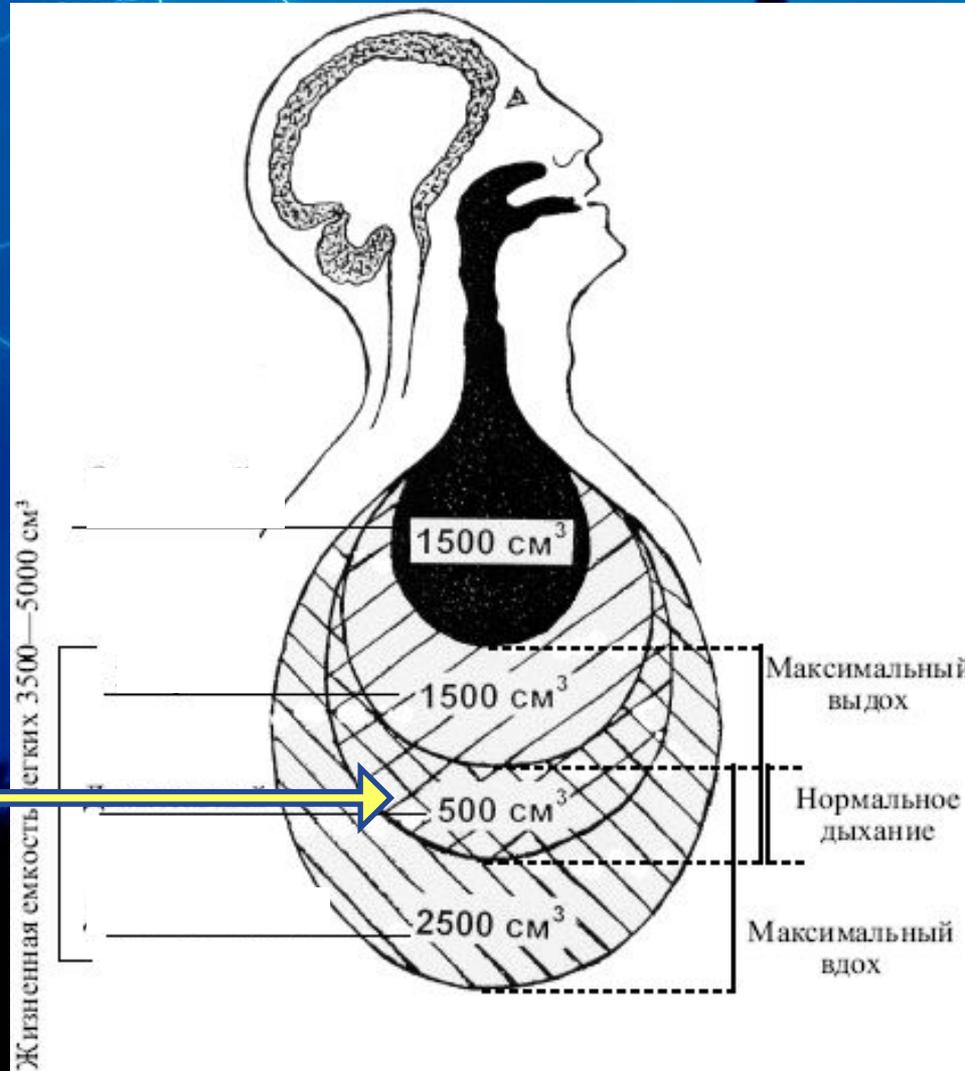


# Спирометрия



Кафедра госпитальной терапии

# Объемы и емкости легких



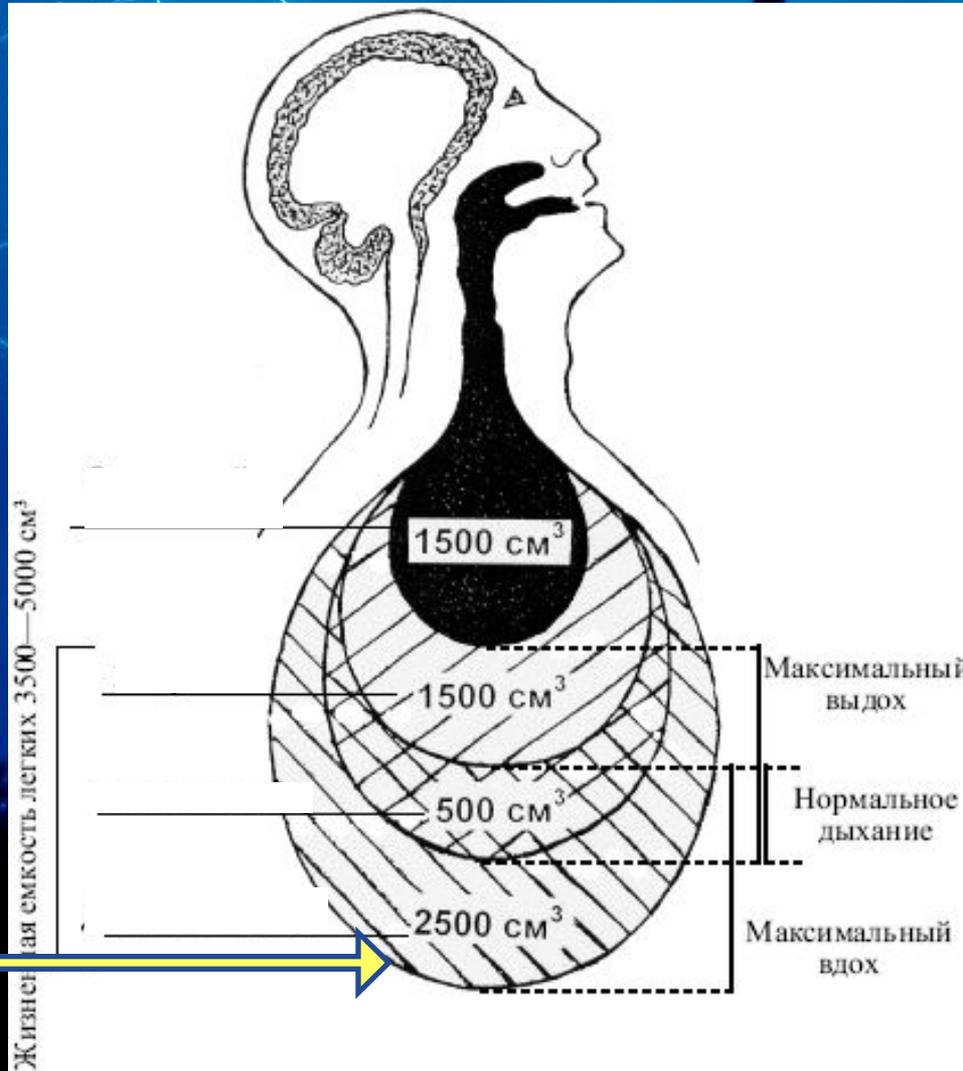
ДО

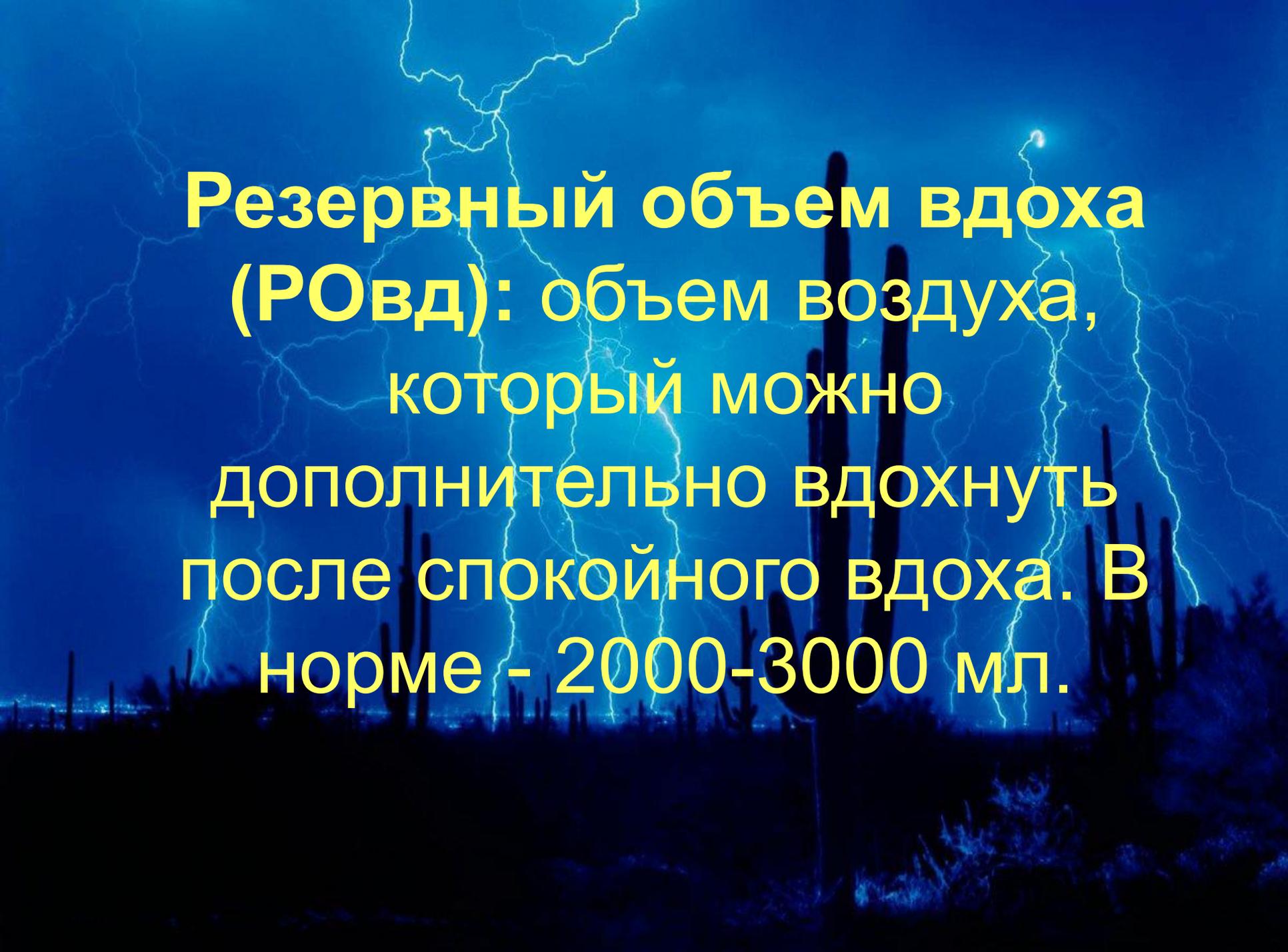
The background of the slide is a dark blue, stormy night sky. Several bright, jagged lightning bolts are visible, striking down from the clouds. In the foreground, the silhouettes of various cacti, including saguaros and cholla, are visible against the dark sky. The overall atmosphere is dramatic and intense.

**Дыхательный объем  
(ДО):** объем воздуха,  
вдыхаемый (или выдыхаемый)  
при одном вдохе (выдохе). В  
норме при спокойном дыхании  
- до 500 мл.

