

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

Л.Д. Коровіна, Т.М. Запорожець

Вступ

Сучасні умови навчання студентів, особливо медичних спеціальностей, включають не лише високі навчальні навантаження, але і зниження фізичної активності та збільшення частоти стресових ситуацій, пов'язане, насамперед, з переходом на кредитно-модульну систему навчання. Соціальні проблеми, постійні зміни економічних умов призводять до змін в розвитку процесів адаптації до умов навчання у вузі. Кровопостачання мозку може залежати від різних чинників і, в свою чергу, впливати на якість життя і навчальної діяльності. Дослідження М.С.Гончаренко та співавторів, як і ряд інших, відзначають низький стан здоров'я студентів, який спостерігається останнім часом (Goncharenko, 2006). 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 й нервової систем визначає характер розвитку подальших адаптаційних реакцій (Baevskij et al., 1984; Baevskij, 1979; Berezin, 1988). Активність нейровегетативних реакцій відображається функціональним станом серцево-судинної системи, який характеризує адаптаційну діяльність організму в цілому (Kucherov et al., 2011; Goncharenko, 2006). Але навіть у сучасних роботах впливи вегетативної нервової системи на стан церебрального кровообігу залишаються чітко не визначеними (Goatsby, 2013).

Реоенцефалографія – метод, який дає можливість безпечно неінвазивного дослідження кровопостачання різних органів і тканин. За даними М. Bodo та F.J. Pearce, цей метод є ефективним навіть у порівнянні із 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).

Метою нашого дослідження стало визначення рівня кровопостачання головного мозку студентів методом реоенцефалографії у студентів молодших курсів медичної академії та визначення його зв'язків із станом вегетативної регуляції, поведінковими та аліментарними чинниками.

Матеріали й методи досліджень

У студентів 2-х курсів проводили дослідження кровообігу методом реоенцефалографії. Обстежили 40 юнаків і 37 дівчат віком від 16 до 29 років, середній вік склав $18,8 \pm 0,1$ років. Усі обстежені студенти дали згоду відповідно 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.Баєвським, досліджували стан вегетативної регуляції системи кровообігу за вегетативним індексом Кердо (VI), 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 t 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 β . Множинну кореляцію вважали статистично значимою лише, якщо показники значимості p коефіцієнтів R і β були меншими 0,05.

Результати та їх обговорення

Аналіз результатів реоенцефалографії показав, що у обстежених студентів часто спостерігалися відхилення визначених показників від норми. В обох обстежених басейнах – внутрішньої сонної артерії і хребетної артерії – в обох півкулях значення реографічного індексу було статистично значимо вище 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 $62,8 \pm 2,4$ % до $70,1 \pm 2,5$ % у юнаків та від $69,7 \pm 2,4$ % до $76,5 \pm 2,7$ % у дівчат. Діасистолічний індекс складав від $71,6 \pm 1,7$ % до $82,5 \pm 2,9$ % у юнаків та від $71,8 \pm 2,6$ % до $81,7 \pm 2,3$ % у дівчат.

Основні гемодинамічні показники відповідали нормі у всіх обстежених студентів. Середнє значення VI Кердо у юнаків $-0,56 \pm 1,69$ ум. од. (незначна перевага парасимпатичного тону), у дівчат $7,25 \pm 1,54$ ум. од. (перевага симпатичного тону), значимість міжстатевої різниці $p < 0,001$. 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 та у 35,1% – зниженою. Визначений за даними кардіоінтервалографії вихідний вегетативний тонус

(BBT) ейтонію – збалансований стан регуляторних систем вегетативної нервової системи – ми 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 хребтової артерії праворуч $r = -0,25$ ($p < 0,05$). В обстеженій групі ІМТ складав $21,8 \pm 0,4$ ум.од., мінімум 16,0 ум.од., максимум 33,9 ум.од. Також реографічні індекси зворотно корелювали з індексом адаптаційного потенціалу за Баєвським, що відповідає зростанню РІ з покращенням стану адаптації: у басейні внутрішньої сонної артерії ліворуч $r = -0,20$ ($p < 0,05$) та праворуч $r = -0,16$ ($p < 0,05$), у басейні хребтової артерії праворуч $r = -0,18$ ($p < 0,05$).

Ступінь кровонаповнення у басейні внутрішньої сонної артерії також прямо корелювала з відношенням хвилинний об'єм крові / належний хвилинний об'єм крові ($\tau = 0,35$, $p < 0,001$).

