



Гипоксия

Лекцию читает

Караогланова Татьяна Эдуардовна

к.м.н., доцент кафедры патофизиологии

Гипоксия (от греч. *hupo* - под, ниже
и лат. *oxxygenium* - кислород)

- типовой патологический процесс,
- возникающий в результате недостаточности биологического окисления,
- обуславливающий нарушение *энергетического обеспечения* функций и пластических процессов в организме.

□ Гипоксемия (от греч. *hуро* - под, ниже,
лат. *oxugenium* – кислород, греч. *hаίμα* - кровь)

- Снижение, по сравнению с должным,
- уровней напряжения и содержания кислорода в крови

Классификация гипоксии (1)



Классификация гипоксии (2)

Критерии
классификации

Формы:

Распространенность
в организме

I. Общая

II. Местная

По выраженности
расстройств
жизнедеятельности
организма

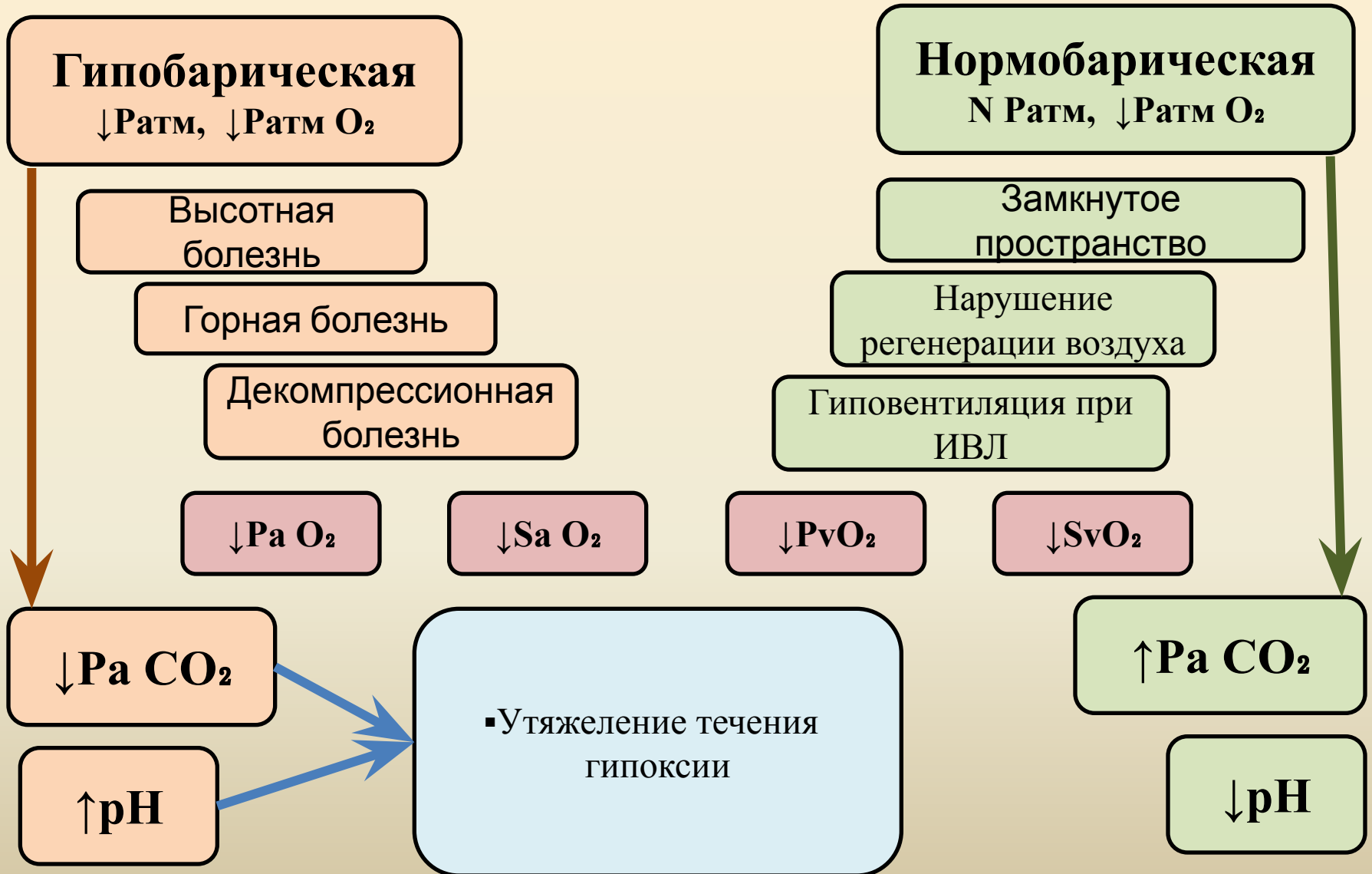
I. Легкая

II. Средней
тяжести
(умеренная)

III. Тяжелая

IV. Критическая
(летальная)

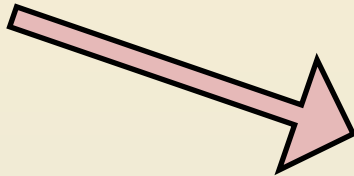
Экзогенная гипоксия



Экзогенная гипобарическая гипоксия

• $\downarrow P_a \text{CO}_2$

$\uparrow \text{pH}$



- \downarrow Мозгового и коронарного кровотока,
- \uparrow Кровоснабжения скелетных мышц;
- Снижение системного АД
 - \uparrow Нервно-мышечной возбудимости (вплоть до приступов судорог)
- Сдвиг кривой диссоциации HbO_2 влево
- \uparrow Потребности тканей в O_2

Респираторная гипоксия

Дыхательная недостаточность:

I. Альвеолярная гиповентиляция

1. Нарушение регуляции в системе ВД
2. Органические поражения исполнительного аппарата системы ВД

↓Pa O₂

II. Нарушение альвеоло-капиллярной диффузии

Интерстициальный отек легких, пневмокониозы, синдром гиалиновых мембран ...

↓Sa O₂

III. Нарушение перфузии легких

1. ↓ ОЦК
2. Право- или левожелудочковая СН
3. ↑ легочного сосудистого сопротивления
4. ИВЛ

↓PvO₂

IV. Нарушение вентиляционно-перфузионных отношений

дисбаланс между альвеолярной вентиляцией и капиллярным

