

Р. С. ОРЛОВ, Р. П. БОРИСОВА

СПОНТАННАЯ И ВЫЗВАННАЯ СОКРАТИТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ГЛАДКИХ МЫШЦ ЛИМФАТИЧЕСКИХ СОСУДОВ

(Представлено академиком П. К. Анохиным 17 XII 1973)

Считается, что моторная функция лимфатических сосудов обусловлена сокращениями гладкой мускулатуры их стенок (¹). Однако роль гладкой мускулатуры лимфатических сосудов, как одного из основных факторов движения лимфы, оценивалась лишь по количеству вытекающей лимфы. Этот показатель в равной мере зависит от скорости образования лимфы, уровня ее давления в лимфатической системе, давления в грудной и брюшной полостях, моторики вен и т. д. Поэтому исследование функциональных свойств гладких мышц лимфатических сосудов является совершенно необходимым для понимания механизмов движения лимфы, тем более, что в мировой литературе имеется только две работы (^{2, 3}), в которых непосредственно регистрировалась спонтанная сократительная активность брыжеечных лимфатических сосудов.

Работа проведена на изолированном отрезке грудного лимфатического протока крыс длиной 10–15 мм, диаметром 0,4–0,5 мм. Один конец протока крепился к тонкому платиновому корпусу, который служил одновременно и стимулирующим электродом, другой конец соединялся с механотроном. Препарат располагался в камере с проточным раствором Кребса при температуре 37° и рН 7,3. Сокращения регистрировались на пятиканальном самописце. В большинстве исследованных препаратов регистрировалась спонтанная сократительная активность в виде волн различной частоты, которые можно объединить в две группы: волны I типа частотой 0,5–2 в 1 мин. и волны II типа частотой 6–8 в 1 мин. (рис. 1 а).

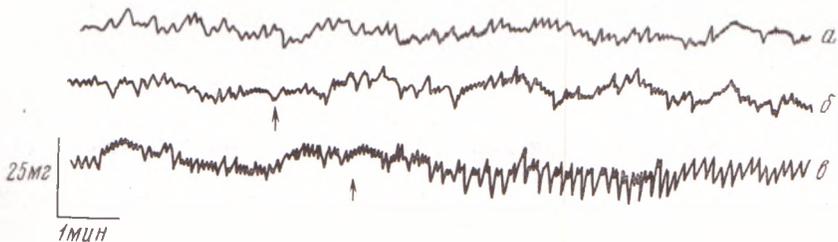


Рис. 1. Спонтанная сократительная активность гладких мышц грудного лимфатического протока. а — волны I и II типа; б — KCl 10 мМ (стрелка), выявление волн I типа; в — KCl 10 мМ, увеличение амплитуды волн II типа

Деполяризующий раствор хлористого калия в различных концентрациях (от 10 до 200 мМ) не вызывал сокращений гладкой мышцы протока, но влиял на спонтанную активность: низкие концентрации (10 мМ) увеличивали амплитуду и частоту спонтанных волн I или II типа (рис. 1б, в), высокие (от 20 мМ и выше) подавляли спонтанные сокращения.

Ионы кальция (5 мМ) повышают амплитуду и частоту спонтанных сокращений, не изменяя исходного тонуса (рис. 2а). Более высокие концентрации ионов кальция (до 20 мМ) вызывают сокращения контрактурного

типа: быстрый подъем и замедленное расслабление (рис. 2б). Добавление в среду ионов марганца (5 мМ) ускоряло процесс расслабления (рис. 2б, в), но не нарушало возникновения сокращений на повторные введения ионов кальция (рис. 2б). На фоне сниженного действием ионов марганца исходного тонуса трансмуральная стимуляция вызывала сокращения, амплитуда которых была лишь незначительно уменьшена по сравнению с нормой (рис. 2г).

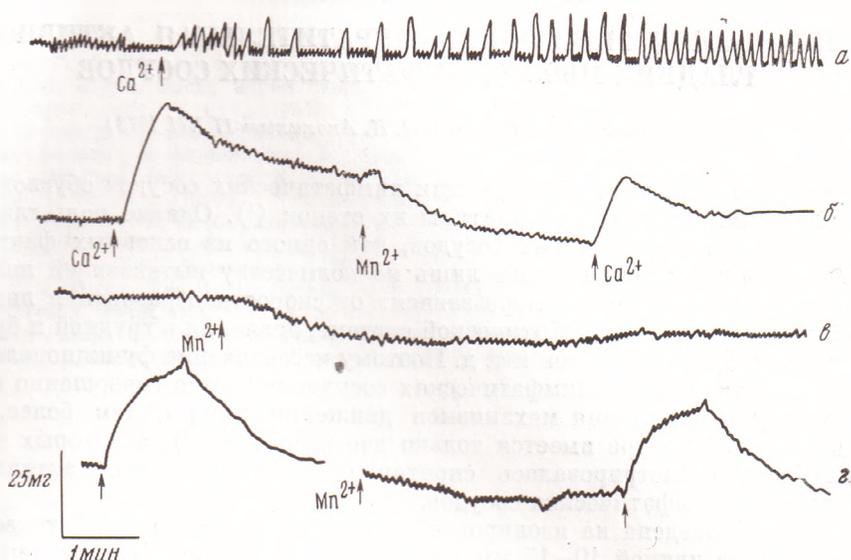


Рис. 2. Влияние ионов Са на сократительную активность мышц грудного протока крысы. а — Са (5 мМ), увеличение частоты и амплитуды волн II типа; б — влияние на базальный тонус Са (20 мМ) и Мп (5 мМ); в — снижение базального тонуса при введении Мп (5 мМ) в раствор Кребса; г — ответы мышцы на трансмуральную стимуляцию до и после введения Мп (5 мМ)