# Объемы и емкости легких

Ровд

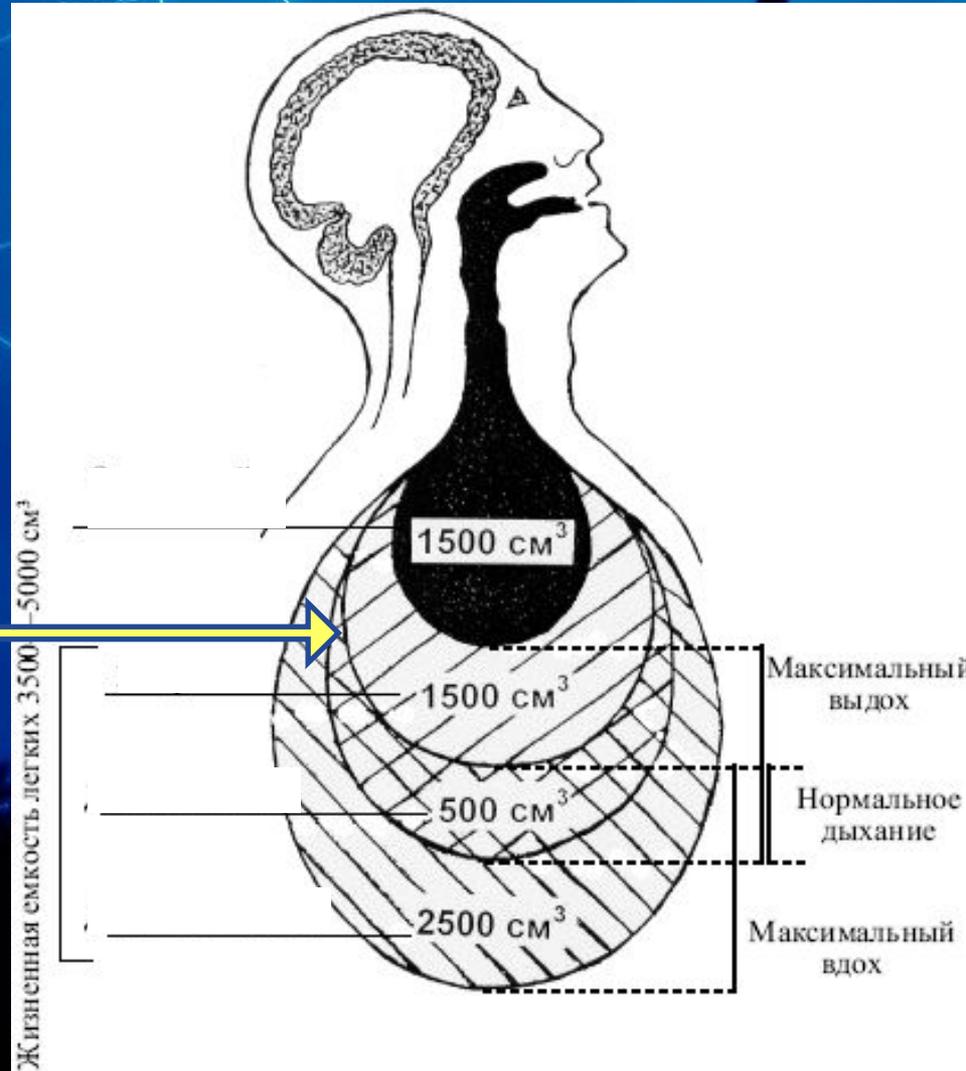


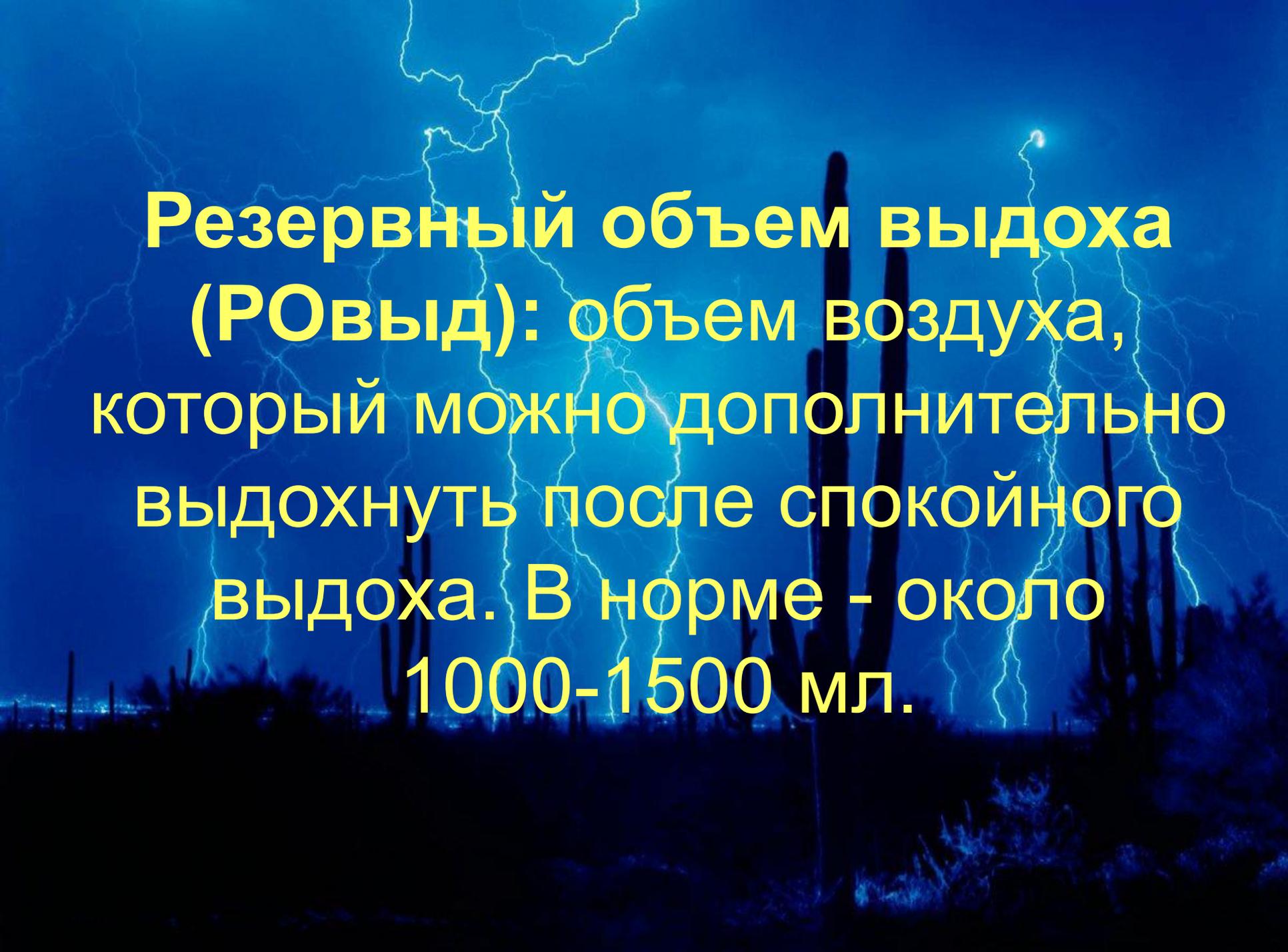


**Резервный объем вдоха  
(РОВд): объем воздуха,  
который можно  
дополнительно вдохнуть  
после спокойного вдоха. В  
норме - 2000-3000 мл.**

