



**Новоуральский филиал
Государственного образовательного учреждения
среднего профессионального образования
«Свердловский областной медицинский колледж»
специальность 34.02.01 Сестринское дело**

дисциплина ОП 08. ОСНОВЫ ПАТОЛОГИИ

ГИПОКСИИ

ГИПОКСИЯ

- греч. *hupo* – мало, ниже
- латин. *oxxygenum* – кислород
- Типовой патологический процесс, развивающийся в результате недостаточности биологического окисления, приводящий к нарушению энергетического обеспечения функций и пластических процессов в организме

**Кислородное голодание тканей, возникающее в результате нарушения либо доставки кислорода к тканям, либо его утилизации тканевыми дыхательными системами*

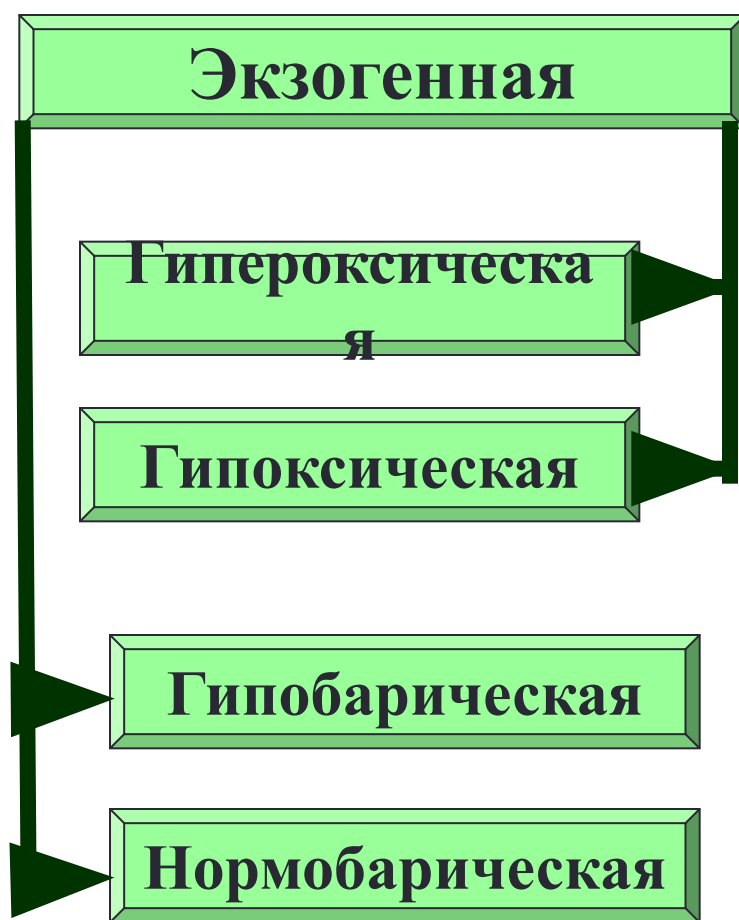
ГИПОКСИЯ

Термин «гипоксия» введён в научную литературу Виггерсом в 1941г.

- вместо использовавшегося ранее термина *аноксемия* (*аноксия*), введённого Журданэ в 1863г.,

условно обозначающего отсутствие кислорода в крови (тканях), чего фактически не бывает при жизни организма, даже в период его умирания

ВИДЫ ГИПОКСИЙ



КЛАССИФИКАЦИЯ ГИПОКСИИ

I. По характеру развития гипоксии:

- скрытая;
- компенсированная;
- некомпенсированная (декомпенсированная).

II. По критерию выраженности расстройств жизнедеятельности организма:

- лёгкая
- средняя (умеренная)
- тяжелая
- критическая (летальная)

КЛАССИФИКАЦИЯ ГИПОКСИИ

III. По степени тяжести (в зависимости от pO_2 в артериальной крови:)

- а) лёгкой степени тяжести (60–50 мм рт.ст.)
- б) средней тяжести (50–40 мм рт.ст.)
- в) тяжёлой (40–20 мм рт.ст.)
- г) крайне тяжёлой (менее 20 мм рт.ст.)

IV. По распространённости (объёму) гипоксии:

- а) локальная;
- б) распространённая (генерализованная).

КЛАССИФИКАЦИЯ ГИПОКСИИ

V. По критериям сроков возникновения и длительности течения

- а) молниеносная** (развивается в течение нескольких секунд после действия причины с быстрым развитием тяжелого состояния пациента (разгерметизация летательных аппаратов на большой высоте - более 9000-11000 м, быстрая потеря большого количества крови при ранениях крупных сосудов);
- б) острая** (развивается в течение нескольких минут, до часа, после действия причины) (острая кровопотеря, острая дыхательная недостаточность);
- в) подострая** (развивается в течение нескольких часов, до суток, после действия причины (отравление метгемоглобинообразователями (нитраты, окислы азота, бензол), венозная кровопотеря, медленно нарастающая дыхательная или сердечная недостаточность);
- г) хроническая** (развивается и/ или длится более чем несколько суток (недели, месяцы, годы) (хроническая анемия, дыхательная или сердечная недостаточность)

ПАТОГЕНЕЗ ГИПОКСИИ

- *Основное звено патогенеза любого вида гипоксии* абсолютная или относительная недостаточность процессов биологического окисления O_2 в клетках и внеклеточных структурах организма, вследствие:
 - а) нарушения функциональной системы поддержания оптимального газового состава (pO_2 , pCO_2) и pH внутри и вне клеток;
 - б) дефицита субстратов окисления;
 - в) угнетения или разобщения процессов окисления и фосфорилирования;
 - г) чрезмерной активации процессов анаэробного гликолиза

приводящие к:

 - а) расстройству энергетического и пластического обменов,
 - б) накоплению продуктов неполного окисления,
 - в) развитию ацидоза, протеолиза,
 - г) повреждению лизосом,
 - д) аутолизу клеток.

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К ГИПОКСИИ

- а) кора больших полушарий головного мозга — 3 — 6 мин.;
- б) подкорковые центры (особенно стволые и спинномозговые) — 15—20 мин;
- в) миокард — быстро нарастающие дистрофические, некробиотические и некротические процессы;
- г) эндокринные железы и паренхиматозные органы, среди них наиболее устойчивы к гипоксии почки и надпочечники;
- д) высоко устойчивы к гипоксии кожа, волосы, сухожилия, хрящи, кости.

ЭКЗОГЕННАЯ ГИПОКСИЯ

- **Нормобарическая - гипоксическая** - при ограничении поступления в организм кислорода с воздухом при **N** барометрическом давлении:
 - при нахождении людей в небольшом и/ или плохо вентилируемом пространстве (помещении, шахте, колодце, лифте)
 - при нарушениях регенерации воздуха и/ или подачи кислородной смеси для дыхания в летательных и глубинных аппаратах, автономных костюмах
(космонавтов, лётчиков, спасателей, пожарников)
 - при несоблюдении методики ИВЛ;
- **Гипобарическая - гипоксическая** - при снижении барометрического давления во время подъема на высоту более 3000-3500 м, где P_a кислорода меньше 100 мм ртутного столба или в барокамере
 - Горная болезнь
 - Высотная болезнь
 - Декомпрессионная болезнь

Горная болезнь

- **Высота свыше 4500 м** – это уровень, развития горной болезни у подавляющего большинства людей за счёт снижения парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе и вследствие этого - уменьшение насыщения артериальной крови кислородом и углекислотой, вызванные этим нарушения кислотно-основного состояния и развитие гистотоксического эффекта с изменением способности тканей утилизировать кислород.
- **Формы:** острая, подострая, хроническая:
 - а) **острая**- развивается через 6-12 часов на высоте от 4000 м, выражается в различной психической и неврологической симптоматике, головной боли, одышке при физических усилиях, побледнении кожных покровов с цианозом губ, ногтевого ложа, снижении работоспособности, расстройстве сна, тошноте, рвоте, потере аппетита, изменяется почерк;
 - б) подострая и хроническая форма описаны как **болезнь Монге**:



