

С. Г. Ефанова

Днепропетровский национальный университет

ИЗМЕНЕНИЕ ПОЛИСИНАПТИЧЕСКИХ И МОНОСИНАПТИЧЕСКИХ ОТВЕТОВ, ВЫЗВАННЫХ РАЗДРАЖЕНИЕМ ЧРЕВНОГО НЕРВА

У дослідів на кішках знайдено схожість процесів, які проходять у рухових та вегетативних нейронах спинного мозку при подразненні соматичних та вісцеральних аферентів.

На основании ранее проведенных исследований сделано предположение, что протекающие процессы в двигательных и преганглиональных вегетативных нейронах спинного мозга при раздражении соматических и висцеральных афферентов сходны.

В связи с этим в настоящей работе проводится сравнительный анализ механизмов, посредством которых осуществляется торможение соматических и висцеральных реакций на примере изменения полисинаптических и моносинаптических потенциалов спинного мозга.

Методика

Опыты проводили на наркотизированных (нембутал 15 мг/кг и хлоралоза 45 мг/кг) и спинальных кошках. Производилась ламинэктомия в L₇-S₁ и Th₉-Th₁₁ сегментах спинного мозга. Препарировали соматический (п. *peroneus communis*) и чревной нерв. Электрические раздражения длительностью 50–150 мс подводили к раздражающим электродам радиочастотного выхода электронного стимулятора ГЭФИ-3-6У. Усиленные посредством УБП-2-03 биопотенциалы регистрировали с экрана осциллографа С1-18. Температура тела животного поддерживалась на постоянно нормальном уровне.

Результаты исследований и их обсуждение

В ранее проведенных работах [5; 6] было показано, что изменение полисинаптического потенциала, регистрируемого путем отведения от эфферентных соматических нервов идет практически синхронно с изменением N₂-компонента ПДП. В частности, обнаруживается подкрепление рефлекторного ответа, проявляющееся наиболее эффективно в интервале 12–16 мс, на смену которому приходит длительное торможение. Сходным образом изменяется и N₂-компонент ПДП. В обоих случаях максимальное торможение наблюдается в интервале 70–150 мс после нанесения кондиционирующего раздражения.

Известно, что активность клеток, расположенных в IV–V слоях спинного мозга (по Рекседу), ответственна за генерацию негативного компонента ПДП, вызванного раздражением как соматических, так и висцеральных афферентов [7]. Поэтому следует ожидать корреляции поведения полисинаптических компонентов, регистрируемых на «выходе» рефлекторной дуги, и негативного компонента висцерального ПДП.

Для проверки этого предположения проводили опыты, в которых после перерезки дорсальных корешков одиночное тестирующее раздражение наносили на задние корешки (сегменты Th₁₀ – Th₁₁) спинного мозга в том месте, где регистрировался ПДП максимальной амплитуды в ответ на раздражение чревного нерва. Кон-

Кондиционирующие стимулы прикладывали к соматическим нервам (n. peroneus comm.), потенциалы отводили от чревного нерва и поверхности мозга.

Из рис. 1 следует, что начальное подкрепление полисинаптического потенциала с максимумом на 20–30 мс сменяется сильным угнетением. Амплитуда ответа в интервале 100–150 мс между кондиционирующим и тестирующим раздражениями составляет 10–15% по отношению к исходной величине.

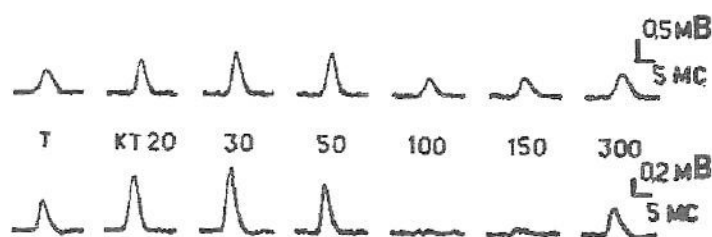


Рис. 1. Полисинаптические потенциалы чревного нерва при разных интервалах времени между двумя раздражениями

Верхний ряд: Т-ответ на одиночное раздражение дорсальных корешков (сегмент Th₁₀). КТ — при нанесении кондиционирующих раздражений n. peroneus comm. с силой 2,2 П при разных межимпульсных интервалах времени (цифры — миллисекунды). Нижний ряд: то же, на спинальной кошке