# Объемы и емкости легких

Ровид

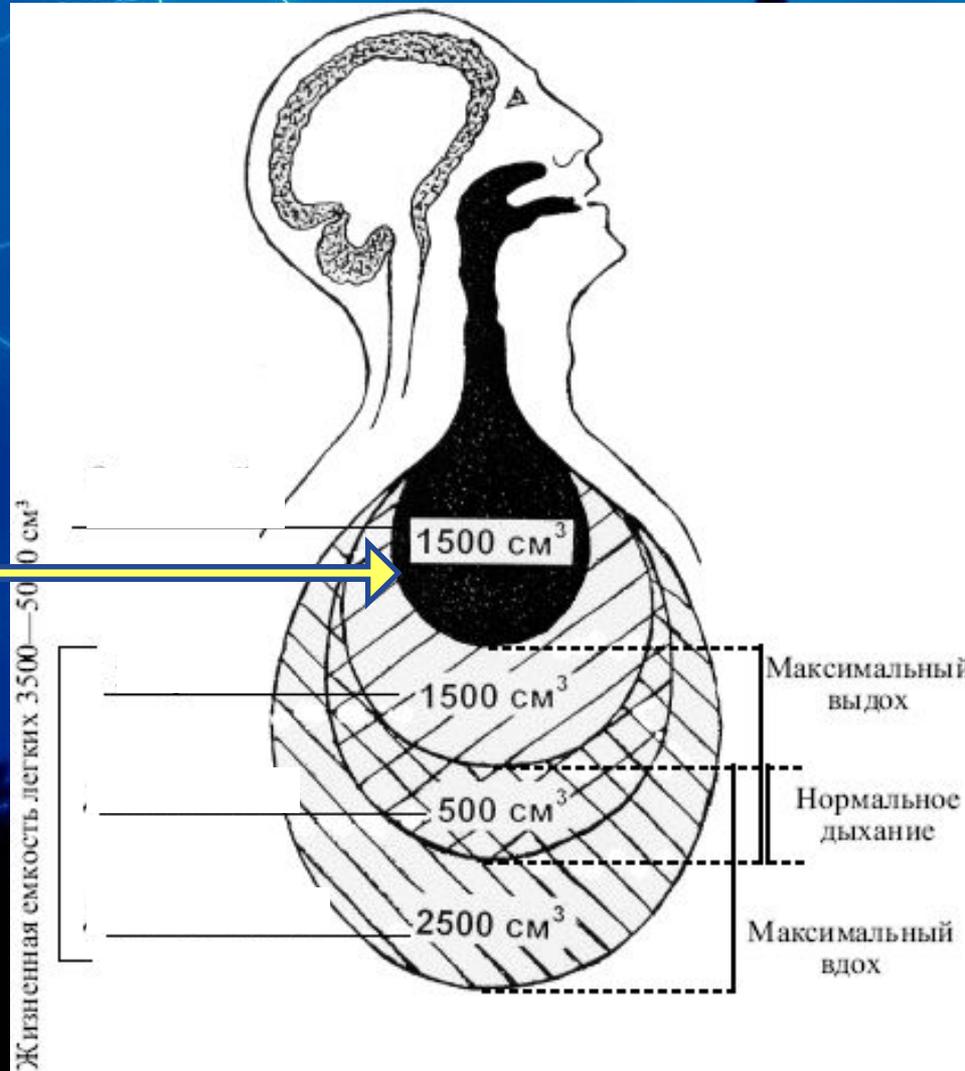


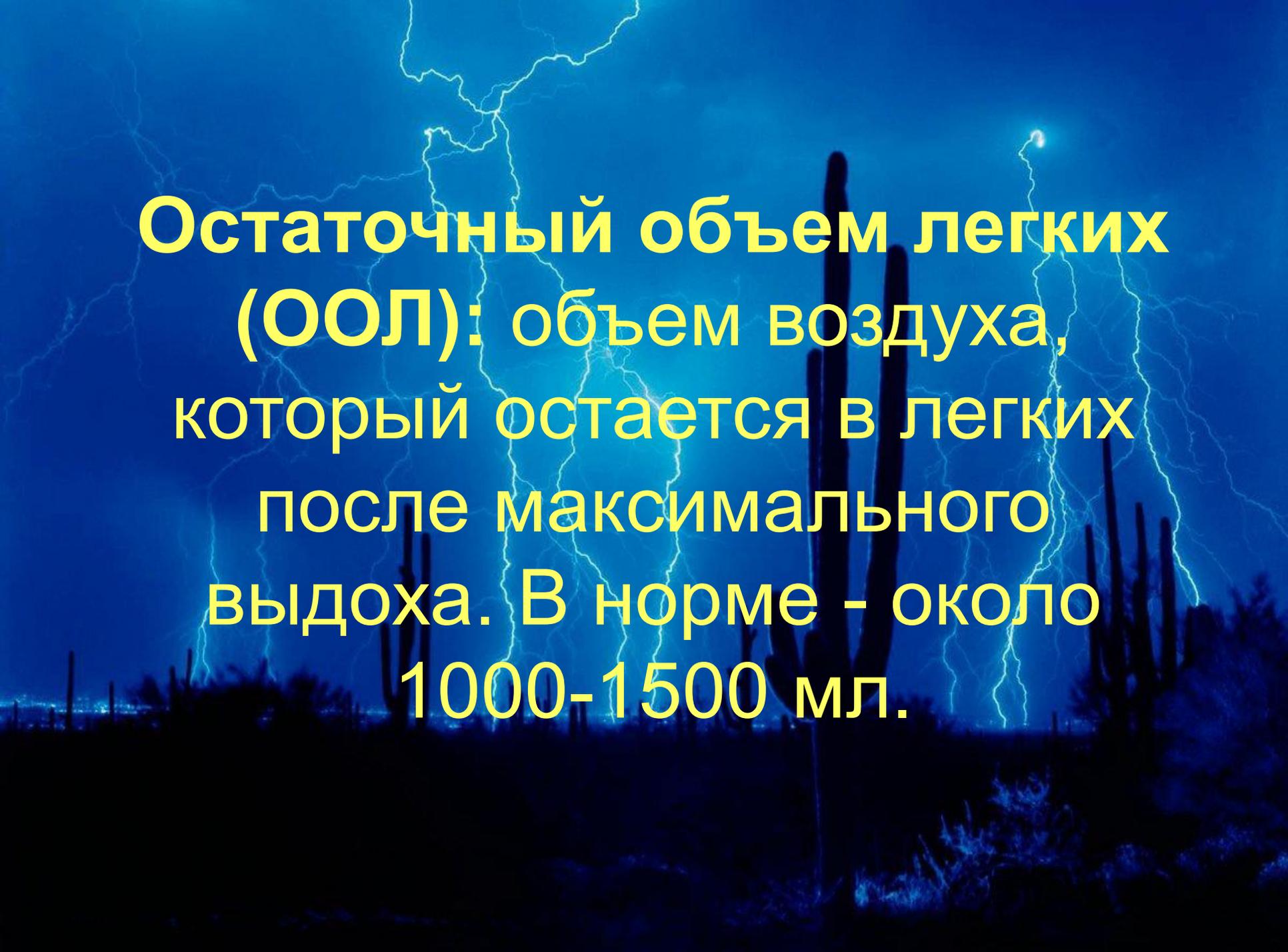


**Резервный объем выдоха  
(РОВыд):** объем воздуха,  
который можно дополнительно  
выдохнуть после спокойного  
выдоха. В норме - около  
1000-1500 мл.

