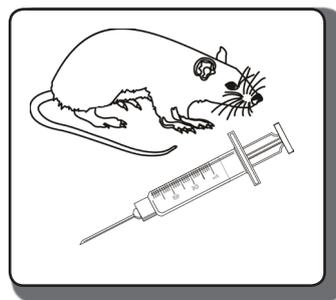


Теоретическая и экспериментальная МЕДИЦИНА



УДК 611.81+611.9]:599.323.4-092.9:577.97:616.89-008.19

Б. Я. Рыжавский, Е. М. Литвинцева

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ ТЕМПОВ РОСТА МАССЫ ТЕЛА И МАССЫ МОЗГА С ПОКАЗАТЕЛЯМИ РАЗВИТИЯ НЕЙРОНОВ НЕОКОРТЕКСА И ГИППОКАМПА У НЕПОЛОВОЗРЕЛЫХ КРЫС ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ЭМОЦИОНАЛЬНОМ СТРЕССЕ

*Дальневосточный государственный медицинский университет,
680000, ул. Муравьева-Амурского, 35, тел. 8-(4212)-32-63-93, e-mail: nauka@mail.fesmu.ru, г. Хабаровск*

Резюме

Проведен корреляционный и кластерный анализ зависимостей между темпами роста массы тела в возрасте 14, 21, 30 и 40 суток, массой мозга в возрасте 40 суток с показателями состояния нейронов (размеры цитоплазмы, концентрация нуклеиновых кислот (НК) переднетеменной и собственно теменной доли неокортекса и гиппокампа у 40-дневных крыс 2 групп: экспериментальной и контрольной. Животные экспериментальной группы воспитывались в искусственно сформированных, «смешанных», пометах, контрольной – в естественных. В «смешанных» пометах развитие как «родных», так и «приемных» крысят отличалось от такового в контроле: имелись снижение темпов роста массы тела, гонад, уменьшение массы мозга, изменения морфометрических показателей развития коры. Корреляционный анализ связей массы тела у животных в 14, 21, 30 и 40-дневном возрасте и массы мозга в 40-дневном возрасте с показателями морфометрии и цитофотометрии нейронов показал, что число и характер достоверных связей резко различались в смешанных и контрольных пометах. Количество достоверных корреляционных связей было значительным у крыс из смешанных пометов: показатели концентрации НК, размеры цитоплазмы нейронов имели положительную связь с массой тела, а также с массой мозга. Количество указанных корреляционных зависимостей у животных из контрольных пометов было во много раз меньше. Кластерный анализ выявил, что у животных из смешанных пометов, различающихся массой тела и мозга, морфометрические показатели нейронов имели существенные межкластерные различия, тогда как у животных из контрольных пометов этого не наблюдалось.

Ключевые слова: кора мозга, развитие, масса тела, эмоциональный стресс, статистический анализ.

B. Ya. Ryzhavskii, E. M. Litvinceva

STATISTICAL ANALYSIS OF THE CORRELATION BETWEEN BODY AND BRAIN MASS GROWTH RATIO AND NEOCORTIX AND HIPPOCAMPUS NEURONS DEVELOPMENT IN UNDERMATURED RATS UNDER CHRONIC EMOTIONAL STRESS

Far Eastern State Medical University, Khabarovsk

Summary

The authors conducted correlation and cluster analysis of dependence between body mass growth at the age of 14, 21, 30 and 40 days, brain mass at the age of 40 days and the indexes of neurons (cytoplasm size, nucleic acid supraparietal and parietal proper part of neocortex and hippocampus in 40-days old rats in two groups: experimental and control. The animals of the experimental group were raise in artificially formed «mixed» bred, the control ones – in the natural ones. In the «mixed» bred the development of both «blood» and «adopted» rats differed from the control. There were body mass growth tempos, gonads decrease, diminishing of brain mass, changes of morphometric indexes of the cortex development. The correlation analysis of the connections between animals body mass at 14-, 21-, 30- and 40-days old, age and brain mass at the age of 40 days with the morphometry and cytomorphometry of neurons showed that the number and the character of reliable correlations differ greatly in the mixed and control bred. The amount of the reliable correlation links was significant

