

П. В. МЕЛЬНИЧУК, А. В. ЗАВЬЯЛОВ

ВЗАИМООТНОШЕНИЕ АКТИВНОСТИ СОСЕДНИХ НЕЙРОНОВ СОМАТОСЕНСОРНОЙ ЗОНЫ КОРЫ КОШКИ

(Представлено академиком В. В. Париным 30 VII 1970)

Изучая интегративную функцию нейронного комплекса, многие авторы исследовали корреляцию активности рядом расположенных клеток в коре больших полушарий (¹⁻³), среднем (¹⁰), продолговатом (¹¹) и спинном (¹²) мозге. Почти все они обращали внимание на то, что корреляция в работе соседних клеток отличается непостоянством и меняется время от времени как по величине, так и по знаку. Ранее (¹³) были получены некоторые факты, указывающие на то, что характер межнейронной корреляции зависит

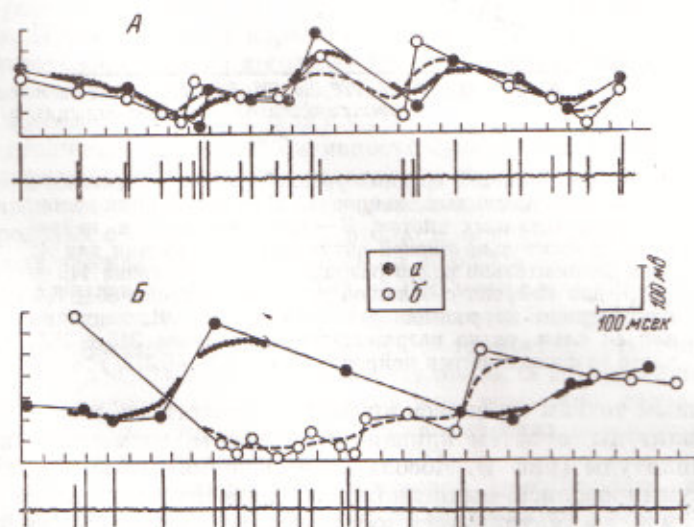


Рис. 1. Графический анализ соотношения импульсной активности соседних нейронов. А — синфазные взаимоотношения в работе клеток, Б — контрфазные взаимоотношения в деятельности нейронов. а — с.м.и. относительно редко разряжающегося нейрона, б — с.м.и. часто разряжающегося нейрона. Значения с.м.и. для А: $120 \pm 17,6$ (а), $96 \pm 13,8$ (б); для Б: $185 \pm 27,5$ (а), $93 \pm 23,0$ (б)

от частоты спонтанной ритмики клеток. Для выяснения роли уровня фоновой активности нервных элементов в их взаимоотношениях был принят специальный анализ деятельности 52 пар нейронов.

Опыты проводились на кошках. После трахеотомии и трепанации черепа (под эфирным наркозом) животное обездвиживалось листеноном и переводилось на искусственное дыхание. Отведение активности корковых нейронов осуществлялось внеклеточно стеклянными микроэлектродами, заполненными 4 М NaCl. Электрод устанавливался таким образом, чтобы одновременно регистрировалась работа двух клеток. Биопотенциалы усиливались с помощью усилителя переменного тока (УБП1-01) и регистрировались на фотопленку. После записи фоновой активности производилась регистрация ответов клеточной пары на электрокожное раздражение передней контралатеральной лапы (короткой серией прямоугольных импульсов продолжительностью 0,5 мсек. и частотой 100 гц), на стимуляцию зри-

тельной системы (одиночными вспышками света) и на стимуляцию слухового анализатора (щелчками). В целях направленного изменения исходной активности клеток в ряде опытов вводились субсудорожные дозы коразола (5 мг/кг).

