

А. В. Смирнов^{1,3}, **И. Н. Тюренков**², **А. А. Замлелов**¹,
А. В. Замлелова¹, **В. В. Багметова**², **Н. С. Ганзикова**², **И. В. Малюженко**²

Волгоградский государственный медицинский университет,

¹ кафедра патологической анатомии,

² кафедра фармакологии и биофармации ФУВ;

³ Волгоградский медицинский научный центр

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В ЗОНАХ СА2 И СА4 ГИППОКАМПА КРЫС ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ХРОНИЧЕСКОЙ АЛКОГОЛЬНОЙ ИНТОКСИКАЦИИ И ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ СОЕДИНЕНИЯМИ СУКЦИКАРД И ЦИТРОКАРД

УДК 616-091.8

Проведен количественный анализ патоморфологических преобразований в пирамидном слое зоны СА2 и СА4 гиппокампа крыс при моделировании хронической алкогольной интоксикации и фармакологической коррекции соединениями сукцикард и цитрокард. У крыс, получающих исследуемые соединения, была определена тенденция к обратному развитию компенсаторно-приспособительных и нейродегенеративных процессов в пирамидном слое зон СА2 и СА4 гиппокампа, которые были вызваны принудительной алкоголизацией, что, в свою очередь, подтверждает выраженный нейропротективный эффект исследуемых соединений и наличие разной степени выраженности действия данных веществ, преобладание эффективности отмечается у цитрокарда, наиболее выраженные изменения наблюдались преимущественно в зоне СА2, по данным морфометрического исследования, что, в свою очередь, подчеркивает значимость исследования препаратов естественных метаболитов нервной системы и их аналогов.

Ключевые слова: алкоголь, крыса, гиппокамп, повреждение, реактивность, алкогольная интоксикация, сукцикард, цитрокард.

**A. V. Smirnov, I. N. Tyurenkov, A. A. Zamlelov, A. V. Zamlelova,
V. V. Bagmetova, N. S. Ganzikova, I. V. Malyuschenko**

MORPHOLOGICAL TRANSFORMATIONS IN RATS CA2 AND CA4 HIPPOCAMPUS OF RATS AT MODELING OF CHRONIC ALCOHOL I NTOXICATION AND PHARMACOLOGICAL CORRECTION BY SUCCICARD AND CITROCARD COMPOUNDS

A quantitative analysis of pathomorphological transformations in the pyramidal layer of the CA2 and CA4 zones of the hippocampus of rats was performed in the modeling of chronic alcohol intoxication and pharmacological correction with Succicard and Citrocard compounds. In rats receiving the studied compounds, a tendency was identified for the reverse development of compensatory-adaptive and neurodegenerative processes in the pyramidal layer of the hippocampal zones CA2 and CA4, which were caused by forced alcoholization, which in turn confirms the pronounced neuroprotective effect of the studied compounds and the presence of different degrees of severity of the action of these substances, the prevalence of efficacy is observed in the compound Citrocard, the most pronounced changes were observed mainly in the CA2 zone by morphometric studies, which in turn emphasizes the importance of the study of drugs of natural metabolites of the nervous system and their analogues.

Key words: alcohol, rat, hippocampus, damage, reactivity, alcohol intoxication, succicard, cytrocard.

Морфологические исследования особенностей и механизмов алкогольного повреждения головного мозга играют значительную роль в разработке средств, обращенных на коррекцию нейродегенеративных изменений, в том числе с позиции функциональных нарушений [5, 6]. В литературе имеются данные о том, что алкогольная интоксикация вызывает запуск механизмов компенсации и приспособления в головном мозге с преобладанием атрофии и развитие гибели нейронов [1, 4]. Механизм нейро-

дегенеративных заболеваний состоит из множественных нейрохимических нарушений, конечным итогом которых является клеточная смерть [2], по этому исследования нарушений метаболизма в головном мозге при алкогольном повреждении определяют наличие постоянного внимания ученых для разработки лекарственных средств, нацеленных на коррекцию последствий алкогольного повреждения [3]. Среди средств, направленных на коррекцию нейродегенеративных нарушений, повышенный

интерес привлекают естественные метаболиты нервной системы и их аналоги, примером таких представителей служат соединения цитрокард и сукцикард.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

