

© Муртазина Е.П., 2013
УДК 796.01:159.9

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫБОРА ЧЕЛОВЕКОМ УСЛОВИЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПОВЕДЕНЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ТАКТИКИ ДОСТИЖЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТА

Е.П. Муртазина

ФГБУ "НИИ Нормальной физиологии имени П.К. Анохина" РАМН, г. Москва

Проведен анализ индивидуально-типологических особенностей процессов самостоятельного выбора испытуемыми параметров обстановочных и пусковых стимулов сенсо-моторного теста. Выявлены характерные типы динамик и гендерные различия последовательных выборов субъектами скорости сенсо-моторного теста. Показана их взаимосвязь с успешностью деятельности, с изменениями показателей вариабельности сердечной деятельности и спектрально-когерентными характеристиками ЭЭГ различных зон коры головного мозга.

Ключевые слова: психофизиологические особенности, поведенческая деятельность, целенаправленное поведение, физиологический анализ.

Проведенное нами исследование относится к фундаментальной и актуальной научной проблеме активного выбора субъектом условий деятельности для принятия решения и формирования программы последующего целенаправленного поведения. Эта область нейрофизиологических исследований базируется и своими корнями уходит к основополагающим работам Российских физиологов, в частности к работам И.М.Сеченова, И.П. Павлова, В.М. Бехтерева и других, обративших своё внимание на ориентировочно-исследовательский рефлекс или поведение [11, 10, 2]. Основное функциональное назначение ориентировочного рефлекса состоит в повышении чувствительности анализаторов для наилучшего восприятия воздействующих раздражителей и определения их значения для организма. Считается, что любой вид анализа раздражителей происходит при активном участии ориентировочного рефлекса. Академик П.К.Анохин, в своей теории функциональных систем этот рефлекс называет самостоятельным видом деятельности и включает в структуру поведенческого

акта на стадии афферентного синтеза [1]. Он пишет: «В новой неизвестной обстановке ... поведение строится с использованием выраженной ориентировочно-исследовательской деятельности. На основе имеющейся потребности животные активно исследуют все ранее неизвестные раздражители окружающей среды...», «...активный подбор максимального количества афферентных параметров данной ситуации с помощью ориентировочно-исследовательской реакции заканчивается адекватным поведенческим актом.», и далее: «...процесс автоматизации постепенно наступает в результате того, что мы называли «сужением афферентации». Количество афферентирующих моментов извне, которые раньше животное активно выискивало, теперь уменьшается, и процесс идет автоматически по всему ряду связанных центров».

На стадии афферентного синтеза мотивационные возбуждения тесно взаимодействуют с механизмами генетической и индивидуально-приобретенной памяти, обстановочной и пусковой афферентацией. С одной стороны, доминирующая мо-

тивация выступает в качестве активного эндогенного фильтра поступающих внешних возбуждений, с другой, определяет поиск субъектом факторов, способствующих удовлетворению потребности [13] в процессе ориентировочно-исследовательского и поискового поведения [5].

Е.Н. Соколов исследуя ориентировочные рефлексы, предложил концепцию «нервной модели стимула» [6, 12], согласно которой в результате повторения стимула в нервной системе формируется «модель», определенная конфигурация следа, в которой фиксируются все параметры стимула. Ориентировочная реакция появляется в том случае, когда имеется «сигнал» рассогласования между действующим раздражителем и «нервной моделью», сформированной для ранее встречавшихся стимулов.

Таким образом, многими авторами подчеркивается активный характер ориентировочно-исследовательской деятельности, в описании которой используются такие термины как подбор, поиск, значимость.

В настоящее время эта проблема выбора и обязательно следующего за ним принятия решения стало вызывать интерес в самых различных областях науки: в нейрофизиологии и психологии, педагогике и спорте. Вычлняются отдельные направления в психофизиологии, такие как нейроэкономика [7] (работы в этой области полностью посвящены нейрофизиологическим механизмам выбора и принятия решения), нейромаркетинг [15] (выявление механизмов предпочтения (выбора) потребителем тех или иных товаров и услуг). Отдельно развивается область исследований принятия управленческих решений для оптимальной организации социально-экономических систем. Однако, системных объективных исследований проблемы самостоятельного выбора и принятия решения человеком с учетом конечных результатов его деятельности крайне мало.

