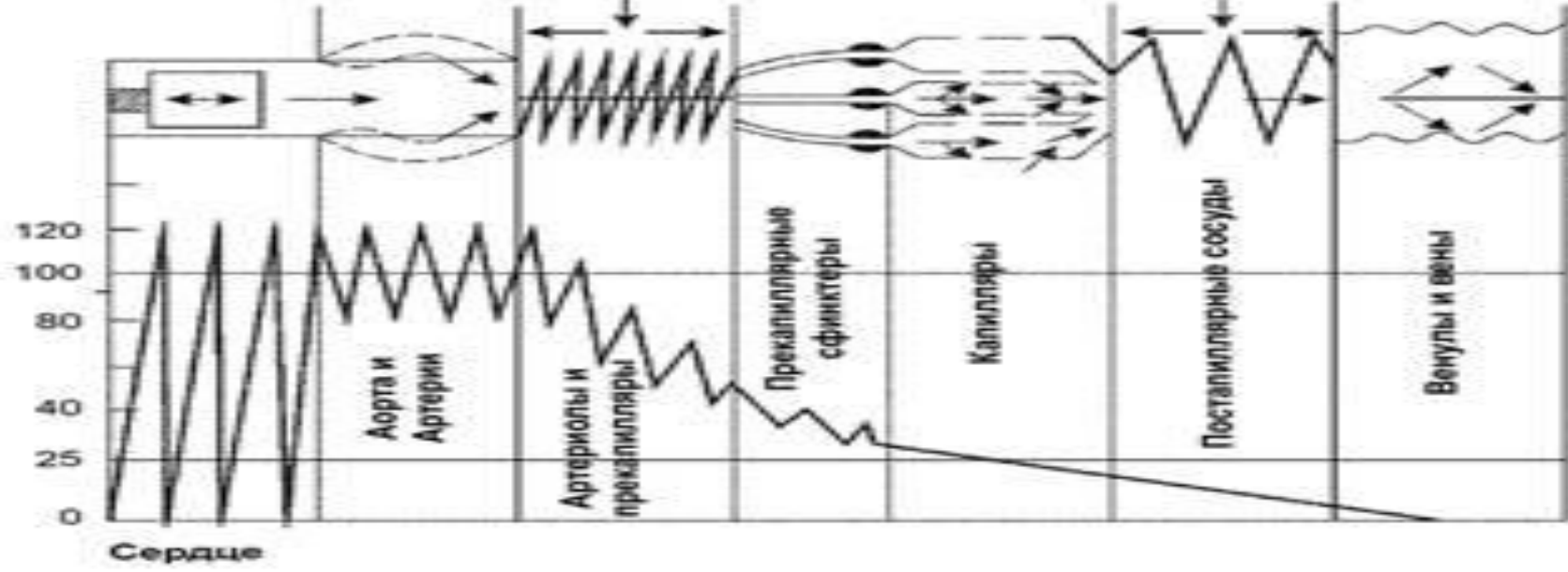


РЕГУЛЯЦИЯ ТОНУСА СОСУДОВ



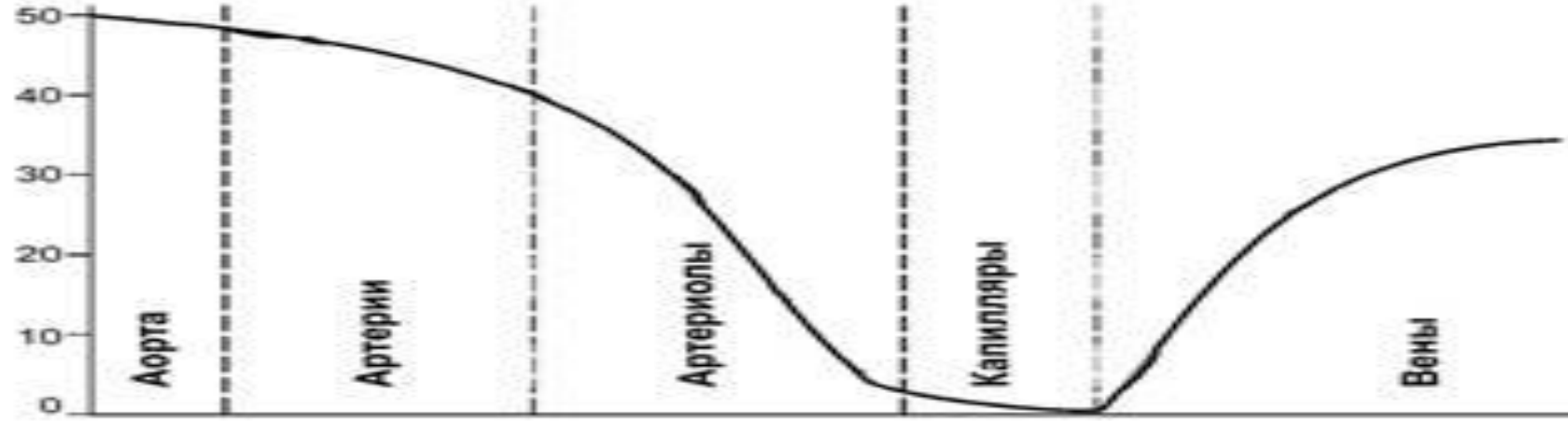
мм ртутного столба

A



сантиметры в секунду

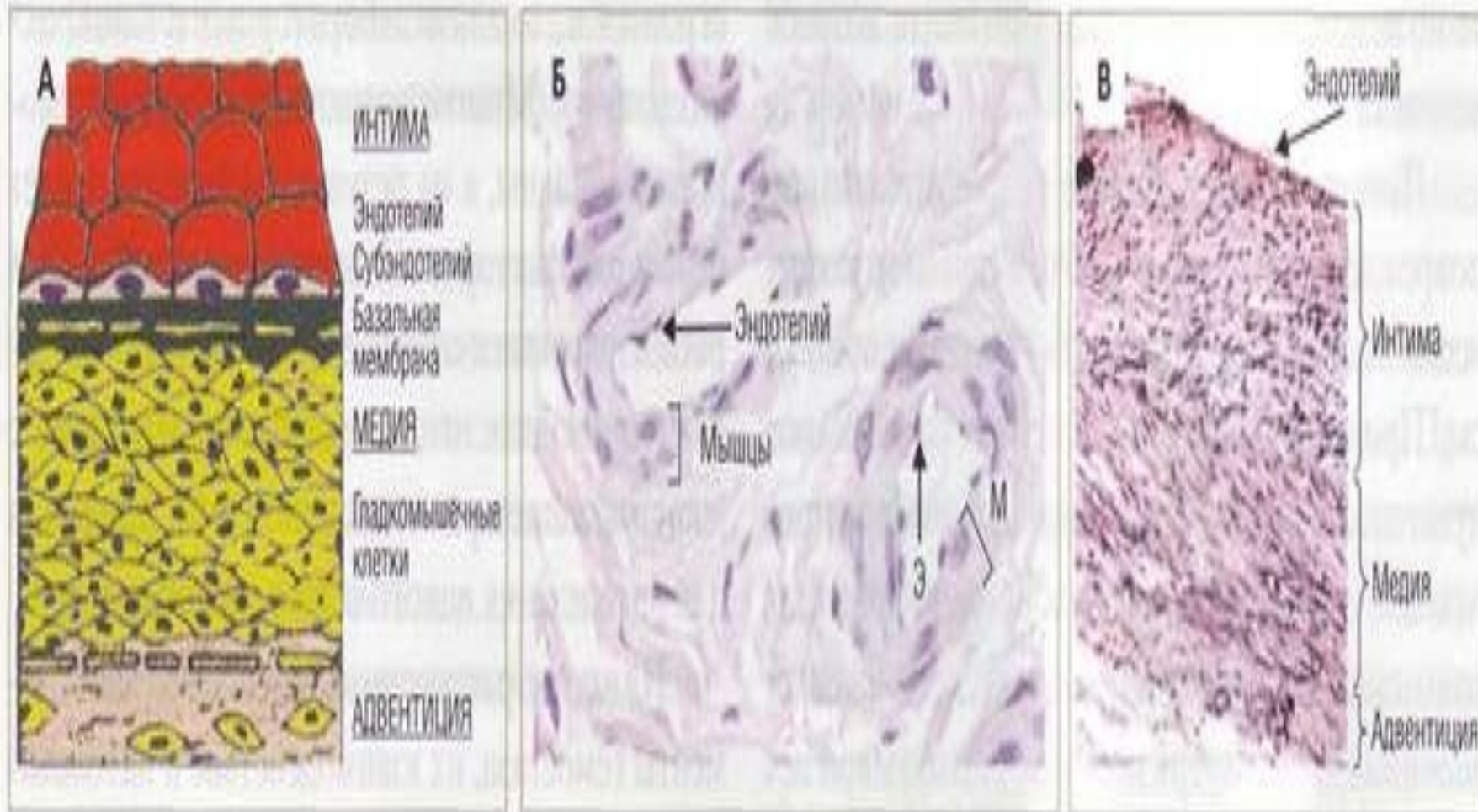
B



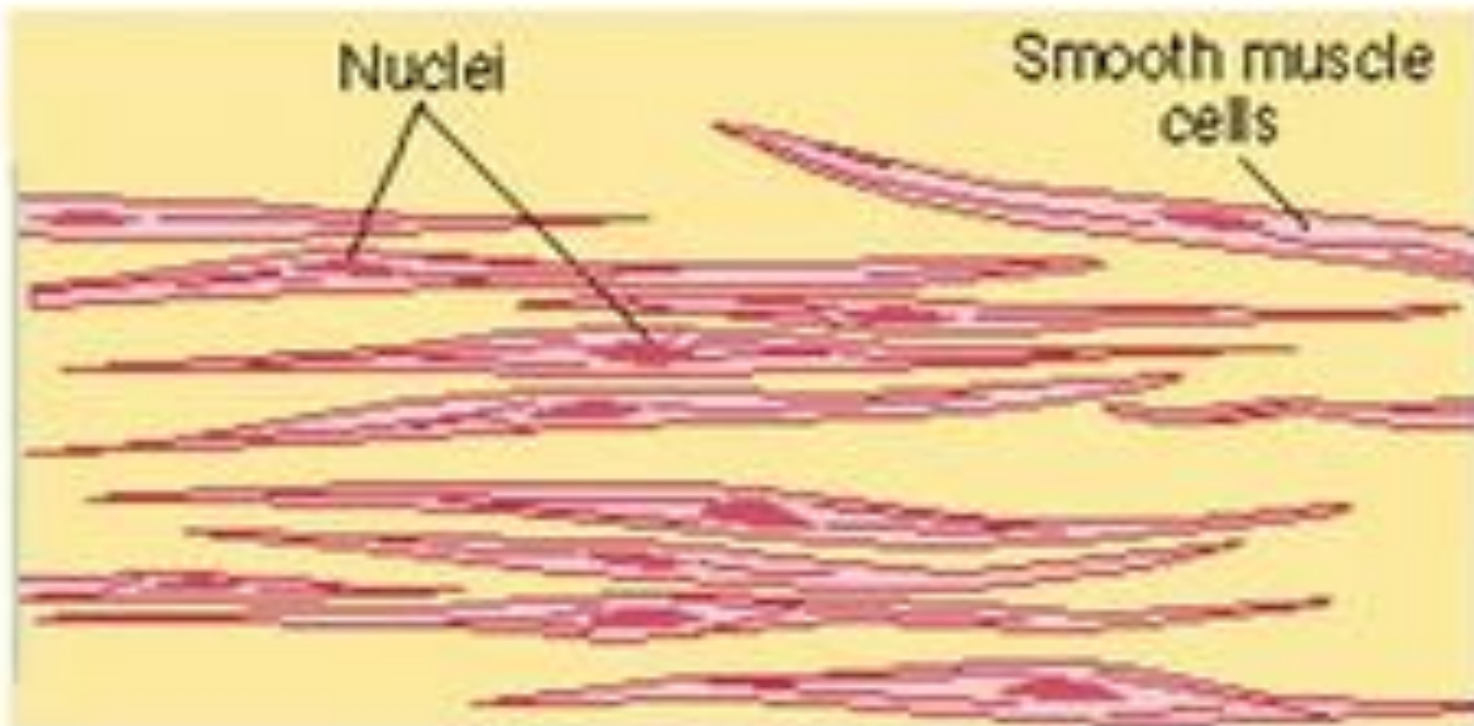
ЧТО ТАКОЕ ТОНУС СОСУДОВ?

- * Это состояние постоянного сужения просвета сосудов, которое возникает в результате длительной сократительной деятельности гладкой мускулатуры (ГМК) в стенке этого сосуда.
- * Постоянство напряжения ГМК поддерживается неограниченно долго, до тех пор, пока неизменны условия, в которых