С помощью морфометрических методик исследовать структурные изменения в зонах СА2 и СА4 пирамидного слоя гиппокампа крыс при моделировании хронической алкогольной интоксикации и фармакологической коррекции соединениями сукцикард и цитрокард.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование производилось на белых лабораторных крысах самцах 6-месячного возраста исходной массой 220–240 г. Содержание животных соответствовало правилам лабораторной практики (GLP) и приказу МЗ РФ № 267 от 19.06.2003 г. «Об утверждении правил лабораторной практики», были учтены требования комиссии Российского национального комитета по биоэтике при Российской академии наук. Хронический алкоголизм моделировался на крысах путем замены питьевой воды 5%-м этиловым спиртом, подслащенным сахарозой (5 г сахара на 100 мл 5%-го раствора этанола) в течение 20 недель. Группа контроля получала воду. После прекращения 20-недельной алкоголизации в течение 28 дней животным лечебным курсом вводились изучаемые соединения сукцикард и цитрокард. Контрольные животные получали дистиллированную воду в эквивалентном объеме. По окончании курса введения изучаемых соединений животные подвергались эвтаназии путем декапитации под наркозом с целью забора головного мозга, фиксировали образцы головного мозга в 10%-м забуференном формалине. По стандартной методике изготавливали парафиновые блоки и срезы толщиной 5–7 мкм, окрашивали гематоксилином и эозином, по методу Ниссля толуидиновым синим. Проводили качественный и количественный анализ пирамидного слоя гиппокампа. Исследование микропрепаратов проводилось с помощью микроскопа «Axio Lab. A1», фотодокументирование осуществляли камерой «AxioCam 105 color». Статистическую обработку данных проводили с использованием пакетов программ Excell и Statistica 6,0. Данные представляли в виде медианы с указанием интерквартильного интервала. Различия между группами оценивали по критерию Манна-Уитни, Краскела-Уоллиса и считали статистически значимыми при $p < 0,05$. Для проведения количественного анализа гистологических препаратов использовались морфометрические методы, с помощью которых были описаны плани-

метрические свойства нейронов и их структур. Среди планиметрических свойств нейронов определялись абсолютные показатели нейронов, такие как: площадь перикарионов, площадь ядер нейронов, площадь цитоплазмы нейронов, выполнены измерения толщины пирамидного слоя гиппокампа. На основании полученных абсолютных показателей нейронов рассчитан относительный показатель – медиана относительной плотности нейропиля в пирамидном слое и определены медианы ядерно-цитоплазматического отношения нейронов гиппокампа.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При морфометрической оценке абсолютных показателей пирамидного слоя в зоне СА2 выявлено, что площадь перикарионов нейронов пирамидного слоя гиппокампа в группе «Сукцикард» больше по сравнению с группой «Цитрокард» на 5,53 % (табл. 1). В группе «Сукцикард» площадь перикарионов составила $Me\ 126,55\ [110,87;143,8]$ мкм², данное значение на 36,43 % больше, чем в группе алкоголя ($Me\ 80,44\ [64,46;97,48]$ мкм²), и на 13,83 % больше, чем в группе интакта ($Me\ 109,04\ [98,32;127,13]$ мкм²), в группе «Цитрокард» площадь перикарионов составила $Me\ 119,54\ [100,56;142,23]$ мкм², данное значение на 32,7 % больше, чем в группе алкоголя ($Me\ 80,44\ [64,46;97,48]$ мкм²), и на 8,78 % больше, чем в группе интакта ($Me\ 109,04\ [98,32;127,13]$ мкм²), сравнение всех групп проводили методом Kruskal-Wallis: $p < 0,05$.

Площадь ядер нейронов пирамидного слоя гиппокампа в группе «Сукцикард» меньше по сравнению с группой «Цитрокард» на 5,36 %. В группе «Сукцикард» площадь ядер нейронов составила $Me\ 85,91\ [73,67;97,98]$ мкм², данное значение на 39,04 % больше, чем в группе алкоголя ($Me\ 52,37\ [43,64;65,93]$ мкм²), и на 15,77 % больше, чем в группе интакта ($Me\ 72,36\ [65,12;84,34]$ мкм²), в группе «Цитрокард» площадь ядер нейронов составила $Me\ 90,78\ [75,42;105,19]$ мкм², данное значение на 42,31 % больше, чем в группе алкоголя ($Me\ 52,37\ [43,64;65,93]$ мкм²), и на 20,29 % больше, чем в группе интакта ($Me\ 72,36\ [65,12;84,34]$ мкм²), сравнение всех групп проводили методом Kruskal-Wallis: $p < 0,05$.

