



*Кафедра патологии медицинского факультета  
Санкт-Петербургского государственного университета*

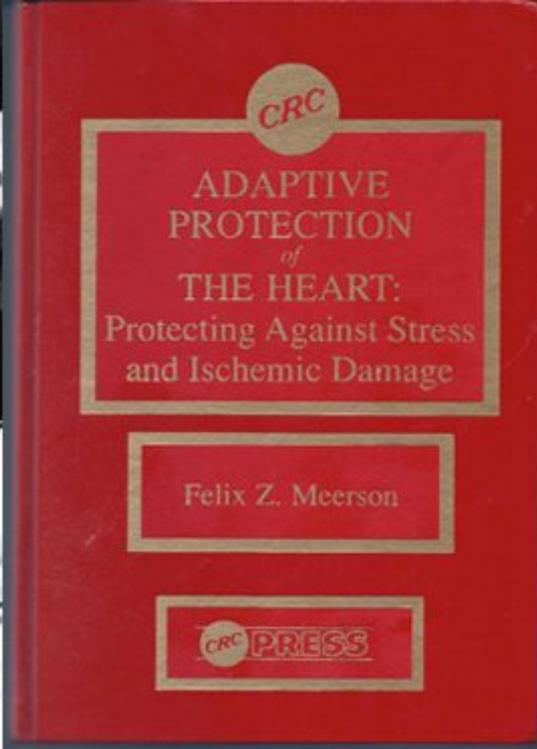
**Л.П. Чурилов**

# Недостаточность кровообращения Ч. 5

Ритмом галопа по Европам  
или

Патофизиология сердечно-сосудистой системы  
simply put

(Болезни перикарда и миокарда, включая ИБС,  
патофизиология аритмий и артериальной  
гипертензии)



**Феликс Залманович  
Меерсон  
(1926 – 2010)**

# Болезни миокарда

Кардиомиопатии

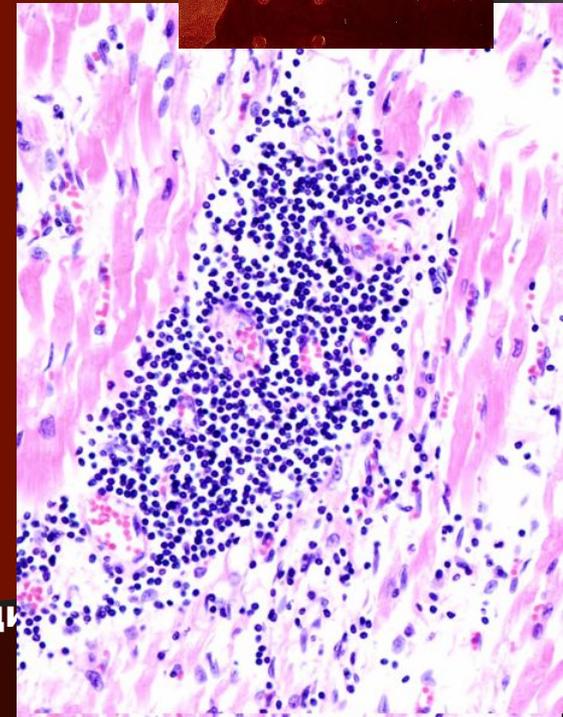
Миокардиты

ИБС

# Этиология миокардитов

Впервые существование воспаления мышцы сердца постулировал **Жан –Николя Корвизар (1755-1821)**. Научно существование миокардита доказал в 1837 г. немецкий патанатом И.-Ф. Соберхайм. До работ Г.Ф. Ланга все диффузные поражения миокарда неишемической природы считали миокардитами. После открытия миокардиодистрофий стали суживать понятие М. – до ревматического и дифтерийного. В конце XX века О.Сапир и А. Гор показали, что М. отмечается в 4-9% аутопсий и часто имеет инфекционную природу

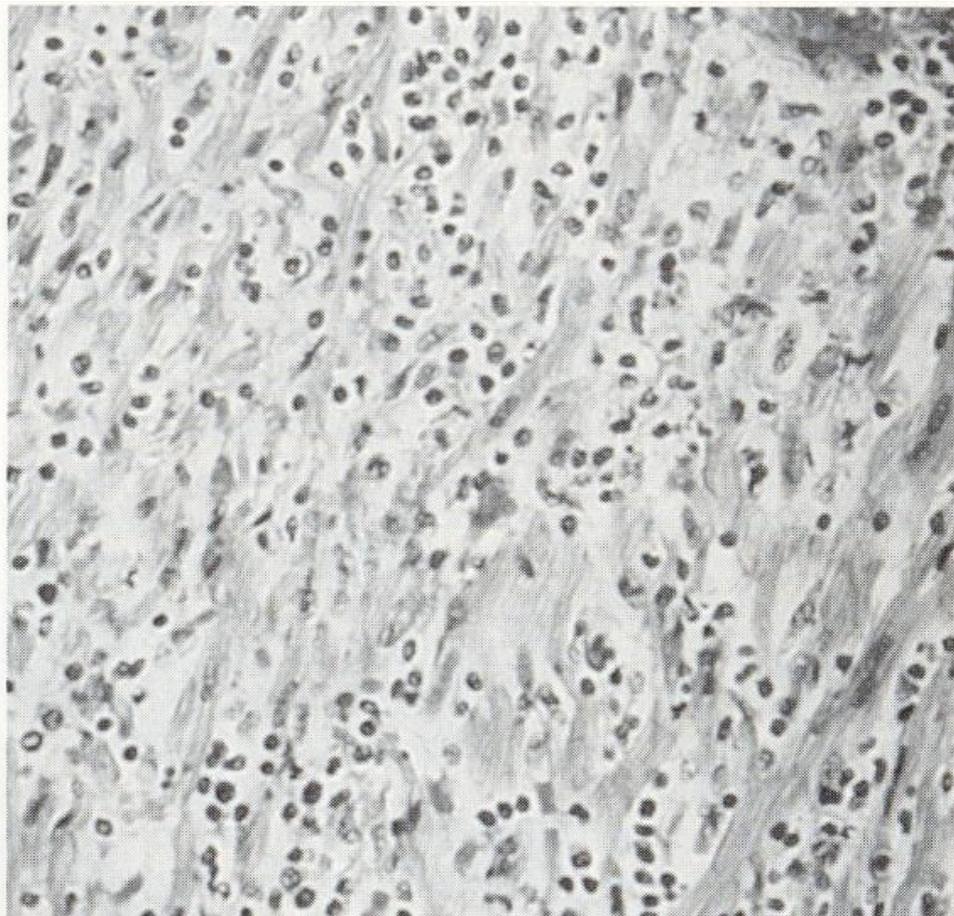
- **Первичный – идиопатический миокардит Абрамова-Фидлера** (возможно, на деле неидентифицированный возбудитель или ГЗТ)
- **Вторичные:**
  - Инфекционные
    - **вирусные** (энтеро- корь, свинка, краснуха, гриппа, Денге, группа герпеса) ---**микоплазменные**
    - **бактериальные**
    - спирохетозные** (боррелиозы - б-нь Лайма)
    - паразитарные** (б-нь Чагаса, токсоплазмоз, трихинеллез)
    - риккетсиозные** (цуцугамуши)
    - грибковые** (при иммунодефицитах)
  - Инфекционно-аллергические
    - ревматический
    - гигантоклеточный
    - **эндомиокардиальная эозинофильная болезнь Леффлера**
  - Аутоиммунные (при коллагенозах – б-нь Кавасаки, СКВ, РА)
  - Инфекционно-токсические
    - дифтерийный**
  - Метаболические
  - Токсические , включая лекарственные
    - адриамициновый, доксорубициновый**
  - Радиационные (с перикардитом) – с исходом в констр. перикарди, рестриктивную кардиомиопатию)



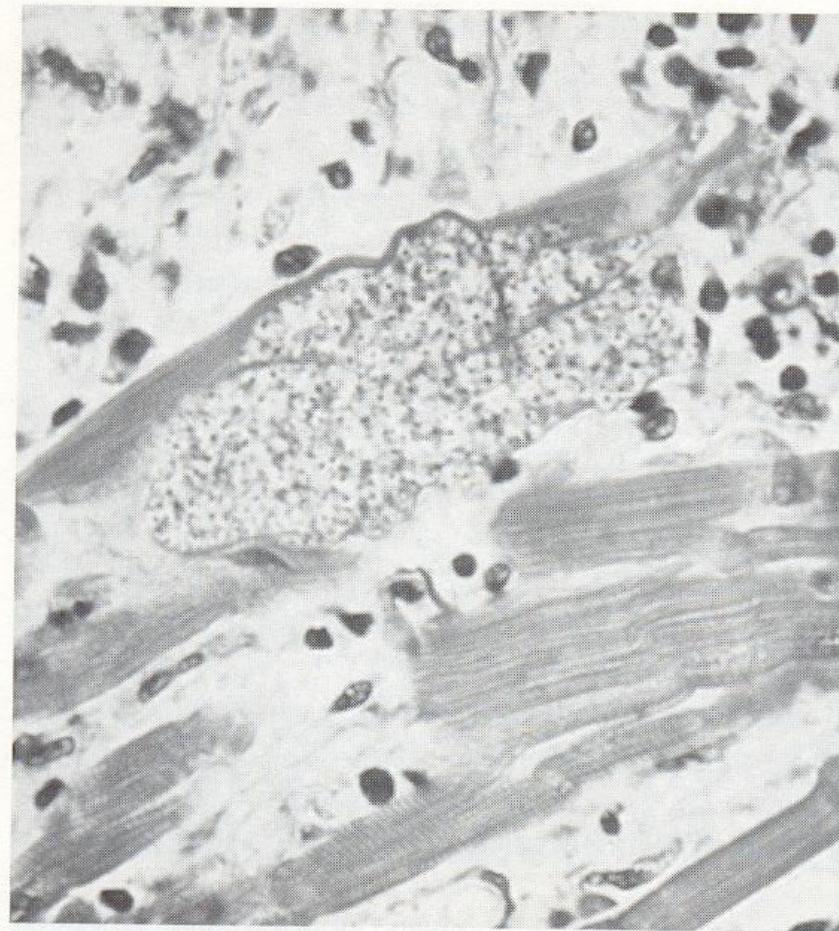
# Общий патогенез миокардитов

- Энергодинамическая СН
- Нарушения ионных градиентов и **аритмии**. При некоторых М. – типичны блокады.
- Снижение сократимости и ритм галопа
- Минорные проявления некроза кардиомиоцитов (гиперферментемия)
- Нередко- апоптогенное и некрозогенное действие **эозинофильных дефензинов** и цитокинов гранулём
- Фоновый ответ острой фазы
- Сопутствующий перикардит (радиационный) или эндокардит (ревматический)\_
- Прогрессирует в кардиомиопатию (эозинофильный – в рестриктивную, трипаносомозный – в дилатационную)
- Роль аутоантител (к гистаминовому рецептору, к кмц)

# Вирусный и паразитарный миокардит



**Figure 23–10.** Viral myocarditis, showing extensive muscle fiber destruction and marked lymphocytic infiltration. High magnification.



**Figure 23–11.** Chagas' disease of the myocardium showing both *Trypanosoma cruzi* in a distended myocardial fiber and the associated inflammation.

# Кардиомиопатии

**Первичные кардиомиопатии** – крайне распространенные некоронарогенные заболевания миокарда, являющиеся следствием **генетических дефектов белков поверхностного и сократительного аппарата, а также митохондрий** кардиомиоцитов, выявляются по мере кумулятивного действия факторов риска, обуславливающих перегрузку кардиомиоцитов .

Признаки воспаления отсутствуют или выражены минимально, гибель кардиомиоцитов – апоптотическая, а не некротическая.

**Вторичные кардиомиопатии** (отечественный термин Г.Ф. Ланга – **миокардиодистрофии**) – некоронарогенные поражения миокарда вследствие установленных первичных метаболических, токсических или воспалительных заболеваний.

**НЕ БУДЬТЕ В ПЛЕНУ У МОДНЫХ ТЕРМИНОВ!**

Грань между первичными и вторичными КМП условна, т.к. болезни, приводящие ко вторичным КМП могут рассматриваться, как факторы, выявляющие скрытую первичную генетическую неполноценность КМЦ

# Классификация КМП

- Первичная КМП
  - Дилатационная
  - Гипертрофическая
  - Рестриктивная
  - Аритмогенная правожелудочковая (болезнь Фонтана)
  - Врожденная губчатая (от разволокнения левого желудочка)
- Вторичные КМП
  - Алкогольная
  - Кобальтовая
  - Кадмиевая
  - цериевая
  - кокаиновая
  - Эндокринные, в т.ч. тиротоксическая, диабетическая
  - Метаболические, в т.ч. при амилоидозе, гемохроматозе
  - В исходе миокардитов

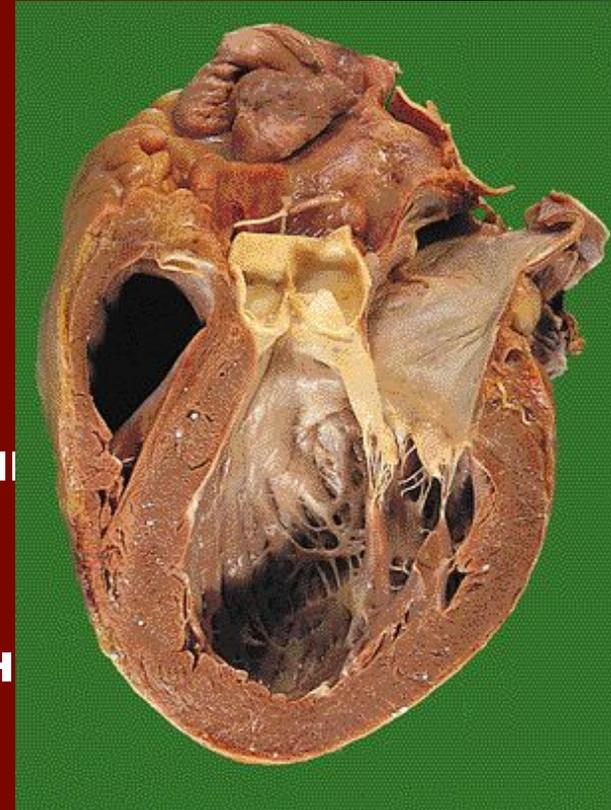
# Дилатационная (застойная) КМП

- Повышение КДО и ДД в желудочках без предшествующей перегрузки, нарушение систолического опорожнения, страдает сократимость
- 60% всех КМП, чаще у молодых мужчин, типичный повод для трансплантации сердца
- Наследственные случаи 10-20%— генокопии (сцепленная с X, АД и АР).
- Первичные дефекты – При X-сцепленной форме -дистрофин (белок, крепящий актин и саркомеры к клеточной мембране КМЦ).

При АД форме – актин, десмин или ламины А/С. (включает нитевидную миопатию)

При АР форме – мутации митохондриальных генов, дефект тафацина (синдром Барта)

Может сочетаться с атаксией Фридрейха и нарушением проводимости

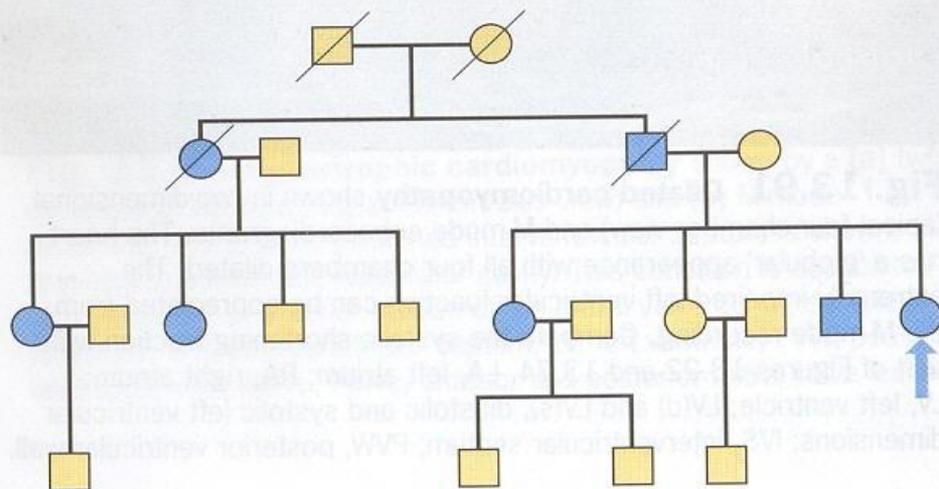


Генетика КМП  
подробно  
рассматривается  
по: Towbin, JA;  
Bowles NE (January  
2002). "The failing  
heart". Nature 415  
(6868): 227–233.

## Генетические аспекты этиологии дилатационной КМП

Phenotype	Inheritance pattern	Chromosomal locus	Gene	Protein	Skeletal myopathy
Dilated cardiomyopathy	X-linked	Xp21	dystrophin	Dystrophin	Duchenne / Becker muscular dystrophy
	X-linked	Xq28	G4.5	Tafazzin	Barth syndrome
	Autosomal dominant	15q14	actin	Actin	Nemaline myopathy
		2q35	desmin	Desmin	Desmin myopathy
		5q33	$\delta$ -sarcoglycan	$\delta$ -sarcoglycan	Limb girdle muscular dystrophy 2F
		1q32	Troponin T	Troponin T	
		14q11	$\beta$ -myosin heavy chain	$\beta$ -myosin heavy chain	
		15q2	$\alpha$ -tropomyosin	$\alpha$ -tropomyosin	Nemaline myopathy
		Midna	Mitochondrial respiratory chain	Mitochondrial respiratory chain	Mitochondrial myopathy
Dilated cardiomyopathy with conduction disease	Autosomal dominant	1q21	lamin A/C	Lamin A/C	Emery-Dreifuss muscular dystrophy

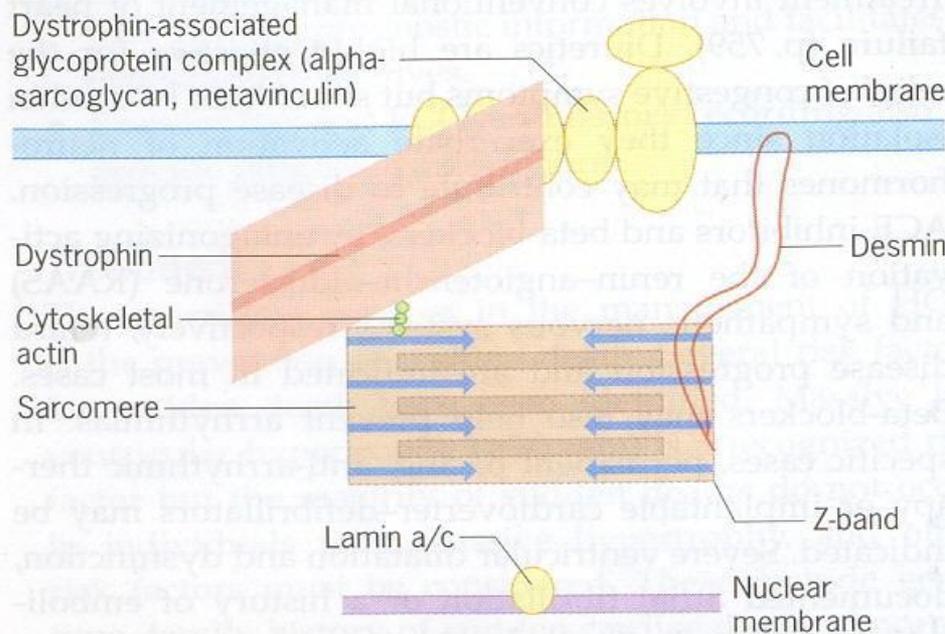
**Вторичные формы –  
 аутоиммунная  
 (аутоантитела к этим белкам),  
 пост-миокардитическая и ряд  
 метаболических и токсических,  
 особенно алкогольная,  
 кобальтовая, тиропатические**



**Fig. 13.89** Pedigree of a family with dilated cardiomyopathy. Blue symbols are affected family members. The arrow indicates the index case.

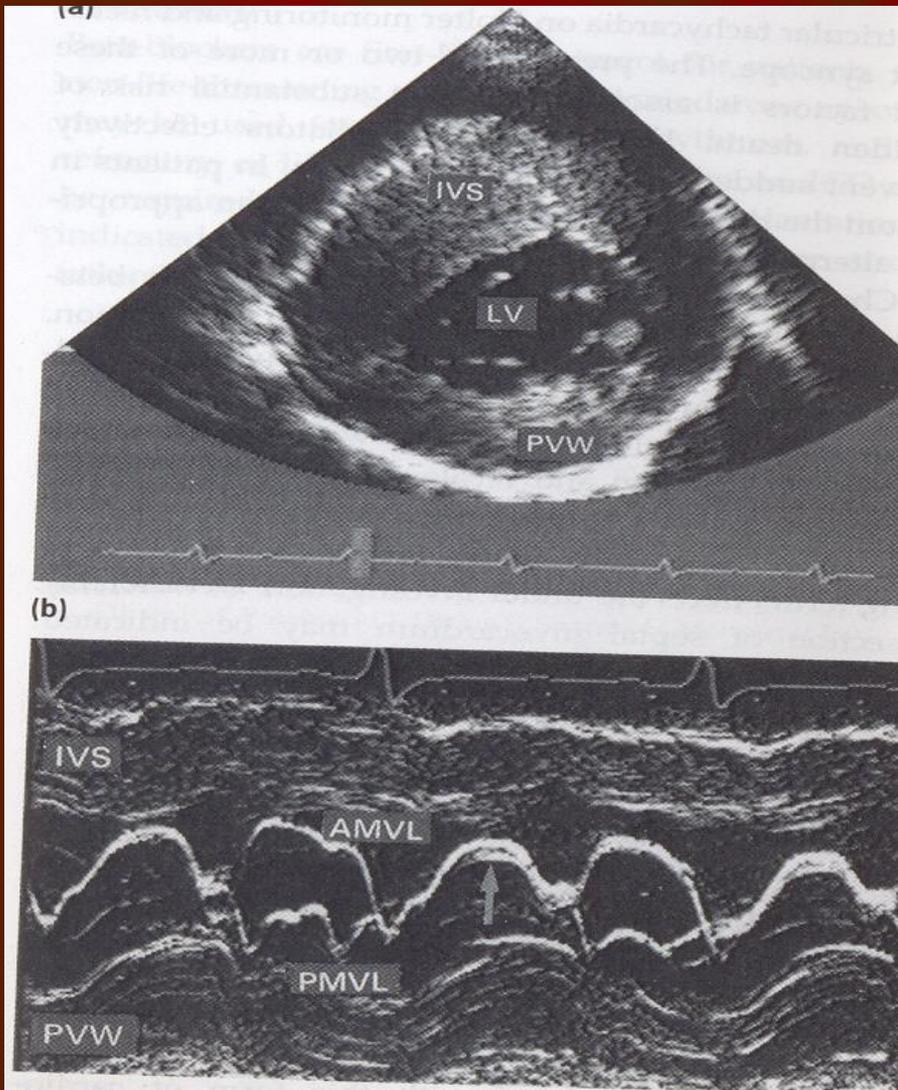
**Causes of dilated cardiomyopathy (DCM)**

Genetic	e.g. autosomal dominant DCM, X-linked cardiomyopathy
Inflammatory	Post-infective, autoimmune, connective tissue diseases (systemic lupus erythematosus, systemic sclerosis)
Metabolic	e.g. glycogen storage disease
Nutritional	Thiamin, selenium deficiency
Endocrine	Acromegaly, thyrotoxicosis, myxoedema, diabetes mellitus
Infiltrative	Hereditary haemochromatosis
Neuromuscular	e.g. muscular dystrophy, Friedreich's ataxia, mitochondrial myopathies
Toxic	Alcohol, cocaine, doxorubicin, cyclophosphamide, cobalt
Haematological	Sickle cell anaemia, thrombotic thrombocytopenic purpura

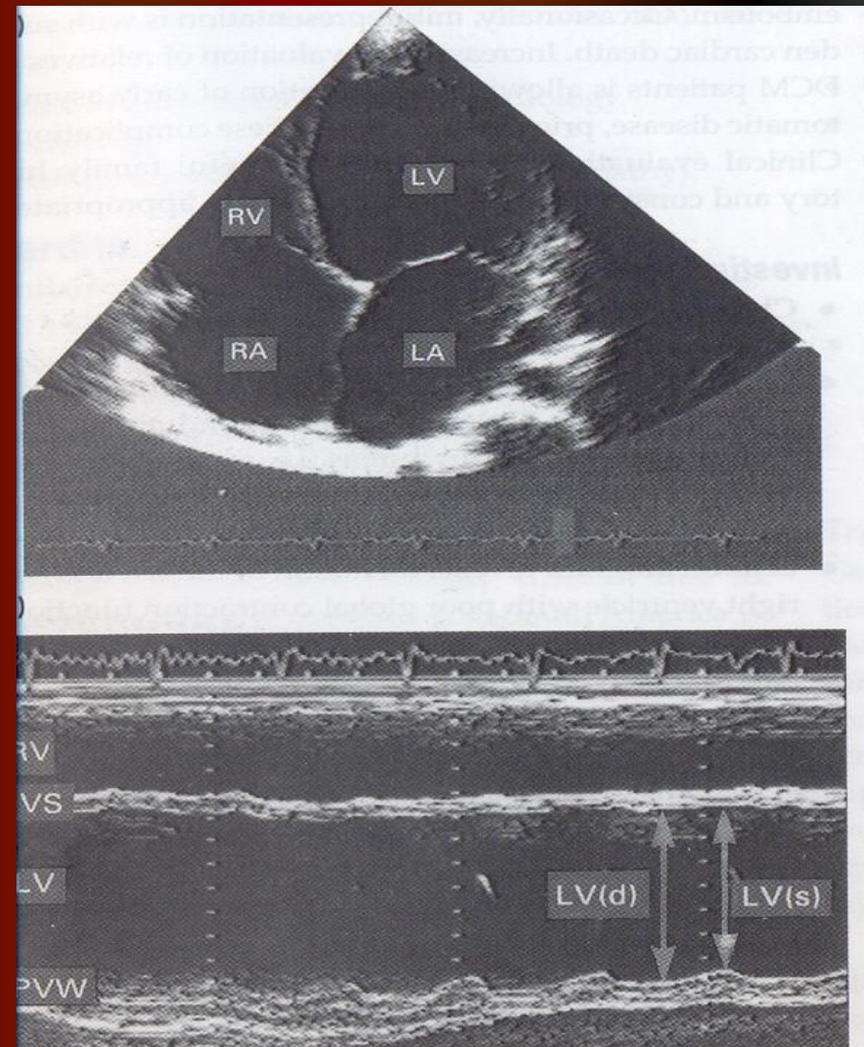


**Fig. 13.90** Schematic representation of myocyte proteins implicated in dilated cardiomyopathy (DCM). See also Fig. 13.1

# УЗИ при дилатационной и гипертрофической КМП



**Fig. 13.93 Hypertrophic cardiomyopathy** shown by a (a) two-dimensional echocardiogram (short-axis view) and (b) M-mode recording. The grossly thickened interventricular septum is shown, resulting in a small left ventricular cavity. This condition is associated with an abnormal anterior motion of the mitral valve during systole (arrowed). IVS, interventricular septum; LV, left ventricle; PVW, posterior ventricular wall; AMVL, PMVL, anterior and posterior motion of the mitral valve.

