

# Гладкие мышцы

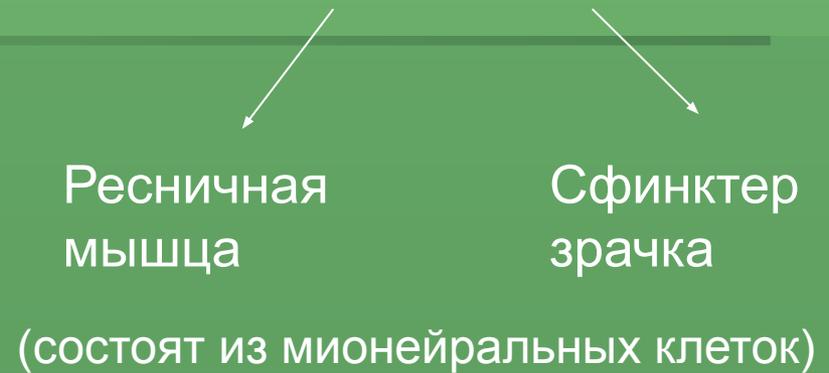
Особенности строения,  
сократимости и возбудимости

# Классификация

## ■ Висцеральные



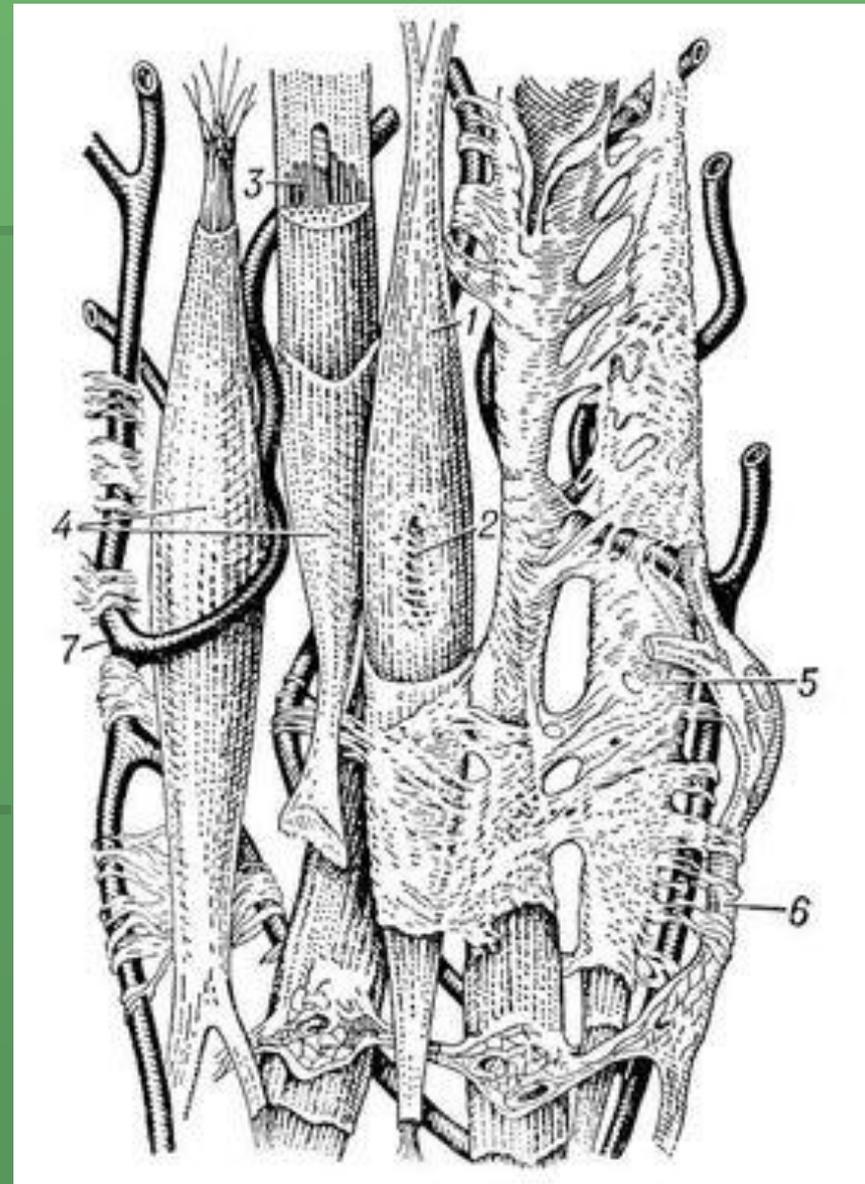
## ■ Мультиунитарные



Деление основано на различной плотности их двигательной иннервации: в висцеральном типе гладкомышечной ткани нервные окончания имеются лишь на небольшом количестве гладких миоцитов.