Площадь цитоплазмы нейронов пирамидного слоя гиппокампа в группе «Сукцикард» больше по сравнению с группой «Цитрокард» на 26,38 %. В группе «Сукцикард» площадь цитоплазмы нейронов составила $Me\ 39,8\ [32,44;49,02]$ мкм², данное значение на 34,94 % больше, чем в группе алкоголя ($Me\ 25,89\ [21,11;30,69]$ мкм²), и на 9,79 % больше, чем в группе интакта ($Me\ 35,9\ [30,19;42,25]$ мкм²),

в группе «Цитрокард» площадь цитоплазмы нейронов составила Ме 29,3 [21,46;39,05] мкм², данное значение на 11,63 % больше, чем в группе алкоголя (Ме 25,89 [21,11;30,69] мкм²), и на 18,38 % меньше, чем в группе интакта (Ме 35,9 [30,19;42,25] мкм²), сравнение всех групп проводили методом Kruskal-Wallis: p < 0,05.

Ядерно-цитоплазматическое отношение (ЯЦО) нейронов пирамидного слоя гиппокампа в группе «Сукцикард» меньше по сравнению с группой «Цитрокард» на 27,79 %. В группе «Сукцикард» ЯЦО нейронов составила Ме 2,13 [1,79;2,69] мкм², данное значение на 6,57 % больше, чем в группе алкоголя (Ме 1,99 [1,71;2,35] мкм²), и на 6,57 % больше, чем в группе интакта (Ме 1,99 [1,77;2,29] мкм²), в группе «Цитрокард» ЯЦО нейронов составила Ме 2,95 [2,11;4,01] мкм², данное значение на 32,54 % больше, чем в группе алкоголя (Ме 1,99 [1,71;2,35] мкм²), и на 32,54 % больше, чем в группе интакта (Ме 1,99 [1,77;2,29] мкм²), сравнение всех групп проводили методом Kruskal-Wallis: p < 0,05.

Толщина пирамидного слоя гиппокампа в группе «Сукцикард» меньше по сравнению с группой «Цитрокард» на 26,7 %. В группе «Сукцикард» толщина пирамидного слоя составила Ме 36,56 [24,34;47,37] мкм², данное значение на 18,49 % больше, чем в группе алкоголя (Ме 29,8 [25,3;35,6] мкм²), и на 11,26 % меньше, чем в группе интакта (Ме 41,2 [36,2;45,1] мкм²),

в группе «Цитрокард» толщина пирамидного слоя составила Ме 49,88 [37,9;59,17] мкм², данное значение на 40,25 % больше, чем в группе алкоголя (Ме 29,8 [25,3;35,6] мкм²), и на 17,4 % больше, чем в группе интакта (Ме 41,2 [36,2;45,1] мкм²), сравнение всех групп проводили методом Kruskal-Wallis: p < 0,05.

Относительная плотность нейропиля пирамидного слоя гиппокампа в группе «Сукцикард» меньше по сравнению с группой «Цитрокард» на 17,83 %.

В группе «Сукцикард» относительная плотность нейропиля составила Ме 32,75 [28,54;38,21] мкм², данное значение на 18,29 % больше, чем в группе алкоголя (Ме 26,76 [24,05;33,61] мкм²), и на 4,27 % больше, чем в группе интакта (Ме 31,35 [28,07;39,08] мкм²), в группе «Цитрокард» относительная плотность нейропиля составила Ме 39,86 [33,89;46,32] мкм², данное значение на 32,86 % больше, чем в группе алкоголя (Ме 26,76 [24,05;33,61] мкм²), и на 21,34 % больше, чем в группе интакта (Ме 31,35 [28,07;39,08] мкм²), сравнение всех групп проводили методом Kruskal-Wallis: p < 0,05.

При морфометрической оценке абсолютных показателей пирамидного слоя в зоне CA4 выявлено, что площадь перикарионов нейронов пирамидного слоя гиппокампа в группе «Сукцикард» меньше по сравнению с группой «Цитрокард» на 13,7 % (табл. 2).

