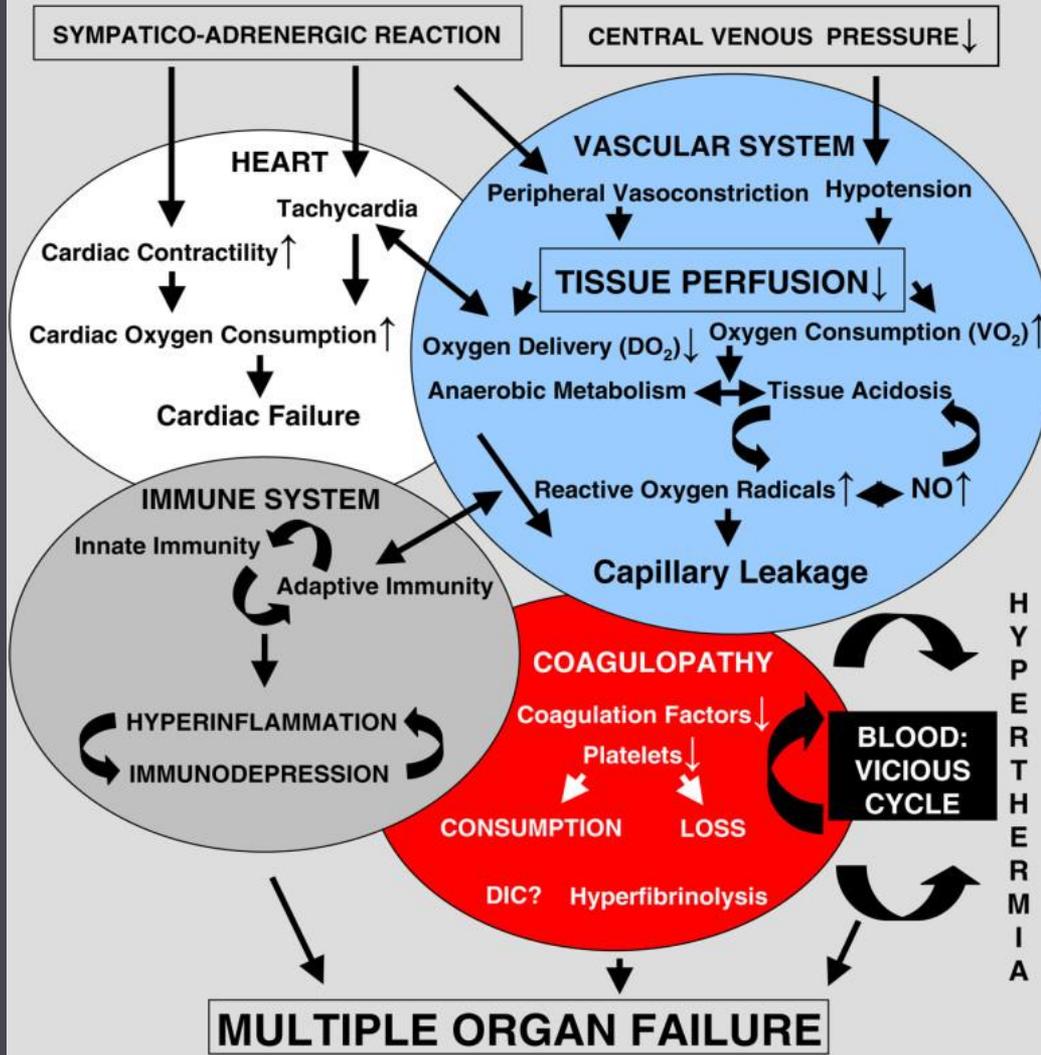


Кровопотеря

Практическое занятие для студентов 3-го курса

PATHOPHYSIOLOGY IN HEMORRHAGIC SHOCK



Патогенез
кровопотери

Кровопотеря

Основные факторы, определяющие исход:

- ▣ *Объем*
- ▣ *Скорость*

Одномоментная потеря **40% ОЦК** считается несовместимой с жизнью

Дополнительные факторы, оказывающие влияние на исход (критерии шокогенности):

- ▣ *Соматические заболевания как фон: анемия, заболевания сердечно-сосудистой системы, истощение*
- ▣ *Гипотрофический синдром*
- ▣ *Пол*
- ▣ *Возраст (дети и пожилые)*

Кровопотеря

Цель компенсаторно-приспособительных реакций:

- Сохранение нормального уровня АД
- Восстановление ОЦК

Основной опасный фактор:

- Несоответствие емкости сосудистого русла сниженному ОЦК



Компенсаторно-приспособительные механизмы



1. **Компенсаторно-приспособительные механизмы**
 - Веноспазм
 - Приток тканевой жидкости
 - Тахикардия
 - Олигурия
 - Гипервентиляция
 - Периферический артериолоспазм
2. **Изменения в системе кровообращения и не только**
 - Централизация кровообращения
 - Децентрализация кровообращения
 - Нарушение реологических свойств крови
 - Метаболические изменения
 - Изменения органах

Нейрогуморальные реакции

Неспецифический адаптационный синдром (Ганс Селье, 1960 г.)

- ▣ *Повышение тонуса симпатической нервной системы*
- ▣ *Усиление секреции катехоламинов надпочечниками*
- ▣ *Стимуляция гипофизарно-надпочечниковой системы:
усиление секреции **альдостерона** и **антидиуретического гормона***



Кровопотеря до 10% ОЦК

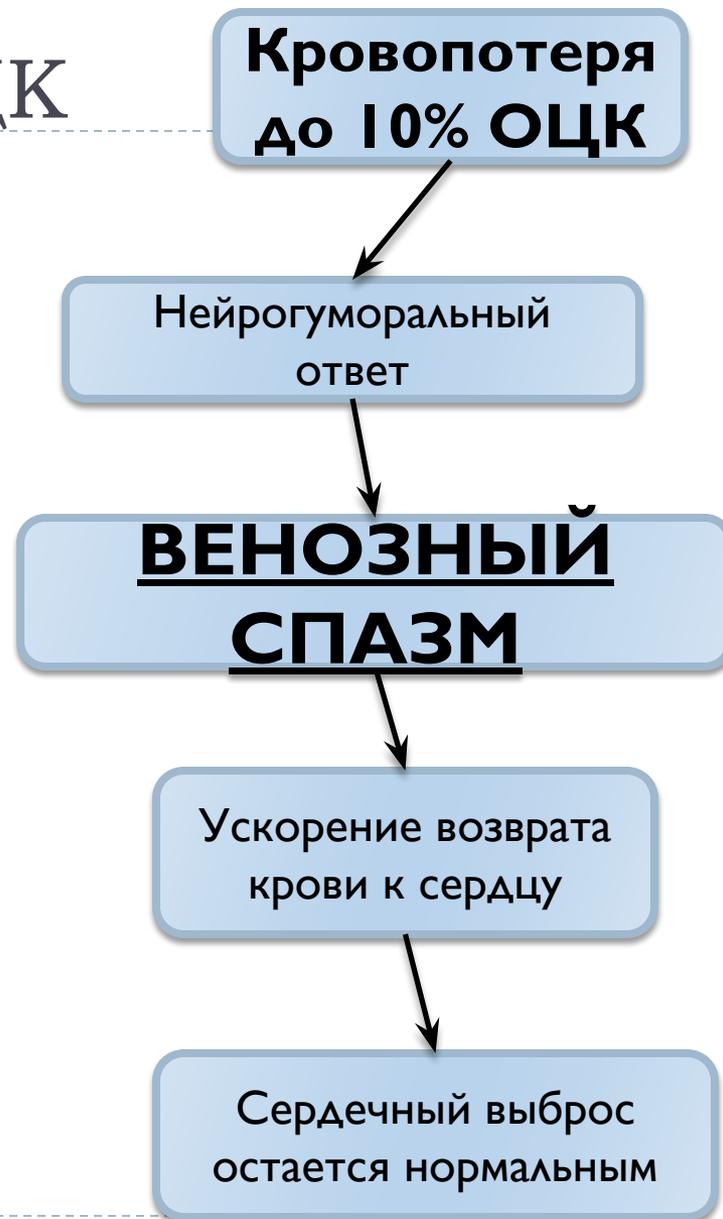
Емкостное (венозное) русло содержит 65-70% ОЦК.