ГМК находятся. Напряжение ГМК поддерживается минимальными энергетическими затратами.

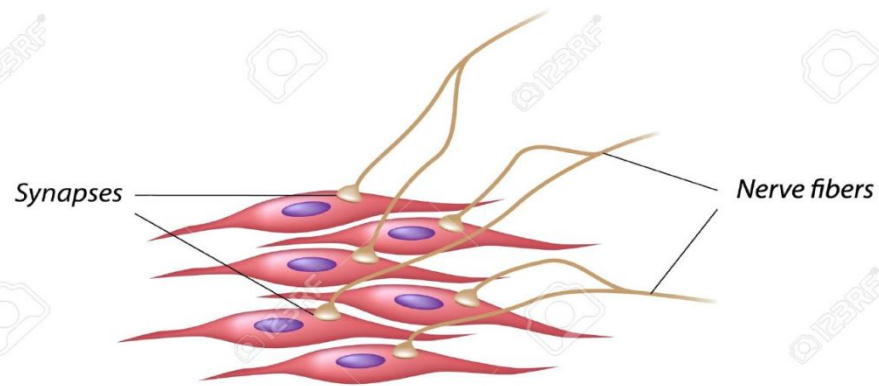
Активные изменения сосудистого русла в основном определяются сократительной деятельностью гладкой мускулатуры, расположенной в tunica media сосудистой стенки



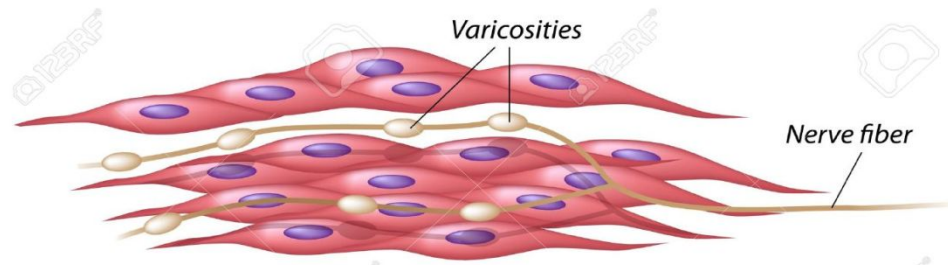
Сосудистый тонус является интегрированным результатом фазных сокращений ГМК, вызываемых ПД. Изменения тонуса сосудов в основном происходят благодаря изменениям частоты, длительности и амплитуды фазных и тонических сокращений ГМК