Таблица 1

Измерения морфометрических показателей гиппокампа в зоне CA2

Зона гиппокампа	Морфометрические показатели	Итоги измерения и вычисления морфометрических показателей			
		Интактная группа	Алкоголизирующая группа	Группа «Сукцикард»	Группа «Цитрокард»
CA2	Медиана площади перикарионов, мкм ²	Kruskal-Wallis test: H (3, N = 572) = 167,0568 p < 0,05			
		109,04 [98,32; 127,13]	80,44 *** [64,46; 97,48]	126,55 [110,87; 143,8]	119,54 [100,56; 142,23]
	Медиана площади ядер, мкм ²	Kruskal-Wallis test: H (3, N = 572) = 315,2373 p < 0,05			
		72,36 [65,12; 84,34]	52,37 *** [43,64; 65,93]	85,91 [73,67; 97,98]	90,78 [75,42; 105,19]
	Медиана площади цитоплазмы перикарионов, мкм ²	Kruskal-Wallis test: H (3, N = 642) = 500,7804 p < 0,05			
		35,9 [30,19; 42,25]	25,89 [21,11; 30,69]	39,8 [32,44; 49,02]	29,3 [21,46; 39,05]
	Медиана ядерно-цитоплазматического отношения нейронов гиппокампа, число	Kruskal-Wallis test: H (3, N = 705) = 125,0734 p < 0,05			
		1,99 [1,77; 2,29]	1,99 [1,71; 2,35]	2,13 [1,79; 2,69]	2,95 [2,11; 4,01]
Медиана толщины пирамидного слоя, мкм	Kruskal-Wallis test: H (3, N = 826) = 141,9943 p < 0,05				
	41,2 [36,2; 45,1]	29,8 *** [25,3; 35,6]	36,56 [24,34; 47,37]	49,88 [37,9; 59,17]	
Медиана относительной плотности нейропиля, %	Kruskal-Wallis test: H (3, N = 92) = 26,31642 p < 0,05				
	31,35 [28,07; 39,08]	26,76 [24,05; 33,61]	32,75 [28,54; 38,21]	39,86 [33,89; 46,32]	

* Различия между группами (интакт – алкоголь) статистически значимы (критерий Манна – Уитни)

Измерение морфометрических показателей гиппокампа в зоне СА4

Зона гиппокампа	Морфометрические показатели	Итоги измерения и вычисления морфометрических показателей.			
		Интактная группа	Алкоголизирующая группа	Группа «Сукцикард»	Группа «Цитрокард»
СА4	Медиана площади перикариона, мкм ²	Kruskal-Wallis test: $H(3, N = 425) = 136,5352$ $p < 0,05$			
		89,09 [71,28; 100,94]	92,79 [81,81; 103,76]	106,95 [90,91; 119,04]	123,93 [109,03; 134,34]
	Медиана площади ядер, мкм ²	Kruskal-Wallis test: $H(3, N = 410) = 194,2468$ $p < 0,05$			
		52,74 [45,81; 58,19]	58,85 * [51,99; 66,29]	74,68 [62,91; 81,84]	87,44 [79,97; 95,75]
	Медиана площади цитоплазмы перикариона, мкм ²	Kruskal-Wallis test: $H(3, N = 507) = 51,19896$ $p < 0,05$			
		26,72 [22,85; 31,25]	35,93 *** [30,07; 41,3]	31,23 [25,9; 37,93]	34,49 [28,14; 43,73]
	Медиана ядерно-цитоплазматического отношения нейронов гиппокампа, число	Kruskal-Wallis test: $H(3, N = 516) = 172,4859$ $p < 0,05$			
	2,1 [1,79; 2,41]	1,53 *** [1,28; 1,88]	2,18 [1,84; 2,67]	2,49 [2,05; 2,92]	
Медиана толщины пирамидного слоя, мкм	Kruskal-Wallis test: $H(3, N = 496) = 41,81239$ $p < 0,05$				
	54,9 [41,3; 74,2]	45,7 [40,8; 54,9]	36,38 [23,68; 51,67]	52,56 [30,94; 74,46]	
Медиана относительной плотности нейропиля, %	Kruskal-Wallis test: $H(3, N = 69) = 31,49301$ $p < 0,05$				
	34,03 [30,32; 37,6]	40,63 * [34,53; 50,03]	35,02 [26,45; 46,83]	58,17 [52,6; 65,5]	

* Различия между группами (интакт – алкоголь) статистически значимы (критерий Манна – Уитни).

