

42. Smith JM, Paulson DJ, Solar SM.  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPase activity in vascular smooth muscle from streptozotocin diabetic rat. *Cardiovasc Res* 1997;34:137-44.

43. Sobhia ME, Grewal BK, Bhat J, Rohit S, Punia V. Protein kinase C  $\beta$ 11 in diabetic complications: survey of structural, biological and computational studies. *Expert Opin Ther Targets* 2012;16(3):325-44.

44. Sobhia ME, Grewal BK, Paul SML, Patel J, Kaur A, Haokip T, et al. Protein kinase C inhibitors: a patent review (2008-2009). *Expert Opin Ther Pat* 2013;23(10):1297-315. PubMed PMID: 23795914.

45. Soliman H, Gador A, Lu Y-H, Lin G, Bankar G, MacLeod KM. Diabetes-induced increased oxidative stress in cardiomyocytes is sustained by a positive feedback loop involving Rho-kinase and  $\text{PKC}\beta_2$ . *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2012;303(8):989-1000. PubMed PMID: 22865386.

46. Somlyo AP, Somlyo AV.  $\text{Ca}^{2+}$  sensitivity of smooth muscle and nonmuscle myosin II: modulated by G proteins, kinases, and myosin phosphatase. *Physiol Rev* 2003;83:1325-58. PubMed PMID: 14506307.

47. Straub SV, Girouard H, Doetsch PE, Hannah RM, Wilkerson MK, Nelson MT. Regulation of intracerebral arteriolar tone by Kv channels: effects of glucose and PKC. *Am J Physiol Cell Physiol* 2009;297:788-96. PubMed PMID: 19605735.

48. Su W, Guo Z, Randall DC, Cassis L, Brown DR, Gong MC. Hypertension and disrupted blood pressure circadian rhythm in Type 2

diabetic db/db mice. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2008;295:1634-41. PubMed PMID: 18708447.

49. Swärd K, Miya M, Wilson DP, Deng JT, Susnjar M, Walsh MP. The role of RhoA and Rho-associated kinase in vascular smooth muscle contraction. *Curr Hypertens Rep* 2003;5(1):66-72. PubMed PMID: 12530938.

50. Uprichard SL. The therapeutic potential of RNA interference. *FEBS Lett* 2005;579:5996-6007.

51. Wang R, Wu Y, Tang G, Wu L, Hanna ST. Altered L-type  $\text{Ca}^{2+}$  channel currents in vascular smooth muscle cells from experimental diabetic rats. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2000;278:714-22.

52. White RE, Carrier GO. Vascular contraction induced by activation of membrane calcium ion channels enhanced in streptozotocin-diabetes. *J Pharmacol Exp Ther* 1990;253(3):1057-62. PubMed PMID: 1694242.

53. Xia P, Kramer RM, King GL. Identification of the mechanism for the inhibition of  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPase by hyperglycemia involving activation of protein kinase C and cytosolic phospholipase A<sub>2</sub>. *J Clin Invest* 1995;96:733-40. PubMed Central PMCID: PMC185257.

54. Xie Z, Su W, Guo Z, Pang H, Post SR, Gong MC. Up-regulation of CPI-17 phosphorylation in diabetic vasculature and high glucose cultured vascular smooth muscle cells. *Cardiovasc Res* 2006;69:491-501. PubMed PMID: 16336954.

Надійшла до редколегії 25. 10.16

И. Кизуб, канд. биол. наук, О. Харченко, канд. биол. наук, А. Костюк, канд. биол. наук, Л. Остапченко, д-р биол. наук Киевский национальный университет имени Тараса Шевченка, Киев, Украина, К. Клименко, канд. биол. наук, А. Соловьев, д-р биол. наук ГУ "Институт фармакологии и токсикологии НАМН Украины", Киев, Украина

#### УЧАСТИЕ ПРОТЕИНАКИНАЗЫ С В МЕХАНИЗМАХ НАРУШЕНИЯ СОСУДИСТОГО ТОНУСА ПРИ САХАРНОМ ДИАБЕТЕ. ЧАСТЬ 4

*Сахарный диабет (СД) сопровождается развитием нарушенных сосудистого тонуса. В развитии этих нарушений вовлечен регуляторный фермент протеинкиназа С (PKC). Много данных свидетельствует о том, что сократительные ответы гладких мышц сосудов существенно повышены при СД и эндотелий-независимые механизмы, связанные с PKC также вовлечены в этот процесс. Такими механизмами являются PKC-опосредованное угнетение тока через  $\text{Ca}^{2+}$ -зависимые  $\text{K}^+$ -каналы большой проводимости ( $\text{BK}_{\text{Ca}}$ ) в гладкомышечных клетках (ГМК) сосудов и  $\text{Ca}^{2+}$ -сенситизация миофиламентов ГМК. PKC является потенциальной терапевтической мишенью для лечения диабетических сосудистых нарушений. Среди ингибиторов PKC уже существует несколько субстанций, в частности рубоксистерин, индолилмалеимид и его производные. Недавно изобретенный метод РНК-интерференции (РНКи) является важным инструментом для угнетения генов и также может быть использован для угнетения PKC и устранения сосудистых осложнений при СД.*

