

П. О. МАКАРОВ

ПРЕДОЩУЩЕНИЕ И НЕРВНЫЕ ЦИКЛЫ

(Представлено академиком Л. А. Орбели 4 IV 1949)

Проблема соотношений между раздражением, возбуждением и ощущением давно интересует как биофизиков, так и физиологов и психологов. Исследуя динамику деятельности органов чувств человека в микроинтервалах времени, я обнаружил (1941—45 гг.) измеримый процесс, предшествующий ощущению, который мы называем предощущением. Предощущение способно перерасти в ощущение, но может существовать и самостоятельно. Предощущение является пограничным, связующим звеном между нервными и психонервными процессами, между телесными и психическими явлениями. Предощущение интимно связано с предвозбуждением. Процесс, предшествующий возбуждению и обычно перерастающий в него, мы назвали (1) предвозбуждением. Предвозбуждение теснейшим образом связано с возбуждением и нервной сигнализацией, с одной стороны, и с предощущением, а через него и с ощущением, с другой.

Предощущение может быть исследовано различными путями. Мы укажем на четыре пути исследования предощущения, которыми мы идем в своей экспериментальной работе и которые представляются нам наиболее существенными и решающими. Прежде всего, предощущение может быть выявлено и подвергнуто анализу при изучении взаимодействия органов чувств человека в микроинтервалах времени. На этом пути нами получены данные, позволяющие количественно охарактеризовать переход предощущения в ощущение. Методика исследования нервных процессов в микроинтервалах времени описывалась мной ранее (2) (см. также описание оптического адекватного и динамического хронометров) (1). Проблеме взаимодействия органов чувств в макроинтервалах времени посвящено много работ (3-7). Во-вторых, предощущение может быть охарактеризовано регистрацией безусловных рефлекторных реакций, протекающих на высших уровнях центральной нервной системы и возникающих до появления ощущения. В-третьих, предощущение может быть отчетливо выявлено с помощью метода условных рефлексов, наблюдавшихся нами не только в макро-, но и в микроинтервалах времени. Четвертый путь, это исследование электрической активности головного мозга в сопоставлении с ощущениями подопытного. Это составило содержание ряда работ Г. В. Гершуни (9, 10) и наших текущих исследований.

Рассмотрим данные о взаимодействии органов чувств в микроинтервалах времени. Взаимодействие может наблюдаться между любыми органами чувств — глаз и кожа, глаз и ухо, интеро- и экстерорецепторы и т. д., так что принципиальный смысл явления не изменяется от того, какие сенсорные системы участвуют во взаимодействии. На рис. 1 представлена схема методики исследования взаимодействия интеро- и экстероцептивных систем человека в микроинтервалах времени с помощью маятника, описанного мной в 1948 г. (2).

Два стимула (конденсаторные разряды желаемой длительности и интенсивности) прикладываются с избранным микроинтервалом: один — к слизистой желудка или пищевода, другой — у наружного угла глаза. Изменяя интенсивность, последовательность и интервал между этими стимулами, мы количественно исследуем динамику перехода предощущения в ощущение и динамику взаимодействия интеро- и экстероцептивных систем в микроинтервалах времени. Рис. 2 изображает изменения пороговой чувствительности зрительной системы под влиянием болевого стимула, приложенного к интероцепторам желудка человека. Если болевое раздражение предшествует световому, то при малых интервалах 0,1—50 мсек. наблюдается резкое увеличение (на 120—70%) порога фосфена и хронаксии фосфена. По мере увеличения интервала между влияющим и следующим за ним тестирующим стимулом понижение чувствительности начинает постепенно убывать, но только через 250—400 мсек. после болевого стимула последний перестает оказывать свое влияние *. Самое же интересное и существенное для нас обстоятельство состоит в следующем. Если мы наше болевое влияющее раздражение будем посылать не до, а после тестирующего светового, то оно все-таки будет угнетать световое. Так при последовательности раздражений: 1-й стимул оптический, а 2-й через 5 мсек. интероцептивный — понижение чувствительности глаза оказалось равным 90%, при интервале 20 мсек. электрочувствительность глаза оказалась пониженной на 60% и только при интервале запаздывания болевого стимула, равном 110—80 мсек.,