В группе «Сукцикард» площадь перикарионов составила $Me\ 106,95$ [90,91;119,04] мкм², данное значение на 13,23 % больше, чем в группе алкоголя ($Me\ 92,79$ [81,81;103,76] мкм²), и на 16,69 % больше, чем в группе интакта ($Me\ 89,09$ [71,28;100,94] мкм²), в группе «Цитрокард» площадь перикарионов составила $Me\ 123,93$ [109,03;134,34] мкм², данное значение на 25,12 % больше, чем в группе алкоголя ($Me\ 92,79$ [81,81;103,76] мкм²), и на 28,11 % больше, чем в группе интакта ($Me\ 89,09$ [71,28;100,94] мкм²), сравнение всех групп проводили методом Kruskal-Wallis: $p < 0,05$.

Площадь ядер нейронов пирамидного слоя гиппокампа в группе «Сукцикард» меньше по сравнению с группой «Цитрокард» на 14,59 %. В группе «Сукцикард» площадь ядер нейронов составила $Me\ 74,68$ [62,91;81,84] мкм², данное значение на 21,19 % больше, чем в группе алкоголя ($Me\ 58,85$ [51,99;66,29] мкм²), и на 29,37 % больше, чем в группе интакта ($Me\ 52,74$ [45,81;58,19] мкм²), в группе «Цитрокард» площадь ядер нейронов составила $Me\ 87,44$ [79,97;95,75] мкм², данное значение на 32,69 % больше, чем в группе алкоголя ($Me\ 58,85$ [51,99;66,29] мкм²), и на 39,68 % больше, чем в группе интакта ($Me\ 52,74$ [45,81;58,19] мкм²), сравнение всех групп проводили методом Kruskal-Wallis: $p < 0,05$.

Площадь цитоплазмы перикарионов пирамидного слоя гиппокампа в группе «Сукцикард»

меньше по сравнению с группой «Цитрокард» на 9,45 %.

В группе «Сукцикард» площадь цитоплазмы перикарионов составила $Me\ 31,23$ [25,9;37,93] мкм², данное значение на 13,08 % меньше, чем в группе алкоголя ($Me\ 35,93$ [30,07;41,3] мкм²), и на 14,44 % больше, чем в группе интакта ($Me\ 26,72$ [22,85;31,25] мкм²), в группе «Цитрокард» площадь цитоплазмы перикарионов составила $Me\ 34,49$ [28,14;43,73] мкм², данное значение на 4,00 % меньше, чем в группе алкоголя ($Me\ 35,93$ [30,07;41,3] мкм²), и на 22,52 % больше, чем в группе интакта ($Me\ 26,72$ [22,85;31,25] мкм²), сравнение всех групп проводили методом Kruskal-Wallis: $p < 0,05$.

Ядерно-цитоплазматическое отношение (ЯЦО) нейронов пирамидного слоя гиппокампа в группе «Сукцикард» меньше по сравнению с группой «Цитрокард» на 12,44 %.

В группе «Сукцикард» ЯЦО нейронов составила $Me\ 2,18$ [1,84;2,67] мкм², данное значение на 29,81 % больше, чем в группе алкоголя ($Me\ 1,53$ [1,28;1,88] мкм²), и на 3,66 % больше, чем в группе интакта ($Me\ 2,1$ [1,79;2,41] мкм²), в группе «Цитрокард» ЯЦО нейронов составила $Me\ 2,49$ [2,05;2,92] мкм², данное значение на 38,55 % больше, чем в группе алкоголя ($Me\ 1,53$ [1,28;1,88] мкм²), и на 15,66 % больше, чем в группе интакта ($Me\ 2,1$ [1,79;2,41] мкм²), сравнение всех групп проводили методом Kruskal-Wallis: $p < 0,05$.