in the rats from mixed bred. NA concentrations, neurons cytoplasm size have a positive correlation with body mass as well as with brain mass. The amount of the mentioned correlation values in animals from the control was much lower. The cluster analysis demonstrated that animals from mixed bred different in body and brain mass; neurons morphometric indexes had significant interclast differences. Control animals have no such differences.

Key words: brain cortex, development, body mass, emotional stress, statistical analysis.

Средовые факторы оказывают особенно выраженное влияние на развитие головного мозга в пренатальном периоде, а также на ранних этапах постнатального онтогенеза [1, 3–5, 14]. Одним из факторов, способных существенно влиять на пренатальный и постнатальный органогенез мозга, является эмоциональный стресс [1, 5, 7, 11]. Стрессовые воздействия этого типа, оказанные во время беременности, а также после рождения, в течение молочного периода, отражаются на морфологических и функциональных характеристиках развивающегося мозга. В качестве хронической стрессовой ситуации можно рассматривать воспитание животных без биологической матери, которое влияет на развитие животных, оказывает существенное влияние на функциональные свойства их мозга. Одной из предпосылок этого является способность животных очень рано отличать свою мать от других по привлекающему их материнскому феромону [2, 7, 12, 13].

Нами было показано, что одной из моделей, позволяющих изучать влияние длительного стрессового воздействия на животных в постнатальном и молочном периодах онтогенеза, является воспитание многоплодных животных (крыс) в искусственно сформированных пометах. В таких «смешанных» пометах развитие как «родных», так и «приемных» крысят отличалось от такового в контроле: имелось снижение темпов роста массы тела, гонад. Имелись также уменьшение массы мозга, изменения морфометрических показателей развития коры: уменьшение толщины неокортекса, размеров нейронов в переднетеменной (ПТД) и собственно теменной доле (СТД) и гиппокампе, значительное повышение в цитоплазме этих нейронов концентрации РНК. Таким образом, межгрупповые различия касались параметров, закономерно изменяющихся как в процессе развития мозга, так и при изменениях функционального состояния нейронов, не связанных с ним [5]. Поведение экспериментальных животных в приподнятом крестообразном лабиринте также отличалось от контрольного [7].

В настоящей работе проведен статистический анализ связей показателей соматического роста, массы мозга с некоторыми характеристиками корковых нейронов у крыс из «смешанных» (опыт) и «естественных» (контроль) пометов.

Материалы и методы

Исследовались показатели развития мозга 40-дневных крыс, воспитанных в искусственно сформированных, «смешанных» пометах (4 помета, 47 крысят). Они были образованы из пометов средней величины (число крысят – 8–10), в которые были добавлены по 4–6 «приемных» крысят и убрано по столько же «родных». Контролем для них служили 40-дневные крысят из «естественных» пометов (2 помета, 24 крысенка).

Определялись масса тела животных в 14, 21, 30 и 40-дневном возрасте. Тотчас после забоя 40-дневных крысят измерялась масса мозга и его полушария. Ле-

вое полушарие фиксировали в жидкости Карнуа, затем разрезали в ПТД и СТД долях и заливали в парафин. Срезы толщиной 7 мкм окрашивали метиленовым синим, а также галлоцианином на нуклеиновые кислоты (НК). На этих препаратах методом компьютерной морфометрии на аппарате «Мекос» проводили определение морфометрических показателей и концентрации НК в нейронах слоев II и V ПТД и СТД, поля I гиппокампа, как описано ранее [7]. Материал обрабатывали методами дескриптивного, корреляционного и кластерного анализа с помощью пакета программ Statistica 6.