Иннервация ГМК

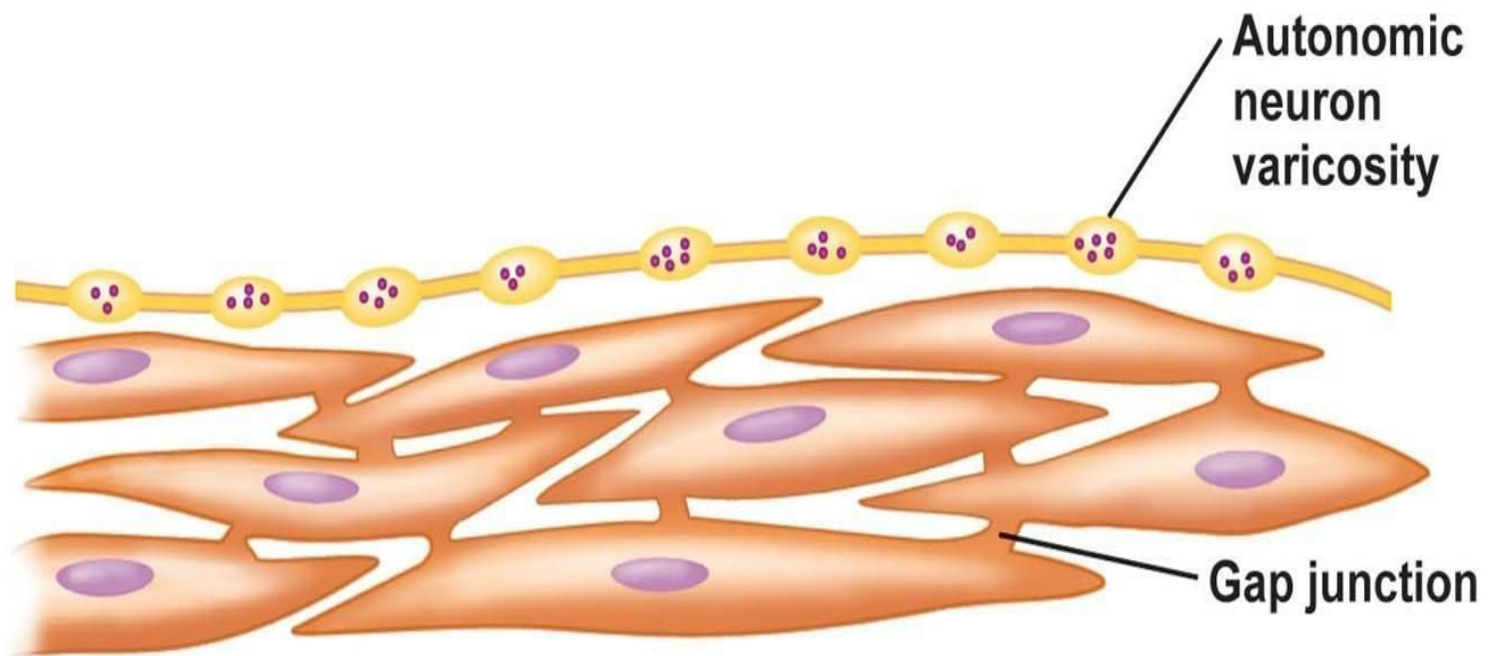


Multiunit Smooth Muscle



Single-unit Smooth Muscle

Моноунитарная иннервация ГМК

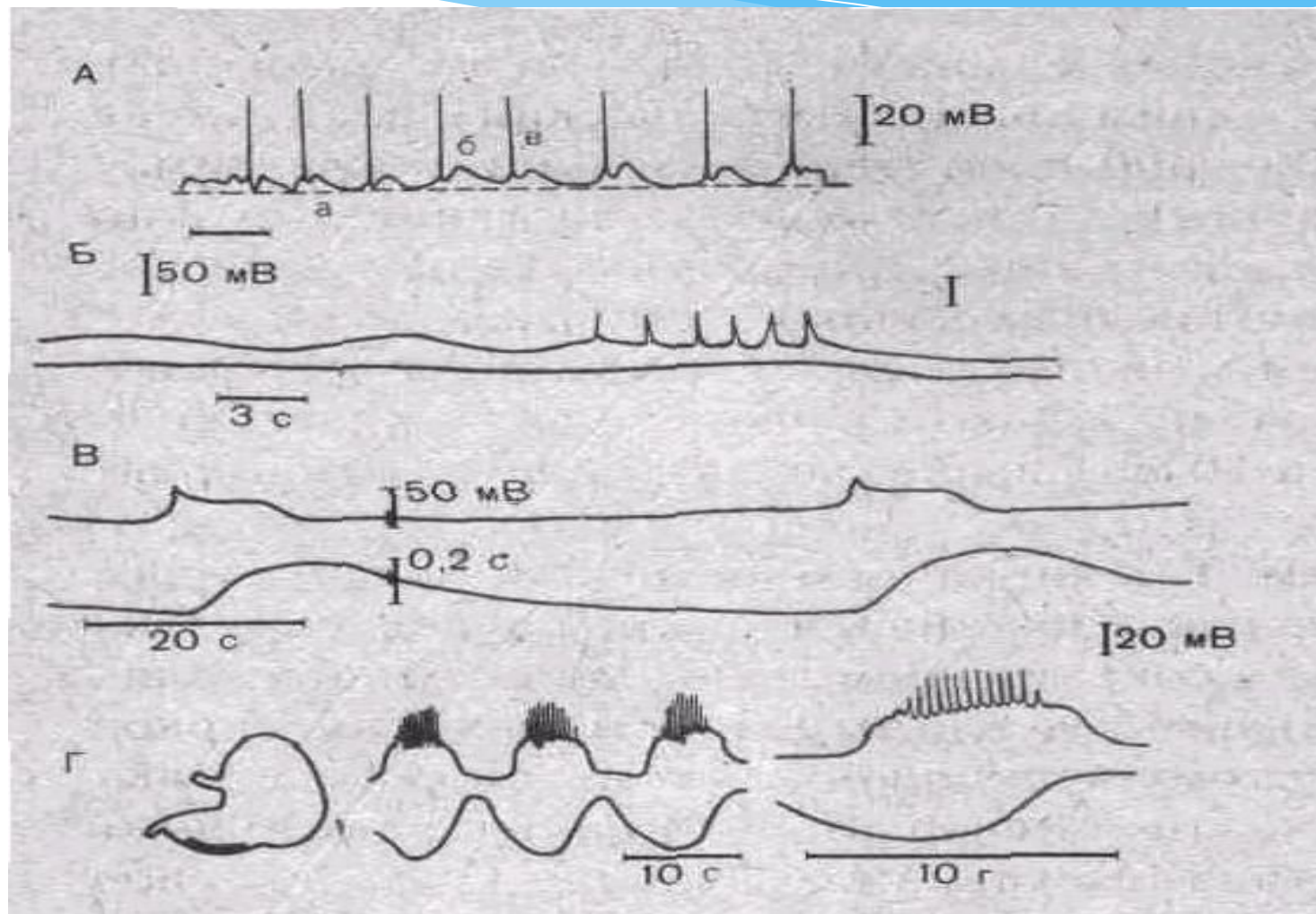


(b) Single-unit smooth muscle

Автоматия гладких мышц (ГМК)

Характерной особенностью гладких мышц, отличающей их от скелетных, является способность к спонтанной, автоматической деятельности. Спонтанные сокращения можно наблюдать при исследовании гладких мышц артерий и вен

Электрическая активность ГМК



Природа автоматии ГМК

- * Автоматия гладких мышц имеет миогенное происхождение. Она присуща самим мышечным волокнам и регулируется нервными элементами, которые находятся в стенках гладкомышечных органов. Миогенная природа автоматии доказана опытами на полосках мышц сосудистой стенки, освобожденных путем тщательной препаровки от прилежащих к ней нервных сплетений. Такие полоски, помещенные в теплый раствор Кребса, который насыщается кислородом, способны совершать автоматические сокращения. При последующей гистологической проверке было обнаружено отсутствие в этих мышечных полосках нервных клеток.

