

УДК 612.84:612.85

Е.К. АЙДАРКИН, Е.Л. ШУЛЬГА, Д.Н. ЩЕРБИНА, Н.К. ТУМАСОВА

## ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ АКТИВАЦИИ ФРОНТАЛЬНОЙ И ТЕМЕННОЙ КОРКОВЫХ СИСТЕМ ВНИМАНИЯ У КОШКИ В УСЛОВИЯХ ПАССИВНОГО ВОСПРИЯТИЯ

*Изучались нейрофизиологические механизмы взаимодействия париетальной и фронтальной систем внимания кошки при пассивном восприятии стимулов в режиме изменяющихся межстимульных интервалов. Для слуховой стимуляции показано преобладание активационных процессов в теменных областях, а для зрительной – доминирование лобного ФМВ. Увеличение МСИ активировало выраженность слуховых ССП и ослабляло – зрительных. Обсуждается связь динамики возбuditельно-тормозных отношений с особенностями системной организации восприятия стимула кошкой и рядом экологических факторов.*

**Ключевые слова:** межстимульный интервал (МСИ), конфигурация зрительных и слуховых связанных с событием потенциалов (ССП), изопотенциальные карты, фокус максимальной активности (ФМВ).

Е.К. AYDARKIN, E.L. SHULGA, D.N. SCHERBINA, N.K. TUMASOVA

## THE DYNAMIC OF ACTIVATION OF FRONTAL AND PARIETAL CORTICAL ATTENTION'S SYSTEM IN CAT DURING THE PASSIVE PERCEPTION

*The neurophysiologic mechanisms of interaction between the frontal and parietal cortical attention's system in cat during the passive stimuli perception in changing interstimulus intervals were studied. The prevalence of activation processes in parietal regions was shown for the auditory stimulation, and the dominance of frontal FMS was shown for the visual stimulation. The increase of ISI activated of the auditory ERP intensity and impaired the visual ERP intensity. The connection between the dynamics of excitative and inhibitory relationship with the peculiarities of the system organization of stimuli perception in cat and a few environmental factors were discussed.*

**Key words:** interstimulus intervals (ISI), the configuration of visual and auditory ERP, isopotential maps, focus maximum severity (FMV).

В настоящее время исследование нейрофизиологических механизмов восприятия у человека является актуальной задачей и связано, в частности, с изучением особенностей взаимодействия лобной и теменной систем внимания в условиях сенсомоторной интеграции [25].

Исследованиями показано, что при пассивном восприятии и реализации простых и сложных сенсомоторных реакций наблюдается последовательная динамика активации указанных систем, которая зависит как от модальности, так и от темпа подачи стимула [6]. В данной работе, в частности, показано, что при малых межстимульных интервалах (МСИ) негативная волна ожидания (CNV) возникает в центральных корковых структурах, обеспечивая первоочередную подготовку двигательных систем, что проявляется в увеличении доли ложных тревог, особенно при слуховом восприятии, связанном с пре-

обладанием произвольных компонентов внимания [1–3]. При увеличении МСИ наблюдается смещение фокуса максимальной выраженности (ФМВ) CNV в теменную область, связанную с организацией анализа сенсорной информации и активацией произвольных компонентов внимания. Для слуховой стимуляции при больших МСИ характерно одновременное появление положительной контингентной волны (CPV) в лобной системе внимания.

Восприятие стимула связано с активацией лобных структур (передний фронт компонента N1, который ослабляется с увеличением МСИ).

Снижение уровня активации центральной нервной системы за счет увеличения МСИ приводит к увеличению заднего фронта компонента N1, соответствующего началу формирования негативности рассогласования (НР) [14, 4, 6 и др.]. Появление НР связано с разделением ФМВ переднего фронта N1, который располагается в сагиттальных отведениях, на два, как правило,

асимметричных ФМВ, мигрирующих либо в височные области (слуховая стимуляция), либо в теменно-затылочные (зрительная стимуляция).

Волна P300 увеличивается при росте МСИ и локализуется в основном в сагиттальных лобных (компонент P3a) и теменных (компонент P3b) отведениях. При этом преобладание P3a характерно для слуховой, а P3b для зрительной стимуляции. Усиление P300 связано с ростом компонента N2.

Анализ изопотенциальных карт, связанных с событием потенциалов (ССП), наглядно демонстрирует четкую последовательность активации «заинтересованных» корковых структур при подготовке к анализу стимула и в процессе реализации экспериментального теста, что в частности обусловлено определенным чередованием возбуждательных и тормозных процессов в задней и передней системах внимания.

С одной стороны, организация нейрофизиологических процессов в динамике реализации сенсомоторной интеграции – относительно универсальное явление для высокоорганизованных животных и человека, различия же, скорее всего, определяются их экологическими особенностями, а также степенью «понимания» объектом исследования сущности экспериментальной ситуации. С другой стороны, животные являются оптимальным объектом для более глубокого изучения корково-подкорковых взаимоотношений, которые лежат в основе динамики активации различных корковых систем внимания. Особенно важны данные исследования при точном совпадении регистрируемых параметров и стимулирующих воздействий.

В связи с этим настоящим исследованием продолжено, начатое ранее [5], изучение по параметрам СПП у кошек характера корковых межцентральных отношений при пассивном восприятии серий «квазиритмических» стимулов различной модальности при увеличении МСИ.

### Методика исследования

Исследование проводилось на бодрствующих животных (кошках) в хроническом эксперименте. Животные приучались спокойно сидеть в станке экспериментальной камеры с жестко закрепленной головой. Такая фиксация позволяла ограничить движения, а также соблюсти постоянную направленность воздействия фото- и фоностимулов, использовавшихся в настоящем исследовании.