I тип - эритремический

II тип - эмфизематозный

Болезнь Монге

I тип – эритремический (эритремия больших высот) – протекает в более мягком, *подостром* варианте (усталость, слабость, нарушение мыслительных процессов, депрессия, выраженные расстройства сна, отказ от еды, выраженная гиперемия слизистых оболочек, носа, ушных раковин, значительное повышение концентрации гемоглобина и количества эритроцитов в крови; в хроническом варианте все симптомы усугубляются: выражен цианоз, отеки на периферии из-за резкого увеличения ОЦК, наступает коматозное состояние, одной из причин которого является газовый ацидоз, развивающийся вследствие гиповентиляции, связанной с нарушением ритма дыхания

II тип - эмфизематозный - преобладание легочных симптомов, т.е. одышка, эмфизематозное расширение грудной клетки, кровохарканье, в дальнейшем - картина *правожелудочковой недостаточности* (вследствие повышения сопротивления легочных сосудов на прекапиллярном уровне за счёт утолщения мышечного слоя в мелких легочных артериях и васкуляризации легочных артерий)

ГИПОБАРИЧЕСКАЯ – ГИПОКСИЧЕСКАЯ ГИПОКСИЯ

- **Высотная болезнь:** страдает прежде всего ЦНС: развивается эйфория, проявляющаяся резким возбуждением, ощущением немотивированной радости, потерей критики, пилоты могут совершать нелогичные действия. Кратковременная эйфория сменяется быстро наступающим глубоким торможением, человек теряет сознание, что в условиях высоты приводит к гибели
- **Декомпрессионная болезнь:** наблюдается при резком снижении барометрического давления (в результате разгерметизации летательных аппаратов на высоте более 10000-11000 м, имеет острое или молниеносное течение.

ДЫХАТЕЛЬНАЯ ГИПОКСИЯ

- Развивается при патологических процессах, поражающих систему органов дыхания и приводящих к снижению поступления кислорода в организм
- Нарушение проходимости верхних дыхательных путей возникает при их сдавлении извне (удушение)

КЛИНИКА ДЫХАТЕЛЬНОЙ ГИПОКСИИ

□ Функциональное проявление

- изменения показателей легочной вентиляции и механики дыхания

□ Клиническое проявление этого состояния

- учащение или углубление дыхания

КЛИНИКА ДЫХАТЕЛЬНОЙ ГИПОКСИИ

- а) *частичная дыхательная недостаточность* - предлагается тогда, когда имеется гипоксемия в сочетании с нормокапнией или гипокапнией,
- б) *полная дыхательная недостаточность* - предлагается тогда, когда гипоксемия сопровождается гиперкапнией

При оценке дыхательной недостаточности под **одышкой** понимается субъективное ощущение нехватки воздуха, а не только учащение дыхания

Дыхательная недостаточность I степени

- 1) в покое либо нет клинических проявлений, либо они выражены незначительно;
- 2) однако при привычной физической нагрузке появляются умеренная одышка, периоральный цианоз и тахикардия;
- 3) насыщение крови кислородом нормальное или может быть снижено до 90% (P_a кислорода 80-90 мм ртутного столба);

Дыхательная недостаточность II степени

- 1) одышка при незначительной физической нагрузке и в покое (число дыханий увеличено на 25% по сравнению с нормой), отмечаются тахикардия, бледность кожи и периоральный цианоз;
- 2) изменяется соотношение между частотой пульса и дыхания за счет учащения последнего, имеется тенденция к ацидозу (pH 7,3) и повышение АД;
- 3) кислородное насыщение крови составляет 70-90% (P_a кислорода 70-80 мм ртутного столба)
- 4) при дыхании 40% кислородом состояние больного улучшается

Дыхательная недостаточность III степени

- 1) дыхание в покое резко учащено (более чем на 50%), поверхностное
- 2) отмечается диффузный цианоз с землистым оттенком, холодный липкий пот;
- 3) АД низкое, резерв дыхания падает до 0
- 4) насыщение крови кислородом $< 70\%$ ($P_a O_2$ меньше 70 мм рт. ст.);
- 5) метаболический ацидоз (pH крови $< 7,3$),
- 6) отмечается гиперкапния (P_a углекислого газа 70-80 мм рт. ст.)

Дыхательная недостаточность IV степени

- гипоксемическая кома

- 1) сознание отсутствует, аритмичное, периодическое дыхание, общий цианоз, набухание шейных вен, гипотония мышц
 - 2) насыщение крови кислородом 50% и меньше ($P_a O_2$ меньше 50 мм рт. ст.);
 - 3) P_a углекислого газа больше 100 мм ртутного столба,
 - 4) pH крови меньше или равно 7,15
- Ингаляция кислородом не всегда приносит облегчение, может даже вызвать ухудшение состояния

Типы вентиляционных нарушений

- **Обструктивный**
- **Рестриктивный** (ограничительный)
- **Смешанный** (обструктивно-рестриктивный или, наоборот, рестриктивно-обструктивный в зависимости от преобладания той или иной формы)
- **Комбинированная вентиляционная недостаточность** чаще бывает с преобладанием обструктивных нарушений и чаще бывает тяжёлой (часто при хронической пневмонии)

Обструктивный тип вентиляционных нарушений

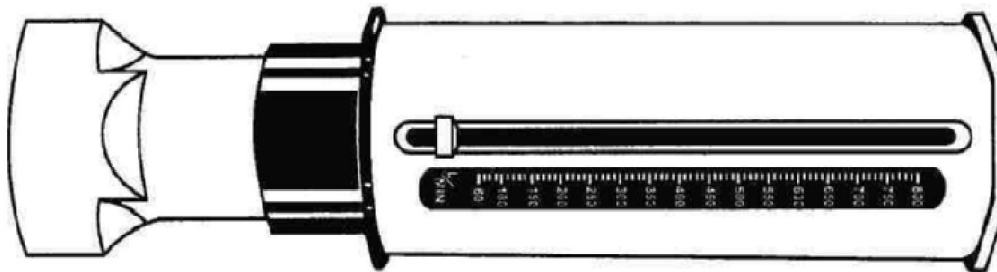
При **обструктивном типе** вентиляционных нарушений (наиболее часто встречаемая форма у детей) на спирограмме отмечается незначительное снижение ЖЕЛ, увеличение ООЛ

Эта форма нарушений возникает при :

- аспирации инородных тел
- сужении просвета бронхов и бронхиол
- отеке слизистой оболочки при бронхиолите
- обструктивном бронхите и бронхопневмонии
- стенозирующем ларингите (крупе), деструктивных формах пневмонии

Диагностика ДН

- Для диагностики и мониторинга состояния вентиляционной функции у больных с рецидивирующим бронхообструктивным синдромом, обычно это больные с бронхиальной астмой, наиболее широко распространенным методом является исследование максимальной скорости воздушной струи при форсированном выдохе или определение максимальной объёмной скорости выдоха.
- Это исследование получило название «пикфлоуметрии»



Пикфлоуметр
(должностные
значения РЕФ
(л/мин.) в
зависимости от
длины тела)

Длина тела	109	112	114	117	119	122	124	127	130	132	135	137
РЕФ	147	160	173	187	200	214	227	240	250	267	280	293
Длина тела	140	142	145	147	150	152	155	158	160	163	165	167
РЕФ	300	320	334	347	350	373	387	400	400	427	450	454

Рестриктивная вентиляционная недостаточность

- заключается в уменьшении легочных объёмов и ограничении растяжимости лёгких, при этом параллельно снижается ОЕЛ, ЖЕЛ и ФОЕ. Снижение ОЕЛ - наиболее характерный признак.