# Объемы и емкости легких

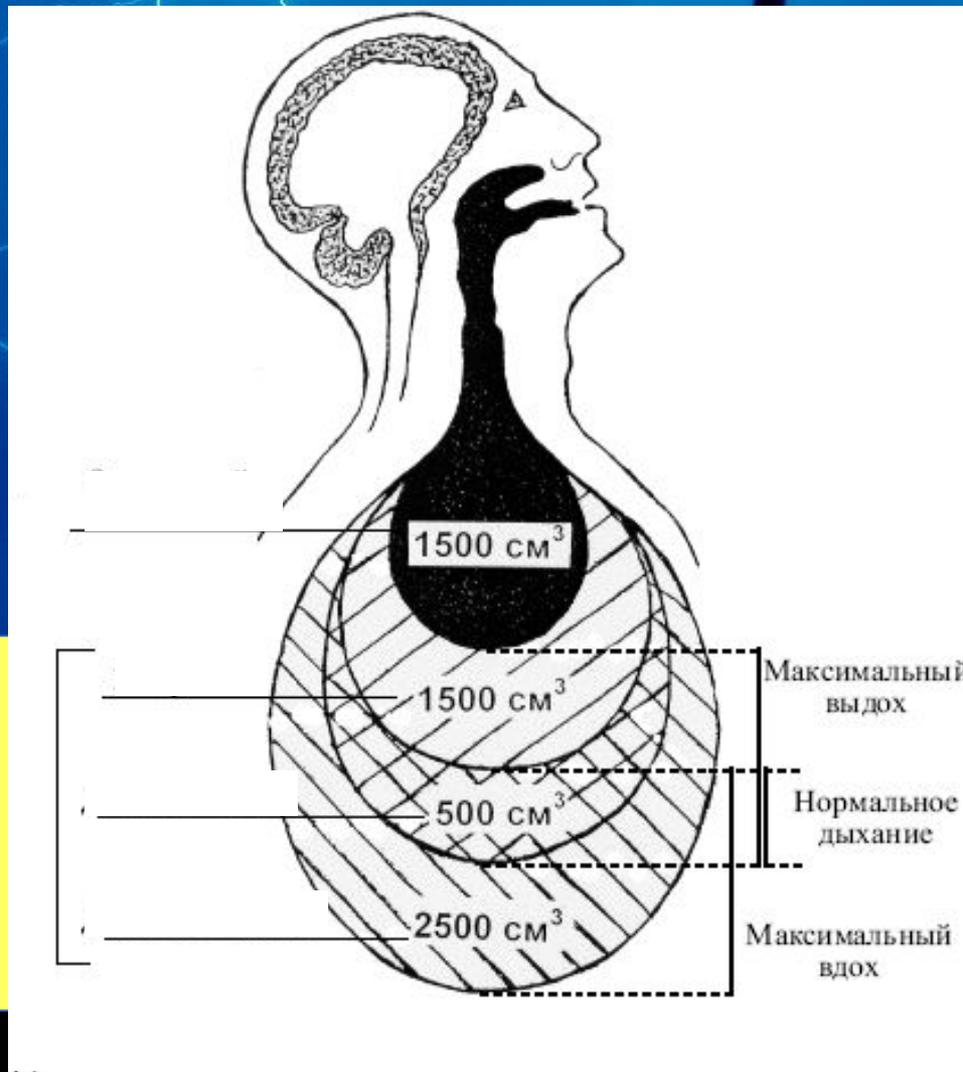
ООЛ





**Остаточный объем легких  
(ООЛ):** объем воздуха,  
который остается в легких  
после максимального  
выдоха. В норме - около  
1000-1500 мл.