*Ключевые слова: сахарный диабет, протеинкиназа С, сосудистый тонус, гладкие мышцы сосудов,  $\text{Ca}^{2+}$ -сенситизация, РНК-интерференция.*

I. Kizub, PhD, O. Kharchenko, PhD, O. Kostyuk, PhD, L. Ostapchenko, DSc Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine, K. Klymenko, PhD, A. Soloviev, DSc State Institution "Institute of Pharmacology and Toxicology of NAMS of Ukraine", Kyiv, Ukraine

#### PROTEIN KINASE C PARTICIPATION IN MECHANISMS OF VASCULAR TONE ABNORMALITY IN DIABETES MELLITUS. PFRT 4

*Diabetes mellitus (DM) is accompanying by vascular tone disorders development. Regulatory enzyme protein kinase C (PKC) is involved in mechanisms of these disorders development.*

*Numerous studies have demonstrated that contractile responses of vascular smooth muscle are enhanced in DM and endothelium-independent PKC-mediated mechanisms are involved in this process. Such mechanisms are PKC-mediated inhibition of  $\text{Ca}^{2+}$  activated  $\text{K}^+$  channels ( $\text{BK}_{\text{Ca}}$ ) in vascular smooth muscle cells (SMCs) and SMCs myofilaments  $\text{Ca}^{2+}$  sensitization. PKC is a potential therapeutic target for treating vascular diabetic complications. A few compounds among PKC inhibitors already exist, such as ruboxistaurin, indolyimaleimide and its derivatives. Recently discovered method of RNA-interference (RNAi) is an essential gene-silencing tool and can also be used for PKC inhibition and DM-associated vascular complications elimination.*

*Key words: diabetes mellitus, protein kinase C, vascular tone, vascular smooth muscle,  $\text{Ca}^{2+}$  sensitization, RNA-interference.*

УДК 612.821:612 821.83

С. Федорчук, канд. біол. наук, Л. Чікіна, пров. інж., Т. Герасько, магістр, І. Зима, д-р біол. наук, С. Тукаєв, канд. біол. наук Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

#### СТАТИЧНІ ЕЛЕКТРИЧНІ ПОТЕНЦІАЛИ ЯК ПОКАЗНИКИ СТАНУ ОЧІКУВАННЯ ЗА УМОВ ФОРМУВАННЯ ЕМОЦІЙНОГО ВИГОРАННЯ У СТУДЕНТІВ

*Статичні електричні потенціали (СТЕП) в біологічно активних зонах шкіри людини (БАЗ) відображають рівень фонові активності мозкових структур і рівень психічного стресу. Мета дослідження полягала в тому, щоб визначити характер розподілу СТЕП в симетричних біологічно активних зонах шкіри обличчя в стані очікування психологічного і нейрофізіологічного тестування за умов різного вихідного рівня емоційного вигорання у студентів. Отримані дані свідчать про те, що формування вигорання суттєво знижує рівень фонові емоційної напруги в стані очікування емоційно-значущої події, що може позначатися у порушенні адаптаційних можливостей і зниженні ефективності подальшої діяльності.*

*Ключові слова: статичні електричні потенціали (СТЕП), біологічно активні зони шкіри людини (БАЗ), рівень емоційного вигорання.*

**Вступ.** Емоції, як відомо, виконують значущу регулюючу роль у формуванні цілеспрямованої поведінки

людини, як позитивну, так і негативну, що спонукає до глибшого вивчення стану психоемоційної сфери. Про-  
© Федорчук С., Чікіна Л., Герасько Т., Зима І., Тукаєв С., 2016

блема діагностики різних аспектів психічного стану недостатньо розроблена і є досить актуальною. Це важливо, перш за все, з метою забезпечення ефективної адаптації до постійних змін умов існування, особливо на сучасному етапі розвитку нашого суспільства.

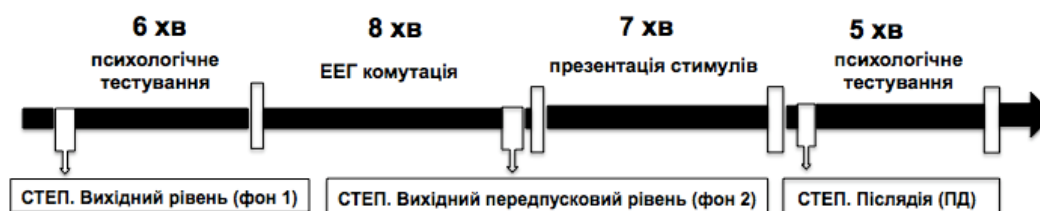
Як відомо, однією з форм стресу є емоційне вигорання (ЕВ) [6, 7, 12, 15]. Вигорання є однією з форм професійного стресу і вже стало значущою проблемою сучасного суспільства. За визначенням В.Бойко, ЕВ – механізм психологічного захисту у вигляді повного або часткового відключення емоцій у відповідь на психотравмуючі впливи [12]. Відповідно до моделі К. Маслач і С. Джексона, ЕВ включає три компоненти: емоційне виснаження, деперсоналізацію і редукцію персональних досягнень [6]. Центральне місце в цій тріаді посідає емоційне виснаження, яке проявляється у відчутті спустошення, емоційного перенапруження, виснаження власних ресурсів [12]. Особливість вигорання як процесу полягає в тому, що воно розвивається поступово, непомітно для людини протягом тривалого проміжку часу. Необхідно відзначити при формуванні вигорання погіршення пам'яті [7]. Вигорання також є фактором ризику для захворювань серцево-судинної системи [15].