Сравнивая изменения полисинаптического компонента, регистрируемого на выходе рефлекторной дуги, и негативного компонента висцерального ПДП, можно видеть, что максимумы торможения того и другого практически соответствуют одним и тем же временным интервалам (рис. 2). Эти данные подтверждают, на наш взгляд, вывод о том, что в спинномозговой рефлекторной дуге при раздражении висцеральных афферентов, также как и при раздражении соматических, одной из корректирующих систем является система, обуславливающая пресинаптическое торможение импульсов, проходящих по соответствующим терминалям.

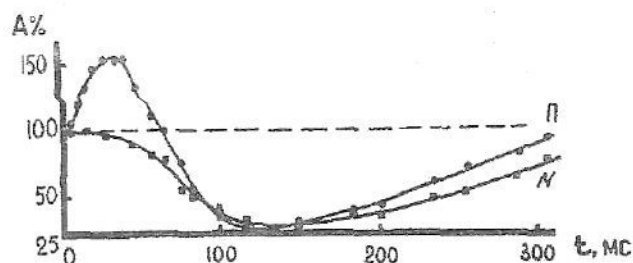


Рис. 2. Полисинаптический ответ чревного нерва (П) и N-компонент висцерального ПДП (N) при различных интервалах времени между сочетанными раздражениями

По оси Y — амплитуда потенциалов в %, по оси X — интервал времени в мс. Графики по средним данным 8 опытов

Рефлекторные разряды в висцеральных корешках или эфферентных нервах могут быть вызваны не только раздражением первичных афферентов, но и непосредственно приложенными к мозгу электрическими стимулами. Известно, что если одиночное раздражение наносить через электрод, погруженный в спинной мозг

на небольшую (1–2,5 мм) глубину, полисинаптический компонент ответа исчезает или сильно уменьшается, но появляются компоненты с меньшим латентным периодом [1; 4]. Поведение моносинаптического компонента под влиянием кондиционирующих стимулов может существенно отличаться от поведения полисинаптического. При интервале 50–70 мс между двумя стимулами моносинаптический компонент тормозится слабее и может подкрепляться кондиционирующим стимулом.

Дальнейшее погружение электрода в мозг позволяет вызвать ответные реакции с еще меньшим латентным периодом. Вследствие искусственного укорочения полисинаптической дуги раздражение в области дорсального рога вызывает, в итоге, коротколатентный моносинаптический ответ, подкрепляющийся контралатеральным залпом при интервале времени, соответствующем торможению полисинаптического потенциала [2; 3; 4].

Как показали наши опыты, предварительное раздражение соматических нервов с ипсилатеральной стороны при погружении электрода в мозг (сегмент Th₁₀–Th₁₁) вызывало подкрепление моносинаптического компонента, отводимого от чревного нерва (рис. 3). Максимум подкрепления приходится на 30–50 мс, что соответствует максимуму подкрепляющего действия, зарегистрированного в дуге сгибательного рефлекса.

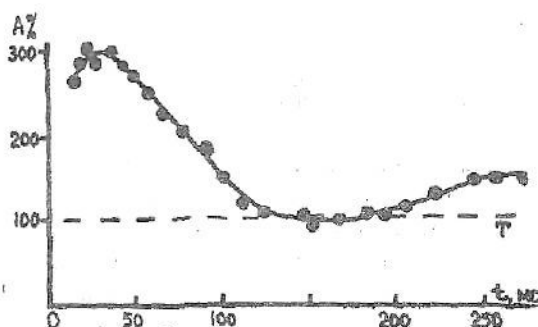


Рис. 3. Изменение моносинаптического ответа чревного нерва

Раздражающий электрод погружали в мозг (Th₁₀) на глубину 2,2 мм. Кондиционирующие стимулы (2,6 П) приложены к п. *regotus comp.* По оси Y — амплитуда ответа в %, по оси X — межимпульсный интервал в мс

Из рисунка следует, что при интервале времени между кондиционирующим и тестирующим раздражениями, равном 20–30 мс, амплитуда пробного ответа может достигать 200% по отношению к исходной. При дальнейшем увеличении интервала времени подкрепление моносинаптического компонента постепенно убывает и сменяется тормозным эффектом, максимум которого приходится на интервал 150–200 мс.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о большом сходстве динамики моносинаптического компонента, зарегистрированного при отведении от чревного нерва, и потенциалов, отводимых в дуге сгибательного рефлекса.