кровотоком

↓SvO₂

↓pH

Циркуляторная гипоксия

Недостаточность кровообращения:

I. Гиповолемия

II. Депонирование
крови

III. Сердечная
недостаточность

IV. Генерализованный
спазм резистивных
сосудов

Кровопотеря
Ожоги
Рвота, диарея
Полиурия
Водное
голодание...

Рефлекторные,
центрогенные
нарушения
вазомоторной
регуляции
ГипоNa-емия

Миокардиальная
СН
Перегрузочная
СН

Артериальная
гипертензия
Централизация
кровообращения

$\uparrow Pa-v O_2$

$\downarrow PvO_2$

$\downarrow SvO_2$

$\downarrow pH$

Микроциркуляторная гипоксия

Нарушения микроциркуляции:

I. Трансваскулярные

II.
Интраваскулярные

III.
Экстраваскулярные

\uparrow (N)Pa-v O₂

\downarrow (N)PvO₂

\downarrow (N)SvO₂

\downarrow pH

Гемическая гипоксия

Снижение кислородной ёмкости крови:

I. ↓ Hb

- Истощение костномозгового кроветворения
 - Гемолиз эритроцитов
 - Нарушение образования эритроцитов
- Гемодилюция

II. Изменение свойств Hb

- Нарушение строения гема
- Нарушение строения глобина
- Окисление Fe
- Нарушение диссоциации HbO_2

III. MetHb

- Воздействие окислителей
- Токсины
- Лекарственные вещества

IV. HbCO

- Производственные отравления CO
- Бытовые отравления CO

↓ $V_a O_2$
при
нормальной
 $P_a O_2$

↑ $P_{a-v} O_2$

↓ $S_a O_2$

↓ $P_v O_2$

↓ $S_v O_2$

↓ pH

Первично-тканевая гипоксия

Дефицит O_2 в клетках, ↓ сопряжения ОФ:

I. Снижение активности
ФОФ

- Ингибирование ФОФ
- Конкурентное торможение ФОФ
- ↓ синтеза ФОФ
- ↓ активности ФОФ

↑ PvO_2

II. Повреждение
митохондрий

- Дестабилизация мембран митохондрий
- Тотальное разрушение митохондрий

↑ SvO_2

III. Разобщение
биологического
окисления

- Набухание крист митохондрий
- Воздействие разобщителей

(↓) $Pa-v O_2^*$

↓ pH

ФОФ – ферменты окислительного фосфорилирования

* При действии разобщителей изменения незначительные

Субстратная гипоксия

Дефицит в клетках субстрата окисления:

↑PvO₂

↑SvO₂

↑Vv O₂

↓Pa-v O₂

↓pH

Перегрузочная гипоксия

Гиперфункция клеток:

↓PvO₂

↓SvO₂

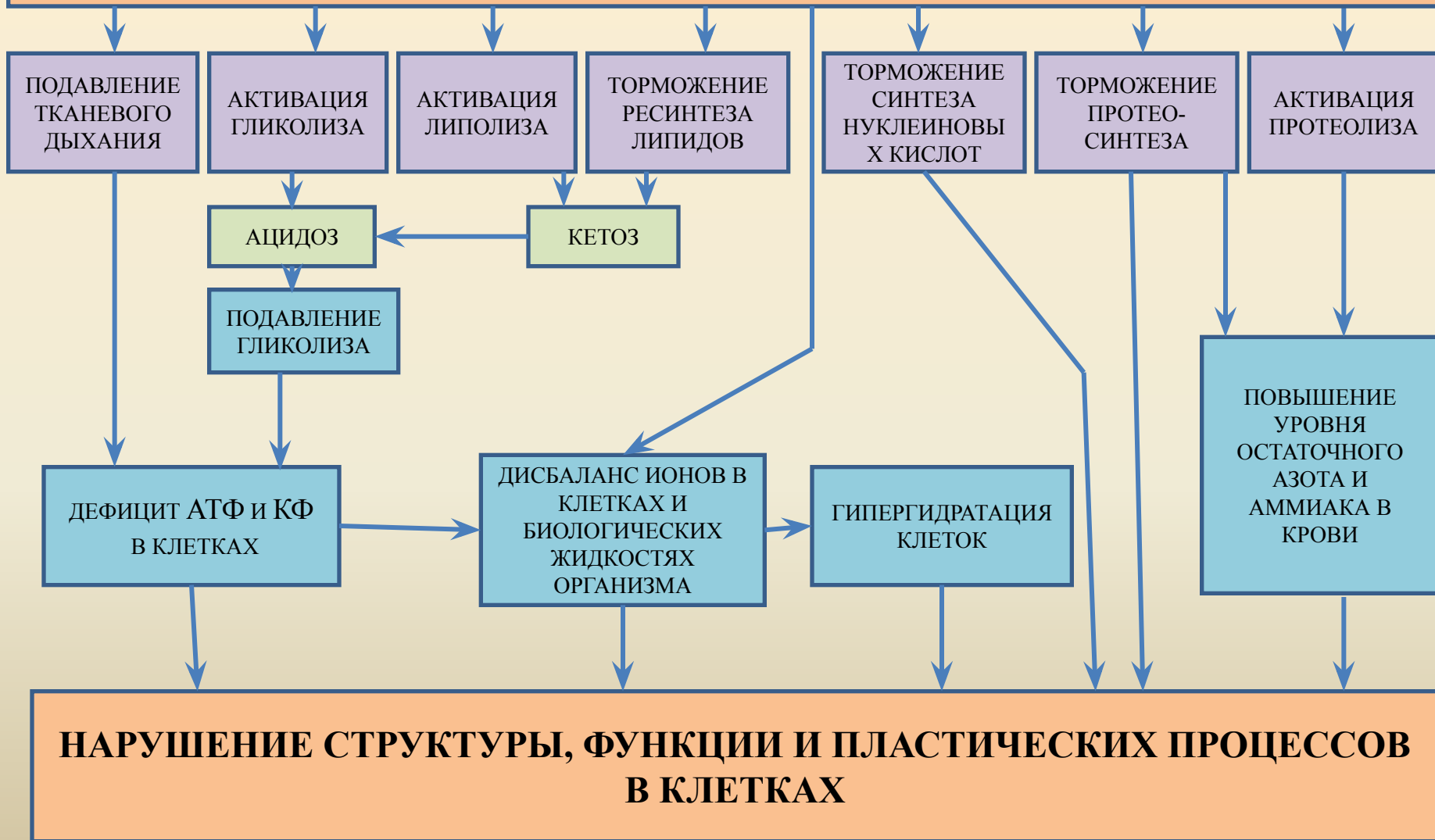
↑Pa -vO₂

↑Pa CO₂

↓pH

Расстройства обмена веществ при острой гипоксии

ОСТРАЯ ГИПОКСИЯ



Расстройства функций организма при острой ГИПОКСИИ

ВНД

СИСТЕМА
КРОВООБРАЩЕНИЯ

СИСТЕМА
ВНЕШНЕГО
ДЫХАНИЯ

ПОЧКИ

ПЕЧЕНЬ

СИСТЕМА
ПИЩЕВАРЕНИЯ

- снижение критики
- ощущение дискомфорта
- дискоординация движений
- нарушение логики мышления
- расстройства сознания
- бульбарные расстройства