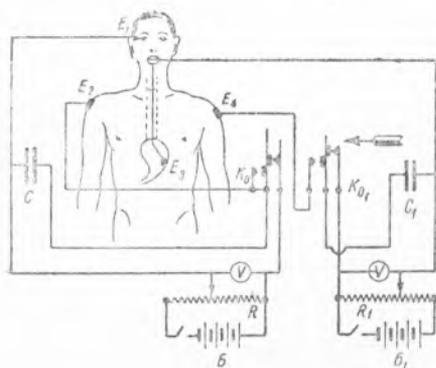


Рис. 1. Схема методики исследования предощущений в микроинтервалах времени. B, B_1 — батареи; R, R_1 — реостаты; V — вольметры; K_0, K_{01} — трехполюсные платиновые контакты, перемещающиеся микрометрическими винтами; C, C_1 — наборы конденсаторов емкостью от 0,001 до 5 μF ; E_1 — дифференциальный электрод у глаза; E_3 — дифференциальный электрод в желудке; E_2 и E_4 — индифферентные электроды

действие его прекратилось. Этот интервал в 110—800 мсек. представляет то время, в течение которого можно подавить созревающее ощущение. Поскольку этот интервал можно точно определить, в нашем распоряжении оказывается измеримый период, в течение которого ощущение созревает и, действуя на него «сзади», «с тыла», мы в состоянии его подавить. Когда же ощущение уже созрело, то каким бы интенсивным ни был наш влияющий стимул, мы не сможем подавить ощущение, достигшее известной степени оформления. Отсюда мы заключаем, что в процессе эволюции ощущения имеется фаза созревания, в течение которой на ощущение можно влиять с любого органа чувств, с любого интеро- и экстероцептора. Сензорный процесс, пребывающий в этой незрелой, нестабильной предварительной форме, мы назвали предощущением, а тот интервал, в течение которого он поддается угнетению «с тыла», интервалом предощущения.

Предощущение можно выявить параллельной регистрацией безусловных рефлекторных реакций и ощущений, возникающих в ответ на электрические или механические раздражения интероцепторов пищева-

* В макроинтервалах времени можно наблюдать вторую фазу изменений чувствительности сенсорной сферы человека в ответ на болевое раздражение, изменений, продолжающихся десятки секунд и выражающихся в повышении возбудимости.

рительного и мочеполового трактов человека, с помощью описанной нами методики (8) *.

Как же понимать явление предощущения? Насколько оно существенно для проблемы происхождения психических явлений, говорить не приходится. Корнями своими оно уходит в элементарные нервные процессы и касается в то же время сложных психических процессов. Для получения ответа на поставленный вопрос мы разработали схему происхождения нервных циклов, которую и излагаем ниже.

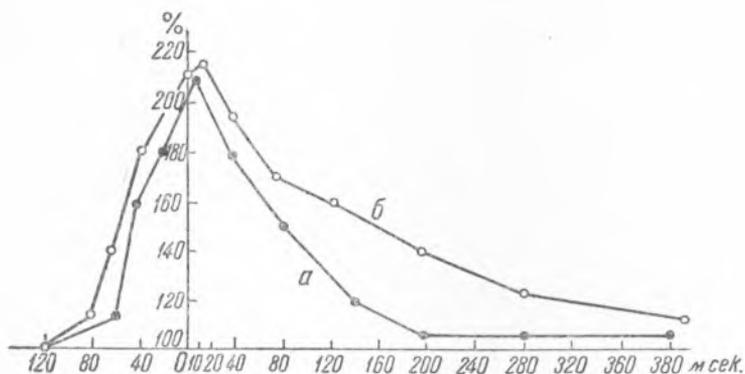


Рис. 2. По линии абсцисс отложены интервалы в миллисекундах между электровисцеральным стимулом и электрооптическим (реобазой) (а) и хронаксией (б) фосфена). Последовательность стимулов справа от 0: электровисцеральный, за ним электрооптический. Слева от 0: электрооптический, за ним электровисцеральный. По ординате — повышение порога фосфена в % к исходной величине, принятой за 100%

Первым нервным циклом мы считаем цикл предвозбуждения. Предвозбуждение — это своеобразный процесс, возникающий при околопороговых раздражениях до того, как разовьется полноценный процесс возбуждения (1). Предвозбуждение имеет цикловой характер: охватив определенную область живой системы, оно угасает, и система возвращается к исходному состоянию.

Второй цикл, развертывающийся в том же плане над первым циклом, это обычная реакция возбуждения с ее известной фазовой цикличностью: рефрактерностью, экзальтацией, субнормальностью, заканчивающейся исходным уровнем функционального состояния.

