

## Влияние транскраниальной электростимуляции на выносливость крыс с разной устойчивостью к стрессу

А.С. Липатова, П.П. Поляков, А.Х. Каде, А.И. Трофименко,  
С.В. Кравченко

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России,  
Краснодар

Контактная информация: к.м.н. Трофименко Артем Иванович, [artemtrofimenko@mail.ru](mailto:artemtrofimenko@mail.ru)

---

Транскраниальная электростимуляция (ТЭС-терапия) является современным неинвазивным методом физиотерапии, селективно активирующим опиоидергическую систему. В работе приводятся данные о влиянии ТЭС-терапии на выносливость крыс с разной устойчивостью к стрессу по результатам теста вынужденного плавания с грузом. В первом тесте вынужденного плавания проведено разделение крыс на группы низкой, средней и высокой стрессоустойчивости. После пяти сеансов ТЭС-терапии проводилась повторная оценка выносливости животных в тесте вынужденного плавания с грузом. Анализ времени плавания показал положительное влияние ТЭС-терапии на выносливость крыс, особенно выраженный эффект наблюдался в группах животных с низкой и высокой устойчивостью к стрессу.

**Ключевые слова:** ТЭС-терапия, стресс, крыса, выносливость,  $\beta$ -эндорфин, опиоидные пептиды, тест вынужденного плавания.

---

### Введение

Поиск новых, безопасных методов повышения физической выносливости, работоспособности и устойчивости организма к воздействию экстремальных факторов является одним из актуальных вопросов современного здравоохранения [2, 4, 11]. С этой позиции особую значимость приобретают методы транскраниальной стимуляции структур головного мозга, т.к. они практически лишены побочных эффектов, характерных для медикаментозной терапии, и при этом просты в применении.

История применения слабого постоянного тока для стимуляции структур головного мозга начинается с XIX века и связана с именами таких корифеев медицинской науки, как Верно Б.Ф.,

Пфлюгер Э.Ф., Введенский Н.Е., Ухтомский А.А., Бехтерев В.М. [1].

В литературе для обозначения процедур неинвазивной электростимуляции структур головного мозга постоянным током с плотностью 0,01-0,3 мА/см<sup>2</sup> используются такие термины, как гальванизация, микрополяризация, транскраниальная микрополяризация, транскраниальная электростимуляция, transcranial direct current stimulation, cranial electrotherapy, non-invasive neurostimulation, brain stimulation [1, 12].

В СССР изучение психофизиологических эффектов транскраниальной электростимуляции началось с конца 70-х гг. прошлого века, а одним из первых зарубежных исследований по данной теме является опубликованная в 1966 г. статья

D. Albert [9]. Одним из первых зарубежных обзоров по исследованию психофизиологических эффектов транскраниальной электростимуляции при лечении депрессии является вышедшая в 2002 г. статья М.А. Nitsche [14].

Прорывом в развитии методов транскраниальной электростимуляции является открытие селективной активации структур антиноцицептивной системы ствола головного мозга под влиянием тока особых характеристик, сделанное в начале 80-х гг. прошлого века на базе Института физиологии им. И.П. Павлова РАН коллективом исследователей под руководством д.м.н., проф. В.П. Лебедева. Так «родился» метод транскраниальной электростимуляции эндорфинергических механизмов мозга (ТЭС-терапия) [4, 5].

Дальнейшие исследования показали связь эффектов стимуляции ствола головного мозга через покровы черепа с активацией эндогенной опиоидергической системы, подтвердили строгую зависимость лечебного эффекта от способа наложения электродов (фронтально-мастоидальное), параметров используемого тока (чередование постоянного тока силой 3 мА, плотностью 0,01 мА/см<sup>2</sup> и импульсного тока силой 1,5-2 мА, частотой 77 Гц, при длительности импульса 3,75±0,25 мс, в соотношении 2-5:1), направления тока, выделения эндогенных опиоидных пептидов (прежде всего, β-эндорфина) [4]. При проведении клинических испытаний ТЭС-терапия показала эффективность при разных видах патологии, что обусловлено наличием анальгетического, иммуностропного, онкостатического, органопротективного, стресс-протекторного, гомеостатического эффектов. Метод ТЭС-терапии

вошел в клиническую практику России и стран СНГ, промышленностью освоен выпуск ряда модификаций приборов для ее проведения (ЭТРАНС, ТРАНСАИР) [2].