Кількість зв'язків із показниками стану вегетативної нервової системи була обмеженою. Статистично значиму кореляцію реографічного індекса 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 з вегетативною рівновагою за ВІ Кердо, найвищою – у групі з симпатичною перевагою в обох досліджених басейнах (рис.).

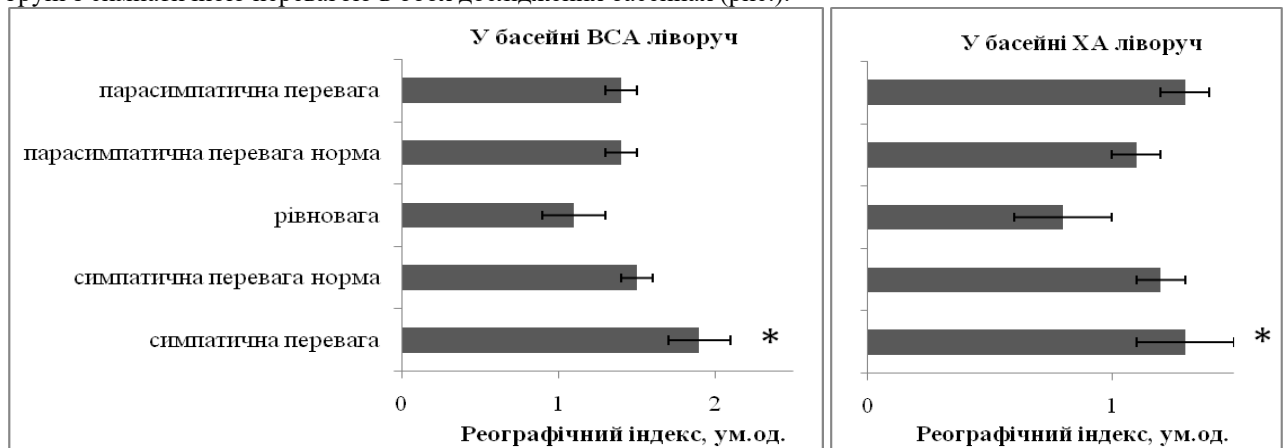


Рис. Величина реографічного індексу у студентів з різним вегетативним тонусом за ВІ Кердо у басейнах внутрішньої сонної артерії та хребтової артерії. * – різниця статистично значима у порівнянні з групою з вегетативною рівновагою.

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.

Діасистолічний індекс у правій півкулі корелював з вираженістю вегетосудинної дисфункції: у басейні внутрішньої сонної артерії $r = -0,20$ ($p < 0,01$), у басейні хребтової артерії $r = -0,36$ ($p < 0,002$). Також тонус дрібних артерій, як і тонус венул та наявність ознак порушення венозного відтоку у басейні хребтової артерії корелювали із 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 з середньою тривалістю серцевого циклу, що визначали як у кліно-, так і в орто-положенні, а також із модою в обох положеннях ($\tau = 0,25$, $p < 0,01$, $\tau = 0,23$, $p < 0,02$, $\tau = 0,23$, $p < 0,02$ та $\tau = 0,24$, $p < 0,02$ відповідно), та зворотно – з індексом напруження та ІВР у кліно-положенні ($\tau = -0,20$, $p < 0,05$ та $\tau = -0,22$, $p < 0,05$ відповідно). Тонус венул у басейні хребтової артерії корелює зворотно з показником вегетативної реактивності ($\tau = -0,19$, $p < 0,05$).

Кровопостачання мозку мало зв'язки з зовнішніми чинниками та способом життя. Ступінь кровонаповнення у басейні хребтової артерії прямо корелювала з кількістю психотравм за останній рік життя ($\tau = 0,23$, $p < 0,05$), відношенням хвилинний об'єм крові / належний хвилинний об'єм крові ($\tau = 0,24$, $p < 0,01$) та зворотно корелювала з 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 зростав з ростом вживання молочнокислих продуктів, і зменшувався із ростом часу занять спортом. Реографічний індекс у басейні внутрішньої сонної артерії праворуч мав вираженими лише зв'язки з масою тіла ($r = -0,28$, $p < 0,001$), з