# Объемы и емкости легких

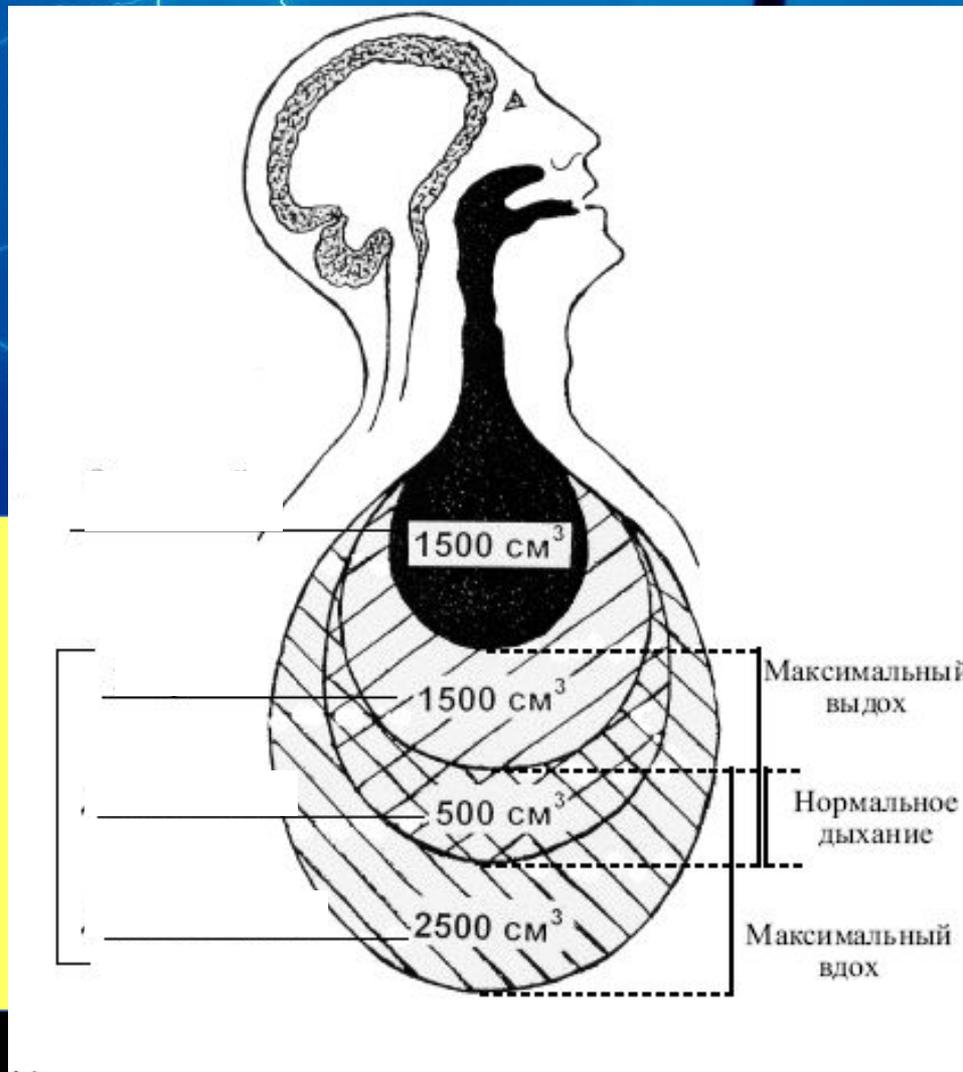


ЖЕЛ

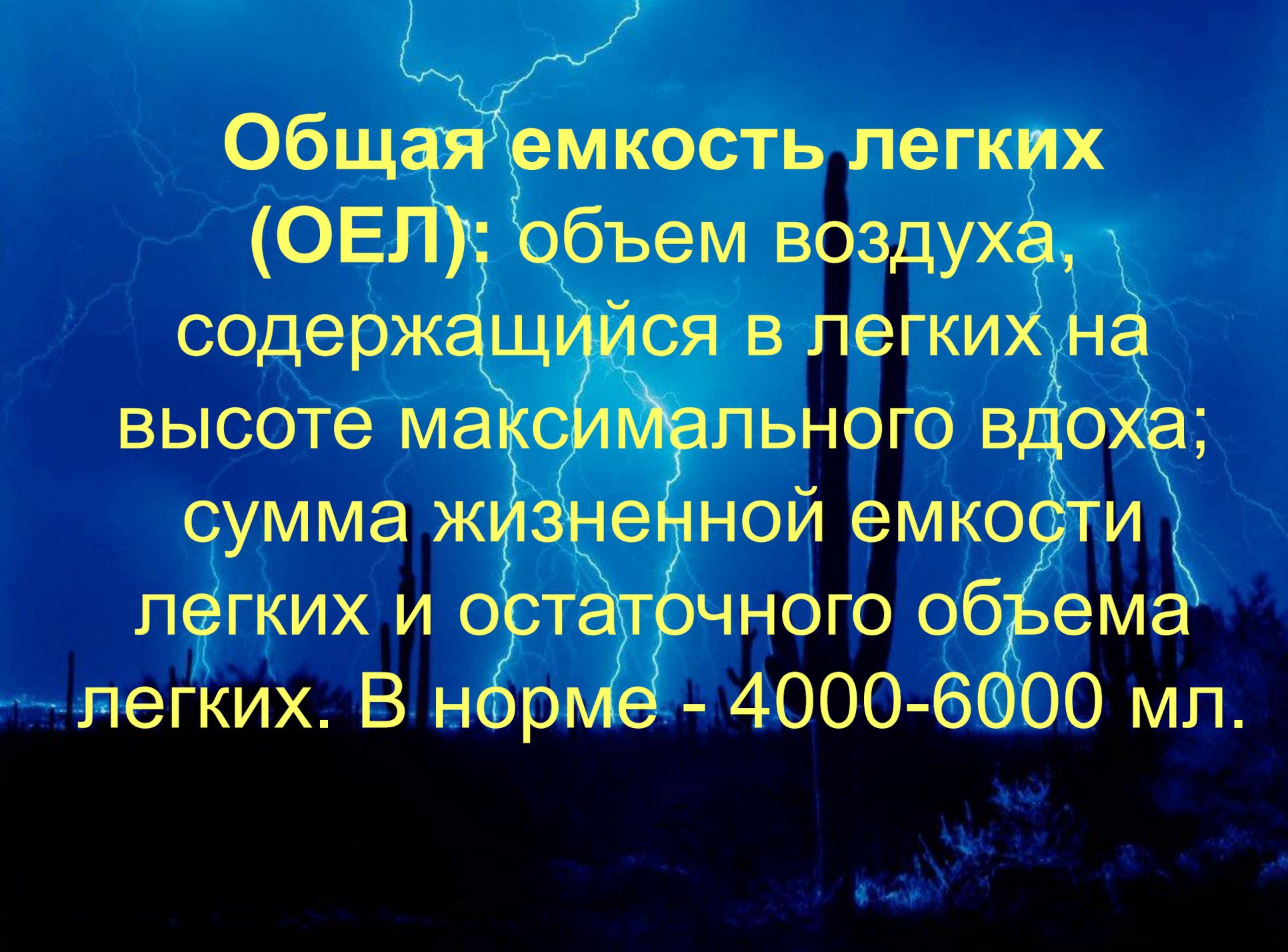


**Жизненная емкость легких (ЖЕЛ):** сумма дыхательного объема, резервного объема вдоха и резервного объема выдоха. В норме - 3000-4500 мл;

# Объемы и емкости легких



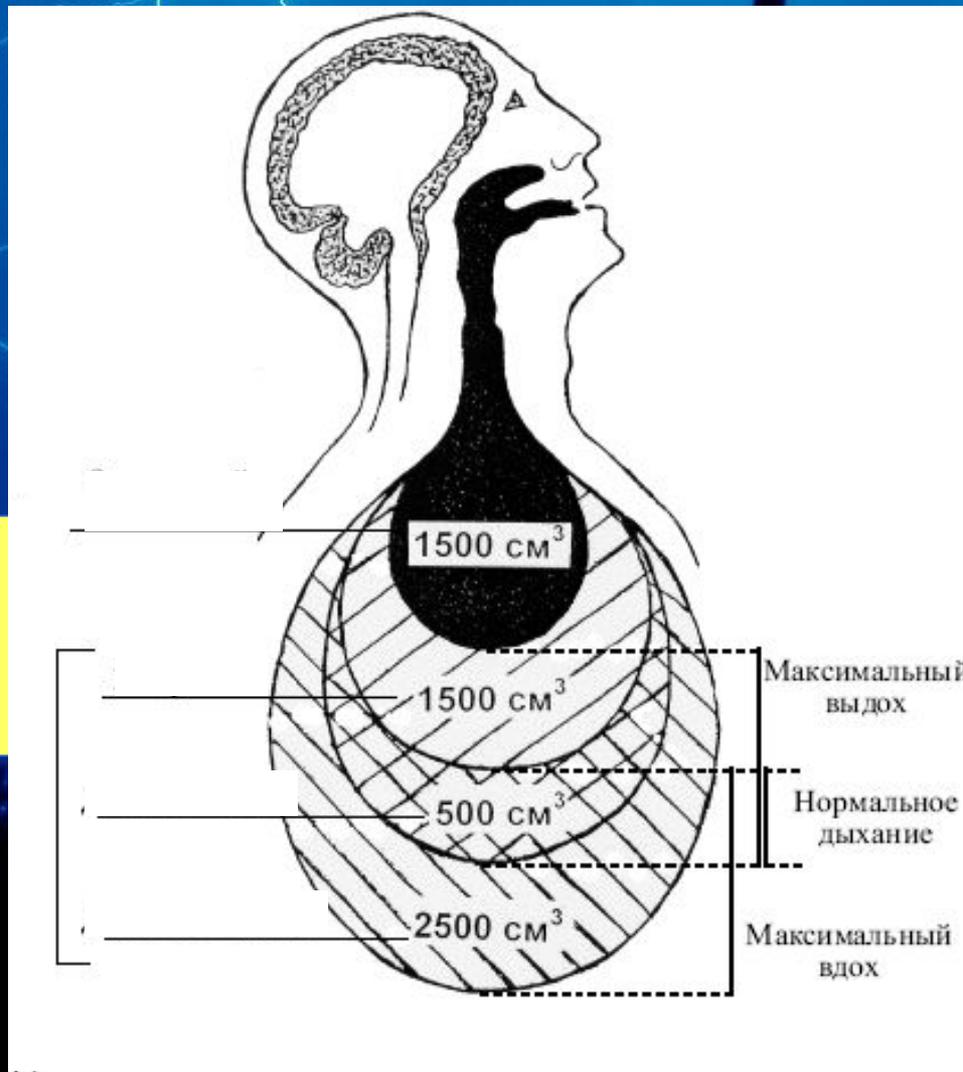
ОЕЛ



**Общая емкость легких (ОЕЛ):** объем воздуха, содержащийся в легких на высоте максимального вдоха; сумма жизненной емкости легких и остаточного объема легких. В норме - 4000-6000 мл.