Одним із основних критеріїв оцінки емоційного напруження і функціонального стану людини є рівень електричного потенціалу шкіри (ЕП) [1, 3, 4, 9, 11], який застосовується при визначенні рівня активного неспання [8], емпатії та алекситимії [1], сенсомоторної реактивності [2, 3]. Емоційні переживання супроводжуються активацією з різним ступенем вираженості тих ділянок мозку, які мають своє "представництво" (відображення) на тілі [10]. Електродермальні потенціали містять два компоненти: фазовий (SCR) і тонічний (SCL). Останній пов'язаний з тонічними станами симпатичної нервової системи, у тому числі під час перебування людини в стані стресу [4], який погіршує бар'єрну функцію шкіри [5]. На основі зниження рівня SCL також оцінюються ефективність копілунгу стресу, поліпшення емоційного

стану людини при застосуванні стимулів (фотографій і відео) зі сценами природи [13, 14]. Досліджено статевої відмінності електрофізіологічних реакцій за умов стресогенного впливу [3].

Отже, можна зробити цілком логічне припущення, що формування вигорання може позначатися на зміні значень статичних електричних потенціалів обличчя в стані очікування будь-якої події, що має важливе інформаційне значення (наприклад – перед проходженням психологічного і нейрофізіологічного тестування). Мета роботи полягала в тому, щоб визначити – чи буде залежати ступінь цього впливу від специфіки окремих фаз емоційного вигорання і які саме фази вигорання будуть позначатися на портреті СТЕП найбільше.

**Об'єкт і методи досліджень.** У проведеному дослідженні брали участь 31 студент I-III курсів факультету психології та Навчально-наукового центру "Інститут Біології" Київського національного університету імені Тараса Шевченка віком 17-23 років обох статей. Для оцінки наявного психічного стану студентів (а саме – вихідного рівня емоційного вигорання) було застосовано тест діагностики рівня емоційного вигорання В.В.Бойка, адаптовану для професійної групи "студенти" [12] з урахуванням особливостей вибірки та ситуації взаємодії в процесі навчання. Методика дозволяє діагностувати механізм психологічного захисту у формі повного або часткового виключення емоцій у відповідь на психотравмуючі впливи і, як наслідок, – здатність людини сприймати і обробляти будь-який вид інформації. Синдром емоційного вигорання класифікується за стадіями (тривожне напруження, опір (резистенція) і виснаження), для яких характерні ті чи інші симптоми, що враховують зміни параметрів психологічної та емоційної активності. Значення кожної з фаз вимірюється за шкалою від 0 до 120 пунктів: від 0 до 36 балів – фаза не сформована, від 37 до 60 балів – фаза перебуває на стадії формування, від 61 до 120 балів – фаза сформована [12].



Малюнок 1. Схема дослідження

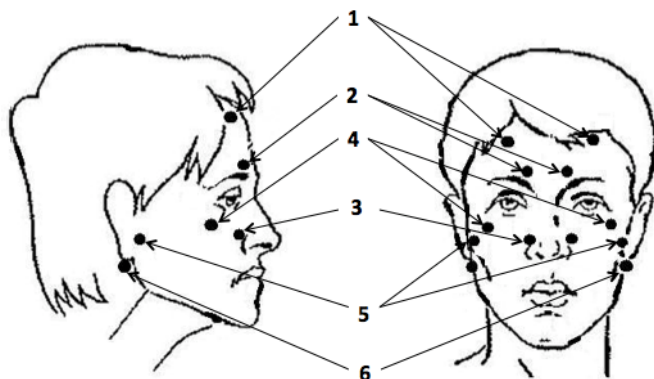
Значення СТЕП у БАЗ шкіри обличчя у досліджуваних заміряли на початку психологічних і нейрофізіологічних обстежень (вихідний рівень – фон 1) і безпосередньо перед проходженням тестів з використанням емоційно негативних стимулів (вихідний передпусковий рівень – фон 2), наприкінці експерименту (післядія – ПД) (малюнок 1). Абсолютні значення статичних електричних потенціалів шкіри в симетричних (правих та лівих) БАЗ шкіри обличчя: лобних (ЛП, ЛЛ), надбровних (НП, НЛ), біляносових (БНП, БНЛ), скроневих (СП, СЛ), білявушних (БВП, БВЛ) та завушних (ЗВП, ЗВЛ) (малюнок 2) реєструвалися неполяризованими хлорсрібними електродами за допомогою потенціометра постійної напруги "БЮ-1" з підвищеним вхідним опором, що перешкоджає виникненню струмів витоку через шкіру, та з вхідним фільтром частот, котрий відсікає всі частоти, вищі за 0.1 Гц, запобігаючи небажаного впливу електричної активності серця та інших внутрішніх органів на