Обработка осциллограмм производилась специальным графическим методом. Анализируемый участок пленки прикалывался к миллиметровой бумаге. По оси абсцисс последовательно отмечалось время возникновения всех импульсов, а по оси ординат откладывалась продолжительность межимпульсного интервала (м.и.), следующего за каждым спайком. Вначале

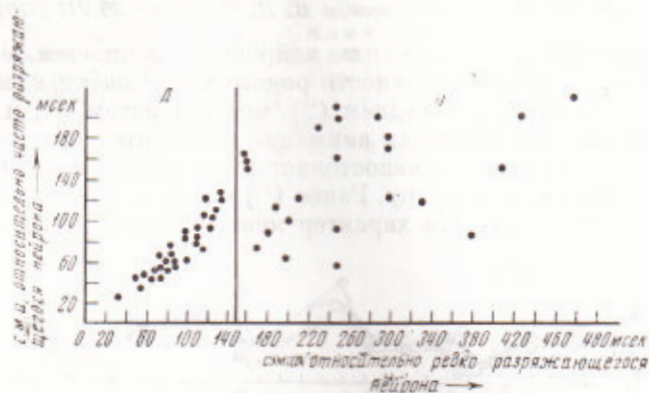


Рис. 2. Соотношение средних уровней фоновой активности рядом расположенных нейронов. А — корреляция с.м.и. наиболее активных клеток, Б — корреляция с.м.и. нейронов с относительно низкой активностью. Значения для А: с.м.и. относительно редко разряжающегося нейрона $115 \pm 8,7$, для нейрона с большой частотой ритмики $86 \pm 8,4$, коэффициент корреляции (r) $+0,785$, $p < 0,01$; значения для Б: с.м.и. редко разряжающегося нейрона $315 \pm 28,5$, часто разряжающегося нейрона $137 \pm 11,2$, $r +0,372$, $p > 0,05$.

по найденным точкам строилась кривая активности нейрона с импульсами одной амплитуды, а затем кривая деятельности элемента с импульсами другой амплитуды (рис. 1). Абсолютные значения всех интервалов каждого нейрона суммировались, вычислялись средние межимпульсные интервалы (с.м.и.). С.м.и. рассматривались как показатели возбудимости клеток: известно, что с понижением мембранного потенциала закономерно возрастает и частота нервных импульсов (14).

Чтобы подчеркнуть направленность колебаний фоновой ритмики, полученные эмпирические кривые подвергались одномоментному графическому сглаживанию. В заключение вычисляли в процентах соотношение участков записи, на протяжении которых регистрировались однонаправленные и разнонаправленные колебания кривых — индекс синфазности (и.с.ф.) и индекс контрфазности (и.к.ф.). Эти показатели наиболее полно характеризуют меняющееся соотношение текущей ритмики соседних нейронов. Коэффициенты же корреляции очень часто не отражают истинных взаимосвязей в работе клеток, так как прямая корреляция в течение одного отрезка времени ступенчато сменяется обратной зависимостью на протяжении другого временного интервала.

С.м.и. клеток, составляющих нейронные пары, в условиях фоновой ритмики варьировали от 30 до 650 мсек. Относительно высоковозбудимые клетки (с.м.и. от 30 до 140 мсек.) тесно коррелировали друг с другом по среднему уровню активности (рис. 2А). Это указывает на существование сонастроенности в работе рядом расположенных нейронов. Она может быть следствием длительных однонаправленных влияний, исходящих из одного источника и адресованных к обоим клеткам. Сонастроенность в деятельности низковозбудимых элементов (с.м.и. больше 140 мсек.) была выра-

жена слабо (рис. 2Б). Возможно, что эффект функционально однородной активации перекрывается влиянием иной направленности.

Высказанное предположение косвенно подтверждается данными, приведенными на рис. 3. Из него следует, что с возрастанием с.м.и. нейронной пары * уменьшается и.с.ф. и увеличивается и.к.ф. Контрфазные колебания активности рядом расположенных нейронов могут быть лишь следствием того, что один элемент испытывает облегчающие, а другой тормозные кратковременные влияния, сопряженные по интенсивности.