За рубежом бум исследований методик транскраниальной электростимуляции начался в двухтысячных годах и связан с интересом Агентства по разработке перспективных вооружений США (DARPA) к ее использованию с целью улучшения и коррекции нарушений психофизиологического состояния военнослужащих [10, 12, 16].

В 2013 г. на территории США зарегистрирована компания «Halo Neuroscience», которая стала массово производить электростимулятор «Halo Sport System» для проведения транскраниальной микрополяризации (tDCS). Знаковым событием в популяризации метода стало использование данного аппарата командой олимпийской сборной США на Олимпиаде 2016 г. в Бразилии [15].

В настоящее время интенсивность исследований, проводящихся в мире по данному направлению, наглядно демонстрирует наличие около пятисот обзорных статей, вышедших за последние 5 лет, индексируемых по базе PubMed Национального Института Здоровья США.

**Цель** исследования – изучить влияние ТЭС-терапии на результаты теста вынужденного плавания у крыс с разной устойчивостью к стрессу.

### **Материалы и методы**

Исследование выполнено в лаборатории кафедры общей и клинической патологической физиологии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России. Экспе-

рименты проведены на 176-ти трехмесячных самцах белых нелинейных крыс средней массой  $195 \pm 15$  г. Содержание животных и постановка экспериментов проводились на базе вивария, в условиях 12-часового светового дня, размещение по 5 особей в клетке, в условиях свободного доступа к воде и корму в соответствии с требованиями приказа Минздрава России от 01.04.2016 г. № 199н «Об утверждении Правил надлежащей лабораторной практики» и международными правилами «Guide for the Care and Use of Laboratory Animals».

Для оценки физической выносливости крыс в условиях стресса мы использовали тест вынужденного плавания в модификации ФГБУН НЦБМТ ФМБА России [7]. Перед началом эксперимента животное взвешивали, затем к основанию хвоста прикрепляли груз, составляющий 10% от массы тела. Для этого на резиновое кольцо (резиновые тяги для брекетов «Бурундук») завязывали капроновую нить длиной 10 см, другой конец нити привязывали к грузу (болты с накрученными на них гайками). Затем животное аккуратно помещали в квадратный в сечении стеклянный сосуд  $25 \times 25 \times 60$  см с высотой столба воды 45 см и температурой воды  $28^\circ\text{C}$  [3, 7]. Оценку физической выносливости крыс осуществляли путем определения времени плавания до полного утомления, критериями которого служили: погружение на дно сосуда, нарушение координации, вращение вокруг своей оси и пускание пузырей, невозможность всплыть на поверхность и адинамиа более 10 сек. После проведения исследования животных извлекали из воды, обсушивали полотенцем и помещали в клетку, подогретую термоодеялом.

По результатам первого теста вынужденного плавания крысы поделены на следующие группы: группа 1 – низкой стрессоустойчивости (время плавания до полного утомления – до 25-го перцентиля), группа 2 – средней стрессоустойчивости (время плавания – между 25-м и 75-м перцентилями), группа 3 – высокой стрессоустойчивости (выше 75-го перцентиля).

Далее животные каждой из групп случайным образом были поделены на две подгруппы: сравнения (без ТЭС-терапии) и опытную (с ТЭС-терапией). Крысы из опытной группы в течение пяти дней получали сеансы ТЭС-терапии. На 7-е сутки эксперимента проводили тест вынужденного плавания повторно.

Продолжительность первого сеанса ТЭС-терапии составляла 15 мин, последующих – по 30 мин. ТЭС-терапию проводили с помощью модифицированного двухпрограммного электростимулятора «ТРАНСАИР-03» (ООО «Центр транскраниальной электростимуляции», Санкт-Петербург) в собственной модификации. Использованы следующие параметры ТЭС-терапии: частота тока  $70 \pm 2$  Гц, длительность импульса  $3,75 \pm 0,25$  мс, величина суммарного тока 1 мА [5, 6].