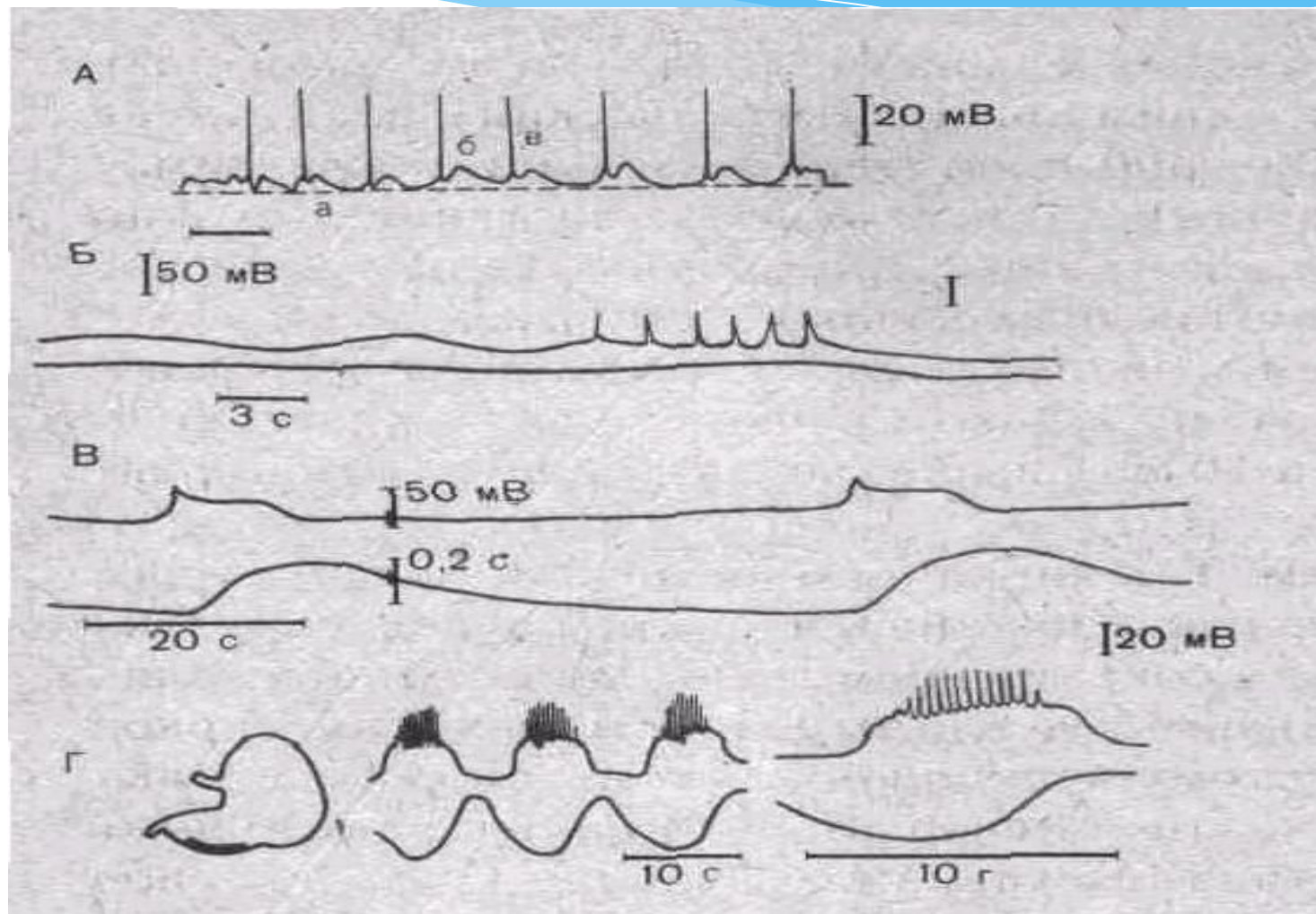
ПД в ГМК

- * Потенциалы действия большинства ГМК имеют малую амплитуду (порядка 60 мВ вместо 120 мВ в скелетных мышечных волокнах) и большую продолжительность — до 1—3 секунд.

В гладких мышечных волокнах различают следующие спонтанные колебания мембранного потенциала:

- * 1) медленные волны деполяризации с длительностью цикла порядка нескольких минут и амплитудой около 20 мВ без ПД;
- * 2) малые быстрые колебания потенциала, предшествующие возникновению потенциалов действия;
- * 3) потенциалы действия - спайки.

Электрическая активность ГМК





Компоненты тонуса сосудов

* 1. Нейрогенный или центральный – обеспечивается влиянием сосудодвигательных нервных волокон, а также влиянием гуморальных сигналов на ГМК сосудов.

Первые открытия в этом направлении были сделаны в 19 веке братьями Вебер (Германия), Вальтером (Россия), Бернардом (Франция), когда физиологи стали находить и стимулировать электротоком сосудодвигательные волокна, а также обнаруживать сосудодвигательные центры в головном мозге



- * Вебер немецкие ученые, братья: 1) Эрнст Генрих (1795-1878), анатом и физиолог, иностранный член-корреспондент Петербургской АН (1869). Один из основоположников экспериментальной психологии. Исследования физиологии органов чувств (слуха, зрения, кожных ощущений) легли в основу закона Вебера - Фехнера. Совместно с братом Эдуардом обнаружил тормозящее влияние блуждающего нерва на сердце. 2) Вильгельм Эдуард (1804-91), физик, иностранный член-корреспондент Петербургской АН (1853). Труды по электричеству и магнетизму; разработал совместно с К. Ф. Гауссом абсолютную систему электрических и магнитных единиц. Его именем названа единица магнитного потока. 3) Эдуард (1806-71), физиолог. Установил, что сила мышцы зависит от площади ее поперечного сечения; определил скорость распространения пульсовой волны.

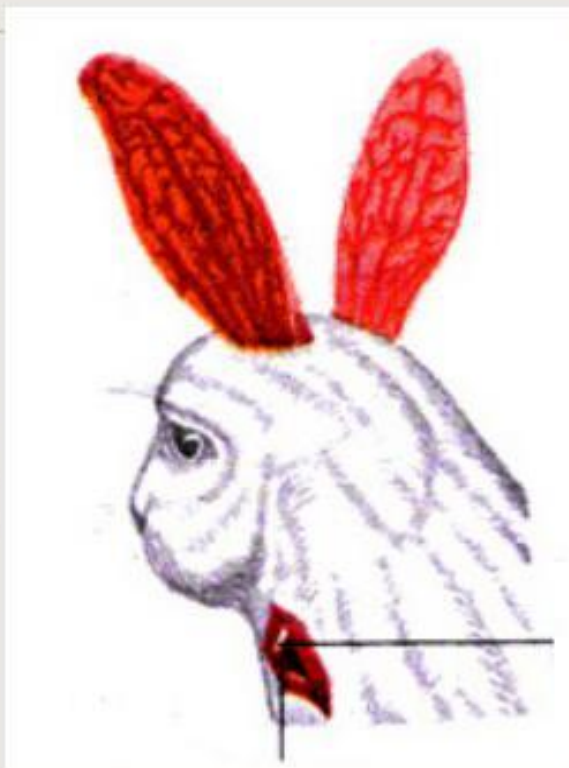


- * **Вальтер Александр Петрович** (*28 декабря 1817 — †22 сентября 1889 — русский и украинский анатом и физиолог. Профессор кафедры физиологической анатомии и микроскопии Киевского Университета (1846—1867). Инициатор создания и первый директор Анатомического театра медицинского факультета Киевского Университета, построенного по проекту архитектора Александра Беретти.

