

В. Д. ТРУШ, Т. А. КОРОЛЬКОВА

ЗАВИСИМОСТЬ ВОЗБУДИМОСТИ СЕНСОМОТОРНОЙ КОРЫ КРОЛИКА ОТ УРОВНЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СИНХРОННОСТИ КОРКОВЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ

(Представлено академиком М. Н. Ливановым 19 XI 1973)

Работами М. Н. Ливанова и сотрудников (⁴) установлено, что при максимальных значениях коэффициента корреляции ($\rho_{\max}$) между потенциалами двигательной и зрительной областей коры происходит облегченный переход возбуждения с афферентной системы на эффекторную. Для понимания нейрофизиологических механизмов, лежащих в основе такого облегченного перехода, необходимо исследовать в этих условиях возбудимость тех структур мозга, которые могут участвовать в передаче указанного возбуждения. Целью данной работы явилось сравнение возбудимости сенсомоторной коры при наличии и отсутствии максимальной скоррелированности корковых потенциалов. Определять возбудимость коры головного мозга принято (^{2, 5, 6}) по двигательной реакции животного на раздражение коры электрическим током пороговой силы. В настоящей работе также использован этот прием.

Работа выполнена на 3 кроликах в хронических экспериментах. Необездвиженные бодрствующие животные мягко фиксировались во время опыта в станке. Перед началом работы, раздражая монополярно через кость сенсомоторную область коры кролика, находили двигательный центр правой задней лапы (по минимальной силе раздражения, при которой получалось слабое изолированное движение лапы). В эту точку вживляли раздражающие электроды, в верхние и нижние слои коры. Для исследования возбудимости сенсомоторной коры использовалось как монополярное (индифферентный электрод на ухе), так и транскортикальное биполярное раздражение с параметрами: общая длительность 200 мсек., частота раздражающих импульсов 60 гц, длительность одного импульса 1 мсек. В каждом опыте кролик получал от 10 до 60 раздражений с интервалами от 6 до 40 мин.

Электроды для отведения электрической активности коры вживлялись в зрительную и сенсомоторную области, в последнюю — по одной вертикали с раздражающими. Монополярно отводимые корковые потенциалы (индифферентный электрод на ухе) с выходов усилителей поступали в оперативную память ЭЦВМ при частоте дискретизации 64 гц по каждому каналу. В машину вводилась также электромиограмма (э.м.г.) флексоров задней правой лапы с частотой дискретизации 128 гц. Машина включала раздражение двигательного центра конечности в конце 4-секундной эпохи анализа, за которую коэффициент корреляции (ρ) между потенциалами двигательной и зрительной коры был или не меньше максимального ($\rho \geq \rho'_{\max}$), или ниже среднего ($\rho < \rho'$) из значений ρ' , вычисленных по предшествующим 32 4-секундным отрезкам. Об ответной реакции на раздражение судили по изменению дисперсии электромиограммы. Сравнение дисперсий э.м.г., вычисляемых по 4-секундным пред- и постстимульным интервалам, проводилось по критерию Фишера (¹), и принималось, что реакция имеет место при достоверном (с уровнем значимости $P=0,01$) различии сравниваемых дисперсий.

Результаты исследования и их обсуждение. Для суждения о возбудимости сенсомоторной коры в исследуемых состояниях ($\rho \geq \rho'_{\max}$ и $\rho < \rho'$) можно было сравнить среднюю пороговую величину для многих раздражений, данных при том и другом условии. Однако из-за того, что возбудимость может меняться во времени от целого ряда не учитываемых в эксперименте причин, этот путь представляется мало перспективным. Мы исходили из предположения, что при максимальной скоррелированности корковых потенциалов возбудимость сенсомоторной коры должна быть повышена, т. е. можно подобрать такую силу раздражения, что при $\rho \geq \rho'_{\max}$ движение будет иметь место, а при $\rho < \rho'$ не будет. Это действительно так и оказалось.

Каждый опыт проводился по следующей схеме. Установив соответствующие параметры раздражения, подбирали такую силу, что включаемое «от руки» раздражение то вызывало ответную двигательную реакцию, то не вызывало (по визуальной оценке э.м.г.). При этой силе раздражения приступали к даче раздражений то на фоне $\rho \geq \rho'_{\max}$, то при $\rho < \rho'$, чередуя их друг с другом. Если движения были в обеих ситуациях, то силу раздражения понижали; если движения отсутствовали, то увеличивали силу раздражения. И, наконец, в соответствии с нашим предположением, мы каждый раз действительно находили такую силу, при которой были движения при условии $\rho \geq \rho'_{\max}$ и отсутствовали при $\rho < \rho'$. При такой силе начинали давать раздражения регулярно. Если затем, в течение 6 раздражений подряд, в обеих ситуациях была одинаковая реакция, то силу раздражения меняли, но всякий раз снова находили такую, при которой в течение многих раздражений движения возникали при максимальной и не возникали при пониженной синхронности корковых потенциалов.