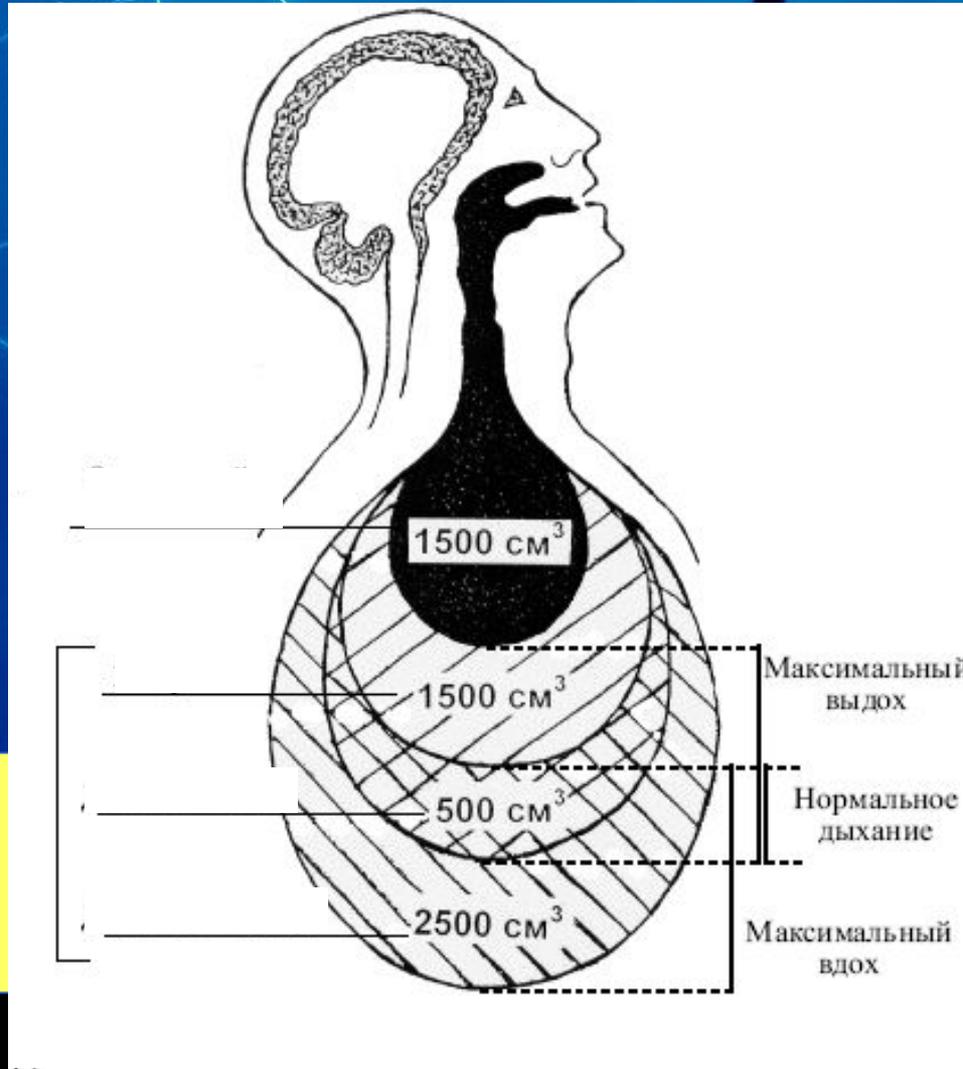
# Объемы и емкости легких

ФОЕ

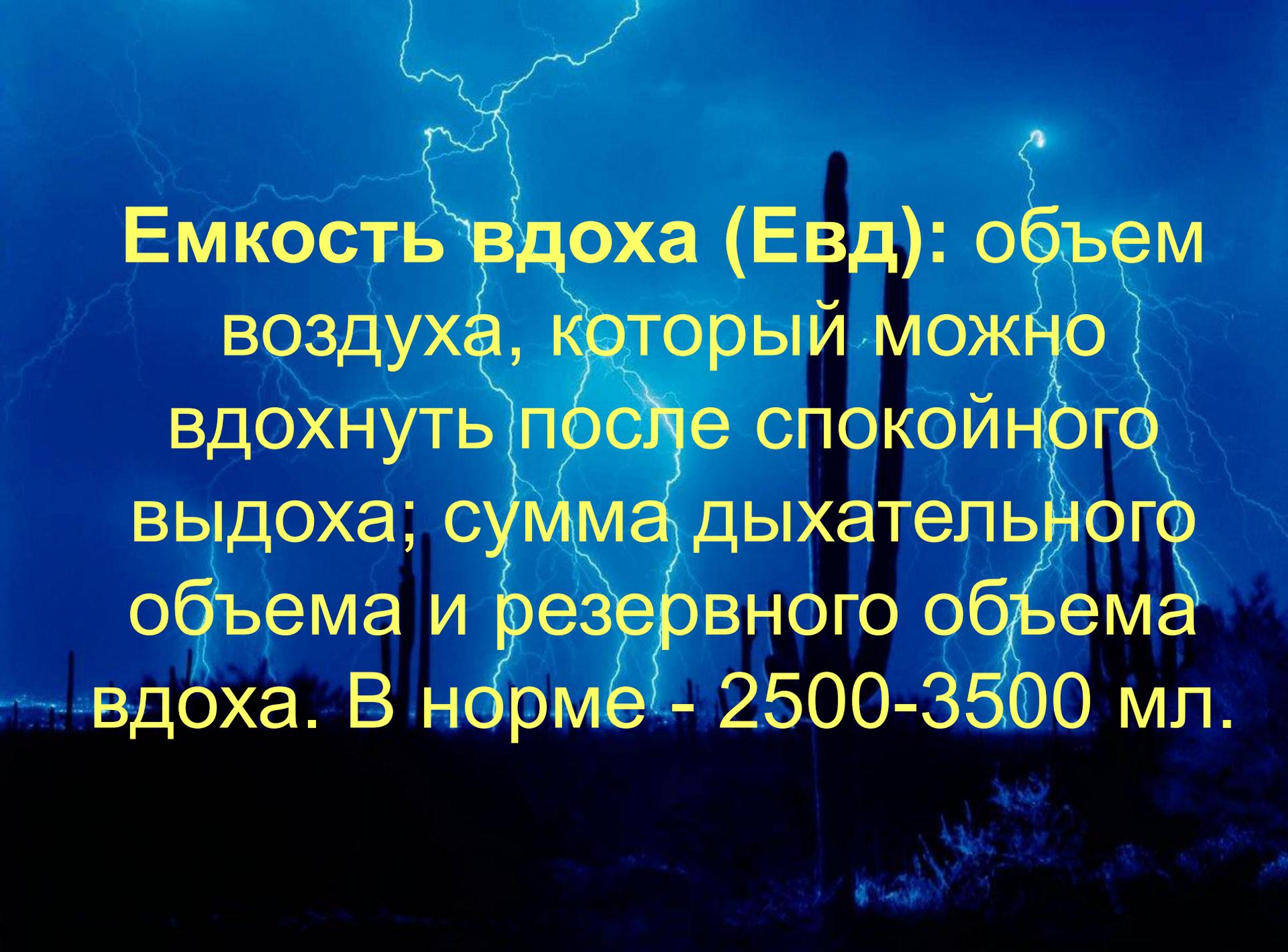


**Функциональная остаточная емкость (ФОЕ):** объем воздуха, содержащийся в легких после спокойного выдоха; сумма резервного объема выдоха и остаточного объема легких. В норме - 2000-3000 мл.