Результаты и обсуждение

Темпы роста массы тела у животных опытной группы в 14, 21, 30 и 40-дневном возрасте были достоверно меньше, чем в контроле. При этом ее межгрупповая разница не только сохранялась, но и возрастала после окончания молочного периода (30-дневный возраст), в интервале между 30-м и 40-м днями жизни, то есть она не обуславливалась только количеством потребленного молока матери. Эти данные представляют значительный интерес в связи с тем, что для растущих крыс характерна сильная положительная связь между величиной массы тела и мозга [5], то есть различия массы тела можно расценивать и как свидетельство межгрупповых различий темпов роста мозга. В 40-дневном возрасте масса тела крыс подопытной группы варьировала от 30 г до 107 г (средняя – $63 \pm 3,4$), мозга – от 1230 мг до 1616 мг (1434 ± 14). В контроле эти показатели составили 60–113 г ($80 \pm 2,4$) и 1398–1631 мг (1481 ± 11) соответственно. Эти данные показывают, что связи массы тела и мозга, будучи прямыми, не являются прямо пропорциональными, свидетельствуют, что рост массы мозга обладает выраженной автономностью. Кроме того, как явствует из приведенных величин, для подопытной группы была свойственна большая вариабельность исследованных показателей, что обусловлено преимущественно наличием животных со значительным их снижением. Оценивая полученные результаты, следует учитывать, что снижение темпов роста массы тела и мозга – характерный симптом и свидетельство хронического стресса [5].

Проведенный нами корреляционный анализ связей величины массы тела у животных в 14, 21, 30 и 40-дневном возрасте и массы мозга в 40-дневном возрасте с показателями морфометрии и цитотометрии нейронов позволил установить, что число и характер достоверных связей резко различались в смешанных и контрольных («естественных») пометах. Количество достоверных средних и сильных корреляционных связей было значительным у крыс из смешанных пометов. Было выявлено, что показатели концентрации НК в цитоплазме, ядрах и ядрышках, а также размеры цитоплазмы нейронов неокортекса и гиппокампа имеют положительную связь с массой тела, измеренной в возрасте 14, 30 и 40 суток, а также с массой мозга в воз-

расте 40 суток (табл. 1). В доступной литературе мы не встретили данных о подобных зависимостях. Они не являются априорно очевидными, так как устанавливают корреляции между показателями, не имеющими прямых функциональных связей. Изучение этих же самых корреляций у животных из контрольных пометов показало, что количество статистически значимых зависимостей, как и величины коэффициентов корреляции, были во много раз меньше, чем у крыс из искусственно сформированных пометов (табл. 1, 2).

Приведенные данные позволяют предполагать, что ситуация, формирующаяся в смешанных пометах, имеет черты хронического эмоционального стресса, обусловленного измененными взаимоотношениями матери и потомства. Данная ситуация, по-видимому, может рассматриваться как один из «управляющих параметров» Г. Хакена, характеризуя которые автор писал: «при изменениях некоторых внешних или внутренних управляющих параметров существуют определенные ситуации, когда система претерпевает не малые, а значительные изменения своего макроскопического состояния» [10]. В поставленных экспериментах изменялись такие макроскопические параметры развития как масса мозга, его полушария, темпы роста массы тела. Наличие в исследованной ситуации их корреляционных связей с показателями состояния нейронов можно трактовать как свидетельство «вездесущего «макродетерминизма» [9].