Было дано при одинаковой в течение длительного времени постоянной силе всего 58 пар раздражений. При $\rho \geq \rho'_{\max}$ движения возникали 47 раз, т. е. $81 \pm 10\%$. При $\rho < \rho'$ движения появлялись только 15 раз, $26 \pm 10\%$. Таким образом, полученные результаты показывают, что слабое прямое раздражение сенсомоторной коры одинаковой силы достигает пороговых значений при наличии максимальной скоррелированности корковых потенциалов чаще, чем при отсутствии таковой. Подтверждение этого результата получили также и другим путем. Если взять отношение дисперсий э.м.г. до и во время раздражения (за равные эпохи анализа), мы получим значение, характеризующее величину реакции. Средняя величина реакции на раздражения, даваемые на фоне $\rho \geq \rho'_{\max}$, была равна 4,7, а при $\rho < \rho'$ эта величина оказалась равной 1,9. Таким образом, при наличии максимальной скоррелированности потенциалов двигательной и зрительной зон коры средняя величина реакции существенно выше, чем при отсутствии такой скоррелированности. Приведенные данные можно трактовать как указание на то, что при максимальном уровне пространственной синхронности потенциалов коры порог раздражения сенсомоторной области коры снижен, т. е. ее возбудимость повышается.

Итак, одним из нейрофизиологических механизмов облегченного проведения возбуждения с афферентной системы на эффекторную при максимальной скоррелированности корковых потенциалов является повышение возбудимости сенсомоторной коры. Но, очевидно, механизм, обуславливающий облегченное проведение возбуждения в исследуемой ситуации, не сводится к изменению возбудимости только сенсомоторной коры. На это определенно указывает тот факт, что при увеличении синхронности корковых потенциалов наблюдаются сходные изменения временных и частотных характеристик электрической активности многих структур мозга, включая сенсомоторную кору. Отражением этого является, в частности, равенство частот ритмических компонент тета-диапазона в потен-

циалах, отводимых от различных образований коры и подкорки (³). Известно также, что для проведения возбуждения с афферентной системы на эффекторную периферию распространение его через сенсомоторную кору является не единственным путем (⁷).

Таким образом, для дальнейшего изучения механизмов облегченного проведения возбуждения при максимальной скоррелированности корковых потенциалов необходимо, по-видимому, исследовать возбудимость других структур головного мозга, и в первую очередь образований экстрапирамидной системы, а также корковых концов афферентных систем. Представляется также интересным сравнить возбудимость сенсомоторной коры при наличии максимальной скоррелированности корковых потенциалов в фоне и при выработанном условном рефлексе. Может быть, она в первом случае повышается больше, чем во втором, во втором же в большей степени повышается возбудимость коркового представительства условного раздражителя. Можно предположить, что в этом заключается механизм избирательного ответа на раздражение на стадии упроченного рефлекса и отсутствия такой избирательности при ориентировочном рефлексе.

Институт высшей нервной деятельности
и нейрофизиологии
Академии наук СССР
Москва

Поступило
30 XI 1973

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Б. Л. ван дер Варден, Математическая статистика, ИЛ, 1960. ² Е. Н. Давыдова, Журн. высш. нервн. деят., т. 16, 6, 1002 (1966). ³ Т. А. Королькова, Л. В. Тишанинова, В. Д. Труш, В кн. Тез. докл. V Всесоюзн. конфер. по нейрокибернетике, Ростов-на-Дону, 1973, стр. 156. ⁴ М. Н. Ливанов, Пространственная организация процессов головного мозга, «Наука», 1972. ⁵ Е. А. Романовская, В кн. Нервные механизмы условнорефлекторной деятельности, М., 1963, стр. 140. ⁶ Л. И. Чилингорян, В кн. Нервные механизмы условнорефлекторной деятельности, М., 1963, стр. 151. ⁷ P. Buser, P. Ascher et al., Progress in Brain Res., v. 1, 294 (1963).