# Гладкомышечная ткань

- В отличие от поперечно-полосатой мышечной ткани, состоит не из симпластов, а из отдельных клеток; также не имеет исчерченности.
- Тем не менее, несмотря на весьма большие (сравнимые с размерами самих миоцитов) межклеточные щели, функционирует как синцитий.
- Волокна связаны межклеточными контактами — нексусами.

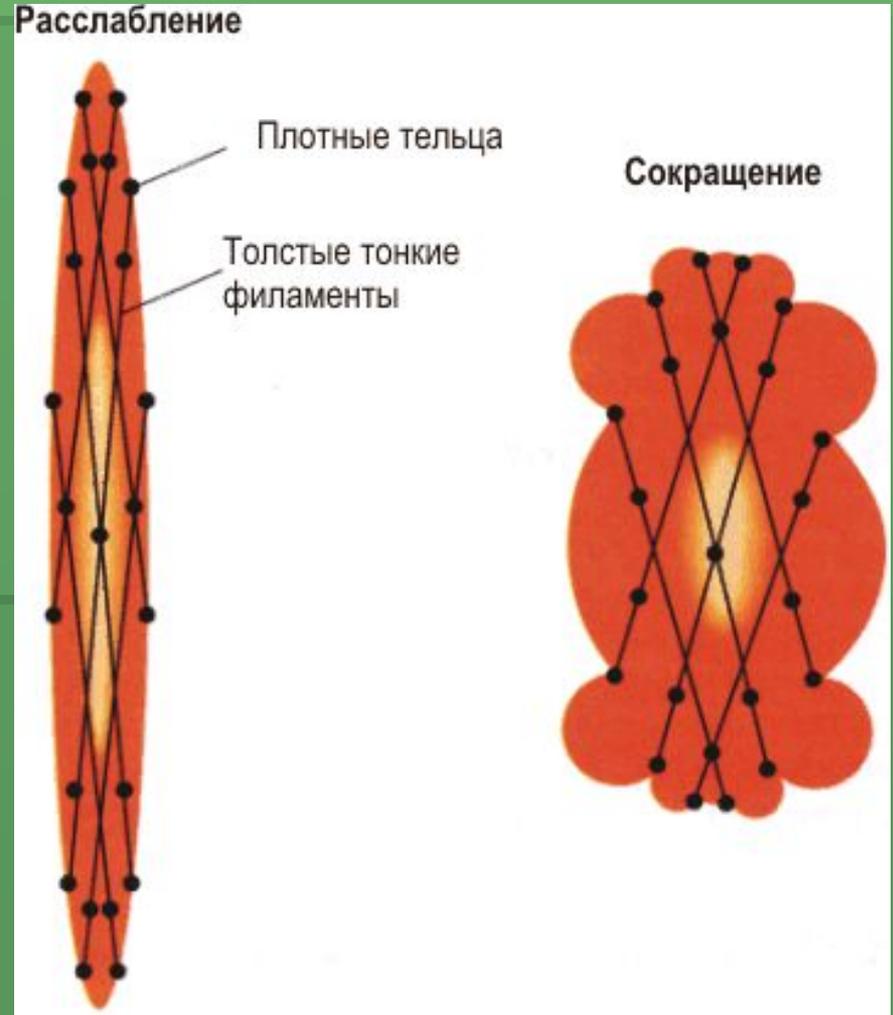


# Сократительный аппарат

Представлен тонкими актиновыми и толстыми миозиновыми филаментами, не образующими миофибрилл.