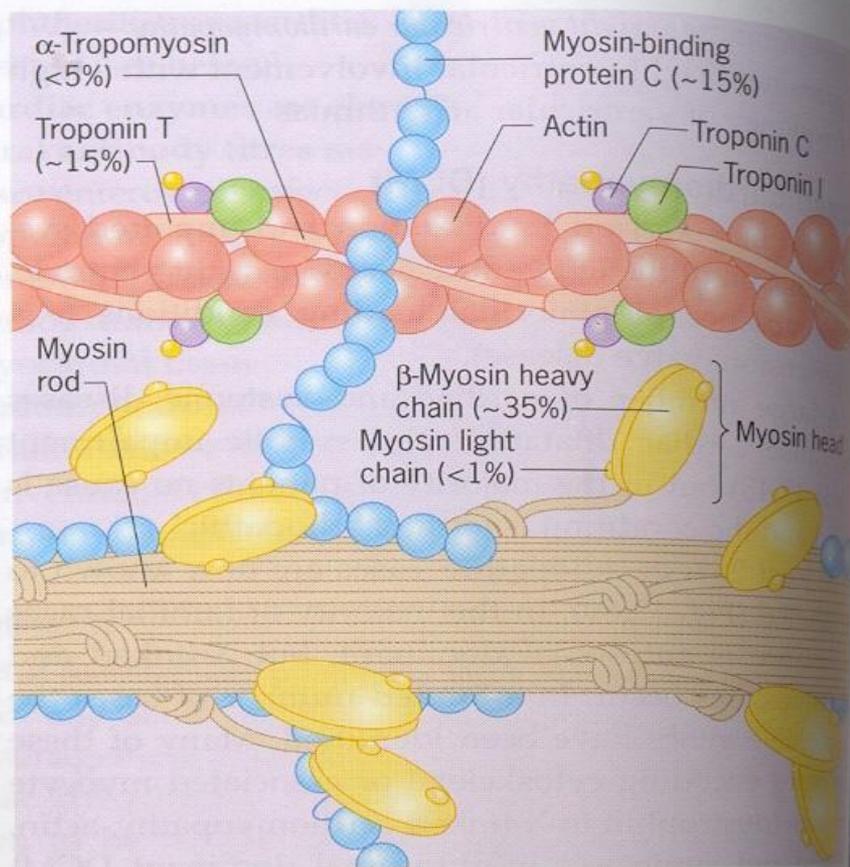


**Fig. 13.91 Dilated cardiomyopathy** shown in two-dimensional (typical four-chamber view) and M-mode echocardiograms. The heart has a 'globular' appearance with all four chambers dilated. The extremely impaired left ventricular function can be appreciated from the M-mode recording. Compare the systolic shortening fraction with that of Figures 13.22 and 13.74. LA, left atrium; RA, right atrium; RV, left ventricle; LV(d) and LV(s), diastolic and systolic left ventricular dimensions; IVS, interventricular septum; PVW, posterior ventricular wall.

# Гипертрофическая

## КМП

- Нарушение диастолического наполнения, апропульсивная СН
- Обструктивная (с утолщением МЖП и блоком выброса в аорту) и диффузная необструктивная формы
- Повышенная ч-сть к КХА, сопутствующие коллагенопатии, дезорганизация стромы миокарда
- Наследственные дефекты – 60%, 14-я хр., чаще АД, белков саркомера (**тропонин Т** – гипертрофия меньше, но риск внезапной сердечной смерти больше; **тяжелая цепь бета-миозина** – гипертрофия выражена, но течение мягче; **аномалии рецептора ангиотензинов** – часто связана с гипертонзией; **миозинсвязывающий белок С** – позднее гериатрическое проявление)
- вторичные формы – аутоиммунная (ростостимулирующие аутоантитела, есть модель на кроликах); при митохондриальных миопатиях, гликогенозах, синдроме Нунана
- У мужчин 20-40 лет



**Fig. 13.92 Sarcomeric proteins implicated in hypertrophic cardiomyopathy.** Reproduced with permission from Spirito P et al. (1997) The management of hypertrophic cardiomyopathy. *New England Journal of Medicine* **336**: 775–785. © Massachusetts Medical Society

## Генетические аспекты этиологии гипертрофической КМП

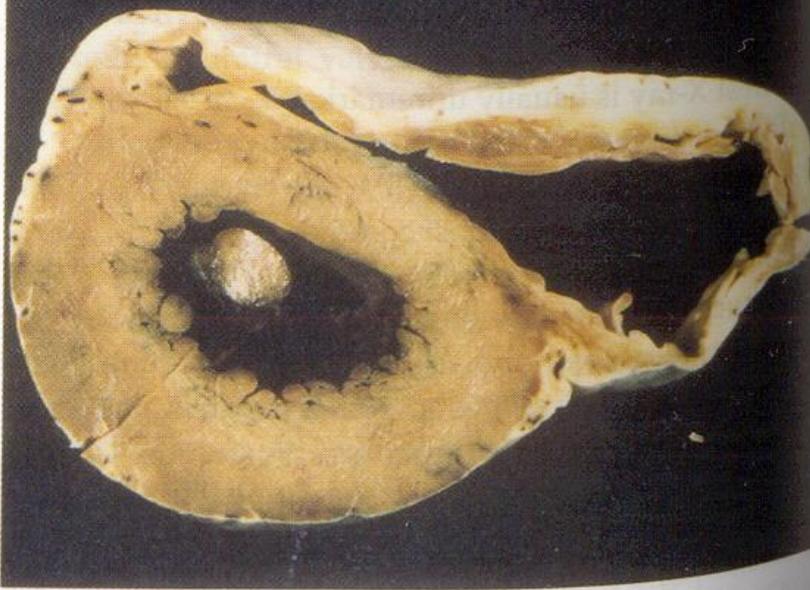
Phenotype	Inheritance pattern	Chromosomal locus	Gene	Protein	Skeletal myopathy
Hypertrophic cardiomyopathy	Autosomal dominant	14q11	$\beta$ -myosin heavy chain	$\beta$ -myosin heavy chain	
		14q11	$\beta$ -myosin heavy chain	$\beta$ -myosin heavey chain	
		1q32	Troponin T	Troponin T	
		12q23	Troponin T	Troponin T	
		15q2	$\alpha$ -tropomyosin	$\alpha$ -tropomyosin	Nemaline myopathy
		11q11	myosin-binding protein C	myosin-binding protein C	
		3p21	myosin essential light chain	myosin essential light chain	
		3p21	myosin regulatory light chain	myosin regulatory light chain	
		2p31	titin	Titin	
Hypertrophic cardiomyopathy with Wolf-Parkinson-White syndrome		7q3	AMPK	AMPK	
		MIDINA	Mitochondrial respiratory chain	Mitochondrial respiratory chain	Mitochondrial myopathy

# Рестриктивная КМП (болезнь Беккера, с эозинофилиями - вариант синдрома Лёффлера)

- Фиброз и утолщение эндокарда и миокарда желудочков, иногда – с хордами, **нарушение диаст. наполнения Ж и дилатация предсердий без гипертрофии кардиомиоцитов**
- Часто ассоциируется с **гиперэозинофилией**, эндомиокардитом Лёффлера. Может быть при эндомиокардиальном фиброзе, фиброэластозе плода и карциноиде.
- Связана с **гиперсеротонинемией**. Какую-то роль играют димеры триптофана. В Японии описана токсическая гиперэозинофилия с исходом в РКМП после потребления некачественной триптофановой добавки.
- **Имеется эндемическая африканская форма**
- **Роль гипомagneзиемии и избытка ЦЕРИЯ**
- Вторичная форма – при амилоидозе.
- Характерны как и при констриктивном перикардите повышение югулярного давления и диастолический коллапс (симптом Фридерейха) и парадоксальный пульс с повышением венозного давления на вдохе (с-м Куссмауля)

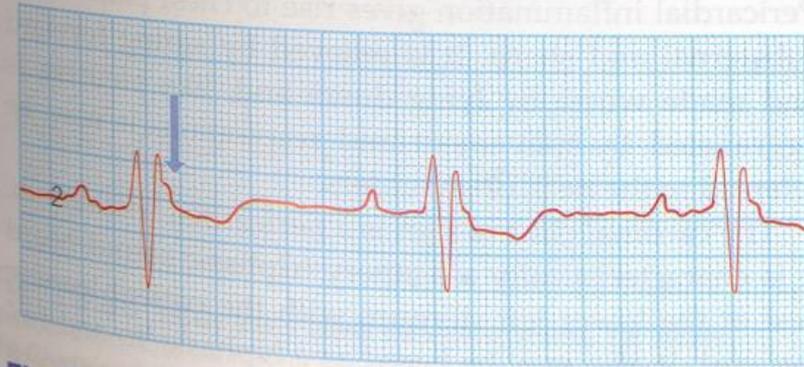


## Правожелудочковая аритмогенная КМП – «пергаментное сердце»



**Fig. 13.94** Gross pathological specimen demonstrating thinning and fibrofatty replacement of RV free wall. From Basso et al. (1996) *Circulation* 94: 983–991 with permission.

extrasystoles of right ventricular origin and runs of non-sustained or sustained ventricular tachycardia.



**Fig. 13.95** Electrocardiogram from an adult with arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy (ARVC) demonstrating RBBB and precordial T wave insertion with epsilon waves visible at the terminal of the QRS complex (arrow).

- Редкая КМП детей и подростков, частая причина внезапной младенческой смерти и внезапной сердечной смерти молодых людей, в частности – спортсменов. Генетический дефект транспорта жирных кислот в митохондрии, нарушение сократимости и электрических свойств, ведет к стеатозу и некробиозу кардиомиоцитов. Может повести к аритмии, разрыву ПЖ и тампонаде сердца. 50% наследственных случаев, АД. Генокопии, один из дефектов – плакоглобина, белка десмосом и межклеточных контактов, сопровождается дерматологическими стигмами (**синдром Наксоса**)

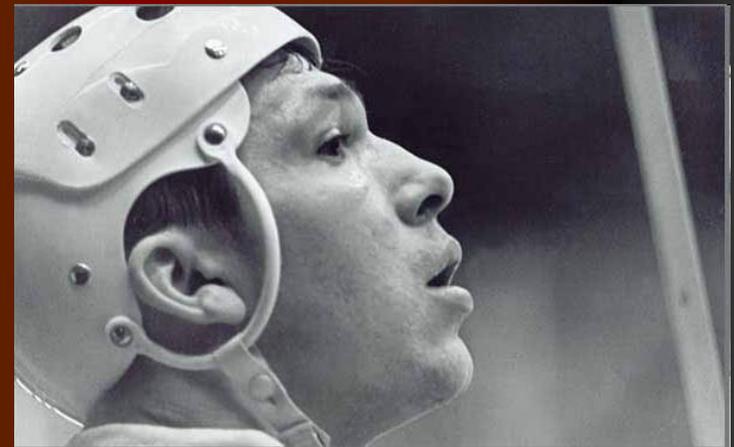


**Марк Вивьен Фоз**, умер на поле в 28 лет от обструктивно-гипертрофической КМП

**Алексей Черепанов**, умер во дворце спорта в 19 лет от пергаментной кардиомиопатии

**Миклош Фехер**, умер на поле от гипертрофической КМП в 25 лет

**Виктор Блинов**, умер в 32 года на баскетбольной тренировке от алкогольной МКД



**КМП – особенно, обструктивная гипертрофическая форма и «пергаментное сердце» - частая причина внезапной смерти молодых людей при физических нагрузках, важная проблема спортивной медицины.**

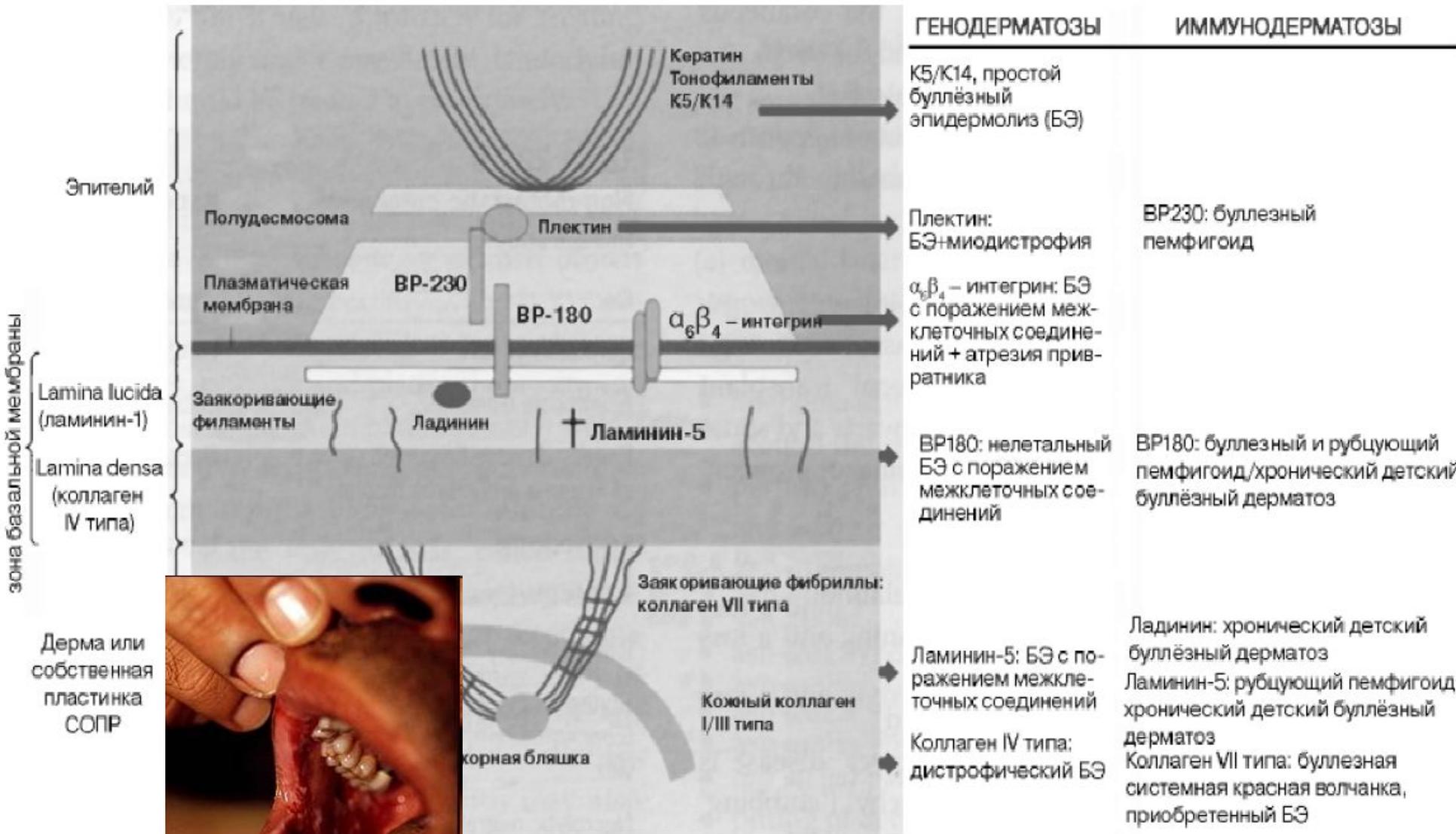


Рис. 4  
СОПР

е соединительной зоны покровного эпителия и собственной пластинки  
игены –мишени при иммунобуллезных и дефекты – при генобуллезных  
дерматозах (по Д. Пейге, 2002)

# Болезни перикарда

Перикардиты

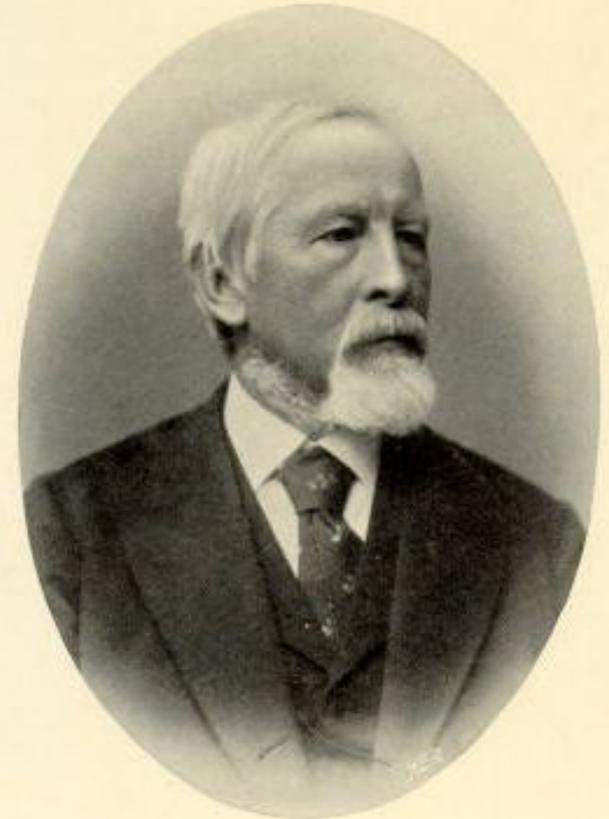
Гидроперикард и тампонада сердца

Опухоли перикарда

## Основоположники клинико-патофизиологического изучения перикардитов

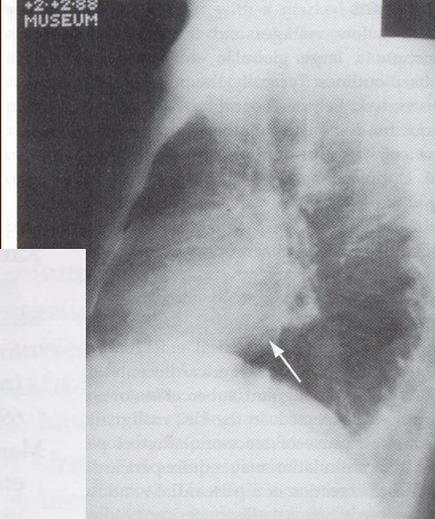
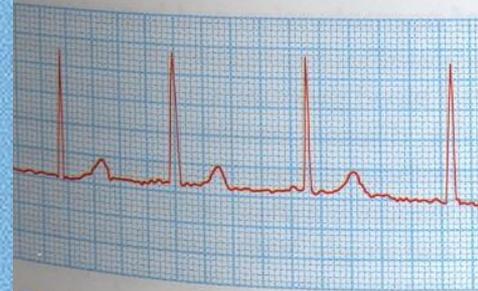
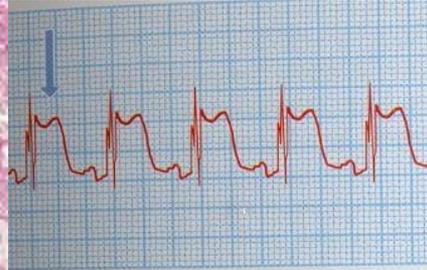
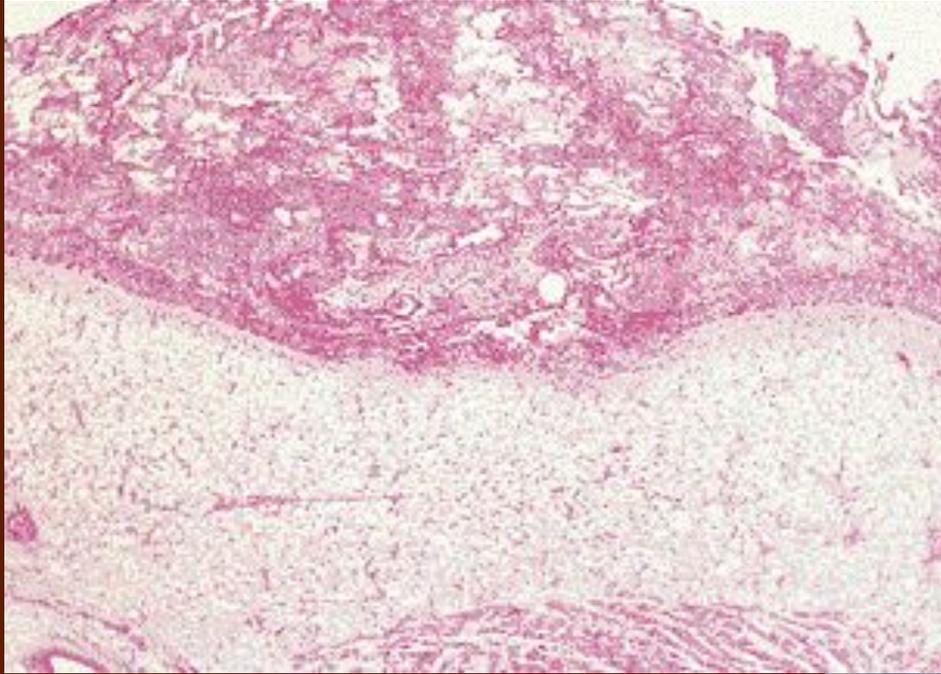
Kussmaul A., 1822-1902 гг., немецкий терапевт, психоневролог, литератор и поэт. Первым провел эзофагогастроскопию, ввел в практику промывание желудка, описал кетоацидотическую кому и ацидотическое дыхание при сахарном диабете (кома Куссмауля, 1874 г.), фарингит с отеком и краснотой глотки при ртутном отравлении (фарингит Куссмауля), прогрессивный бульбарный паралич. Вместе с немецким патологом R.R. Maier (1824-1888 гг.) описал в 1866 г. узелковый периартериит (болезнь Куссмауля-Майера), описал афазию Куссмауля – добровольный мутизм у душевнобольных (1885 г.), открыл ключевые симптомы нарушения опорожнения правого желудочка при тампонаде сердца и констриктивном перикардите – парадоксальное увеличение давления в яремных венах на вдохе и парадоксальный пульс – подчеркнуто выраженное снижение систолического артериального кровяного давления на вдохе (признаки Куссмауля, 1873 г.)

ADOLF KUSSMAUL



*Adolf Kussmaul*

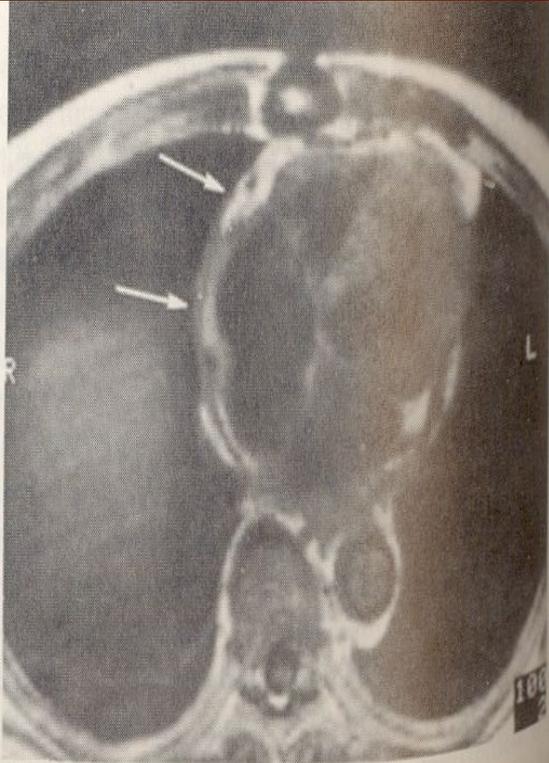
# Проявления перикардитов



97 Chest X-ray showing pericardial calcification

**13.96 ECGs associated with pericarditis. (a) Acute pericarditis.** Note the raised ST segment, concave upwards (arrow). **(b) Chronic phase of pericarditis** associated with a pericardial effusion. Note the T wave flattening and inversion and the alternation of QRS amplitude (QRS alternans). **(c)** The same patient after drainage of the pericardial fluid. Note that the QRS voltage has increased and the T waves have returned to normal.

# Этиология и проявления перикардитов



any described as having three components, each as-

Table 10-8. Causes of pericarditis.

Infections	
Viral:	<u>Coxsackievirus</u>
Bacterial	
	Tuberculosis
Purulent:	<u>Staphylococcal</u> , <u>pneumococcal</u>
Protozoal:	<u>Amebiasis</u>
Mycotic:	<u>Actinomycosis</u> , <u>coccidioidomycosis</u>
Collagen-vascular disease	
	<u>Systemic lupus erythematosus</u>
	<u>Scleroderma</u>
	<u>Rheumatoid arthritis</u>
Neoplasm	
Metabolic	
	Renal failure
Injury	
	<u>Myocardial infarction</u>
	<u>Postinfarction</u>
	<u>Postthoracotomy</u>
	Trauma

## Clinical Presentation

Pericardial effusion may occur in response to any cause of pericarditis, so the patient may develop chest pain or pericardial rub as described above. In addition, pericardial effusion may develop slowly and may be asymptomatic. However, sudden filling of the pericardial space with fluid can have catastrophic consequences by limiting ventricular filling

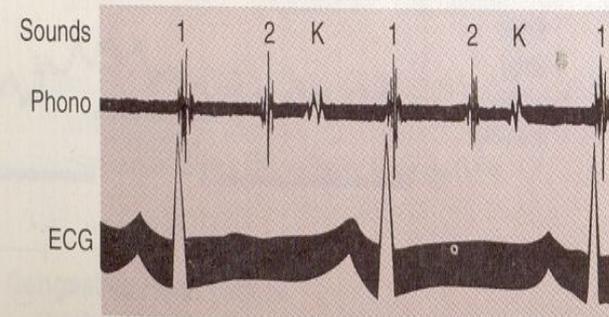
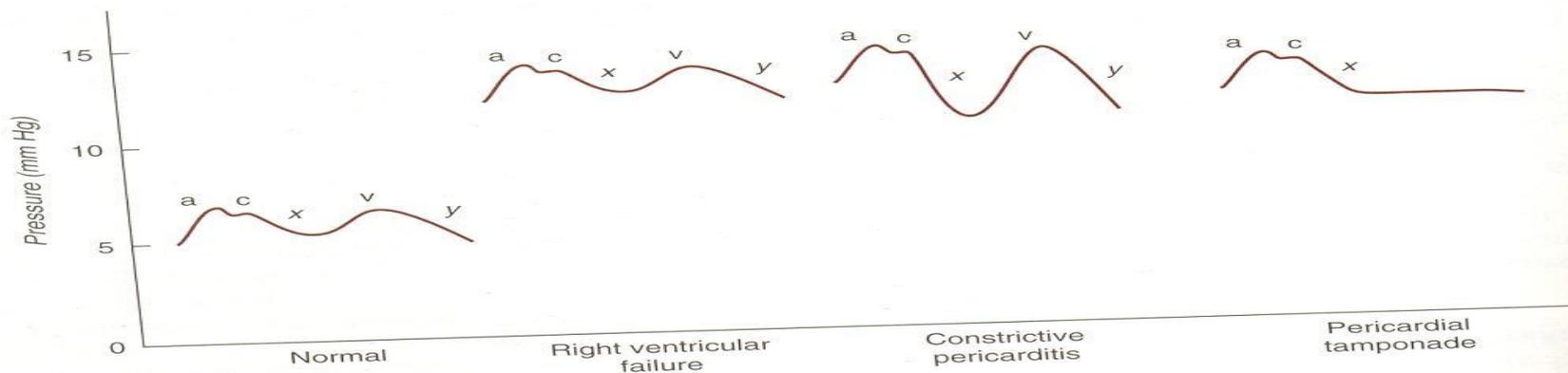
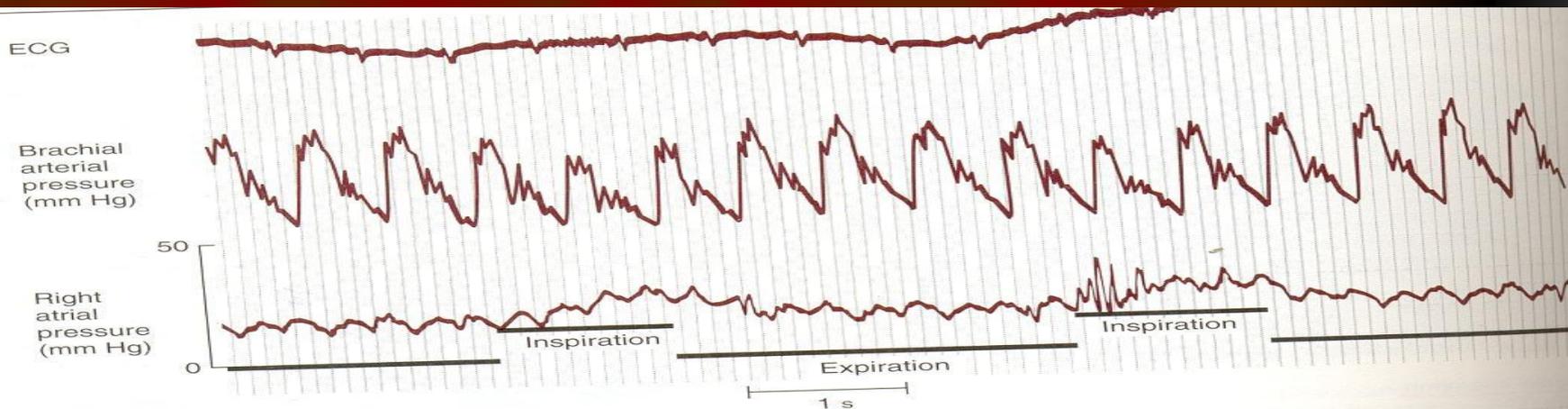


Figure 10-27. Magnetic resonance image of cross-section of thorax showing pericardial thickening (arrows) in a patient with constrictive pericarditis. (Courtesy of C Hig-

# Гемодинамика при заполнении перикарда и тампонаде сердца



**Figure 10-29.** Jugular venous pressure waveforms in various kinds of heart disease. In right ventricular failure, mean jugular venous pressure is elevated, but the waveforms remain relatively unchanged. If right ventricular failure is accompanied by tricuspid regurgitation, the *v* wave may become more prominent (since the right atrium is receiving blood both from systemic venous return and the right ventricle). In constrictive pericarditis the *y* descent becomes prominent since the right ventricle rapidly fills in early diastole. In contrast, in pericardial tamponade, the right ventricle only fills during early systole, so that only an *r* descent is observed. In both constrictive pericarditis and pericardial tamponade, mean jugular venous pressure is elevated.