Венозный спазм достигает максимума в первые минуты после начала кровотечения и может сохраняться несколько часов

Венозный спазм приводит емкость сосудистого русла в соответствие оставшемуся ОЦК

Клинически:

Спадение подкожных вен



Кровопотеря более 10-15% ОЦК

Если кровопотеря превышает 10-15%,
веноспазм не может эффективно
компенсировать этот объем =>
снижение сердечного выброса =>
активация эндокринных систем =>
вазоконстрикция артериального русла

Клинически:

*Бледный и холодный кожный покров,
уменьшение мочеотделения*

**Кровопотеря
10-15% ОЦК**

Нейрогуморальный ответ

Венозный спазм неэффективен

Снижение сердечного
выброса

**ПЕРИФЕРИЧЕСКИЙ
АРТЕРИОЛОСПАЗМ**

(кожа и почки)

**Централизация
кровообращения (сердце и
головной мозг)**

Поддержание
системного АД

Кровопотеря более 20-30% ОЦК

Если кровопотеря превышает 20-30% системное АД начинает снижаться (< 80 мм рт.ст.) => нарушение кровоснабжения сердца и головного мозга =>

Клинически:

Острая сердечная недостаточность и отек головного мозга

Кровопотеря

я

>20-30%

ОЦК

Нейрогуморальный ответ

Венозный спазм неэффективен

Снижение сердечного выброса

**ПЕРИФЕРИЧЕСКИЙ
АРТЕРИОСПАЗМ**

(кожа и почки)

**Централизация
кровообращения
(сердце и головной мозг)**

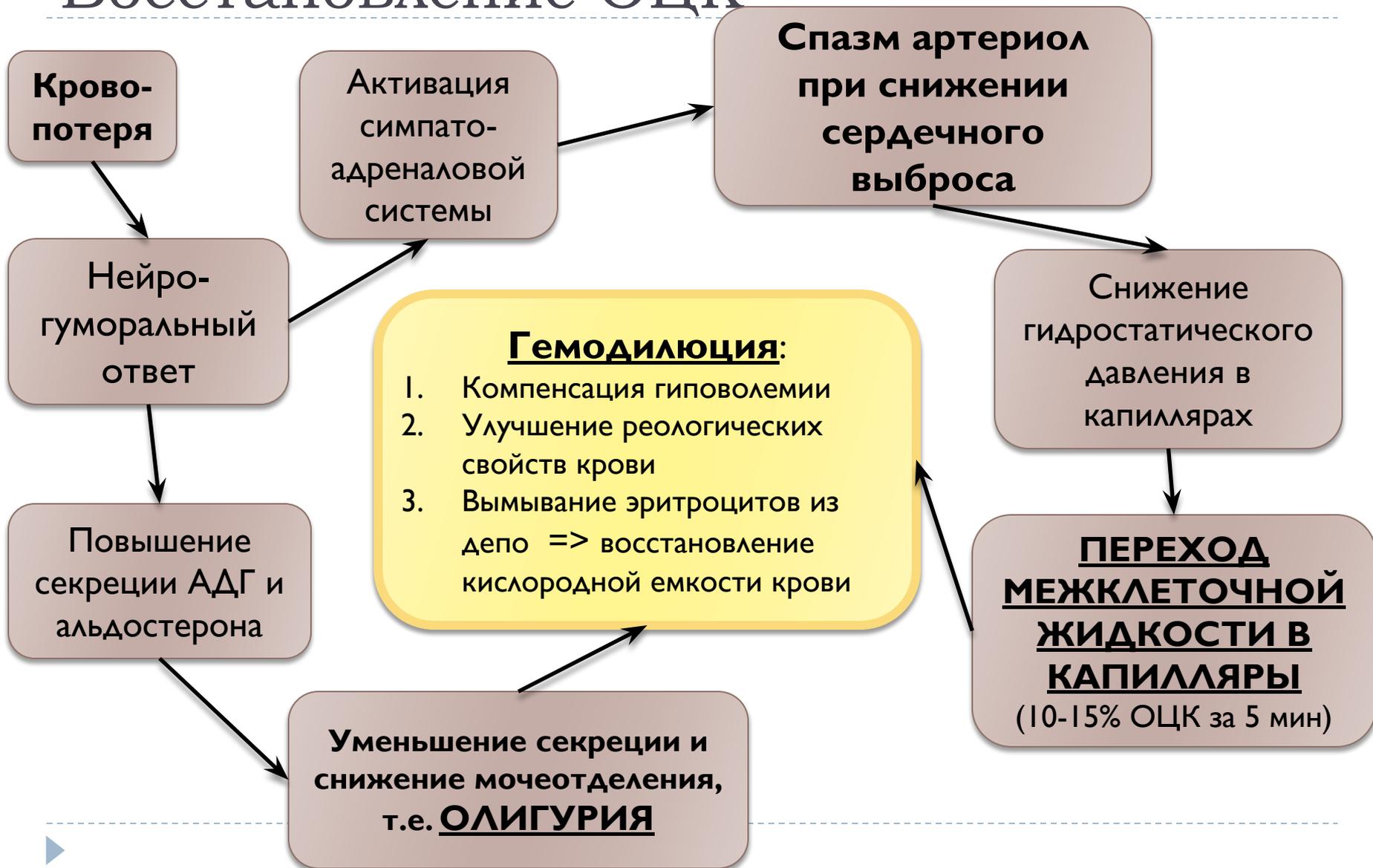
системное АД ↓

NB!!!

- ▣ **!!!Снижение АД нельзя отнести к ранним признакам кровопотери**, поскольку оно происходит только при декомпенсации кровообращения.
 - ▣ Этот показатель отражает не *величину кровопотери*, а *состояние защитно-компенсаторных механизмов* пациента
-



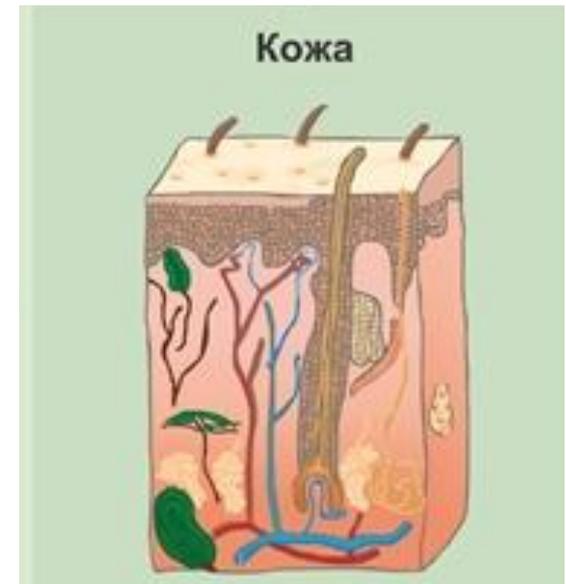
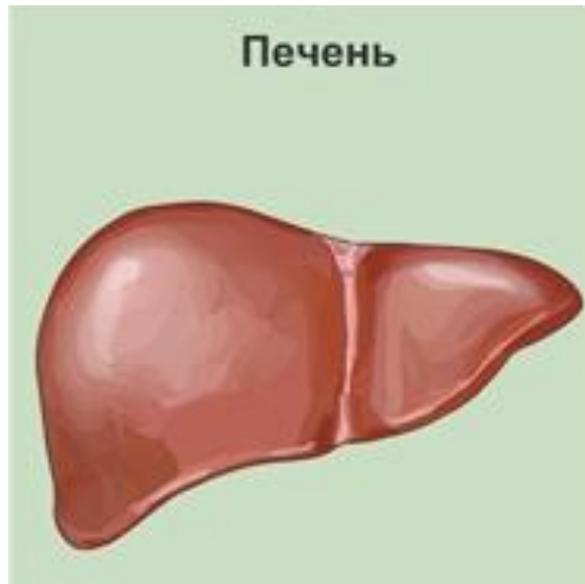
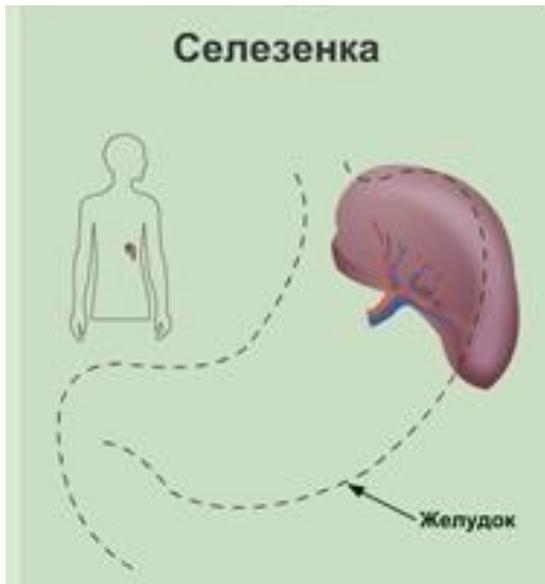
Восстановление ОЦК