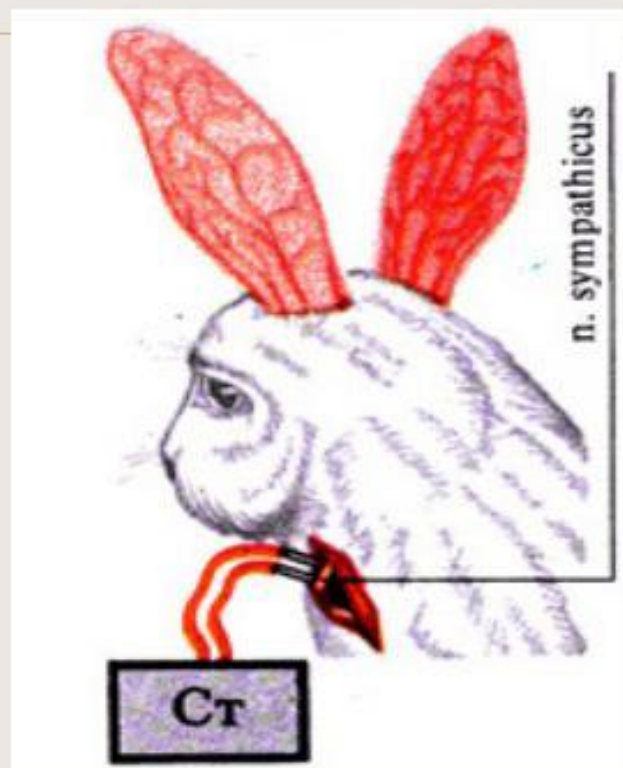
Клод Бернар



Опыт Клода Бернара



Перерезка симпатического нерва



Стимуляция симпатического нерва



К. Бернар

Академик Французской
академии наук

Основатель
эндокринологии

**ВВЕДЕНИЕ
К ИЗУЧЕНИЮ
ОПЫТНОЙ
МЕДИЦИНЫ**




Спустя 100 лет...

- * Стало известно, что денервация и исключение гуморальных факторов на сосуды не ликвидировали тонуса сосудов. Он сначала временно снижался, а затем восстанавливался... и даже становился более высоким

Тогда впервые стали говорить о втором компоненте и изучать его – о базальном тоне

- * Это периферический (местный) компонент формирования напряжения ГМК, возникающий независимо от действия центрогенных регуляторных сигналов.
- * Однако каковы причины его формирования?!?
Зачем?!?
- * Почему!!!

- 
- * Теоретические концепции, с помощью которых физиологи пытались объяснить механизмы сосудистой саморегуляции зародились в начале 20-го столетия.

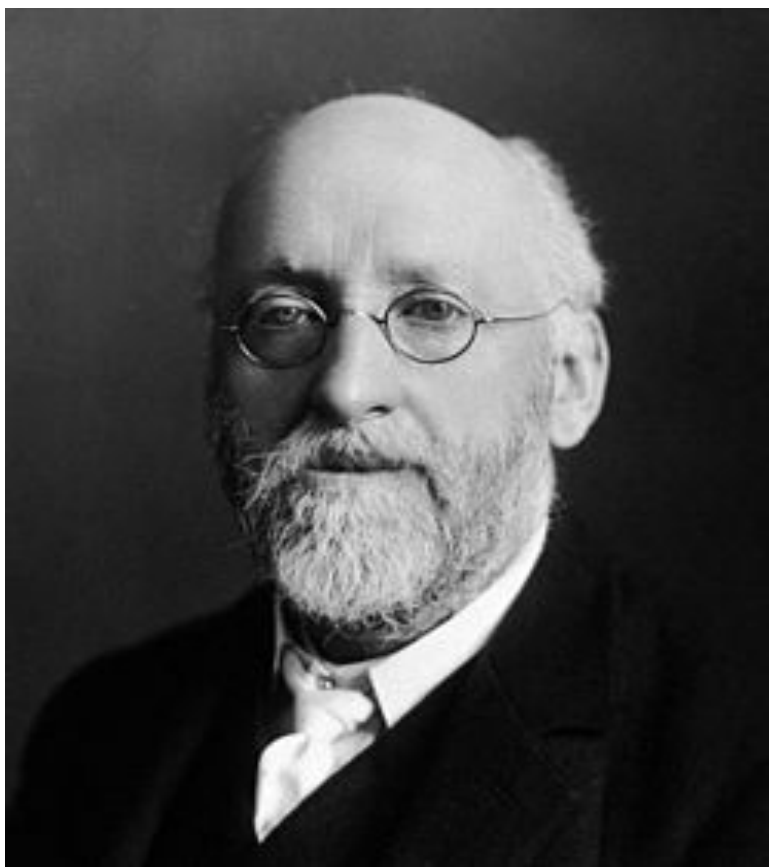
Следовательно, главная наша задача – разобраться с механизмами формирования базального тонуса

МИОГЕННАЯ КОНЦЕПЦИЯ

Основоположники - Бейлисс и Остроумов

Уильям Мэддок Бейлисс родился 2 мая 1860 года в Вулвергемпtone. Получил образование в Уодхэм-колледже и Университетском колледже Лондона. В 1911 году учёный был награждён [Королевской медалью Лондонского королевского общества](#)^[1], а в 1919 году отмечен [Медалью Копли](#). Автор капитального труда «Основы общей физиологии» (1915), в русском переводе — «Введение в общую физиологию» (1927).

Уильям Мэддок Бейлисс умер 27 августа 1924 года в [Лондоне](#).



Остроумов Алексей Александрович



Остроумов А.А.

- * Родился в Москве в семье священника, настоятеля храма Пимена Великого в Воротниках. Окончил Московскую духовную семинарию, а затем Императорский Московский университет, где после защиты диссертации «О происхождении первого тона сердца» удостоен степени доктора медицины (1873).

Миогенная концепция (Остроумова-Бейлисса)

- * Величина напряжения ГМК (просвет сосудов) зависит от силы кровяного давления. Чем больше сила давления крови на стенку сосудов, тем больше тонус сосудов. (Напоминает закон Франка-Старлинга в регуляции силы сокращения миокарда величиной диастолического наполнения желудочков).

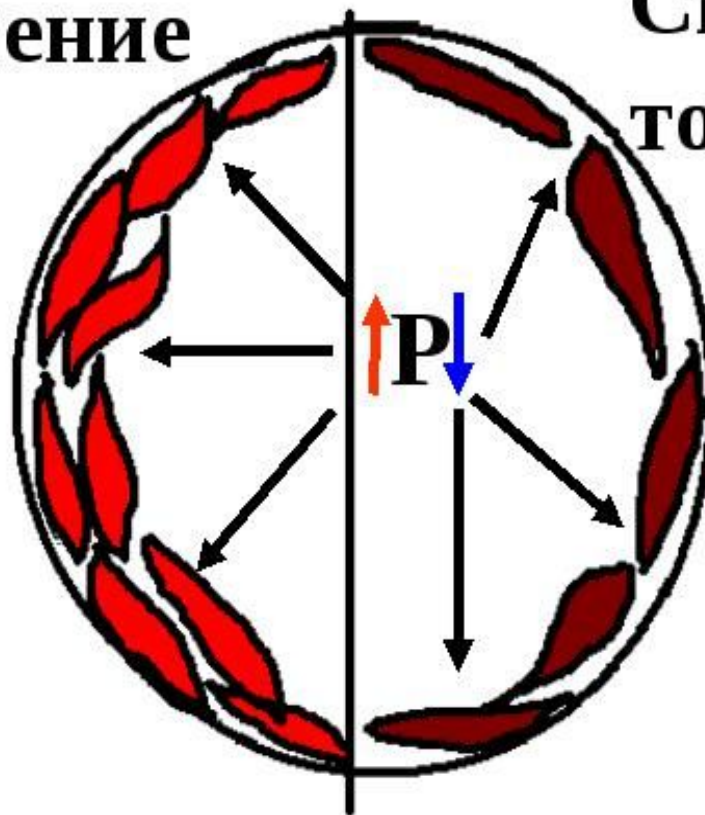
Сосудистая ауторегуляция

- * Выполняет физиологически важную роль – предохраняет жизненно важные органы (мозг, сердце, почки) от обескровливания (ишемии) при снижении системного АД (ГМК расслабляются) и от гемодинамического удара при повышении АД (ГМК повышают тонус). Можно признать, что ГМК реагируют на трансмуральное растяжение, но этот механизм не является единственным в формировании базального тонуса.