Таблица 1

Коэффициенты корреляции динамики массы тела и массы мозга подопытных крыс в 40-дневном возрасте с размерами цитоплазмы и концентрацией нуклеиновых кислот (НК) в нейронах неокортекса и гиппокампа

Показатели	Масса тела в возрасте				Масса мозга, 40 сут.
	14 сут.	21 сут.	30 сут.	40 сут.	
ПТД, слой II Площадь цитоплазмы	0,67	0,68	0,66	0,57	0,50
Конц. НК , ядрышки	0,53	0,49	0,56	0,58	0,36
ядра	0,45	0,43	0,44	0,49	0,36
цитоплазма	0,52	0,48	0,54	0,58	0,37
ПТД, слой V Площадь цитоплазмы	0,74	0,72	0,85	0,82	0,72
Конц. НК , ядрышки	0,49	0,43	0,57	0,61	0,32
ядра	0,40	0,37	0,49	0,50	0,23
цитоплазма	0,50	0,43	0,57	0,62	0,35
СТД, слой II Площадь цитоплазмы	0,73	0,70	0,72	0,68	0,59
Конц. НК , ядрышки	0,43	0,38	0,41	0,42	0,27
ядра	0,45	0,45	0,43	0,41	0,32
цитоплазма	0,49	0,48	0,52	0,50	0,33
СТД, слой V Площадь цитопл.	0,59	0,54	0,55	0,62	0,44
Конц. НК , ядрышки	0,39	0,30	0,33	0,39	0,34
ядра	0,38	0,31	0,32	0,39	0,33
цитоплазма	0,42	0,34	0,39	0,45	0,35
Гиппокамп , площадь цитоплазмы	0,64	0,62	0,72	0,68	0,45
Конц. НК , ядрышки	0,53	0,49	0,51	0,55	0,45
ядра	0,44	0,43	0,42	0,47	0,42
цитоплазма	0,58	0,54	0,57	0,63	0,48

Коэффициенты корреляции динамики массы тела и массы мозга крыс из контрольных пометов в 40-дневном возрасте с размерами цитоплазмы и концентрацией нуклеиновых кислот (НК) в нейронах неокортекса и гиппокампа

Показатели	Масса тела в возрасте				Масса мозга, 40 сут.
	14 сут.	21 сут.	30 сут.	40 сут.	
ПТД, слой II площадь цитоплазмы	-0,21	-0,42	-0,36	-0,57	-0,28
Конц. НК , ядрышки	0,21	0,23	0,05	0,07	0,09
ядра	0,23	0,18	0,06	0,01	0,00
цитоплазма	0,17	0,06	-0,15	-0,14	0,01
ПТД, слой V площадь цитоплазмы	-0,24	-0,41	-0,39	-0,40	-0,25
Конц. НК , ядрышки	0,15	0,14	0,06	0,09	0,12
ядра	0,03	0,06	-0,21	-0,18	-0,18
цитоплазма	0,12	0,10	0,04	0,05	0,07
СТД, слой II площадь цитоплазмы	-0,12	-0,10	-0,16	-0,25	0,08
Конц. НК , ядрышки	-0,15	-0,16	-0,18	-0,07	-0,06
ядра	-0,26	-0,35	-0,44	-0,38	-0,18
цитоплазма	-0,15	-0,25	-0,31	-0,24	-0,14
СТД, слой V площадь цитоплазмы	0,09	0,15	-0,01	0,18	0,03
Конц. НК , ядрышки	0,16	0,33	0,15	0,39	0,12
ядра	-0,03	0,22	0,06	0,24	-0,04
цитоплазма	0,13	0,26	0,05	0,28	0,06
Гиппокамп , площадь цитоплазмы	-0,14	-0,38	-0,43	-0,57	-0,34
Конц. НК , ядрышки	0,15	0,41	0,19	0,32	0,06
ядра	-0,28	-0,17	-0,31	-0,27	-0,42
цитоплазма	0,31	0,52	0,27	0,35	0,16

На следующем этапе работы нами был проведен кластерный анализ материала. Он показал, что в кластерах животных из смешанных пометов, различающихся массой тела и мозга, исследованные морфометрические и цитофотометрические показатели (концентрация НК) состояния корковых нейронов имели существенные межкластерные различия. При этом в кластере животных, имевших меньшую массу тела, нейроны отличались меньшей концентрацией НК и размерами цитоплазмы. В то же время, у животных из контрольных пометов, кластеры, отличавшиеся по массе тела и мозга, не имели статистически значимых различий показателей морфометрии и цитофотометрии нейронов (табл. 3).