досліджувані потенціали шкіри. Довготривало неполяризованими електродами являлися металеві стрижні, покриті шаром AgCl, що поміщались в фізіологічний розчин, яким наповнювали корпус електроду. Корпус електроду був виготовлений із нейтрального матеріалу. Реєстрація СТЕП проходила наступним чином: обстежуваний знаходився в положенні сидячи. Біологічно активні ділянки шкіри знежирювалися за допомогою спирту. Індиферентний електрод зі змоченим у фізіологічному розчині гнітом довжиною 5 см затискався в долоні обстежуваного (референтна зона). Активним електродом з коротким змоченим у фізіологічному розчині гнітом, з однаковою силою натискання торкалися до шкіри у обраній зоні і проводили вимір електричного потенціалу між долонею і вибраною БАЗ [3].

Статистична обробка даних проводилася з використанням методів математичної статистики за допомогою статистичного пакету Statistica 8. Для порівняння незале-

жних і залежних вибірок використовували тест Манна-Уїтні, тест Спірмена застосовували для дослідження ко-

реляційних зв'язків. Для визначення нормальності розподілу даних застосовувався критерій Колмагорова-Смірнова.



**Малюнок 2. Розташування досліджуваних БАЗ шкіри голови:**  
1 – лобні; 2 – надбрівні; 3 – біляносові; 4 – скроневі; 5 – білявушні; 6 – завушні

**Результати та їх обговорення.** За запропонованим тестом В.В.Бойка [12] визначалися окремо три фази розвитку синдрому емоційного вигорання – фаза тривожного напруження (для оцінки реакції на зовнішні і внутрішні фактори), фаза резистенції (для оцінки прийомів психологічного захисту) і фаза виснаження (для оцінки стану нервової системи студентів). В залежності від рівня сформованості кожної окремої фази синдрому емоційного вигорання обстежені студенти були розподілені на три групи: 1 – фаза не сформована, 2 – фаза на стадії формування, 3 – фаза сформована.

Виявлені значущі відмінності за тестом Манна-Уїтні ( $p < .05$ ) між виділеними групами студентів у фазі напруження за фоновими значеннями СТЕП (фон 1) у лобних правих (ЛП) БАЗ шкіри обличчя (таблиця 3, малюнок 3); у фазі резистенції – за фоновими значеннями СТЕП (фон 1) у біляносових (БНП, БНЛ), скроневих (СП, СЛ), білявушних правих (БВП) та завушних правих (ЗВП) БАЗ (таблиця 4, малюнок 4); у фазі виснаження – за фоновими значеннями СТЕП (фон 1) у лобних правих (ЛП) БАЗ шкіри обличчя (таблиця 5, малюнок 5).

**Таблиця 3. Статичні електричні потенціали в біологічно активних зонах шкіри за умов різного вихідного рівня емоційного вигорання (фаза "Тривожне напруження") у студентів (n=31), Ме [25%, 75%]**

БАЗ шкіри	1 група n=19	2 група n=6	3 група n=6
ЛП-ФОН1	45,0 [44,0; 50,0]	35,0 [34,0; 42,0]*	50,0 [40,0; 52,0]
ЛЛ-ФОН1	49,0 [40,0; 50,0]	42,0 [40,0; 50,0]	48,0 [36,0; 54,0]

Примітки:

\*  $p < .05$  – значущі різниці між 1 і 2 групами за тестом Манна-Уїтні;

ЛП, ЛЛ – абсолютні значення статичних електричних потенціалів (СТЕП, мВ) в симетричних (правих та лівих) лобних БАЗ шкіри обличчя;

ФОН1 – фонові СТЕП;

1 група – фаза не сформована;

2 група – фаза на стадії формування;

3 група – фаза сформована

**Таблиця 4. Статичні електричні потенціали в біологічно активних зонах шкіри за умов різного вихідного рівня емоційного вигорання (фаза "Резистенції") у студентів (n=31), Ме [25%, 75%]**

БАЗ шкіри	1 група n=3	2 група n=13	3 група n=15
БНП-ФОН1	61,5 [57,0; 66,0]!!	44,5 [32,0; 48,0]*	45,0 [35,0; 46,0]
БНЛ-ФОН1	60,5 [55,0; 66,0]!!	45,0 [32,0; 45,0]*	42,0 [35,0; 50,0]
СП-ФОН1	63,0 [57,0; 69,0]!!	43,5 [35,0; 49,0]*	45,0 [36,0; 49,0]
СЛ-ФОН1	61,0 [59,0; 63,0]!!	48,0 [36,0; 55,0]*	45,0 [40,0; 50,0]
БВП-ФОН1	62,5 [60,0; 65,0]!!	42,0 [32,0; 50,0]*	43,0 [33,0; 49,0]
БВЛ-ФОН1	59,5 [55,0; 64,0]	45,0 [34,0; 53,0]	40,0 [34,0; 46,0]
ЗВП-ФОН1	60,0 [55,0; 65,0]!!	36,0 [30,0; 41,0]*	38,0 [34,0; 45,0]
ЗВЛ-ФОН1	57,5 [49,0; 66,0]	32,0 [25,0; 44,0]	42,0 [38,0; 46,0]