Встречается при:

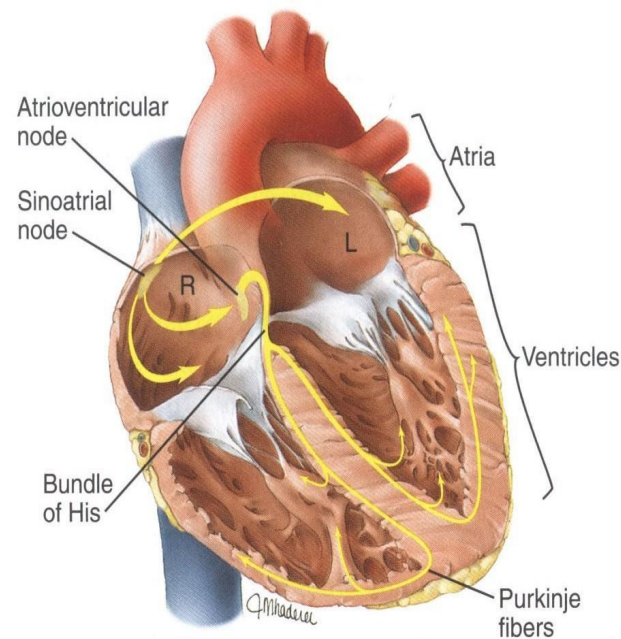
- острой пневмонии (при выключении из дыхания участков легких)
- сухом или экссудативном плеврите
- легочном фиброзе
- диффузном пневмосклерозе
- поражении ребер - перелом, остеомиелит
- поражении дыхательной мускулатуры - миопатия, парез и паралич межреберных нервов
- полиомиелите

Циркуляторная гипоксия

Развивается при нарушении кровообращения, может иметь **системный** (генерализованный) и **местный** (локальный) характер (местные расстройства кровообращения- венозная гиперемия, ишемия, стаз)

Причины развития:

1. Недостаточность функции сердца
2. Снижение сосудистого тонуса
3. Уменьшение общей массы крови в организме после острой кровопотери и при обезвоживании (**гиповолемия**)
4. Усиленное депонирование крови
5. Нарушение текучести крови в случаях сладжа эритроцитов и при ДВС – синдроме
6. Централизация кровообращения, что имеет место при различных видах шока
7. Нарушение диффузии кислорода из капиллярной крови к клеткам



ЦИРКУЛЯТОРНАЯ ГИПОКСИЯ

- **Сердечная недостаточность** - проявляется снижением выброса крови из желудочков сердца у как следствие – уменьшением ОЦК.

Причины: прямое повреждение миокарда (воздействие кардиотропными токсинами, инфаркт миокарда, диффузный кардиосклероз), перегрузка миокарда (например, увеличенной массой крови или повышенным сосудистым сопротивлением её току), нарушение диастолического расслабления сердца (например, при его сдавлении - тампонаде экссудатом или кровью, накопившимися в полости перикарда).

- **Снижение тонуса стенок сосудов** (артериальных и венозных).

Причины: снижение адренергических влияний на стенки сосудов (например, при надпочечниковой недостаточности, повреждении нейронов кардиовазомоторного центра), доминирование холинергических воздействий (например, при невротических состояниях, на торпидной стадии шока, при отклонениях показателей электролитного баланса и КЩР), дефицит минералокортикоидов в организме.

- **Нарушение диффузии кислорода** через стенку микрососудов, в межклеточной жидкости, через плазмолемму и цитозоль к митохондриям.

Причины: уплотнение стенок микрососудов (при дистрофиях их стенок, васкулитах, артериолосклерозе, интерстициальном отеке, микседеме), мембранопатии клеток (при активации липопероксидного процесса, клеточных дистрофиях, опухолевом росте)

Гемическая гипоксия

Развивается при уменьшении кислородной ёмкости крови из-за снижения содержания гемоглобина или вследствие образования его разновидностей, не способных транспортировать кислород, таких как карбоксигемоглобин и метгемоглобин.



- ❖ Снижение содержания гемоглобина имеет место при различных видах анемий и при гидремии, возникающей в связи с избыточной задержкой воды в организме.
- ❖ Эритроциты при пернициозной анемии и талассемии.
- ❖ Нарушение транспортных свойств Hb
 - наследуемые гемоглобинопатии
 - приобретенные гемоглобинопатии (*повышенное содержание в крови метгемоглобинообразователей, окиси углерода, карбиламингемоглобина, нитроксигемоглобина*)

ТКАНЕВАЯ ГИПОКСИЯ

- **Причины:** факторы, снижающие эффективность утилизации кислорода клетками тканей и/или сопряжения окисления и фосфорилирования

Патогенез:

1) Снижение эффективности усвоения кислорода клетками

- при специфическом ингибировании ферментов (например, ионы циана блокируют окисление цитохрома)
- при неспецифическом ингибировании ферментов биологического окисления ионами металлов (Ag, Hg, Cu) с образованием неактивной формы ферментов
- при конкурентном ингибировании ферментов биологического окисления веществом, имеющим структурную аналогию с ними
- изменении физико-химических параметров в тканях (температуры, электролитного состава, Рн)
- при полном и частичном белковом голодании
- повреждении мембран митохондрий (при болезнях неинфекционного и инфекционного генеза, сопровождающихся расстройствами дыхания, кровообращения, питания и т.д.)

2) Снижение степени сопряжения окисления и фосфорилирования макроэргических соединений в дыхательной цепи

- при избытке ионов кальция, водорода, ВЖК, йодсодержащих гормонов щитовидной железы в крови
- при отравлении (дикумарин, пентахлорфенол, грамицидин и др.)

3) Изменение газового состава крови (повышение pO_2 , SO_2 , VO_2 , снижение АВР по O_2 , рН)

СУБСТРАТНЫЙ ТИП ГИПОКСИИ

- **Причина:** дефицит в клетках субстратов биологического окисления, чаще глюкозы. При этом доставка к клеткам кислорода существенно не нарушена

Патогенез.

- Развивается прогрессивное торможение клеточного окисления, вследствие чего в клетках быстро снижаются уровни АТФ и креатинфосфата, величина МП

Признаки:

- *Изменение газового состава и рН крови* (повышение pO_2 , SO_2 , VO_2 , снижение АВР по O_2 , рН)

ПЕРЕГРУЗОЧНЫЙ ТИП ГИПОКСИИ

- **Причина:** значительное и/ или длительное увеличение функции тканей, органов или их систем (например, продолжительное функционирование скелетных мышц и миокарда)

Патогенез.

- Повышенная нагрузка на мышцу обуславливает относительную недостаточность кровоснабжения мышцы, дефицит кислорода в миоцитах

Признаки:

- *Изменение газового состава и рН крови* (повышение АВР по O₂, рСО₂, снижение рО₂, SO₂, рН)