Операции вживления электродов проводились под общим наркозом с соблюдением правил биомедицинской этики. Контактные макроэлектроды вживлялись в костную ткань по поверхности черепа животного, по сагиттальной линии и с охватом зрительной, теменной, соматосенсорной, слуховой и моторной областей. Индифферентные электроды размещались над лобными пазухами. Всего по поверхности черепа кошки было распределено 19 электродов. Эксперименты начинались через неделю после операции и полного выздоровления животного. Раздражителем служили светодиодные вспышки красного цвета интенсивностью 9 кд и длительностью 4 с, которые подавались с межстимульными интервалами 1,2, 4, 8, и 16 с. В таком же режиме подавались звуковые щелчки, интенсивностью 100 дБ и длительностью 1 мс. В каждой серии опытов применялось от 30 до 60 стимулов. Величина межстимульного интервала варьировала случайным образом в диапазоне  $\pm 20\%$  от перечисленных величин интервалов по логарифмической шкале, что препятствовало выработке у животного рефлекса на время. Интервал между сериями составлял 30–40 с. Расстояние от источника световой стимуляции до поверхности глаза животного составляло 25 см. Слуховые стимулы подавались одновременно двумя динамиками, располагающимися в 30 см от каждого уха соответственно.

Регистрация ЭЭГ, использование выбранных режимов стимуляции, а также обработка экспериментальных данных производились на оборудовании ПО «Энцефалан» производства фирмы «Медиком–МТД» (Таганрог). ЭЭГ записывалась при помощи компьютерного энцефалографоанализатора «Энцефалан-131-03». Регистрация ЭЭГ осуществлялась по системе 10-20, с шагом дискретизации 4 мс и частотой пропускания 0,5–70 Гц. ЭЭГ-активность головного мозга регистрировалась в 21 стандартном отведении. Для анализа использовались суммарные СПП. Оцифрованная ЭЭГ экспортировалась в программную среду MATLAB для построения конфигурации СПП и изопотенциальных карт мгновенных значений амплитуд для оценки локализации фокуса максимальной выраженности компонентов. Проводилась дальнейшая обработка полученных суммарных СПП и их сравнение с СПП человека. Эпоха анализа составляла 1000 мс, 100 мс до подачи стимула и 900 мс – после.

**Результаты исследования**

Показано, что при пассивном восприятии зрительные и слуховые ССП кошки имеют сходный компонентный состав, различающийся временными и амплитудными характеристиками, а также локализацией.

**Описание локализации и динамики амплитуд ССП на зрительные и слуховые стимулы, подаваемые в режиме применения МСИ от 1 до 16 с у кошки.**

Сравнительный анализ конфигурации и компонентного состава слуховых (МСИ а2 а8) и зрительных (МСИ v2 v8) ССП, показал, что все компоненты слуховых ССП у кошки имеют более короткие латентные периоды и меньшую амплитуду по сравнению с компонентами зрительных потенциалов. Если латентные периоды компонентов N1P2N2 слуховых ССП составляют соответственно 50 мс, 90–100 мс, 160–190 мс, то латентные периоды зрительных ССП – 80–90 мс, 140–150, 250–260 мс соответственно. Для развития всего комплекса компонентов N1 P2 N2 слуховых ССП требуется 210–230 мс, а для зрительных ССП – 270–290 мс.

Различия амплитуд и продолжительности латентных периодов компонентов ССП представлены на рис. 1 в сагиттальных отведениях.

**САГИТТАЛЬНЫЕ ОТВЕДЕНИЯ**

Слуховые ССП  
кошки

Зрительные ССП  
кошки

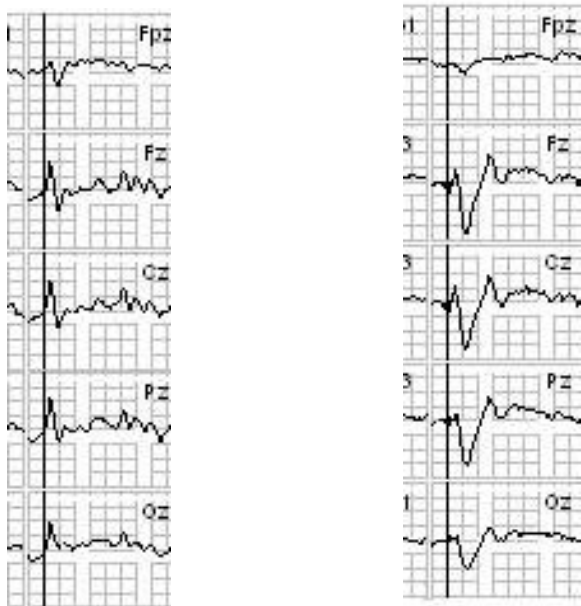


Рис 1. Суммарные зрительные и слуховые ССП кошки в сагиттальных отведениях

Отличаются и области их максимальной выраженности (см. рис. 2 и 3). Слуховые ССП возникают у кошки в основном в височной и соматосенсорной коре (Т5, Т6, Т3, Т4, С3, Сz, С4, Fz), а зрительные – более широко: в теменно-затылочных и сагиттальных отведениях, частично захватывая соматосенсорные и височные области (О1, Oz, О2, P3, Pz, P4, Cz, Fz).