В связи с вышеизложенным, цель настоящего исследования состояла в следующем: разработать модель и алгоритмы для объективного изучения процессов выбора и принятия решения при целенаправленной деятельности человека; исследовать их пси-

хофизиологические корреляты и индивидуально-типологические особенности.

Материалы и методы

В обследовании приняли участие 173 добровольца (104 юноши и 69 девушек в возрасте 18-24 лет). Им предлагалось выполнить разработанный нами компьютерный зрительно-моторный тест «Стрелок». В тесте испытуемый должен попадать по движущейся на экране компьютера мишени, с помощью луча, управляемого компьютерной «мышью». Чем ближе к месту вылета мишени производился «выстрел», тем выше начислялся балл за попадания (10-20) или за промахи (0,1-9,9). В ходе тестирования на экране монитора демонстрировался результат («Попадание!», «Промаш!», «Пропуск!») и балл за каждую попытку, а также суммарные баллы в сериях попыток. Индивидуально-типологические особенности тактик целенаправленной деятельности испытуемых оценивались по результативности (в баллах и в % попаданий), стабильности деятельности, уровню рискованности, устойчивости к процессам рассогласования после ошибок. Коэффициент рискованности оценивался по координатам «выстрелов», а коэффициент устойчивости к рассогласованию после ошибок – по соотношению последующий результативных или ошибочных действий.

Протокол тестирования испытуемых, одобренный этической комиссией института, включал регистрацию электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и кардиоритмограммы в состоянии оперативного покоя (3 мин.) и на последующих этапах обследования: в процессе чтения инструкции, выбора цветовой палитры теста, 1-го выполнения теста «Стрелок» с постоянной скоростью мишени (6 серий по 10 попыток) и 2-го выполнения теста «Стрелок» с возможностью самостоятельного выбора испытуемыми скорости полёта мишени в 5 паузах между сериями попыток. Регистрация ЭКГ в одном из стандартных отведений и анализ кардиоинтервалограмм осуществлялись с помощью аппаратно-программного комплекса «Варикард» (ООО «Рамена», РФ). ЭЭГ регистрировалась униполярно по международной системе 10-20

с открытыми глазами во фронтальных (Fp1, Fp2), теменных (T3, T4), центральных (C3, C4) и затылочных (O1, O2) отведениях с помощью компьютерной системы «Нейрон-Спектр-1» (ООО "Нейрософт", Иваново, РФ). Рассчитывались индексы мощностей спектра в следующих частотных диапазонах ритмов ЭЭГ: тета (θ : 4-8 Гц), альфа-1 (α_1 : 8-10 Гц), альфа-2 (α_2 : 10-13 Гц), бета-1 (β_1 : 13-20 Гц), бета-2 (β_2 : 20-35 Гц). Вычислялась суммарная когерентность ритмов ЭЭГ по продольно-поперечной (внутри- и меж-полушарной) схеме пар отведений. Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы SPSS 6.0.

Результаты и их обсуждение

Был проведен иерархический кластерный анализ динамических показате-

лей регрессионных кривых (логарифмических и полиномиальных) последовательного изменения испытуемым скорости полета мишени в группах юношей и девушек. Были выявлены 6 типов динамик выбора скоростей в паузах между сериями попыток (рис. 1А):

1. Резкое и высокое увеличение скорости мишени.
2. Плавное увеличение скорости до средних значений скорости.
3. Осторожное незначительное увеличение скорости.
4. Снижение или отказ от изменения исходной скорости мишени.
5. Более позднее, но максимальное в последующем увеличение скорости.
6. Не последовательное изменение скорости.