Тонкие актиновые филаменты более многочисленны, состоят из двух форм актина – мышечного и цитоплазматического.

Располагаются пучками по 10-20 филаментов, образуя сетевидные структуры. Концы актиновых филаментов закреплены на особых образованиях – **плотных тельцах**.



**В гладкомышечном волокне присутствует слабо развитый (иногда даже считающийся рудиментарным) саркоплазматический ретикулум, Т-система отсутствует.** Головки («веслами») по всей длине, то есть не имеют гладкой середины.

На один толстый филамент приходится около 12 тонких.

**Плотные тельца** – структуры, связанные с внутренней поверхностью сарколеммы или свободно лежащие в цитоплазме и состоящие из немышечного актина.

В гладкомышечном волокне присутствует слабо развитый (иногда даже считающийся рудиментарным) саркоплазматический ретикулум; Т-система отсутствует.

Гладкие мышцы характеризуются нестабильным мембранным потенциалом. Колебания мембранного потенциала независимо от нервных влияний вызывают нерегулярные сокращения, которые поддерживают мышцу в состоянии постоянного частичного сокращения — тонуса. Тонус гладких мышц отчетливо выражен в сфинктерах полых органов: желчном, мочевом пузырях, в месте перехода желудка в двенадцатиперстную кишку и тонкой кишки в толстую, а также в гладких мышцах мелких артерий и артериол.

В периоды состояния относительного покоя величина мембранного потенциала в среднем равна **50 mV**. Величина ПД также может варьировать в широких пределах.

Продолжительность ПД составляет **50-250 ms**.

ПД гладких мышечных клеток имеют авторитмический (пейсмекерный) характер, подобно потенциалам проводящей системы сердца. Пейсмекерные потенциалы регистрируются в различных участках гладкой мышцы. Это свидетельствует о том, что любые клетки висцеральных гладких мышц способны к самопроизвольной автоматической активности.

Особенностью висцеральной гладкой мышцы является ее реакция на растяжение. В ответ на растяжение гладкая мышца сокращается. Это вызвано тем, что растяжение уменьшает мембранный потенциал клеток, увеличивает частоту ПД и в конечном итоге — тонус гладкой мускулатуры.

# Потенциал действия

Основную роль в механизме возникновения ПД играют ионы  $\text{Ca}^{2+}$ . (кальциевые каналы мембраны гладких мышечных клеток пропускают не только ионы  $\text{Ca}^{2+}$ , но и другие двухзарядные ионы -  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , а также  $\text{Na}^{+}$ ).

В основе сокращения как скелетной, так и гладкой мышцы лежит скольжение актина по отношению к миозину.

Однако в механизме сокращения гладкой мышцы есть особенность.

Прежде чем миозин гладкого миоцита сможет проявлять свою АТФазную активность, он должен быть фосфорилирован.

Фосфорилирование и дефосфорилирование миозина наблюдается и в скелетной мышце, но в ней процесс фосфорилирования не является обязательным для активации АТФазной активности миозина. Механизм фосфорилирования миозина гладкой мышцы осуществляется следующим образом: ион  $\text{Ca}^{2+}$  соединяется с кальмодулином (кальмодулин — рецептивный белок для иона  $\text{Ca}^{2+}$ ). Возникающий комплекс активирует фермент — киназу легкой цепи миозина, который в свою очередь катализирует процесс фосфорилирования миозина. Затем происходит скольжение актина по отношению к миозину, составляющее основу сокращения.

Отметим, что пусковым моментом для сокращения гладкой мышцы является присоединение иона  $\text{Ca}^{2+}$  к кальмодулину, в то время как в скелетной и сердечной мышце пусковым моментом является присоединение  $\text{Ca}^{2+}$  к тропонину.