Статистическую обработку полученных данных осуществляли при помощи пакетов программ Microsoft Excel 2010 и Statistica 10.0. Для проверки гипотезы о гауссовом (нормальном) распределении показателей в исследуемых группах использовали критерий Шапиро-Уилка. В связи с тем, что распределение значений исследуемых показателей в группах отличалось от нормального закона, применялись методы непараметрической

статистики. Полученные результаты исследуемых групп после статистической обработки выражали в виде медианы (Me) с использованием 25-го и 75-го перцентилей (P25 и P75). Для проверки нулевой гипотезы об отсутствии статистически значимых различий при парных сравнениях зависимых групп использовали критерий Вилкоксона (W-test), а для оценки межгрупповых различий независимых групп применяли критерий Краскера-Уоллиса (K-W-tets), в обоих случаях – с установлением критического уровня значимости  $p \leq 0,05$ .

### Результаты и их обсуждение

При анализе длительности первого теста вынужденного плавания крысы были распределены на следующие группы: группа 1 (низкой стрессоустойчивости) – 24,4%, группа 2 (средней стрессоустойчивости) – 51,7% и группа 3 (высокой стрессоустойчивости) – 23,9% (табл. 1).

Подобное распределение согласуется с данными литературы: так, при исследовании физической выносливости крыс в условиях стресса и запредельных нагрузок по 25% животных приходится на группы низкой и высокой устойчивости к стрессу [3, 7].

При анализе времени плавания в группе 1 (животные с низкой стрессоустойчивостью) статистически значимых различий между подгруппами сравнения и опытной по результатам 1-го теста, а также подгруппой сравнения по результатам 2-го теста нет ( $p > 0,05$ ). В опытной подгруппе наблюдается статистически значимое ( $p \leq 0,05$ ) увеличение времени плавания на 25,3%, в отличие от подгруппы сравнения и исходных данных (табл. 2). Позитивное эрготропное влияние ТЭС-терапии связано с активацией эндогенной опиоидергической системы и увеличением продукции  $\beta$ -эндорфина [5, 8].

Таблица 1

#### Показатели крыс по результатам первого теста вынужденного плавания

Показатель	Общее	Группа 1	Группа 2	Группа 3
Кол-во животных	176	43	91	42
Me	234	161	235	2843
P25	184	145	208	486
P75	371	171	266	6082

Таблица 2

#### Время плавания крыс группы 1 (с низкой устойчивостью к стрессу), сек.

Время, сек.	1-й тест		2-й тест	
	группа сравнения	опытная группа	группа сравнения	опытная группа
N крыс	16	17	16	17
Me	161,5	151,0	166,5	223,0
P25	146,5	122,0	160,0	168,0
P75	171,5	166,0	215,5	274,0
W-test	-----	-----	0,051	0,001

Известно, что  $\beta$ -эндорфин – важнейший медиатор центральной антиноцицептивной системы – играет ключевую роль в коррекции стресс-зависимых психофизиологических нарушений, в т.ч., за счет воздействия на систему вознаграждения [13].

При анализе времени плавания в группе 2 (животные со средней устойчивостью к стрессу) статистически значимых ( $p > 0,05$ ) различий между подгруппами сравнения и опытной по результатам 1-го теста, а также подгруппой сравнения по результатам 2-го теста вынужденного плавания нет. В подгруппе крыс, получавших сеансы ТЭС-терапии, наблюдается статистически значимое ( $p \leq 0,05$ ) увеличение времени плавания на 23% в сравнении с подгруппой без ТЭС-терапии и исходными данными (табл. 3).

Оценка межгрупповых корреляций с помощью критерия Краскера-Уоллиса при попарном сравнении между подгруппами показывает статистически значимое различие между группами с низкой и средней устойчивостью к стрессу ( $p_{1,2} = 0,045$ ). В опытных подгруппах различия статистически высоко значимы ( $p < 0,001$ ) между группами с низкой и средней устойчивостью ( $p_{1,2} = 0,016$ ).

Таким образом, помимо имеющихся в литературе данных о модулирующей роли опиоидных пептидов исключительно при патологии, мы обнаружили, что стимуляция эндогенной опиоидергической системы значительно повышает выносливость крыс и со средней устойчивостью к стрессу.

При анализе продолжительности теста в группе 3 (животные с высокой устойчивостью к стрессу) обнаружено, что статистически значимых различий результатам 1-го теста вынужденного плавания между подгруппами нет ( $p > 0,05$ ). При сравнении результатов в подгруппе без ТЭС-терапии по результатам 1-го и 2-го теста наблюдается статистически значимое ( $p \leq 0,05$ ) снижение выносливости в 11,7 раза, что свидетельствует о срыве адаптации у животных с высокой устойчивостью к стрессу.