Таблица 3

Результаты кластерного анализа показателей развития мозга крыс из искусственно сформированных и контрольных пометов

Показатели	Искусственные пометы		Контрольные пометы	
	кластер 1	кластер 2	кластер 1	кластер 2
Масса тела, г				
14 сут.	14,6	18,3	19,9	24,8
21 сут.	20,4	25,6	30,6	38,0
30 сут.	33,2	57,2	52,7	62,1
40 сут.	45,6	83,0	76,3	100,4
Масса 40 сут., мг мозга	1361	1517	1457	1570
полушария	492	559	530	607

Показатели	Искусственные пометы		Контрольные пометы	
	кластер 1	кластер 2	кластер 1	кластер 2
ПТД, слой II площадь цитоплазмы, мкм ²	36	41	47	42
Конц. НК , усл. ед., ядрышки	0,502	0,585	0,4	0,393
ядра	0,251	0,298	0,194	0,186
цитоплазма	0,311	0,393	0,254	0,235
ПТД, слой V площадь цитоплазмы, мкм ²	69	93	90	86
Конц. НК , усл. ед., ядрышки	0,531	0,63	0,461	0,456
ядра	0,223	0,26	0,217	0,177
цитоплазма	0,357	0,449	0,311	0,308
СТД, слой II площадь цитоплазмы, мкм ²	34	41	46	42
Конц. НК , усл. ед., ядрышки	0,48	0,562	0,392	0,389
ядра	0,237	0,3	0,2	0,21
цитоплазма	0,291	0,391	0,248	0,239
СТД, слой V площадь цитоплазмы, мкм ²	68	83	81	86
Конц. НК , усл. ед., ядрышки	0,504	0,597	0,428	0,46
ядра	0,222	0,279	0,191	0,204
цитоплазма	0,345	0,432	0,297	0,321
Гиппокамп площадь цитоплазмы, мкм ²	38	42	53	45
Конц. НК , усл. ед., ядрышки	0,462	0,588	0,373	0,412
ядра	0,203	0,302	0,211	0,179
цитоплазма	0,301	0,455	0,255	0,294

Уровень адаптации в сложившейся ситуации отражался на темпах роста, массе тела и связанной с ней массе мозга. С другой стороны, адаптация при действии эмоциональных стрессоров происходит при регулирующем влиянии нейронами разных отделов

Литература

1. Исенгулова А.А., Зарайская И.Ю., Мирошниченко И.В. Особенности динамики соматического развития и формирования поведенческих актов у крысят линии Вистар при периодическом длительном удалении из гнезда в период молочного вскармливания // Журнал высшей нервной деятельности им. И.И. Павлова. – 2009. – Т. 59, № 5. – С. 610-615.
2. Котенкова Е.В., Федосов Е.В., Ушакова Н.А. Механизмы влияния матери на рост и развитие крольчат в препубертатный период // Успехи современной биологии. – 2009. – Т. 129, № 1. – С. 104-110.
3. Нетребенко О.К. Влияние питания на развитие мозга // Педиатрия. – 2007. – Т. 87, № 3. – С. 96-103.
4. Рыжавский Б.Я. Развитие головного мозга в ранние периоды онтогенеза: последствия некоторых воздействий // Соросовский образовательный журнал. – 2000. – Т. 6, № 1. – С. 37-43.
5. Рыжавский Б.Я. Развитие головного мозга. Отдаленные последствия влияния некомфортных условий. – изд. 3-е, доп. Хабаровск: Изд-во ДВГМУ, 2009.
6. Рыжавский Б.Я. Однонаправленные изменения морфометрических и гистохимических характеристик

мозга, изменениях их цитофизиологических характеристик, а их характер влияет на успешность адаптации [5]. Длительной сопряженностью указанных процессов, по нашему мнению, можно объяснить полученные при изучении смешанных пометов результаты корреляционного и кластерного анализа. По-видимому, усилению связей у животных подопытной группы способствовала также имевшаяся у них более высокая вариабельность темпов роста массы тела и мозга, по сравнению с контролем, обусловленная преимущественно снижением их минимальных показателей.

