

УДК 636: 612.1: 636.3

ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ И СОДЕРЖАНИЯ БЕТА-ЭНДОРФИНА В КРОВИ У ОВЕЦ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ

Сеин О. Б.¹, Холоша А. С.¹, Лещуков К. А.², Саргсян Э. Г.¹, Иброхимов И. А.¹

¹*Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И. И. Иванова, Курск, Россия*

²*Орловский государственный аграрный университет, Орел, Россия*

E-mail: seina.v@yandex.ru

Эксперименты проводились на овцах романовской породы 2-летнего возраста, которые подвергались транскраниальной электростимуляции с использованием двух режимов. До и после электростимуляции у овец исследовали поведенческие реакции, клинические параметры и брали кровь из яремной вены с применением вакуумных пробирок. В крови определяли общие гематологические показатели с использованием общепринятых методик и гематологического анализатора Abacus junior vet, а также содержание бета-эндорфина иммуноферментным методом. Показано, что при первом режиме, который предусматривал подачу на электроды постоянного тока от 0 до 6,0 мА с последующей подачей прямоугольных импульсов с частотой 75 Гц, длительностью 3,0 мс и амплитудой 3,0 мА в течение 30 мин, ответная реакция опиоидергических структур мозга у овец была более выраженной и характеризовалась значительным увеличением содержания бета-эндорфина в крови животных. При использовании второго режима, включающего подачу постоянного тока от 0 до 3,0 мА, прямоугольные импульсы с частотой 90 Гц с длительностью 3,0 мс и амплитудой 3,0 мА, активность серотонинергических структур мозга у овец была относительно низкой, о чём свидетельствовало содержание бета-эндорфина в крови овец, уровень которого через 180 мин после электроанеса был в среднем на 9,67 пмоль/л меньше по сравнению с первым режимом.

Ключевые слова: овцы, транскраниальная электростимуляция, антиноцицептивная система, анод, катод, кровь, бета-эндорфин, импульсный ток, постоянный ток.

ВВЕДЕНИЕ

О методе транскраниальной электростимуляции (ТЭС) впервые стало известно в 1902 году после первых экспериментов проведённых французским физиологом С. Ледюком [1, 2]. Экспериментатор преследовал основную цель – добиться получения электронаркоза. Однако первые попытки С. Ледюка и последующие исследования учёных в данном направлении не увенчались успехом. Дальнейшие исследования показали, что ТЭС не может вызывать стабильного наркоза у животных и человека [3, 4]. В то же время экспериментально были подтверждены анальгетические эффекты ТЭС, что стало широко использоваться в медицинской практике. Были сконструированы аппараты для ТЭС Электронаркон, Электонаркон-1, ЛЭНАР, БИЛЭНАР, ЭТРАНС (Россия), ANESTHELEC, (Франция), которые адаптированы для человека и используются в медицинской практике.

Аппараты для проведения ТЭС у животных (ГИ-1, Электроанестезиатор), изготовленные небольшими сериями, в основном представляли собой экспериментальные варианты. Режимы электростимуляции при их использовании имели широкие диапазоны и различия, что сопровождалось нестабильностью результатов. Не было чёткого обоснования применения ТЭС у разных видов животных. В этой связи разработанная аппаратура, да и сам метод ТЭС, не нашел широкого применения в современной практике ветеринарной медицины.

После разработки и серийного выпуска аппаратов серии «Трансаир» в Институте физиологии РАН РФ под руководством лауреата Государственной премии СССР профессора В. П. Лебедева метод ТЭС стал широко применяться не только в медицинской практике [5–9], но и в ветеринарии. В источниках литературы имеются сведения о использовании ТЭС для нормализации функциональной активности органов пищеварения у животных [10–13], лечения телят больных диспепсией [14], при транспорте стрессе у животных [15]. В то же время во всех этих работах авторы использовали различные режимы постоянного и импульсного токов, продолжительность и кратность электровоздействия, различные способы наложения электродов. Это свидетельствует о том, метод ТЭС в практике ветеринарной медицины находится на стадии становления и требует дальнейшего изучения и производственной апробации.

Учитывая вышеизложенное, целью наших исследований, являлось изучение влияния различных режимов ТЭС на функциональную активность серотонинергических структур мозга у овец.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Эксперименты проводились в условиях ветеринарной клиники Курской государственной сельскохозяйственной академии имени И. И. Иванова. Объектом исследований являлись овцы 2-летнего возраста романовской породы. Кормление и содержание подопытных животных осуществлялось согласно существующим нормам.