Восстановление ОЦК

Депозит крови:

- Нефункционалирующие капилляры (90%), в основном **скелетной мускулатуры и кожи**, а также **печень** (20% ОЦК) и **селезенка** (до 16% ОЦК)



Восстановление ОЦК

Объем	Сроки восполнения
Кровь	24-48 часов
Плазма	24-48 часов
Концентрация белков плазмы: -максимальное разжижение -восстановление до исходного уровня - восстановление до нормы	2 часа 48-72 часа 72-96 часов
Масса эритроцитов	20-25 суток

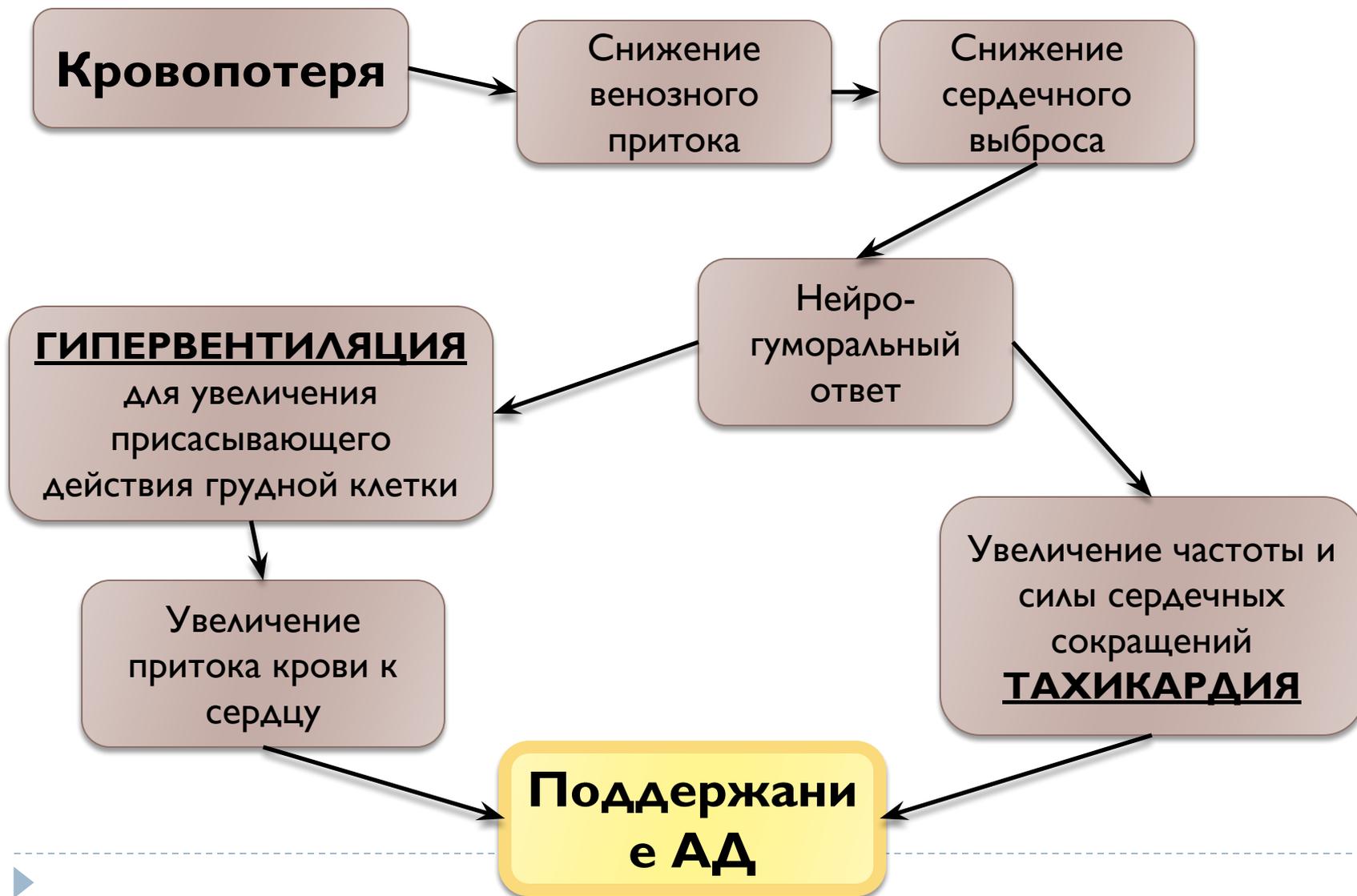


NB!!!

- ▣ **Падение уровня гемоглобина и гематокрита также нельзя назвать ранними признаками кровопотери**
- ▣ Они также отражают состояние компенсаторно-приспособительных реакций организма.
- ▣ Процессы, направленные на восстановление ОЦК более инертны, развиваются медленнее и в первые часы играют меньшую роль, чем вазоконстрикция.