- снижение сердечного выброса
- коронарная недостаточность
- аритмия сердца
- гипертензивные реакции
- изменение массы и реологических свойств крови
- расстройства микроциркуляции

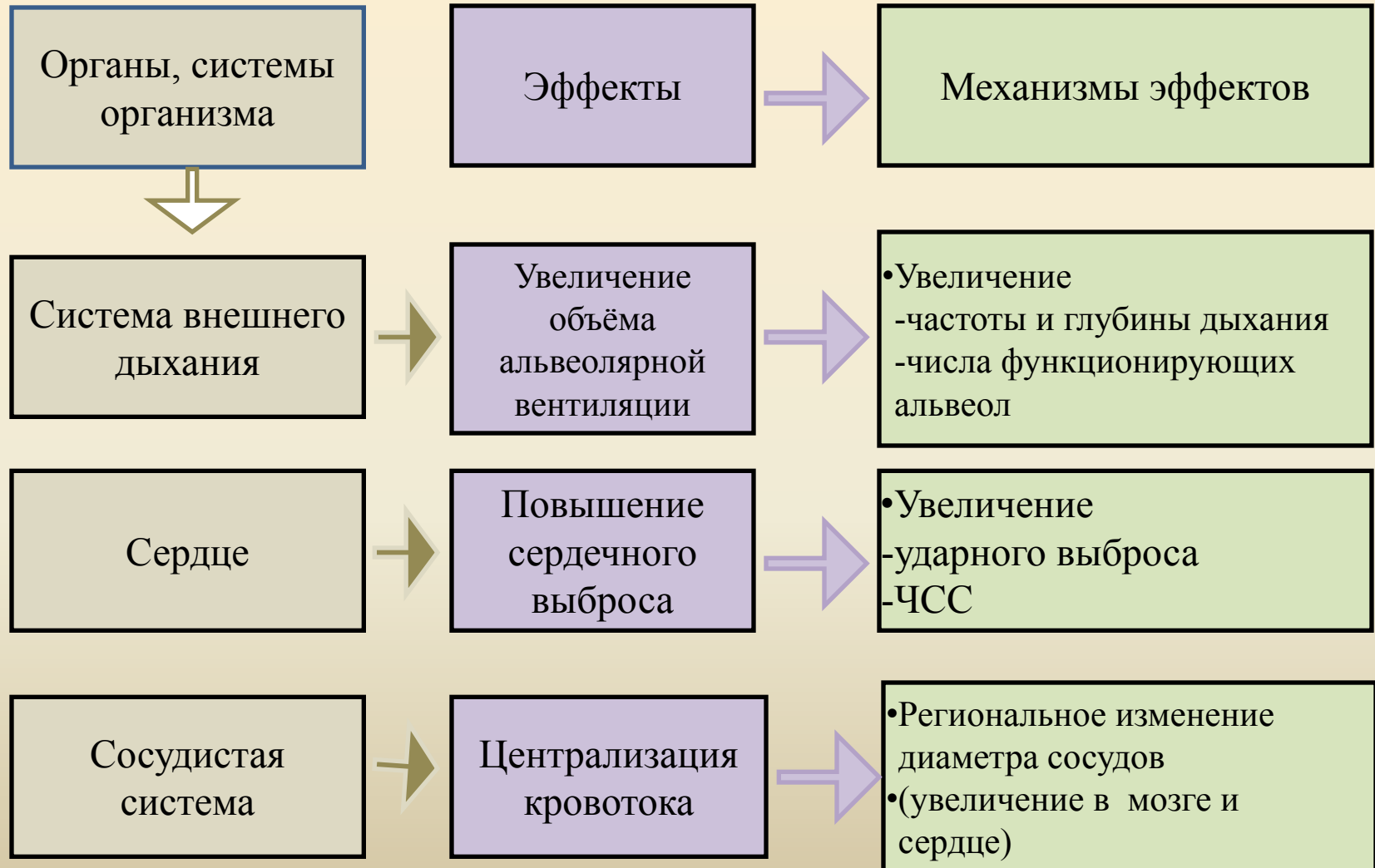
- гиповентиляция лёгких
- расстройства перфузии лёгких
- нарушение вентиляционно-перфузионных отношений
- нарушение диффузии газов через аэрогематическую мембрану
- острая дыхательная недостаточность

