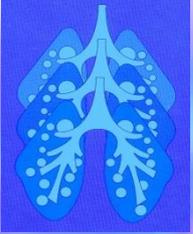


# ПАТОФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ ДЫХАНИЯ



# ОСНОВНАЯ ЗАДАЧА СИСТЕМЫ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ

- **Обеспечение адекватного метаболическим потребностям организма газообмена с внешней средой, а также ряд недыхательных функций**

**Н  
Е  
Д  
Ы  
Х  
А  
Т  
Е  
Л  
Ь  
Н  
Ы  
Е  
  
Ф  
У  
Н  
К  
Ц  
И  
И**

**ЛЕГКИХ**

**Очистка воздуха – от механических примесей, токсических газов, инфекционных агентов, аллергенов (мукоцилиарный клиренс, кашлевой рефлекс, альвеолярные макрофаги)**

**Очистка крови от механических примесей – от конгломератов клеток, мелких свертков фибрина; микротромбов жира и др. (фагоцитоз и их метаболизм)**

**Водный и тепловой гомеостазы – перспирация (за сутки теряется  $\approx 500$  мл  $H_2O$ ), внесосудистый объем  $H_2O$  составляет не менее 60% массы легкого. Согревание и увлажнение дыхательной смеси зависит от режима вентиляции: гипервентиляция уменьшает согревание воздуха.**

**КЩС – легкие обеспечивают устранение или уменьшение сдвигов КЩС путем изменения объема вентиляции ( $<CO_2>$ )**

**Н  
Е  
Д  
Ы  
Х  
А  
Т  
Е  
Л  
Ь  
Н  
Ы  
Е  
  
Ф  
У  
Н  
К  
Ц  
И  
И**

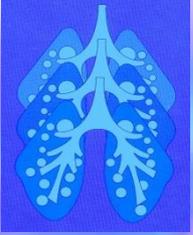
**Гемостаз – легочная ткань активно синтезирует компоненты:**

- свертывающей системы – тромбопластин;
- антисвертывающей системы – гепарин, белок С;
- фибринолитической – активаторы превращения плазминогена в плазмин, образуется большое количество простациклина, тромбоксана А<sub>2</sub> и др.

**Влияние на ССС: это – депонирующая функция и метаболический контроль за местной и системной гемодинамикой путем синтеза, депонирования, активации и разрушения разнообразных БАВ (АПВ, норадреналин, серотонин, гистамин, простагландин и др.)**

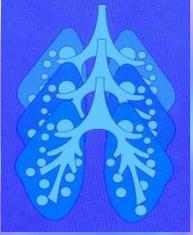
**Метаболизм белков и жиров – эмульгированный жир, жирные кислоты и глицирины венозной крови (попадают из грудного лимфатического протока) практически полностью гидролизуются в легких и не попадают в легочные капилляры, так как тучные клетки альвеол, альвеолярные макрофаги выделяют ряд протеолитических и липолитических ферментов. Примером липидного и белкового обмена является и сурфактантная система.**

**ЛЕГКИХ**



# ВНЕШНЕЕ ДЫХАНИЕ

- **ВЕНТИЛЯЦИЯ** (обмен газов между атмосферным воздухом и воздухом альвеол)
- **ДИФФУЗИЯ** (обмен газов между альвеолярным воздухом и кровью)
- **ПЕРФУЗИЯ** (транспорт газов из капилляров малого круга кровообращения в капилляры большого круга кровообращения)



# НЕДОСТАТОЧНОСТЬ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ

- Патологическое состояние, развивающееся вследствие нарушения внешнего дыхания, при котором не обеспечивается нормальный газовый состав артериальной крови или он достигается в результате напряжения компенсаторных механизмов, приводящих к ограничению резервных возможностей организма

# ТИПОВЫЕ ФОРМЫ НАРУШЕНИЯ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ, ОБУСЛАВЛИВАЮЩИЕ РАЗВИТИЕ ДЫХАТЕЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ



# НАРУШЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ

## Нарушение работы механического аппарата вентиляции

Нарушение функции ДЦ

Патология стенки грудной клетки

Слабость дыхательных мышц

Нарушение в н/м синапсе

Патология дыхательных мышц

Усталость интактных мышц (избыточная работа, АТФ↓)

## Обструктивные расстройства (наруш. проходим. дых. путей)

Нарушение дренирование мокроты

Нарушение механизмов кашля (коллатеральная вентилиция)

Обструкция инородными телами

Воспалительные изменения дыхательных путей

Ларинго-, бронхоспазм

Раннее экспираторное закрытие дыхательных путей (рЭЗДП)

## Рестриктивные расстройства (нарушение растяжимости легких)

Внутрилегочные механизмы – эластина ↓, сурфактанта ↓ (пневмонии, пневмосклероз, ателектаз, диффузные опухоли, интерстициальный отек легкого)

Внелегочные механизмы – фиброз плевры, пневмо- и др. тораксы, травмы гр.клетки

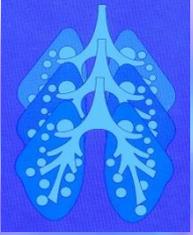
## Нарушение внутрилегочного распределения газов (неравномерная вентиляция)

Регионарные изменения эластичности легочной ткани

Регионарная обтурация бронхов

Регионарное нарушение расправления легких

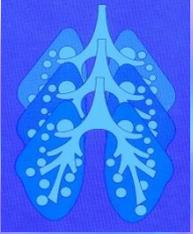
Регионарная динамическая компрессия



# НАРУШЕНИЯ АЛЬВЕОЛЯРНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

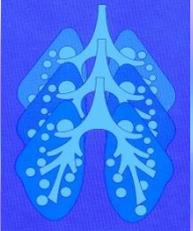
---

- **АЛЬВЕОЛЯРНАЯ  
ГИПОВЕНТИЛЯЦИЯ**
- **АЛЬВЕОЛЯРНАЯ  
ГИПЕРВЕНТИЛЯЦИЯ**



# АЛЬВЕОЛЯРНАЯ ГИПОВЕНТИЛЯЦИЯ

- **нарушение внешнего дыхания, при котором минутный объем альвеолярной вентиляции не обеспечивает газообменной (поступление кислорода в кровь и выведение углекислого газа из организма) потребности организма**



# Механизмы развития альвеолярной гиповентиляции

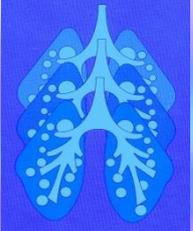
АЛЬВЕОЛЯРНАЯ ГИПОВЕНТИЛЯЦИЯ

Нарушение биомеханики дыхания

Нарушение регуляции внешнего дыхания

1. Обструктивный тип
2. Рестриктивный тип

1. Нарушения афферентной импульсации (дефицит возбуждающей афферентации, избыток тормозной афферентации, Хаотическая афферентация)
2. Повреждение дыхательного центра
3. Нарушения эфферентной импульсации
4. нейро-миогенные расстройства