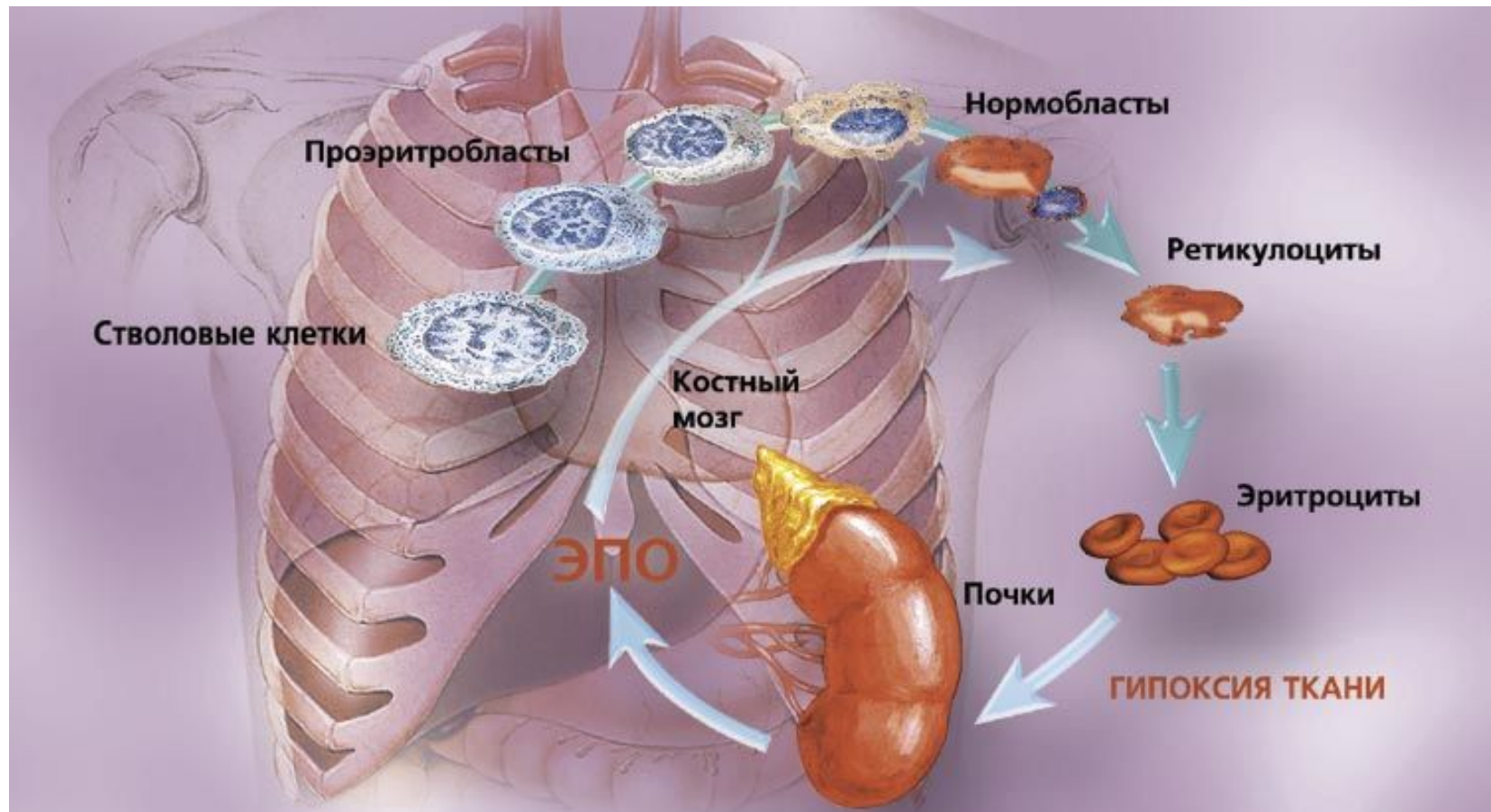
СМЕШАННЫЙ ТИП ГИПОКСИИ

- Является результатом сочетания нескольких разновидностей гипоксии.

Причинами являются факторы, нарушающие два и более механизма доставки и использования кислорода

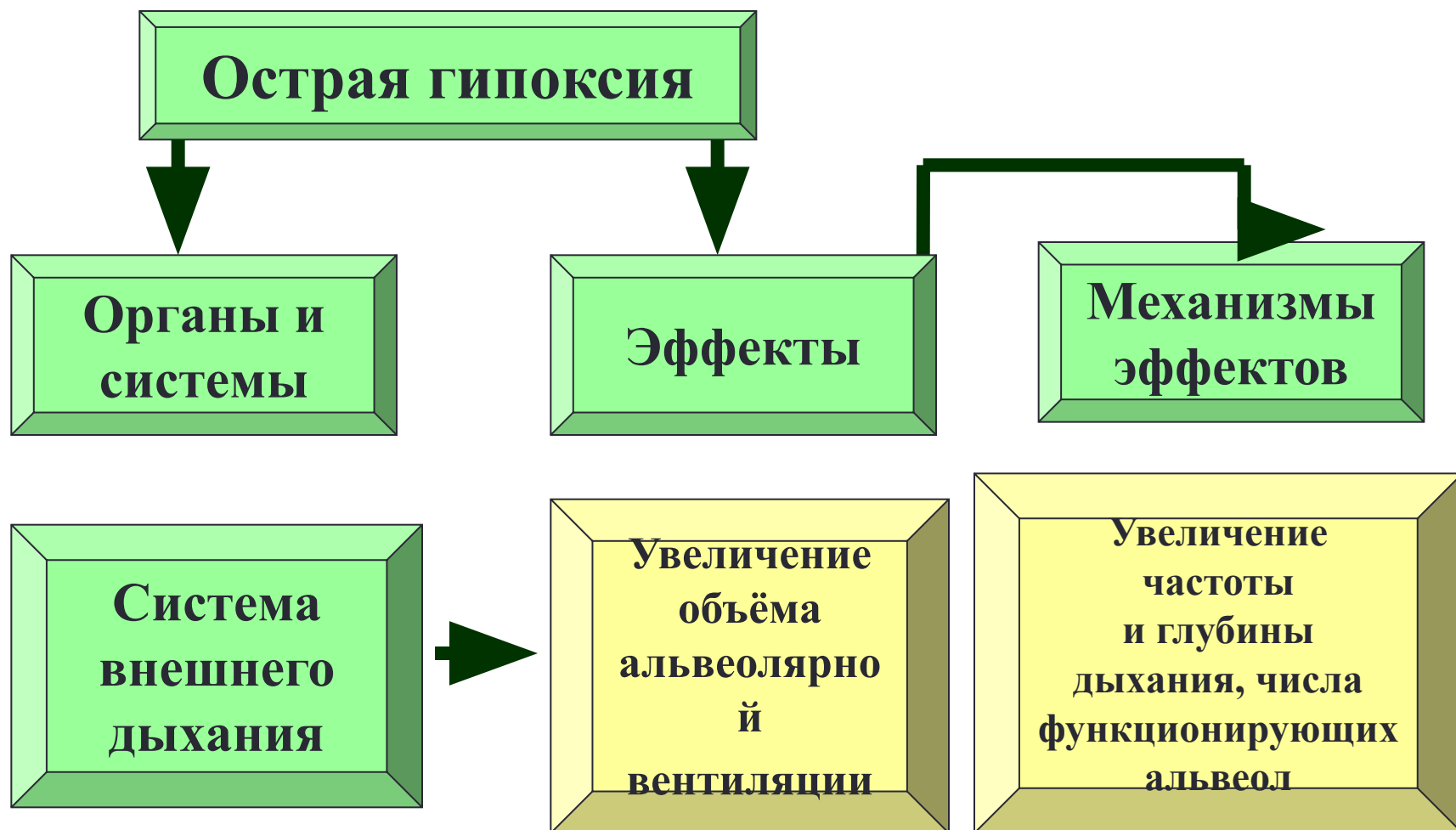
- наркотические вещества, угнетающие функцию сердца, нейронов дыхательного центра и активность ферментов тканевого дыхания - в результате развивается гипоксия гемодинамического, дыхательного и тканевого типов
- острая массивная кровопотеря снижает кислородную ёмкость крови (в связи со снижением содержания Hb) и приводит к расстройству кровообращения: развиваются гемический и гемодинамический тип гипоксии