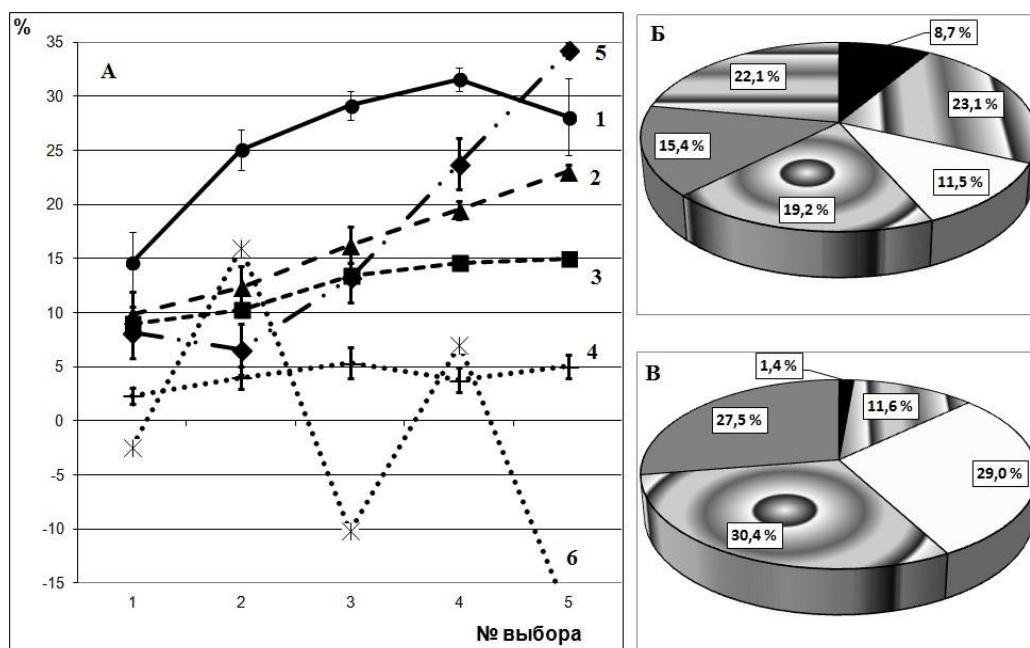


Рис. 1. График характерных типов динамик самостоятельного изменениями испытуемыми скорости полета мишени (А) и диаграммы их распределения в группах юношей (Б) и девушек (В), соответственно

Обозначения: 1 тип – сплошная линия и круглые маркеры (А), вертикальная штриховка (Б, В); 2 тип – пунктирная линия и треугольный маркер (А), светлый сектор (Б, В); 3 тип – пунктирная линия и квадратный маркер (А), концентрические круги (Б, В); 4 тип – точечная линия и маркер крестик (А), серый сектор; 5 тип – прерывистый пунктир и маркер ромб (А), горизонтальная штриховка (Б, В); 6 тип – точечная линия и маркер «ж» (А), темный сектор (Б, В)

Доли представленности типов динамик выбора скорости в группах испытуемых имели достоверные гендерные различия (рис. 1Б, В). Анализ этих данных позволяет сделать вывод о том, что у девушек преобладает более осторожная тактика усложнения сенсо-моторной деятельности.

Сопоставление уровня изменений значений выбираемых скоростей мишени с изменениями результативности относительно предыдущей серии попыток позволило обнаружить их достоверные

взаимосвязи (рис. 2). Как и ожидалось, согласно рабочей гипотезе исследования, наибольшее количество случаев увеличения или уменьшения испытуемыми скорости мишени происходило после улучшения и снижения показателей результативности, соответственно. Однако был высок процент случаев (20% из всей совокупности, или 52,85% из числа серий попыток со снижением результативности) когда испытуемые не смотря на это увеличивали скорость мишени. Тем самым усложняя будущую деятельность.

