



Нервно-мышечный аппарат



У человека существует 3 вида мышц: поперечно-полосатые скелетные мышцы, особая поперечно-полосатая сердечная мышца и гладкие мышцы внутренних органов.



## Функциональная организация скелетных мышц

Скелетные мышцы человека содержат около 300 млн. мышечных волокон и имеют площадь порядка 3 м<sup>2</sup>. Целая мышца представляет собой отдельный орган, а мышечное волокно — клетку. Мышцы иннервируются двигательными нервами, передающими из центров моторные команды, чувствительными нервами, несущими в центры информацию о напряжении и движении мышц, и симпатическими нервными волокнами, влияющими на обменные процессы в мышце.





Функциональной единицей мышцы является двигательная единица, состоящая из мотонейрона спинного мозга, его аксона с многочисленными окончаниями и иннервируемых им мышечных волокон. Возбуждение мотонейрона вызывает одновременное сокращение всех входящих в эту единицу мышечных волокон. Двигательные единицы небольших мышц содержат малое число мышечных волокон, а ДЕ крупных мышц туловища и конечностей — до нескольких тысяч.



Мелкие мышцы иннервируются из одного сегмента спинного мозга, а крупные мышцы—мотонейронами 2-3 спинальных сегментов. Мотонейроны, иннервирующие одну мышцу, составляют общий мотонейронный пул, в котором могут находиться мотонейроны различных размеров. Большие ДЕ образованы крупными мотонейронами, которые имеют толстые аксоны, множество концевых разветвлений и большое число связанных с ними мышечных волокон. Такие ДЕ имеют низкую возбудимость, генерируют высокую частоту нервных импульсов и характеризуются высокой скоростью проведения возбуждения. Они включаются в работу лишь при высоких нагрузках на мышцу. Мелкие ДЕ имеют мотонейроны небольших размеров, тонкие и медленно проводящие аксоны, малое число мышечных волокон. Они легко возбудимы и включаются в работу при незначительных мышечных усилиях. Нарастание нагрузки вызывает активацию различных ДЕ скелетной мышцы в соответствии с их размерами — от меньших к большим.