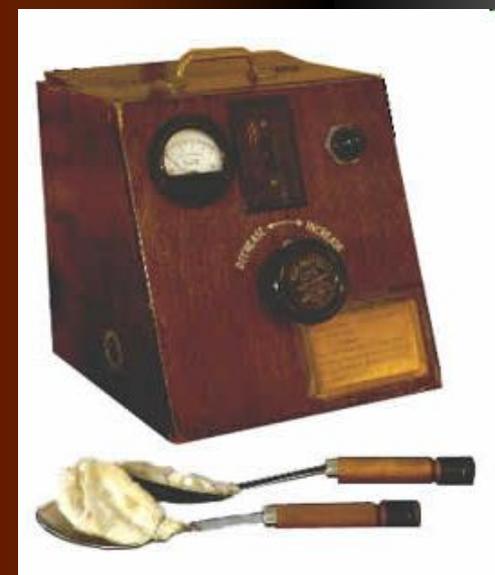
**Figure 10-30.** Brachial arterial and right atrial pressures showing pulsus paradoxus in a patient with constrictive pericarditis and an increase in right atrial pressure on inspiration (Kussmaul's sign). Both the systolic and diastolic atrial pressures rise with inspiration. (Reproduced, with permission, from Cheitlin MD, Sokolow M, McIlroy MB: *Clinical Cardiology*, 6th ed. Appleton & Lange, 1993.)

## **Парадоксальный пульс.**

**Важнейший признак сердечной тампонады заключается в более выраженном, чем в норме (10 мм рт. ст.) уменьшении систолического АД при вдохе. В случае значительной выраженности этого признака его можно выявить, пальпируя ослабление или исчезновение артериального пульса во время вдоха. Однако чаще требуется сфигмоманометрическая регистрация систолического АД во время замедленного дыхания. Парадоксальный пульс возникает лишь примерно у 30 % больных с констриктивным перикардитом. Он не патогномоничен для заболевания перикарда, поскольку он может встречаться при различных формах рестриктивных кардиомиопатий и при обструктивном, либо гиповолемическом шоке и тяжелой бронхиальной астме.**

## Основоположники клинико-патофизиологического изучения перикардитов

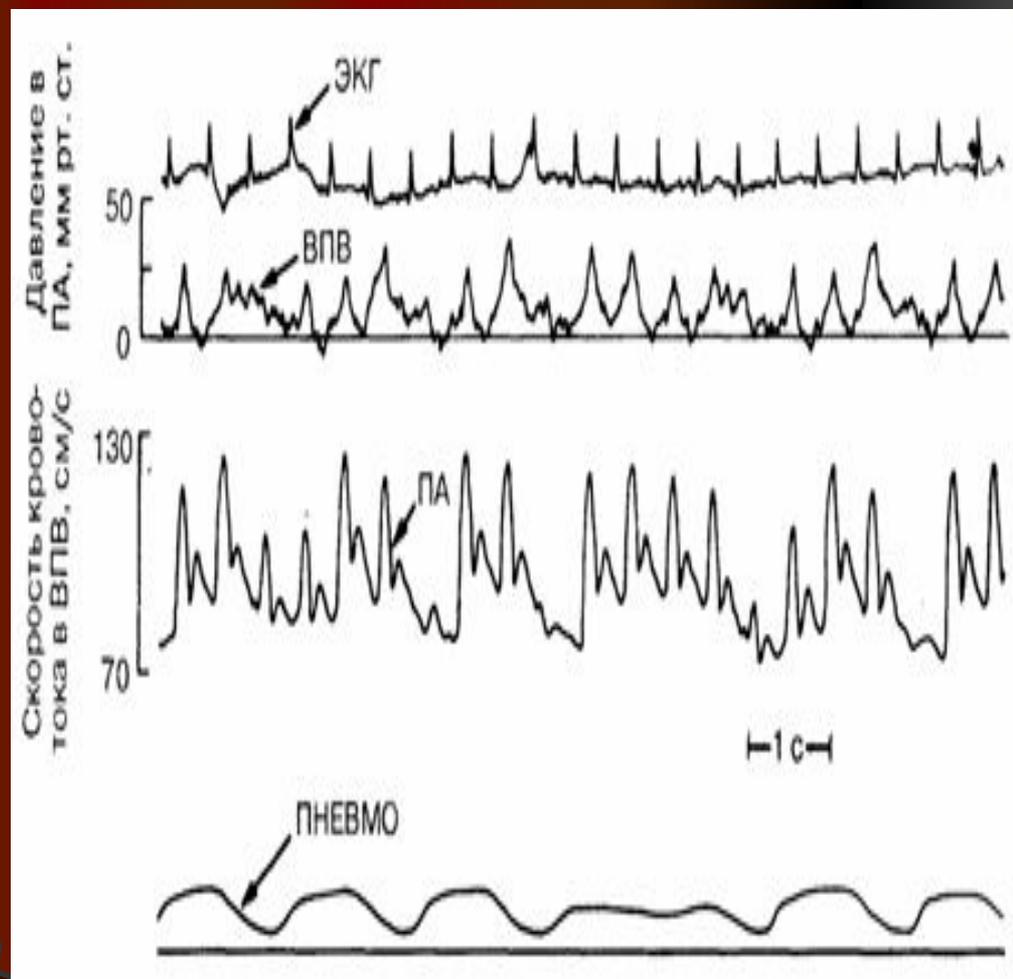
Beck C. Sch., 1894-1971 г., американский кардиохирург; описал тетраду признаков перикардита, также предположил операции Бека I (кардиоперикардопексия), Бека II (аорто-коронарное шунтирование венозным аутоплантатом), провел первую в истории успешную прямую дефибрилляцию на открытом сердце (1947 г.)



**Клод Шефер Бек (1894-1971)**  
и его дефибриллятор

# Тетрада Бека при констриктивном перикардите и тампонаде

- Гипотензия
- Высокое югулярное давление
- Глухие тоны
- Понижение системного артериального давления на вдохе, парадоксальный пульс



# Синдром карликовости MULIBREY

Аутосомно-рецессивный синдром, характеризующийся задержкой роста, мышечной гипотонией, гепатомегалией, изменениями глаз, увеличением желудочков мозга, задержкой умственного развития и хроническим констриктивным перикардитом.

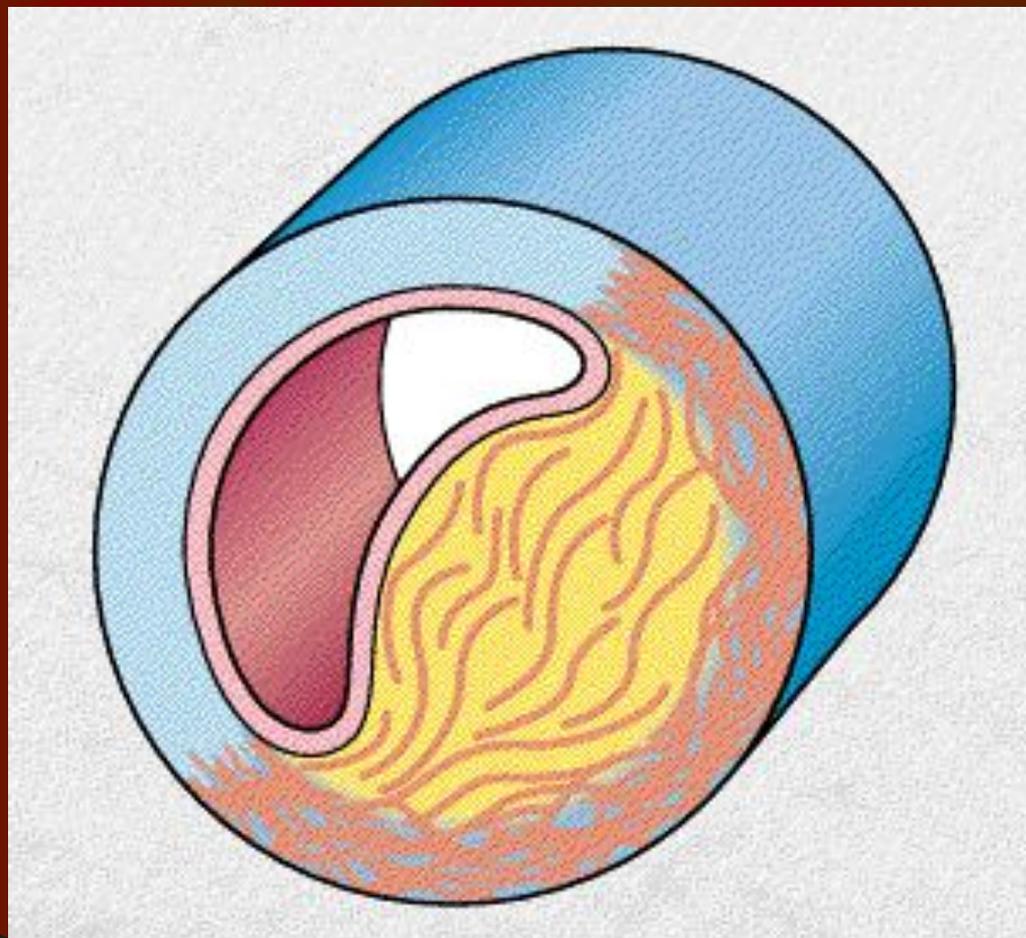
MUSCLE-LIVER-BRAIN-EYE NANISM

PERICARDIAL CONSTRICTION AND GROWTH FAILURE

PERHEENTUPA SYNDROME

Gene map locus 17q22-q23, ген TRIM37 - кодирует пероксисомальный белок с множественными функциями

# Ишемическая болезнь сердца



# Формы ИБС:

- Стенокардия напряжения (с постоянным – **стабильная** - или меняющимся порогом ишемии)
- Стенокардия **нестабильная** ( прогрессирующая стенокардия, стенокардия покоя, вариантная стенокардия Принцметала, постинфарктная стенокардия)
- Инфаркт миокарда
- Внезапная (коронарогенная) сердечная смерть
- Атеросклеротический диффузный кардиосклероз (ХИБС -клинически – аритмии с постепенным формированием ХСН, иногда – хронической аневризмы сердца)

**Кроме того, при ИБС наблюдаются :**

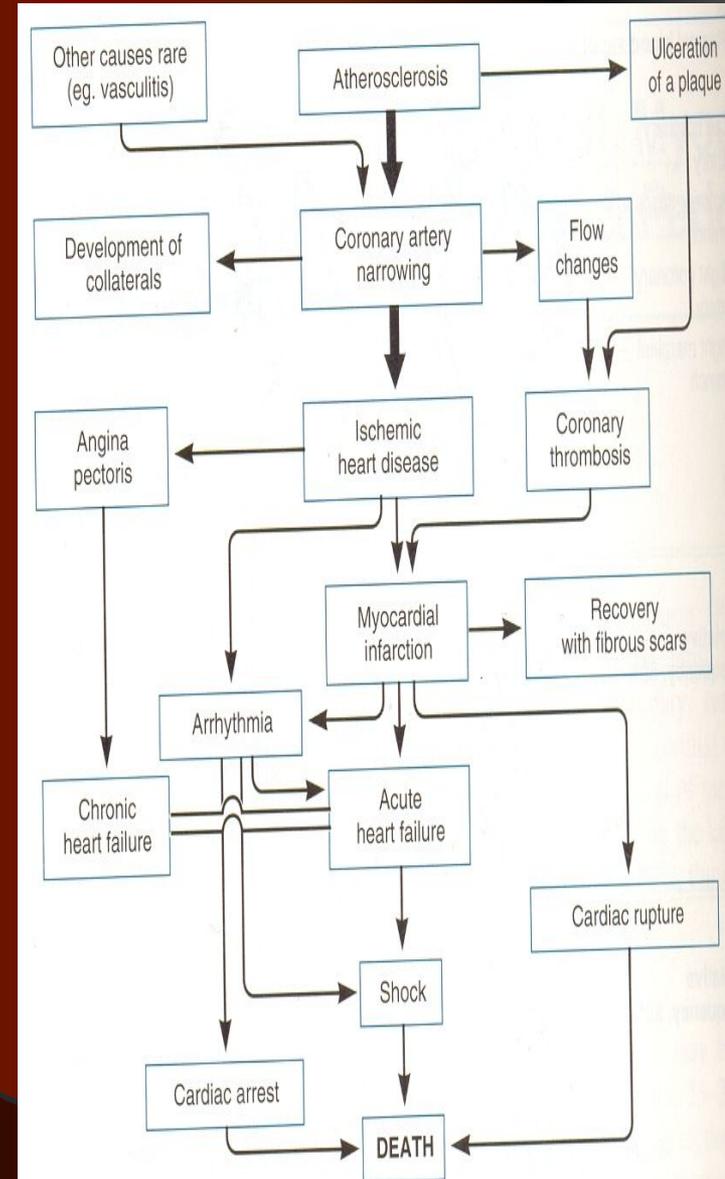
**безболевая ишемия**, которая служит плохим прогностическим признаком. Возможный механизм: повышение болевого порога. Признаки ишемии регистрируют раньше (при меньших ЧСС и АД), чем появляется стенокардия. Определенную роль в возникновении безболевого ишемии, вероятно, играет динамическая обструкция (спазм коронарной артерии).

**Оглушенный миокард** - Преходящее нарушение локальной сократимости левого желудочка после прекращения действия ишемии. **Патогенез.** После восстановления перфузии часть миокардиальных клеток находится в состоянии «механической оглушенности» — то есть **обратимого некробиоза**, когда сократительная их функция нарушена, но сами клетки не разрушаются. Устранение ишемии (клеточной гипоксии) нормализует обменные процессы, но сократительная способность клеток остается нарушенной на протяжении нескольких дней (недель)

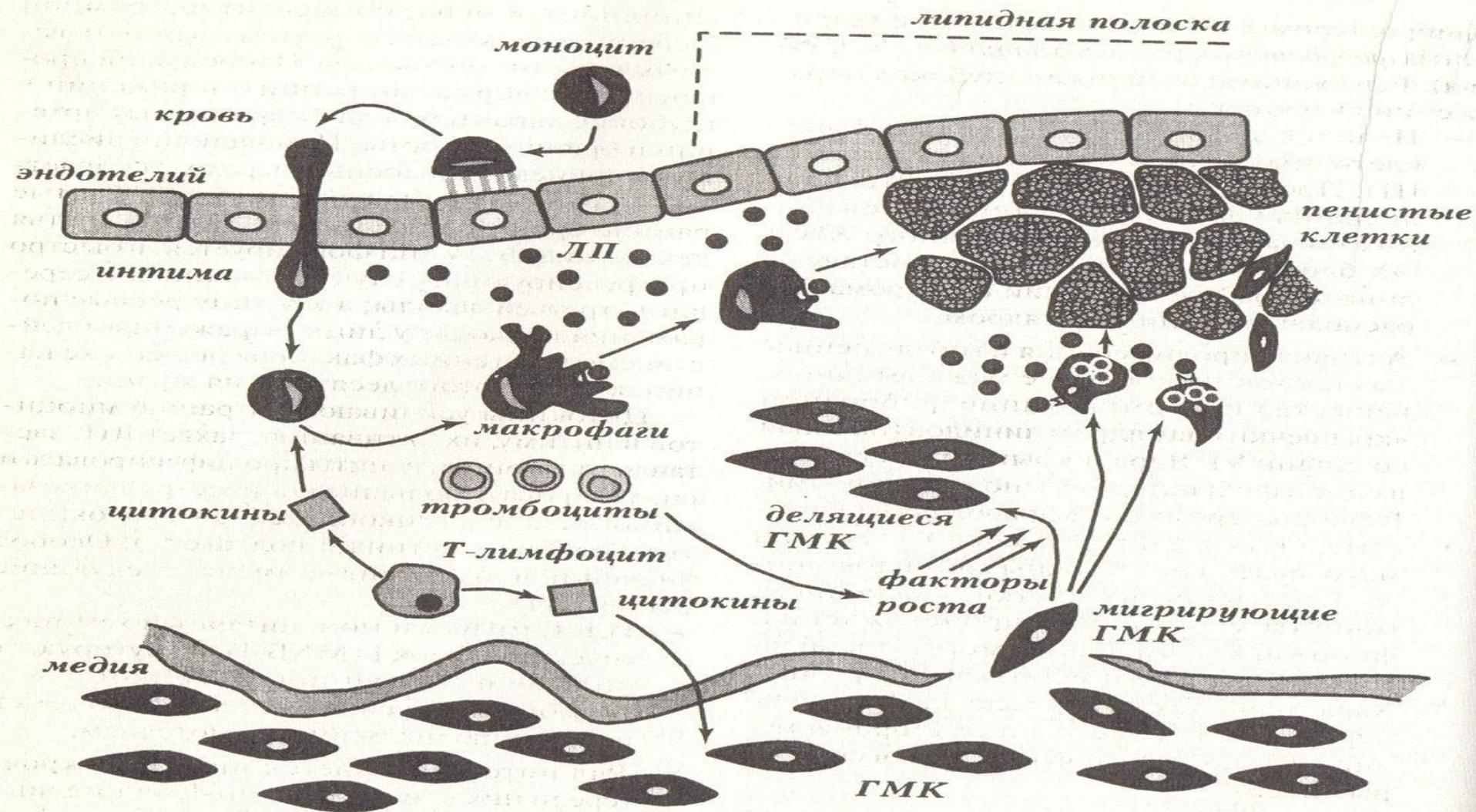
**Уснувший миокард** - нарушение локальной сократимости левого желудочка без иных проявлений ишемии, возникающее под действием выраженного и долгого снижения перфузии.

**Патогенез:** уменьшение перфузии ведет к «перенастройке» регуляции сократимости, при которой устанавливается неустойчивое равновесие между перфузией и сократимостью, позволяющее избежать некробиоза. Дальнейшее снижение перфузии или повышение потребности миокарда в кислороде приводит к усугублению относительной гипоксии и некробиозу.

## Патогенез ИБС и ее смешанные, переходные формы

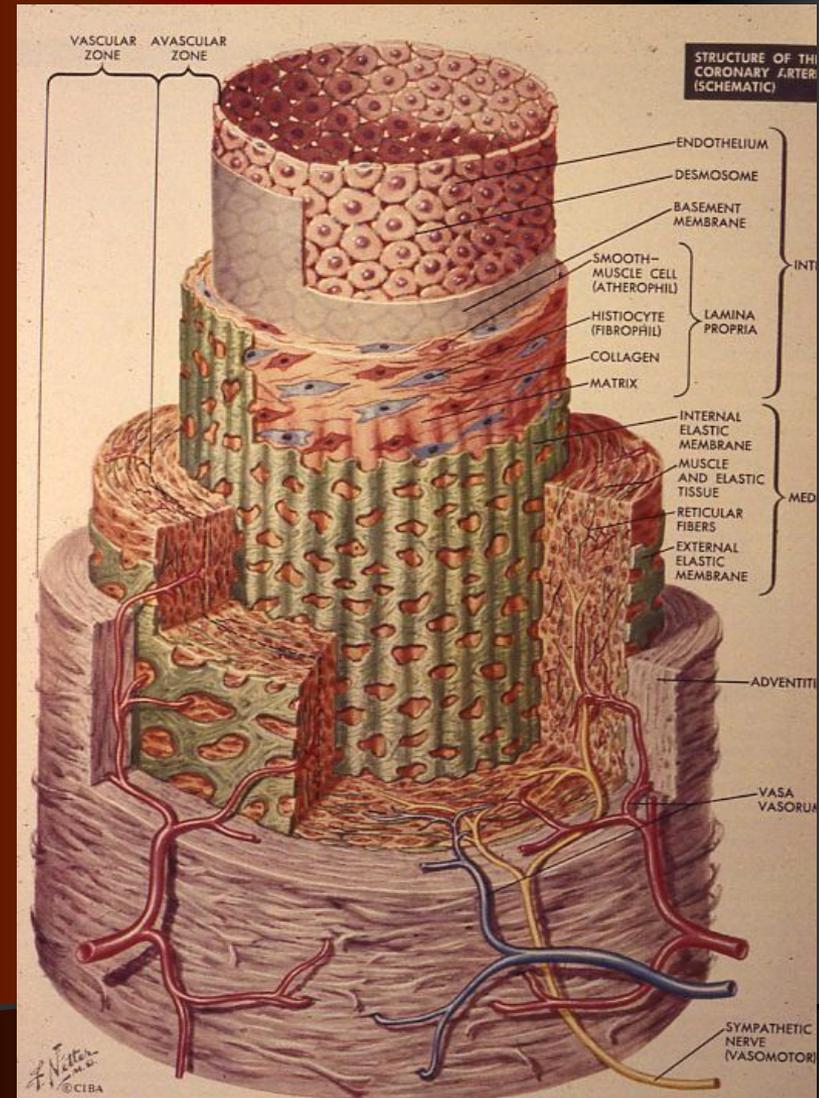


# Атеросклероз коронарных сосудов – ключевое звено патогенеза ИБС

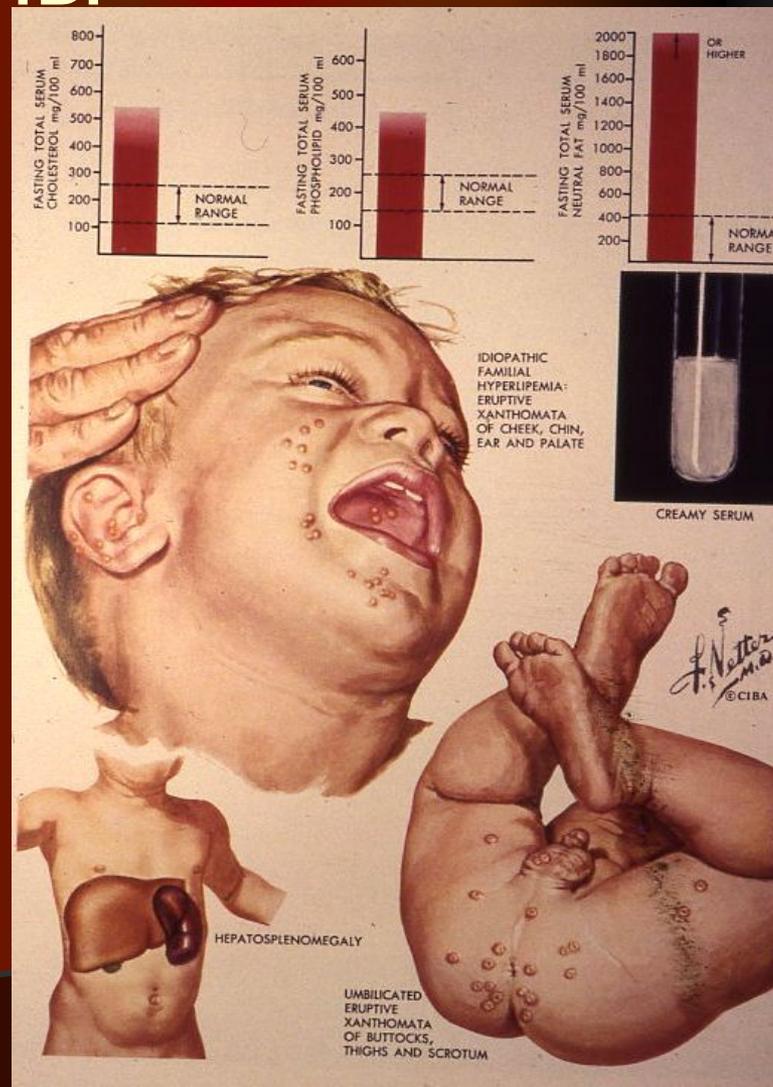
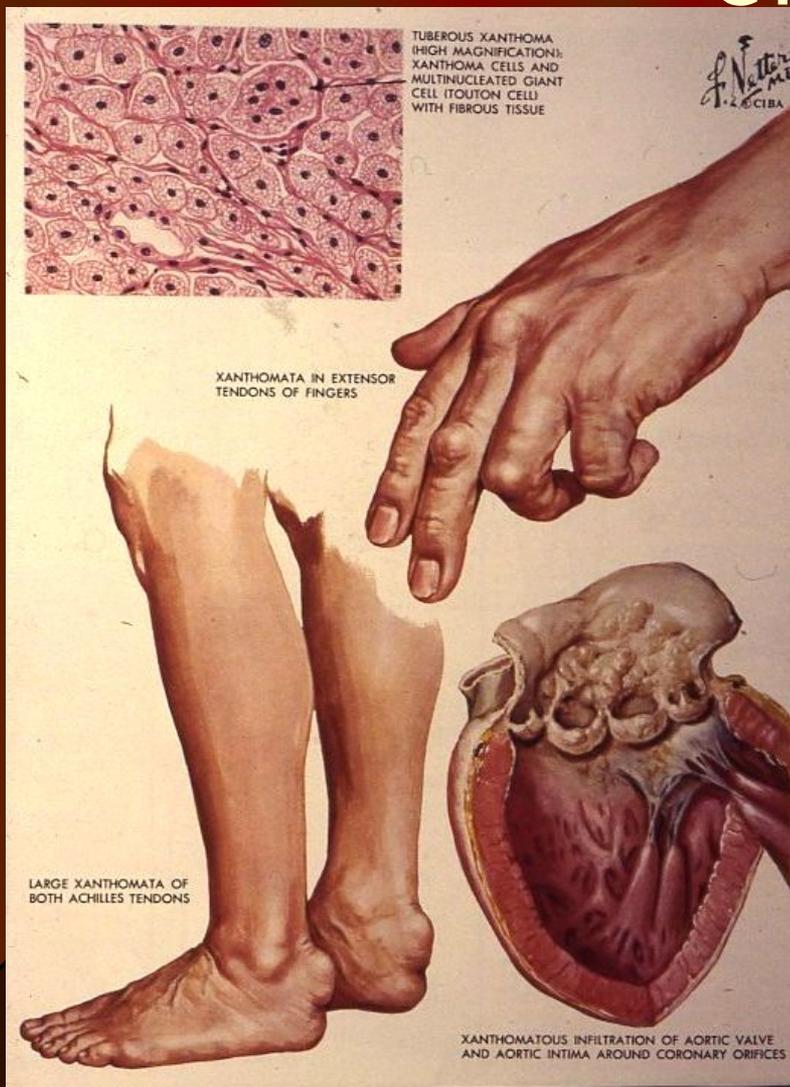