Механизмы адаптации к гипоксии

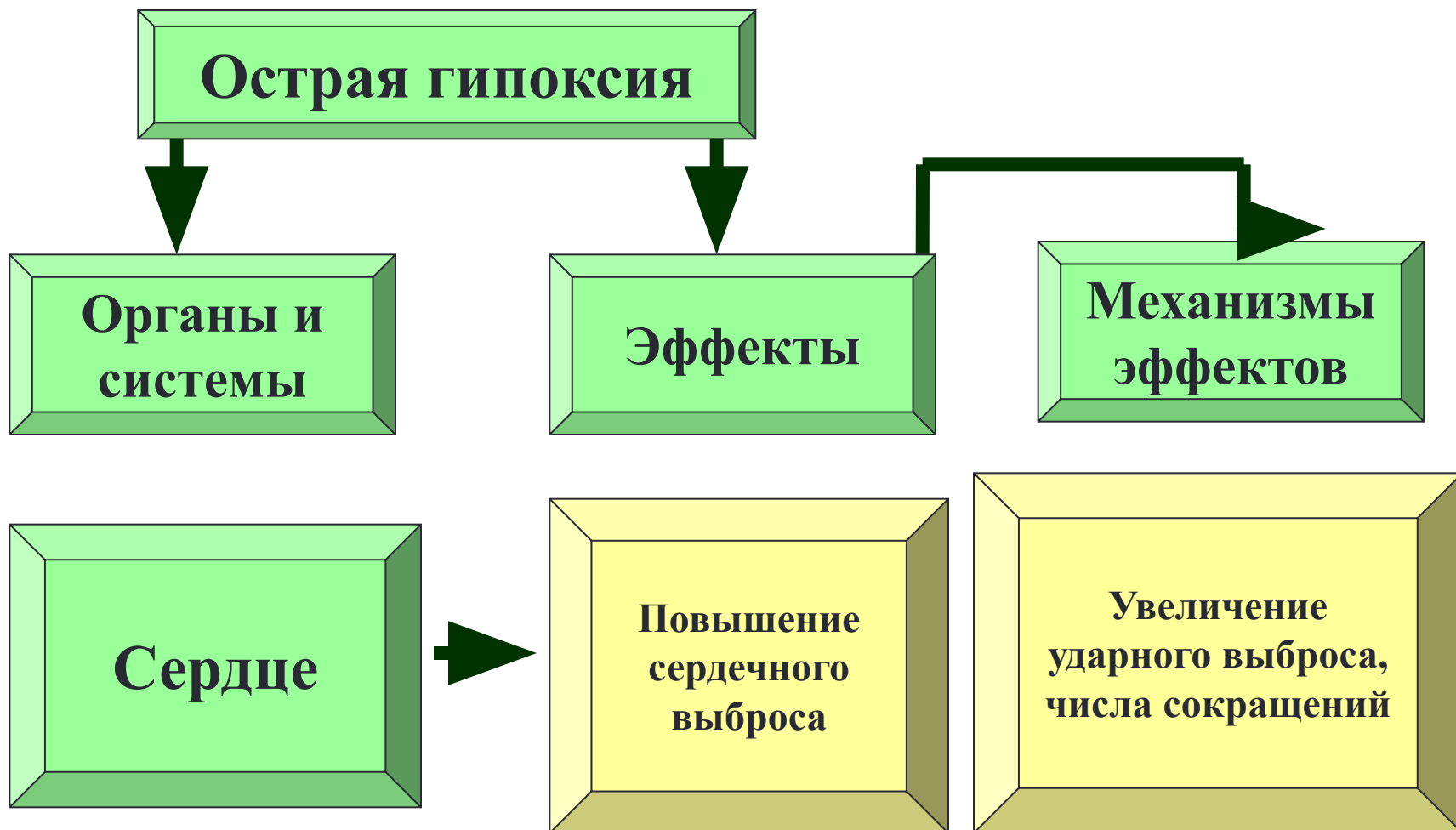


- Стимуляция кроветворения под действием почечного эритропоэтина.

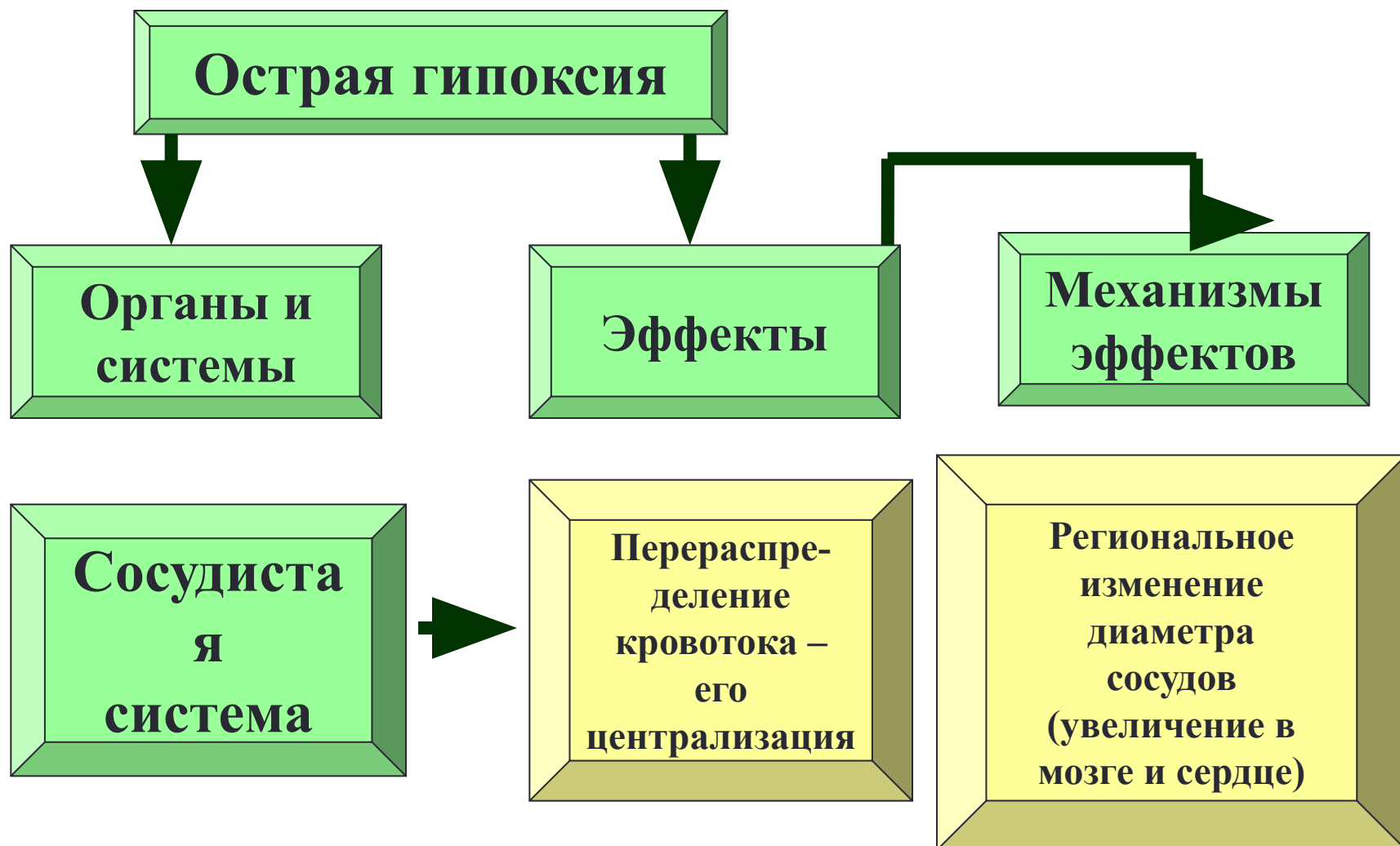
Механизмы экстренной адаптации к гипоксии