Транскраниальную электростимуляцию проводили с использованием аппарата ТЭС-ВЕТ и специальных электродов разработанной нами конструкции [16]. Было проведено два эксперимента, в которых апробировали два режима ТЭС. Во время первого эксперимента использовали режим, который предусматривал подачу на электроды, расположенные в области затылочной (анод) и лобной (катод) костей, постоянного и импульсного токов (рисунок). При этом вначале подавался постоянный ток плавно нарастающий в течение двух минут от 0 до 6,0 мА. Затем на электроды в той же полярности подавался импульсный ток с частотой 75 Гц, длительностью 3,0 мс и амплитудой 3,0 мА. Электростимуляцию проводили один раз в день в течение трёх дней подряд. Продолжительность одного электросеанса составляла 30 мин.

Во время второго эксперимента применяли режим предусматривающий подачу на электроды постоянного тока от 0 до 3,0 мА и импульсного тока с частотой 90 Гц, длительностью импульса 3,5 мс и амплитудой 3,0 мА. Последовательность и

продолжительность электростимуляции были такими же как и при проведении первого эксперимента.



Рис. Расположение электродов при транскраниальной электростимуляции у подопытной овцы.

Во время проведения экспериментов осуществляли наблюдение за подопытными животными, следили за их поведением, учитывали основные клинические параметры: температуру тела, частоту пульса, количество дыхательных движений. При постановке животных на эксперимент и после окончания последнего электросеанса у всех овец брали кровь с использованием вакуумных пробирок Venosafe TERUMO (производство Бельгия) до начала ТЭС, через 60 и 180 мин после электросеанса. В крови определяли общие гематологические показатели (СОЭ, гематокрит, эритроциты, лейкоциты, гемоглобин) с использованием общепринятых методик и гематологического анализатора (Abacus junior vet), а также содержание бета-эндорфина с применением иммуноферментного анализа и набора реактивов Peninsula (США).

Полученные в период исследований данные подвергались биометрической обработке [17] с использованием программы Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе проведения экспериментов было установлено, что используемые нами режимы ТЭС не оказывали отрицательного влияния на организм подопытных животных. Клинические параметры у всех овец после проведённых электросеансов находились в пределах физиологических границ: температура тела составляла 38,7–39,8 °С, частота пульса – 75–80,0 уд/мин, количество дыхательных движений –

18–28 дых/мин. В то же время поведенческие реакции у овец во время проведения электростимуляции с использованием разных режимов имели определённые отличия. Так, при первом режиме у большинства овец в начале электросеанса наблюдалось кратковременное (5–10 мин) возбуждение. Животные постоянно делали перемежающиеся движения ногами, мотали головой, некоторые овцы ложились, затем вставали, издавали звуковые сигналы в виде короткого блеяния. Затем животные успокаивались и к окончанию электросеанса принимали лежачее положение. При этом голова у овец была опущена, глаза полузакрыты. Однако при лёгком покалывании кожи иглой животные активно реагировали на раздражитель. После окончания электросеанса и снятия электродов овцы в течение 15–20 мин находились в заторможенном состоянии. Они принимали уединённое положение в помещении, корм не принимали, не реагировали на других животных, находившихся рядом. Через 20–30 мин активность у овец повышалась, они пили воду, принимали корм, и их общее состояние не отличалось от животных, которым ТЭС не проводили.

У овец, подвергавшихся электростимуляции с использованием второго режима, поведенческие реакции во время электросеанса характеризовались разнонаправленностью. Так, у большинства овец после подачи импульсного тока на электроды отмечалась ответная реакция проявляющаяся повышением двигательной активности. Некоторые овцы делали попытки выпрыгнуть из станка, постоянно мотали головой и пытались освободиться от фиксатора с электродами. При этом овцы издавали протяжные блеющие звуки. Через 10–15 мин большинство животных успокаивались и до окончания электросеанса неподвижно стояли в станке. В то же время у двух овец, подвергавшихся ТЭС во втором режиме, поведенческие реакции имели иной характер, после подачи импульсного тока они принимали лежачее положение и находились в таком состоянии до окончания электросеанса. После окончания электросеанса все овцы были активными, перемещались по помещению, пили воду и принимали корм.