Влияние давления крови на миогенный сосудистый тонус

Повышение
тонуса

Снижение
тонуса



Метаболическая ауторегуляция

- * В 1912 г. в лаборатории И.П. Павлова один из его учеников Г.В. Анреп обнаружил феномен влияния продуктов метаболизма на тонус сосудистой стенки. Он обнаружил феномен рабочей гиперемии, т.е. работающий орган (мышца, мозг, сердце и т.д.) выбрасывает в интерстициальную жидкость, а затем в кровь продукты обмена в-в, который вызывают вазодилатацию (расслабление ГМК), что улучшает кровоснабжение органа и предотвращает ишемию.

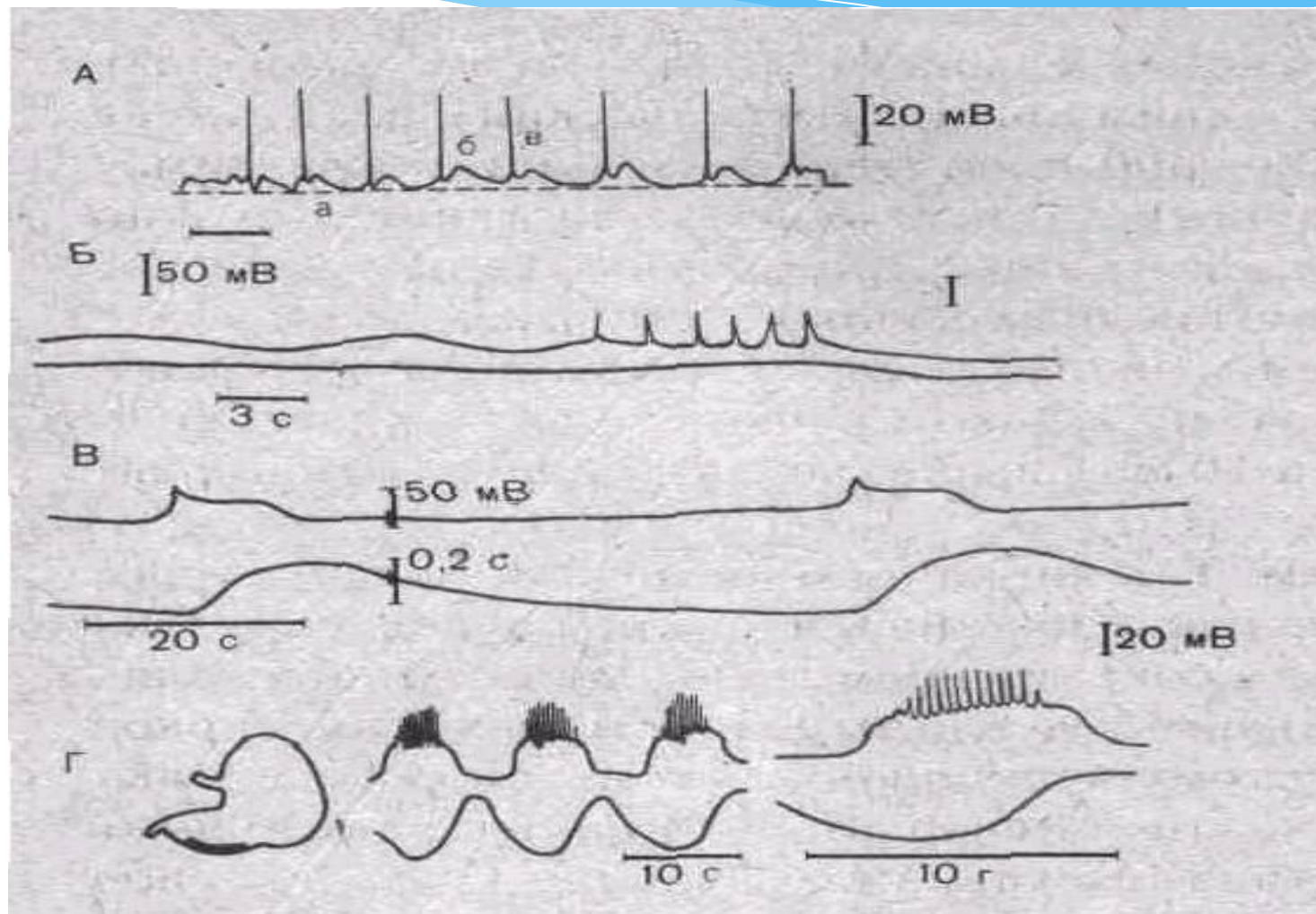
Список метаболитов

- * CO₂
- * Молочная к-та
- * Продукты превращения АТФ (аденозин)
- * Местные БАВ: ацетилхолин, гистамин, брадикинин
- * Прочие вещества...
- * Однако нет в этом списке вазоконстрикторов, что ослабляет значимость метаболической концепции в механизмах формирования БТ