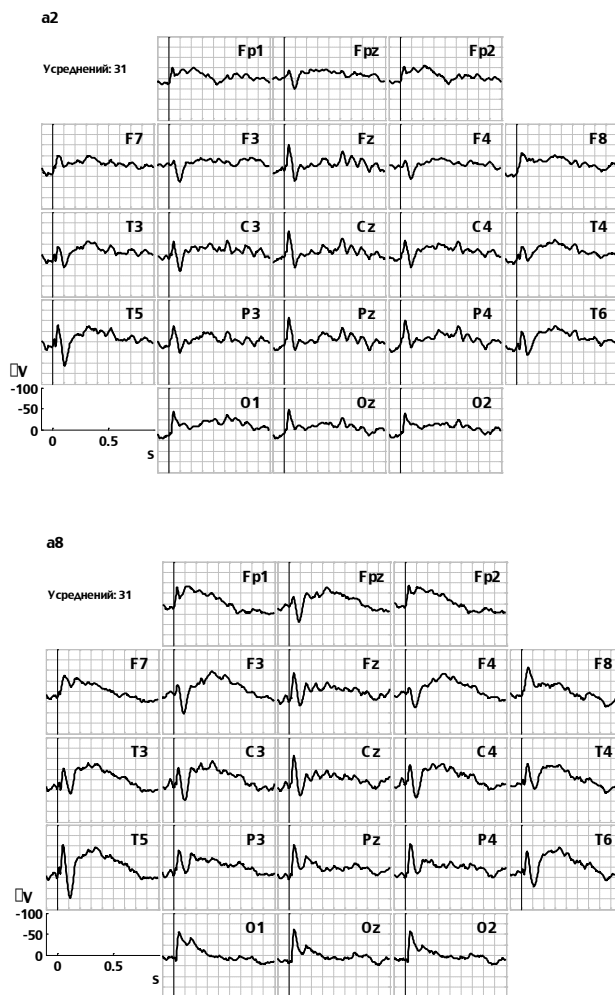


Рис. 2. Конфигурация слуховых ССП у кошки, прослеживаемая по пунктам отведения, при росте МСИ

На рис. 2 и 3 также показаны области, в которых регистрируются, как зрительные, так и слуховые ССП, – это пункты отведения С3 Cz С4 Fz, что, возможно, определяется конвергентными отношениями светового и слухового раздражений на подкорковом уровне в тех системах, где имеются проекции афферентных систем различной сенсорной модальности. Кроме того, отмечена более широкая генерализация зрительных ССП по коре, как при коротких, так и при длин-



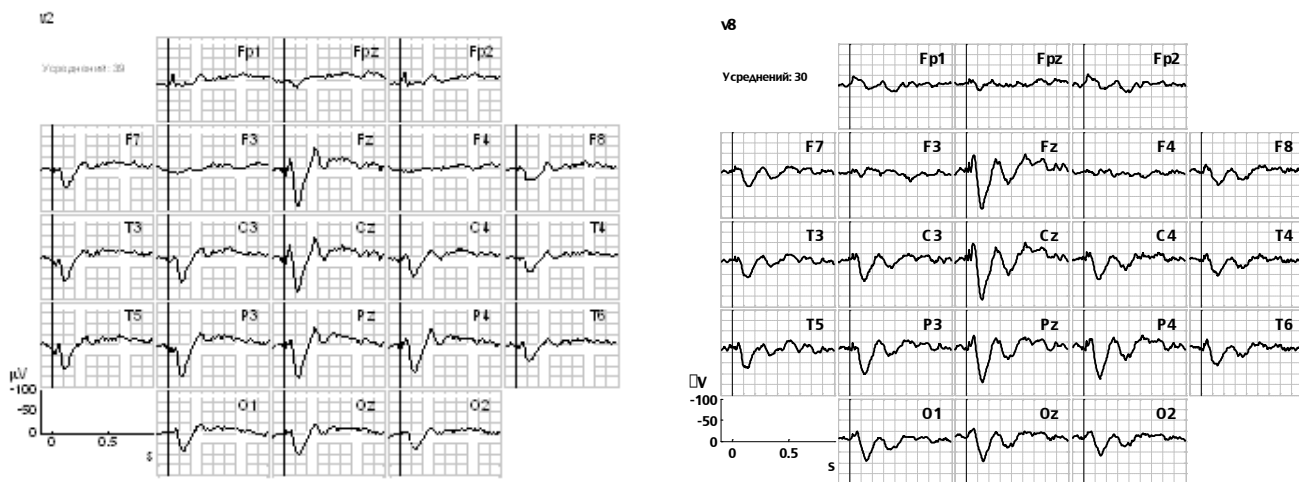


Рис. 3. Конфигурация зрительных ССП у кошки, прослеживаемая по пунктам отведения, при росте МСИ

ных МСИ по сравнению со слуховыми ССП, которым это свойственно только при длинных МСИ. Наблюдается также увеличение амплитуд компонента P2 слуховых (особенно) и зрительных ССП при увеличении МСИ, т.е. при снижении функциональной нагрузки, что совпадает с проведенными ранее исследованиями [1, 3]. Таким образом, анализ распределения мгновенных значений амплитуд ССП на слуховой и зрительный стимулы, подаваемые в режиме применения МСИ от 1 до 16 с показал, что динамика амплитуд ССП, возникающих при пассивном восприятии слуховых и зрительных стимулов, зависит от модальности стимула и межстимульного интервала.

**Описание изопотенциальных карт распределения мгновенных значений амплитуд ССП на слуховой и зрительный стимулы, подаваемые в режиме применения МСИ от 1 до 6 с.**

Анализ изопотенциальных карт ССП показал зависимость выраженности и локализации ФМВ исследуемых компонентов от МСИ и модальности стимулов. (На рисунках представлены крайние временные позиции МСИ.)