Толщина пирамидного слоя гиппокампа в группе «Сукцикард» меньше по сравнению с группой «Цитрокард» на 30,7 %. В группе «Сукцикард» площадь перикарионов составила $Me\ 36,38\ [23,68;51,67]$ μm^2 , данное значение на 20,39 % меньше, чем в группе алкоголя ($Me\ 45,7\ [40,8;54,9]$ μm^2), и на 33,73 % меньше, чем в группе интакта ($Me\ 54,9\ [41,3;74,2]$ μm^2), в группе «Цитрокард» площадь перикарионов составила $Me\ 52,56\ [30,94;74,46]$ μm^2 , данное значение на 13,05 % больше, чем в группе алкоголя ($Me\ 45,7\ [40,8;54,9]$ μm^2), и на 4,26 % меньше чем в группе интакта ($Me\ 54,9\ [41,3;74,2]$ μm^2), сравнение всех групп проводили методом Kruskal-Wallis: $p < 0,05$.

Относительная плотность нейропиля пирамидного слоя гиппокампа в группе «Сукцикард» меньше по сравнению с группой «Цитрокард» на 39,79 %. В группе «Сукцикард» площадь перикарионов составила $Me\ 35,02\ [26,45;46,83]$ μm^2 , данное значение на 13,80 % меньше, чем в группе алкоголя ($Me\ 40,63\ [34,53;50,03]$ μm^2), и на 2,82 % больше чем

в группе интакта ($Me\ 34,03\ [30,32;37,6]$ μm^2), в группе «Цитрокард» площадь перикарионов составила $Me\ 58,17\ [52,6;65,5]$ μm^2 , данное значение на 30,15 % больше, чем в группе алкоголя ($Me\ 40,63\ [34,53;50,03]$ μm^2), и на 41,49 % больше, чем в группе интакта ($Me\ 34,03\ [30,32;37,6]$ μm^2), сравнение всех групп проводили методом Kruskal-Wallis: $p < 0,05$.

Полученные морфометрические данные демонстрируют достоверные наличие изменений морфометрических параметров нейронов пирамидного слоя гиппокампа. Такого рода изменения, по нашему мнению, могут расцениваться как результат наличия нейропротективных свойств у исследуемых лекарственных средств, приводящих к снижению выраженности патологических изменений в гиппокампе крыс вызванных длительной алкоголизацией (рис. 1, 2).

При этом отличительной особенностью оказалась выраженная изменчивость морфометрических параметров преимущественно в зоне CA2.