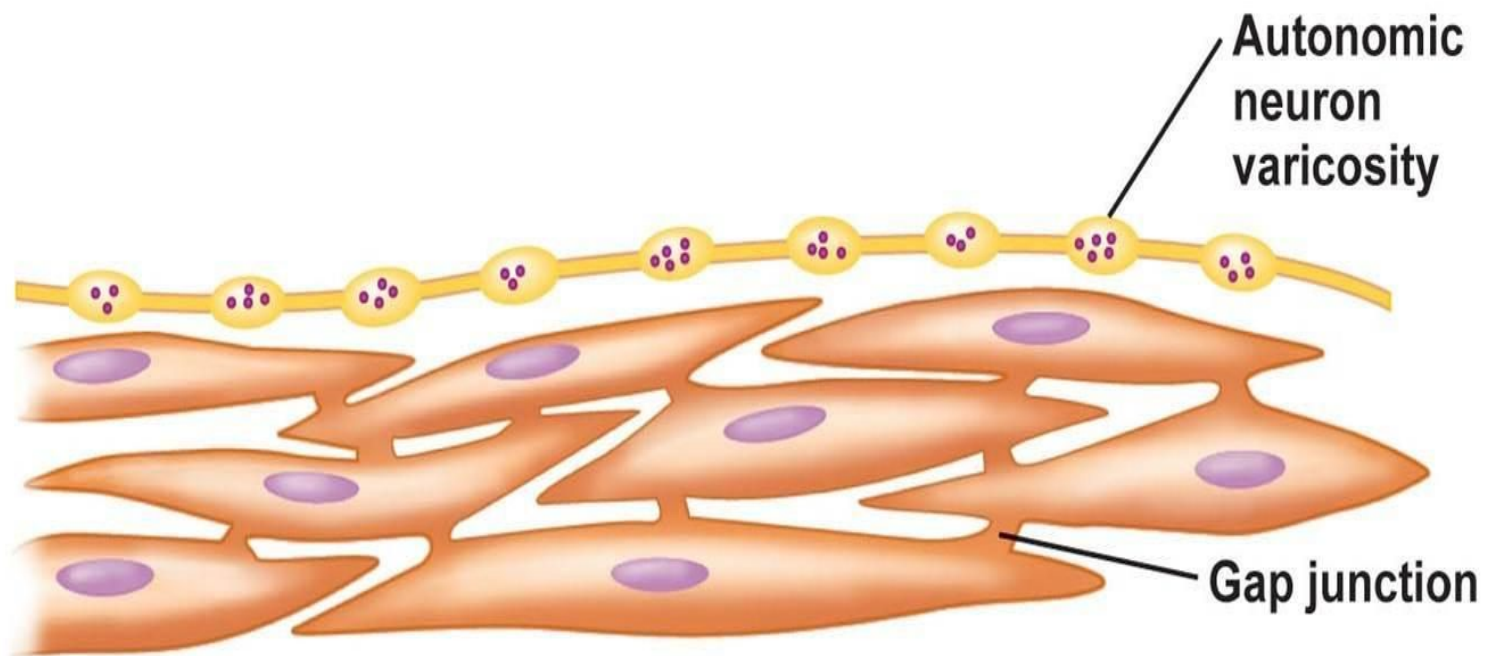
Концепция миогенного автоматизма

- * Это современный взгляд на процесс формирования БТ.
- * БТ- это результирующее постоянное напряжение стенки сосуда, состоящее из суммации множества автоматически работающих ГМК в стенке.