**А. Динамика возбуждительно- тормозного процесса, возникающего при пассивном восприятии слуховых стимулов, подаваемых с межстимульным интервалом 1,2,4,8,16 с у бодрствующей кошки.**

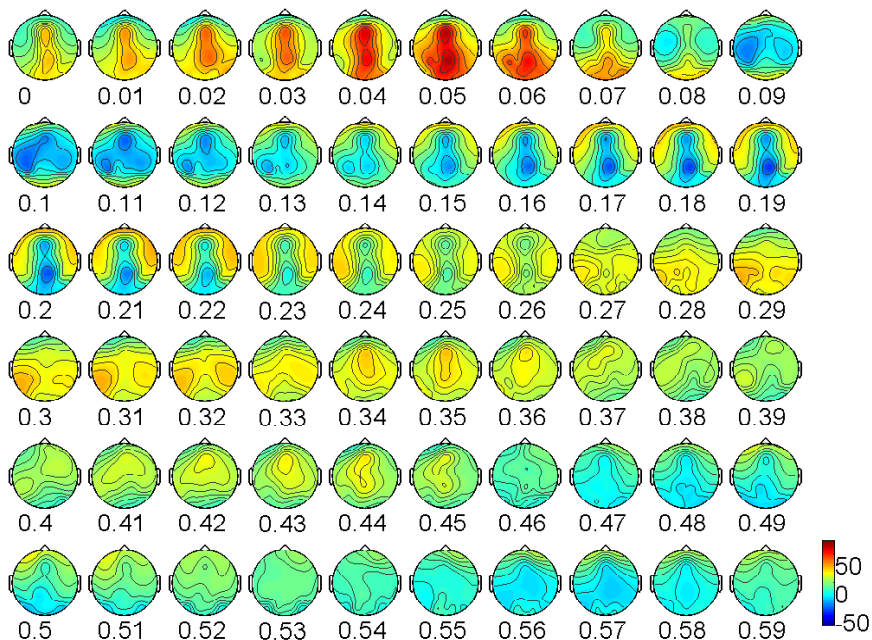


Рис. 4а. Динамика изопотенциальных карт ССП в условиях слуховой стимуляции и ее пассивном восприятии при МСИ 1 с у кошки. Белым цветом отражена негативность, черным – позитивность. Шаг картирования – 10 мс

Как показано на рис. 4(a), зарождение компонента N1 начинается сразу после стимула с локализацией по сагиттальному шву и постепенным делением на 2 фокуса максимальной выраженности: лобный и затылочный и захватом височных и теменно-затылочных областей в течение 40–70 мс, и постепенной концентрации в теменной коре. То есть сенсорный анализ начинается с возбуждения (активации) передней системы внимания и дальнейшего смещения негативности в височные и теменные отделы коры, что очевидно связано с активацией париетальных областей. Сравнительный анализ динамики негативности (компонент N1) по мере увеличения МСИ показал, что характер перемещения и роста негативности при МСИ – 1 с и МСИ – 16 с практически одинаков, что находит свое отражение в росте амплитуды компонента N1 в париетальных областях. Вслед за этим процессом с 80-й мс наблюдается левостороннее появление позитивности (компонент P2) в височной, соматосенсорной и лобной коре (a1, a2, a4) с ее распространением в правое полушарие и образованием двух ФМА (слева и справа) с доминантой в левом полушарии (70–140 мс), а затем их постепенное объединение и смещение в лобные области коры.

Таким образом, при предъявлении серий слуховых стимулов с малыми МСИ (рис. 4a) волна

ожидания была связана с формированием двух однотипных сагиттальных ФМВ, располагающихся в теменных и фронтальных корковых структурах, которые усиливались (особенно теменной ФМВ) при достижении информации о стимуле коры мозга (компонент N1). Формирование компонента P2 было связано с ослаблением и исчезновением указанных негативных ФМВ (данный процесс длился дольше в теменной области) и одновременным формированием позитивных ФМВ в височных областях, которые перемещались постепенно в лобные и теменные отведения, аналогичные негативным колебаниям на этапе волны ожидания. Данные изменения совпадали с появлением негативных колебаний (компонент N2) с лобно-височной локализацией, которые некоторое время сосуществовали с ранее сформировавшимися позитивными ФМВ в лобных и теменных отведениях. Дальнейшая эволюция негативных колебаний была связана с исчезновением позитивных ФМВ и смещением лобно-височных негативных ФМВ в височные и, далее, височно-теменные отведения. Затем данные негативные ФМВ сливались и перемещались в лобные отведения.

При увеличении МСИ до 16 с (рис. 4б) наблюдалось аналогичная картина, характеризующаяся существенным усилением амплитудных показателей соответствующих компонентов.