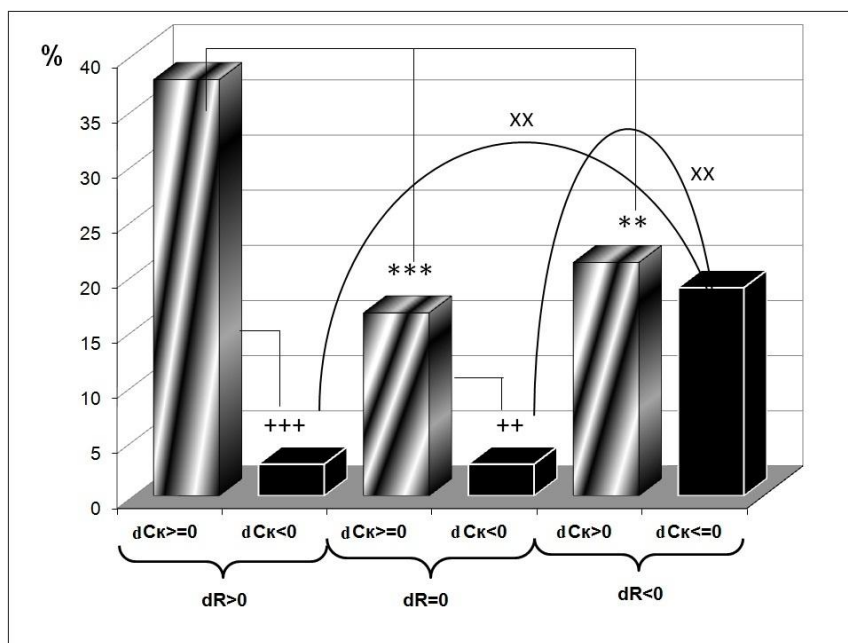


Рис. 2. Гистограмма распределения изменений выбираемых скоростей после оценки испытуемым результативности в предыдущей серии

Обозначения: по оси ординат – % случаев; по оси абсцисс: $dR > 0$, $dR = 0$, $dR < 0$ – увеличение, без изменений и снижение результативности, соответственно; $dCk > 0$ и $dCk < 0$ – увеличение и снижение/и без изменения скорости полета мишени при выборе в последующей паузе. (***, ++, xxx) и (**, ++, xx) – парные достоверные различия с $p < 0,01$ и $p < 0,05$, соответственно

Таким образом, предложенная нами модель сенсо-моторного теста, а также разработанные алгоритмы анализа результатов тестирования, позволили выявить на основе предоставления субъекту возможности изменения параметров пускового стимула

индивидуально-типологические и гендерные различия процессов выбора при актуализации афферентного синтеза, а также их взаимосвязь за счет обратной связи с процессами оценки результатов деятельности в акцепторе результатов деятельности (АРД).

Разработанный подход позволяет объективно выявлять индивидуальный уровень мотивационного состояния – «уровень притязаний» субъекта, тип организации программы действий, а также оценить адекватность осуществленного индивидуумом выбора по последующей результативности – т.е. «адекватность самооценки». Многими авторами также выявлены возрастные [4] и др. особенности достижения целей разной степени сложности.

У этих же испытуемых нами было проанализированы изменения статистических показателей кардиоритма и спектральных характеристик variability сердечной деятельности. В результате анализа этих данных было обнаружено, что частота сердечных сокращений в процессе первого выбора скорости мишени у большинства испытуемых (75%) достоверно уменьшается

(рис. 3А), однако в последующем процент таких изменений линейно снижается до 25% к последнему выбору, когда преобладают испытуемые с возрастанием ЧСС. В динамике изменений дисперсии RR-интервалов (рис.3.Б) наблюдалось её снижение у 62%-78% испытуемых на всем протяжении последовательных выборов скорости мишени в паузах между сериями выполнения теста. Спектральный анализ variability кардиоритма показал, что в процессе выбора скорости полета мишени и в ходе последующего выполнения зрительно-моторного теста у всех испытуемых достоверно возрастал индекс централизации [$IC=(VLF+LF)/HF$], оцениваемый по соотношению высокочастотных (HF), низкочастотных (LF) и очень низкочастотных (VLF) составляющих спектральной мощности (рис. 3В).