частотою вживання рослинної олії ($\tau = 0,22$, $p < 0,02$), з 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 курили 51,3% юнаків і тільки 1 дівчина. Виявили негативні кореляції стажу куріння з реографічним індексом у басейні внутрішньої сонної артерії (ліворуч $\tau = -0,21$, $p < 0,05$, праворуч $\tau = -0,21$, $p < 0,05$), з реографічним індексом у басейні хребетної артерії (праворуч $\tau = -0,19$, $p < 0,05$). Стаж куріння корелював з часовим показником судинного тону у басейні внутрішньої сонної артерії, і у басейні хребетної артерії праворуч ($\tau = 0,23$, $p < 0,02$ та $\tau = 0,22$, $p < 0,05$ відповідно). Такі самі зв'язки були у інтенсивності куріння ($\tau = 0,23$, $p < 0,02$ 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 ще й зв'язки з показником тону венул у басейні хребетної артерії ($\tau = 0,20$, $p < 0,05$) та з показником тону дрібних та середніх артерій у басейні внутрішньої сонної артерії ($\tau = 0,21$, $p < 0,05$).

Також ми провели 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 ($R = 0,55$, $p < 0,001$) з фактором статі і рівнем стресів: стандартизовані коефіцієнти зв'язку були для фактору статі $\beta = 0,49$ ($p < 0,001$), для рівня стресів $\beta = 0,25$ ($p < 0,02$). Тобто, зростання кількості ситуацій, які емоційно сприймалися як стресові, у дівчат призводило до підвищення величини PI у басейні внутрішньої сонної артерії праворуч. В 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 і свіжих фруктів ($\tau = 0,24$, $p < 0,05$, $\tau = 0,34$, $p < 0,002$ і $\tau = 0,33$, $p < 0,002$ 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 ($\tau = 0,23$, $p < 0,05$ і $\tau = 0,26$, $p < 0,02$ відповідно), кількістю вживаної риби ($\tau = 0,37$, $p < 0,001$). Також ступінь кровонаповнення у басейні хребетної артерії корелювала з показником різноманітності харчування ($\tau = 0,21$, $p < 0,05$). Показник різноманітності харчування ми розраховували за сумарною частотою вживання усіх основних груп продуктів харчування, указаних в анкетах.

Для узагальненого показника рівня кровонаповнення (підвищений, норма, знижений), який діагностувався за показниками реоенцефалограми у басейні внутрішньої сонної артерії без урахування латеральності, визначався множинний кореляційний зв'язок з масою тіла, показником статі, показником харчового різноманіття та стажем регулярного вживання алкоголю. Коефіцієнт множинної кореляції склав $R = 0,67$ ($p < 0,001$). Стандартизовані коефіцієнти зв'язку були для маси тіла $\beta = -0,24$ ($p < 0,05$), для показника харчового різноманіття $\beta = 0,25$ ($p < 0,01$), для показника статі $\beta = 0,37$ ($p < 0,002$) та для 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. В 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 були для індексу маси тіла $\beta = -0,25$ ($p < 0,02$), для показника харчового різноманіття $\beta = 0,27$ ($p < 0,02$), для показника статі $\beta = -0,27$ ($p < 0,02$).

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

Обговорення. У нашому дослідженні визначені відносно незначні зв'язки кровопостачання головного мозку зі станом вегетативної нервової системи та велика кількість зв'язків з аліментарними чинниками, вираженістю шкідливих звичок, поведінковими факторами. Це узгоджується з даними інших авторів, що в нормальних фізіологічних умовах впливи симпатичної нервової системи на регуляцію мозкового кровообігу відіграють відносно малу роль на тлі домінування хімічних і метаболічних механізмів вазомоторної регуляції (ter Laan et al., 2015; Traustman and Rapela, 1975; Zhang et al., 2002), 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 доводиться важлива роль

вегетативної інервації у церебральній ауторегуляції (Harper, 1972; Mitsis et al., 2009). Рядом 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 погіршення кровопостачання мозку. Негативний вплив підвищення ІМТ на стан ВНС та системи кровообігу визначений у дослідженні підлітків І.А.Берсеневою та Е.Ю.Берсеневим, як і в дослідженнях інших груп пацієнтів (Berseneva, Bersenev, 2008; Soares-Miranda et al., 2012; Chang, 2012).

Підвищення судинного тонуусу внаслідок вживання алкоголю, що спостерігалось у обстежених, співпадає 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 відзначаються дослідниками (Zhuk, 2011). Також відзначені 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 з риб'ячим жиром та мінеральними добавками і на кровопостачання мозку, і на нейропсихологічні показники, отриманими у дослідженні D.G.Amen та інших (Amen et al., 2013). Впливи аліментарних чинників на автономну нервову систему показані також у дослідженнях М.Д. Luyer (Luyer et al., 2011).