- расстройства диуреза
- нарушения состава мочи
- острая почечная недостаточность

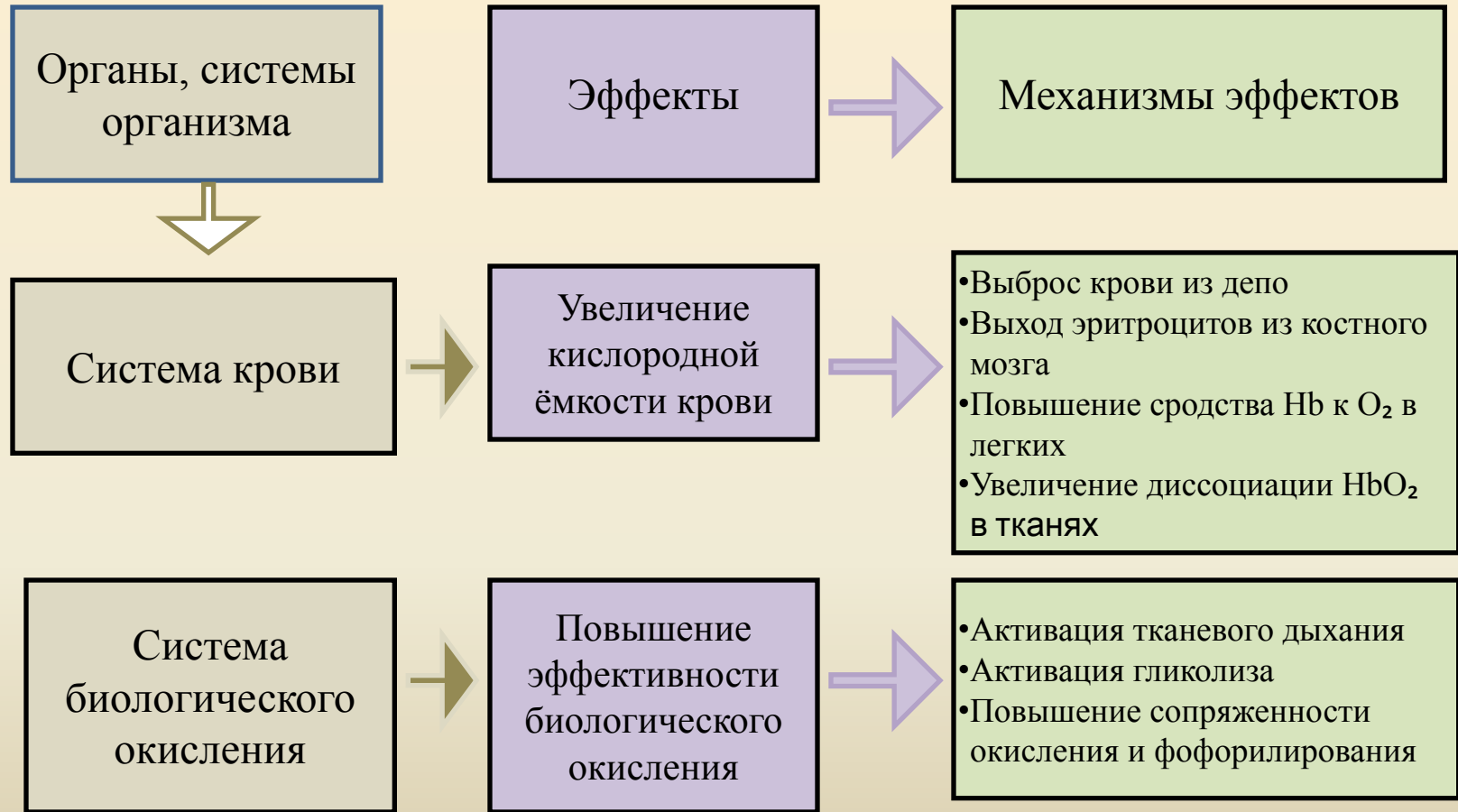
- нарушение обмена веществ в печени
- снижение антитоксической функции
- торможение синтеза