Электрическая активность ГМК

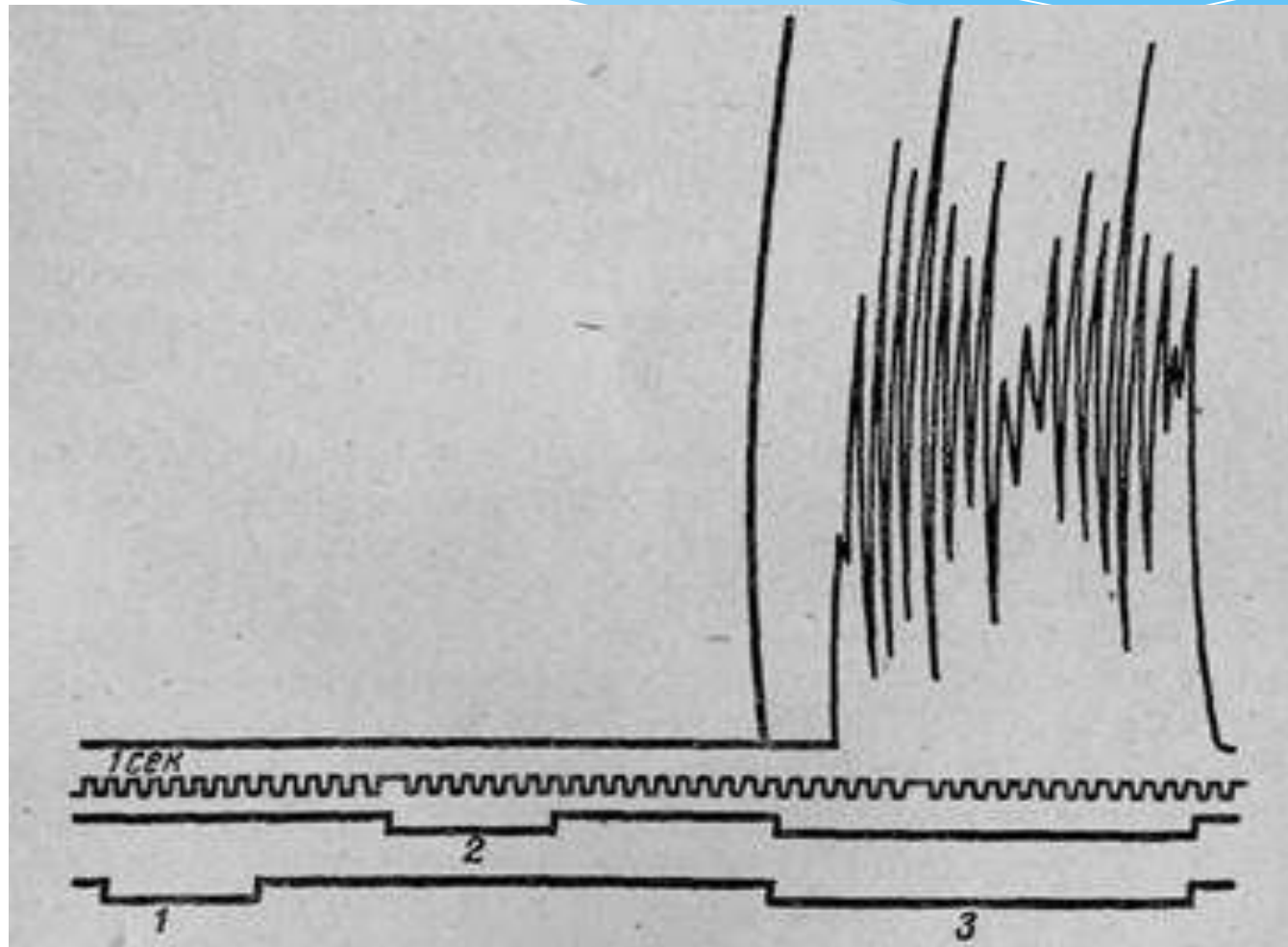


Моноунитарная иннервация ГМК

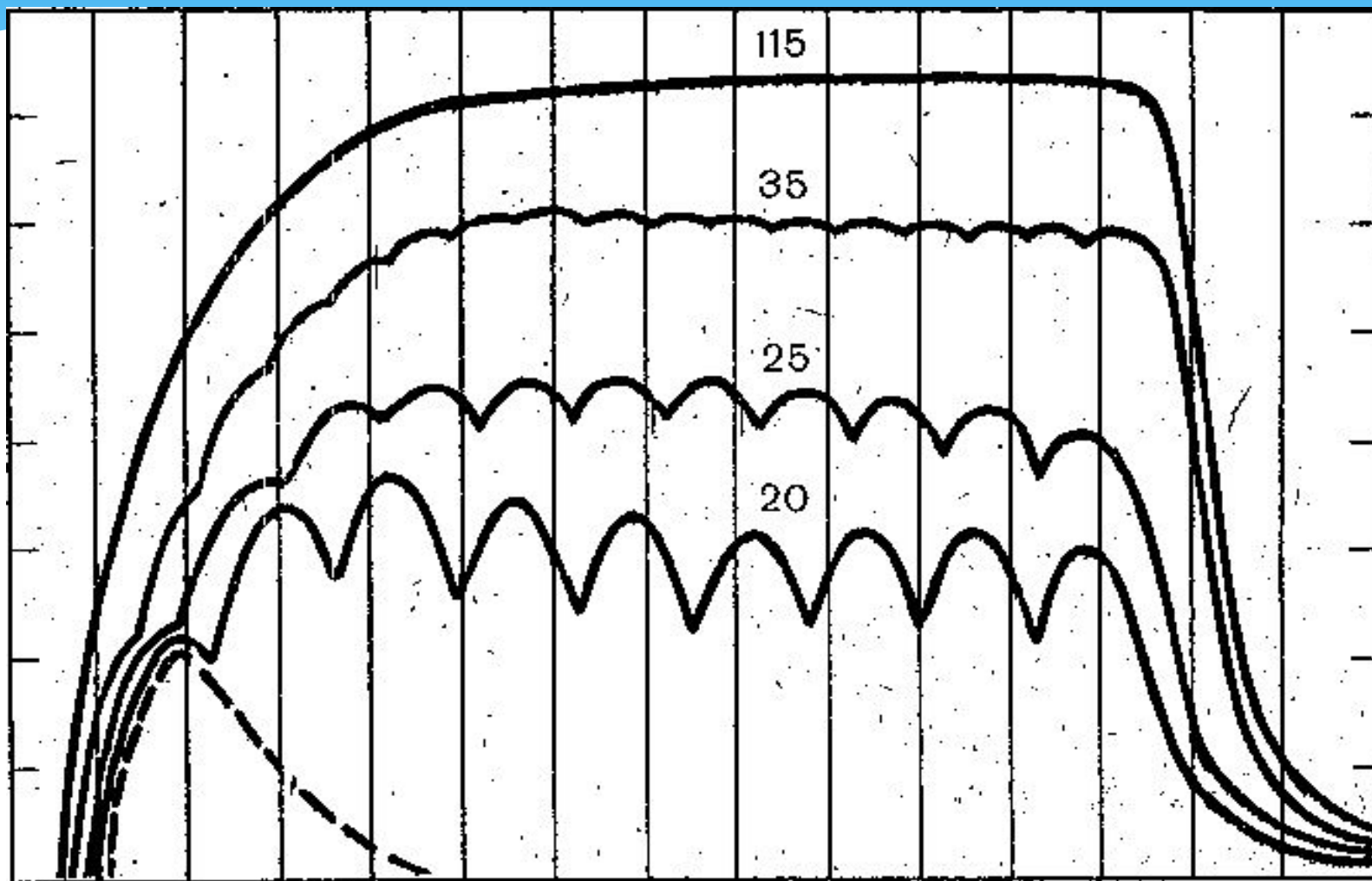


(b) Single-unit smooth muscle

Спонтанная ритмическая активность внутренней сонной артерии человека - произошла синхронизация одиночных сокращений ГМК. Клетки работают согласованно.



Суммация одиночных сокращений – произошла десинхронизация сокращений ГМК. Клетки работают несогласованно



Центральная регуляция сосудистого тонуса

- * 1. Нервная
- * 2. Гуморальная
- * Огромный вклад в истории физиологии нервной регуляции был сделан казанским ученым Ф.В. Овсянниковым. В 1871 г. он открыл - **сосудодвигательный центр продолговатого мозга** (на дне ромбовидной ямки)



Филипп Васильевич **Овсянников** (14 июня 1827 Санкт-Петербург— 25 мая 1906) — русский физиолог и гистолог.

- * Осенью 1858 г. поступил в [Казанский университет](#) ординарным профессором физиологии и общей патологии. В 1860 г., по поручению Казанского университета, ездил за границу для осмотра физиологических лабораторий. В 1862 г. О. избран адъюнктом академии наук, в 1863 г. в экстраординарные академики, в 1864 г. — в ординарные. В 1863 г. О. поступил ординарным профессором физиологии и анатомии в [Санкт-Петербургский университет](#), позднее читал анатомию, гистологию и эмбриологию, а с 1886 г. — исключительно [эмбриологию](#);

Бульбарный уровень регуляции

- * 1-2 мм ниже 4-холмия и 4-5 мм выше писчего пера
- * Состоит из нейронов 2-х назначений: **прессорных и депрессорных**
- * Оба типа гигантских нейронов расположены диффузно, имеют полисинаптические связи с сенсорными входами. Эфферентная импульсация направляется к преганглионарным клеткам латеральных рогов спинного мозга.

Спинальный уровень регуляции

- * В 1881 г. Гольц (Германия) доказал наличие сосудодвигательных центров в спинном мозге, они располагаются в боковых рогах серого вещества.
- * Спинномозговые перерезки (денервация) сосудодвигательных центров, снижают тонус периферических артерий, но лишь на 30-60 мин., после чего тонус возвращается к исходному уровню.

Роль коры и подкорковых образований

- * Изучена в работах И.П.Павлова, В.М. Бехтерева, Н. А.Миславского и многих других физиологов



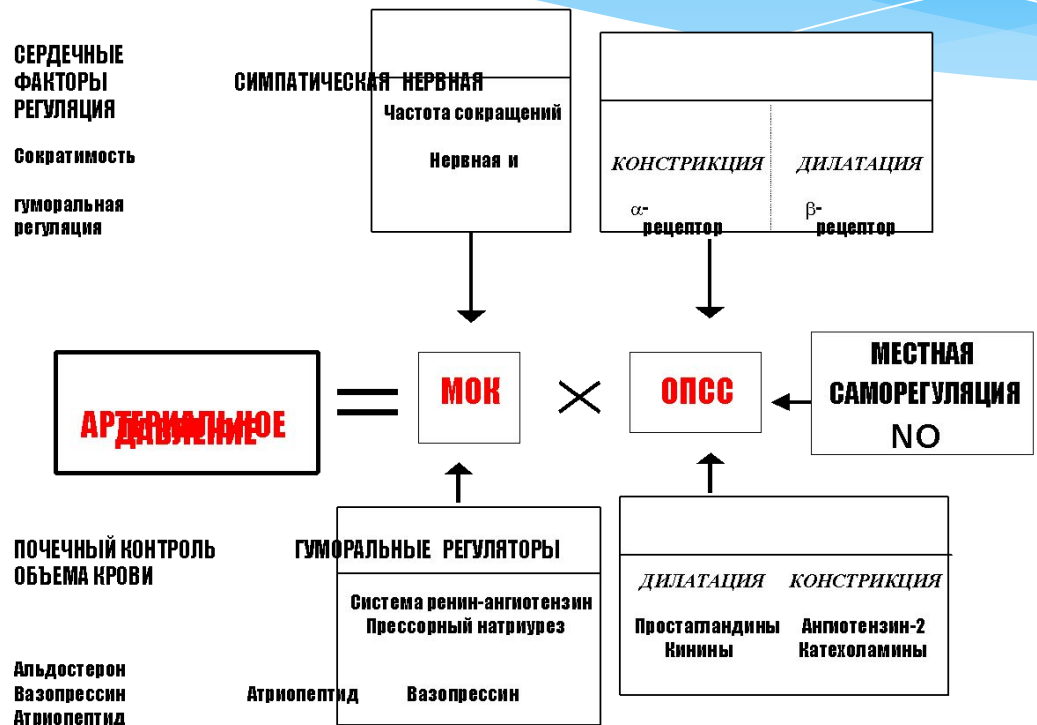
Кора БП является высшим центром регуляции тонуса сосудов

- * С помощью кортикальных центров обеспечивается условно-рефлекторная регуляция тонуса сосудов

Механизмы повышения АД при гипернатриемии

- * Накопление натрия в крови ведет к увеличению ее объема
- * Накопление натрия в эндотелии ведет к его набуханию и сужению просвета артериол
- * Избыток натрия в гладкомышечных клетках сосудов повышает их возбудимость

ПРИНЦИПЫ РЕГУЛЯЦИИ АД



ТИПЫ САМОРЕГУЛЯЦИИ КРОВООБРАЩЕНИЯ

$$* AD = MOK \times OPSS$$

- * **ГИПЕРКИНЕТИЧЕСКИЙ** **ГИПОКИНЕТИЧЕСКИЙ**
СЕРДЕЧНЫЙ (> MOK) **СОСУДИСТЫЙ** (< MOK)
- * **НОРМОКИНЕТИЧЕСКИЙ** или **ЗУКИНЕТИЧЕСКИЙ**
СМЕШАННЫЙ (и MOK, и OPSS)

Спасибо за внимание