Доклады Академии наук СССР
1955. Том 102, № 2

ФИЗИОЛОГИЯ

Академик К. М. БЫКОВ и В. С. ШЕВЕЛЕВА

О НЕОДНОКРАТНОСТИ ПЕРЕРЫВА НЕВРОНОВ В СИМПАТИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ

Согласно принятой в физиологии схеме (Ленгли [1]) каждый центробежный путь в симпатической нервной системе образован двумя невронами: один из них находится в ядрах боковых рогов спинного мозга, другой — в одном из симпатических ганглиев: превертебральном или вертебральном.

Нервные волокна, берущие начало от клеток в центральной нервной системе, рассматриваются как преганглионарные. Они проходят, как известно, в составе передних корешков от D_1 до L_3, затем в составе белых rami communicantes вступают в синаптическую связь с клетками ганглиев пограничного ствола или превертебральных ганглиев.

Нервные волокна, начинающиеся от клеток этих ганглиев, т. е. аксоны второго неврона центробежного пути, рассматриваются как постганглионарные. Получив начало от клеток пограничного ствола, постганглионарные волокна через серые rami communicantes в составе сосудистых сплетений или периферических нервов направляются к эффекторным органам, иннервируя сосуды поперечно-полосатых мышц, потовые железы и пиломоторы. Постганглионарные волокна клеток превертебральных ганглиев — солнечного, верхнебрыжеечного и нижнебрыжеечного — иннервируют органы брюшной и тазовой области.

Симпатическая иннервация органов головы и шеи обеспечивается верхней (шейной) частью симпатической цепочки с ее тремя ганглиями (верхним, средним и нижним). Волокна этой части ствола выходят из спинного мозга от клеток боковых рогов через 4 передних грудных корешка.

В результате ряда морфологических и физиологических исследований ([2–4]) установлено, что волокна, подходящие к верхнему шейному симпатическому ганглию, все оканчиваются на клетках этого ганглия. В связи с этим нервный ствол, в составе которого эти волокна проходят, рассматривается до настоящего времени как преганглионарный шейный симпатический ствол.

На основании электрофизиологического исследования, посвященного изучению особенностей межнейронной синаптической передачи нервных импульсов в верхнем шейном симпатическом ганглии кошки ([5]), было показано, что наличие перерыва в нем нервных волокон находит свое отражение в характере электрических потенциалов, возникающих в ганглии и в постсинаптических волокнах при раздражении подходящего к ганглию шейного симпатического ствола электрическими стимулами прямоугольной формы. Эти потенциалы резко отличаются по своей форме, амплитуде и длительности протекания во времени от потенциалов действия пресинаптического нервного ствола (см. рис. 1).

Высоковольтная часть потенциалов действия ганглия состоит из двух основных отрицательных отклонений: первое, простое по форме,

является выражением возбуждения окончаний пресинаптических волокон; второе, более сложное по форме, является выражением возбуждения нервных клеток.

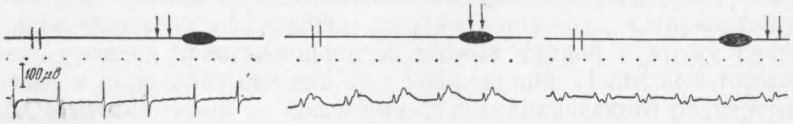


Рис. 1. Биоэлектрические потенциалы действия шейного пресинаптического симпатического ствола, верхнего шейного ганглия и постсинаптического ствола при раздражении пресинаптического ствола электрическими стимулами (1 в, частота 10 в секунду, длительность импульсов 0,1 σ)

Высоковольтная часть потенциалов действия постсинаптического ствола, зарегистрированных вблизи ганглия, также имеет в своем составе два основных отрицательных отклонения. Первое из них является результатом электротонического распространения через ганглий потенциала, возникающего при возбуждении окончаний пресинаптических волокон. Второе отрицательное отклонение, отставленное во времени от первого, возникает в результате распространения по постсинаптическим волокнам волны возбуждения от нервных клеток, аксонами которых они являются. В составе этого отрицательного отклонения потенциалов действия может быть, в зависимости от силы раздражения шейного симпатического ствола, несколько отдельных волн, отвечающих возбуждению различных групп нервных клеток ганглия.