- расстройства аппетита
- снижение секреторной и моторной функции желудка и кишечника
- образование эрозий, язв

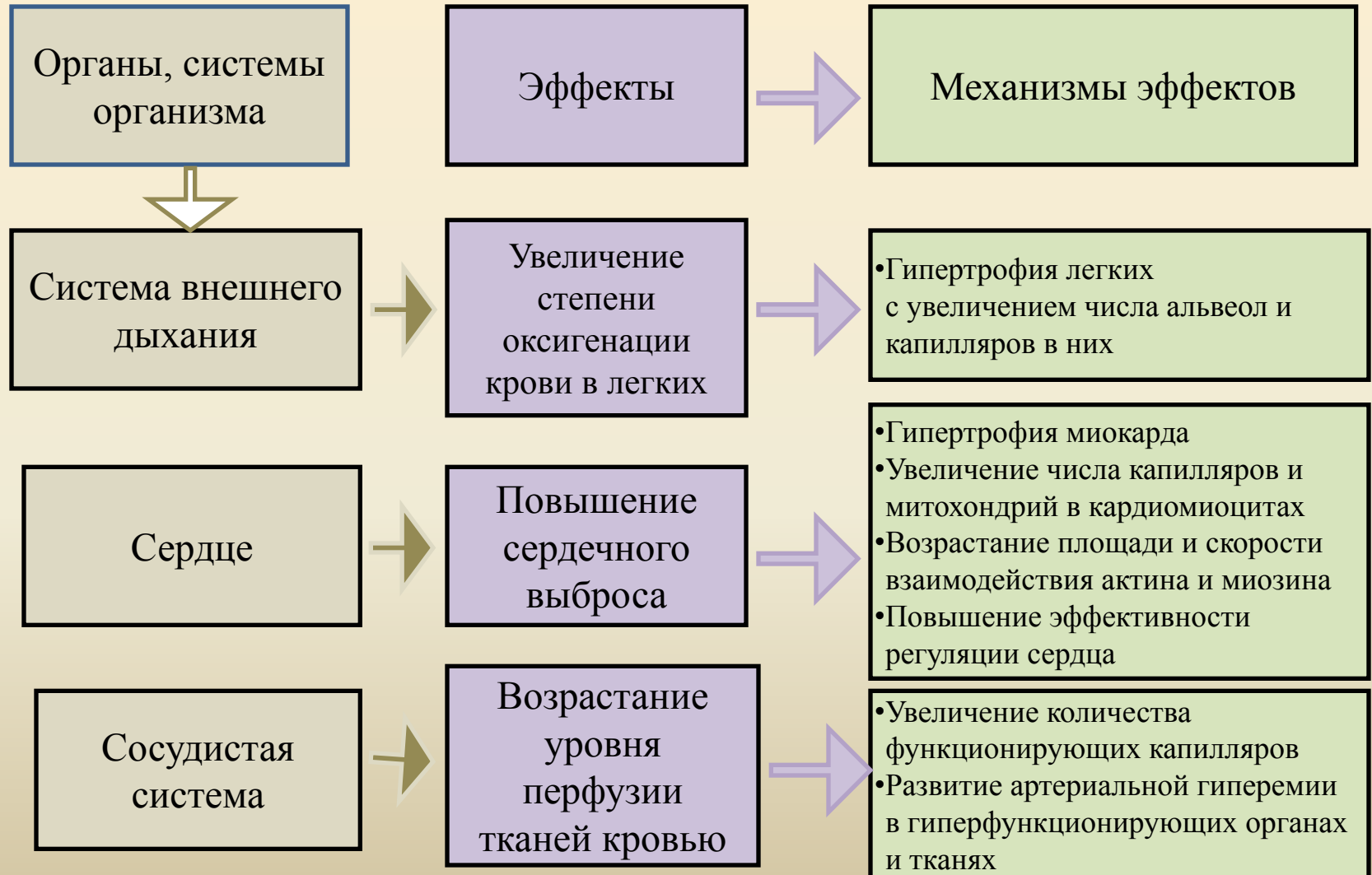
Механизмы экстренной адаптации организма к гипоксии(1)