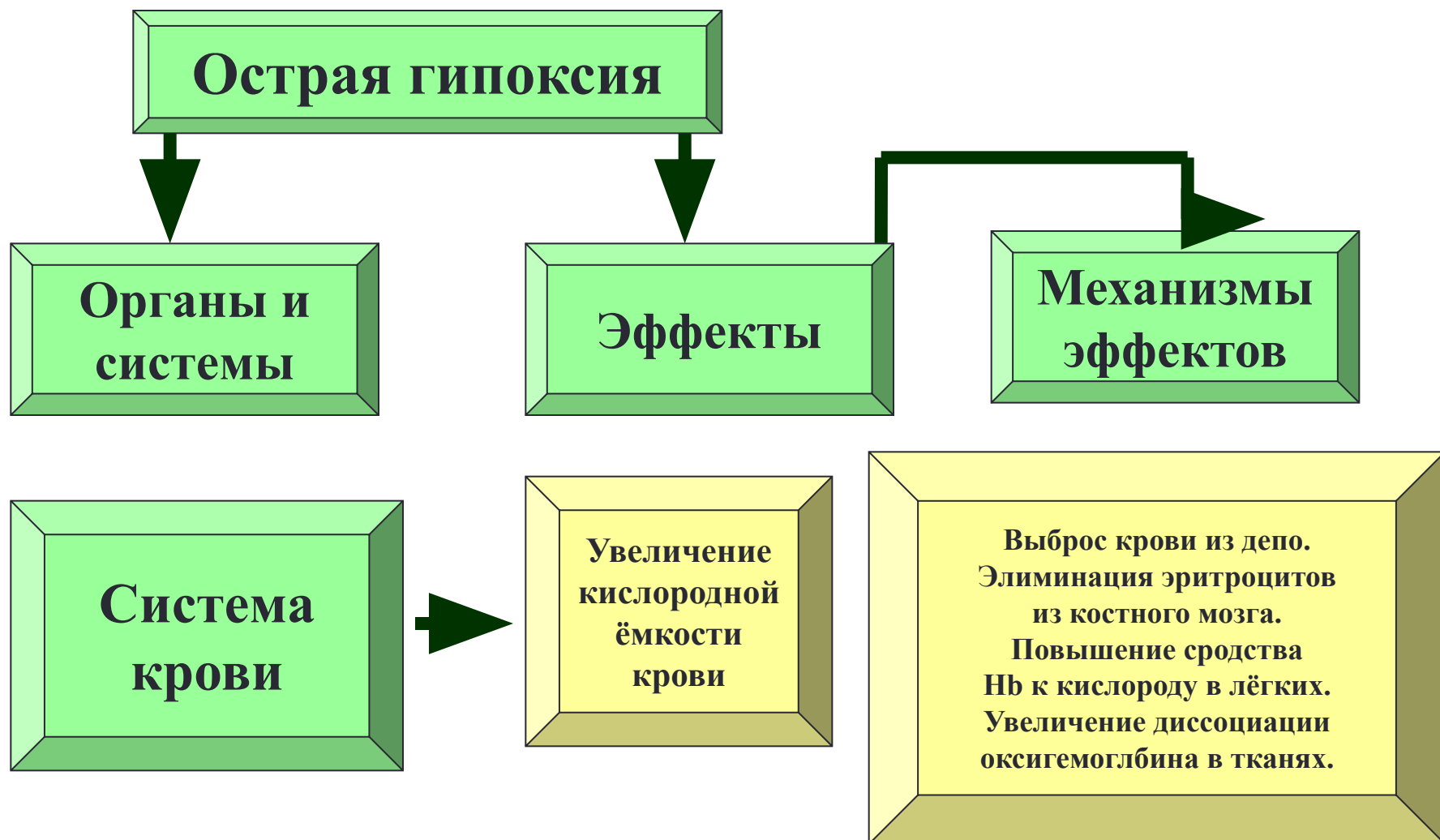
Механизмы экстренной адаптации к гипоксии



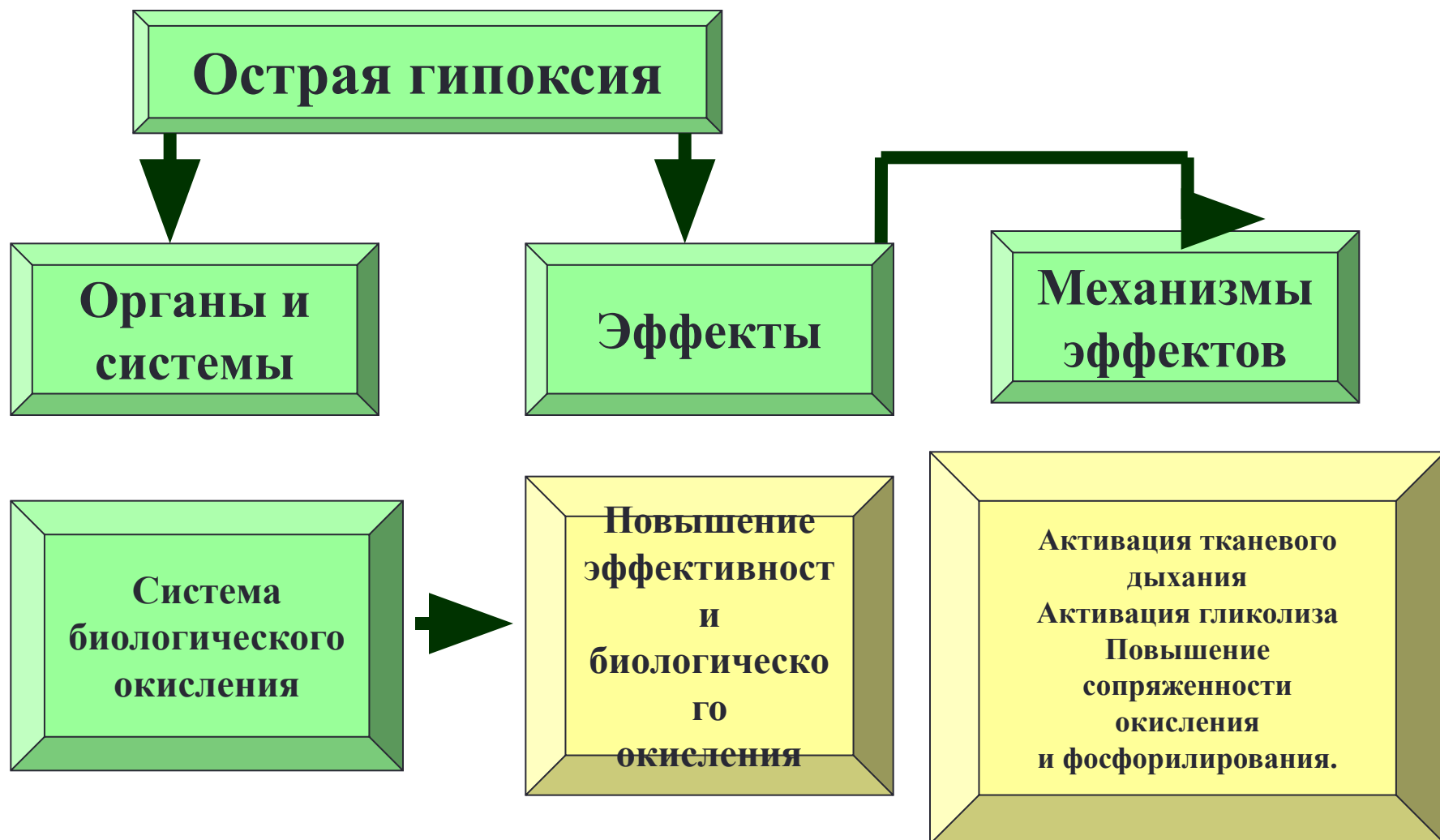
Механизмы экстренной адаптации к гипоксии