Примітки:

\*  $p < .05$  – значущі різниці між 1 і 2 групами за тестом Манна-Уїтні;

!!  $p < .05$  – значущі різниці між 1 і 3 групами за тестом Манна-Уїтні;

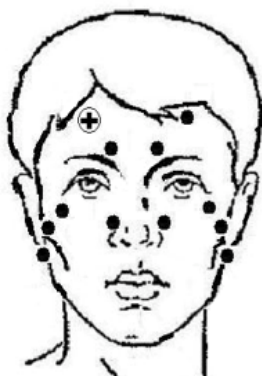
БНП, БНЛ, СП, СЛ, БВП, БВЛ, ЗВП, ЗВЛ – абсолютні значення статичних електричних потенціалів (СТЕП, мВ) в симетричних (правих та лівих) БАЗ шкіри обличчя: відповідно – лобних, надбровних, біляносових, скроневих, білявушних, завушних;

ФОН1 – фонові СТЕП;

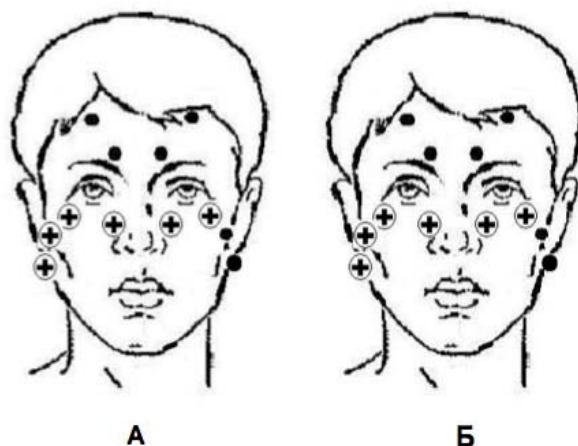
1 група – фаза не сформована;

2 група – фаза на стадії формування;

3 група – фаза сформована



**Малюнок 3.** Статичні електричні потенціали в біологічно активних зонах шкіри за умов різного вихідного рівня емоційного вигорання (фаза "Тривожне напруження") у студентів (N=31): "+" – значуще вищі значення фонових СТЕП (ФОН1) у представників 1-ої групи (фаза не сформована, N=19) в порівнянні з обстежуваними 2-ої групи (фаза на стадії формування, N=6),  $p < 05$



**Малюнок 4.** Статичні електричні потенціали в біологічно активних зонах шкіри за умов різного вихідного рівня емоційного вигорання (фаза "Резистенції") у студентів (N=31):  
 А "+" – значуще вищі значення фонових СТЕП (ФОН1) у представників 1-ої групи (фаза не сформована, N=3) в порівнянні з обстежуваними 2-ої групи (фаза на стадії формування, N=13),  $p < 05$ ;  
 Б "+" – значуще вищі значення фонових СТЕП (ФОН1) у представників 1-ої групи (фаза не сформована, N=3) в порівнянні з обстежуваними 3-ої групи (фаза сформована, N=15),  $p < 05$

**Таблиця 5.** Статичні електричні потенціали в біологічно активних зонах шкіри за умов різного вихідного рівня емоційного вигорання (фаза "Виснаження") у студентів (n=31), Ме [25%, 75%]

БАЗ шкіри	1 група n=14	2 група n=10	3 група n=7
ЛП-ФОН1	46,0 [45,0; 52,0]	37,0 [25,0; 42,0]*	43,0 [40,0; 50,0]
ЛЛ-ФОН1	49,0 [40,0; 55,0]	44,5 [30,0; 56,0]	41,0 [40,0; 48,0]

Примітки:

\*  $p < .05$  – значущі різниці між 1 і 2 групами за тестом Манна-Уїтні;

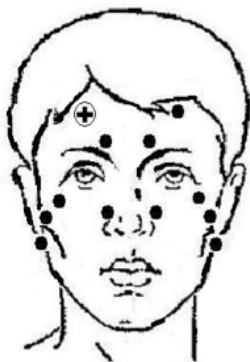
ЛП, ЛЛ – абсолютні значення статичних електричних потенціалів (СТЕП, мВ) в симетричних (правих та лівих) лобних БАЗ шкіри обличчя;

ФОН1 – фонові СТЕП;

1 група – фаза не сформована;

2 група – фаза на стадії формування;

3 група – фаза сформована



**Малюнок 5. Статичні електричні потенціали в біологічно активних зонах шкіри за умов різного вихідного рівня емоційного вигорання (фаза "Виснаження") у студентів (N=31):**