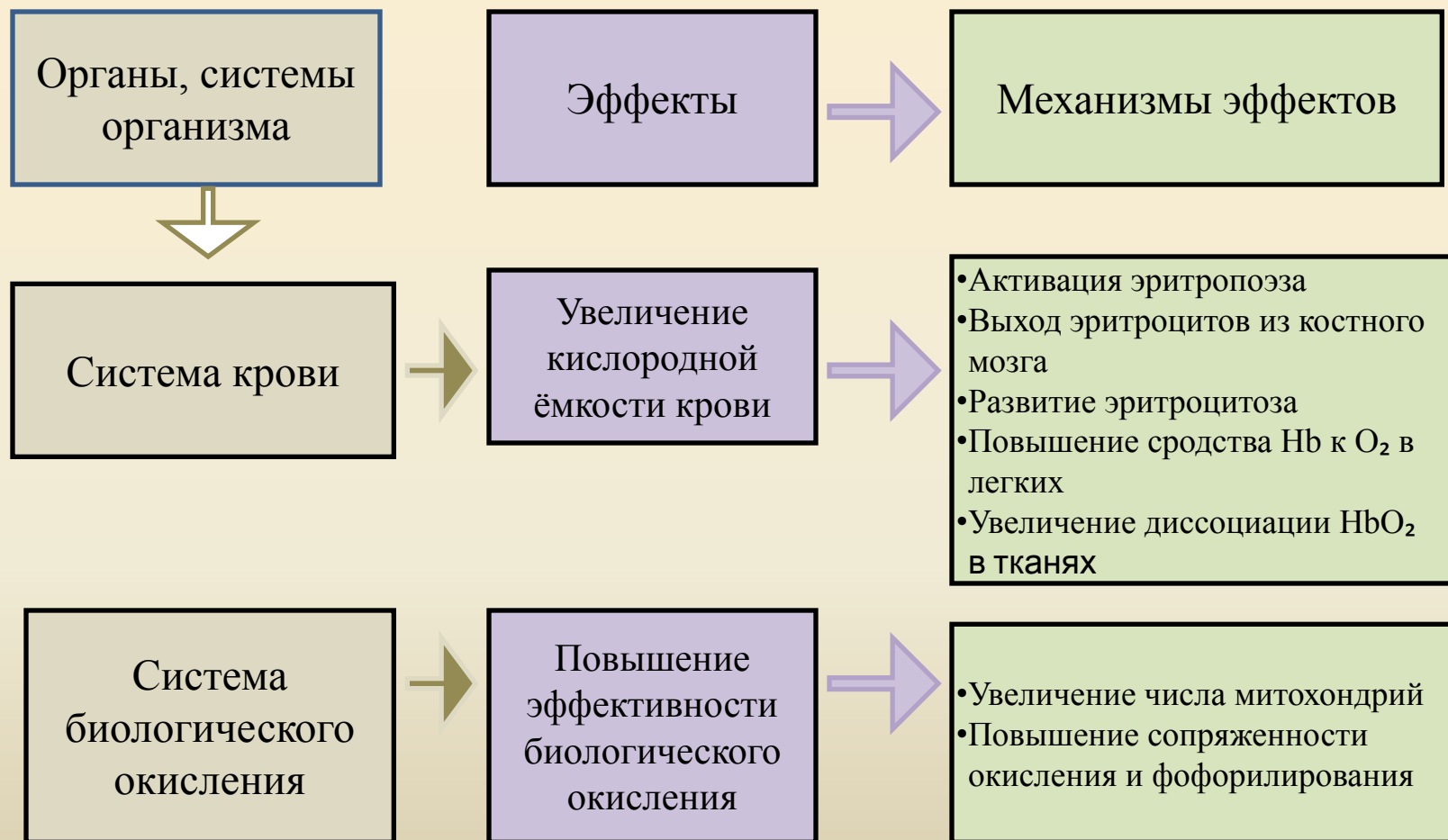
Механизмы экстренной адаптации организма к гипоксии (2)