Со стороны общих гематологических параметров у овец, подвергавшихся ТЭС в первом режиме, отмечалось повышение гематокрита и показателей «красной» крови (таблица 1). Так, показатели гематокрита, содержания эритроцитов и гемоглобина через 180 мин после окончания электросеанса по сравнению с фоновыми значениями повысились в среднем соответственно на 2,4 %; $0,61 \cdot 10^{12}/л$ и 8,0 г/л. У овец, подвергавшихся ТЭС с использованием второго режима, изменения данных показателей крови были менее выраженными (1,2 %; $0,15 \cdot 10^{12}/л$; 1,3 г/л). Что касается лейкоцитов, то их содержание как при использовании первого, так и второго режимов существенных изменений не имело и соответственно находилось в пределах $9,10 \pm 0,63 - 9,24 \pm 0,49 \cdot 10^9/л$ и $9,20 \pm 0,58 - 9,35 \pm 0,61 \cdot 10^9/л$.

Исследование бета-эндорфина показало (таблица 2), что у овец, подвергавшихся ТЭС в первом режиме, отмечалось значительное повышение его содержания. Если до начала эксперимента уровень данного нейропептида составлял $6,14 \pm 0,20$ пмоль/л, то через 60 мин он достоверно ($p < 0,01$) увеличился в среднем на 11,6 пмоль/л, а через 180 мин – на 12,4 пмоль/л.

У овец, которым проводили ТЭС с использованием второго режима, изменения в содержании бета-эндорфина были менее выраженными. При постановке животных на эксперимент его уровень в крови составлял $6,17 \pm 0,18$ пмоль/л, через 60 мин после окончания электросеанса он повысился в среднем на 2,5 пмоль/л, а в конце эксперимента на $0,37$ пмоль/л. Таким образом, при использовании первого режима ответная реакция опиоидергической системы у овец на электростимуляцию была более выраженной по сравнению со вторым режимом.

Таблица 1
Гематологические показатели у овец, подвергавшихся транскраниальной электростимуляции

Показатели	Время исследования			
	до начала ТЭС	после ТЭС		
		через 30 мин	через 60 мин	через 180 мин
СОЭ, мм/час	$0,95 \pm 0,07$ $0,90 \pm 0,05$	$0,90 \pm 0,05$ $0,90 \pm 0,04$	$0,90 \pm 0,04$ $0,87 \pm 0,06$	$0,85 \pm 0,06$ $0,85 \pm 0,05$
Гематокрит, %	$35,5 \pm 1,06$ $35,8 \pm 1,11$	$36,6 \pm 1,10$ $36,0 \pm 1,25$	$37,0 \pm 1,15$ $36,6 \pm 1,30$	$37,9 \pm 1,20$ $37,0 \pm 1,28$
Эритроциты, $\cdot 10^{12}/л$	$8,03 \pm 0,26$ $8,05 \pm 0,23$	$8,10 \pm 0,27$ $8,05 \pm 0,34$	$8,40 \pm 0,30$ $8,07 \pm 0,20$	$8,64 \pm 0,20^*$ $8,10 \pm 0,31$
Лейкоциты, $\cdot 10^9/л$	$9,16 \pm 0,64$ $9,20 \pm 0,58$	$9,20 \pm 0,58$ $9,25 \pm 0,47$	$9,10 \pm 0,63$ $9,30 \pm 0,52$	$9,24 \pm 0,49$ $9,35 \pm 0,61$
Гемоглобин, г/л	$108,5 \pm 3,1$ $107,2 \pm 3,0$	$109,0 \pm 3,3$ $108,0 \pm 4,0$	$109,5 \pm 2,8$ $108,4 \pm 3,3$	$116,5 \pm 3,0$ $108,5 \pm 4,5$

Примечание: * – при $p < 0,05$ по сравнению с показателями полученными до начала ТЭС.

Таблица 2
Содержание бета-эндорфина в крови овец, подвергавшихся транскраниальной электростимуляции (пмоль/л)

Режим ТЭС	Время исследования			
	до начала ТЭС	после ТЭС		
		через 30 мин	через 60 мин	через 180 мин
1	$6,14 \pm 0,20$	$8,11 \pm 0,23$	$17,7 \pm 0,34^{*•}$	$18,5 \pm 0,29^{*•}$
2	$6,17 \pm 0,18$	$7,50 \pm 0,30$	$8,64 \pm 0,25^*$	$8,83 \pm 0,37^*$