"+" – значуще вищі значення фонових СТЕП (ФОН1) у представників 1-ої групи (фаза не сформована, N=14) в порівнянні з обстежуваними 2-ої групи (фаза на стадії формування, N=10),  $p < 05$

На стадії формування фази тривожного напруження відбувалося значуще зменшення величини фонових СТЕП у правих лобних БАЗ шкіри обличчя. Це вказує на те, що формування емоційного вигорання (саме на стадії напруження регуляторних механізмів) знижує передпускову (до початку експерименту) емоційну напругу. Очевидно, цей факт можна пояснити так званим феноменом "емоційної прямоти, притуплення" (emotional bluntness), гальмуванням емоцій при формуванні вигорання [6, 12]. У студентів зі сформованою фазою напруження на тлі перших двох груп не було виявлено значущих змін СТЕП.

Зменшення фонових СТЕП (у симетричних біяноскових, скроневих та правих білявушних і завушних БАЗ) при розвитку фази резистентності може свідчити про те, що використання прийомів психологічного захисту також знижує передпускову емоційну напругу. Група студентів з несформованою фазою опору відрізнялась найвищими фоновими СТЕП. Студенти зі сформованою фазою резистентності та на стадії формування системи психологічного захисту, на противагу "беззахисним", продемонстрували нижчий фоновий рівень СТЕП, більш наблизений до "фізіологічної норми", що може свідчити про зменшення або відсутність передстартового хвилювання перед тестуванням.

На стадії формування фази виснаження (подібно до фази напруження) відбувалося значуще зменшення величини фонових СТЕП у правих лобних БАЗ шкіри обличчя. Але у студентів зі сформованою фазою виснаження на тлі перших двох груп не було виявлено значущих змін СТЕП. Хоча саме в даному випадку такі зміни були б найбільш очікуваними і прогнозованими. Цілком можливо, що інтенсивність вегетативних зрушень за умов очікування емоційно-значущої події при формуванні емоційного вигорання пов'язана зі статтю обстежуваних, крім того – від типу вегетативного регулювання або індивідуально-типологічних особливостей чи особистісних характеристик. Проте ці припущення, безумовно, потребують подальших досліджень і підтверджень або спростувань.

**Висновки.** Отже, аналіз отриманих результатів розподілу фонових СТЕП у БАЗ шкіри обличчя перед комплексним психологічним і нейрофізіологічним тестуванням студентів дає можливість підсумувати, що формування емоційного вигорання суттєво знижує рівень передстартової емоційної напруги в стані очікування емоційно-значущої події, що може позначатися у порушенні

адаптаційних можливостей і зниженні ефективності подальшої діяльності.

#### Список використаних джерел

1. Bogdanov V.B. Alexithymia and empathy predict changes in autonomic arousal during affective stimulation / V.B. Bogdanov, O.V. Bogdanova, D.S. Gorlov, Y.P. Gorgo, J.J. Dirckx, M.Y. Makarchuk, H. Critchley // *Cognitive and Behavioral Neurology*, 26(3), 2013. doi: 10.1097/WNN.000000000000002
2. Bogdanov V.B. Emotional stress, Gender, and Age Effects on facial skin potential distribution / V.B. Bogdanov, D.S. Gorlov, S.V. Fedorchuk, A.I. Ena, Yu.P. Gorgo // *47th Annual Meeting of Society for Psychophysiological research*. – Savannah, Georgia, USA, October 17-21, 2007. – S59.
3. Bogdanov V.B. Differences in the face distribution of skin potential level related to emotional stress and gender / V.B. Bogdanov, D.S. Gorlov, Yu.P. Gorgo // *Acta Physiologica*. 186 (Suppl. 650). – 2006. – PM13A-15.
4. Dawson M.E. The electrodermal system / M.E. Dawson, A.M. Schell, D.L. Filion // *Handbook of psychophysiology* / J.T. Cacioppo, L.G. Tassinari, G.G. Bernston, eds. 3rd ed. New York: Cambridge University Press, 2007. – pp. 159–181.
5. Fukuda S. Psychological stress has the potential to cause a decline in the epidermal permeability barrier function of the horny layer / S. Baba, T. Akasaka // *International journal of cosmetic science*, 37(1), – 2015. – 63-69. DOI: 10.1111/ics.12169
6. Maslach C. What have we learned about burnout and health? *Psychology and Health*, 16. 2001: 607-611.
7. Meier S.F. The burned-out college student: a descriptive profile / S.F. Meier, R.R. Schmeck // *Journal of College Student Personal*. January. – 1985: 63–69.
8. Nishimura C. Evaluation of the arousal level in motorcar driving using skin potential level II: Its effectiveness compared with other electrophysiological quantities / C. Nishimura, A. Kosaka, K. Terada, S. Yoshizawa, J. Nagumo // *Journal of Robotics and Mechatronics*, 7(2), 1995. – 112-118.
9. Nishimura C. Feedback control of the level of arousal using skin potential level as an index / C. Nishimura, J.I. Nagumo // *Ergonomics*, 28(6), 1985. – 905-913. http://dx.doi.org/10.1080/00140138508963211
10. Picard R.W. Multiple arousal theory and daily-life electrodermal activity asymmetry / R.W. Picard, S. Fedor, Y. Ayzenberg // *Emotion Review*, 8(1), 2016. – 62-75. doi:10.1177/1754073914565517
11. Robin O. Emotional responses evoked by dental odors: an evaluation from autonomic parameters / O. Robin, O. Alaoui-Ismaïli, A. Dittmar, E. Vernet-Maury // *Journal of Dental Research*, 77(8), 1998. – 1638-1646. doi: 10.1177/00220345980770081201
12. Tukaiev S. Does the response to negative TV news depend on the level of emotional burnout? / S. Tukaiev, I. Zyma, S. Sobishchanskyi, Y. Havrylets, M. Makarchuk, V. Rizun, I. Sosiedka, I. Babyn // *Program № 268.21/TT34. 2014 Neuroscience Meeting Planner*. Washington, DC: Society for Neuroscience, 2014. Online // *Neuroscience 2014, SfN's 44st annual meeting*, November 15-19, Washington, DC, USA. 1585-1586. DOI:10.1159/000056232
13. Ulrich R.S. Stress recovery during exposure to natural and urban environments / R.S. Ulrich, R.F. Simons, B.D. Losito, E. Fiorito, M.A. Miles, M. Zelson // *Journal of environmental psychology*, 11(3), 1991. – 201-230. doi:10.1016/S0272-4944(05)80184-7
14. Valtchanov D. Restorative effects of virtual nature settings / D. Valtchanov, K.R. Barton, C. Ellard // *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 13(5), 2010. – 503-512. doi:10.1089/cyber.2009.0308