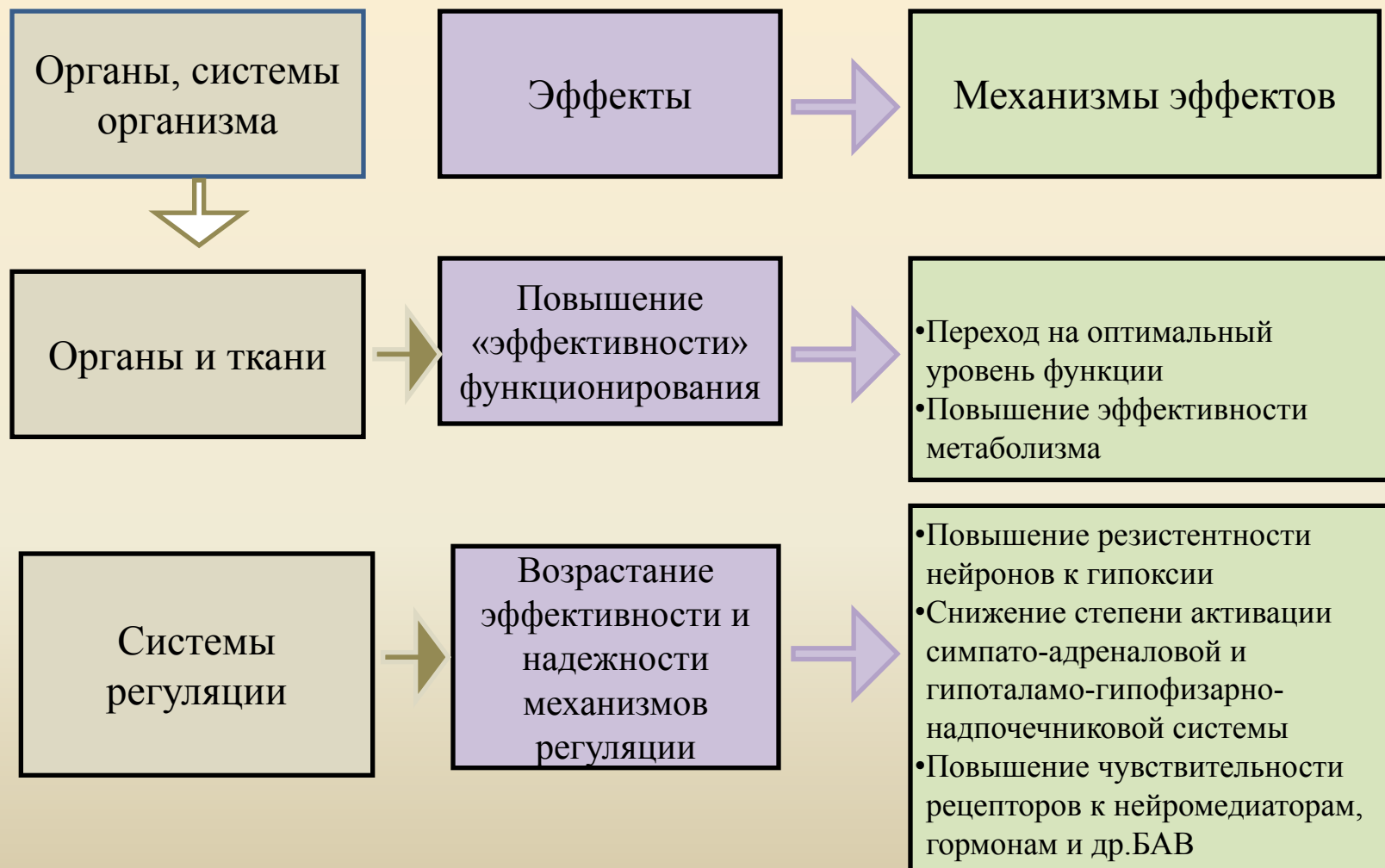
Механизмы долговременной адаптации организма к гипоксии(1)



Механизмы долговременной адаптации организма к гипоксии (2)



Механизмы долговременной адаптации организма к гипоксии (3)



Показатели обеспечения организма O_2 при различных типах гипоксии

Показатель и обеспечения O_2	Величины в норме	Экзогенный тип	Респираторный тип	Циркуляторный тип	Гемический тип	Тканевой тип
$P_A O_2$	158-160 мм рт.ст.	↓	N	N	N	N
$P_a O_2$	95-100 мм рт.ст.	↓	↓	N	N	N
$P_v O_2$	45-55 мм рт.ст.	↓	↓	↓	↓	↑
$S_a O_2$	97-98%	↓	↓	N	↓	↓
$P_{a-v} O_2$	45-50 мм рт.ст.	N или ↑	N или ↑	↑	↑	↓