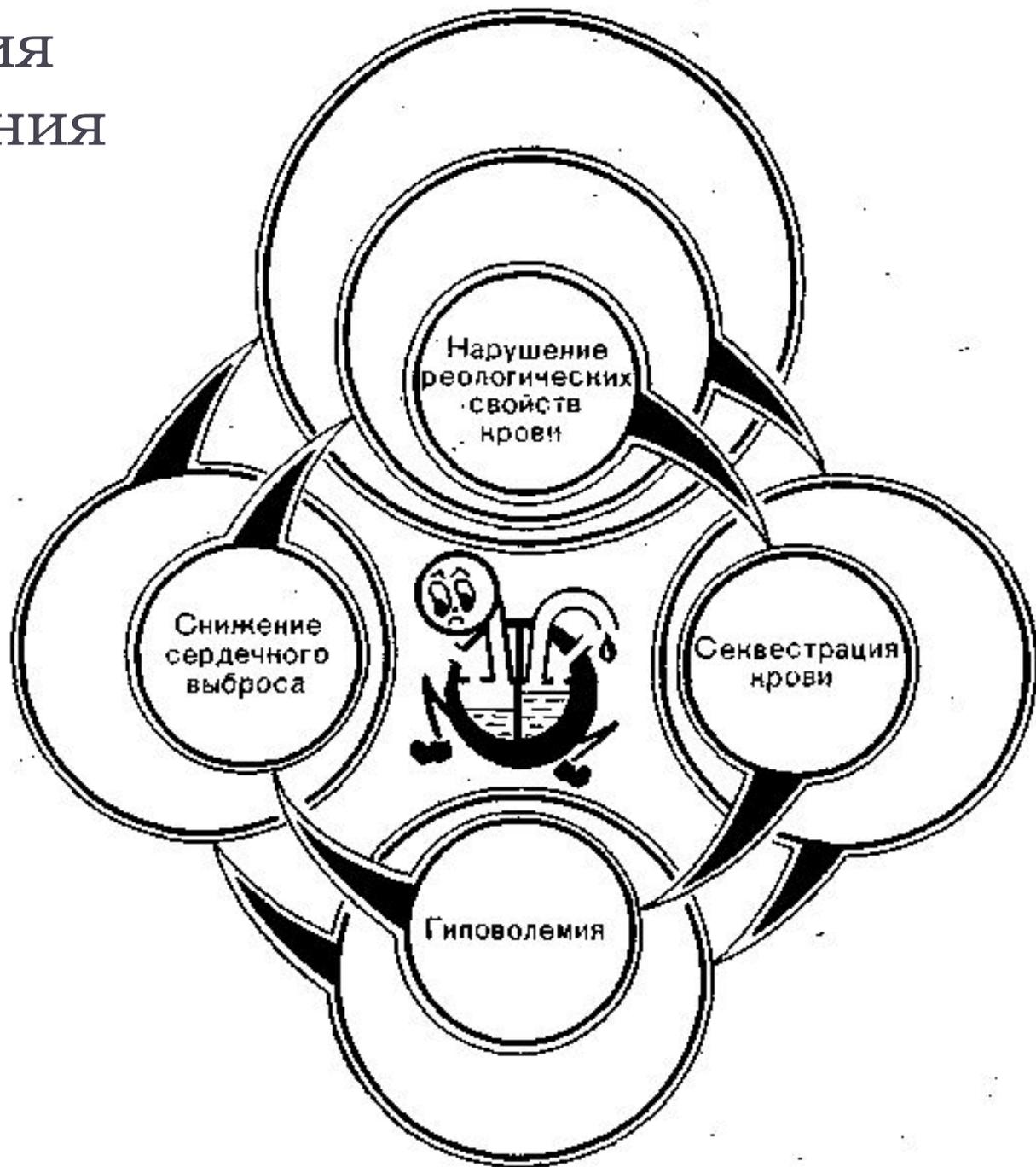
Патогенез кровопотери



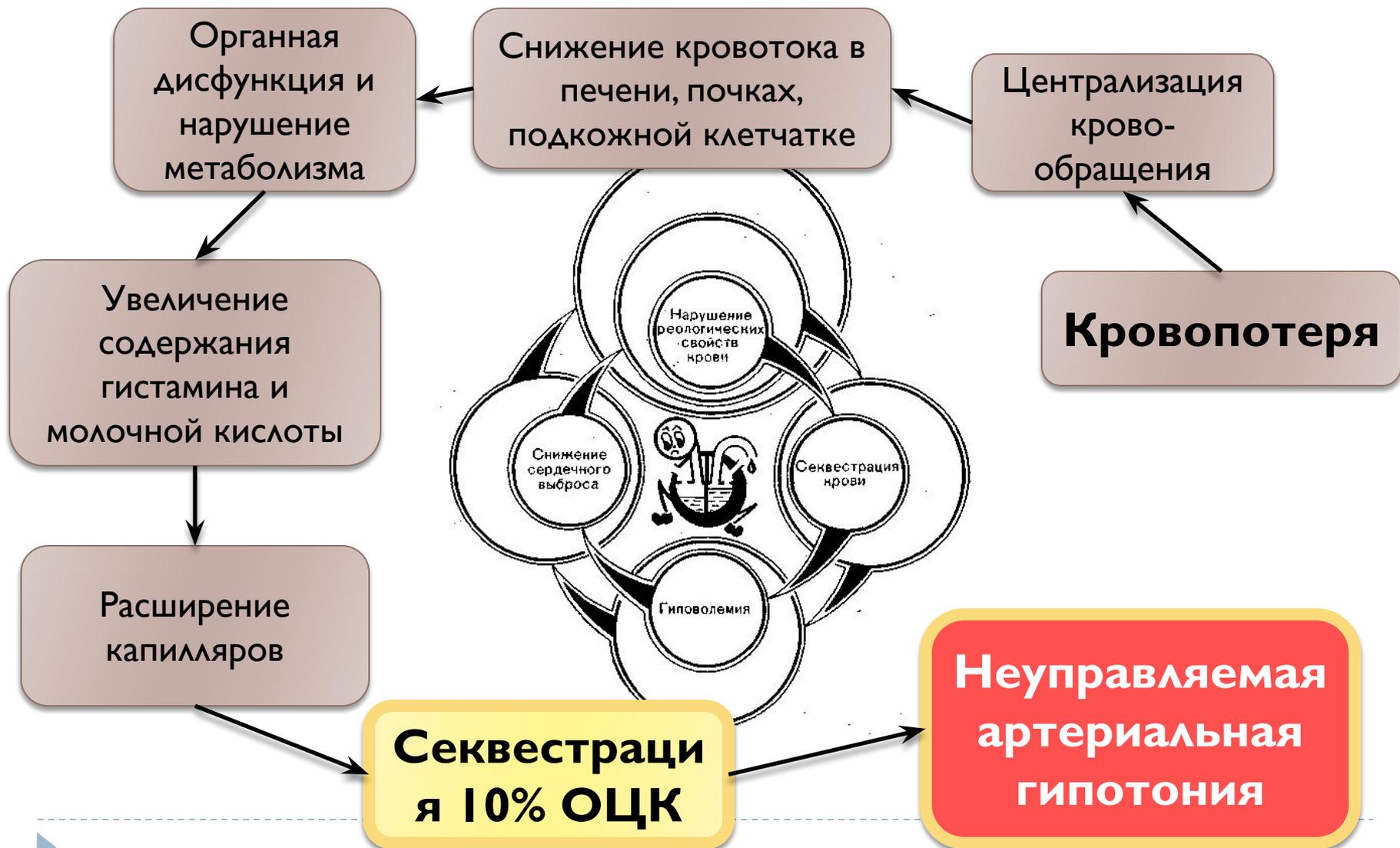
Централизация кровообращения

Защитный механизм,
поддерживающий
оптимальный кровоток в
головном мозге и сердце .

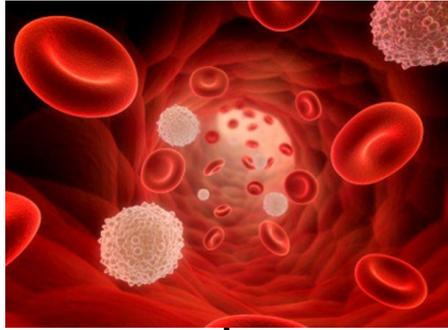
Постоянное возрастание
периферического
сосудистого сопротивления
приводит к дальнейшему
снижению сердечного
выброса, нарушению
реологических свойств
крови, ее секвестрации и
прогрессированию
гиповолемии