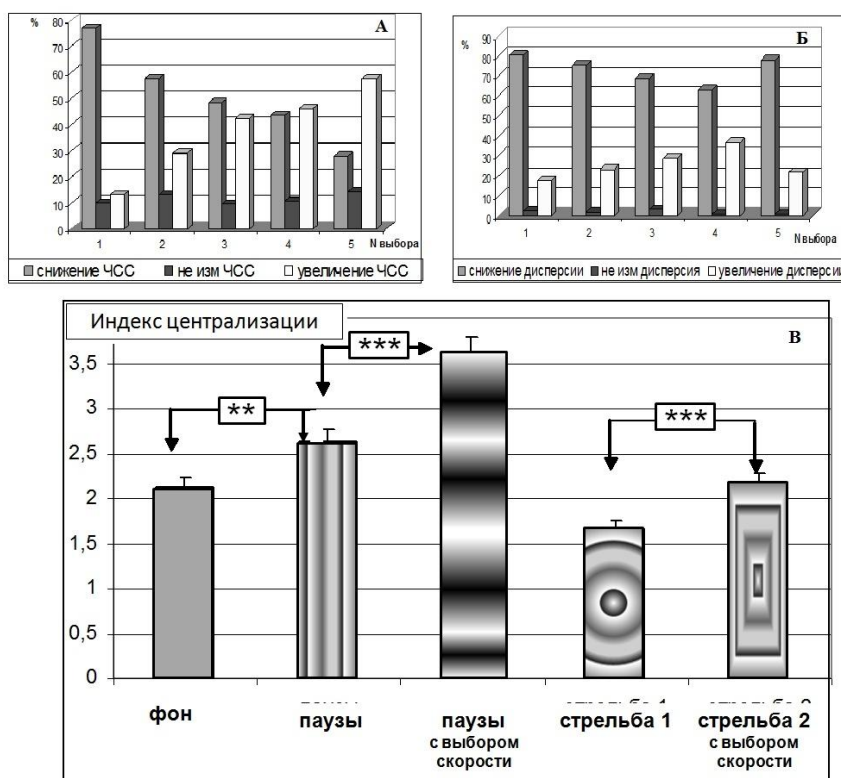


Рис. 3. Графики динамик гистограмм распределения изменений ЧСС (А), дисперсии RR-интервалов (Б) и изменения индекса централизации (В) variability сердечной деятельности на различных этапах сенсо-моторного тестирования
Обозначения: *** и ** – достоверные различия с $p < 0,01$ и $p < 0,05$, соответственно

Таким образом, анализ изменений показателей сердечной деятельности позволяет предположить, что актуализация процессов афферентного синтеза в условиях предоставления субъекту возможности выбора параметров сенсо-моторного теста приводит к эмоциональному напряжению. Оно проявляется, как показано и другими авторами [3] в изменениях частоты и variability кардиоритма, в усилении вклада центрального компонента в контуре регуляции сердечной деятельности.

Последующее исследование спектрально-когерентных характеристик ЭЭГ

различных зон коры головного мозга испытуемых позволило выявить следующие факты (рис.4.). Обнаружено, что процесс выбора цветовой палитры теста сопровождался активацией фронтально-теменных зон в тета диапазоне частот, зрительных областей коры в бета диапазонах спектральной мощности ЭЭГ. В процессе выбора скорости полета мишени происходило увеличение активности в диапазоне тета и бета-высокочастотного ритма ЭЭГ во фронтальных и теменных областях.