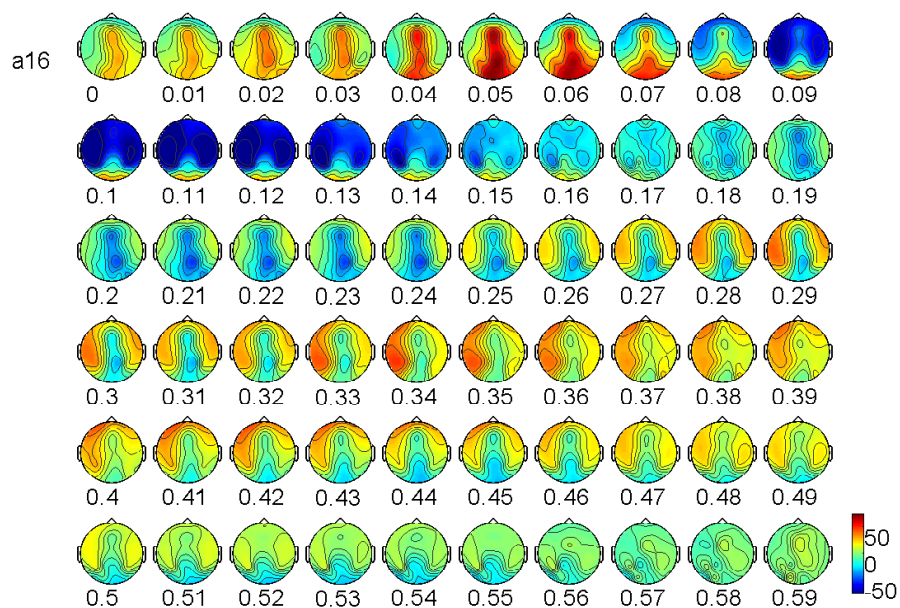


Рис. 4б. Динамика изопотенциальных карт ССП в условиях слуховой стимуляции и ее пассивном восприятии, при МСИ 16 с у кошки (остальное, как на рис. 4а)

Как явствует из рис. 4б, позитивность, раздробившись на 3, а потом на 2 фокуса (лобный и теменной) концентрировалась по сагиттальному шву и уже в виде одного фокуса в теменно-затылочном отведении (300–330 мс) сохранялась, как компонент P300. На 250-й мс появляется компонент N2 в передних отделах левого и правого полушарий симметрично и с формированием его постепенного доминирования в левом полушарии и достаточно длительном развитии этого процесса до 500 мс. Таким образом, торможение, возникшее в передней системе внимания при левостороннем доминировании и при коротких МСИ, постепенно усилилось по мере роста МСИ и охватило височные отделы коры, спустившись в париетальную систему внимания. Области височные и лобные, освободившись от тормозного процесса, постепенно снова

охватило возбуждение, концентрирующееся в передней системе внимания.

**Б. Динамика возбудительно-тормозного процесса, возникающего при пассивном восприятии зрительных стимулов, подаваемых с межстимульным интервалом 1, 2, 4, 8, 16 с у бодрствующей кошки.**

Этап восприятия зрительной стимуляции кошкой имеет ряд своих особенностей (см. рис. 5а и б). Что при малых, что при больших МСИ зарождающаяся негативность (компонент N1), предопределенная волной ожидания, локализуется в передней системе внимания, а затем по сагиттальному шву сползает в затылочные области коры. Волну ожидания можно наблюдать во временном интервале 0–50 мс, при МСИ – 1, 8 и 16 с.

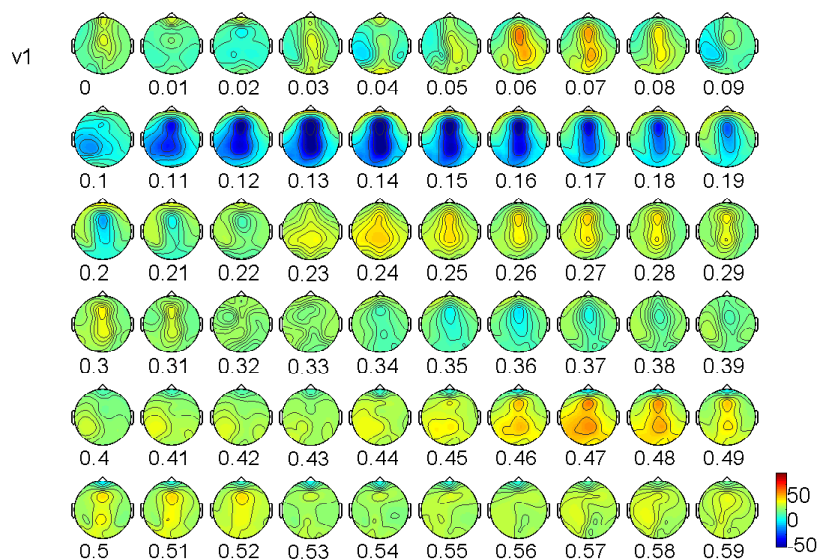


Рис. 5а. Динамика изопотенциальных карт ССП в условиях зрительной стимуляции и ее пассивном восприятии, при МСИ 1 с у кошки (остальное, как на рис. 4а)

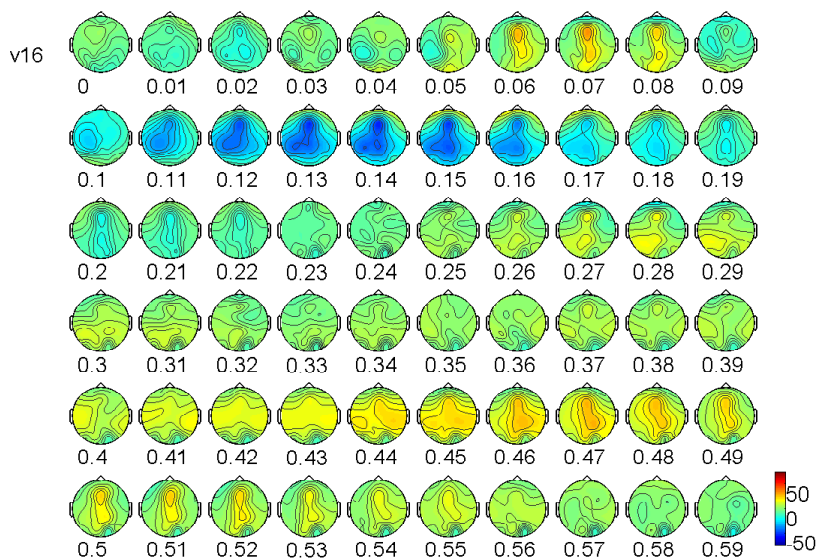


Рис. 5б. Динамика изопотенциальных карт ССП в условиях зрительной стимуляции и ее пассивном восприятии, при МСИ 16 с у кошки (остальное, как на рис. 4а)