Примечание: * – при $p < 0,05$ по сравнению с показателями полученными до начала ТЭС;
• – при $p < 0,05$ по сравнению первого режима со вторым.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что используемые нами режимы ТЭС не оказывали отрицательного влияния на подопытных животных. В то же время поведенческие реакции и гематологические показатели, полученные в ходе проведения эксперимента, указывают на то, что первый режим ТЭС являлся более оптимальным. При данном режиме поведение животных было спокойным, они быстрее восстанавливались после электросеанса. Повышение содержания эритроцитов и гемоглобина после ТЭС указывает на активизацию «дыхательной» функции крови и обменных процессов, а существенное увеличение в крови бета-эндорфина говорит о выраженной ответной реакции опиоидергической системы животных на выбранный нами режим ТЭС.

Повышение двигательной активности, отсутствие существенных изменений со стороны общих гематологических параметров и относительно низкое содержание бета-эндорфина в крови овец, подвергавшихся ТЭС во втором режиме, свидетельствует о том, что он уступает по своей эффективности первому. По нашему мнению, это связано прежде всего, с частотой тока используемого в эксперименте. Если при первом режиме она составляла 75 Гц, то во втором 90 Гц. Это согласуется с исследованиями проведёнными В. П. Лебедевым и др. [6–8] на кроликах, в которых экспериментально было подтверждено, что ТЭС с параметрами первого режима сопровождается наиболее выраженной реакцией антиноцицептивной системы. По данным исследователей даже небольшое отклонение от указанных параметров в меньшую или в большую сторону, эффективность ТЭС снижается. Полученные нами результаты можно использовать при разработке новых способов регуляции опиоидергических механизмов мозга у животных с применением не инвазивных методов.

Список литературы

1. Leduc S. Production du Sommeil et de L' Anesthesie General et Local par le Courants Electriques / S. Leduc // C. R. Acad. Sci. – 1902. – V.135. – P. 199–200.
2. Leduc S. L'inhibition Cerebral Electrique chez L'Homme / S. Leduc // Arch. d' Electricite Medicale. – 1902. – V. 120. – P. 769–775.
3. Reinolds D. V. Surgery in the rat during electrical analgesia produced by focal brain stimulation / D. V. Reinolds // Science. – 1969. – V. 164. – P. 444–445.
4. Liebeskind J. G. Analgesia from electrical stimulation of the periaqueductal grey mater in the cat: behavioral observations and inhibitory effects on spinal cord interneurons / J. G. Liebeskind, G. Guilband, J. M. Besson, J. L. Oliveras // Brain Res. – 1973. – V. 50, №3. – P. 441–446.
5. Лебедев В. П. Разработка и обоснование лечебного применения транскраниальной электростимуляции защитных механизмов мозга с использованием принципов доказательной медицины / В. П. Лебедев, В. И. Сергиенко // Транскраниальная электростимуляция. Экспериментально – клинические исследования. Сб. статей. – Т.2. – С. Пб., 2003. – С. 11–68.
6. Лебедев В. П. Транскраниальная электростимуляция: новый подход / В. П. Лебедев // Транскраниальная электростимуляция. Экспериментально-клинические исследования. Сб. статей. – Т.1. – С. Пб., 2005. – С. 22–49.
7. Лебедев В. П. Об опытно-механизме транскраниальной электроаналгезии / В. П. Лебедев, А. Б. Савченко, Я. С. Кацнельсон, А. В. Красюков и др. // Транскраниальная электростимуляция. Экспериментально-клинические исследования. Т.1. – СПб, 2005. – С. 91–105.