Децентрализация кровообращения



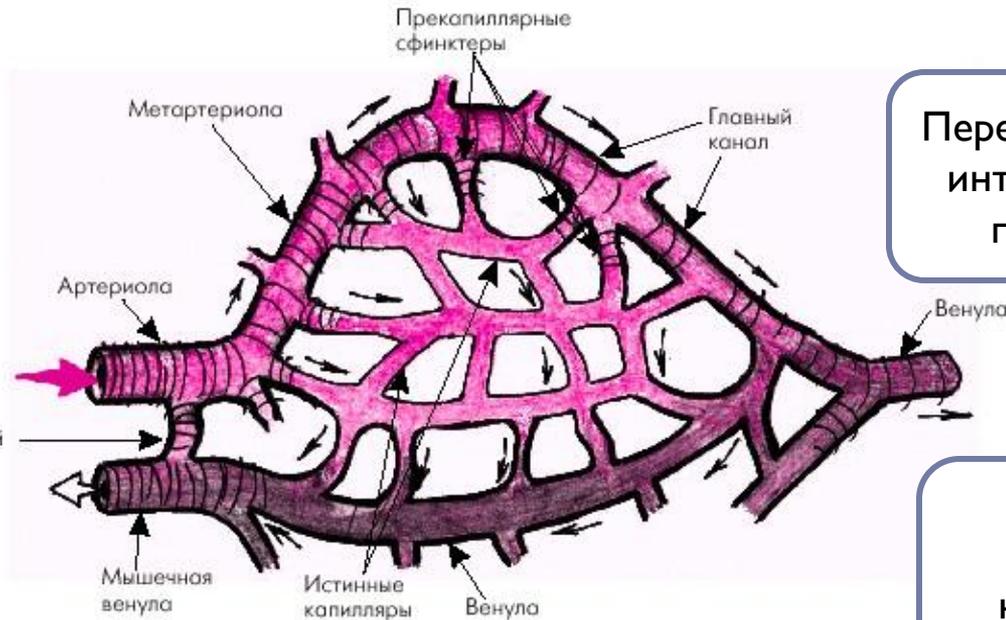
Нарушение реологических свойств крови



Спазм пре- и посткапилляров

Артериовенозный анастомоз

Сладж эритроцитов



Увеличение вязкости крови

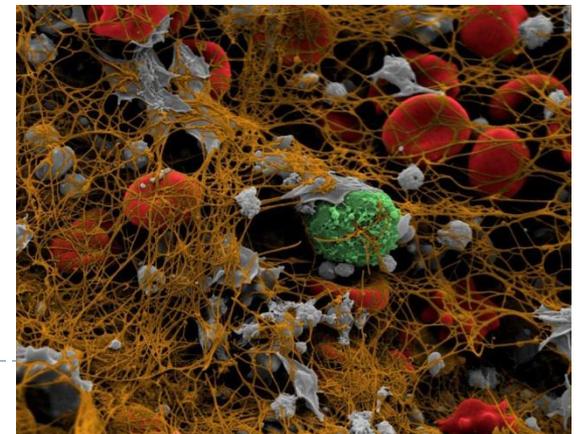
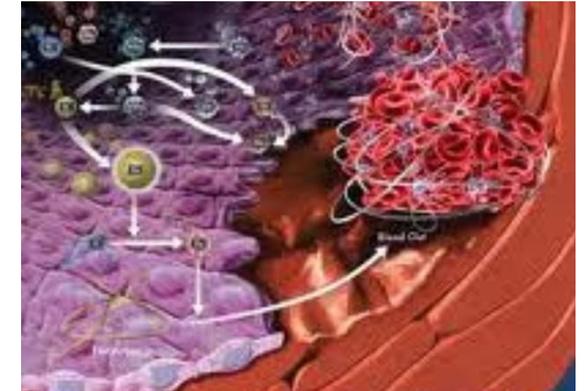
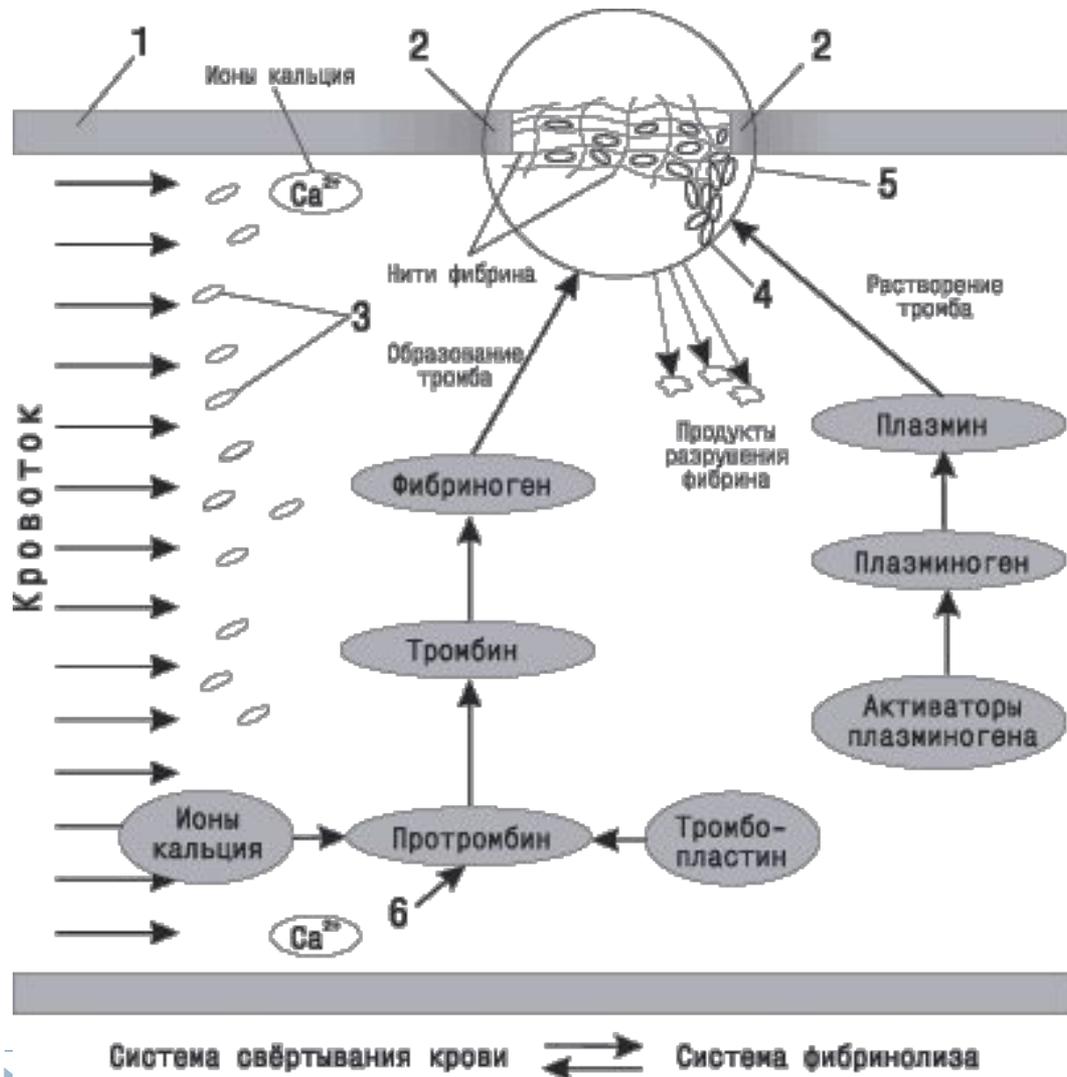
Прекапиллярные сфинктеры открываются при гипоксии раньше, чем посткапиллярные

Местная гемоконцентрация

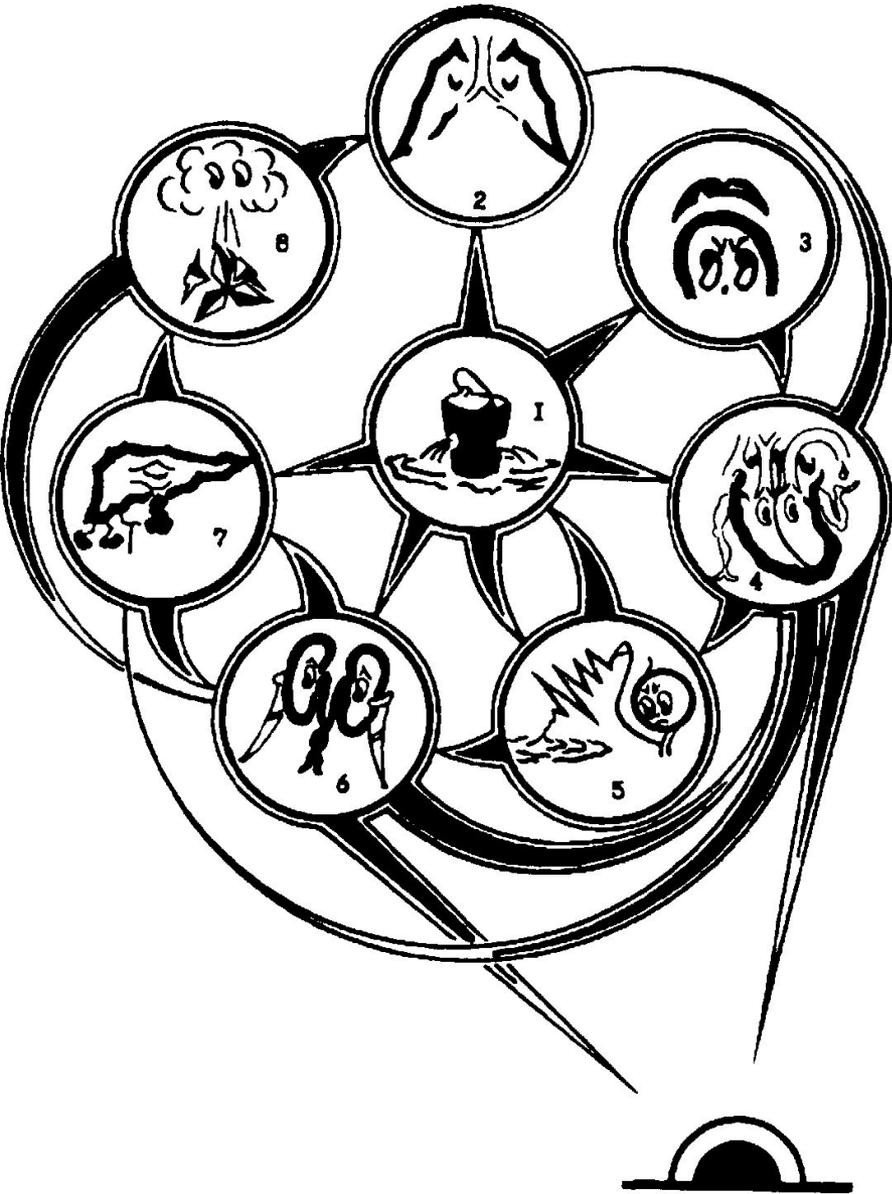
Переход жидкости в интерстициальное пространство