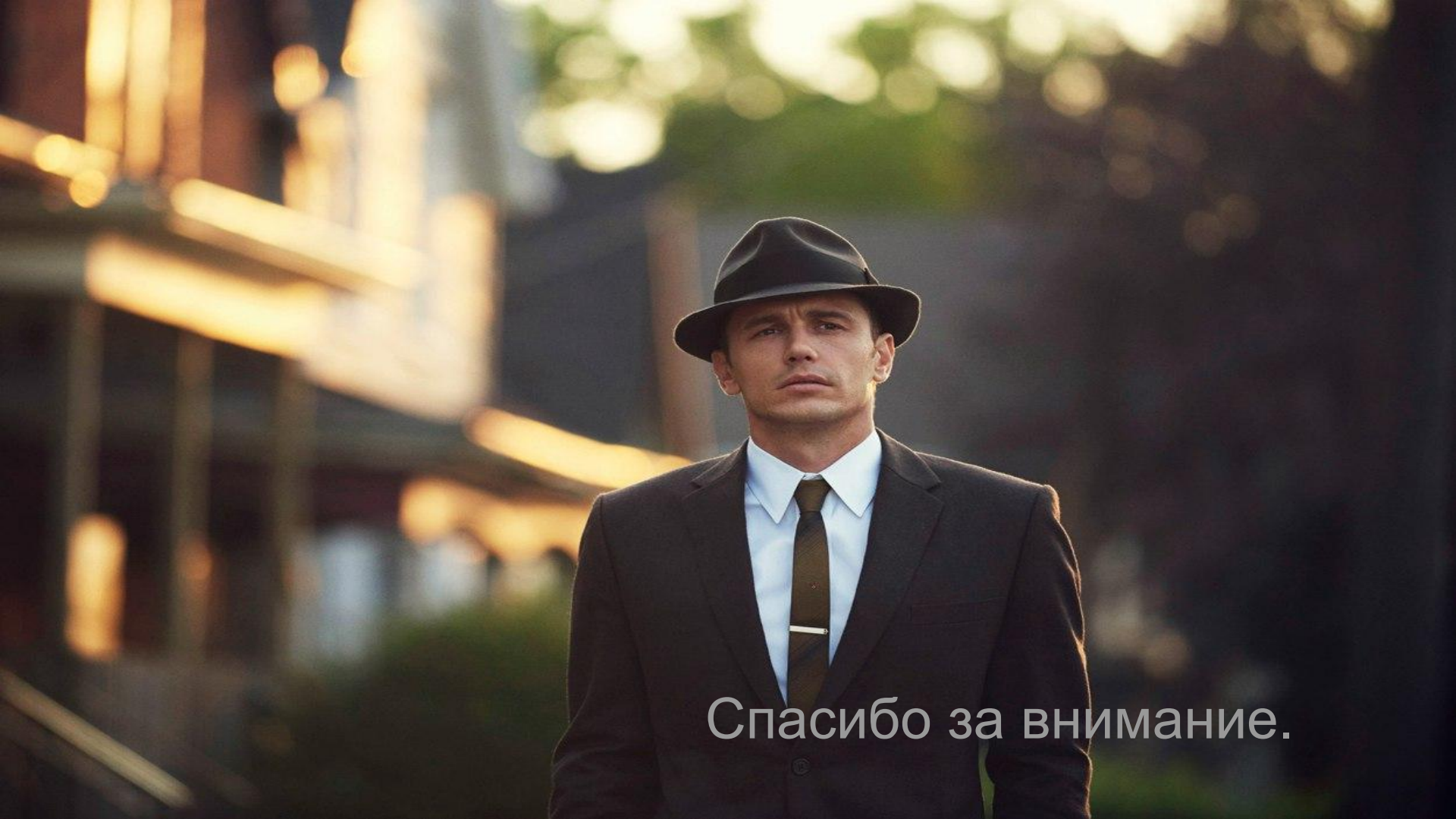


Мышечное волокно представляет собой вытянутую клетку. В состав волокна входят его оболочка — сарколемма, жидкое содержимое — саркоплазма, ядро, энергетические центры — митохондрии, белковые депо — рибосомы, сократительные элементы — миофибриллы, а также замкнутая система продольных трубочек и цистерн, расположенных вдоль миофибрилл и содержащих ионы  $Ca$ , — саркоплазматический ретикулум. Поверхностная мембрана клетки через равные промежутки образует поперечные трубочки, входящие внутрь мышечного волокна, по которым внутрь клетки проникает потенциал действия при ее возбуждении.

Миофибриллы — это тонкие волокна, содержащие 2 вида сократительных белков: тонкие нити актина и вдвое более толстые нити миозина. Они расположены таким образом, что вокруг миозиновых нитей находится 6 актиновых нитей, а вокруг каждой актиновой — 3 миозиновых. Миофибриллы разделены Z-мембранами на отдельные участки — саркомы, в средней части которых расположены преимущественно миозиновые нити, а актиновые нити прикреплены к Z-мембранам по бокам саркомы. Нити актина составляют около 20% сухого веса миофибрилл. Актин состоит из двух форм белка: 1) глобулярной формы — в виде сферических молекул и 2) палочковидных молекул тропомиозина, скрученных в виде двунитчатых спиралей в длинную цепь. На протяжении этой двойной актиновой нити каждый виток содержит по 14 молекул глобулярного актина, напоминая нитку с бусинками, а также центры связывания ионов Ca. В этих центрах содержится особый белок, участвующий в образовании связи актина с миозином.

Миозин составлен из уложенных параллельно белковых нитей. На обоих концах его имеются отходящие в стороны шейки с утолщениями — головками, благодаря которым образуются поперечные мостики между миозином и актином.





Спасибо за внимание.