По данным литературы, описанные изменения в виде резкого снижения выносливости при повторном проведении плавательного теста у высокоустойчивых к стрессу животных в значительной степени определяются сопутствующими дистрессу изменениями в симпатoadреналовой системе, обусловленными ее гиперактивацией [17].

Таблица 3

Время плавания крыс группы 2 (со средней устойчивостью к стрессу), сек.

Время, сек.	1-й тест		2-й тест	
	группа сравнения	опытная группа	группа сравнения	опытная группа
N крыс	34	33	34	33
Me	243	232	227	296
P25	216	201	181	229
P75	264	266	274	479
W-test	----	----	0,5670	0,0005

Время плавания крыс группы 3 (с высокой устойчивостью к стрессу), сек.

Время, сек.	1-й тест		2-й тест	
	группа сравнения	опытная группа	группа сравнения	опытная группа
N крыс	17	15	17	15
Me	2954	3720	253	6694
P25	486	478	193	2438
P75	5851	6932	402	8790
W-test	-----	-----	0,010	0,002

В подгруппе крыс, получавших сеансы ТЭС-терапии, отмечено статистически значимое ( $p \leq 0,05$ ) увеличение времени плавания в 2 раза в сравнении с исходными показателями и в 26,5 раз – в сравнении с подгруппой без ТЭС (табл. 4).

Оценка данных по подгруппам сравнения с помощью критерия Краскера-Уоллиса показывает наличие статистически значимого различия между группами с низкой и средней устойчивостью к стрессу ( $p_{1,2} = 0,045$ ), тогда как между группами со средней и высокой устойчивостью ( $p_{2,3} = 0,2$ ) и низкой и высокой устойчивостью ( $p_{1,3} = 0,08$ ) их нет. В опытных подгруппах различия статистически значимы ( $p < 0,001$ ) между исследуемыми группами: с низкой и средней устойчивостью ( $p_{1,2} = 0,0162$ ), средней и высокой устойчивостью ( $p_{2,3} = 0,0007$ ), низкой и высокой устойчивостью ( $p_{1,3} = 0,0001$ ).

Причиной, объясняющей положительные эффекты ТЭС-терапии, может являться модулирующее влияние  $\beta$ -эндорфина на адренергические механизмы стресса, за счет чего предупреждается их гиперактивация и предотвращается развитие дистресса.

### Заключение

Таким образом, проведенные исследования показали, что ТЭС-терапия является перспективным методом повышения выносливости к стрессу вне зависимости от исходного уровня устойчивости и может быть рекомендована в качестве метода повышения выносливости при адаптации к экстремальным нагрузкам.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Список литературы

1. Бехтерева Н.П. Лечебная электростимуляция мозга и нервов человека. – СПб: Сова, 2008. – 378 с.
2. Занин С.А., Каде А.Х., Кадомцев Д.В., Пасечникова Е.А., Голубев В.Г., Плотникова В.В., Шаров М.А., Азаркин Е.В., Кочарян В.Э. ТЭС-терапия. Современное состояние проблемы // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 1.
3. Каркищенко В.Н., Капанадзе Г.Д., Денгына С.Е., Станкова Н.В. Разработка методики оценки физической выносливости мелких лабораторных животных для изучения адаптогенной активности некоторых лекарственных препаратов // Биомедицина. – 2011. – № 1. – С. 72-74.
4. Лебедев В.П., Малыгин А.В., Трусов С.В. Применение ТЭС-терапии в оздоровитель-