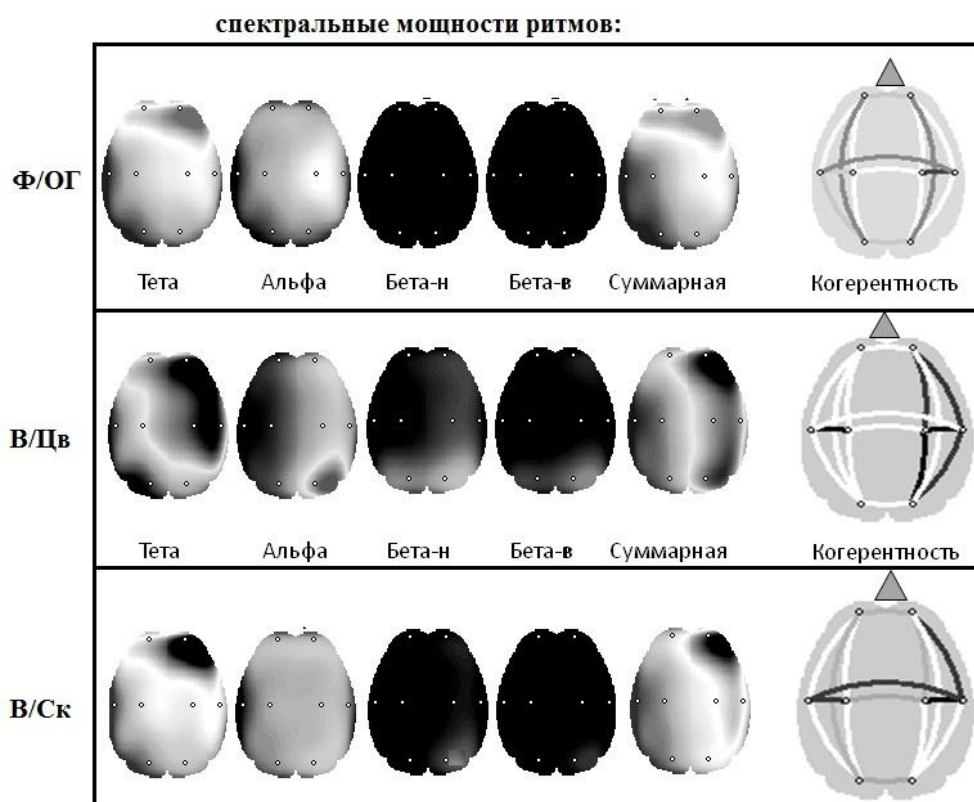


Рис. 4. Примеры диаграмм спектрально-когерентных характеристик ЭЭГ различных областей коры головного мозга испытуемых в исходном состоянии (фон открытые глаза – Ф/ОГ), при выборе цветовой палитры теста (В/Цв) и при выборе скорости полета мишени (В/Ск)

Обнаружено, что в процессе выбора цветовой палитры теста и скорости полета мишени у всех испытуемых наблюдалось увеличение кросскорреляционных связей и когерентности между областями коры головного мозга. При выборе цветовой палитры преимущественно увеличивается кросс-корреляция и когерентность между зрительными, фронтальными и теменно-височными, центральными областями коры, а при выборе скорости мишени – фронтальных областей с центральными и височно-теменными. Доминирование ритмов более низких частотных диапазонов в ЭЭГ (тета и альфа1) и менее выраженный бета-в-ритм коррелировали со снижением или более низким уровнем выбираемых скоростей, а также с уменьшением результативности. У испытуемых с низким уровнем выбираемых скоростей наблюдается исходно более высокая асимметрия когерентных связей зон коры головного мозга.

Взаимосвязь спектрально-когерентных характеристик ЭЭГ структур головного мозга человека с эмоциональным состояниями, с особенностями достижения цели и

успешностью деятельности показана многими авторами [8, 9, 14]. Особенное значение в прогностическом плане в научной литературе придаётся исследованиям степени взаимосвязанной активации и лабильности корреляционных и когерентных связей различных областей мозга.

Возвращаясь к представлениям П.К. Анохина [1] и Е.Н. Соколова [6, 12] об условиях и функциональной значимости ориентировочно-исследовательского поведения, и основываясь на полученных нами и другими авторами данных, предлагается гипотеза о том (совместно с профессором Б.В. Журавлевым), что одним из ключевых механизмов афферентного синтеза являются не только «пассивная» интеграция мотивационных, обстановочных и пусковых возбуждений, но их активный отбор и оценка. В результате этой оценки на основе формирующейся «Модели комплекса ожидаемых афферентаций» возникают процессы рассогласования и согласования на уровне нейронов высших отделов коры головного мозга, в последнем случае приводящие к принятию решения (рис. 5).