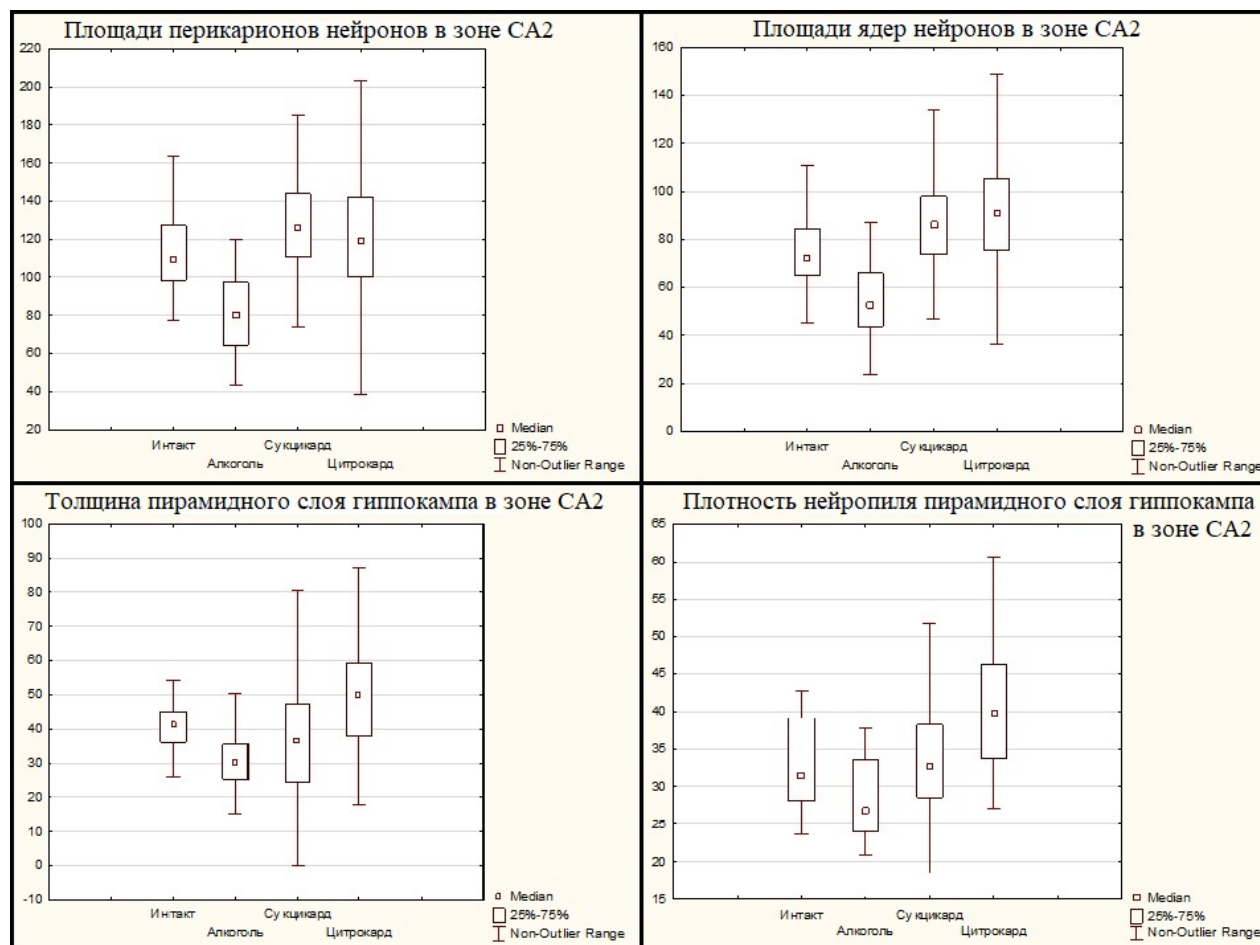


Рис. 1. Графики, отображающие динамику изменений морфометрических параметров – медианы площадей перикарионов нейронов гиппокампа, медианы ядер площадей нейронов гиппокампа, медианы толщины пирамидного слоя гиппокампа, медианы плотности нейропиля гиппокампа в зоне CA2. Демонстрируется выраженные обратные изменения морфометрических параметров полученных от групп животных, получавших исследуемые соединения сукцикард и цитрокард