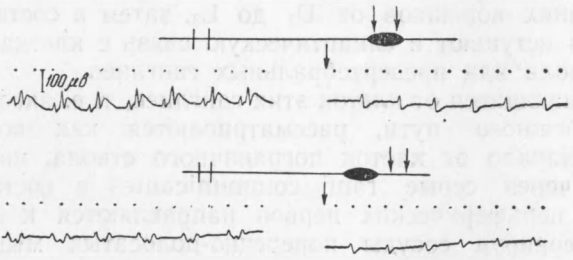


Рис. 2. Изменение потенциалов действия ганглия и постсинаптического ствола после введения в ганглий 10 γ никотина (раздражение 1 в, длительность импульсов 0,1 σ)

Было найдено, что при действии на нервные клетки ганглия, в условиях его перфузии, 10 γ никотина, парализующего, как известно, в первую очередь нервные клетки ([1]), второй компонент потенциалов действия постганглионарного ствола исчезает одновременно с вторым компонентом потенциалов действия ганглия (см. рис. 2).

В настоящем исследовании, учитывая, что наличие перерыва невронов находит свое отражение в характере электрических потенциалов как в ганглии, так и выше по ходу аксонов нервных клеток — в постсинаптическом стволе, мы проследили соотношение невронов в верхней части пограничного симпатического ствола, регистрируя последовательно потенциалы действия, возникающие в верхнем, среднем и нижнем шейных ганглиях, а также в соединяющих их нервных стволах при раздражении того или иного участка симпатического ствола.

В этих экспериментах было обнаружено, что волокна шейного симпатического ствола, подходящие к верхнему шейному симпатическому ганглию и оканчивающиеся в нем, могут быть не только аксонами нервных клеток боковых рогов спинного мозга, но также и аксонами клеток ниже расположенных шейных ганглиев.

На рис. 3 представлена запись потенциалов действия, зарегистрированных в симпатическом нервном стволе между средним и верхним шейными ганглиями при раздражении симпатического ствола ниже среднего шейного симпатического ганглия. Как видно из осцилограммы, потенциалы действия, зарегистрированные в шейном симпатическом

стволе, в данном случае состоят из двух компонентов: одного, характерного для потенциалов действия пресинаптического ствола, и другого, характерного для второго отрицательного отклонения потенциалов действия постсинаптического ствола.

Для того чтобы проверить наличие перерыва для части волокон шейного симпатического ствола, подходящего к верхнему шейному ганглию, в среднем шейном симпатическом ганглии, на фоне раздражения последний смазывался никотином (0,2%). При этом второй отрицательный компонент, возникающий при возбуждении нервных клеток среднего шейного ганглия, постепенно полностью исчезал. Оставшиеся потенциалы действия отвечали волне возбуждения, распространяющейся вдоль нервных волокон, проходящих к верхнему шейному ганглию без перерыва в среднем шейном ганглии.

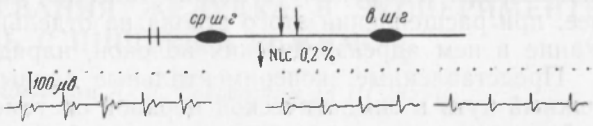


Рис. 3. Потенциалы действия, зарегистрированные в симпатическом нервном стволе между средним и верхним шейными ганглиями при раздражении симпатического ствола ниже среднего шейного ганглия (раздражение 0,8 в, длительность импульсов 0,1 σ)

Наличие перерыва части волокон шейного симпатического ствола, подходящего к верхнему шейному ганглию, в среднем ганглии было установлено также путем регистрации потенциалов действия при обратном проведении возбуждения: раздражающие электроды помещались выше среднего шейного ганглия, а отводящие электроды ниже этого ганглия (см. рис. 4). В этом случае, как видно на осцилограмме, второй компонент потенциалов действия, зарегистрированный до этого при прямом проведении возбуждения, полностью исчезал. Первый же компонент оставался без изменений, так как волна возбуждения, распространяясь вдоль волокон, не получающих перерыва в среднем шейном ганглии, могла быть зарегистрирована при любом положении отводящих и раздражающих электродов на симпатическом нервном стволе.