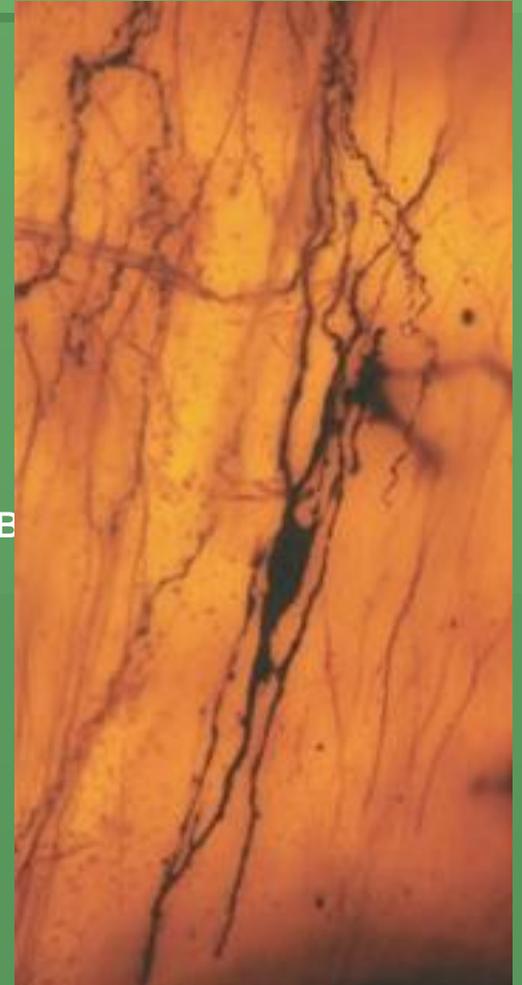
Предполагается, что тропонин-тропомиозиновой системы в гладких миоцитах нет.

# Пейсмекерные клетки

Клетки, обладающие способностью к самовозбуждению. В результате собственной, спонтанной деполяризации, достигающей критического уровня, в клетках возникает ПД, который, распространяясь, влияет на ритм органа, регулируя таким образом его деятельность.

Одним из примеров подобных клеток являются интерстициальные клетки Кахаля. Они могут быть расположены в любом органе, содержащем гладкомышечную ткань, но чаще всего их обнаруживают в стенках ЖКТ, где они образуют своими отростками своеобразные сети. Их функция в ЖКТ – регулирование перистальтики.

Клетки Кахаля, как и прочие висцеральные гладкие миоциты, развиваются из мезенхимы, однако имеют отростчатое строение.



# Пластичность и иннервация

Еще одной важной специфической характеристикой гладкой мышцы является изменчивость напряжения без закономерной связи с ее длиной. Так, если растянуть висцеральную гладкую мышцу, то ее напряжение будет увеличиваться, однако если мышцу удерживать в состоянии удлинения, вызванным растяжением, то напряжение будет постепенно уменьшаться, иногда не только до уровня, существовавшего до растяжения, но и ниже этого уровня. Это свойство называется пластичностью гладкой мышцы. Таким образом, гладкая мышца более похожа на тягучую пластичную массу, чем на малоподатливую структурированную ткань. Пластичность гладкой мускулатуры способствует нормальному функционированию внутренних полых органов.

Висцеральная гладкая мышца имеет двойную иннервацию — симпатическую и парасимпатическую, функция которой заключается в изменении деятельности гладкой мышцы. Раздражение одного из вегетативных нервов обычно увеличивает активность гладкой мышцы, стимуляция другого — уменьшает.

В гладкой мышце нет концевых пластинок и отдельных нервных окончаний. По всей длине разветвлений аксона имеются утолщения, называемые варикозами. Они содержат гранулы с медиатором, который выделяется из каждой варикозы нервного волокна. Таким образом, по ходу следования нервного волокна могут возбуждаться или тормозиться многие гладкие мышечные клетки.

Однако иннервация висцеральной гладкомышечной клетки часто ограничена несколькими мышечными волокнами, и электрическая активность распространяется от одной мышечной клетки к другой посредством щелевых контактов, соединяющих клетки – нексусов.