# Атеросклероз и артериосклероз – не одно и то же

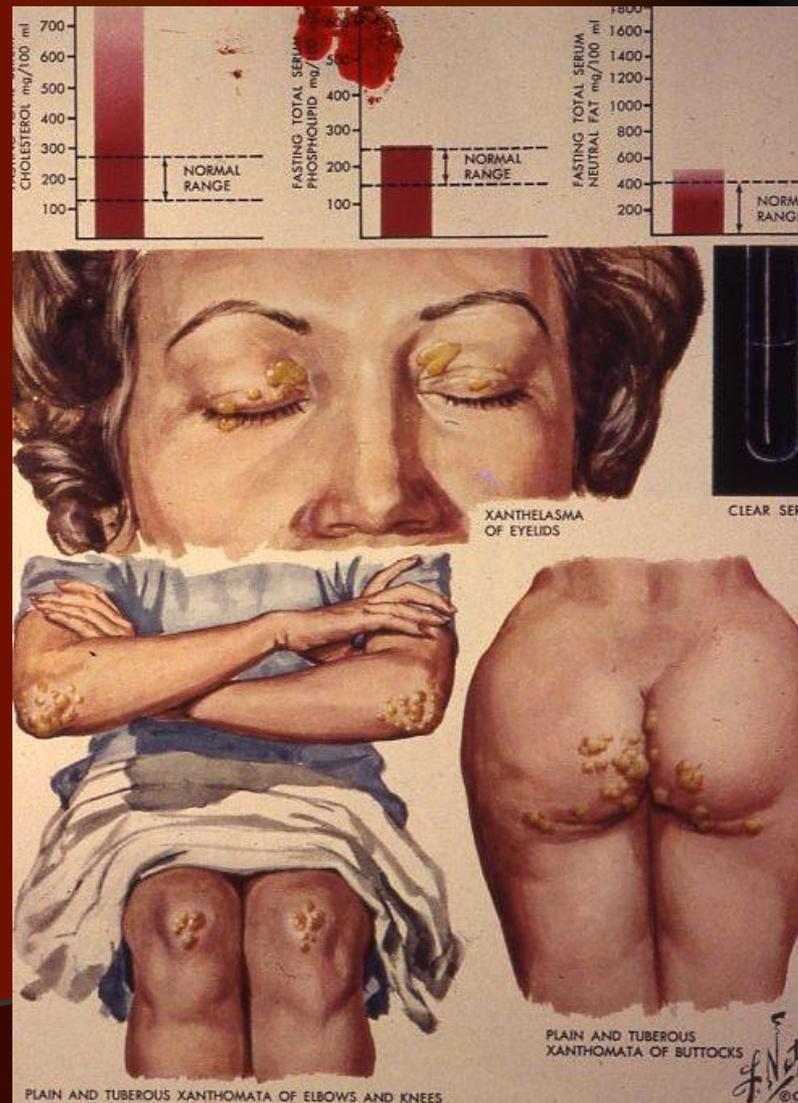
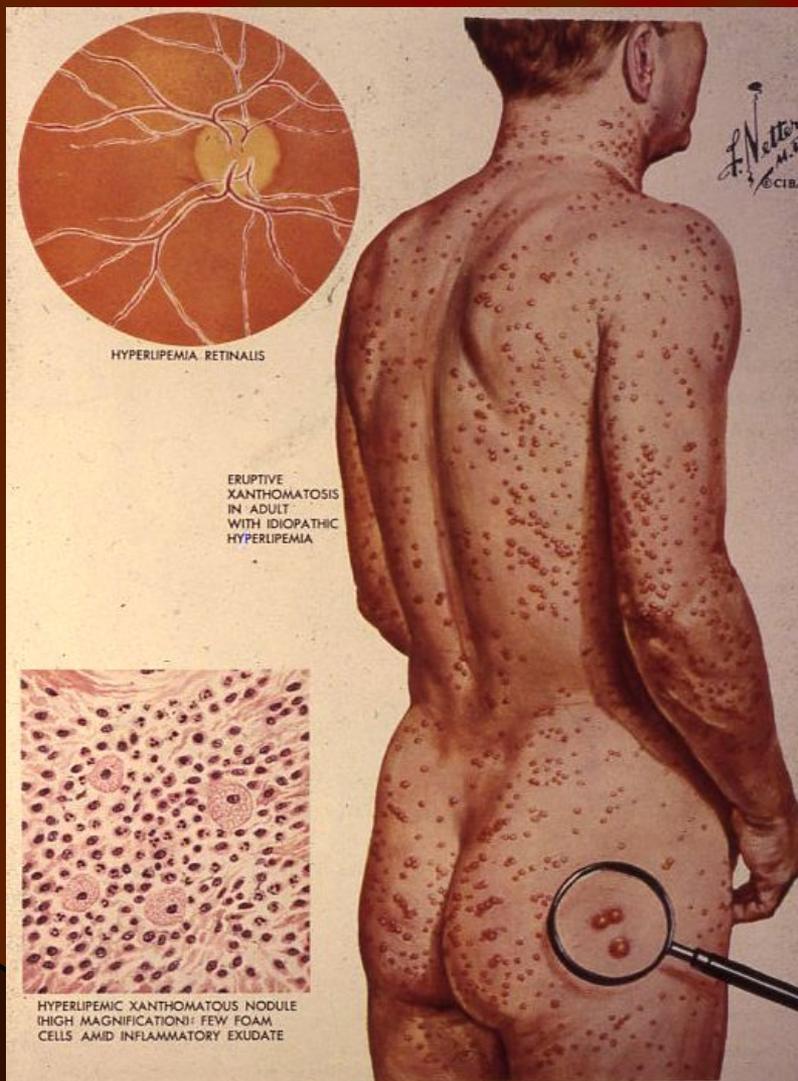
- **АТЕРОСКЛЕРОЗ – ЭТО:**
- **От интимы к адвентиции**
- **С обязательным отложением липопротеидов**
- **Крупные артерии мышечно-эластического и эластического типа**



# Гиперлипопротеидемии – главный фактор риска ИБС, имеют ранние СТИГМЫ

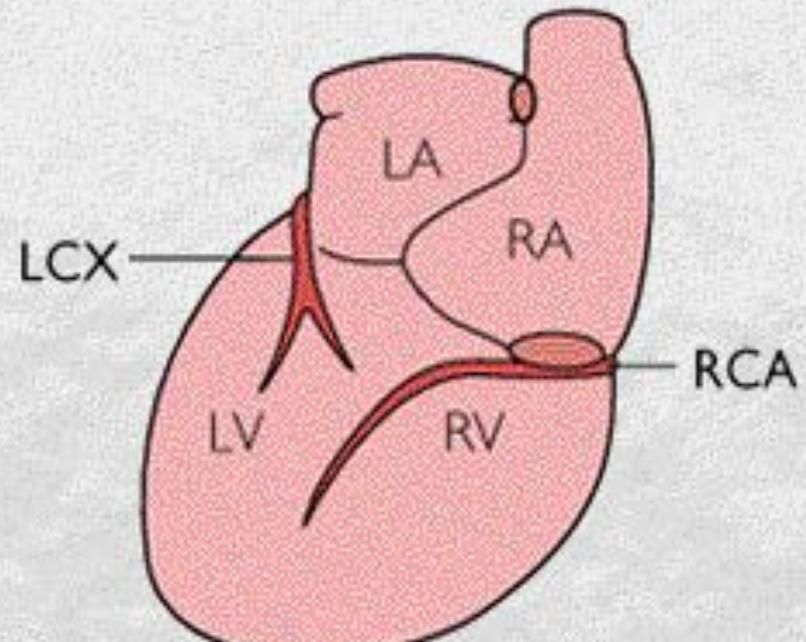
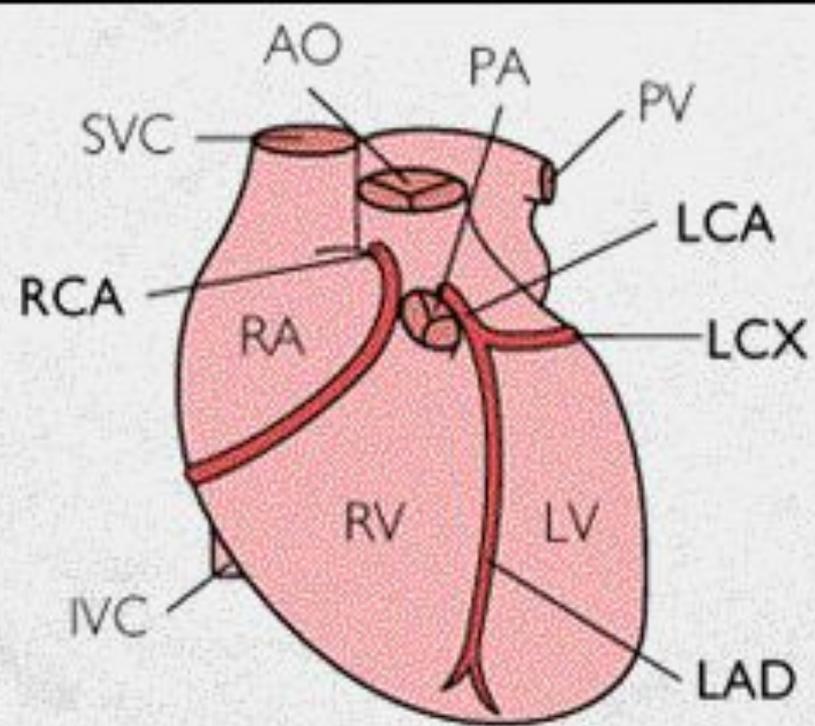


# Стигмы гиперлипопротеидемий

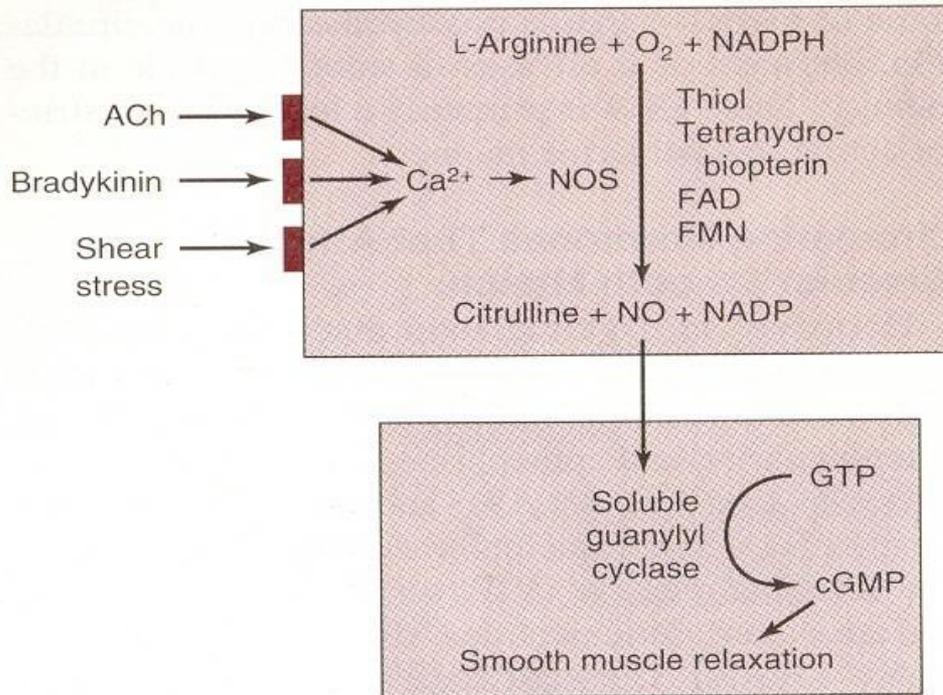


# Коронарная система

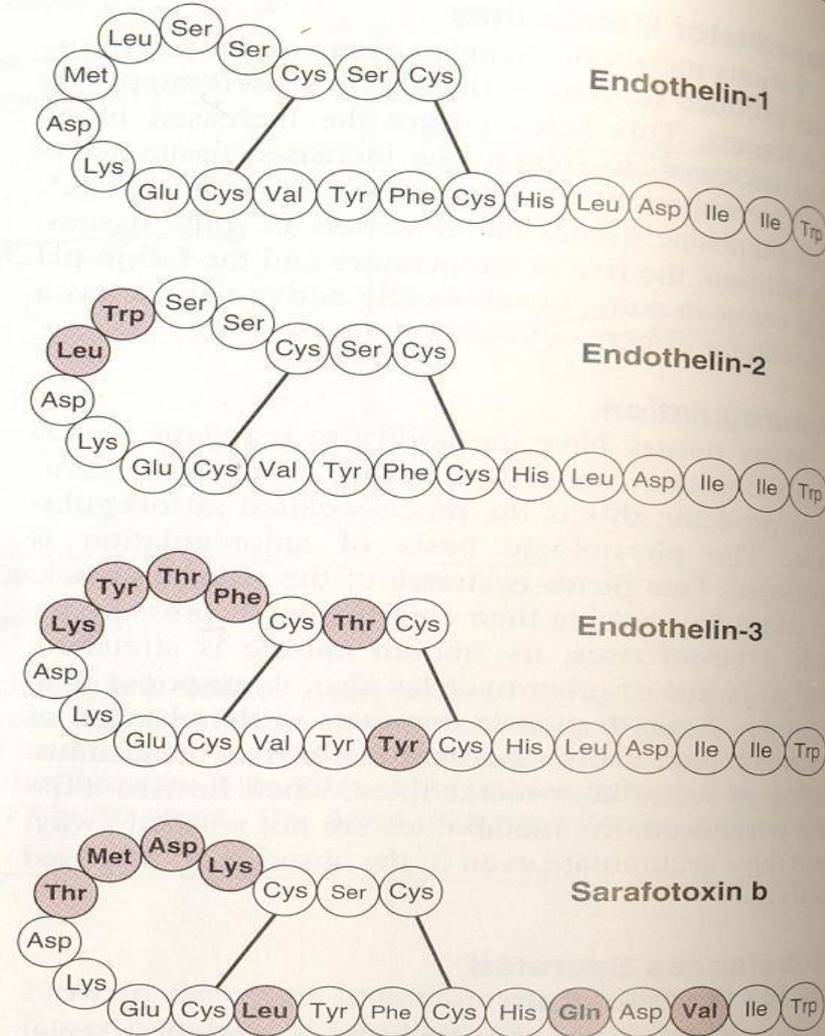
Коронарные артерии не анатомически, но функционально концевые. Коронарное русло обладает огромной активностью эндотелиальных нитроксидсинтаз, генерирует много NO в ответ на самые разные медиаторы и при полном отсутствии атеросклероза коронарные сосуды легко расширить и трудно сузить. При стрессе КХА расширяют здоровые коронары. Огромную роль играет пуриnergическая аденозиновая и липономная простацклиновая вазодилатация. Основные коронароконстрикторы – тромбин, эндотелины, вазопрессин, тромбоксаны и лейкотриены.



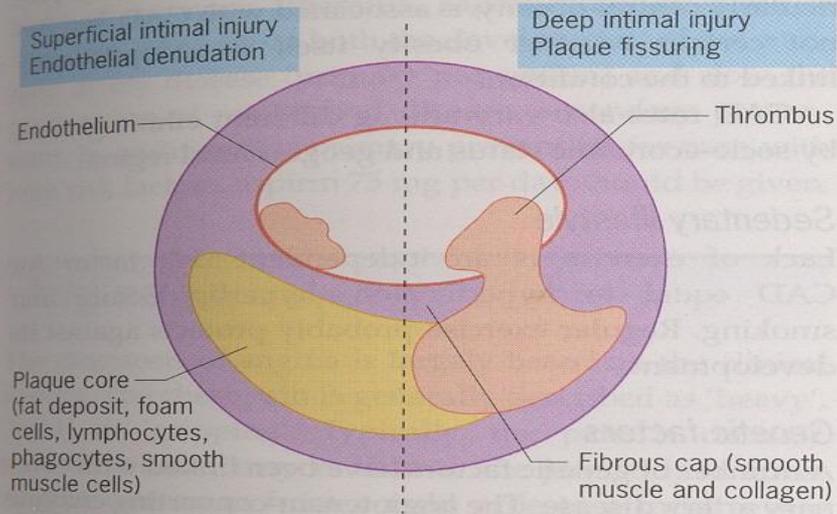
# Основные регуляторы коронарного кровотока



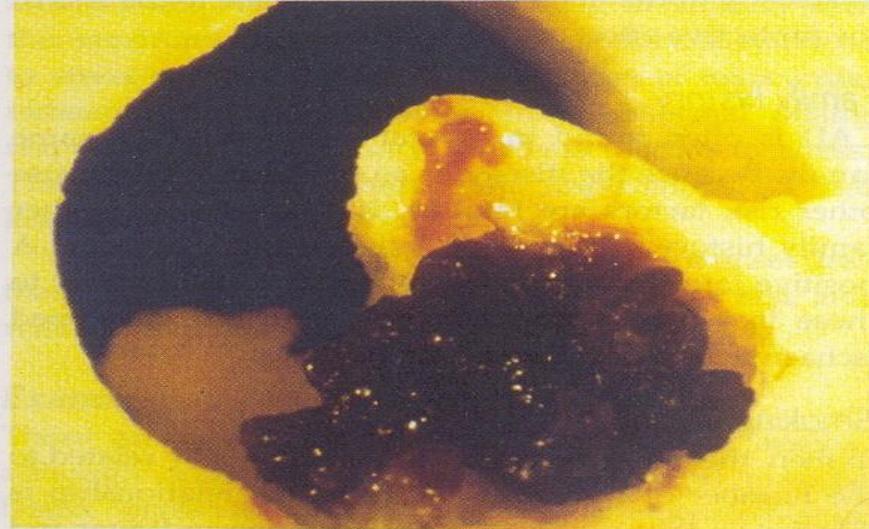
**Figure 11–9.** Synthesis of nitric oxide (NO) from arginine in endothelial cells and its action via stimulation of soluble guanylyl cyclase and generation of cGMP to produce relaxation in vascular smooth muscle cells. The endothelial form of nitric oxide synthase (NOS) is activated by increased intracellular  $Ca^{2+}$ , and an increase in  $Ca^{2+}$  is produced by acetylcholine (ACh), bradykinin, or shear stress acting on the cell membrane. Thiol, tetrahydrobiopterin, flavin adenine dinucleotide (FAD), and flavin mononucleotide (FMN) are requisite cofactors. (Reproduced, with permission, from Ganong WF: *Review of Medical Physiology*, 18th ed. Appleton & Lange, 1997.)



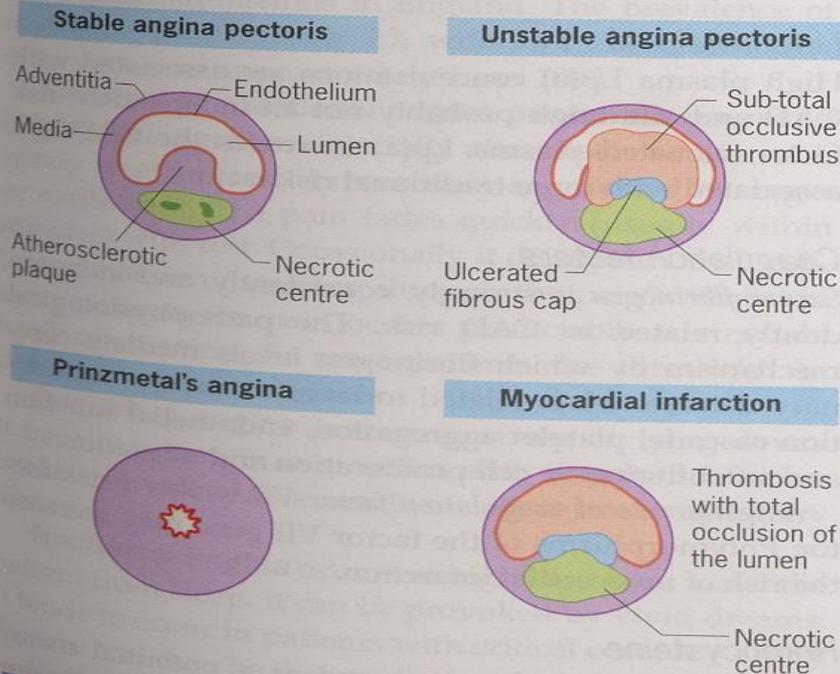
**Figure 11–10.** Structure of human endothelins and one of the snake venom sarafotoxins. The amino acid residues that differ from endothelin-1 are indicated in color. (Reproduced, with permission, from Ganong WF: *Review of Medical Physiology*, 18th ed. Appleton & Lange, 1997.)



**Fig. 13.52** The mechanisms for the development of thrombosis on plaques.



**Fig. 13.54** Acute coronary thrombus. Cross-section ( $\times 30$ ) of the epicardial coronary artery, demonstrating a rupture of the shoulder region of the plaque with a luminal thrombus.



**Fig. 13.53** Relationship between the state of coronary artery vessel wall and...

**Table 13.25**  
Risk factors for coronary disease

**Fixed**

- Age
- Male sex
- Positive family history
- Deletion polymorphism in the ACE gene (DD)

**Potentially changeable with treatment**

- Hyperlipidaemia
- Cigarette smoking
- Hypertension
- Diabetes mellitus
- Lack of exercise
- Blood coagulation factors – high fibrinogen, factor VII
- C-reactive protein
- Homocysteinaemia
- Personality
- Obesity
- Gout
- Soft water
- Contraceptive pill
- Heavy alcohol consumption

# Проявления стенокардии

- Стенокардия, самый частый симптом ИБС, — это синдром, включающий боль АЦИДОТИЧЕСКОГО происхождения, возникающая при гипоксическом некробиозе и лактатацидозе кардиомиоцитов
- в груди, обычно за грудиной, длящаяся 5—10 мин, с иррадиацией в руки, шею, нижнюю челюсть, спину и эпигастрий. Боль обычно не острая, а давящая или сжимающая. Характерен вегетативный аккомпанемент (тахикардия, реже брадикардия, холодный пот, реже тошнота, тревога и страх) — эти явления связаны со стрессом и продукцией энкефалинов и вазопрессина в ответ на боль.

## Разновидности стенокардии – что добавили к классике за последние

- **а. Стенокардия с <sup>15 лет?</sup> постоянным порогом ишемии.** Приступ возникает при одном и том же уровне нагрузки (количественным выражением которого служит произведение ЧСС и АД) и обычно проходит в течение нескольких минут после прекращения нагрузки или приема нитроглицерина. Ишемия обусловлена стенозом коронарных артерий, максимальный кровоток в которых недостаточен для обеспечения миокарда нужным количеством кислорода в условиях повышенной потребности в нем.
- **б. Стенокардия с меняющимся порогом ишемии.** Приступ возникает при разных уровнях нагрузки; характер симптомов может резко меняться день ото дня и даже в течение нескольких часов. Факторами, провоцирующими ишемию, служат охлаждение, прием пищи, курение, возбуждение, страх. Ишемия миокарда обусловлена не только стенозом коронарных артерий, но и спазмом: к постоянному препятствию добавляется динамическое.
- **Нестабильную стенокардию** диагностируют при появлении стенокардии покоя либо частых или тяжелых приступов стенокардии напряжения. Нестабильная стенокардия может возникать на фоне предшествующей стенокардии напряжения (когда возрастает частота, интенсивность или продолжительность приступов или снижается порог ишемии) или в ее отсутствие. Нестабильная стенокардия более опасна, чем стенокардия со стабильным течением, и требует безотлагательного лечения.
- Патогенез. Разрыв атеросклеротической бляшки, часто — с тромбозом и спазмом коронарной артерии.
- **Стенокардия, вызванная нарушением микроциркуляции (синдром X).** Характерно наличие стенокардии в отсутствие выраженных стадий коронарного атеросклероза (по данным коронарной ангиографии). Вероятнее всего, ишемия обусловлена нарушением механизма дилатации на уровне мелких сосудов. Возможно, нарушена также висцеральная чувствительность (изменение болевого порога).
- **Вариантная стенокардия Принцметала** (см. далее)

# Вариантная форма Принцметала

- Форма нестабильной стенокардии покоя, с ночными спазмами КА, плохим прогнозом и длительным (порядка получаса) приступом.
- Объективное отличие – ST интервал претерпевает не депрессию, как при любой иной форме стенокардии, а подъем – как при ИМ, но без ферментемии и иммунологических маркеров



**Майрон Принцметал  
(1908-1987)**

классификация атеросклеротических поражений у человека, разработанная в 1995 г. Х.К. Стэри и принятую кардиологическими обществами ряда стран:

**Тип I** - начальные поражения, характеризуются изменениями в эндотелии и наличием отдельных пенистых клеток макрофагального происхождения.

**Тип II** – липидные полосы, характеризуются, преимущественно, внутриклеточными депонированием липидов в скоплениях пенистых клеток макрофагального гладкомышечного генеза.

**Тип III** – переходные поражения, сходные с II, но имеющие некоторое количество внеклеточных липидных депозитов.

**Тип IV** – атеромы, располагают значительным ядром внеклеточных липидов.

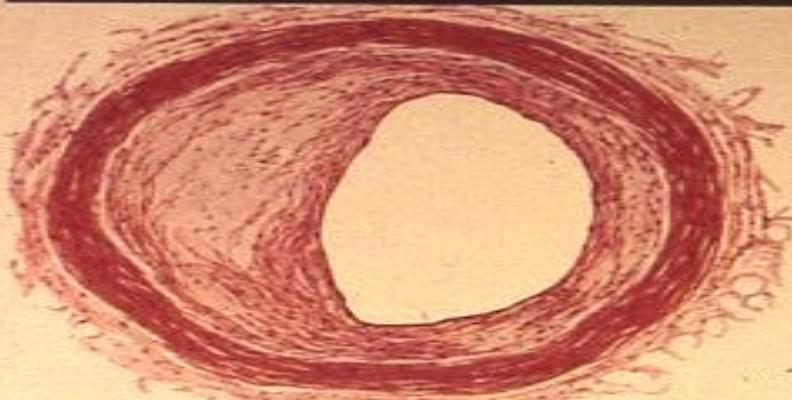
**Тип V** – фиброатеромы, отличаются наличием фиброзной «крышки» над липидным ядром, могут кальцифицироваться или бывают, преимущественно, фиброзными. Фиброатеромы растут за счет пролиферации гладкомышечных элементов и синтеза ими коллагена, эластина и гликозаминогликанов.

**Тип VI** – осложненные поражения, имеют поверхностные дефекты, вторичное тромбообразование, растут при участии механизмов кровоизлияний и интрамурального тромбоза, часто проникают в медию.

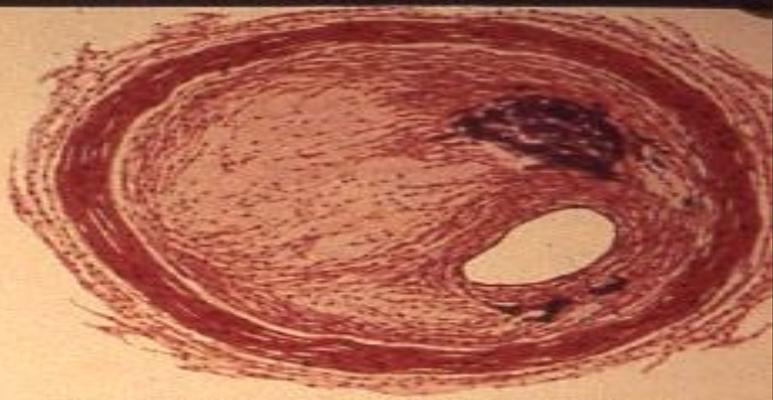
Возникают не только из поражений типа V, но и типа IV.

Клинические симптомы осложнений атеросклероза характерны только для V-VI типов, а иногда могут быть при богатых липидами и активными макрофагами поражениях типа IV. I-III типы поражений, как правило, протекают субклинически.