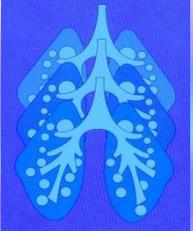


## АЛЬВЕОЛЯРНАЯ ГИПЕРВЕНТИЛЯЦИЯ

**Пассивная**  
(неадекватная  
искусственная  
вентиляция легких)

**Активная**

1. Психогенная
2. Церебральная
3. Рефлекторная



# Механизмы развития нарушений легочной перфузии

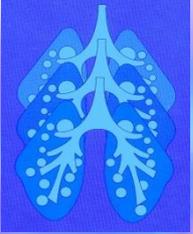
## НАРУШЕНИЕ ЛЕГОЧНОЙ ПЕРФУЗИИ

Прекапиллярная  
легочная гипертензия

Шунтирование  
легочного кровотока

Посткапиллярная  
легочная гипертензия

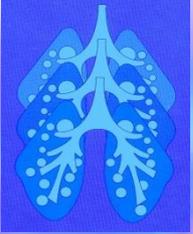
Легочная гипотензия



# Нарушения легочной перфузии

- *Прекапиллярная форма легочной гипертензии*

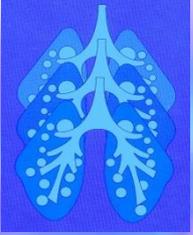
- наблюдается при спазме артериол, сдавлении или обтурации капилляров легочных сосудов, а также может развиваться рефлекторно при раздражении рецепторов легочных сосудов эмболом (эмболия легочной артерии).
- Повышение давления в системе легочной артерии может происходить при сдавлении легочных капилляров вследствие возрастания давления воздуха в воздухоносных путях и альвеолах, что наблюдается при кашле



# Нарушения легочной перфузии

- *Посткапиллярная форма легочной гипертензии*

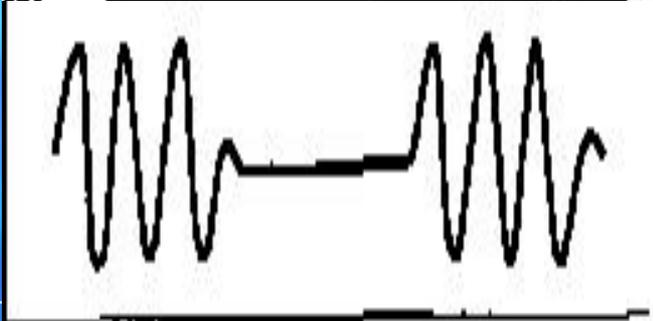
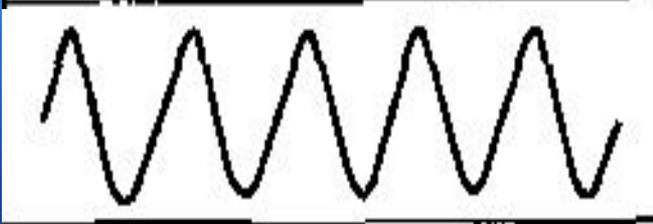
- Проявляется в виде застойных явлениях в легких, развивается при сдавлении легочных вен, при митральном стенозе, кардиосклерозе, гипертонической болезни, левожелудочковой недостаточности. Легочная гипотензия отмечается чаще всего при коллапсе и шоковых состояниях.



# Нарушения легочной перфузии

- *Шунтирование легочного кровотока*
  - развивается при пороках сердца. Наиболее выражены нарушения легочного кровообращения при пороках сердца со сбросом крови справа-налево (тетрада Фалло, транспозиция магистральных сосудов, атрофия клапанов легочной артерии и др.)

# Патологические типы дыхания

Тип дыхания	Кривая дыхания	Причина
<i>Нормальное дыхание</i>		
<u>Дыхание Чейн-Стокса</u>		Гипоксия во сне, отравление
<u>Дыхание Биота</u>		Повреждение мозга, повышение внутричерепного давления
<u>Дыхание Куссмауля</u>		Нераспираторный (метаболический ацидоз)
<u>Гаспинг</u>		Недоношенность, повреждение мозга

# Патологические типы дыхания

## АПНЕЙСТИЧЕСКОЕ ДЫХАНИЕ

временные остановки дыхания, характеризующиеся удлиненным вдохом за счет судорожного сокращения дыхательных мышц и сравнительно непродолжительным выдохом (при инфаркте моста мозга, острой выраженной гипоксии, отравлении барбитуратами)

# Патологические типы дыхания

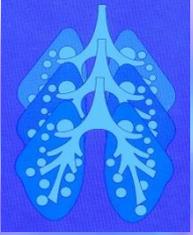
## ДЫХАНИЕ ТИПА "ГАСПИНГ"