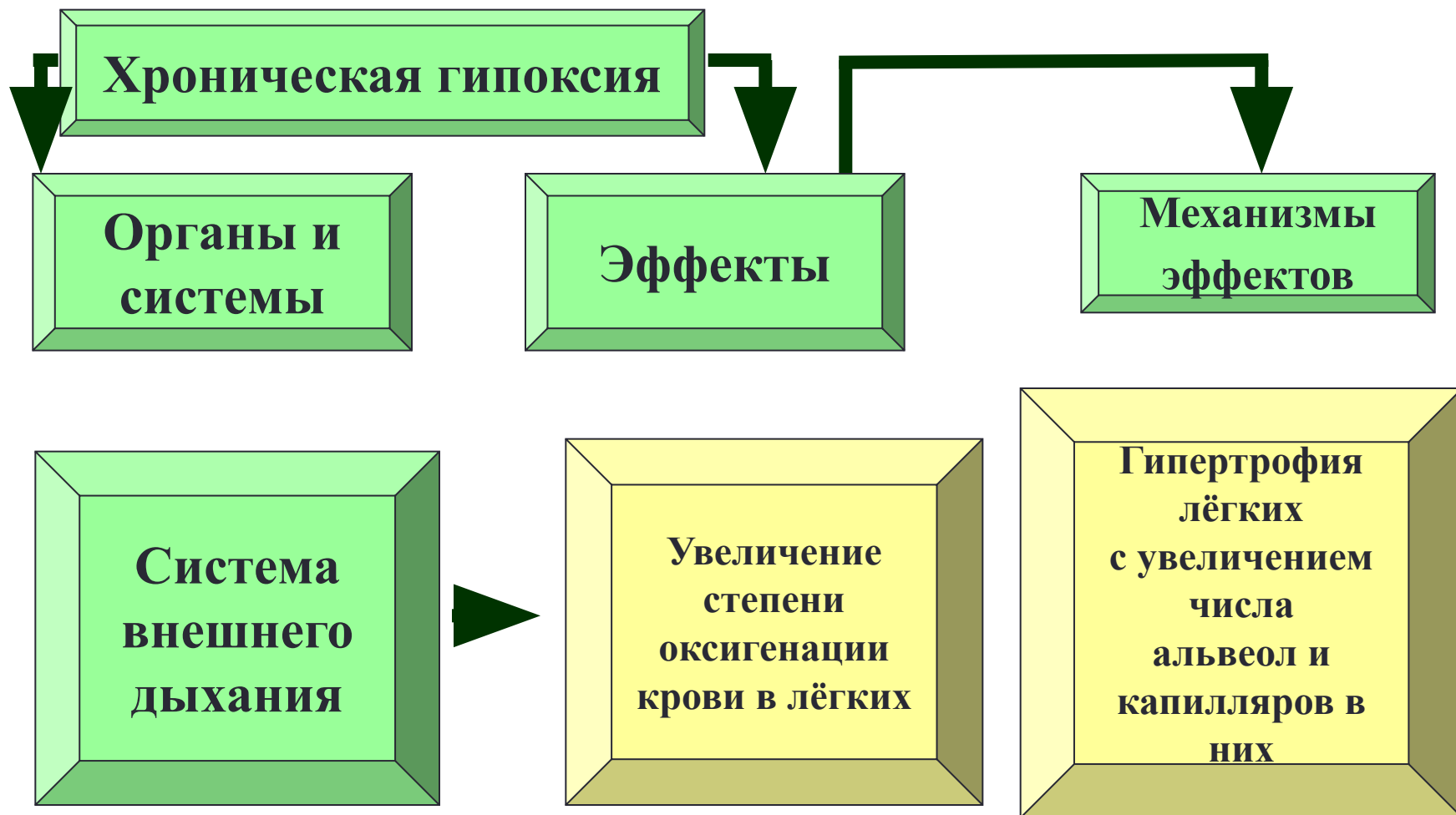
Механизмы экстренной адаптации к гипоксии



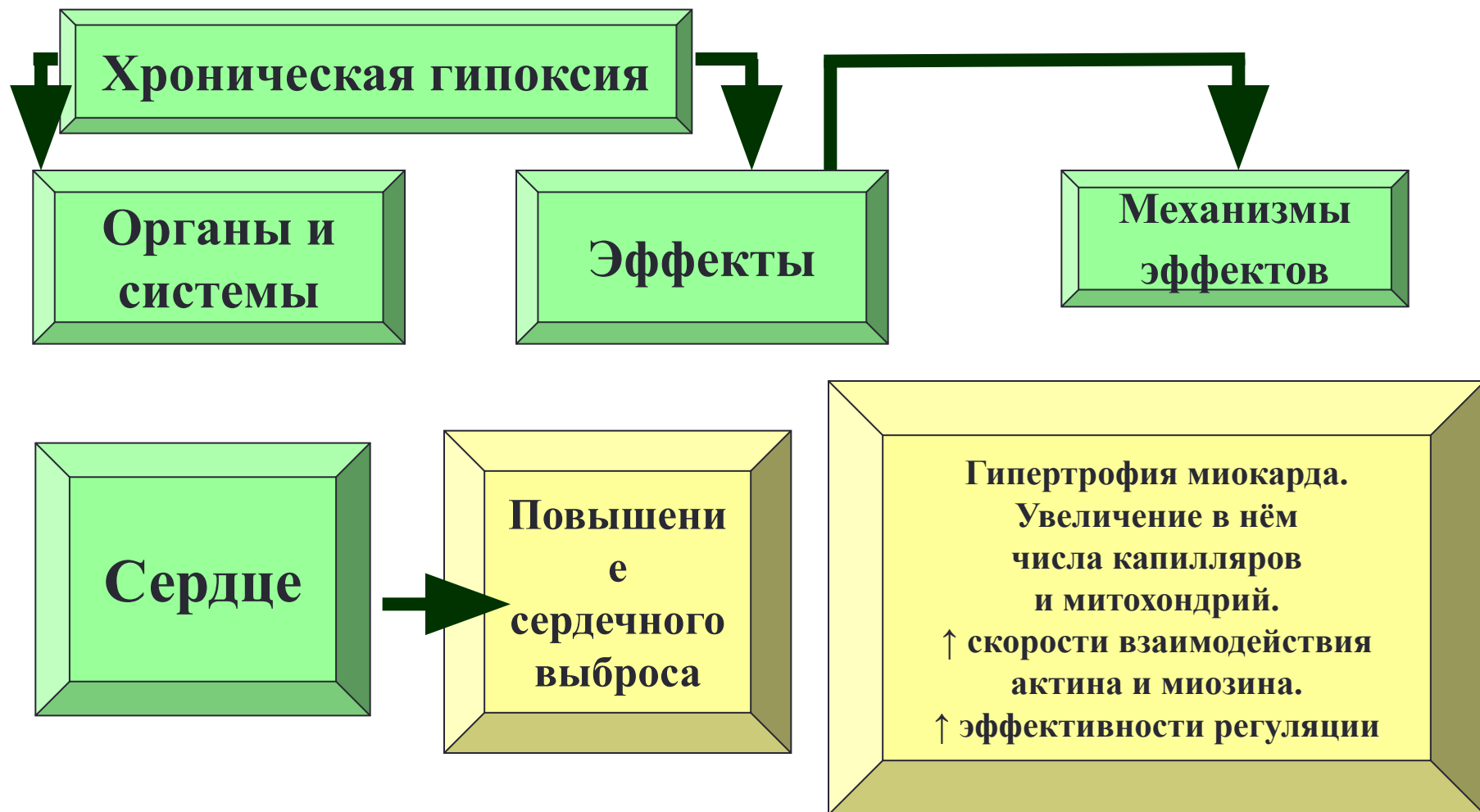
Механизмы экстренной адаптации к гипоксии