15. Zaanstra Y.J. Vagal and sympathetic activity in burnouts during a mentally demanding workday / Y.J. Zaanstra, J.M.H. Schellekens, C. Schaap, L. Kooistra // *Psychosomatic Medicine*, 68: 2006. – 583-590.

#### Reference

1. Bogdanov VB, Bogdanova OV, Gorlov DS, Gorgo YP, Dirckx JJ, Makarchuk MY, Critchley H. Alexithymia and empathy predict changes in autonomic arousal during affective stimulation. *Cognitive and Behavioral Neurology*. 26(3). 2013. doi: 10.1097/WNN.0000000000000002
2. Bogdanov VB, Gorlov DS, Fedorchuk SV, Ena AI, Gorgo YuP. Emotional stress, Gender, and Age Effects on facial skin potential distribution. 47th Annual Meeting of Society for Psychophysiological research. Savannah, Georgia, USA. October 17-21. 2007: S59.
3. Bogdanov VB, Gorlov DS, Gorgo YuP. Differences in the face distribution of skin potential level related to emotional stress and gender. *Acta Physiologica*. 186(Suppl. 650). 2006: PM13A-15.
4. Dawson ME, Schell AM, Filion DL. The electrodermal system. In: *Handbook of psychophysiology*. Cacioppo JT, Tassinari LG, Bernston GG, eds. 3rd ed. New York: Cambridge University Press. 2007: 159–181.
5. Fukuda S, Baba S, Akasaka T. Psychological stress has the potential to cause a decline in the epidermal permeability barrier function of the horny layer. *International journal of cosmetic science*. 37(1). 2015: 63-69. DOI: 10.1111/ics.12169
6. Maslach C. What have we learned about burnout and health? *Psychology and Health*. 16. 2001: 607-611.
7. Meier SF, Schmeck RR. The burned-out college student: a descriptive profile. *Journal of College Student Personal*. January. 1985: 63–69.
8. Nishimura C, Kosaka A, Terada K, Yoshizawa S, Nagumo J. Evaluation of the arousal level in motorcar driving using skin potential level

II: Its effectiveness compared with other electrophysiological quantities. *Journal of Robotics and Mechatronics*. 7(2). 1995: 112-118.

9. Nishimura C, Nagumo JI. Feedback control of the level of arousal using skin potential level as an index. *Ergonomics*. 28(6). 1985: 905-913. <http://dx.doi.org/10.1080/00140138508963211>
10. Picard RW, Fedor S, Ayzenberg Y. Multiple arousal theory and daily-life electrodermal activity asymmetry. *Emotion Review*. 8(1). 2016: 62-75. doi:10.1177/1754073914565517
11. Robin O, Alaoui-Ismaïl O, Dittmar A, Vernet-Maury E. Emotional responses evoked by dental odors: an evaluation from autonomic parameters / O Robin, // *Journal of Dental Research*. 77(8). 1998. 1638-1646. doi: 10.1177/00220345980770081201
12. Tukaiev S, Zyma I, Sobishchanskyy S, Havrylets Y, Makarchuk M, Rizun V, Sosiedka I, Babyn I. Does the response to negative TV news depend on the level of emotional burnout? Program № 268.21/TT34. 2014 Neuroscience Meeting Planner. Washington, DC: Society for Neuroscience. 2014. Online. Neuroscience 2014. SfN's 44st annual meeting. November 15-19. Washington, DC, USA: 1585-1586. DOI:10.1159/000056232
13. Ulrich RS, Simons RF, Losito BD, Fiorito E, Miles MA, Zelson M. Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of environmental psychology*. 11(3). 1991: 201-230. doi:10.1016/S0272-4944(05)80184-7
14. Valtchanov D, Barton KR, Ellard C. Restorative effects of virtual nature settings. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*. 13(5). 2010: 503-512. doi:10.1089/cyber.2009.0308
15. Zaanstra YJ, Schellekens JMH, Schaap C, Kooistra L. Vagal and sympathetic activity in burnouts during a mentally demanding workday. *Psychosomatic Medicine*. 68. 2006: 583-590.