- ных учреждениях // В сб.: Актуальные вопросы оздоровления детей и подростков. – СПб: ООО «ИнформМед». – 2014. – С. 220-223.
5. **Лебедев В.П., Савченко А.Б., Петряевская Н.В.** Об опиатном механизме транскраниальной электроанальгезии у крыс и мышей // Физиол. журн. СССР им. И.М. Сеченова. – 1988. – Т. 74. – № 9. – С. 1249-1256.
  6. **Липатова А.С., Поляков П.П., Каде А.Х., Занин С.А., Трофименко А.И., Малышева Т.В.** Модификация методики ТЭС-терапии для ее применения у мелких лабораторных грызунов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5.
  7. Руководство по лабораторным животным и альтернативным моделям в биомедицинских исследованиях / Под ред. Н.Н. Каркищенко, С.В. Грачева. – М.: Профиль-2С, 2010. – 358 с.
  8. **Трофименко А.И., Каде А.Х., Мясникова В.В., Пирогова Н.П., Занин С.А.** β-эндорфин и цитокиновый профиль в динамике экспериментального ишемического инсульта // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.
  9. **Albert D.J.** The effect of spreading depression on the consolidation of learning // *Neuropsychologia*. – 1966. – Vol. 4. – Pp. 49-64.
  10. **Fox D.** Neuroscience: brain buzz // *Nature News*. – 2011. – V. 472. – No. 7342. – Pp. 156-159.
  11. **Greenwood B.N., Fleshner M.** Exercise, stress resistance, and central serotonergic systems // *Exercise and sport sciences reviews*. – 2011. – V. 39(3). – Pp. 140-149.
  12. **Jansen J.M., Daams J.G., Koeter M.W.J., Veltman D.J., van den Brink W., Goudriaan A.E.** Effects of non-invasive neurostimulation on craving: a meta-analysis // *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. – 2013. – V. 37(10). – Pp. 2472-2480.
  13. **Merenlender-Wagner A., Dikshtein Y., Yadid G.** The β-endorphin role in stress-related psychiatric disorders // *Current Drug Targets*. – 2009. – V. 10. – Pp. 1096-1108.
  14. **Nitsche M.A.** Transcranial direct current stimulation: a new treatment for depression? // *Bipolar Disord.* – 2002. – V. 4(Suppl. 1). – Pp. 98-99.
  15. **Reardon S.** Performance boost paves way for 'brain doping': electrical stimulation seems to boost endurance in preliminary studies // *Nature*. – 2016. – V. 531. – No. 7594. – Pp. 283-285.
  16. **Volz M.S., Volz T.S., Brunoni A.R., de Oliveira J.P., Fregni F.** Analgesic effects of non-invasive brain stimulation in rodent animal models: a systematic review of translational findings // *Neuromodulation*. – 2012. – V. 15. – Pp. 283-295.
  17. **Wong D.L., Tai T.C., Wong-Faull D.C., Claycomb R., Meloni E.G., Myers K.M., Kvetmanský R.** Epinephrine: A short-and long-term regulator of stress and development of illness // *Cellular and molecular neurobiology*. – 2012. – V. 32. – No. 5. – Pp. 737-748.

## References

1. **Behtereva N.P.** Lechebnaja jelektrostimuljacija mozga i nervov cheloveka [Therapeutic electrostimulation of the brain and nerves]. Saint Petersburg: Sova. 2008. 378 p. (In Russian).
2. **Zanin S.A., Kade A.H., Kadomcev D.V., Pasechnikova E.A., Golubev V.G., Plotnikova V.V., Sharov M.A., Azarkin E.V., Kocharjan V.Je.** TJeS-terapija. Sovremennoe sostojanie problemy [TEBS-therapy. Current state of the problem]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija* [Modern problems of science and education]. 2017. No. 1. (In Russian).
3. **Karkischenko V.N., Kapanadze G.D., Den'gina S.E., Stankova N.V.** Razrabotka metodiki ocenki fizicheskoj vynoslivosti melkih laboratornyh zhivotnyh dlja izuchenija adaptogennoj aktivnosti nekotoryh lekarstvennyh preparatov [Working out of a technique for physical endurance of small laboratory animals for studying of different medicine]. *Biomedicine*. 2011. No. 1. Pp. 72-74. (In Russian).
4. **Lebedev V.P., Malygin A.V., Trusov S.V.** Primenenie TJeS-terapii v ozdorovitel'nyh uchrezhdenijah [Application of TES-therapy in health facilities]. V sb.: Aktual'nye voprosy ozdorovlenija detej i podrostkov [In the book: Actual issues of health improvement for children and adolescents]. Saint Petersburg: ООО «ИнформМед». 2014. Pp. 220-223. (In Russian).
5. **Lebedev V.P., Savchenko A.B., Petryaevskaja N.V.** Ob opiatnom mehanizme transkraniальной jelektroanal'gezii u krys i myshej [About the opiate mechanism of transcranial electroanalgesia in rats and mice]. *Fiziol. zhurn. SSSR im. I.M. Sechenova* [Sechenov Physiological J. of the USSR]. 1988. V. 74. No. 9. Pp. 1249-1256. (In Russian).
6. **Lipatova A.S., Poljakov P.P., Kade A.H., Zanin S.A., Trofimenko A.I., Malysheva T.V.** Modifikacija metodiki TJeS-terapii dlja ee primenenija u melkih laboratornyh gryzunov