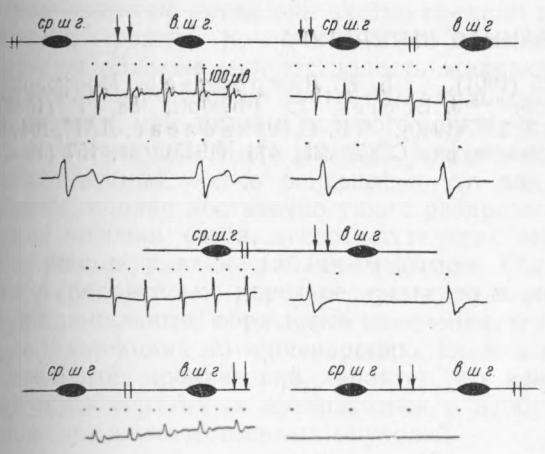


Рис. 4. Характер потенциалов действия симпатического ствола при прямом и обратном проведении возбуждения через средний и верхний шейные симпатические ганглии (раздражение в, частота 10 в секунду, длительность импульсов 0,1 σ)

Запись потенциалов действия в этом опыте была сделана и при большей скорости съемки.

Полный же перерыв волокон в верхнем шейном симпатическом ганглии всех подходящих к нему нервных волокон симпатического ствола был подтвержден в этом же опыте путем обратного проведения возбуждения: раздражающие электроды помещались проксимальнее верхнего шейного ганглия, отводящие электроды — на стволе, подходящем к ганглию. При таком положении отводящих электродов зарегистрировать потенциалов действия не удалось (рис. 4).

При отведении потенциалов действия с нервного ствола между средним и верхним шейными ганглиями при непосредственном его раздражении были зарегистрированы только потенциалы действия, характерные для пресинаптического ствола.

На основании ряда подобных экспериментов мы пришли к заключению, что не все волокна, входящие в состав шейного симпатического ствола, подходящего к верхнему шейному симпатическому ганглию, являются преганглионарными, т. е. идущими непосредственно от клеток боковых рогов спинного мозга, а часть из них является аксонами нервных клеток, например среднего шейного ганглия, по отношению к которому это — постганглионарные волокна.

Таким образом, очевидно, что в составе шейного симпатического ствола проходят как преганглионарные, так и постганглионарные волокна.

Наличие постганглионарных волокон в шейном симпатическом стволе, подходящем к верхнему шейному ганглию, объясняет установленное ранее, при расщеплении этого ствола на отдельные группы волокон, содержание в нем адренэргических волокон, наряду с холинэргическими ([6]).

Представленные экспериментальные данные показывают, что центробежный путь в симпатической нервной системе может иметь неоднократный перерыв, вопреки представлению об однократном перерыве центробежного пути, возникшему в результате опытов Ленгли с использованием никотинового метода исследования. Применение никотинового метода без электрофизиологического анализа не может дать надежного ответа на вопрос о наличии перерыва в том или ином ганглии.

Возможность неоднократного перерыва в центробежных путях симпатической нервной системы должна быть учтена не только в физиологических исследованиях, но и в практической работе нейрохирургов при операциях на симпатической нервной системе.

Институт экспериментальной медицины
Академии медицинских наук СССР

Поступило
9 II 1955

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] Langley, J. Physiol., **27**, 225 (1901). [2] Б. И. Лаврентьев, Морфология автономной нервной системы, 1939. [3] J. Eccles, J. Physiol., **88**, 1 (1936). [4] W. C. Gibson, J. Neurophysiol., **3**, 237 (1940). [5] В. С. Шевелева, ДАН, **101**, 6, (1955). [6] В. С. Шевелева, Физиол. журн СССР, **31**, 171 (1945); **31**, 157 (1945).