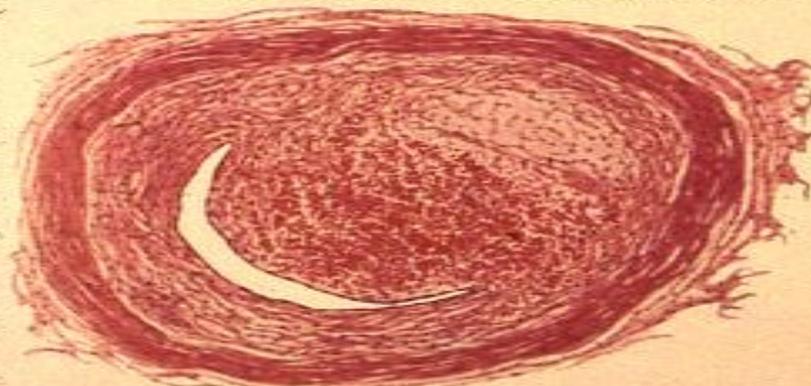
TYPES AND DEGREES OF CORONARY ATHEROSCLEROTIC NARROWING OR OCCLUSION



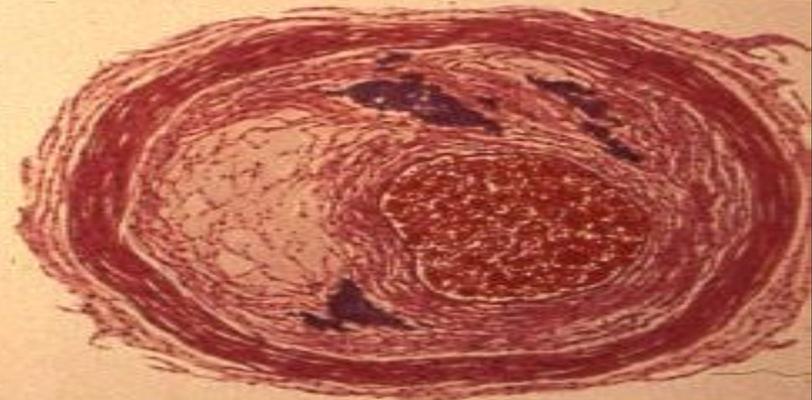
MODERATE ATHEROSCLEROTIC NARROWING OF LUMEN



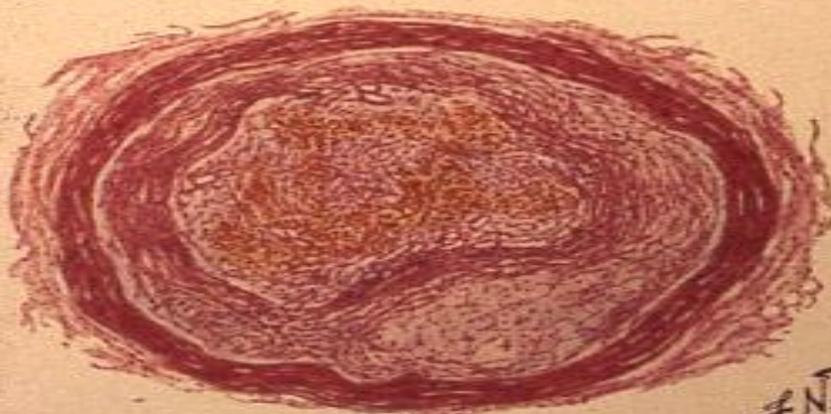
ALMOST COMPLETE OCCLUSION BY INTIMAL ATHEROSCLEROSIS WITH CALCIUM DEPOSITION



HEMORRHAGE INTO ATHEROMA, LEAVING ONLY A SLITLIKE LUMEN



COMPLETE OCCLUSION BY THROMBUS IN LUMEN GREATLY NARROWED BY ATHEROMA



ORGANIZATION OF THROMBUS



ORGANIZATION WITH RECANALIZATION MAY OCCUR

F. Netter  
© CIBA

Адаптивная ценность фиброзных изменений доказывается прижизненными наблюдениями за состоянием пораженных различными поздними атеросклеротическими изменениями коронарных артерий. Эти данные получены методом коронарной артериографии и доплеровской ультрасонографии

У. Фьюстером (1992). Доказано, что средние и малые по размеру бляшки, богатые липидами, вызывают спазм коронарных сосудов и приступы ИБС намного чаще, чем большие фиброзные бляшки, богатые ГАГ и эластином. Причина этого кроется в том, что бляшка провоцирует окклюзию сосуда не механически, в силу своего размера и геометрии, а патохимически — как источник лейкотриенов и тромбоксанов. Эти липидные медиаторы высвобождаются при контакте активных макрофагов с липидами атером. Поэтому, нестабильная стенокардия, инфаркт миокарда и внезапная сердечная смерть чаще наблюдаются при наличии бляшек, богатых липидами, или при разрыве фиброзных капсул фиброатером. Фиброзные бляшки чаще дают стабильные формы стенокардии.

# Инфаркт миокарда:

- При выраженной длительной ишемии (порядка нескольких часов) возникает **МАССИВНЫЙ ОЧАГОВЫЙ** некроз кардиомиоцитов, что ведет к нарушению парциальных органных свойств миокарда, появлению в крови ферментативных и иммунологических маркеров цитолиза, нарушению ионных градиентов и характерной картине на ЭКГ, в последующем – перифокальному воспалению

# Проявления и осложнения

● Механизм инфаркта миокарда — разрыв атеросклеротической бляшки, часто при умеренном стенозе (< 70%); при этом коллагеновые волокна обнажаются, липидные тромбогенные коронароконстрикторные медиаторы высвобождаются, происходит активация тромбоцитов, запускается каскад реакций свертывания, что приводит к острой окклюзии коронарной артерии. Если восстановления перфузии не происходит, то развиваются некроз миокарда (начиная с субэндокардиальных отделов), дисфункция пораженного желудочка (в подавляющем большинстве случаев — левого), аритмии.

## ИНФАРКТ МИОКАРДА

ПРОВОЦИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ — ПСИХО-ЭМОЦИОНАЛЬНЫЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ ПЕРЕГРУЗКИ

ПРИСТУП ДЛИТЕЛЬНЫХ БОЛЕЙ В СЕРДЦЕ, НЕ СНИМАЮЩИХСЯ НИТРОГЛИЦЕРИНОМ

ЧУВСТВО СТРАХА, ВЕГЕТАТИВНЫЕ РЕАКЦИИ, ХОЛОДНЫЙ ПОТ

ОСТРАЯ СЕРДЕЧНАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ: УМЕНЬШЕНИЕ СЕРДЕЧНОГО ВЫБРОСА, СПАЗМ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ СОСУДОВ, БЛЕДНОСТЬ

ОТЕК ЛЕГКИХ  
КАРДИОГЕННЫЙ ШОК  
АБДОМИНАЛЬНЫЙ СИНДРОМ — ОСТРЫЕ ЭРРОЗИИ И ЯЗВЫ  
РАЗРЫВ МИОКАРДА

НАРУШЕНИЕ РИТМА И ПРОВДИМОСТИ

РЕЗОРЦИОННО-НЕКРОТИЧЕСКИЙ СИНДРОМ

УСКОРЕНИЕ СОЭ, ЛЕЙКОЦИТОЗ, ЛИХОРАДКА

ГИПЕРФЕРМЕНТЕМИЯ: МВ-ФКФ, АсАТ, ЛДГ, ЛДЛ

### ЭВОЛЮЦИЯ ЭКГ

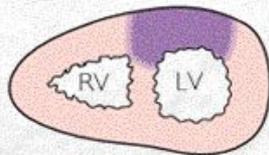
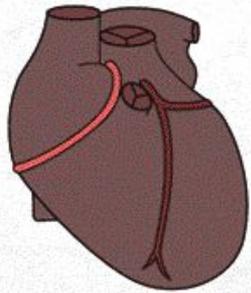
ОСТРЫЙ МИОКАРТ  
ПОДОСТРЫЙ  
СТАРЫЙ

### ЭКГ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ИНФАРКТА МИОКАРДА

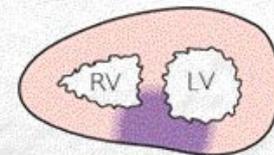
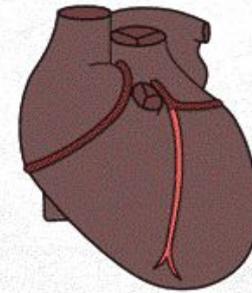
ПЕРЕДИЙ ПЕРИБЕРЗОНАЛЬНЫЙ  
ПЕРЕДИЙ ЛОКОВИЙ  
ЗАДНИЙ СТЕНА

The infographic is a medical poster titled 'ИНФАРКТ МИОКАРДА' (Myocardial Infarction). It features a central illustration of a man clutching his chest in pain. Surrounding this are several text boxes and diagrams. At the top, it lists 'PROVOKING FACTORS - PSYCHO-EMOTIONAL AND PHYSICAL OVERLOADS'. To the right, it describes symptoms: 'ONSET OF PERSISTENT PAIN IN THE HEART, NOT RELIEVED BY NITROGLYCERIN', 'FEELING OF FEAR, VEGETATIVE REACTIONS, COLD SWEAT'. Below the man, it lists complications of acute heart failure: 'DECREASED CARDIAC OUTPUT, SPASM OF PERIPHERAL BLOOD VESSELS, PALOR'. To the left, it lists complications of acute heart failure: 'PULMONARY EDEMA', 'CARDIOGENIC SHOCK', 'ABDOMINAL SYNDROME - ACUTE ULCERS AND EROSIONS', 'MYOCARDIAL RUPTURE'. Below that, it lists laboratory findings: 'ACCELERATION OF ESR, LEUCOCYTOSIS, FEVER', and 'HYPERFERMENTEMIA: MB-FK, ASAT, LDH, LDH'. At the bottom, it shows 'EVOLUTION OF ECG' with three traces labeled 'ACUTE MYOCARDIAL INFARCTION', 'SUBACUTE', and 'OLD'. To the right, it shows 'ECG AT DIFFERENT LOCALIZATION OF MYOCARDIAL INFARCTION' with three diagrams of the heart showing infarct locations: 'ANTERIOR SUBPERIPHERAL', 'ANTERIOR LATERAL', and 'POSTERIOR WALL'. A small anatomical diagram at the top left shows the coronary arteries with the text 'CORONARY ARTERY (90-95%) ATHEROSCLEROTIC CORONARY ARTERY'.

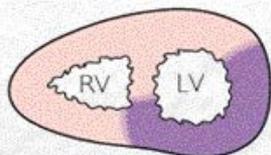
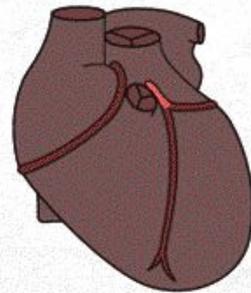
# Формы ИМ по локализации ишемии



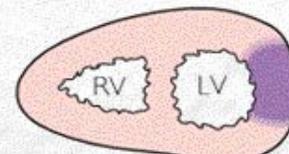
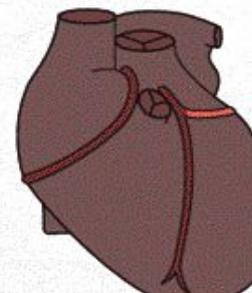
occlusion of RCA  
Posterior (inferior) MI



occlusion of LAD  
Antero-septal MI

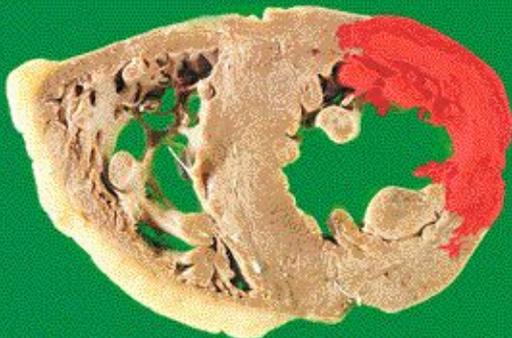
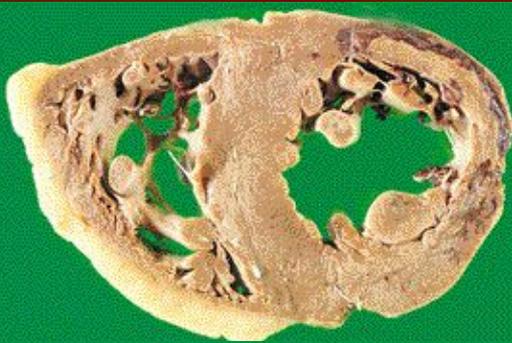
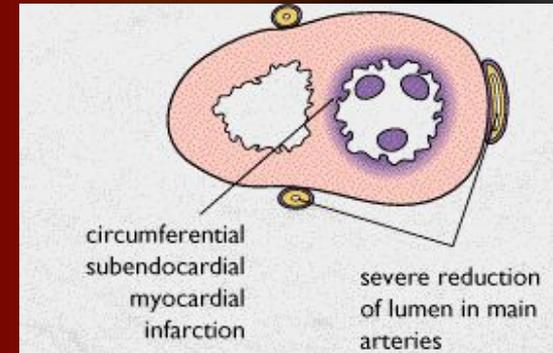
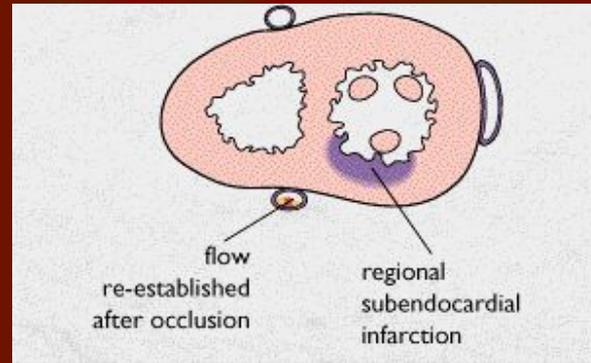
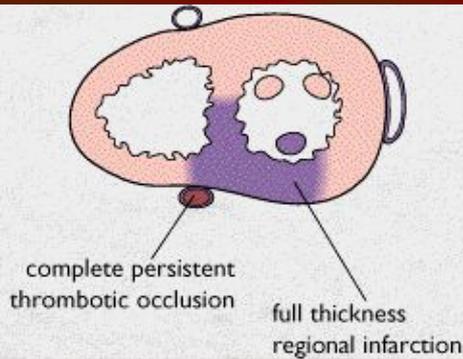


occlusion of LCA  
Massive antero-lateral MI

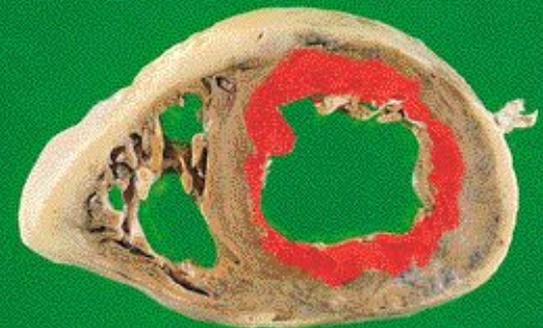


occlusion LCX  
Lateral MI

# Феномен обкрадывания – основа развития субэндокардиальных инфарктов

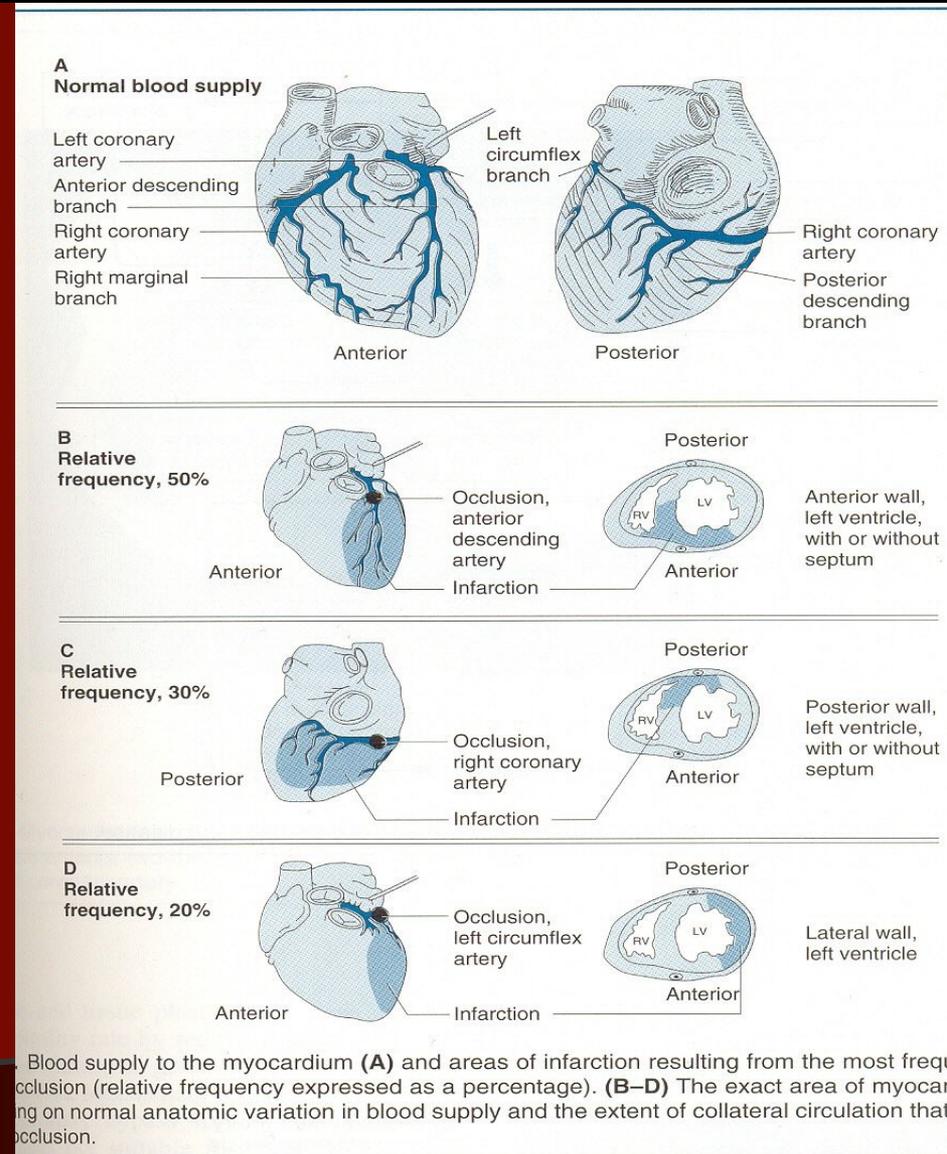


**Субэндокардиальный ИМ  
может давать проявления  
на ЭКГ в любом  
отведении**



# Клинико-патогенетические формы ИМ по Образцову-Стражеско

- Пер.нисх.ветвь ЛКА =
- **Status anginosus** - >80%
- **Status asthmaticus** (5-10%) – с симптомами острого отека легких
- ПКА, задняя нисх. Ветвь, з/стенка, верхушка =
- **Status gastralgicus** (2-3%)
- ЛКА, обх.ветвь =
- **Status asthmaticus**
- Любой обширный инфаркт с тромбозом и/или спазмом церебральных сосудов =
- **Status cereбрalis** (3-5%)
- Инфаркт правого желудочка – казуистическая редкость, клиника острого лёгочного сердца, асцит
- **Status oedematosus** (<<<1%)



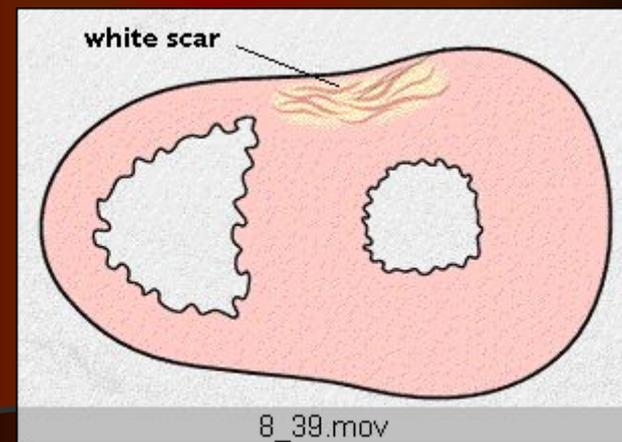
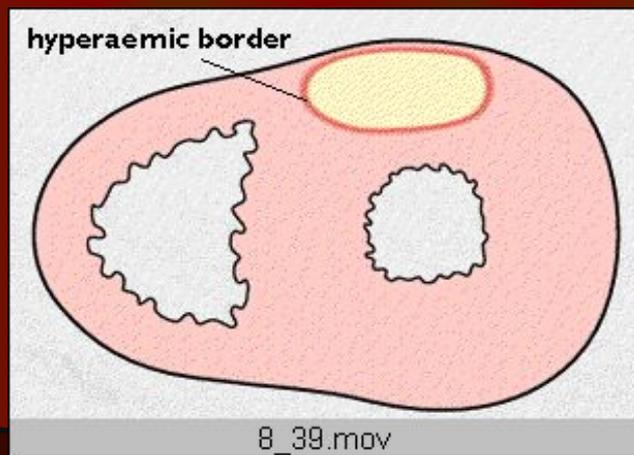
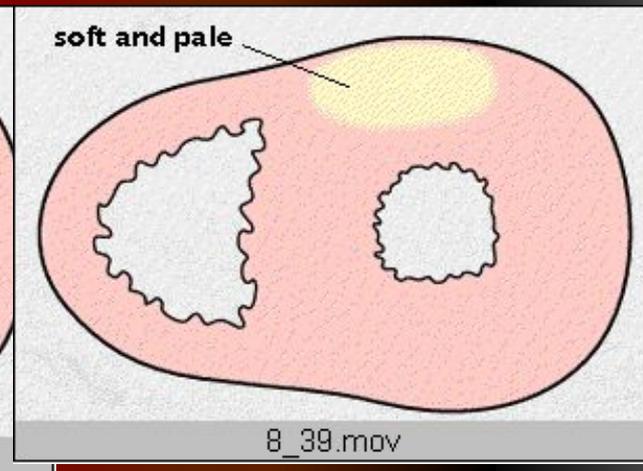
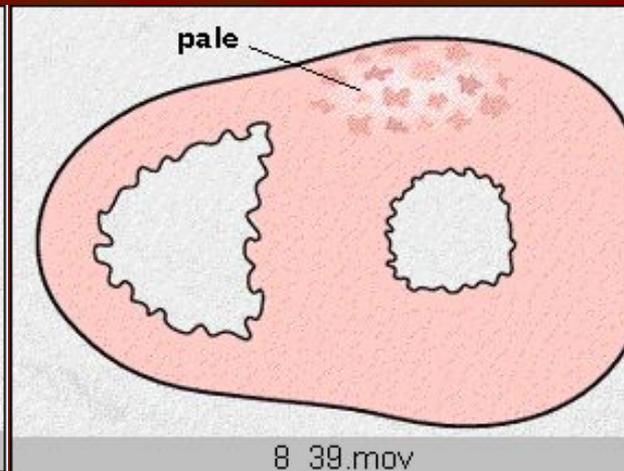
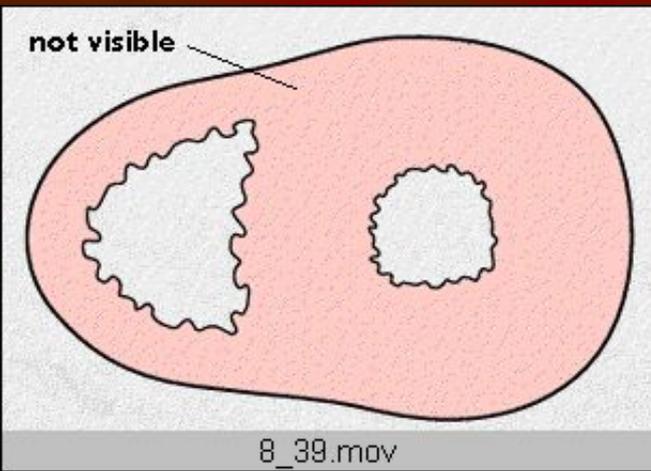


**Василий Парменович  
Образцов  
1849-1920 гг**

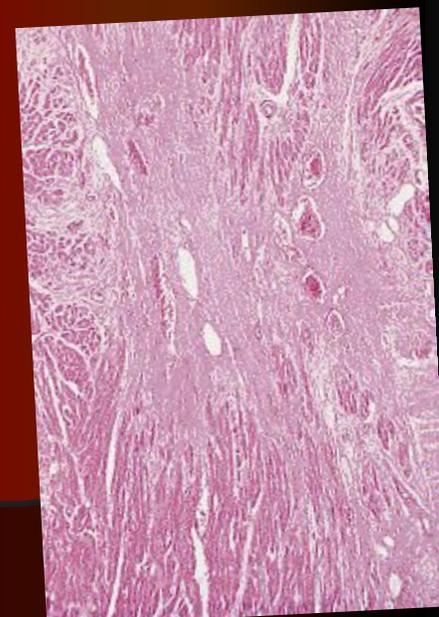
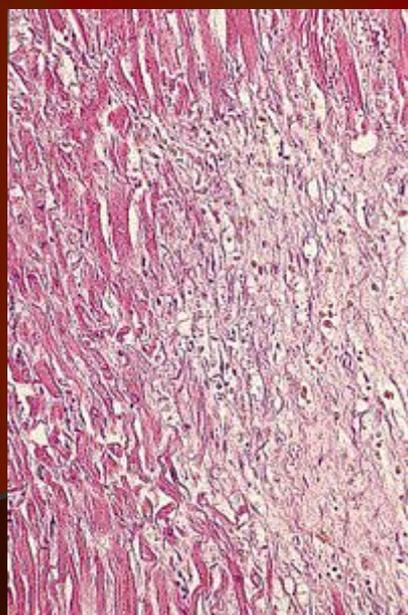
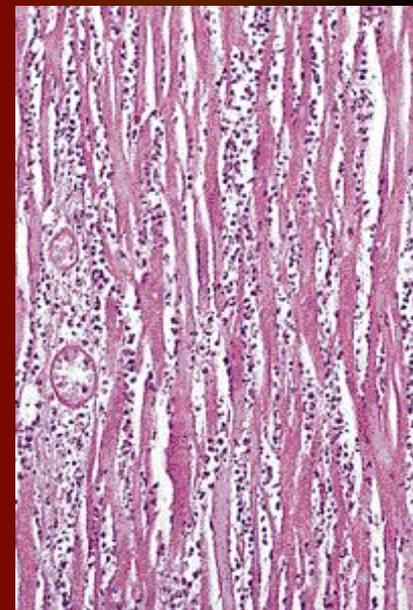
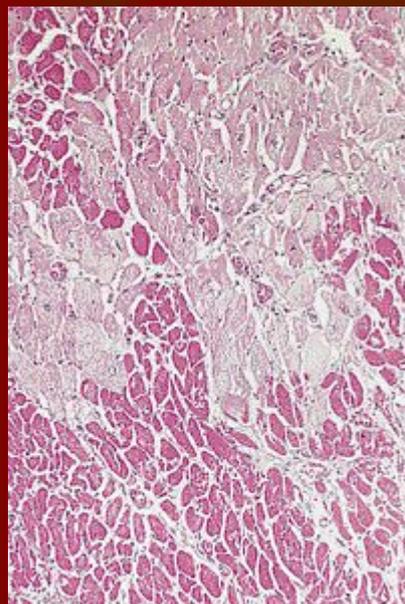
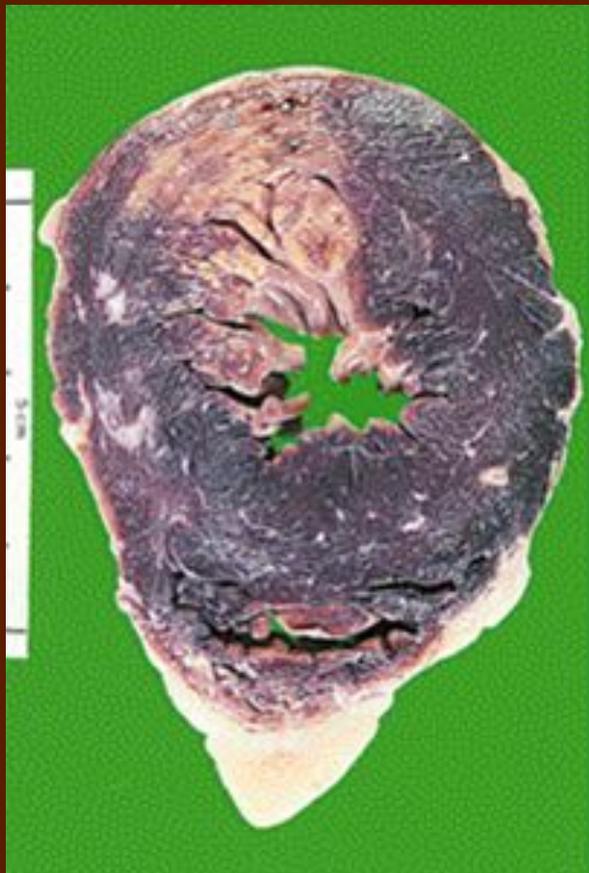