8. Лебедев В. П. Значение серотонинергической системы мозга для развития транскраниальной электроанальгезии / В. П. Лебедев, А. Б. Савченко, В. А. Оттелин, Р. П. Кучеренко // Транскраниальная электростимуляция. Экспериментально – клинические исследования. Т.1. – СПб, 2005. – С. 106–124.
9. Лебедев В. П. Транскраниальная электростимуляция эндорфинных структур мозга: активация регенерации печени и онкостатический эффект / В. П. Лебедев, М. В. Мелихова, С. П. Нечипоренко, М. А. Рожко и др. // Актуальные проблемы ТЭС – терапии. Тезисы докладов науч. – практ. конференции посвящённой 25-летию разработки и внедрения метода ТЭС. –СПб., 2008 – С. 67–69.
10. Аксёнов А. А. Коррекция функционального состояния печени у кроликов и собак с использованием транскраниальной электростимуляции: автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. биол. наук. / Аксёнов А. А. – Белгород, 2009. – 19с.
11. Кизиллов С. А. Влияние транскраниальной электростимуляции на морфофункциональные особенности желудка у свиней / С. А. Кизиллов, О. Б. Сеин, М. В. Беседин // Научные проблемы производства продукции животноводства и улучшение её качества. Сб. науч. работ. – Брянск, 2004. – С. 249–251.
12. Григорьев Д. А. Использование даларгина и ТЭС для коррекции функционального состояния желудка у животных / Д. А. Григорьев, А. Н. Зохилов // Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Мат-лы междунар. науч.–практ. конференции. – Курск: изд-во Курской ГСХА, 2013. – С. 44–45.
13. Зохилов А. Н. Гомеостатическое влияние импульсного тока на сократительную функцию рубца у овец / А. Н. Зохилов // Агропромышленный комплекс: контуры будущего. Мат-лы междунар. науч. – практ. конференции. – Курск: изд-во Курской ГСХА, 2013. – С. 45–46.
14. Беседин М. В. Применение транскраниальной электростимуляции для лечения телят, больных диспепсией: автореф. дисс. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук. / Беседин М. В. – Курск, 2000. – 19 с.
15. Соловьёва М. А. Транскраниальная электростимуляция как способ профилактики транспортного стресса у крупного рогатого скота / М. А. Соловьёва, О. Б. Сеин, К. А. Лещуков // Развитие аграрного сектора в условиях вступления России в ВТО. Мат-лы междунар. науч.–практ. конференции. – Смоленск, 2012. – С. 76–77.
16. Патент РФ №162193, 2016. Устройство для проведения транскраниальной электростимуляции у животных. Авт. Сеин О. Б., Сеин Д. О., Желнина М. А., Михайлов К. А.
17. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий – М.: Высшая школа, 1973. – 245с.

BEHAVIORAL REACTIONS AND THE CONTENT OF BETA_ENDORPHINE IN THE BLOOD OF SHEEP WITH DIFFERENT MODES OF TRANSCRANIAL ELECTRICAL STIMULATION

Sein O. B¹, Leshchukov K. A², Kholosha A. C¹, Sargsyan E. G¹, Ibrokhimov I. A¹.

¹Kursk State Agricultural Academy named after I. I. Ivanov, Kursk, Russia

²Orel State Agrarian University, Orel, Russia

E-mail: seina.v@yandex.ru

The development of non-invasive methods of correction of functional homeostasis of animals is currently one of the most pressing problems of physiological science. One of such methods is the use of transcranial electrical stimulation, which domestic scientists successfully use in veterinary practice to increase the adaptive ability of animals to

various conditions of technological stress. A special role in this case belongs to the study of behavioral reactions of animals under the action of transcranial electrical stimulation, as well as clinical blood parameters and the activity of opioidergic mechanisms of the brain in animals, whose activity can be assessed by the level of beta-endorphin in the blood. These methods are widely used in the practice of small-scale animal husbandry, however, in sheep breeding, these problems require, in our opinion, further study. In this regard, the aim of the research was to study the effect of various modes of transcranial electrical stimulation on the functional activity of serotonergic brain structures in sheep, as well as indicators of their functional homeostasis. The experiments were carried out on 2-year-old Romanov sheep, which were subjected to transcranial electrical stimulation using two modes. Before and after electrical stimulation, behavioral reactions, clinical parameters were studied in sheep and blood was taken from the jugular vein using vacuum tubes. The general hematological parameters in the blood were determined using generally accepted methods and the Abacus junior vet hematological analyzer, as well as the beta-endorphin content by the enzyme immunoassay. It was shown that in the first mode, which provided for the supply of direct current to the electrodes from 0 to 6.0 mA, followed by the supply of rectangular pulses with a frequency of 75 Hz, a duration of 3.0 ms and an amplitude of 3.0 mA for 30 minutes, the response of opioidergic brain structures in sheep was more pronounced and was characterized by a significant increase in the beta-endorphin content in the blood of animals. When using the second mode, which includes the supply of direct current from 0 to 3.0 mA, rectangular pulses with a frequency of 90 Hz with a duration of 3.0 ms and an amplitude of 3.0 Ma, the activity of serotonergic brain structures in sheep was relatively low, as evidenced by the content of beta-endorphin in the blood of sheep, the level of which was on average 9.67 pmol/l less in 180 minutes after the electroseance compared to the first mode.