С другой стороны, в естественных пометах действие перечисленных механизмов менее выражено. Кроме того, исследованные цитоморфологические показатели отражают не только уровень развития, но и функциональное состояние нейронов, которое может меняться вне связи с органогенезом мозга, «перекрывая» и «маскируя» связи макро- и микроскопических характеристик развития животных и их мозга.

Ранее нами был рассмотрен вопрос об однонаправленности морфометрических и гистохимических изменений нейронов разных отделов коры мозга, происходящих как в процессе онтогенетического развития мозга, так и при изменениях функционального состояния органа. Одним из проявлений и доказательств этого было значительное число достоверных положительных корреляционных связей гистохимических и морфометрических показателей, характеризующих различные нейроны коры. Установленные при этом корреляционные связи были «внутриголовными» [6, 8]. В настоящем исследовании показано, что возможны ситуации, когда регистрируется значительное число корреляций показателей состояния нейронов разной локализации с «внеголовным» показателем – ростом массы тела в молочном и препубертатном периодах онтогенеза. Мы полагаем, что выявленные закономерности могут быть полезными при изучении механизмов регуляции развития головного мозга.

различных нейронов в процессе онтогенетического развития головного мозга и при изменениях его функционального состояния (теоретические аспекты) // Дальневосточный медицинский журнал. – 2013. – № 4. – С. 60-64.

7. Рыжавский Б.Я., Литвинцева Е.М. Влияние содержания крысят в «чужих» пометах на некоторые показатели развития их головного мозга // Дальневосточный медицинский журнал. – 2009. – № 2. – С. 101-104.

8. Рыжавский Б.Я., Баранова С.Н., Белолобская Д.С. Особенности корреляционных связей морфологических характеристик мозга крыс, отличающихся показателями ВНД // Дальневосточный медицинский журнал. – 2008. – № 2. – С. 109-112.

9. Сперри У. Перспективы менталистской революции и возникновение нового научного мировоззрения. Мозг и разум. – Наука, 1994. – С. 20-44.

10. Хакен Г. Принципы работы головного мозга. PerSe. – М., 2001. – 351 с.

11. Cockerill S., Uthaya S., Dore C.J., et al. Accelerated postnatal head growth follows preterm birth // Arch. Dis. Child. Fetal. Neonatal. Ed. – 2006. – Vol. 91, № 3. – P. 184-187.

12. Matsumoto Y., Yoshihara T., Yamasaki Y. Maternal deprivation in the early versus late postnatal period differentially affects growth and stress-induced corticosterone responses in adolescent rats // *Brain Res.* – 2006. – № 1115 (1). – P. 155-161.

13. McCarty R., Blizard D., Chevalier R. Development of the hypertensive phenotype: role of the maternal

environment // *Handbook of hypertension.* – Amsterdam, 1999. – P. 413-428.

14. Ryzhavsii B.Ya., Lebed'ko O.A., Belolyubskaya D.S., Baranova S.N. Long-term consequences of prenatal exposure to lead on brain development in rats. *Neurosci. Behav. Physiol.* – 2008. – Vol. 38, № 2. – P. 145-149.

Literature

1. Isengulova A.A., Zarayskaya I.U., Miroshnichenko I.V. Features of dynamics of dental development and formation of behavioral acts in young Vistar rats after their periodic prolonged withdrawal from the nest at the time of milk-feeding // *Journal of higher nervous activity.* – 2009. – Vol. 59, № 5. – P. 610-615.