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

Висновки

У обстежених нами 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 хвилиний об'єм крові /належний хвилиний 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.

Краще кровопостачання головного мозку підвищує успішність навчання. Зменшення факторів ризику – контроль за масою тіла, забезпечення різноманітності та повноцінності раціону, припинення куріння, обмеження вживання алкоголю навіть нижче доз, які на сьогодні вважаються безпечними – дозволить покращити кровопостачання головного мозку.

Бібліографічні посилання

1. 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).
2. Berezin F.B., 1988. Psihicheskaja i psihofiziologicheskaja adaptacija cheloveka [Mental and psychophysiological adaptation of the person]. Nauka, Leningrad. (in Russian).
3. Berseneva I.A. and Bersenev E.J., 2008. Osobennosti vegetativnoj reguljicii ritma serdca i arterial'nogo davlenija u detej s izbytochnoj massoj tela. – Variabel'nost' serdechnogo ritma: Teoreticheskie aspekty i prakticheskoe primenenie. Tez. Dokl. IV vseros. Simp. UdGU. [Features of vegetative regulation of a rhythm of heart and arterial pressure at children with superfluous weight of a body. - Variability of a heart rhythm: Theoretical aspects and practical application. Abstracts IV All-Russian Simp.]. UdGU, Izhevsk, 51–54. (in Russian).
4. 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.
5. Bodo, M. and 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, 16-18 August 2004.– RTO-MP-HFM-109, P3,1–18.
6. Goadsby, P.J., 2013. Autonomic nervous system control of the cerebral circulation. Buijs, R., Swaab, D. (Eds.). Handb Clin Neurol. 117,193-201. doi: 10.1016/B978-0-444-53491-0.00016-X.
7. 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).
8. 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. doi: 10.1161/STROKEAHA.109.557132.
 9. Harper, A. M.; Deshmukh, Vinod D.; Rowan, J. O.; Jennett, W. B., 1972. The Influence of Sympathetic Nervous Activity on Cerebral Blood Flow. *Arch Neurol*. 27(1), 1–6. doi:10.1001/archneur.1972.00490130003001
 10. Hernandez-Perez M. J., M. E. Raichle, H. L. Stone 1975, The role of the peripheral sympathetic nervous system in cerebral blood flow autoregulation. *Stroke* 6, 284–292. doi: 10.1161/01.STR.6.3.284.
 11. 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. Nauchnye trudy III s'ezda fiziologov SNG [Gender distinctions of adaptable features of an organism at clinically healthy persons. Proceedings of III congress of physiologists of the CIS]. *Medicina-Zdorov'e, Moscow*, 226–227 (in Russian).
 12. 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. doi: 10.1109/MEMB.2009.934908.
 13. 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. Published online 2014 Sep 6. doi: 10.1186/1475-925X-13-131.
 14. 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.
 15. 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. *The British Journal of Anaesthesia*, 114 (4). doi:10.1093/bja/aet122
 16. Traystman, R. J., Rapela, C. E., 1975. Effect of sympathetic nerve stimulation on cerebral and cephalic blood flow. In T.W. Langfitt, L.C. McHenry, M. Reivich, H. Wollman (Eds.), *Cerebral circulation and metabolism*. Berlin Heidelberg: Springer International Publishing AG, part 15. doi 10.1007/978-3-642-65814-3_115.
 17. 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.
 18. 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).
 19. 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.
 20. 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. doi: 10.3748/wjg.v17.i34.3859.
 21. 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. doi: 10.1002/dmrr.2281.
 22. 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. The University Of Texas At Dallas, Dallas.
 23. 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. doi: 10.1016/j.ridd.2012.04.005.
 24. Goadsby, P.J. 2013. Autonomic nervous system control of the cerebral circulation. *Handb Clin Neurol*. 117, 193–201. doi: 10.1016/B978-0-444-53491-0.00016-X.
 25. 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. doi: 10.1152/ajpheart.00700.2009.
 26. 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. doi: 10.1093/alcalc/ags121.
 27. 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. doi: 10.1111/j.1530-0277.2006.00108.x
 28. 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. DOI: 10.1097/01.alc.0000175018.72488.61.