Keywords: sheep, transcranial electrical stimulation, antinociceptive system, anode, cathode, blood, beta-endorphin, pulse current, direct current, rectangular pulses.

References

1. Leduc S. Production du Sommeil et de L'Anesthesie General et Local par le Courants Electriques, *C. R. Acad. Sci.*, **135**, 199 (1902).
2. Leduc S. L'inhibition Cerebral Electrique chez L'Homme, *Arch. d' Electricite Medicale*, **120**, 769 (1902).
3. Reinolds D. V. Surqery in the rat during electrical analqesia produced by focal brain stimulation, *Science*, **164**, 444 (1969).
4. Liebeskind J. G. Guilband G., Besson J. M., Oliveras J. L. Analqesia from electrical stimulation of the periaqueductal grey mater in the cat: behavioral observations and inhibitory effects on spinal cord interneurons, *Brain Res.*, **50**, 3, 441 (1973).
5. Lebedev V. P., Sergienko V. I. *Development and justification of the therapeutic use of transcranial electrical stimulation of the protective mechanisms of the brain using the principles of evidence-based medicine*, Transcranial electrical stimulation. Experimental and clinical studies. Collection of articles, **2**, 11 (S. Pb., 2003).
6. Lebedev V. P. Transcranial electrical stimulation: a new approach / V. P. Lebedev // Transcranial electrical stimulation. Experimental and clinical studies. Collection of articles. - Vol. 1. - S. Pb., 2005. - pp. 22-49.

7. Lebedev V. P., Savchenko A. B., Katsnelson Ya. S., Krasnyukov A. V. et al. *On the opiate mechanism of transcranial electroanalgesia*, Transcranial electrical stimulation. Experimental and clinical studies, **1**, 91 (St. Petersburg, 2005).
8. Lebedev V. P., Savchenko A. B., Ottelin V. A., Kucherenko R. P. *The significance of the serotonergic system of the brain for the development of transcranial electroanalgesia*, Transcranial electrical stimulation. Experimental and clinical studies, **1**, 106 (St. Petersburg, 2005).
9. Lebedev V. P., Melikhova M. V., Nechiporenko S. P., Rozhko M. A. etc. *Transcranial electrical stimulation of endorphin structures of the brain: activation of liver regeneration and oncostatic effect*, Actual problems of TES-therapy. Abstracts of scientific and practical reports. conference dedicated to the 25th anniversary of the development and implementation of the TPP method, 67 (St. Petersburg, 2008).
10. Aksenov A. A. *Correction of the functional state of the liver in rabbits and dogs with the use of transcranial electrical stimulation*: abstract. diss. for the application of the uch.step. cand. biol. nauk, 19 p. (Belgorod, 2009).
11. Kizilov S. A., Seine O. B., Besedin M. V. Effect of transcranial electrical stimulation on the morphological and functional features of the stomach in pigs, *Scientific problems of livestock production and improving its quality*, Sat. nauch. RA-bot., 249 (Bryansk, 2004).
12. Grigoriev D. A., Zohirov A. N. *the Use of dalargin and thermal power plants for correction of the functional state of the stomach in animals, agro-industrial complex: the contours of the future*. Ma-ly international scientific and practical conferences, 44 (Kursk: publishing house of the Kursk State Agricultural Academy, 2013).
13. Zohirov A. N. *Homeostatic effect of pulsed current on the contractile function of the scar in sheep*, Agro-industrial complex: contours of the poor. Ma-ly international scientific and practical conferences, 45 (Kursk: publishing house of the Kursk State Agricultural Academy, 2013).
14. Besedin M. V. *Application of transcranial electrical stimulation for the treatment of calves with dyspepsia*: abstract. diss. on the internet. learned. step. cand. biol. nauk, 19 p. (Kursk, 2000).
15. Solovyova M. A., Sein O. B., Leshchukov K. A. Transcranial electrical stimulation as a method of preventing trans-port stress in cattle, *Development of the agricultural sector in the conditions of Russia's accession to the WTO*. Ma-ly international scientific and practical conferences, 76 (Smolensk, 2012).
16. Patent of the Russian Federation No. 162193, 2016. A device for conducting transcranial electrical stimulation in animals. Auth. Sein O. B., Seio D. O., Zhelnina M. A., Mikhailov K. A.
17. Rokitsky P. F. *Biological statistics*, 245 s. (Moscow: Higher School, 1973).