Надійшла до редколегії 08.11.16

С. Федорчук, канд. биол. наук, Л. Чикина, канд. биол. наук, Т. Герасько, магістр, И. Зима, д-р биол. наук, С. Тукаев, канд. биол. наук  
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина

### СТАТИСТИЧЕСКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОТЕНЦИАЛЫ КАК ПОКАЗАТЕЛИ СОСТОЯНИЯ ОЖИДАНИЯ В УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ СТУДЕНТОВ

*Статические электрические потенциалы (СТЕП) в биологически активных зонах кожи человека (БАЗ) отражают уровень фоновой активации мозговых структур и уровень психического стресса. Цель исследования состояла в том, чтобы определить характер распределения СТЕП в симметричных биологически активных зонах кожи лица в состоянии ожидания психологического и нейрофизиологического тестирования в условиях различного исходного уровня эмоционального выгорания у студентов. Полученные данные свидетельствуют о том, что формирование выгорания существенно снижает уровень фонового эмоционального напряжения в состоянии ожидания эмоционально-значимого события, что может сказываться в нарушении адаптационных возможностей и снижении эффективности дальнейшей деятельности.*

*Ключевые слова: статические электрические потенциалы (СТЕП), биологически активные зоны кожи человека (БАЗ), уровень эмоционального выгорания.*

S. Fedorchuk, Phd., L. Chikina, Phd., T. Gerasko, magistr., I. Zima, DSc., S. Tukaev, Phd.  
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

### STATISTICAL ELECTRIC POTENTIAL AS AN INDICATOR OF A WAIT STATE IN THE FORMATION OF EMOTIONAL BURNOUT STUDENTS

*The skin potential level (SPL) of facial biologically active zones (BAZs) reflects the level of background activation of brain structures and the level of mental stress. The aim of the study was to detect the distribution of SPL in symmetric biologically active zones of face skin (frontal, superciliary, paranasal, temporal, periotic and postaural) pending psychological and neurophysiological tests depending on the level of emotional burnout among students. It indicates that the formation of burnout reduced the background initial emotional tension pending emotionally significant events that may affect violating adaptive capacity and reducing the effectiveness of future activities.*

*Key words: skin potential level (SPL), biologically active zones (BAZs), burnout.*

УДК 615.9:616.36-099:576.2.24:577.161.3

О. Ткаченко, асп., В. Коваленко, д-р биол. наук, проф.  
ДУ "Інститут фармакології та токсикології НАМН України", Київ

### ВІКОВІ ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ МЕТАБОЛІЧНОГО СИНДРОМУ НА ЕМБРІО-ФЕТАЛЬНИЙ РОЗВИТОК ПОТОМСТВА САМЦІВ ЩУРІВ

*Порівняльні дослідження рівня ембріо-фетальної смертності у самиць, запліднених самцями з метаболічним синдромом (МС), індукованим у дорослому або ювенільному віці виявили, що у потомства дорослих щурів не відбувалося суттєвих порушень ембріо- та фетогенезу. У щурів-самців з МС, що розвинувся в ювенільному віці, доімплантаційні втрати були в 6 разів вищими, ніж в контролі; зафіксовано 4 % післяімплантаційної загибелі; відповідно, загальна смертність потомства зростала у 2,4 рази порівняно з контролем.*

*Ключові слова: метаболічний синдром, щурі, ювенільний вік, ембріон-фетальний розвиток.*

**Вступ.** Сьогодні не викликає сумніву той факт, що корені метаболічних порушень лежать в дитячому та підлітковому віці [1,2]. Стрімкий ріст розповсюдження ожиріння, особливо в розвинених країнах, призводить до суттєвого збільшення кількості дітей та підлітків, що мають ознаки метаболічних порушень ризик та інсулінорезистентності [3]. У розвинених країнах надмірну

масу тіла мають 23,8 % хлопчиків та 22,6% дівчаток [4]. За різними оцінками поширеність МС серед підлітків та молоді складає біля 10 %, зростаючи до 22,1 % при вираженому ожирінні [5,6]. Серед потенційних ризиків для здоров'я, пов'язаних з розвитком МС та ожиріння, на особливу увагу заслуговує те, що вони можуть негативно впливати на репродуктивну систему [7,8].

© Ткаченко О., Коваленко В., 2016