На смену позитивности организуется новая волна негативности, соответствующая компоненту N2 при МСИ 1 с (230–240 мс), которая также движется от париетальных отделов коры в лобные. При самом коротком МСИ – 1 мс, когда зрительный стимул применяется впервые во временном интервале 340–370 мс и с фокусом в лобной коре, появляется позитивность, соответствующая компоненту P3, очевидно, являющимся реакцией на новизну стимула, применяемому впервые в используемой временной последовательности.

Итак, для зрительных раздражений, как при малых, так и больших МСИ (рис. 5а, б) наблюдалась несколько иная картина по сравнению с реакцией на слуховую стимуляцию. На этапе волны ожидания формировался один негативный или позитивный фокус, чаще преобладающие в лобно-центральных отведениях. Формирование компонента N1 было связано также, как и при слуховом раздражении, с возникновением двух сагиттальных негативных ФМВ в лобных и теменных отведениях с преобладанием лобного. Возникновение волны P2 было связано с превращением данных ФМВ в позитивные с аналогичным доминированием лобного. Дальнейшее развитие комплекса N2 и небольшой позитивности было аналогично предыдущим процессам формирования комплекса N1–P2 с доминированием негативных процессов. Третий аналогичный цикл развивался позже и характеризовался практическим отсутствием позитивных колебаний. Увеличение МСИ ослабляло амплитудные параметры негативных и позитивных колебаний.

Таким образом:

– для слуховой стимуляции характер формирования ФМВ был связан с одновременным и однотипным развитием позитивных и негативных колебаний в лобных и теменных отведениях с некоторым преобладанием активационных процессов в теменных областях.

– для зрительной системы чаще возникало асинхронное развитие ФМВ в лобных и теменных отведениях с ярко выраженным доминированием лобного ФМВ как для негативных, так и для позитивных колебаний. В отличие от восприятия слухового стимула, зрительный ССП состоял из трех однотипных компонентов и при увеличении порядкового номера которого уве-

личивалась выраженность негативных колебаний и ослаблялась – для позитивных.

– увеличение МСИ активировало выраженность слуховых ССП и ослабляло – зрительных.

### Обсуждение

Известно, что непроизвольное внимание реализуется при широком участии различных областей коры, как сенсорно-специфических, принимающих участие в восприятии и первичной оценке физических характеристик стимула, так и передне-центральных, участвующих в последующей оценке применяемой стимуляции, осуществляющейся при различных межстимульных интервалах.

Одной из причин возникновения двух типов динамики возбуждительно-тормозных отношений, представленных в результатах настоящего исследования, предположительно, может быть различный уровень фоновой активации, с которым животное или человек включаются в экспериментальную обстановку [11, 15, 21, 24, 8], и с которым связана различная роль ориентировочных реакций, как известно, являющихся одним из важных факторов обеспечения непроизвольного внимания. Именно он влияет, как на сенсорную часть ССП, так и на более продолжительные по времени его компоненты, формируя уровни негативации и позитивации, а также различную направленность их динамики, показанную на изопотенциальных картах. Так, в исследованиях, могущих составить историю изучения этого вопроса, было показано [20, 16], что применение индифферентного раздражителя на фоне спокойного бодрствования вызывает в коре больших полушарий преобладание процесса возбуждения, в то время как применение того же раздражителя на фоне активного состояния коры обуславливает преобладание тормозного процесса. Возможно, специфическая топография возбуждения и торможения, вызванная уровнем фоновой активации, определяет приоритет передней или задней систем внимания при пассивном восприятии стимула в условиях изменяющегося МСИ.

Анализ параметров сенсорных ССП в условиях пассивного восприятия показал у кошки их различную конфигурацию и локализацию ФМВ

позитивных и негативных колебаний в зависимости от модальности и МСИ.

Исследование изопотенциальных карт ССП у кошек также продемонстрировало особую роль передней и задней систем внимания при восприятии различных раздражений, сходную с таковой для человека. Различия в основном связаны с тем, что у человека активация данных систем происходит последовательно, а у кошек – одновременно. При этом последовательность активации систем у человека связана с этапом восприятия (теменная – на этапе ожидания, волна CNV; лобная – на этапе сенсорного восприятия (передний фронт компонента N1). Остальные этапы (НР, P300 и пр.) характеризуются сходными тенденциями для человека и животных.

Кроме того имеется ряд особенностей для анализа стимулов разных модальностей. Восприятие слухового стимула, как у человека, так и у кошки связано с доминирующей активацией произвольного внимания (волна ожидания, НР). При этом волна ожидания у человека связана с активацией задней системы внимания, а у кошки – обеих систем с доминированием теменной. Для зрительной системы характерно преобладание произвольных компонентов. У человека данная особенность характеризуется преобладанием компонента P300, а у кошки – преобладанием активации лобной системы внимания на всех этапах анализа стимула. При этом, как считает ряд исследователей [10, 17, 19] именно лобная кора играет ведущую роль в выделении и опознании сигнала, осуществляя регулирующий контроль афферентной импульсации, поступающей в зрительную и слуховую кору, посредством нисходящих путей. Возможно, что разная динамика париетально-фронтальных отношений у кошки и человека, складывающаяся при изменении МСИ от коротких к более длинным, также связана с изменением когнитивной составляющей системной организации процесса восприятия стимула человеком.