Увеличение внутрикапиллярного давления

Нарушения коагуляции

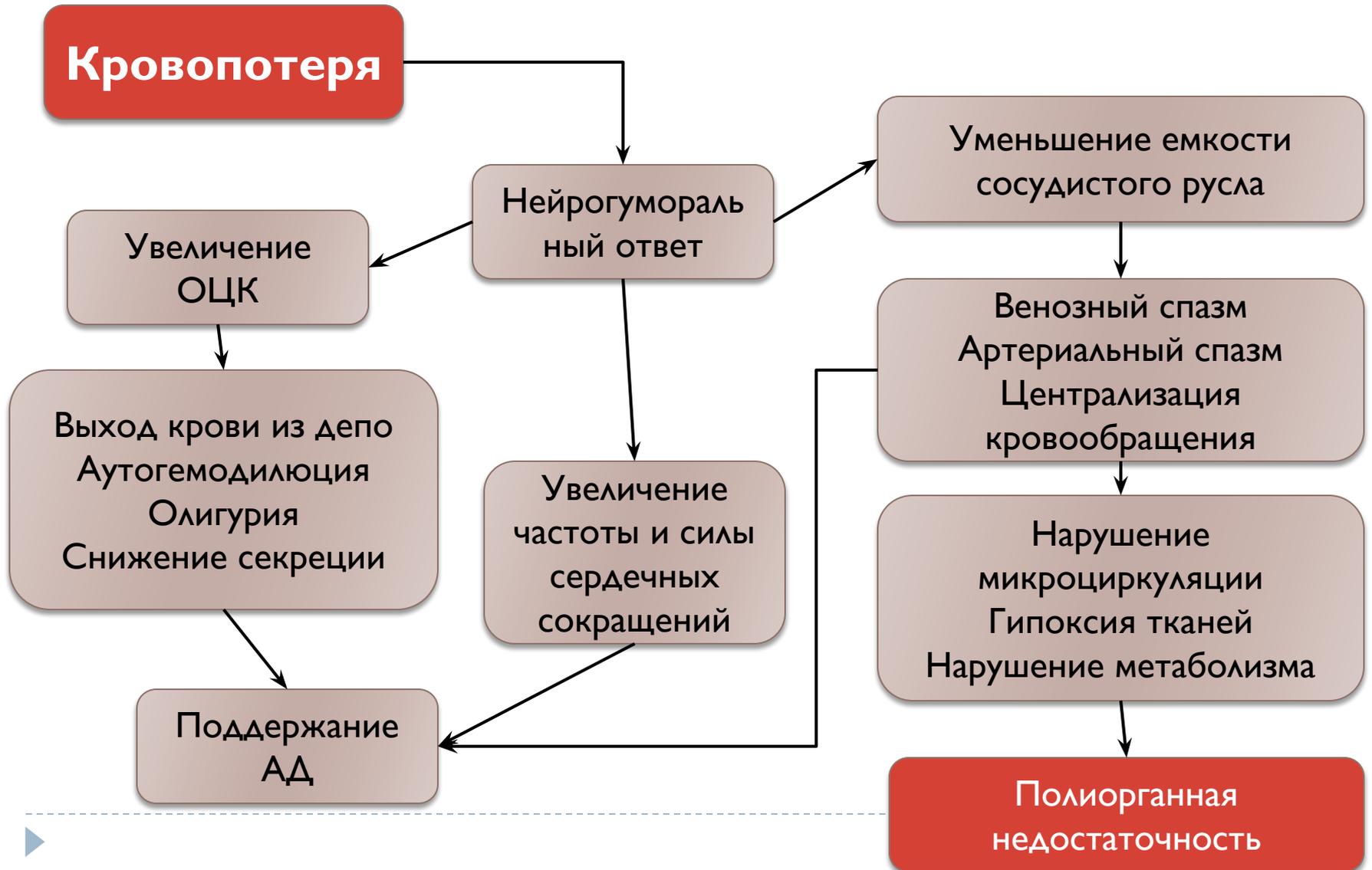


Изменения в органах



- **Почка:** вазоконстрикция → резкое снижение фильтрации, вплоть до анурии и некроза почечных канальцев («шоковая» почка)
- **Печень:** нарушение синтетической, дезинтоксикационной, дезаминирующей и пр. функций. Длительная централизация → некрозы в паренхиме печени
- **Легкие:** сладж в легочных капиллярах и повреждение агрессивными метаболитами → интерстициальный отек + травма альвеолярного эпителия и нарушение синтеза сурфактанта => ателектазы и пневмонии
- **Сердце:** ↑ сердечной деятельности => ↑ потребности в кислороде, т.е. требуется ↑ коронарного кровотока. Его недостаточность → анаэробный метаболизм → развитие субэндокардиальной ишемии (особенно на фоне ИБС)
- **Кишечник:**
 - 1. спазм сосудов → ишемия кишечной стенки → ↑ проницаемости для токсинов и микробов → нарастание интоксикации и поражение печени
 - 2. спазм сосудов → ишемия → десквамация эпителия → образование острых язв → **КРОВОТЕЧЕНИЕ !!!**
- **Головной мозг**
- **Иммунитет**

Патогенез кровопотери



Геморрагический шок

Развивается при потере 30% ОЦК

«Порог смерти» определяется не объемом смертельного кровотечения, а количеством эритроцитов и плазмы, оставшихся в циркуляции:

- Эритроциты 30%
- Плазма 70%

Гиповолемический шок: острая сердечно-сосудистая недостаточность, развившаяся в результате значительного дефицита ОЦК



Классификация кровопотери по виду

1. **Травматическая:**

- раневая,
- операционная

2. **Патологическая:**

- заболевания,
- патологические процессы

3. **Искусственная:**

- эксфузия,
- лечебные кровопускания



Классификация

Вид	Объем
Малая	0,5 – 10%
Средняя	11 – 20%
Большая	21 – 40%
Массивная	41 – 71%
Смертельная	Более 71%

Вид	Скорость
Острая	> 7% ОЦК за час
Подострая	5-7% ОЦК за час
Хроническая	< 5% ОЦК за час

Должный ОЦК	Величина
Мужчины	70 мл/кг
Женщины	60 мл/кг
Беременные	75 мл/кг



Классификация по степени гиповолемии и возможности развития шока*

Вид	Дефицит ОЦК	Дефицит ГО	Наличие шока
Легкая	10-20%	<30%	Нет
Умеренная	21-30%	31-45%	При длительной гиповолемии
Тяжелая	31-40%	46-60%	Неизбежен
Крайне тяжелая	>41%	>61	Терминальное состояние

*по П.Г. Брюсову, 1998



Классификация Американской коллегии хирургов (по R.L. Marino, 1998)

Класс	Клинические симптомы	Объем кровопотери, %
I	Ортостатическая тахикардия (т.е. увеличение ЧСС не менее чем на 20 уд/мин при переходе из горизонтального положения в вертикальное)	<15
II	Ортостатическая гипотензия (снижение АД не менее чем на 15 мм рт.ст. при переходе из горизонтального положения в вертикальное)	20-25
III	Артериальная гипотензия в положении лежа на спине, олигурия	30-40
IV	Нарушение сознания (до комы), коллапс	>40



Классификация кровотечений (по степени тяжести кровопотери)