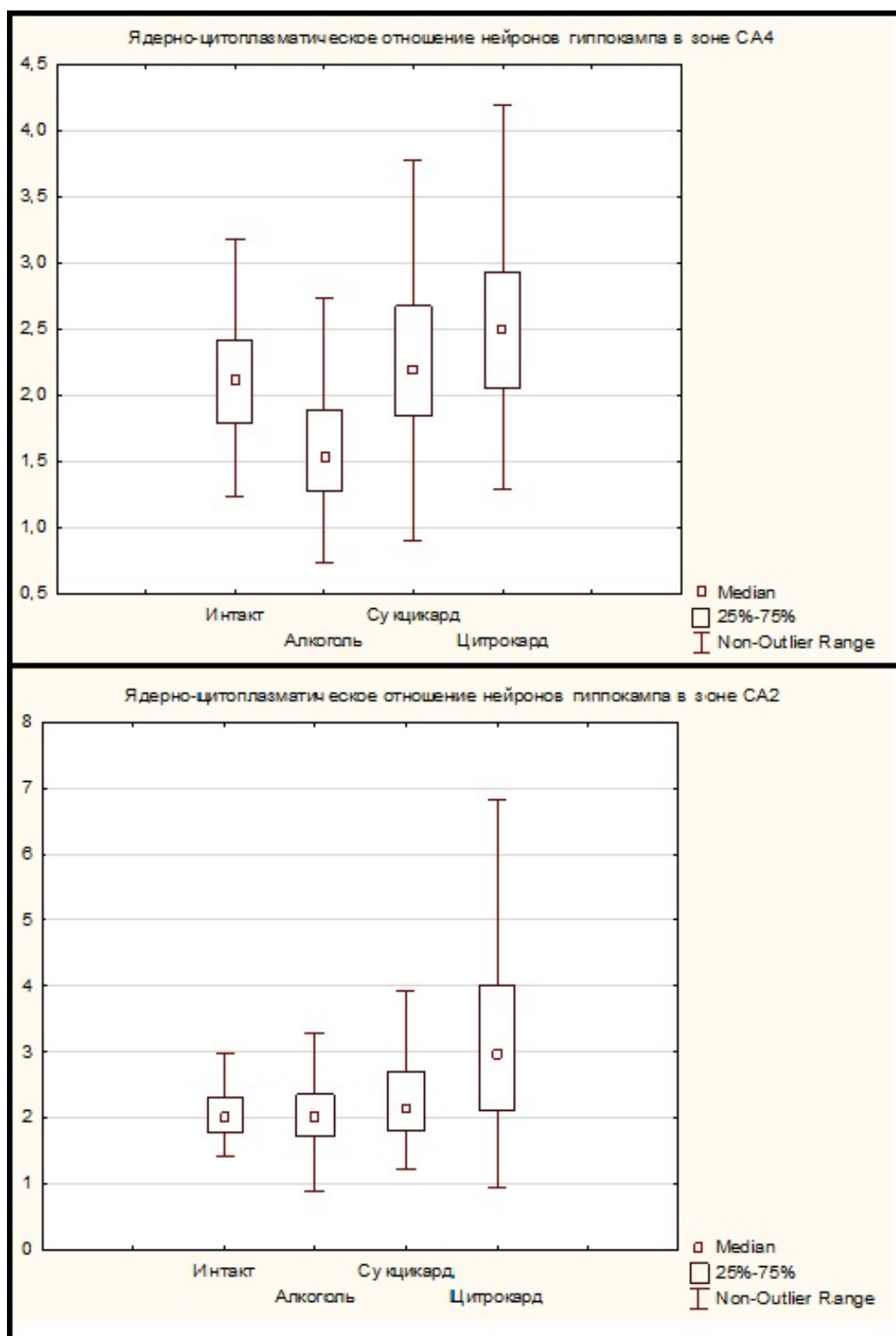


Рис. 2. Графики, отображающие динамику изменений морфометрических параметров – медианы ядерно-цитоплазматического отношения нейронов гиппокампа в зонах CA4 и CA2. Наглядно демонстрируется динамика выраженных обратных изменений морфометрических параметров от групп животных, получавших исследуемые соединения сукцикард и цитрокард

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из полученных морфометрических данных можно заключить, что хроническая алкоголизация приводит к развитию атрофических процессов в гиппокампе крыс, коррекция исследуемыми лекарственными средствами способ-

ствует меньшей выраженности патологических изменений и восстановлению структурных характеристик пирамидных нейронов CA2 и CA4, что свидетельствует о выраженных нейропротективных свойствах исследуемых лекарственных соединений. При этом наиболее выраженное дей-

ствии демонстрирует соединение Цитрокард, к тому же среди исследуемых зон гиппокампа СА2 и СА4 самой восприимчивой к действию исследуемых веществ оказалась зона СА2, что, в свою очередь, подтверждает наличие избирательной реактивности зон гиппокампа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беленичев, И. Ф. Морфофункциональная характеристика нейронов СА1 зоны гиппокампа крыс после хронической алкогольной интоксикации и на фоне применения тиольных антиоксидантов / И. Ф. Беленичев, Т. В. Кучер, Н. В. Кузьо // Мир медицины и биологии. – 2017. – №1 (59) – С. 94–98.

2. Лобзин, В. Ю. Иммуногистохимическая верификация нейродегенеративных и микроциркуляторных изменений при деменциях / В. Ю. Лобзин, В. Е. Карев // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2015. – № 4 (52). – С. – 14–20.

3. Морфологические изменения в зонах СА1 и СА3 гиппокампа крыс при принудительной хронической алкоголизации и фармакологической коррекции соединениями Сукцикард и Цитрокард / А. В. Смирнов [и др.] // Волгоградский научно-медицинский журнал. – 2018. – № 2. – С. 10–14.

4. Морфологические изменения в гиппокампе крыс при моделировании хронического алкоголизма / А. В. Смирнов [и др.] // Волгоградский научно-медицинский журнал. – 2018. – № 2. – С. 10–14.

5. Neuroinflammation and functional connectivity in Alzheimer's disease: interactive influences on cognitive performance [Electronic resource] / Luca Pasamonti [et al.] // The Journal of Neuroscience. – 2019. – Vol. 39 (36) – P. 7218–7226. – Access mode : doi:<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2574-18.2019>.

6. Reactive Astrocytes in Neurodegenerative Diseases [Electronic resource] / Kunyu Li [et al.] // Aging Dis. – 2019. – Vol. 10 (3). – P. 664–675. – Access mode : doi: 10.14336/AD.2018.0720