**Николай Димитриевич  
Стражеско  
1876-1952**

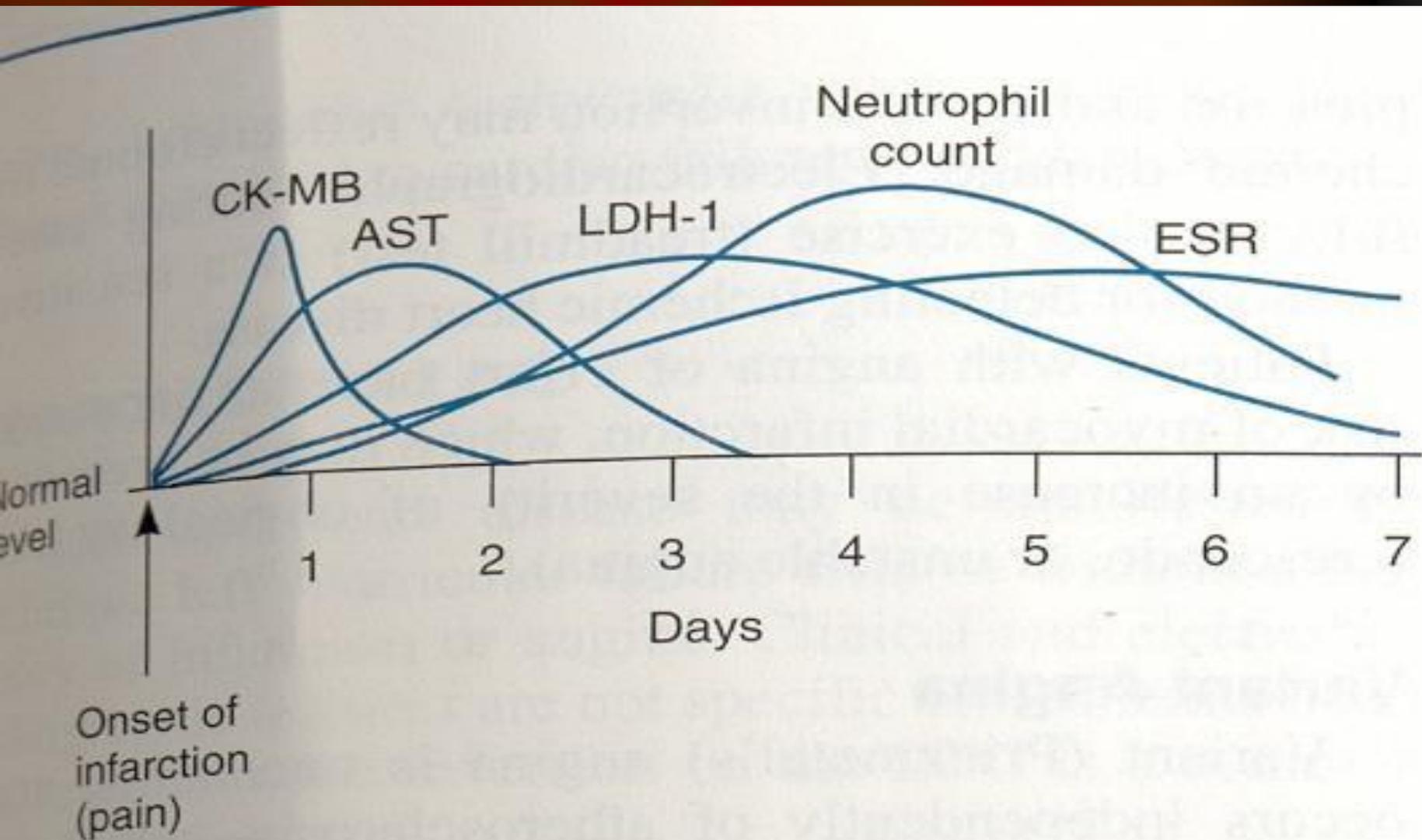
# Макроскопическая динамика ИМ



# Микроскопическая динамика ИМ



# Биохимические маркеры массивного цитолиза и ответа острой фазы при ИМ



# Ранние иммунологические маркеры цитолиза кардиомиоцитов

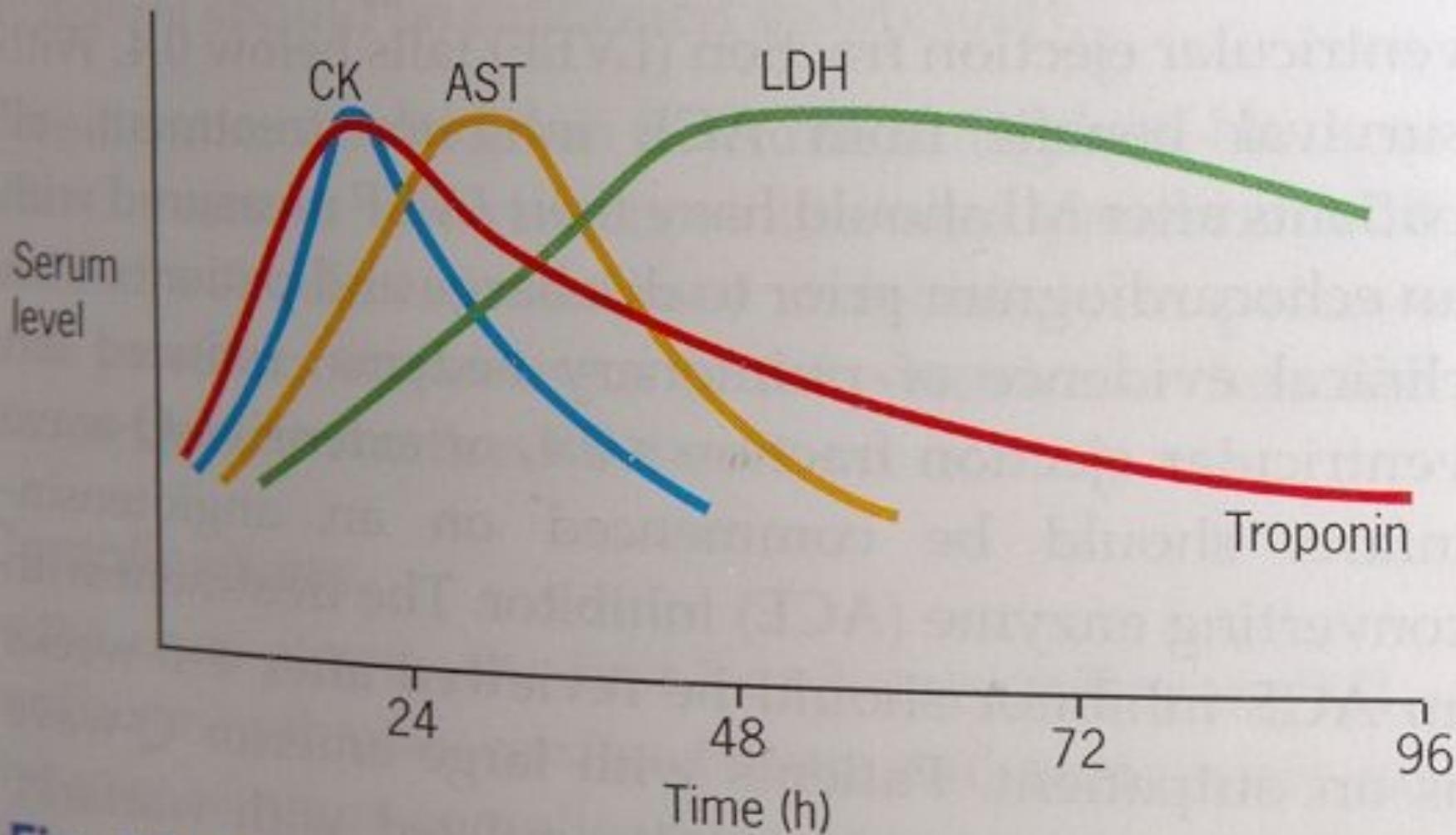
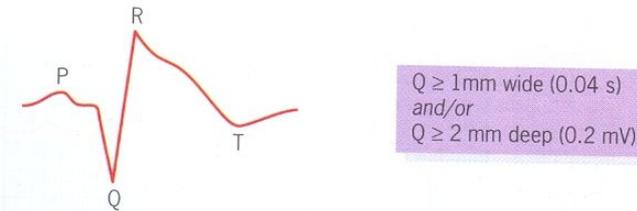
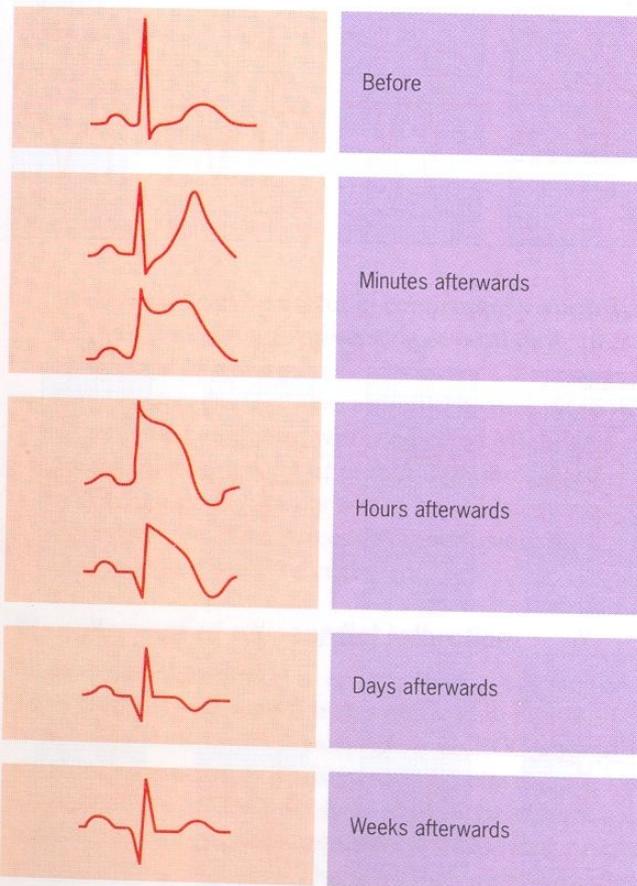


Fig. 13.65 Cardiac markers

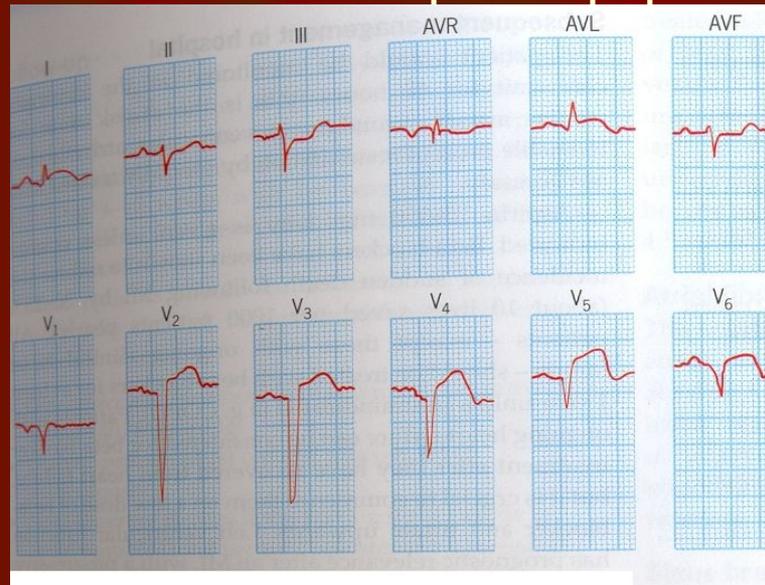
# ЭКГ при инфаркте миокарда



**Fig. 13.60** Electrocardiographic features of myocardial infarction, showing a Q wave, ST elevation and T wave inversion.



**Fig. 13.61** Electrocardiographic evolution of myocardial infarction. After the first few minutes the T waves become tall, pointed and upright and there is ST segment elevation. After the first few hours the T waves invert, the R wave voltage is decreased and Q waves develop. After a few days the ST segment returns to normal. After weeks or months the T wave may return to upright but the Q wave remains.



**Fig. 13.64** An acute anterolateral myocardial infarction shown by a 12-lead ECG. Note the ST segment elevation in leads I, AVL, and V<sub>2</sub>-V<sub>6</sub>. The T wave is inverted in leads I, AVL and V<sub>3</sub>-V<sub>6</sub>. Pathological Q waves are seen in leads V<sub>2</sub>-V<sub>6</sub>.

**Инфаркт миокарда с патологическими зубцами Q.** Тромботическая окклюзия коронарной артерии возникает у 80% больных с инфарктом миокарда и ведет к трансмуральному некрозу миокарда появлению зубца Q на ЭКГ.

**Инфаркт миокарда без патологических зубцов Q.** Чаще всего возникает при спонтанном восстановлении перфузии или хорошо развитых коллатералях. В результате размер инфаркта — меньше, функция левого желудочка страдает не столь сильно, больничная летальность — ниже. Однако в связи с тем, что такие инфаркты миокарда — «незавершенные» (то есть оставшийся жизнеспособным миокард снабжается пораженной коронарной артерией), частота повторных инфарктов миокарда больше, чем при инфаркте миокарда с патологическими зубцами Q; к концу первого года летальность уравнивается. Поэтому при инфаркте миокарда без патологических зубцов Q придерживаются более активной лечебно-диагностической тактики.

# Внезапная коронарная смерть – основная (85%) форма ВСС

**Table 13.33**

## **Causes of sudden cardiac death**

### **Coronary**

Acute myocardial infarction  
Chronic ischaemic heart disease  
Post-coronary-artery bypass surgery  
Post-successful resuscitation for cardiac arrest  
Congenital anomaly of coronary arteries  
Coronary artery embolism  
Coronary arteritis

### **Non-coronary**

Hypertrophic cardiomyopathy  
Dilated cardiomyopathy (ischaemic or idiopathic)  
Arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy  
Congenital long QT syndrome  
Brugada's syndrome  
Valvular heart disease (aortic stenosis, mitral valve prolapse)  
Cyanotic heart disease (tetralogy of Fallot, transposition)  
Acyanotic heart disease (ventricular septal defect, patent ductus arteriosus)

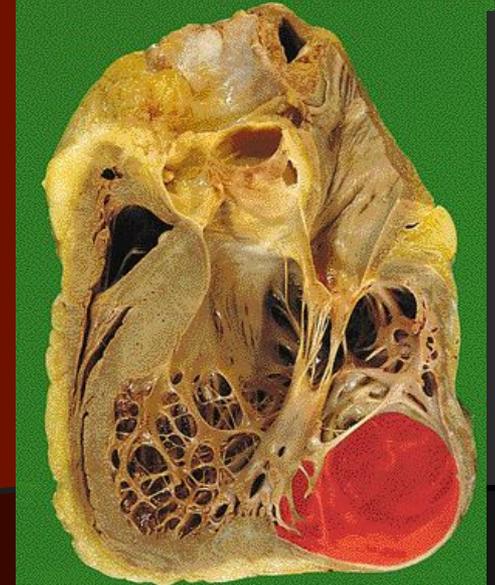
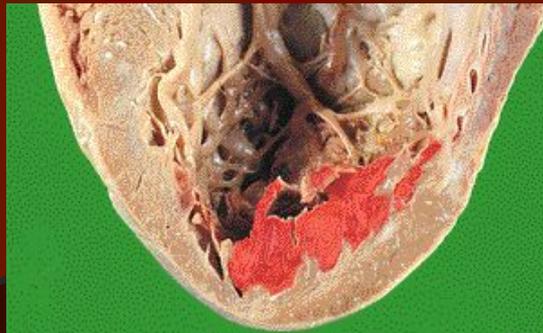
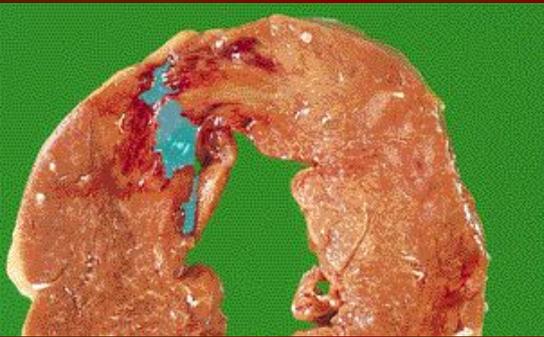
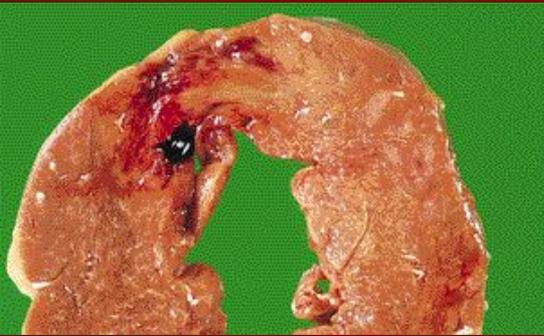
# Патогенез ВСС

- Во время первого приступа ишемии возникает выделение аритмогенных липидов из нестабильных атером
- Провоцируется острая аритмия и ОСН, смерть от ОСН наступает до развития ИМ
- При формировании ИМ аритмогенные липиды замурованы в очаге некроза, а тяжелая аритмия развивается не всегда
- Известное значение имеют аномалии транспорта жирных кислот в митохондрии

# Осложнения ИМ:

- **Аритмии:** в острый период – экстрасистолы и блокады, реже – мерцательная аритмия
- **Острая митральная недостаточность**
- **Перикардит**
- Синдром Дресслера (аутоаллергический полисерозит с антителами к пируваткиназе)
- Разрыв межжелудочковой перегородки
- Разрыв стенки левого желудочка, тампонада сердца
- Тромбоз левого желудочка, системная тромбоэмболия большого круга
- Кардиогенный шок.
- Аневризма левого желудочка.

# Некоторые осложнения ИМ





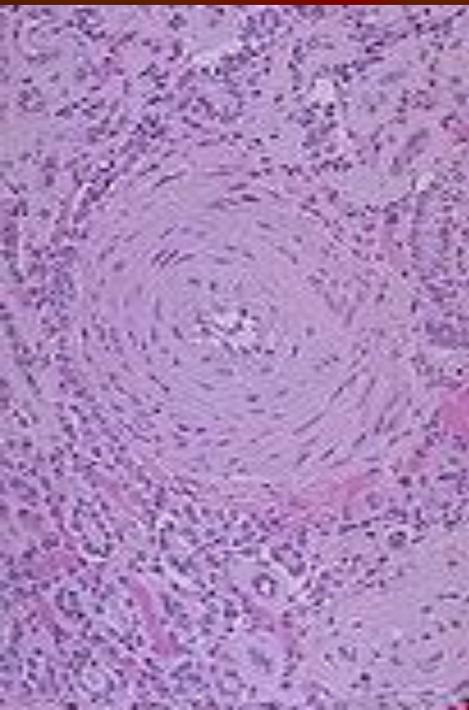
*Кафедра патологии медицинского факультета  
Санкт-Петербургского государственного университета*

**Л.П. Чурилов**

# Нарушения регуляции артериального кровяного давления

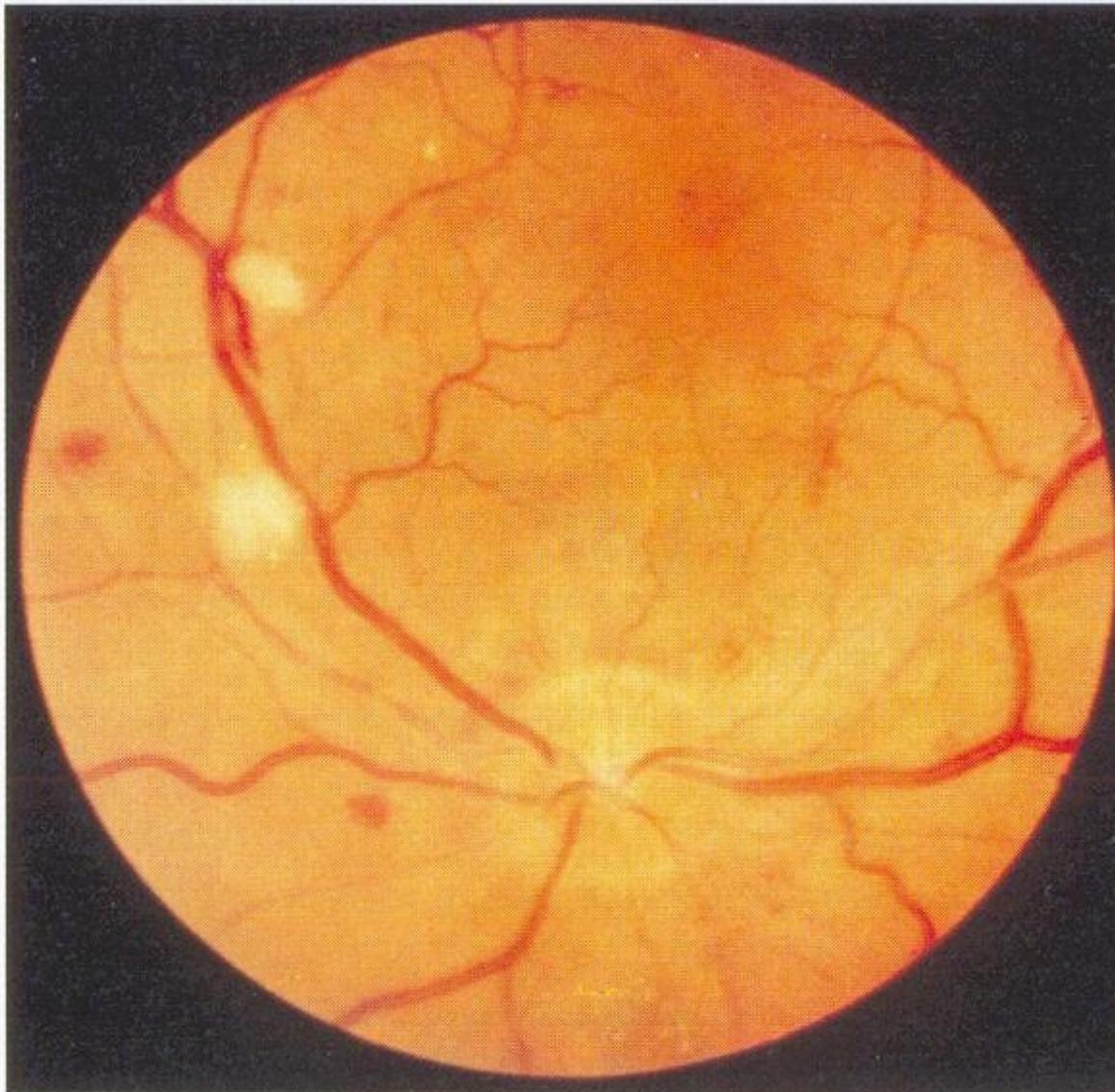
Патофизиология артериальных  
гипертензий. Экспериментальные  
модели.

Гипертоническая болезнь.



# Артериальная гипертензия

- Эссенциальная
- Симптоматические
- Критерии **АДД**
- <85 - норма
- 85-89 – пограничная аг
- 90-99 – легкая аг
- 100-109 – умеренная аг
- 110-119 – среднетяжелая
- >120 – тяжелая аг
- По **АСД**
- <130 норма
- 130-139 - пограничная
- 140-159 - легкая
- 160-179 –умеренная
- 180-209-среднетяжелая
- Более или равно 210 - тяжелая
- **Доброкачественная**
  - доклиническая
  - сосудистая
  - органная
    - мозговая
    - кардиальная
    - почечная
- **Злокачественная**
- Как правило, 200.140 и хуже с отеком соска зрительного нерва и ангиопатией сетчатки (а значит – и почек)
  - ретинопатическая



**Fig. 13.100** Fundus showing hypertensive changes:  
Grade 4 retinopathy with papilloedema, haemorrhages and exudates.

# Надо быть уверенным в диагнозе...

- требуется **обнаружить повышенное АД по крайней мере трижды** на протяжении нескольких недель
- Требуется исключить эффект белого халата
- Важно **исключить псевдогипертонию** (встречается у пожилых и вызвана ригидностью плечевой артерии , симптом Ослера – пульс на лучевой артерии имеется даже после исчезновения тонов Короткова

# ЭПИДЕМИОЛОГИЯ ХАГ

- Не менее 20% взрослых европеоидов имеют явную, а около 50% - по крайней мере пограничную АГ
- У женщин частота превышает мужскую в возрастных группах после 50 лет на 20%
- У негроидов АГ встречается в 1,5 раза чаще, чем у белых
- Даже тщательное обследование выявляет первичные заболевания, вызвавшие вторичную АГ только в трети случаев.
- Большая часть случаев ХАГ (90%) формируется на **первичной системной генетической основе**, без предшествующих иных болезней, нарушающих регуляцию АД

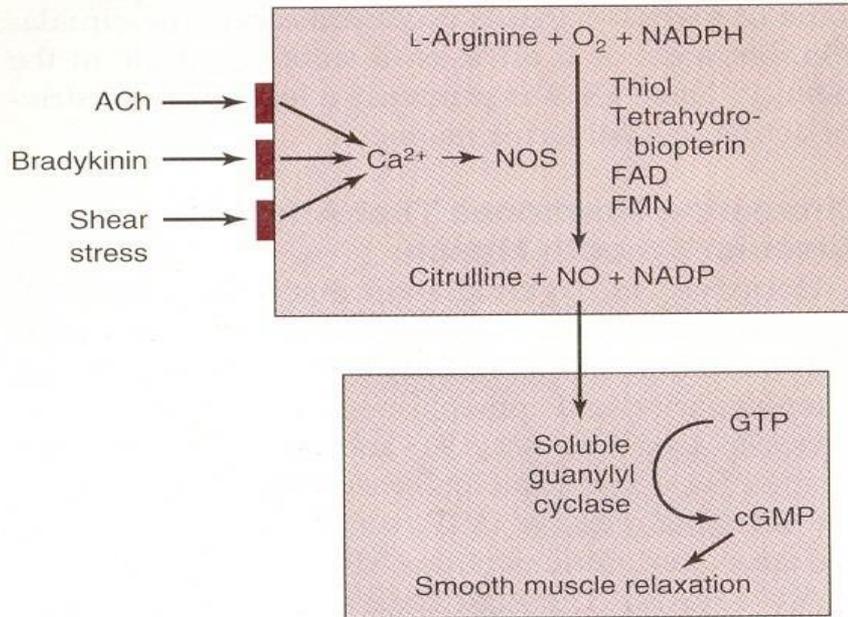
# Как регулируется АКД

- Системное артериальное кровяное давление поддерживается в оптимальных для перфузии тканей пределах за счет *взаимодействия сердца, кровеносных сосудов и почек*, под воздействием *местных аутокоидов, гормонов и нервных сигналов*. В системе регуляции кровяного давления *нет монополюсно-центрального звена*, задающего должную установочную величину кровяного давления.

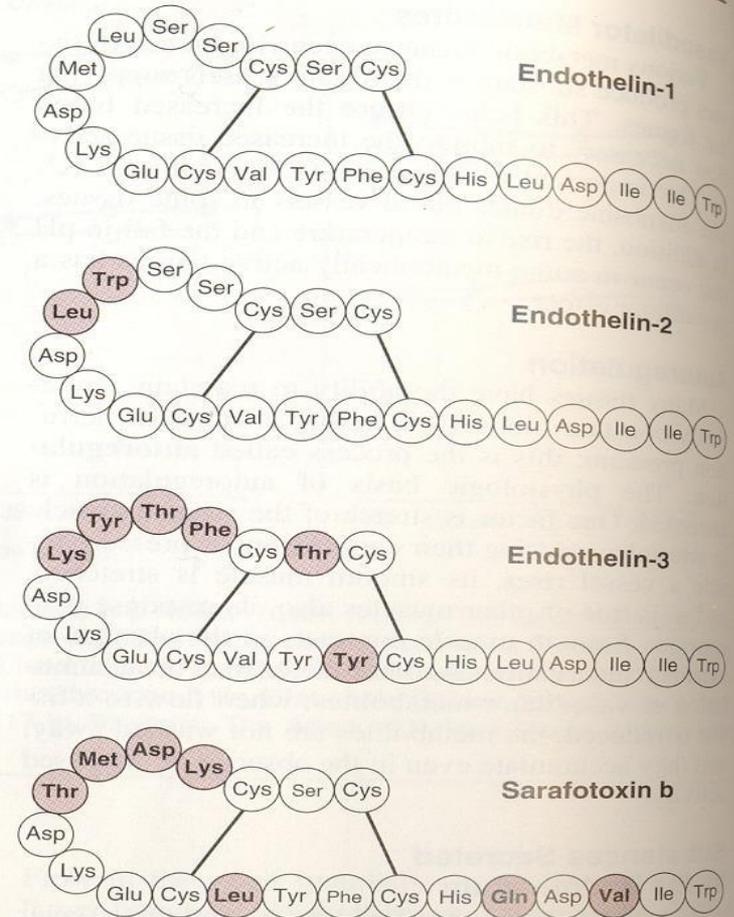
# Это доказывається на модели Гайтона – Грейнджера:

- На собаках, децеребрированных с помощью внутрицистернального введения 96% этанола. У таких животных, несмотря на верифицированную ЭЭГ смерть мозга, системные параметры кровообращения, включая артериальное давление, пульс и минутный объем сердца самопроизвольно стабилизируются в течение 3 часов после выключения ЦНС, при условии нормальных реологических свойств крови и сохранной функции почек.