Показатель	легкой степени	средней тяжести	тяжелой степени	Кр. тяжелой степени
Дефицит ОЦК, %	До 20	20-30	30-40	> 40
Пульс, уд/мин	< 100	100-120	> 120	> 140
АД сист., мм рт.ст.	Выше 110	90-110	Ниже 90	Ниже 60
АД пульсовое, мм рт.ст.	N или ↑	↓	↓	↓
Индекс шока	0,5-1,0	1,0-1,5	Выше 1,5	Выше 2,0
ЦВД, см вод. ст.	> 5	0-5	Ниже 0	Ниже 0
Тест наполняемости капилляров	N (2 сек)	+ (> 3сек)	+ (> 3сек)	+ (> 3сек)
ЧДД	14-20	20-30	30-40	> 40
Диурез, мл/ч (N = 0,5-1 мл/кг веса больного)	> 30	20-30	5-15	анурия
Гемоглобин, г/л	> 100	80-100	< 80	< 60
Состояние ЦНС	Возбужд.	Возбужд.	Затормож.	Прекома

Величина кровопотери по шоковому индексу

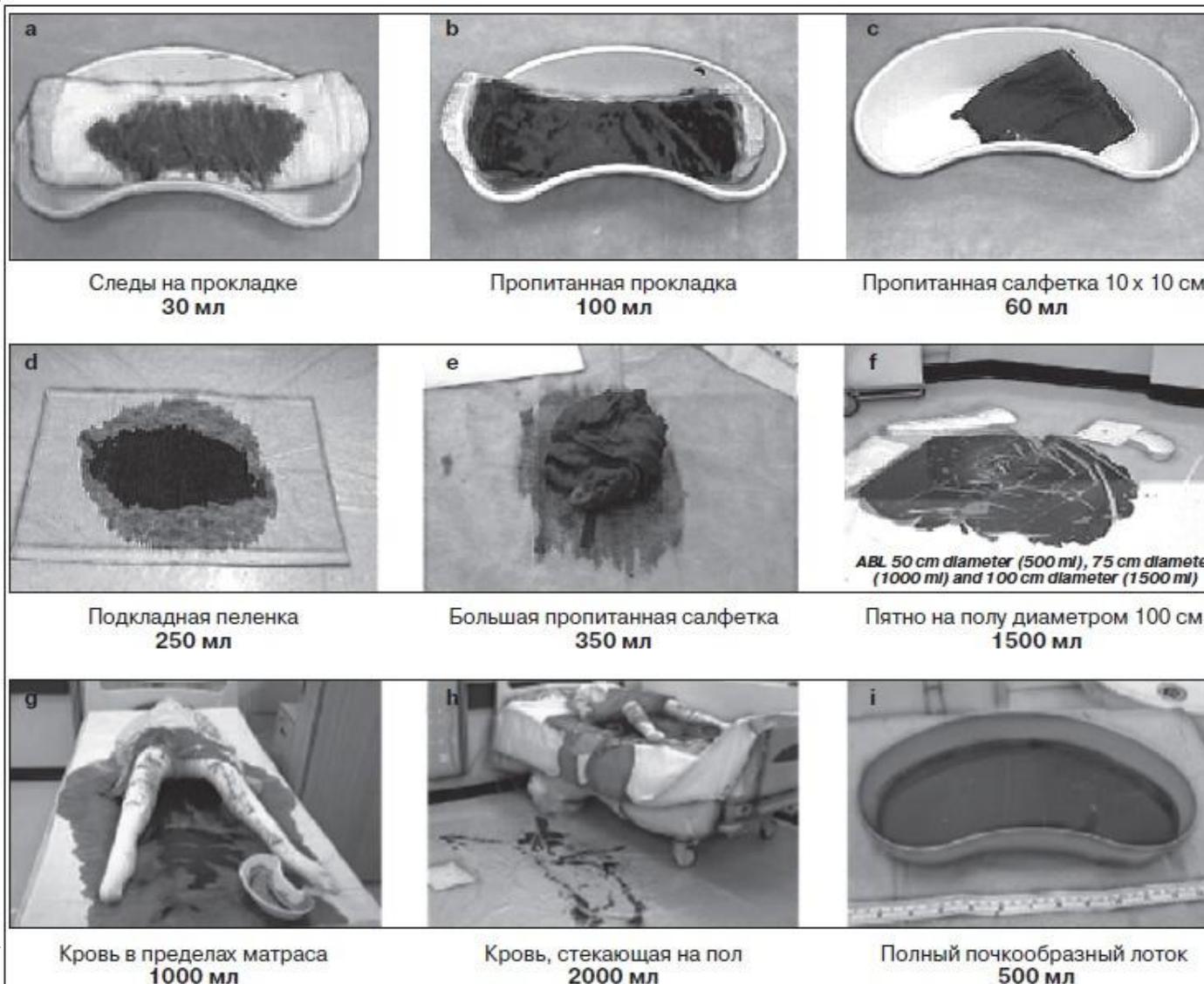
Шоковый индекс Альговера = частота пульса / уровень систолического АД

Дефицит ОЦК в %	Шоковый индекс
0	0,54
10-20	0,78
20-30	0,99
30-40	1,11
40-50	1,38

* до начала восполнения кровопотери

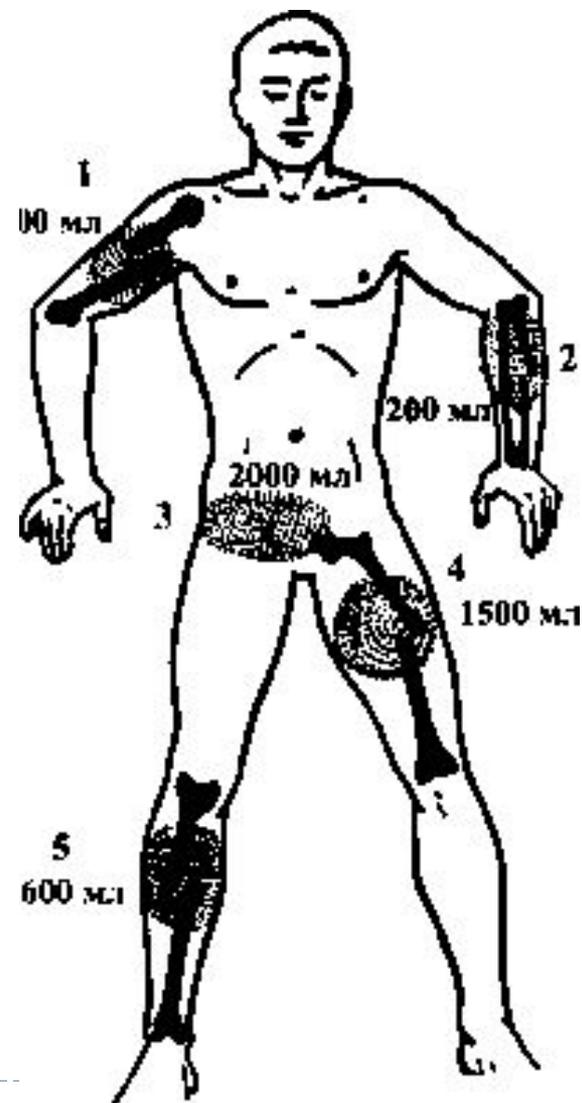


Оценка объема кровопотери



Эмпирический объем кровопотери

Источник	V, л
Гемоторакс	1,5-2,0
Перелом 1 ребра	0,2-0,5
Травма живота	До 2,0
Перелом костей таза	3,0-5,0
Перелом бедра	1,0-2,5
Перелом плеча/голени	0,5-1,5
Перелом костей предплечья	0,5-0,5
Перелом позвоночника	0,5-1,5
Скальпированная рана размером с ладонь	0,5
Ампутация голени	0,7-1,0
Остеосинтез крупных костей	0,5-1,0
Резекция толстой кишки	0,8-1,5
Кесарево сечение	0,5-0,6



Лабораторные способы оценки объема кровопотери (формула Moore)

$$КВП = ОЦК д \cdot \frac{Ht д - Ht ф}{Ht ф}$$

КВП – объем кровопотери

ОЦК д – должный объем циркулирующей крови

Ht д – должный гематокрит (м – 45%, ж – 42%)

Ht ф – фактический гематокрит





Лечение кровопотери

Принципы лечения кровопотери

- Остановка кровотечения, борьба с болью
 - Обеспечение адекватного газообмена
 - Восполнение дефицита ОЦК
 - Лечение органной дисфункции и профилактика полиорганной недостаточности
 - Лечение сердечной недостаточности
 - Профилактика почечной недостаточности
 - Коррекция метаболического ацидоза
 - Стабилизация обменных процессов в клетке
 - Лечение и профилактика ДВС-синдрома
 - Ранняя профилактика инфекции
-



NB!!!