затрудненное дыхание, удушье, наблюдается в агональном состоянии. Это глубокие судорожные короткие вдохи, с большими промежутками между ними, с отсутствием реакций на афферентные воздействия (болевые или повышение содержания углекислоты в крови)

# Патологические типы дыхания

## ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ФОРМЫ ДЫХАНИЯ

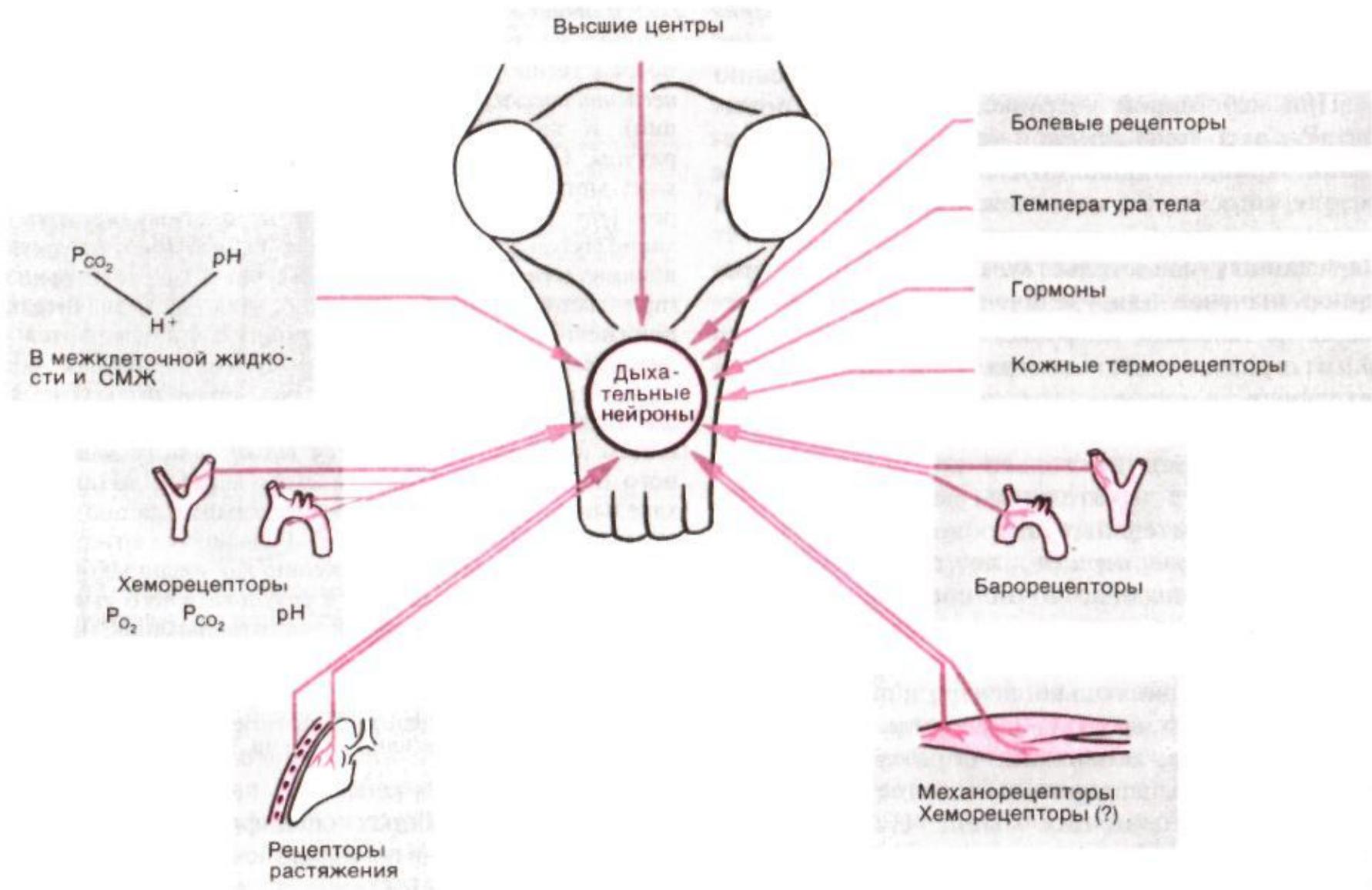
периоды усиления дыхательных движений с последующим их ослаблением и периодами апноэ (дыхание Биота, Чейна-Стокса, Куссмауля)



# ДЫХАТЕЛЬНАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ

- **состояние организма, при котором возможности легких обеспечить нормальный газовый состав артериальной крови при дыхании воздухом ограничены**

# Общая схема действия стимулирующих факторов и периферических рецепторов, влияющих на дыхание





# **МЕДИКО-СОЦИАЛЬНЫЕ ПРИЧИНЫ РАЗВИТИЯ ДН**

- **Постарение населения – этот период жизни сопровождается возрастными изменениями дыхательных структур с сокращением функциональных резервов системы дыхания.**
- **Значительное загрязнение атмосферы (в том числе курение).**
- **Все возрастающая аллергизация населения, ведущая к иммунопатологическим поражениям дыхательных путей и альвеолярной ткани.**
- **Широкое распространение острых респираторных заболеваний вирусной этиологии.**
- **Значительно возросшие возможности хирургических вмешательств, расширяющаяся фармакотерапия различных (не только легочных) заболеваний.**
- **Наращение приема различных видов наркотинов, рост токсикоманий (повреждение легких).**

# ЭТИОЛОГИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

```
graph TD; A[ЭТИОЛОГИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ] --> B[ЭКЗО- И ЭНДОГЕННЫЕ ПАТОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ]; B --> C[I. Внелегочные этиологические факторы]; B --> D[II. Факторы поражающие дыхательную функцию легких]; B --> E[III. Факторы поражающие недыхательную функцию легких];
```

## ЭКЗО- И ЭНДОГЕННЫЕ ПАТОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ

I. Внелегочные  
этиологические  
факторы

II. Факторы  
поражающие  
дыхательную  
функцию  
легких

III. Факторы  
поражающие  
недыхательную  
функцию  
легких

# ВНЕЛЕГОЧНЫЕ ЭТИОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ДН



# ФАКТОРЫ ПОРАЖАЮЩИЕ ДЫХАТЕЛЬНУЮ ФУНКЦИЮ ЛЕГКИХ



# ПАТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ДН

ДН с преимущественным поражением внелегочных механизмов

Нарушения центральной регуляции дыхания (центрогенная ДН)

Нарушения нервно-мышечной передачи импульса

Нервно-мышечная ДН

Поражения дыхательных мышц

Поражения грудной клетки, диафрагмы (торако-диафрагмальная ДН)

Патология крови (анемии), ССС (коллапс) и др.