# Основные регуляторы АД



**Figure 11–9.** Synthesis of nitric oxide (NO) from arginine in endothelial cells and its action via stimulation of soluble guanylyl cyclase and generation of cGMP to produce relaxation in vascular smooth muscle cells. The endothelial form of nitric oxide synthase (NOS) is activated by increased intracellular  $Ca^{2+}$ , and an increase in  $Ca^{2+}$  is produced by acetylcholine (ACh), bradykinin, or shear stress acting on the cell membrane. Thiol, tetrahydrobiopterin, flavin adenine dinucleotide (FAD), and flavin mononucleotide (FMN) are requisite cofactors. (Reproduced, with permission, from Ganong WF: *Review of Medical Physiology*, 18th ed. Appleton & Lange, 1997.)



**Figure 11–10.** Structure of human endothelins and one of the snake venom sarafotoxins. The amino acid residues that differ from endothelin-1 are indicated in color. (Reproduced, with permission, from Ganong WF: *Review of Medical Physiology*, 18th ed. Appleton & Lange, 1997.)

**Table 11–1.** Summary of factors affecting the caliber of the arterioles.

---

---

**Constriction**

*Local factors*

Decreased local temperature

Autoregulation

Locally released platelet serotonin

*Endothelial cell products*

Endothelin-1

*Hormones*

Norepinephrine

Epinephrine (except in skeletal muscle and liver)

Arginine vasopressin

Angiotensin II

Circulating  $\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$  ATPase inhibitor

Neuropeptide Y

*Neural control*

Increased discharge of noradrenergic vasomotor nerves

**Dilation**

*Local factors*

Increased  $\text{CO}_2$ ,  $\text{K}^+$ , adenosine, lactate

Decreased  $\text{O}_2$

Decreased local pH

Increased local temperature

Endothelial cell products

Nitric oxide

*Hormones*

Vasoactive intestinal peptide

CGRP $\alpha$  (calcitonin gene-related peptide, the  $\alpha$  form)

Substance P

Histamine

Kinins

Atrial natriuretic peptide

Epinephrine in skeletal muscle and liver

*Neural control*

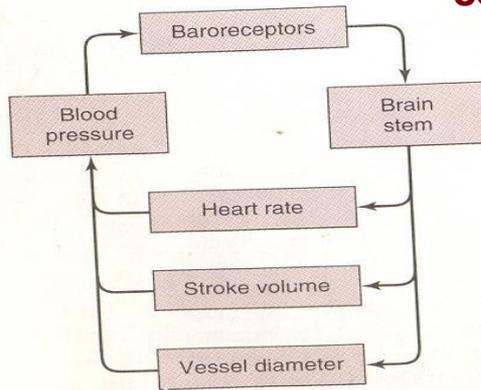
Activation of cholinergic dilator fibers to skeletal muscle

Decreased discharge of noradrenergic vasomotor nerves

---

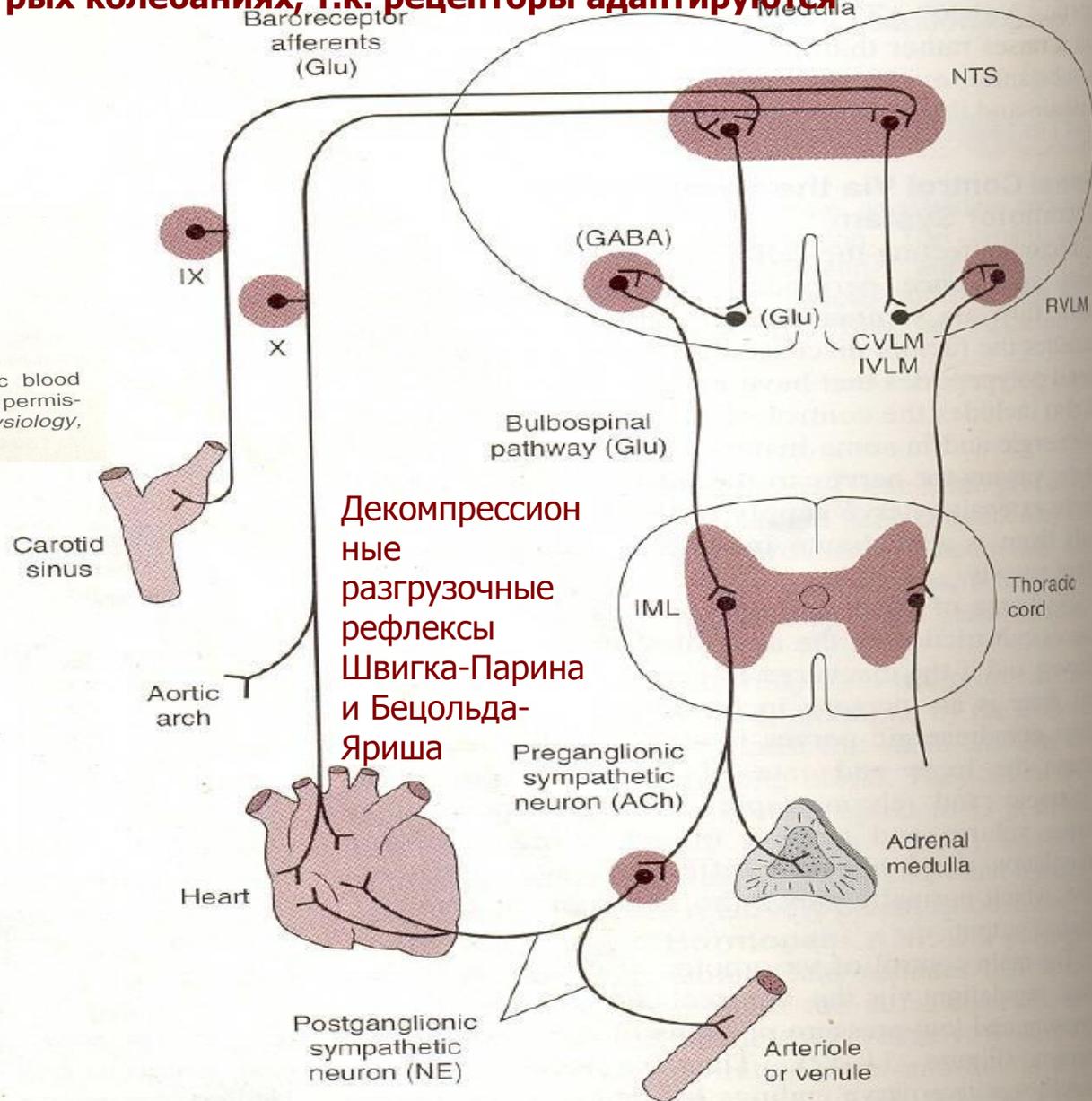
# Нейрогенные факторы регуляции АД

Играют существенную роль только при кратковременных острых колебаниях, т.к. рецепторы адаптируются



**Figure 11-12.** Feedback regulation of systemic blood pressure by baroreceptors. (Reproduced, with permission, from Ganong WF: *Review of Medical Physiology*, 18th ed. Appleton & Lange, 1997.)

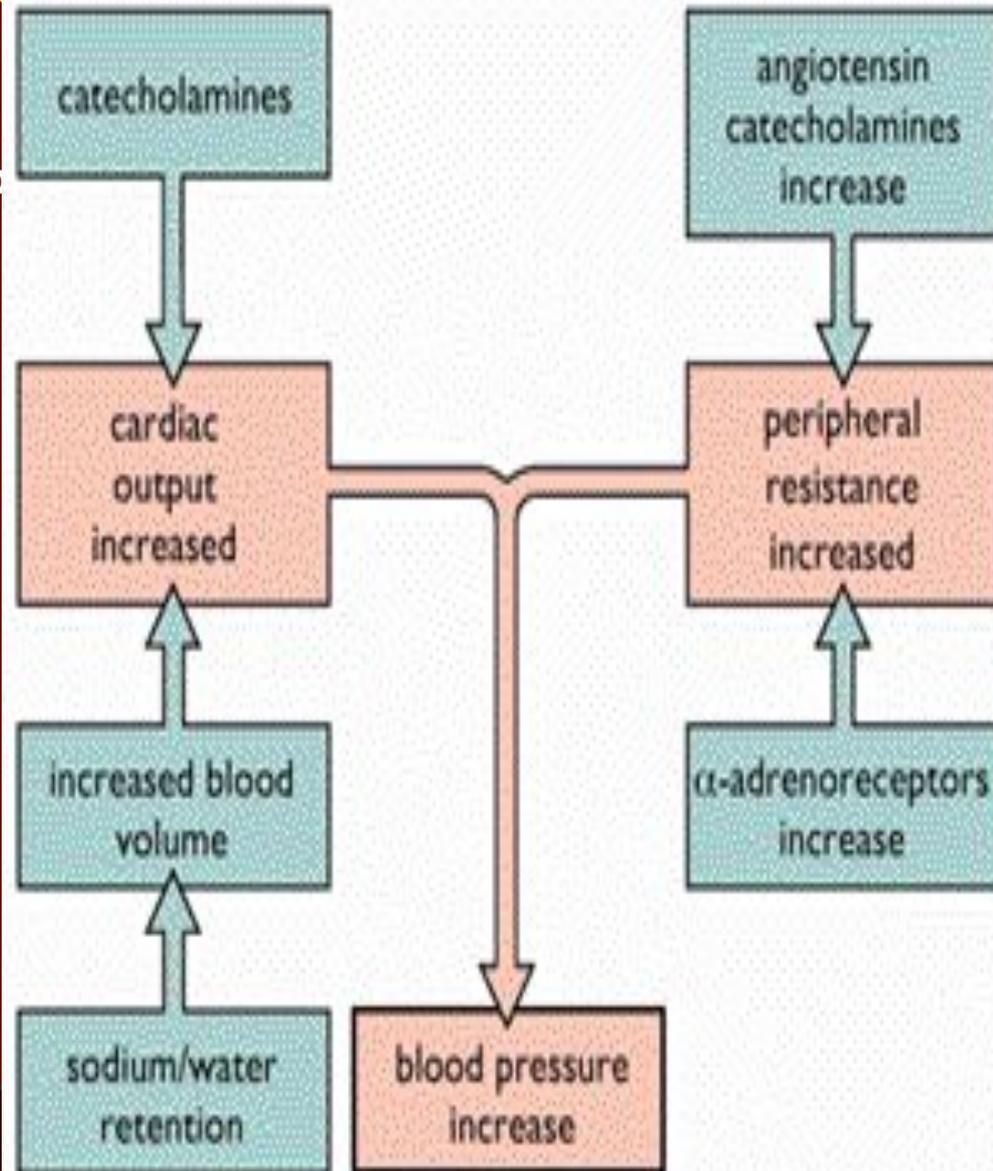
**Figure 11-13.** Basic pathways involved in the medullary control of blood pressure. The vagal efferent pathways to the heart are not shown. The probable neurotransmitters in the pathways are indicated in parentheses. (ACh, acetylcholine; GABA,  $\gamma$ -aminobutyric acid; Glu, glutamate; NE, norepinephrine; CVLM, IVLM, and RVLM, caudal, intermediate, and rostral ventrolateral medulla; IML, intermediolateral gray column; IX, glossopharyngeal nerve; NTS, nucleus tractus solitarius; X, vagus nerve.) (Modified from Reis DJ et al: Role of adrenaline neurons of the ventrolateral medulla [the C group] in the tonic and phasic control of arterial pressure. *Clin Exp Hypertens [A]* 1994;6:221.)



Декомпрессионные разгрузочные рефлексы Швигка-Парина и Бецоляда-Яриша

# От чего зависит АД в краткосрочной и долгосрочной

- Среднецикловое АД Зависит от реперку
- Работы сердца
- ОПС
- ОЦК
- Решающий параметр, напрямую связанный с ОЦК – венозный возврат.
- Рефлекторные факторы играют роль, в основном, при острых изменениях АД
- 3 основных фактора острой регуляции АД изменяются взаимно компенсаторно
- При хронических изменениях решающие – гуморальные и почечные механизмы.
- Повлияв на венозный возврат, почечный прессорный натрийуретический механизм может не допустить перехода острых и подострых гипертензий в хронические.



# Три богатыря системы стабилизации АКД :

- *Работа сердца,*
- *общее периферическое сопротивление сосудов и*
- *объем циркулирующей крови*
- способны при **резких** изменениях повлиять на величину системного артериального кровяного давления. При **сдвигах любой одной из этих величин другие меняются в компенсирующем направлении.** Например, **выключение из кровообращения крупных артерий** повышает ОПС и создает угрозу острой гипертензии. В ответ на это следуют расширение оставшихся артерий и вен, брадикардия и усиление выведения натрия и воды.
- **Выключение из кровообращения крупных вен** понижает венозный возврат и создает угрозу острой гипотензии. Следуют тахикардия и сужение оставшихся вен и артерий, повышение ОПС и уменьшение выведения натрия и воды.

# Кто главный? Уж точно не кора...

- **Метаболизм тканей в районе каждой микроциркуляторной единицы определяет ее кровоток и венозный возврат.**
- **Суммарный венозный возврат от всех микроциркуляторных единиц определяет наполнение и работу сердца и служит главной регулируемой величиной в системе кровообращения.**
- **Общее периферическое сопротивление приспособливается к сердечному выбросу, так, чтобы избежать избыточной перфузии.**
- **Изменение местного сосудистого тонуса способствует распределению ресурса кровотока по системам, органам и микроциркуляторным единицам в соответствии с их потребностью.**

Почки с их способностью к *прессорному натрийурезу* – то есть, усилению выведения натрия и воды в ответ на острую гипертензию – *служат главным регулятором, предохраняющим от перехода острых гипертензий в хронические.* Прессорный натрийурез обеспечивается изменением соотношения **атриопептиновых и ренин-ангиотензиновых** воздействий в зависимости от уровня кровяного давления и венозного возврата.

Важным условием этой автоматической регуляции служит нормальная текучесть крови.

# Экспериментальные модели АГ

- *Патофизиологические опытки* получить на животных модель хронической артериальной гипертензии долгое время не приносили успеха. Удавалось промоделировать **острую или подострую гипертензию**. Однако, пока **механизмы прессорного почечного натрийуреза оставались интактными – перехода гипертензии в хроническую не наблюдалось.**
- На этом пути было создано несколько **ценных моделей острой и подострой гипертензии**, показывающих роль **отдельных факторов риска** (отдельных звеньев регуляции) в этиологии (и патогенезе) артериальной гипертензии.

# Какие модели АГ нужно знать...

- **«Невротическая» модель Петровой – Павлова** – подострая гипертензия при длительном стрессе («сшибке условнорефлекторных процессов») у собак.
- **Ликвородинамическая модель Кушинга** – подострая гипертензия при экспериментальной гидроцефалии у **кошек**, полученной путем блокады **сильвиева водопровода**.
- **Ренальные модели Гольдблатта** – создание хронической односторонней ишемии почки у щенков ограничением просвета **a.renalis**. Индуцируется нефросклероз, пораженная почка вырабатывает **ренин**, несмотря на АГ и необходимость **включить прессорный натрийурез**, не давая интактной почке реализовать атриопептиновый ответ.
- **Гольдблатт-1** – с солевой нагрузкой
- **Гольдблатт -2** – с частичной резекцией второй почки.
- **Солевая модель Даля** – подострая гипертензия при диетической перегрузке солью у крыс. Примечательно, что к солевой нагрузке **разные линии крыс устойчивы в различной степени**, что детерминировано генетически и позволило работать над созданием чистых линий животных, предрасположенных к гипертензии.
- Это позволило создать более адекватную эссенциальной гипертензии **генетическую модель**.
- Первичный генетический дефект, аналогичный человеческому дефекту **гена SLC9A1**, имеется у чистой линии крыс **SHR**, выведенной **Аоки** и **Окамото**. Данная модель наиболее удачно воспроизводит спонтанную эссенциальную гипертензию человека.
- **Варианты** – крысы Киото, крысы Милан



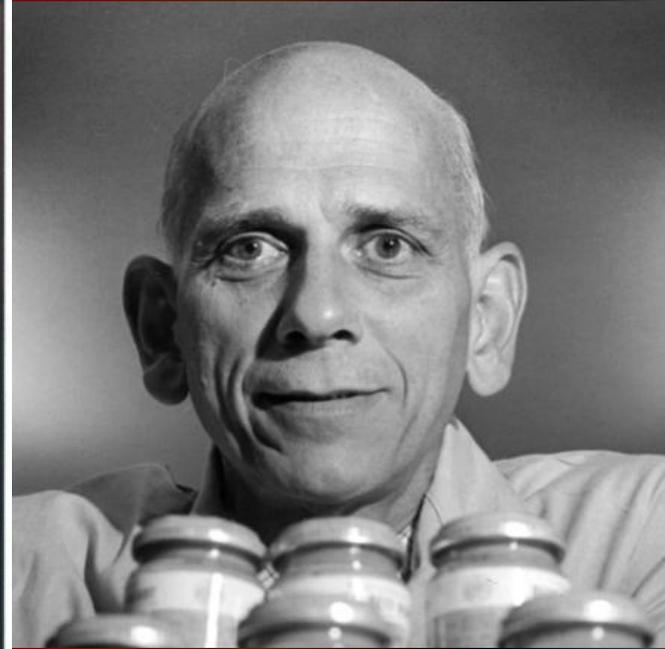
**Харри Гольдблатт,  
автор ренопривной  
модели**



**Kozo Okamoto  
1908-1993**

**Кодзо Окамото,  
автор генетической  
модели**

**Автор солевой модели  
Льюис К. Даль**



# Факторы риска и патогенез АГ

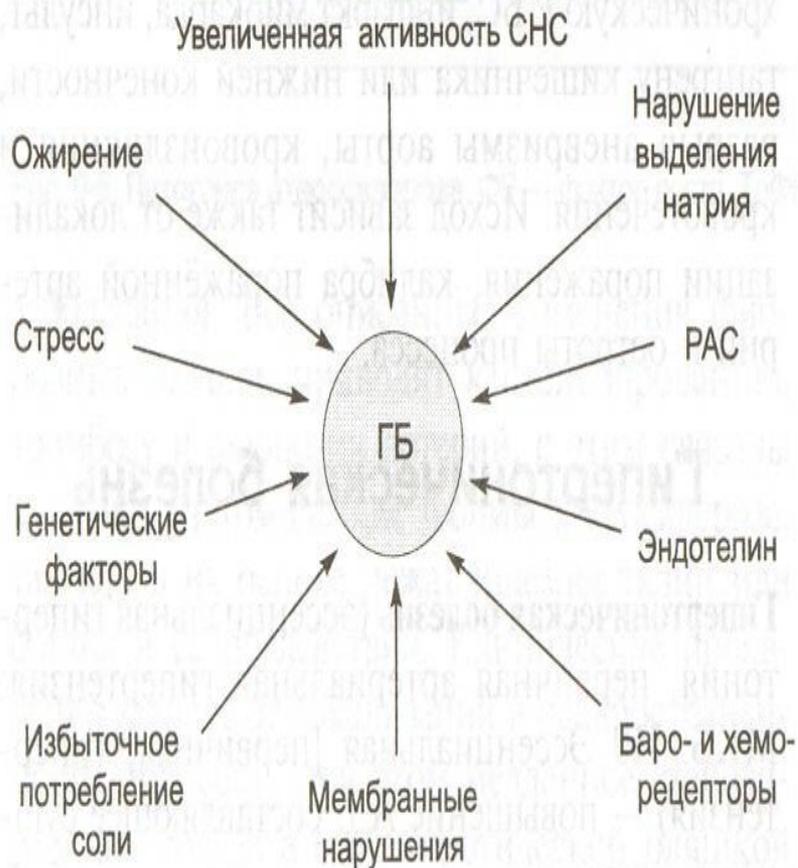


Рис. 9-6. Факторы, участвующие в развитии гипертонической болезни. РАС — ренин-ангиотензиновая система, СНС — симпатическая нервная система [103].

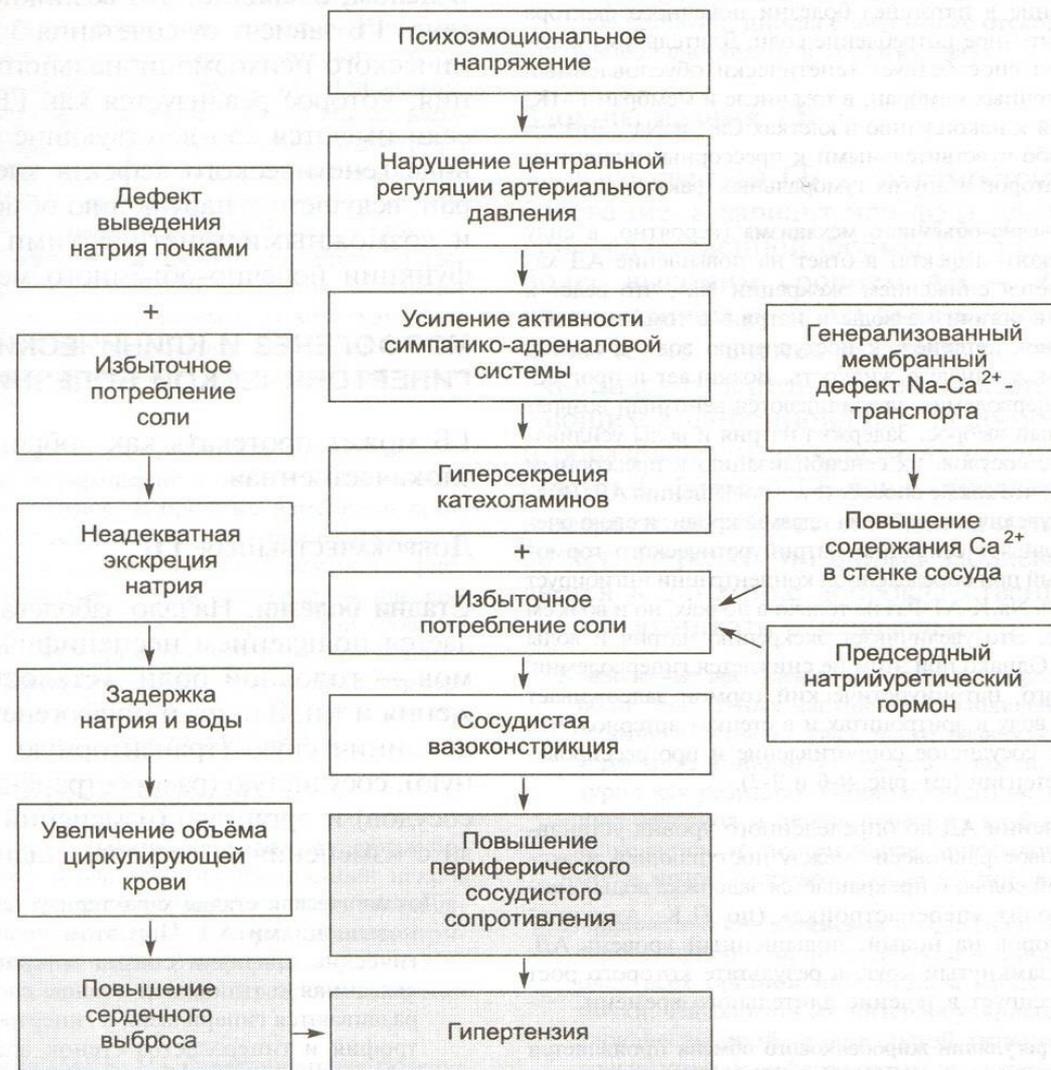


Рис. 9-7. Патогенез артериальной гипертензии.

# Гипертоническая болезнь – не то же самое, что

## эссенциальная гипертензия!

- Клинико-патофизиологические наблюдения привели Г.Ф. Ланга к выводу о существовании особого заболевания, при котором поэтапно нарушаются все звенья регуляции, предупреждающие хроническую артериальную гипертензию. Он сформулировал представления о *гипертонической болезни*.
- В начальной стадии данного заболевания на наследственно-системном основе из-за нежелания клеток расставаться с натрием и кальцием формируется первичная эссенциальная гипертензия. При этом способность снижать ОПС и увеличивать натрийурез в ответ на АГ частично сохраняется, тип циркуляции – гипердинамический, НК компенсирована, органосклеротических изменений пока нет.
- в дальнейшем первичная АГ осложняется приплюсовыванием вторичных гипертензиогенных механизмов (сосудистых, почечных, нейрогенных и др...).
- Хроническая артериальная гипертензия нарушает строение и функции стенок сосудов, ускоренно формируются артериолосклероз и атеросклероз.
- В конечных стадиях болезни это приводит к недостаточной перфузии органов, некомпенсированной НК, гиподинамической циркуляции и органным осложнениям (нефросклероз, ретинопатия, инсульты и др.).



Георгий Федорович  
Ланг (1875 – 1948)

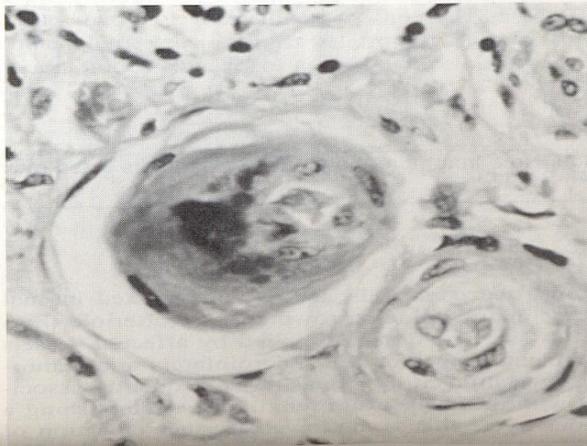
# Виды АГ по этиологии и патогенезу

**Table 20-5.** Etiology and classification of hypertension and the mechanisms involved in pathogenesis. Percentages shown indicate frequency among hypertensive individuals in the general population. The figures differ in specialty clinics as a consequence of patient selection.

Disease	Mechanism
<b>Essential (primary) hypertension (92-94%)</b>	Unknown; probably multifactorial
<b>Secondary hypertension</b>	
Renal diseases (3-4%)	Increased renin secretion (compensatory)
Renal vascular diseases	
Renal artery stenosis (atherosclerosis, fibromuscular hyperplasia, posttransplantation)	
Arteritis, polyarteritis nodosa	
Renal artery embolism	
Renal parenchymal diseases	Sodium retention in kidney
Acute glomerulonephritis	
Chronic glomerulonephritis	
Chronic pyelonephritis	
Polycystic disease of the kidney	
Renal neoplasms	Renin secretion by neoplasm
Juxtaglomerular apparatus neoplasm	
Renal carcinoma	
Wilms' tumor	
Endocrine diseases (1%)	Catecholamine excess
Pheochromocytoma	Aldosterone excess
Primary aldosteronism (Conn's syndrome)	Cortisol excess
Cushing's syndrome	Mineralocorticoid excess
Congenital adrenal hyperplasia due to 11-hydroxylase deficiency	Increased renin secretion (compensatory)
Coarctation of the aorta	
Drug-induced hypertension	Cortisol excess
Corticosteroids	Increased sympathetic tone
Amphetamine use	Sodium retention
Chronic licorice ingestion <sup>1</sup>	Sodium retention
Oral contraceptives	
Neurologic diseases	Increased sympathetic tone
Raised intracranial pressure	
?Psychogenic	Arteriolar constriction
Hypercalcemia	

<sup>1</sup>Licorice has an aldosterone-like effect (pseudoaldosteronism).

	Percentage of Population
Essential hypertension	91
Renal hypertension	
Renovascular	3
Parenchymal	2
Endocrine hypertension	
Primary aldosteronism	0.3
Cushing's syndrome	0.1
Pheochromocytoma	0.1
Other adrenal forms	0.2
Estrogen treatment ("pill hypertension")	3
Miscellaneous	0.3



**Table 11-4.** Salt sensitivity in humans.<sup>1</sup>

	Percentage of Individuals	
	Normal	Hypertensive
White		
Salt-sensitive <sup>2</sup>	30	55
Salt-resistant	70	45
Black		
Salt-sensitive <sup>2</sup>	32	73
Salt-resistant	68	27

<sup>1</sup>Courtesy of Weinberg MH. Data from Luft FC et al: Salt sensitivity and resistance of blood pressure. *Hypertension* 1991; 17(1 Suppl):1102.