Третий цикл, это системный цикл типа рефлекса; он сложнее второго цикла, так как рефлекс, начавшись возбуждением в какой-нибудь периферической системе, замыкается на другую периферическую систему через посредство того или другого отдела центральной нервной системы. Эти системные циклы характеризуются различной высотой, доходят до различных уровней центральной нервной системы.

Четвертый и пятый циклы обнимают нервные процессы, развивающиеся в высших этажах центральной нервной системы и здесь созревающие в ощущения. К четвертому циклу относятся реакции предощущения, к пятому — реакции ощущения.

Шестой цикл охватывает высшие нервные реакции двух родов по длительности их развития: одни созревают сравнительно медленно, это условно-рефлекторные реакции Павлова, другие реакции складываются и оформляются внезапно и могут быть названы быстрыми, срочными нервно-психическими реакциями. Возьмем для иллюстрации этого положения конкретный опыт (рис. 3). Измерим адекватную оптическую хро-

* Роль предощущения в образовании условных рефлексов человека в микроинтервалах времени будет описана мною в другой работе.

наксию (известным образом измеренный порог времени) темноадаптированного глаза человека. Величина адекватной оптической хронаксии для данного индивида, на фоне установившейся темновой адаптации, довольно постоянна и оправдала себя в ряде физиологических и клинических наблюдений (7) как удобный и чуткий показатель возбудимости зрительной системы и мозга. Как видно из рис. 3, адекватная оптическая хронаксия данного подопытного равна 45—47 мсек. Через 5 мсек.

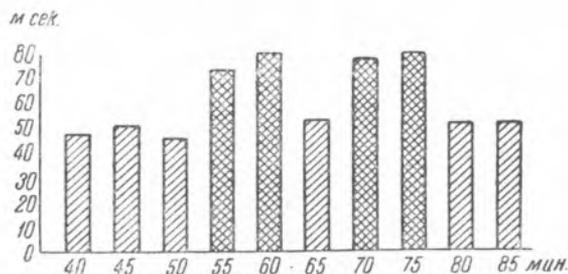


Рис. 3. По линии абсцисс отложено время вторичной темновой адаптации в минутах. По линии ординат—величина оптической адекватной хронаксии в миллисекундах

после болевого стимула оптическая адекватная хронаксия становится равной 71 мсек. Здесь мы имеем быструю реакцию, срочную перенастройку, для которой требуется ничтожное время, равное 5 мсек. по сравнению с минутами, часами и днями, требующимися для выработки типичного павловского пищевого рефлекса на слюноотделение.

Итак, этот шестой цикл мы можем назвать нейротворческим; он может развиваться медленно, в порядке возникновения и закрепления условных рефлексов, может возникать срочно под влиянием мощного доминантного очага возбуждения (как это показано на примере с изменениями адекватной оптической хронаксии при болевом раздражении), или под влиянием спонтанной активности, или под влиянием предощущения. Нейротворческим циклом мы его называем потому, что при этом творятся (создаются) новые связи и взаимодействия между центрами, новые взаимодействия между органами чувств, творятся новые ассоциации.

Роль предвозбуждения и предощущения как процессов, определяющих направление распространения нервных сигналов в нервной системе (1), в образовании нейротворческих циклов, первостепенна, а сами нейротворческие циклы, повидимому, лежат в физиологической основе творчества и изобретательства.

Ленинградский государственный университет
им. А. А. Жданова

Поступило
22 III 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ П. О. Макаров, Тр. Ин-та мозга, 14 (1941); Уч. зап. ЛГУ, Сер. биол. н., в. 12, 22 (1944); Пробл. микрофизиологии нервной системы, 1947. ² П. О. Макаров, ДАН, 61, № 5 (1948). ³ Л. А. Орбели, Лекции по физиологии нервной системы, 1938. ⁴ П. П. Лазарев, Исследования по адаптации, изд. АН СССР, 1947. ⁵ С. В. Кравков, Глаз и его работа, 1945. ⁶ Г. Х. Кекчеев, Интерорецепция и проприорецепция и их значение для клиники, 1946. ⁷ П. О. Макаров, Тр. Ленингр. об-ва естествоисп., 67, в. 1 (1939). ⁸ П. О. Макаров, Бюлл. эксп. биол. и медик., 26, № 8, 113 (1948). ⁹ Г. В. Гершуни, Изв. АН СССР сер. биол., 2, 210 (1945). ¹⁰ Г. В. Гершуни, Физиол. журн. СССР, 33, № 4, 393 (1947).