- ▣ **Пациенту с кровотечением необходимо обеспечить физический покой с полным исключением самостоятельного передвижения !!!**
 - ▣ Это снижает потребность организма в кислороде и в объеме крови, который необходим для активной мышечной деятельности.
-



Алгоритм оказания помощи при острой кровопотере

1. Остановка кровотечения (если это возможно, например, при наружном кровотечении)
2. Ингаляция кислорода
3. Оценка состояния больного (АД, ЧСС, ЧДД, SpO₂, сознание, характер травмы)
4. Доступ к сосудистому руслу (катетеризация центральной вены) для определения ЦВД, взятия крови для лабораторных исследований
5. Внутривенная инфузия
6. Оценка почасового диуреза



Основные изменения, подлежащие восполнению ОЦК при кровопотере

Кровопотеря						Критический уровень	Последствия	
До 15%	До 30%	До 40%	До 60%	До 80%	>80%	I	Нет. Возможна нормальная компенсация	Нет или транзиторная гипотония
							Уровень волемии < 90% от нормы	Снижение СВ
						II	Гематокрит <25%	Недостаточная кислород-транспортная функция крови
						III	Коллоидно-осмотическое давление <20 мм рт. ст.	Риск возникновения отека легких
						IV	Факторы свертывания крови <30% нормы	Нарушения свертывания крови
					V	Тромбоциты <50000 в мм ³		

Задачи ИТТ

1. Восстановить ОЦК и водные сектора
2. Обеспечить хорошую реологию крови
 - Оптимальная вязкость крови $Ht = 30\%$
 - Эластичность эритроцитов
 - Дезагрегация тромбоцитов
3. Обеспечить газотранспортную функцию крови
4. Обеспечить гемостатическую функцию крови



Восполнение ОЦК

Гематокрит (%)	Транспорт кислорода (%)*
40	100
30	107
20 (сокращение в два раза)	88
15	51
10 (сокращение в два раза)	36

* При условии нормализованного ОЦК



Препараты для лечения кровопотери

Переносящие кислород	Непереносящие кислород
1. Искусственные <ul style="list-style-type: none">- Перфторан- Геленпол	1. Электролитные растворы 2. Препараты гемодинамического действия А. <i>естественные коллоиды</i> (плазма, альбумин) Б. <i>искусственные коллоиды</i> на основе: <ul style="list-style-type: none">• <u>ГЭК</u> (волекам, стабизол, гемохес)• <u>Желатины</u> (желатиноль, гелофузин)• <u>Дестраны</u> (полиглюкин, реополиглюкин)
2. Естественные Консервированная кровь <ul style="list-style-type: none">- Эритроцитарная масса- Отмытые эритроциты	



Препараты для возмещения кровопотери

	Показания	Преимущества	Недостатки
Кристаллоиды	<ol style="list-style-type: none">1-й этап восполнения дефицита ОЦККоррекция водно-электролитных и кислотно-щелочных нарушений	<ol style="list-style-type: none">Быстрое восстановление сердечного выбросаСоздание гемодилюции	<ol style="list-style-type: none">Возможно развитие отека тканейАккумуляция в некоторых тканяхНет эффекта на O₂-транспортную функцию кровиНет длительного гемодинамического эффектаВероятность гемодилюционных гипопропротеинемий, СС- и легочных нарушенийСнижение КОД
ГЭК	<ol style="list-style-type: none">2-й этап восполнения дефицита ОЦКВосстановление и поддержание КОД	<ol style="list-style-type: none">Увеличение объема внутрисосудистой жидкости (за счет высокого онкотического давления)Улучшение реологических свойств кровиПредотвращение синдрома повышенной проницаемости капилляровСнижение адгезии и агрегации тромбоцитовСтимуляция функции почекНет влияния на с-му антигенов и комплемента	
Гелофузин	<ol style="list-style-type: none">2-й этап восполнения дефицита ОЦКВосстановление и поддержание КОД	<ol style="list-style-type: none">Увеличение объема внутрисосудистой жидкости (за счет высокого онкотического давления)Гарантирует отсутствие коагулопатийНет ограничения дозы введенияУвеличивает фильтрационную способность почек	

Препараты для возмещения кровопотери

	Показания	Преимущества	Недостатки
Плазма	<ol style="list-style-type: none">1. Дилуционная коагулопатия2. Патология факторов свертывания крови	<ol style="list-style-type: none">1. Естественный гемокорректор2. + гемодинамический эффект за счет повышения КОД и увеличения ОЦК3. Уменьшение вязкости крови4. Содержит факторы свертывания	<ol style="list-style-type: none">1. Риск развития аллергических и инфекционных осложнений2. Риск интерстициального отека легких и пр.
Эр-масса	<ol style="list-style-type: none">1. Острые постгеморрагические анемии2. Кровопотеря более 20% ОЦК3. $Hb < 75$ г/л, $Ht < 25\%$4. Тяжелые формы анемий	Высокая кислородно-транспортная емкость крови	<ol style="list-style-type: none">1. Риск развития аллергических и инфекционных осложнений2. Неэффективная как средство, увеличивающее ОЦК



Принципы возмещения кровопотери

1. Раннее начало проведения
2. Соответствие объема и содержания инфузионной терапии виду и объему помощи
3. Дифференцированное применение соответствующих гемотрансфузионных средств и кровезаменителей
4. Назначение трансфузий компонентов крови только по абсолютным показаниям
5. Сочетание инфузионной терапии с другими лечебными методами и средствами патогенетической терапии
6. Постоянный контроль за основными показателями гомеостаза (мониторинг)



Задачи крововосполнения

(по П.Г. Брюсову с изм.)

Уровень кровезамещения	Величина кровопотери в % ОЦК	Общий объем ИТТ в % к величине кровопотери	Компоненты кровезамещения						
			Кристаллоиды	Искусственные коллоиды	Естественные коллоиды	Естественные O ₂ -транспортные среды	Искусственные O ₂ -транспортные среды	Криопреципитат	Тромбоцитарная масса
I	<10	200-300	70%	30%	-	-	-	-	-
II	<20	200	40%	20%	20%	-	†	-	-
III	21-40	180	20	30	20	30	†	*	*
IV	41-70	170	20	20	20	40	†	*	*
V	71-100	150	20	10	20	50	†	*	*



NB!!!

1. Соотношение кристаллоиды : коллоиды = 3 : 1
2. Соотношение СЗП : эритроциты = 3 : 1
3. Каждые 500 мл изоосмолярных электролитов, введенные в течение 15 минут, вызывают 100% волемический эффект. Еще через 15 минут 80% воды перемещается в интерстиций, т.е. волемический эффект снижается до 20%.



Правила назначения эритроцитов

(пациенты с нормоволемией)

Клиническое состояние (исходное)	Гематокрит (%)	Гемоглобин (г/л)
Нет признаков анемии и сочетанных заболеваний	21	70
Признаки анемии или сочетанные заболевания	26	85
Химиотерапия или трансплантация костного мозга	26	85
Дооперационная анемия или ожидаемая кровопотеря более 500 мл	26	85
Острый коронарный синдром (инфаркт, стенокардия)	30-33	100-110



ИТТ при острой кровопотере (схема для пациента массой ~70 кг)

Среда (мл)	Степень тяжести кровопотери			
	1	2	3	4
Кристаллоиды	1500	1500-2000	1500-2000	1500-2000
Коллоиды	-	600-800	800-1200	1200-1500
Альбумин	-	-	100-200	200-300
СЗП	-	-	1000-1500	1500-2000
Эритроциты	-	-	По показаниям	2-3 дозы
Тромбоциты	-	-	-	4-6 доз
ОБЩИЙ ОБЪЕМ	1500	2100-2800	3400-4900 (без учета СЗП)	4400-5800 + СЗП + тромбо- цитарная масса