ДН с преимущественным поражением легочных механизмов

Обструктивный тип ДН

Бронхо-легочная ДН

Рестриктивный тип ДН

Утолщения альвеолярно-капиллярной мембраны

Поражения легочных капилляров

Сокращения легочной ткани

# ЦЕНТРОГЕННАЯ ДЫХАТЕЛЬНАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ

<b>ЭТИОЛОГИЯ</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>•повышение внутричерепного давления (опухоли, воспаление, черепно-мозговая травма)</li><li>•гипоксии, сопровождающиеся метаболическим ацидозом</li><li>•метаболический ацидоз</li><li>•отравление (морфий, барбитураты, салицилаты, психостимулирующие в-ва)</li><li>•функциональные аномалии дыхательного центра</li></ul>
<b>ПАТОГЕНЕЗ</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>•снятие торможения центральной регуляции дыхания</li><li>•гиперчувствительность или гипочувствительность дыхательного центра к гиперкапнии и гипоксемии</li><li>•паралич дыхательного центра</li></ul>
<b>ПРОЯВЛЕНИЯ</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>•невозможность произвольных дыхательных движений</li><li>•стереотипная гипервентиляция</li><li>•нарушение автоматизма дыхания</li><li>•гиповентиляция</li><li>•патологические типы дыхания<ul style="list-style-type: none"><li><i>периодическое:</i> дыхание Биота, дыхание Чейна-Стокса</li><li><i>терминальное:</i> дыхание Куссмауля</li><li><i>агональное:</i> апнейстическое дыхание, гаспинг-дыхание</li></ul></li></ul>

# НЕРВНО-МЫШЕЧНАЯ ДЫХАТЕЛЬНАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ

<b>ЭТИОЛОГИЯ</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• дистрофия дыхательных мышц</li><li>• воспаление дыхательных мышц</li><li>• авитаминозы</li><li>• поражение мотонейронов спинного мозга (полиомиелит, ботулизм)</li><li>• травма нервов, иннервирующих дыхательные мышцы</li><li>• травма спинного мозга</li><li>• электролитный дисбаланс</li></ul>
<b>ПАТОГЕНЕЗ</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• нарушения проведения импульса по нервам, иннервирующим дыхательные мышцы</li><li>• нарушение синаптической передачи импульса</li><li>• нарушение сократительной способности дыхательных мышц</li></ul>
<b>ПРОЯВЛЕНИЯ</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• значительное уменьшение дыхательного объема</li><li>• уменьшение жизненной емкости легких</li></ul>

# ТОРАКО-ДИАФРАГМАЛЬНАЯ ДЫХАТЕЛЬНАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ

<b>ЭТИОЛОГИЯ</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• деформация ребер и позвоночного столба</li><li>• окостенение реберных хрящей</li><li>• плевральные шварты</li><li>• асцит</li><li>• метеоризм</li><li>• ожирение</li><li>• пневмо-, гидро-, гематорокс</li><li>• повреждение диафрагмального нерва</li><li>• травмы диафрагмы</li><li>• деформация диафрагмы</li></ul>
<b>ПАТОГЕНЕЗ</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• ограничение подвижности грудной клетки</li><li>• ограничение подвижности диафрагмы</li><li>• ограничение растяжения легких</li></ul>
<b>ПРОЯВЛЕНИЯ</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• уменьшение дыхательного объема</li><li>• уменьшение жизненной емкости легких</li><li>• парадоксальное дыхание</li><li>• икота</li></ul>

# БРОНХО-ЛЕГОЧНАЯ ДЫХАТЕЛЬНАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ

## *ОБСТРУКТИВНАЯ*

### ЭТИОЛОГИЯ

- обструкция инородными телами
- бронхоспазм
- отек дыхательных путей
- сдавление дыхательных путей

### ПАТОГЕНЕЗ

- неравномерное распределение вдыхаемого воздуха
- повышение сопротивления дыхательных путей току воздуха
- удлинение времени выделения  $CO_2$
- увеличение энергозатрат дыхательными мышцами

### ПРОЯВЛЕНИЯ

- удлинение выдоха (экспираторная одышка)
- снижение резерва выдоха
- увеличение времени форсированного выдоха
- снижение индекса Тиффно

# БРОНХО-ЛЕГОЧНАЯ ДЫХАТЕЛЬНАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ

## *РЕСТРИКТИВНАЯ*

### **ЭТИОЛОГИЯ**

- ателектаз
- внутриальвеолярный отек
- дефицит сурфактанта
- фиброз
- резекция легкого

### **ПАТОГЕНЕЗ**

- уменьшение эластичности легких
- уменьшение дыхательной поверхности легких

### **ПРОЯВЛЕНИЯ**

- удлинение вдоха (инспираторная одышка)
- снижение резерва вдоха
- уменьшение жизненной емкости легких