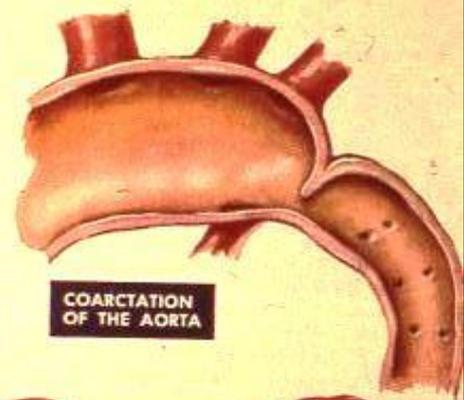
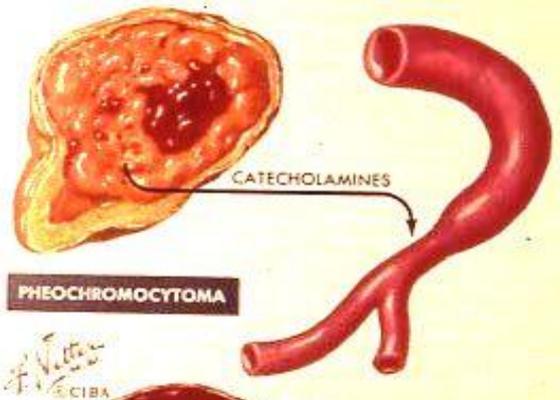
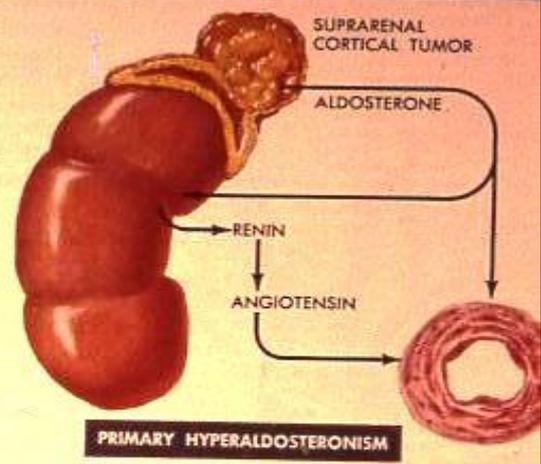
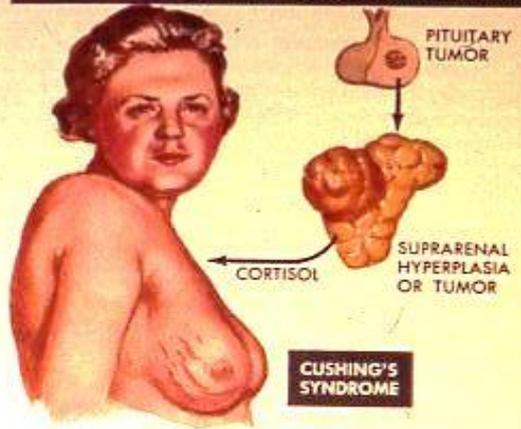
<sup>2</sup>Mean blood pressure decrease >10 mm Hg with furosemide and low-salt diet.

Modified and reproduced, with permission, from Williams DH, Braunwald E: Hypertensive vascular disease. In: *Harrison's Principles of Internal Medicine*, 11th ed. Braunwald E et al (editors). McGraw-Hill, 1987.

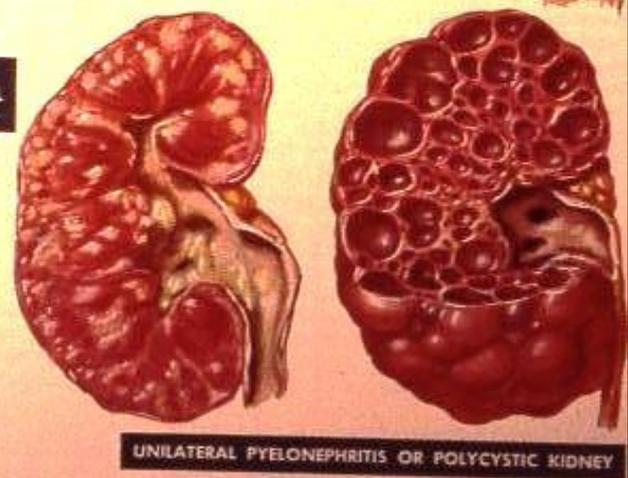
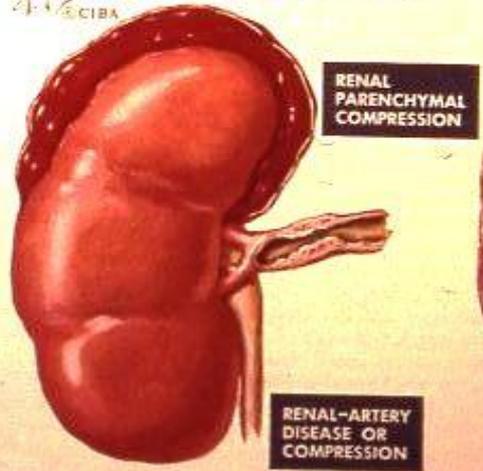
# Первичная и вторичные АГ

- 90% случаев приходится на гипертоническую болезнь,
- остальные 10% — на симптоматическую артериальную гипертонию;
- причины ее — заболевания почек,
- почечных сосудов,
- феохромоцитома,
- синдром Кушинга,
- первичный гиперальдостеронизм,
- Гипертироз, гиперпаратироз
- Акромегалия-гигантизм
- коарктация аорты
- Гидроцефалия
- Отравления кокаином, алкоголем, лакрицей, ингибиторами МАО, адреномиметиками, эстрогенными контрацептивами и др.
- Еще более 20 редких заболеваний.

CAUSES OF SECONDARY HYPERTENSION WHICH MAY BE AMENABLE TO SURGERY



*W. J. ...*  
CIBA



# Факторы риска и патогенез АГ

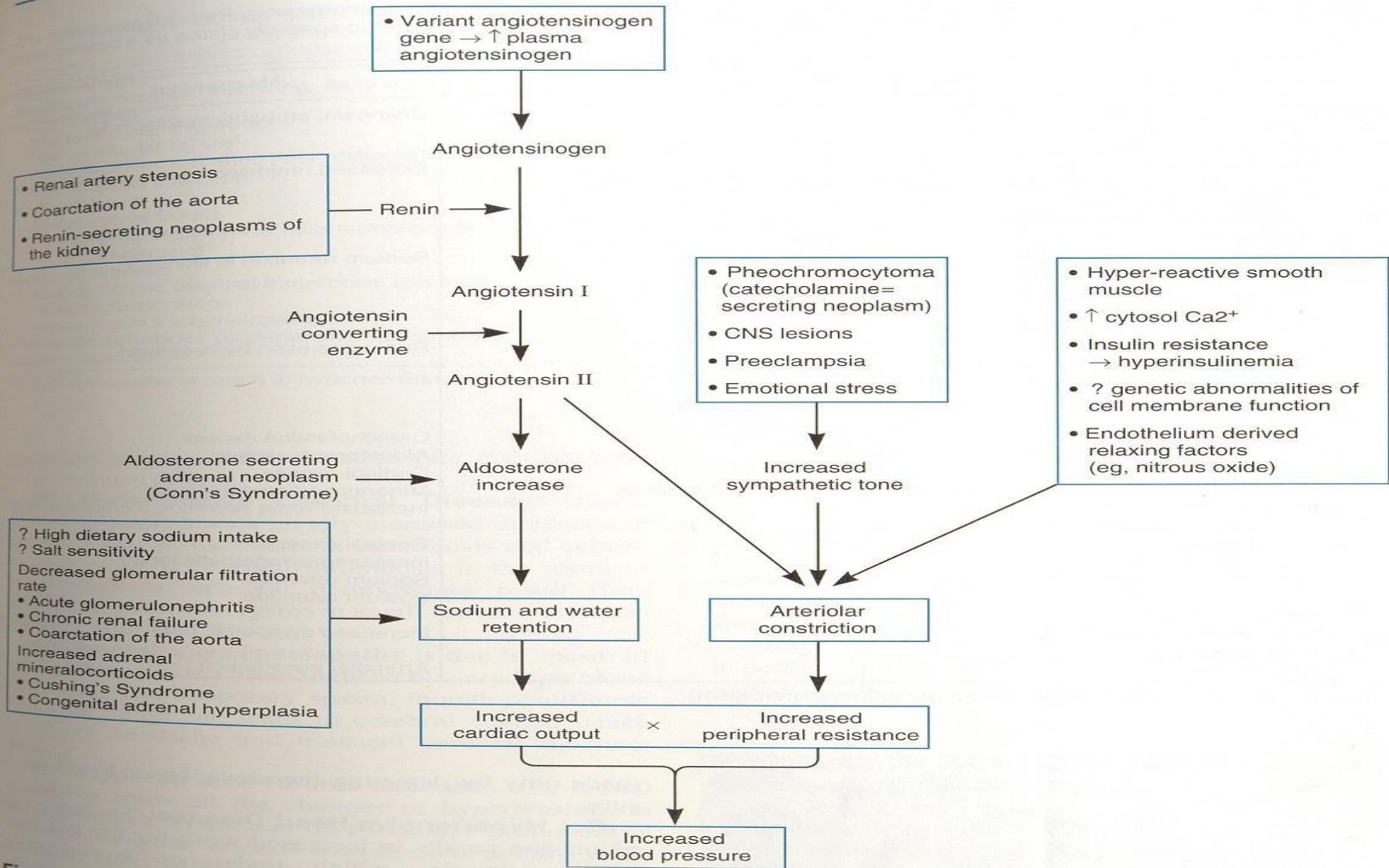
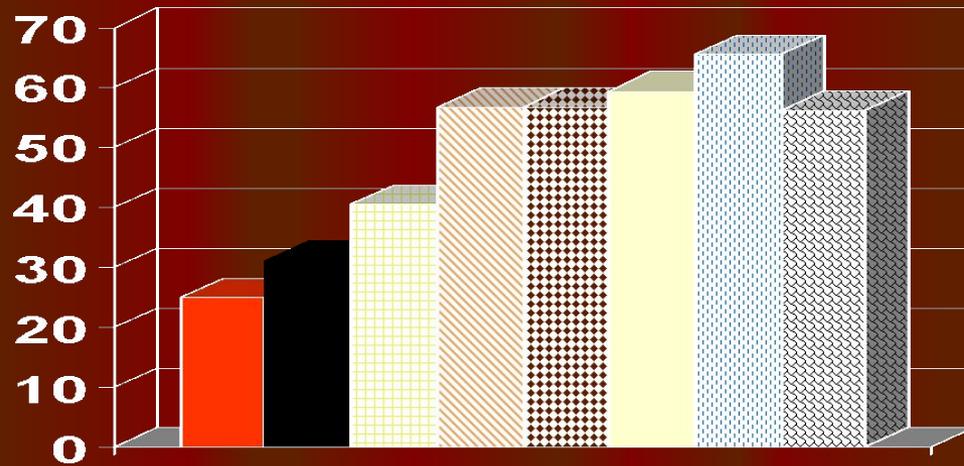


Figure 20-10. Factors involved in the pathogenesis of hypertension. Note that more than one of the factors listed may operate in a given patient.

# АГ и СД : данные Ю.И. Строева и соавт.:



Arterial hypertension prevalence among DM patients, %



Какие генетические особенности  
ведут к эссенциальной АГ

- **Связанные с мембранным ионным транспортом**
- **Связанные с РАС**
- **Связанные с рецепцией инсулина**

# Мембранный ионный транспорт

- Гиперэкспрессивные аллели водород-натриевого противопереносчика, задержка  $\text{Na}^+$
- Аномалии хлорид-бикарбонатного насоса, только хлорид натрия, но не другие его соли вызывают АГ
- Задержка цитоплазматического  $\text{Ca}^{+2}$ , в том числе – из-за компенсаторной гиперпродукции эндогенных убаиноподобных натрийуретических факторов

# Инсулинорезистентность

- *ИР всегда повышает АД (метаболический синдром, поликистоз яичников и др)*
- *При ИР сосуды и почки сохраняют частично ответ на инсулин, резистентность касается, в основном, регуляции уровня глюкозы в крови*
- *Инсулин способствует гиперэкспрессии гена **SLC9A1**, задержке натрия и ограничению прессорного натрийуреза почек*
- *Инсулин – митоген ГМК*
- *Инсулин повышает симпатотонус (антигипогликемический автоматизм)*
- *Инсулин способствует повышению уровня ионизированного кальция в ГМК сосудов и нейронах*

# Генетика РАС и АГ

- **Гипорениновая АГ = 20%**, низкий ренин и повышенная чувствительность КН к ангиотензину. Не подавляют продукцию альдостерона в ответ на соль
- **Сользависимая АГ –25-30%**, характерна у негров.  
реакция КН на дефицит натрия низкая,  
содержание натрия в пище не влияет на степень ответа КН и сосудов почек на ангиотензин, при низкосолевой диете ренин нормальный или слегка повышен,  
при высокосолевой диете ренин не подавляется и АД повышается. Прессорный натрийурез нарушен, помогают блокаторы ангиотензин-конвертазы,  
вероятен дефектный аллель ангиотензиногена
- **Гиперрениновая АГ = 15%**, высокий ренин. В половине случаев помогают блокаторы ангиотензинового рецептора (то есть не подавляется натрием ангиотензиновая активность). У остальных не помогают блокаторы АТ-рецепторов (то есть причина не в ренине, а возможно – в повышенном симпатотонусе).

<b>органы</b>	<b>Неотложные состояния</b>	<b>Длительно существующие осложнения</b>
<b>Сердечно-сосудистая система</b>	<b>Отек легких, инфаркт миокарда</b>	<b>ИБС, гипертрофия левого желудочка</b>
<b>Головной мозг</b>	<b>Внутричерепное кровоизлияние, кома, эпилептические припадки, психические нарушения, преходящая ишемия мозга, инсульт</b>	<b>Преходящая ишемия мозга, инсульт</b>
<b>Почки</b>	<b>Гематурия, азотемия</b>	<b>ХПН</b>
<b>Сетчатка</b>	<b>Отек дисков зрительных нервов, кровоизлияния</b>	<b>Кровоизлияния, экссудаты, симптом артериовенозного перекреста</b>

# Последствия хронической АГ

Table 20-6. Clinical features and complications of hypertension.

**Asymptomatic**

**Headache:** occipital, throbbing, early morning

**Heart disease**

Left ventricular hypertrophy

Left ventricular failure<sup>1</sup>

Atherosclerotic ischemic heart disease: angina myocardial infarction<sup>1</sup>

**Renal disease**

Chronic renal failure

Rapidly progressive renal failure (malignant nephrosclerosis)<sup>1</sup>

**Cerebral disease**

Atherosclerotic cerebral thrombosis and infarction<sup>1</sup>

Cerebral hemorrhage<sup>1</sup>

Hypertensive encephalopathy

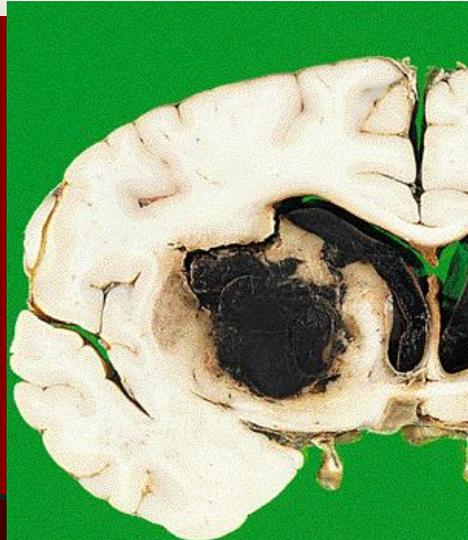
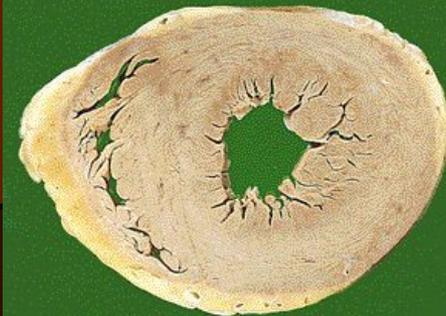
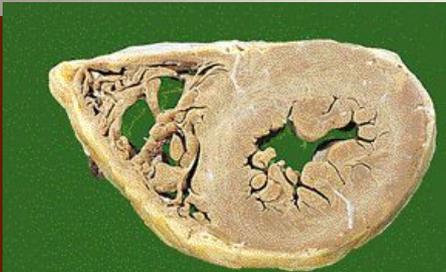
**Visual disturbances** (hypertensive retinopathy)

**Aortic dissection**

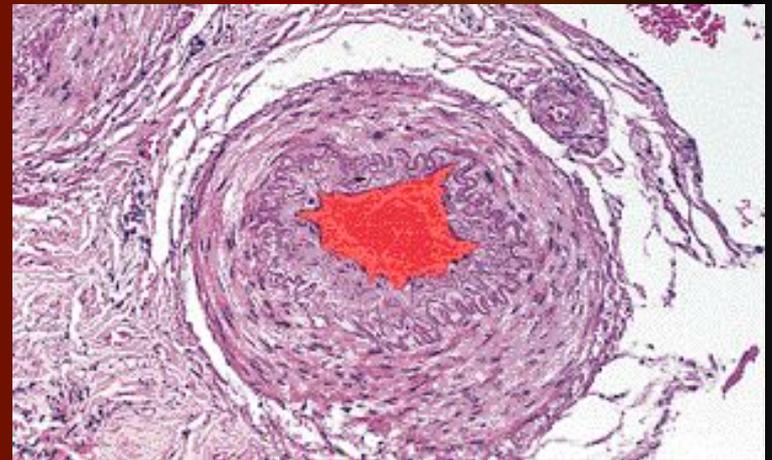
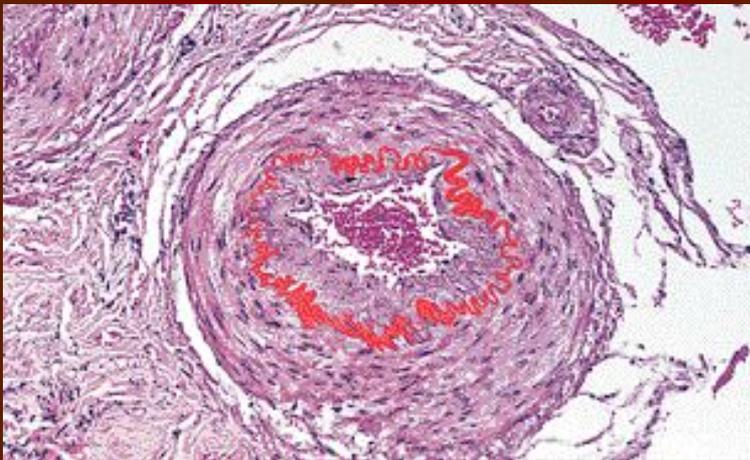
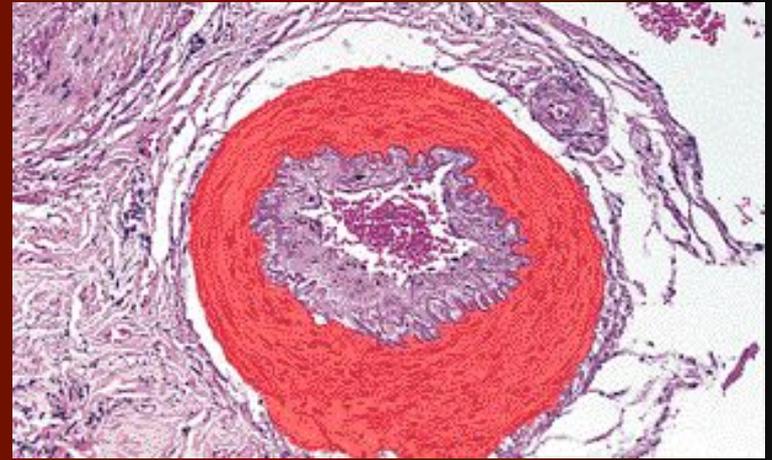
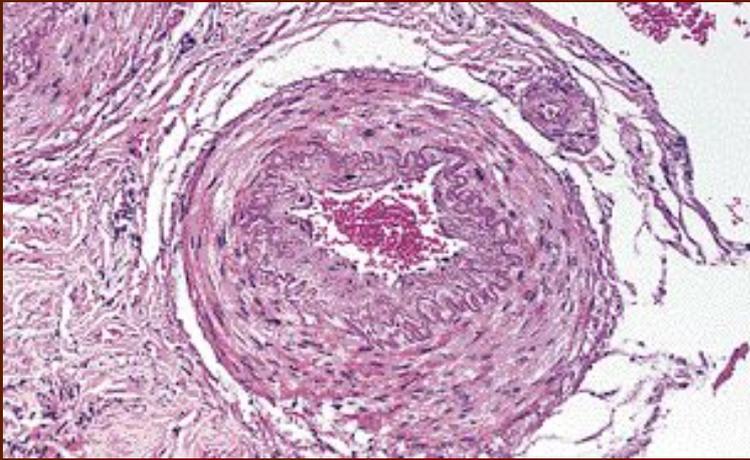
<sup>1</sup>Common causes of death in hypertension.



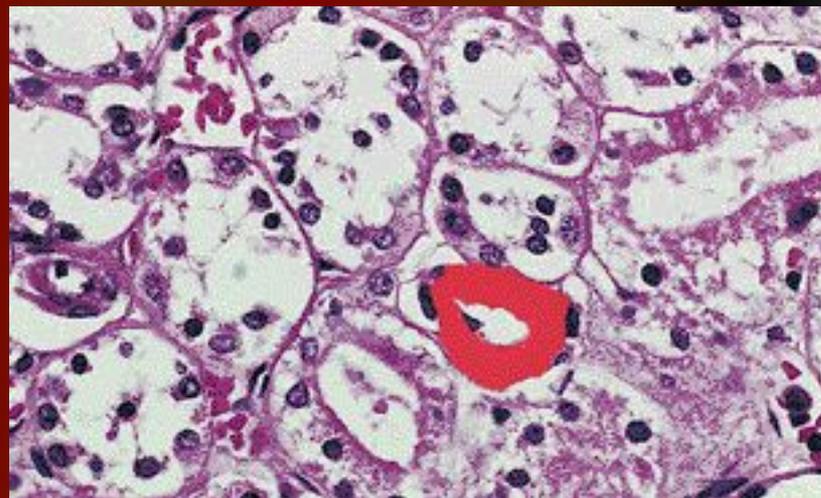
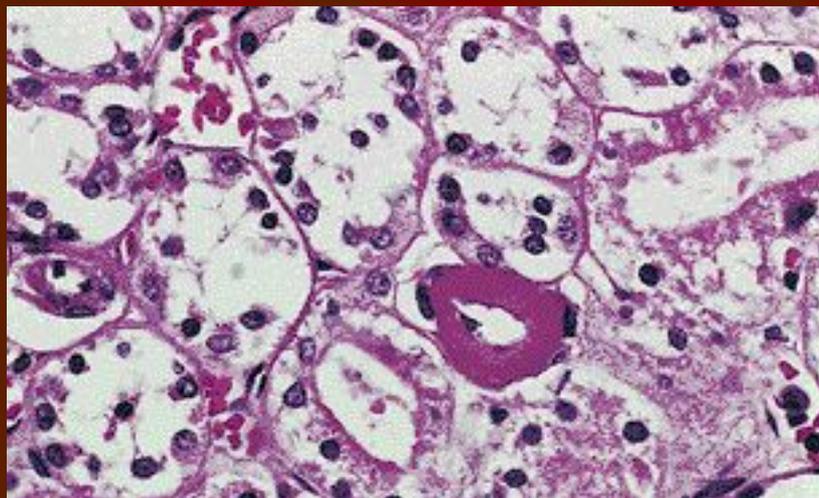
**Figure 20-12.** Retina of a patient with hypertensive retinopathy showing an exudate and failure of capillary filling in affected area. A microaneurysm is also present. (Injected with India ink; stained with oil red O; magnification  $\times 90$ .) (Reproduced, with permission, from Ashton N: Pathophysiology of retina 26:143.)



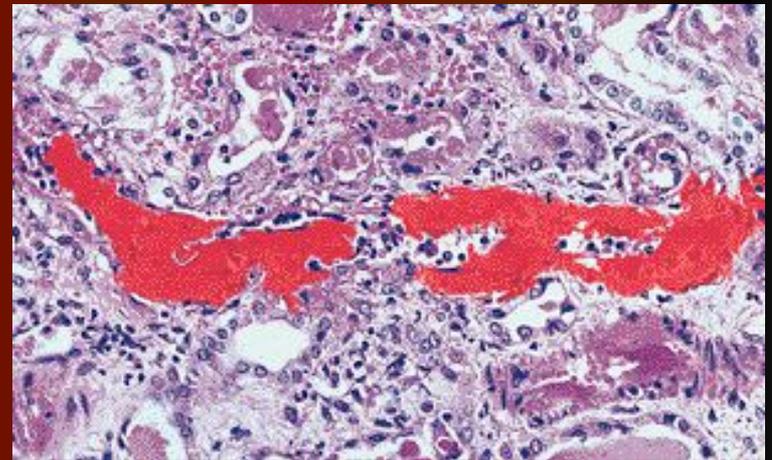
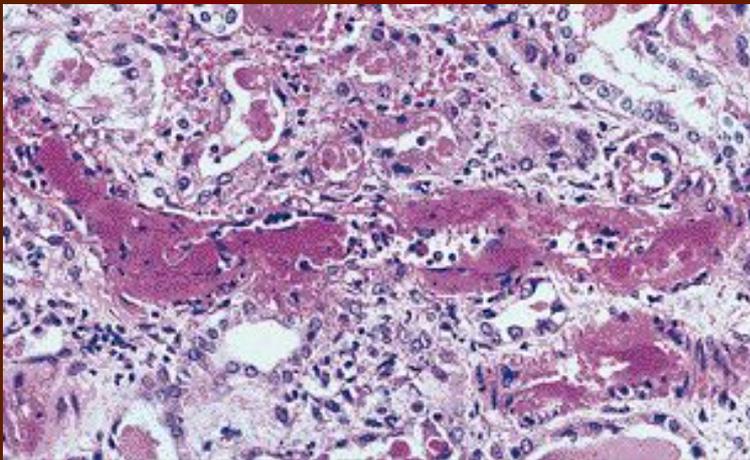
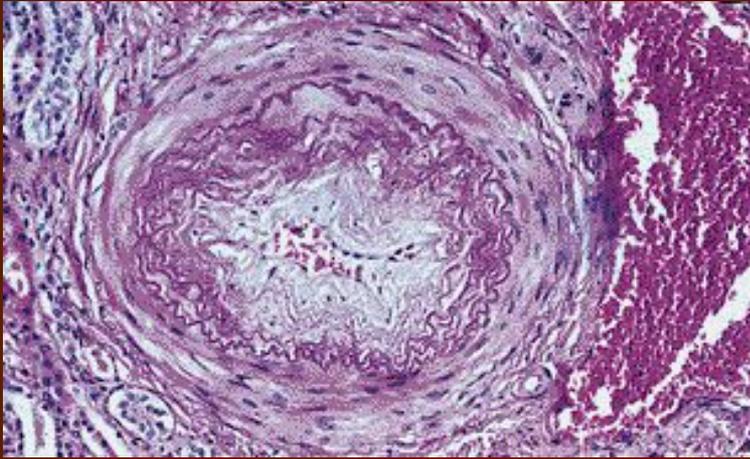
# Вторичные изменения макрососудов при доброкачественной АГ



# Артериолы при доброкачественной АГ



# Злокачественная АГ





Александр Леонидович  
Мясников (1899 – 1965)

## Атеросклероз и ГБ: концепция А.Л. Мясникова

- АСК усиливает ГБ так как препятствует компенсаторному снижению ОПС, способствует снятию синокаротидных депрессорных рефлексов, провоцирует усиление симпатотонуса из-за нарушений перфузии мозга и рениновую реакцию из-за ишемии почек.
- АГ способствует АСК так как помогает инфильтрации стенок сосудов липопротеидами и усиливает пролиферацию ГМК, как фактор их гипертрофии
- Однако, нельзя упрощенно считать эссенциальную АГ «порождением атеросклероза»