow and neuropsychological testing: A randomized, double-blind, placebo-controlled, crossover trial. *Adv. Mind Body Med.* 27(2), 24–33.
- Luyer, M.D.P., Habes, Q., van Hak, R., Buurman, W., 2011. Nutritional stimulation of the autonomic nervous system. *World J. Gastroenterol.* 17(34), 3859–3863.
- Soares-Miranda, L., Sandercock, G., Vale, S., Santos, R., Abreu, S., Moreira, C., Mota, J., 2012. Metabolic syndrome, physical activity and cardiac autonomic function. *Diabetes Metab. Res. Rev.* 28(4), 363–369.
- Zhuk, O., 2011. Advertising effects of beer consumption among young adults with a consideration of the welfare effects of advertising in the presence of search costs and negative externalities. University of Texas, Dallas.
- Chang, Y.W., Lin, J.D., Chen, W.L., Yen, C.F., Loh, C.H., Fang, W.H., Wu, L.W., 2012. Metabolic syndrome and short-term heart rate variability in adults with intellectual disabilities. *Res. Dev. Disabil.* 33(6), 1701–1077.
- Goadsby, P.J. 2013. Autonomic nervous system control of the cerebral circulation. *Handb. Clin. Neurol.* 117, 193–201.
- Spaak, J., Tomlinson, G., McGowan, C.L., Soleas, G.J., Morris, B.L., Picton, P., Notarius, C.F., Floras, J.S., 2010. Dose-related effects of red wine and alcohol on heart rate variability. *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* 298(6), H2226-H2231.
- Gundersen, H., van Wageningen, H., Grüner, R., 2013. Alcohol-induced changes in cerebral blood flow and cerebral blood volume in social drinkers. *Alcohol Alcohol.* 48(2), 160–165.
- Gazdzinski, S., Durazzo, T., Jahng, G.H., Ezekiel, F., Banys, P., Meyerhoff, D., 2006. Effects of chronic alcohol dependence and chronic cigarette smoking on cerebral perfusion: A preliminary magnetic resonance study. *Alcohol Clin. Exp. Res.* 30(6), 947–958.
- Gazdzinski, S., Durazzo, T.C., Studholme, C., Song, E., Banys, P., Meyerhoff, D.J., 2005. Quantitative brain MRI in alcohol dependence: Preliminary evidence for effects of concurrent chronic cigarette smoking on regional brain volumes. *Alcohol Clin. Exp. Res.* 29(8), 1484–1495.

Надійшла до редколегії 30.03.2015