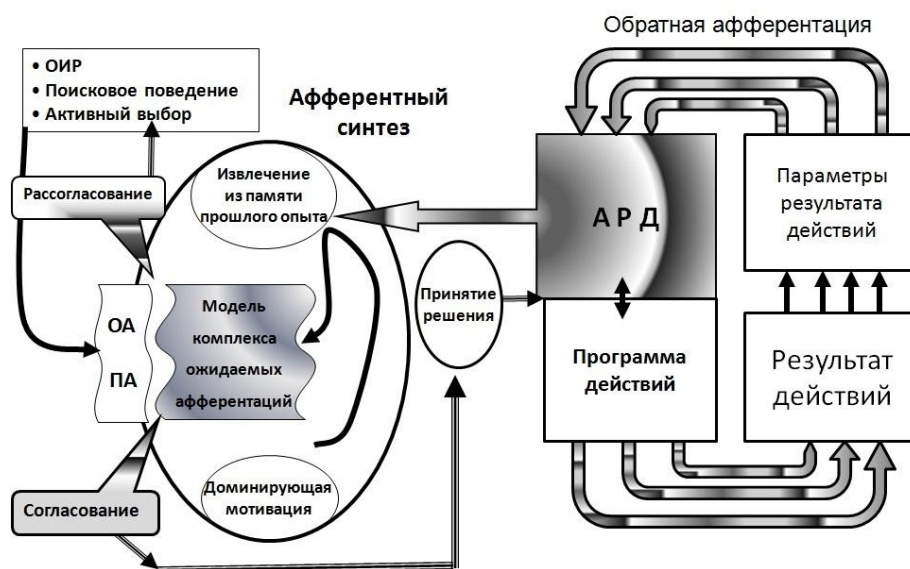


Рис. 5. Схема функциональной системы поведенческого акта П.К.Анохина, с развёрнутым описанием предложенной нами рабочей гипотезы о роли в афферентном синтезе ориентировочно-исследовательского и поискового поведения с активным выбором субъектом обстановочных (ОА) и пусковых (ПА) афферентаций на основе их оценки и акцепции с «Моделью комплекса ожидаемых афферентаций»

Таким образом, можно полагать, что предоставление человеку возможности самостоятельного выбора условий реализации целенаправленного поведения актуализирует активный подбор характеристик пусковых и обстановочных стимулов на стадии афферентного синтеза, приводит к необходимости оценки достигаемых результатов для последующей коррекции процесса выбора, а также приводит к реорганизации функциональной системы, ранее сложившейся без предоставления субъекту возможности выбора.

Выводы

1. Анализ динамик выбираемых испытуемыми скоростей полёта мишени позволил выявить индивидуально-типологические тактики деятельности. Обнаружены гендерные различия в уровне максимально выбираемой скорости и динамики ее увеличения: для женщин был характерен выбор меньших скоростей и пологий тип динамики увеличения скорости.
2. Показано, что самостоятельный выбор испытуемыми скорости полета мишени определяется оценкой изменений результативности в предыдущей серии. Коррекция уровня выбираемой скорости может осуществляться путем ее снижения, или уменьшения величины прироста скорости в отличие от преимущественного увеличения скорости после успешных серий выполнения теста.
3. Выявлены специфические изменения показателей variability сердечной деятельности в процессе выбора параметров выполнения теста и последующей деятельности: снижение ЧСС и дисперсии RR-интервалов, особенно на первых этапах, а также увеличение показателей централизации в регуляции кардиоритма.
4. Обнаружены характерные изменения спектрально-когерентных показателей ЭЭГ различных зон коры головного мозга испытуемых в процессе выбора параметров обстановочных и пусковых

стимулов теста, преимущественно проявляющиеся в увеличении низко- и высоко-частотных ритмов ЭЭГ ассоциативных областей коры и усилении их когерентных связей. Выявлена взаимосвязь спектрально-когерентных характеристик ЭЭГ с особенностями выбора скорости мишени и последующей результативностью.