Среди использованных нами факторов активации (деполяризация калием, ионы кальция) наиболее действенной для гладкой мускулатуры лимфатического протока оказалась трансмуральная электрическая стимуляция. Одиночные стимулы не вызывали сокращений. Пороговой частотой оказалась частота в пределах 14–20 имп/сек при длительности стимула 4–5 мсек. Увеличение частоты стимуляции приводит к росту амплитуды вызванных сокращений (рис. 3, а). Кроме частотной потенциации, в гладкой мускулатуре лимфатического протока отчетливо выражена потенция при вариации силы стимуляции и длительности стимулов (рис. 3б, в). Характер сокращений, вызванных трансмуральной стимуляцией, практически не изменился под влиянием ионов калия (рис. 3г).

Изучение функциональных особенностей гладкой мышцы лимфатических сосудов показало, что гладкомышечные клетки лимфатического протока обладают спонтанной сократительной активностью в виде двух типов волн: медленных частотой 0,5–2 в минуту и быстрых частотой 6–8 в минуту. Пейсмекеры обеих форм спонтанной активности, по-видимому, расположены в различных по функциональным особенностям клетках, поскольку частота и амплитуда быстрых спонтанных волн увеличивается под влиянием ионов калия, кальция, трансмуральной электрической стимуляции, в то время как медленная спонтанная активность чаще всего остается без изменений.

Гладкомышечные клетки лимфатического протока не развивают контрактурных сокращений в ответ на действие деполяризующих растворов:

хлористого калия, но сокращаются в ответ на повышенную концентрацию ионов кальция в среде и трансмуральную электрическую стимуляцию. Сокращения, вызываемые ионами кальция или трансмуральной стимуляцией, значительно не изменялись при введении в среду ионов марганца, блокирующую кальциевую проницаемость мембран, что позволяет предполагать существование в гладкомышечных клетках лимфатических сосудов

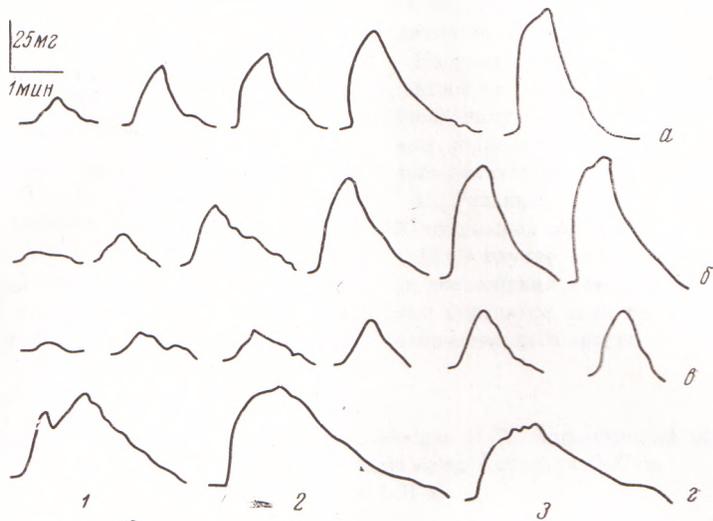


Рис. 3. Сокращение гладких мышц грудного протока при электрической стимуляции различных параметров. *a* — ток 20 в, 1 мин., 5 мсек., частота 15—150 имп/сек; *б* — ток 20—110 в, 1 мин., 5 мсек., частота 20 имп/сек; *в* — ток 20 в, 1 мин., 4—14 мсек., частота 20 имп/сек; *г* — сократительные ответы на электрическую стимуляцию: 1 — в растворе Кребса, 2 — KCl 12,5 мМ, 3 — KCl 50 мМ

достаточно больших запасов кальция для электромеханического сопряжения. Отсутствие реакции на одиночные раздражения, а также потенциация сокращений в ответ на увеличение силы, частоты или длительности раздражающих стимулов — следствие синаптических процессов суммации и облегчения, возникающих при стимуляции нервных сплетений, расположенных в стенке лимфатических сосудов.

Полученные нами данные позволяют заключить, что гладкие мышцы грудного лимфатического протока по своим функциональным свойствам могут быть отнесены к группе, занимающей промежуточное положение между унитарными и мультиунитарными гладкими мышцами (⁴).

Ленинградский санитарно-гигиенический
медицинский институт

Поступило
19 XI 1973

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ И. Русняк, М. Фельди, Д. Сабо, Физиология и патология лимфообращения, Будапешт, 1957. ² Н. Mislin, *Angiologica*, v. 8, № 3—5, 207 (1974). ³ Н. Mislin, *Experimentia*, v. 17, 29 (1961). ⁴ Р. С. Орлов, Физиология гладкой мускулатуры, М., 1967.