Известно, что ведущими механизмами регулирования на входе и выходе центральной части рефлекторной дуги являются механизмы прямого, пресинаптического и возвратного торможения. Однако исследования показали [4], что «малосинаптический» компонент тормозится эффективнее моносинаптического. Кроме того, учитывая условность названия поли-, мало- и моносинаптические потенциалы, нужно помнить, что любой из этих ответов в конечном счете реализуется на мото-

нейронах. Следовательно, поли- и моносинаптический, равно как и другие потенциалы, регистрируемые на выходе центральной части рефлекторной дуги, обязательно подвергаются воздействию регулирующих механизмов, расположенных в этой части нервной системы.

Полученные в этих опытах зависимости позволяют заключить, что каждый из компонентов ответной реакции подвергается регулированию, в значительной степени в той же части спинного мозга, в которой осуществляется переход нервного импульса с первичного афферентного волокна на вставочный или двигательный нейрон. Кроме того, нервные импульсы, распространяясь в дорсовентральном направлении через синаптические переключения, дополнительно могут корректироваться в каждом последовательном звене центральной части рефлекторной дуги. При возбуждении нервных волокон, непосредственно связанных с мотонейронами, изменения моносинаптического ответа на выходе рефлекторной дуги обусловлены как пресинаптическим торможением, так и возвратным. Если бы такие же механизмы обеспечивали регулирование и полисинаптических потенциалов, поведение последних ничем не отличалось бы от поведения моносинаптических. Однако опыты показали, что торможение полисинаптической ответной реакции существенно отличается от торможения моносинаптических потенциалов, что позволяет предположить существование дополнительных механизмов регулирования, расположенных между первым вставочным и двигательным нейронами. Вполне вероятно, что регулирование импульсов в системе промежуточных нейронов осуществляется благодаря действию механизмов торможения, сходных с теми, которые функционируют на входе спинного мозга.

Таким образом, коррекция рефлекторной реакции может осуществляться не только на входе и выходе спинного мозга, но и в промежуточной (между входом и выходом) области. Угнетение полисинаптических ответов, вероятно, обусловлено еще гомосинаптической депрессией в синапсах как дорсального, так и промежуточных ядер. В мотонейронах же это должно проявляться менее отчетливо, что может быть связано с суммационными процессами.

Библиографические ссылки

1. Мощный П. Е. О биоэлектрических явлениях в центрах спинного мозга при торможении // Физиол. журн. СССР. – 1955. – 41, № 2. – С. 198–206.
2. Мощный М. П., Шугуров О. А. Об участии проприоспинальных нейронов в торможении афферентного потока импульсов // Нейрофизиология. – 1973. – 5, № 4. – С. 401–406.
3. Сафьянц В. И. Контралатеральные тормозные и экзальтационные влияния на центры сгибательного рефлекса при одиночном раздражении симметричных нервов // Материалы IV Всесоюз. конф. по электрофизиологии нервной системы. – Ростов-на Дону: РГУ, 1963. – С. 340–341.
4. Шугуров О. А. К характеристике контралатерального торможения сгибательного рефлекса // Материалы IV Всесоюз. конф. по электрофизиологии нервной системы. – Ростов-на Дону: РГУ, 1963. – С. 445.
5. Шугуров О. А. Об изменениях N_1 -компонента потенциала дорсальной поверхности спинного мозга под влиянием кондиционирующих раздражений различной силы // Научн. докл. высшей школы. Биол. науки. – 1971. – № 6. – С. 45–52.
6. Шугуров О. О. Потенциалы спинного мозга, зарегистрированные при отведении от спины животного // Днепрпетровск, 1983. – Рукопись деп. в ВИНТИ.
7. Selzer M., Spenser M. A. Interactions between visceral and cutaneous afferents in the spinal cord reciprocal primary afferent fiber depolarization // Brain Res. – 1969. – V. 14, № 2. – P. 349–362.