В настоящее время не вызывает сомнения (у человека), что помимо каудальных структур, формирующих зрительную систему, существенная роль в зрительном восприятии принадлежит лобной коре и ее обратным влияниям на затылочные и заднеассоциативные области, причем

приоритет и направленность этих влияний, как считает Фарбер Д.А. и ряд других исследователей зависят от разной степени включения в процесс отдельных элементов памяти [26, 22, 18, 12, 13].

Другие исследователи предполагают и показывают [7, 23, 27, 9] доминирующее участие париетальных отделов коры в системе зрительного, как произвольного, так и произвольного внимания и ведущую роль в этом процессе теменной коры, как отдела с выраженной и стабильной активацией, ответственной за реализацию зрительной задачи.

Таким образом, система париетально-фронтальных отношений кошки и человека в условиях произвольного внимания имеет много общего, но имеются и отличия, сформировавшиеся с одной стороны на базе наличия у животных доминирующего анализатора, а с другой – разного восприятия индифферентного стимула, и в связи с этим, разной степенью угашения ориентировочного рефлекса на эту стимул.

Вероятно, данные различия связаны с различной экологией и степенью «понимания» человеком и кошкой экспериментальной ситуации. Для человека экспериментальные условия являются благоприятными и имитируют, в некоторой степени, реальные условия его жизнедеятельности (работа с компьютером и т.д.). В связи с этим последовательность включения систем внимания отражает логику экспериментальной ситуации. Для кошки, которая является хищником, от которого в его экологическом ключе требуется быстрая ориентировочная или оборонительная реакция, вероятно, активация двух систем внимания является необходимым условием для сокращения времени подготовки ответной реакции. Этот врожденный механизм постоянно накладывается на все формы сенсомоторных реакций. При этом для решения задач с преобладанием произвольного внимания у кошки, также как у человека, наблюдается доминирование ФМВ в теменной области, а для произвольного – в лобной. Можно предположить, что эволюция механизмов внимания шла от организации задней системы внимания (например, у амфибий) к сбалансированным лобным и теменным компонентам у хищников и дальнейшим развитием и преобладанием лобной системы у человека.



### Заключение

Проведенное сравнительное исследование зависимости конфигурации среднелатентных ССП у кошки от МСИ и анализ распределения мгновенных значений амплитуд ССП на слуховой и зрительный стимулы, подаваемые в режиме применения МСИ от 1 до 16 с, показали, что динамика амплитуд ССП, возникающих при пассивном восприятии слуховых и зрительных стимулов, зависит от модальности стимула и межстимульного интервала. Показано, что для слуховой стимуляции характер формирования ФМВ связан с развитием позитивных и негативных колебаний в лобных и теменных отведениях с некоторым преобладанием активационных процессов в теменных областях, а для зрительной системы показано асинхронное развитие ФМВ в лобных и теменных отведениях с ярко выраженным доминированием лобного ФМВ.

Таким образом, система париетально-фронтальных отношений кошки имеет ряд отличий от человека, связанных, вероятно, с особенностями организации системы париетально-фронтальных отношений у хищников, благодаря экологическим факторам, определившим развитие доминирующих анализаторов, а также различную системную организацию восприятия и «понимания» стимула кошкой и человеком.

### Литература

1. Айдаркин Е.К. Исследование вариативности и природы когнитивных компонентов вызванных потенциалов в экспериментальной модели на животных // Изв. вузов Сев-Кав. регион. Естеств. науки. Приложение. 2003. № 8 С. 46–55.
2. Айдаркин Е.К. Нейрофизиологические механизмы произвольного внимания в условиях сенсомоторной интеграции // Валеология. 2006. № 2. С. 39–51.
3. Айдаркин Е.К. Исследование нейрофизиологических механизмов взаимодействия произвольного и произвольного внимания в условиях сенсомоторной интеграции // Валеология. 2007. № 3.
4. Айдаркин Е.К. Павловская М.А. Исследование ритмических составляющих связанных с событием потенциалов в условиях слуховой последовательной маскировки // Валеология. 2008. № 4. С. 18–22.
5. Айдаркин Е.К., Шульга Е.Л., Щербина Д.Н., Тумасова Н.К. Сравнительная характеристика влияния МСИ на конфигурацию ССП животных и человека // Валеология. 2011. № 3. С. 122–129.
6. Айдаркин Е.К., Павловская М.А., Старостин А.Н. Влияние функционального состояния на эффективность сенсомоторной интеграции // Валеология. 2011. № 4. С. 75–87.
7. Баранов-Крылов И.Н., Шуваев В.Т. Нейрофизиологические индикаторы произвольного и произвольного зрительного внимания у человека // Физиол. человека. 2000. Т. 26, № 6. С. 31.
8. Батуев А.С. Высшие интегративные функции мозга. Л., 1981. 265 с.
9. Горев А.С. Влияние опознания зрительного стимула на вызванные потенциалы проекционной и непроекционных областей коры мозга // Журн. высш. нервн. деят. 1975. Т. 25, № 1. С. 3.
10. Дубровинская Н.В. Нейрофизиологические механизмы внимания. Онтогенетическое исследование. Л., 1985. 144 с.
11. Иваницкий А.М., Курницкая И.Я., Собутка С. Электрические реактивные потенциалы на события, имеющие положительную и отрицательную эмоциональную окраску // Журн. высш. нервн. деят. 1985. Т. 35, № 3. С. 413.
12. Костандов Э.А. Когнитивная установка и нисходящие влияния функциональной организации зрительного опознания // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2001. Т. 87, № 8. С. 1040.
13. Костандов Э.А., Фарбер Д.А., Мачинская Р.И. и др. Пространственная синхронизация корковой электрической активности на разных стадиях зрительной установки у детей дошкольного возраста // Журн. высш. нервн. деят. 2006. Т. 56, № 4. С. 472.
14. Наатанен Р. Внимание и функции мозга. М., 1998. 580 с.
15. Русинов В.С. Доминанта. Электрофизиологические исследования. М., 1969.
16. Фарбер Д.А., Фрид Г.М. Направленное внимание и корковые вызванные потенциалы на свет у детей школьного возраста // Журн. высш. нервн. деят. 1971. Т. 21, № 5. С. 1056.
17. Фарбер Д.А. Системная организация интегративной деятельности мозга ребенка в онтогенезе // Физиология человека. 1979. Т. 5, № 3. С. 5.
18. Фарбер Д.А. Развитие зрительного восприятия в онтогенезе. Психофизиологический анализ // Мир психологии. 2003. Т. 34, № 2. С. 2003.
19. Фарбер Д.А., Петренко Н. Е. Опознание фрагментарных изображений и механизмы памяти // Физиол. человека. 2008. Т. 34, № 1. С. 5.
20. Фрид Г.М. Влияние ориентировочной реакции на зрительные вызванные потенциалы в ЭЭГ детей школьного возраста // Журн. высш. нервн. деят. 1970. Т. 20, № 5. С. 1016.