2. Kotenkova E.V., Fedosov E.V., Ushakova N.A. Mechanisms of maternal influence on growth and development of prepubertal rabbits // *Advances of modern biology.* – 2009. – Vol. 129, № 1. – P. 104-110.

3. Ntrebenko O.K. Effects of nutrition on brain development // *Pediatrics.* – 2007. – Vol. 87, № 3. – P. 96-103.

4. Ryzhavsii B.Ya. Development of brain in earlier stages of ontogenesis: consequences of some exposures // *The Soros educational journal.* – 2000. – Vol. 6, № 1. – P. 37-43.

5. Ryzhavsii B.Ya. Brain development. Long-term consequences of uncomfortable conditions. 3-rd updated edition. – Khabarovsk, 2009.

6. Ryzhavsii B.Ya. Unidirectional changes in morphometric and histochemical features of various neurons in the process of ontogenetic development of brain and in case of changes in its functional state (theoretical aspects) // *Far Eastern Medical Journal.* – 2013, № 4. – P. 60-64.

7. Ryzhavsii B.Ya., Litvintseva E.M. Effects of young rats staying in «foreign» litter on some aspects of their brain development // *Far Eastern Medical Journal.* – 2009. – № 2. – P. 101-104.

8. Ryzhavsii B.Ya., Baranova S.N., Belolyubskaya D.S. Unique features of correlative relationships of morphological characteristics of rat's brain notable for signs of higher nervous activity // *Far Eastern Medical Journal.* – 2008. – № 2. – P. 109-112.

9. Sperry W. Perspectives of mental revolution and emergence of new scientific paradigm // *Brain and mind. science.* – 1994.

10. Haken H. Principles of brain functioning. – M., 2001. – P. 351.

11. Cockerill S., Uthaya S., Dore C.J., et al. Accelerated postnatal head growth follows preterm birth // *Arch. Dis. Child. Fetal. Neonatal. Ed.* – 2006. – Vol. 91, № 3. – P. 184-187.

12. Matsumoto Y., Yoshihara T., Yamasaki Y. Maternal deprivation in the early versus late postnatal period differentially affects growth and stress-induced corticosterone responses in adolescent rats // *Brain Res.* – 2006. – № 1115 (1). – P. 155-161.

13. McCarty R., Blizard D., Chevalier R. Development of the hypertensive phenotype: role of the maternal environment // *Handbook of hypertension.* – Amsterdam, 1999. – P. 413-428.

14. Ryzhavsii B.Ya., Lebed'ko O.A., Belolyubskaya D.S., Baranova S.N. Long-term consequences of prenatal exposure to lead on brain development in rats // *Neurosci. Behav. Physiol.* – 2008. – Vol. 38, № 2. – P. 145-149.

Координаты для связи с авторами: Рыжавский Борис Яковлевич – д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой гистологии, цитологии и эмбриологии ДВГМУ, тел. 8-(4212)-32-63-93, e-mail: nauka@fesmu.ru; Литвинцева Екатерина Марковна – канд. биол. наук, доцент кафедры химии ДВГМУ.



УДК 612.821.8:612.843.3:378.172:(621.397+004).0025

Е. Н. Сазонова, Л. П. Владимирова, О. В. Демидова, Н. С. Емельяненко, С. Ф. Калинина, Л. И. Плечева

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЗРИТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ НА ЗРИТЕЛЬНУЮ СЕНСОРНУЮ СИСТЕМУ СТУДЕНТОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОЕЦИРОВАНИЯ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯ

Дальневосточный государственный медицинский университет,
680000, ул. Муравьева-Амурского, 35, тел. 8-(4212)-32-63-93, e-mail: nauka@mail.fesmu.ru, г. Хабаровск

Резюме

Развитие утомления зрительной сенсорной системы в значительной степени зависит от качества анализируемого изображения. На состояние органа зрения влияет четкость, яркость изображения, его пульсация. В работе проведен сравнительный анализ влияния на зрительную сенсорную систему учащихся вуза изображения видео-