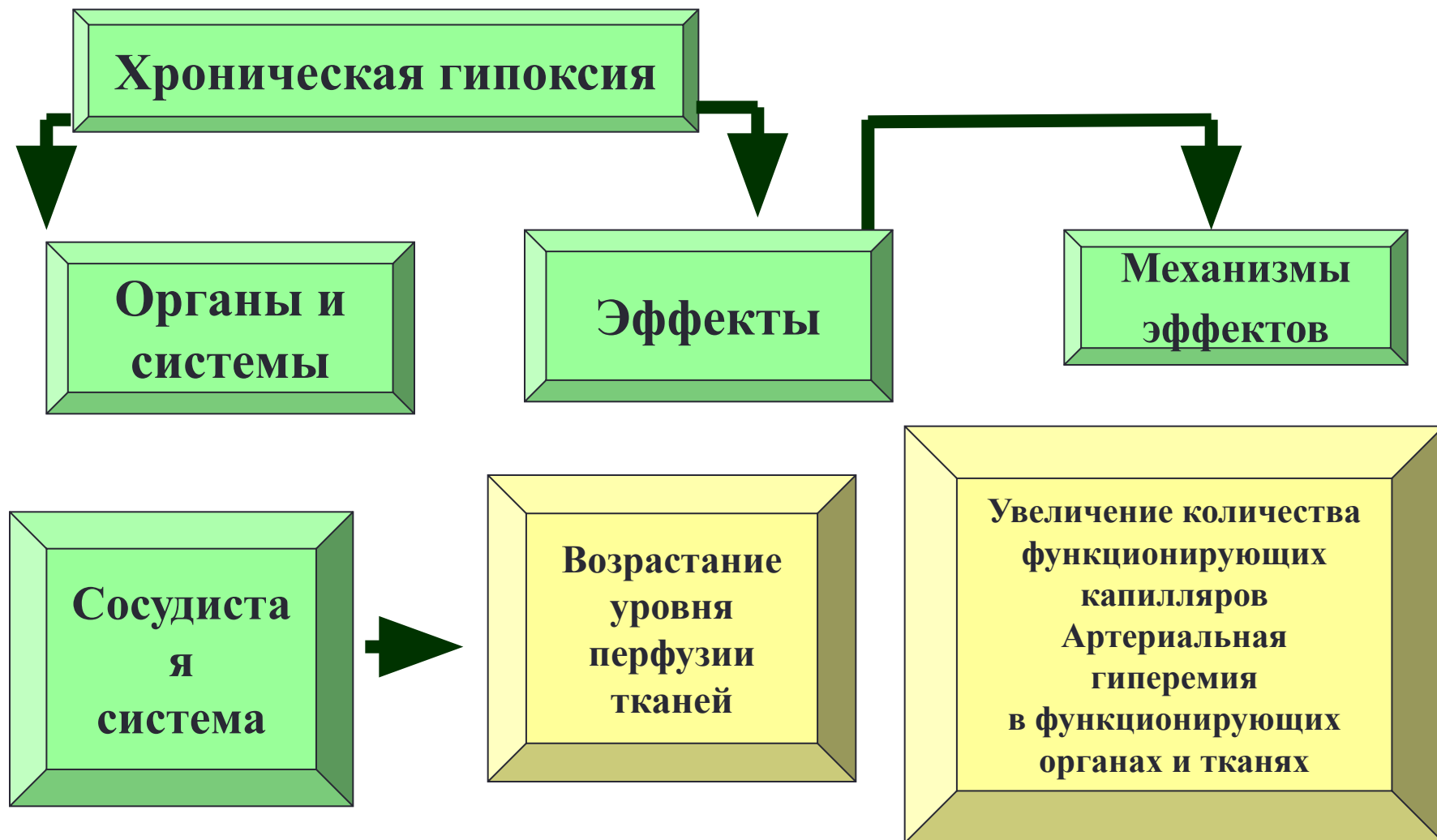
Механизмы долговременной адаптации к гипоксии



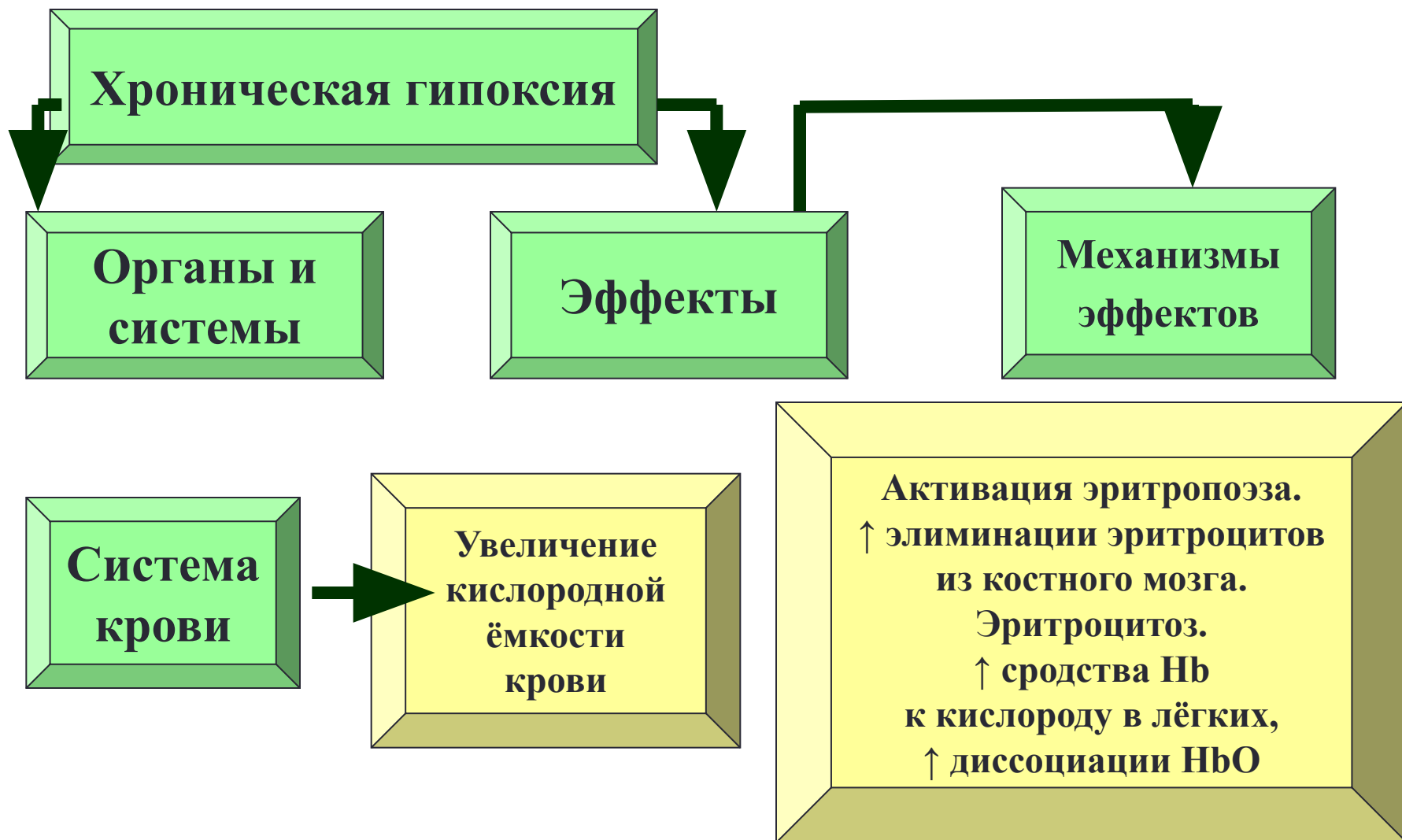
Механизмы долговременной адаптации к гипоксии



Механизмы долговременной адаптации к гипоксии



Механизмы долговременной адаптации к гипоксии



Механизмы долговременной адаптации к гипоксии