21. *Dimond S.I., Farrington L., Gohnson P.* Differing emotional response from right and left hemispheres // *Nature*. 1976. Vol. 261, № 562. P. 690.
22. *Foxe I.I., Simpson G.V.* Flow of activation from V1 to frontal cortex in humans. A framework for defining "early" visual processing // *Exp. Brain Res.* 2002. Vol. 142. P. 139.
23. *Girelli, Luck S.J.* Are the same attentional mechanisms used to detect visual search targets defined by color, orientation and motion // *J. Cogn. Neuroscience*. 1997. Vol. 9, № 3. P. 269.
24. *Gliddon I.B., Busk I., Galbraith C.C.* Visualevoked responses to emotional stimuli // *Psychophysiology*. 1971. Vol. 8, № 5. P. 576.
25. *Posner M.I., Peterson S.E.* The attention system of the human brain // *Ann. Rev. Neurosci.* 1990. Vol. 13. P. 25–42.
26. *Sehatpour P., Molholm S., Javitt D.C., Foxe J.J.* Spatiotemporal dynamics of human object recognition processing: An integrated high-density electrical mapping and functional imaging study of "closure" processes // *J. Cogn. Neurosci.* 2000. Vol. 12. P. 615.
27. *Vidyasagar T.R.* A neuronal model of attentional spotlight parietal guiding the temporal // *Brain Res. Rev.* 1999. Vol. 30, №1. P. 66.

Южный федеральный университет, Учебно-научно-исследовательский институт валеологии ЮФУ, Ростов-на-Дону, Россия

## МОЛЕКУЛЯРНАЯ МЕДИЦИНА

УДК 575

И.В. ГЕРАСЬКИНА, Е.В. МАШКИНА, Т.П. ШКУРАТ

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИТОКИНОВОГО СТАТУСА У БОЛЬНЫХ С АТОПИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

*Проанализирован уровень общего иммуноглобулина E и цитокинов в сыворотке крови больных атопическими заболеваниями. Показано, что во всех исследуемых группах уровень  $\gamma$ -интерферона и интерлейкина  $\text{IL-8}$  не отличаются от контроля. Во второй и третьей подгруппах больных с бронхиальной астмой уровень  $\alpha$ -ФНО в 6 раз выше по сравнению с контролем. Данные по повышению уровня общего иммуноглобулина E у больных с аллергическим ринитом сочетаются с повышением у них и уровня ИЛ-4. В то же время повышение общего IgE у больных с бронхиальной астмой не связано с повышением уровня ИЛ-4.*

**Ключевые слова:** атопические заболевания, цитокины, иммуноферментный анализ

I.V. GERAS'KINA, E.V. MASHKINA, T.P. SHKURAT

### STUDY OF CYTOKINE STATUS IN PATIENTS WITH ATOPIC DISEASES

*We analysed the level of total IgE and cytokines in serum of patients with atopic diseases. The levels of  $\gamma$ -interferon and IL-8 in all groups were not differ from controls. The second and the third subgroups of patients with bronchial asthma have levels of TNF 6-fold higher compared with the control. The increase of total Ig E in patients with allergic rhinitis combined with an increase in their IL-4 level. At the same time, increased total IgE in patients with asthma is not associated with increased levels of IL-4. The second and third subgroups of patients with bronchial asthma have levels of TNF 6-fold higher compared with the control. The increase of total Ig E in patients with allergic rhinitis combined with an increase in their IL-4 level. At the same time, increased total IgE in patients with asthma is not associated with increased levels of IL-4.*

**Key words:** atopic diseases, cytokines, ELISA

Широкая распространенность аллергических заболеваний создает глобальную медико-социальную проблему. Учитывая ежегодный рост аллергопатологии, регистрируемый повсеместно, можно говорить об эпидемии аллергии,

которая охватила большинство стран мира в конце прошлого века и имеет тенденцию к росту в XXI в. Как показывают исследования последних 30 лет, распространенность аллергических заболеваний в мире каждые 10 лет удваивается [6]. Несмотря на то что, как правило, развиваю-