Литература

1. Анохин П.К. Роль ориентировочно-исследовательской реакции в образовании условного рефлекса / П.К. Анохин // Ориентировочный рефлекс и ориентировочно-исследовательская деятельность. – М.: Изд-во АПН СССР, 1958. – С. 9-20.
2. Бехтерев В.М. Объективная психология (изд. 1907 г.) / В.М. Бехтерев. – М.: Наука, 1991. – 480 с.
3. Веюкова М.А. Некоторые показатели variability сердечного ритма при выполнении заданий различной сложности детьми 2-7 лет / М.А. Веюкова, А.Н. Чернов, Т.Г. Кузнецова // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. – 2011. – № 24. – С. 54-61.
4. Горбачева М.В. Роль ценности цели в организации процесса ее достижения у детей дошкольного возраста / М.В. Горбачева, Т.Г. Кузнецова // Естественные и технические науки. – 2009. – № 5. – С. 104-108.
5. Типологические особенности поведения крыс / Н.Р. Григорьев [и др.] // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2007. – Т. 93, №8. – С. 817-827.
6. Данилова Н.Н. Активность мозга и ее изучение в психофизиологической школе Е.Н. Соколова / Н.Н. Данилова // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. – 2010. – № 4. – С. 79-109.
7. Ключарев В.А. Нейроэкономика: нейробиология принятия решений / В.А. Ключарев, А. Шмидс, А.Н. Шестакова // Экспериментальная психология. – 2011. – Т. 4, № 2. – С. 14-35.

8. Коробейникова И.И. Связь пространственной синхронизации биопотенциалов тета-диапазона ЭЭГ человека с разной успешностью выполнения зрительно-пространственных задач / И.И. Коробейникова // Физиология человека. – 2011. – Т. 37, №5. – С. 26-34.
9. Кузнецова Т.Г. Анализ когерентности и частотных характеристик ЭЭГ у детей дошкольного возраста в процессе достижения цели / Т.Г. Кузнецова, М.В. Горбачева // Физиология и психофизиология мотиваций. – 2012. – Вып. 11. – С. 13-22.
10. Павлов И.П. Полн. собр. соч. / И.П. Павлов. – 2-е изд. – М.; Л., 1951. – Т. 3, кн. 1-2.
11. Сеченов И.М. Рефлексы головного мозга / И.М. Сеченов. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 99 с.
12. Соколов Е.Н. Нейронные механизмы памяти и обучения / Е.Н. Соколов. – М., 1981. – 140 с.
13. Судаков К.В. Функциональные системы / К.В. Судаков. – М.: Изд-во Российской академии медицинских наук, 2011. – 320 с.
14. Neurophysiological correlates of induced discrete emotions in humans: an individually oriented analysis / L.I. Aftanas [et al.] // Neuroscience and Behavioral Physiology. – 2006. – Vol. 36, №2. – P. 119-130.
15. Lindstrom Martin. Biology: Truth and Lies about why we buy / Martin Lindstrom = Buyology: увлекательное путешествие в мозг современного потребителя / Мартин Линдстром. – М.: Эксмо, 2010. – 240 с.

THE PSYCHOPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SELF-SELECTION MAN CONDITIONS FOR THE IMPLEMENTATION OF THE PERFORMANCE AND TACTICS TO ACHIEVE THE RESULT

E.P. Murtazina

Research is devoted to the individually-typological features of the subject's independent choice of the parameters surroundings and start signals during the Senso-motor testing. Identified the types of dynamics and gender differences in the successive subject's selection of the speed of the senso-motor test. Shows their relationship to the success of the activities, with the changes in the variability of heart rate and the spectral and coherent EEG characteristics of different areas of the cerebral cortex.

Key words: *physiological characteristics, behavioral activity, goal-directed behavior, physiological analysis.*

Муртазина Елена Павловна; ФГБУ «НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина» РАМН.

E-mail: e.murtazina@nphys.ru.