Количество клеточных пар, в работе которых и.с.ф. значительно превышает и.к.ф., было равно числу пар, в деятельности которых и.к.ф. резко преобладал над и.с.ф. Число же комплексов с одинаковыми значениями индексов составляло лишь $\frac{1}{3}$ от их общего количества. После введения коразола вместе с повышением возбудимости нервных элементов (сдвига гистограммы меж-импульсных интервалов влево) резко увеличивалось количество нейронных пар с преобладанием и.с.ф. над и.к.ф.

От соотношения исходной активности элементов в нейронном комплексе в определенной степени зависела и функциональная направленность их вызванных реакций. Так, нервные клетки, с.м.и. которых находился в пределах с 30 до 140 мсек., в 36,5% случаев реагировали на раздражение одновременным облегчением, а в 63,5% — торможением, когда же их с.м.и. лежал в диапазоне от 141 до 650 мсек., то в 62,5% оба элемента отвечали облегчением, а в 37% — торможением. Эти различия в распределении однонаправленных облегчающих и тормозных ответов статистически значимы ($p < 0,05$). Увеличение наклонности к торможению вместе с повышением фоновой активности элемента, возможно, связано с феноменом потенцирования тормозных постсинаптических потенциалов в условиях подпороговой деполяризации клеток (¹⁵).

Таким образом, характер интегративной деятельности нейронного ансамбля в значительной степени зависит от среднего уровня активности входящих в него клеток. Поскольку фоновая ритмика нейронов варьирует в широких пределах, то это должно приводить к определенным изменениям интегративной функции клеточного комплекса.

Первый Московский медицинский институт
им. И. М. Сеченова

Поступило
1 VII 1970

Курский медицинский институт

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ R. Baumgarten, P. Shafer, EEG and Clin. Neurophysiol., 9, 353 (1957).
- ² C. L. Li, Science, 129, № 3351, 783 (1959). ³ M. Verzeano, EEG and Clin. Neurophysiol., 14, 430 (1962).
- ⁴ J. S. Griffith, G. Horn, Nature, 199, 4896, 876 (1963).
- ⁵ А. Б. Коган, О. Г. Чораян, Журн. ВНД, 15, 229 (1965). ⁶ М. Н. Ливанов, Проблемы современной нейрофизиологии, 1965.
- ⁷ O. Holnie, J. Houshin, J. Physiol., 183, 21 (1966).
- ⁸ А. Б. Коган, Физиол. журн. СССР, 52, 195 (1966).
- ⁹ Т. М. Ефремова, М. Н. Жадин и др., Современные проблемы электрофизиологии ЦНС, 1967, стр. 113.
- ¹⁰ О. Г. Чораян, Физиол. журн. СССР, 51, 1050 (1965).
- ¹¹ И. А. Кедер-Степанова, В. А. Пономарев, А. И. Четаев, Биофизика, 11, 123 (1966).
- ¹² П. В. Мельничук, А. В. Завьялов, Э. Б. Арушанян, ДАН, 178, 1439 (1968).
- ¹³ А. В. Завьялов, П. В. Мельничук, Э. Б. Арушанян, Сборн. матер. IV научн. конф. физиологов, биохимиков и фармакологов Западно-Сибирского объединения, 1969, стр. 124.
- ¹⁴ В. Д. Герасимов, П. Г. Костюк, В. А. Майский, Физиол. журн. СССР, 50, 1321 (1964).
- ¹⁵ J. Coombs, J. Eccles, P. Fatt, J. Physiol., 130, 326 (1955).

* Для определения с.м.и. нейронной пары усреднялись интервалы обеих клеток.

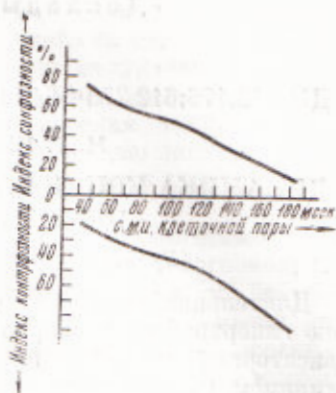


Рис. 3. Зависимость между уровнем активности нейронной пары и характером взаимоотношений в текущей ритмике соседних клеток