- [Modification of the procedure TES-therapy for its use in small laboratory rodents]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2015. No. 5. (In Russian)
7. *Rukovodstvo po laboratornym zhivotnym i al'ternativnym modeljam v biomedicinskih issledovaniyah* [Guide to laboratory animals and alternative models in biomedical research]. Ed. by N.N. Karkischenko, S.V. Grachev. Moscow: Profil'-2S. 2010. 358 p. (In Russian).
  8. *Trofimenko A.I., Kade A.H., Mjasnikova V.V., Pirogova N.P., Zanin S.A.*  $\beta$ -jendorfin i citokinovyj profil' v dinamike jeksperimental'nogo ishemieskogo insul'ta [ $\beta$ -endorphin and cytokine profile in the dynamics of experimental ischemic stroke]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2014. No. 6. (In Russian).
  9. *Albert D.J.* The effect of spreading depression on the consolidation of learning. *Neuropsychologia*. 1966. Vol. 4. Pp. 49-64.
  10. *Fox D.* Neuroscience: brain buzz. *Nature News*. 2011. V. 472. No. 7342. Pp. 156-159.
  11. *Greenwood B.N., Fleshner M.* Exercise, stress resistance, and central serotonergic systems. *Exercise and sport sciences reviews*. 2011. V. 39(3). Pp. 140-149.
  12. *Jansen J.M., Daams J.G., Koeter M.W.J., Veltman D.J., van den Brink W., Goudriaan A.E.* Effects of non-invasive neurostimulation on craving: a meta-analysis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. 2013. V. 37(10). Pp. 2472-2480.
  13. *Merenlender-Wagner A., Dikshstein Y., Yadid G.* The  $\beta$ -endorphin role in stress-related psychiatric disorders. *Current Drug Targets*. 2009. V. 10. Pp. 1096-1108.
  14. *Nitsche M.A.* Transcranial direct current stimulation: a new treatment for depression? *Bipolar Disord*. 2002. V. 4(Suppl. 1). Pp. 98-99.
  15. *Reardon S.* Performance boost paves way for 'brain doping': electrical stimulation seems to boost endurance in preliminary studies. *Nature*. 2016. V. 531. No. 7594. Pp. 283-285.
  16. *Volz M.S., Volz T.S., Brunoni A.R., de Oliveira J.P., Fregni F.* Analgesic effects of noninvasive brain stimulation in rodent animal models: a systematic review of translational findings. *Neuromodulation*. 2012. V. 15. Pp. 283-295.
  17. *Wong D.L., Tai T.C., Wong-Faull D.C., Claycomb R., Meloni E.G., Myers K.M., Kvetnansky R.* Epinephrine: A short-and long-term regulator of stress and development of illness. *Cellular and molecular neurobiology*. 2012. V. 32. No. 5. Pp. 737-748.

## The influence of transcranial direct current stimulation on the endurance of rats with different stress vulnerability

A.S. Lipatova, P.P. Poljakov, A.H. Kade, A.I. Trofimenko, S.V. Kravchenko

Transcranial direct current stimulation (tDCS) is a modern non-invasive method of physiotherapy leading to the selective activation of the opioidergic system. This article presents data of tDCS's influence on the endurance of rats with different vulnerability to stress. The level of vulnerability was researched by the test of a coercive swimming with freight. In the first test the division of rats into three groups of low, medium and high stress vulnerability took place. After 5 sessions of tDCS there was a reassessment of animals' vulnerability in the test of the coercive swimming with freight. Analysis of the swimming time showed a positive effect of tDCS on the endurance of rats. An especially expressed effect was observed in groups of animals with low and high stress vulnerability.

**Key words:** tDCS, stress, rat, endurance,  $\beta$ -endorphin, opioid peptides, test of a coercive swimming.