# Объемы и емкости легких



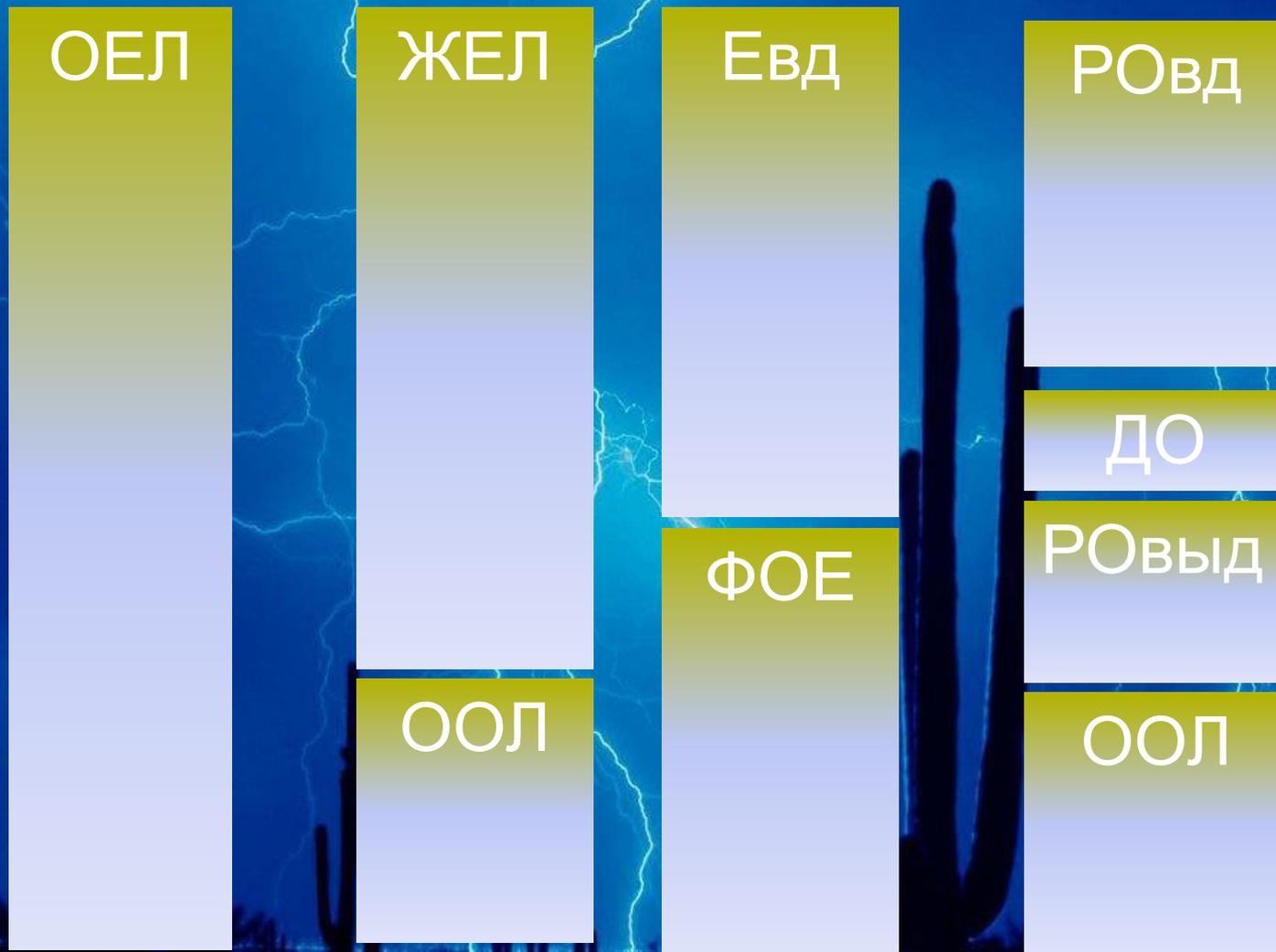
ЕВД



**Емкость вдоха (Евд):** объем воздуха, который можно вдохнуть после спокойного выдоха; сумма дыхательного объема и резервного объема вдоха. В норме - 2500-3500 мл.



Приведенные количественные значения сильно колеблются - зависят от пола, возраста, роста и других факторов и являются ориентировочными.



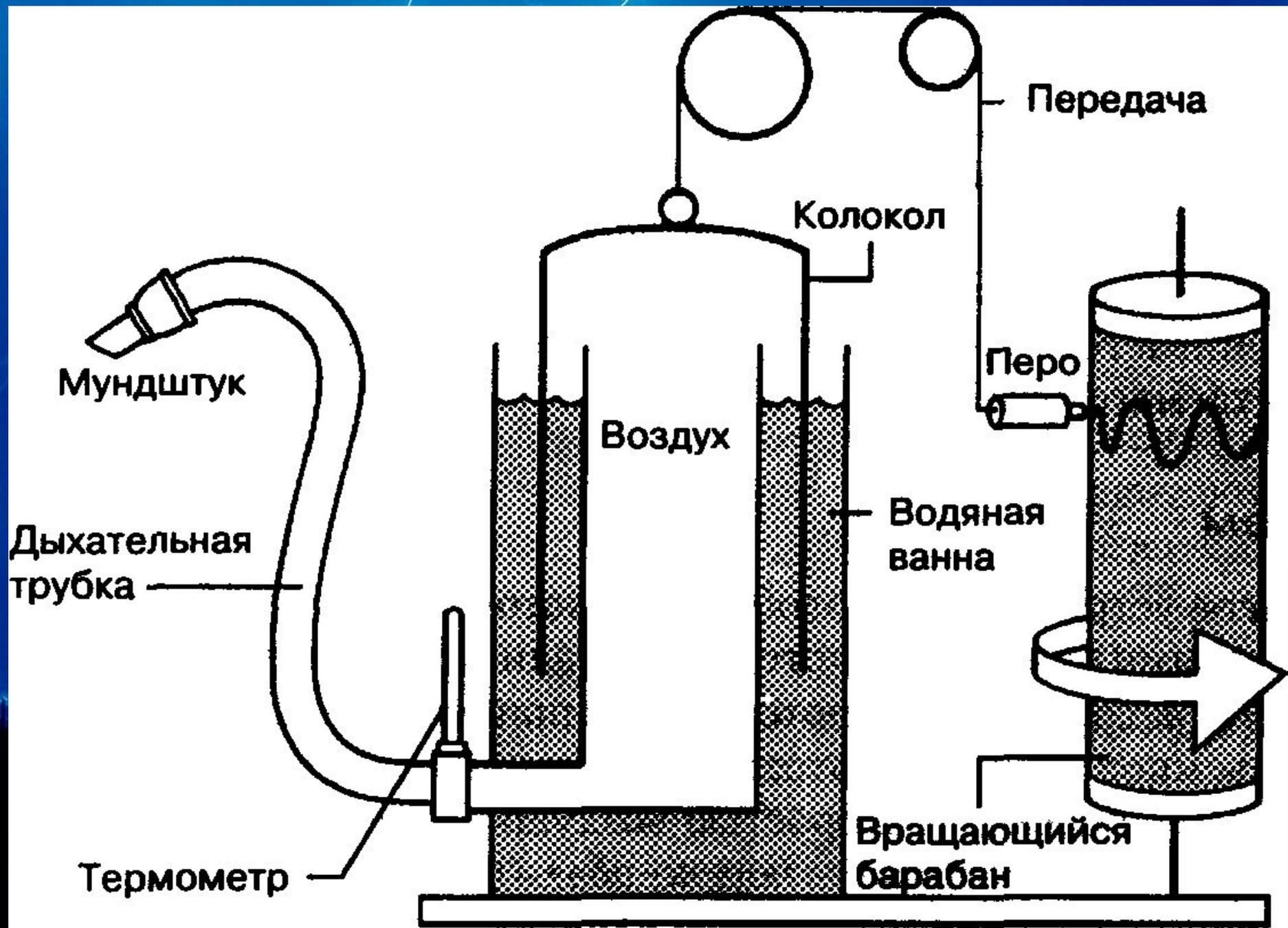
ОЕЛ – общая емкость легких; ЖЕЛ – жизненная емкость легких; ООЛ – остаточный объем легких; Евд – емкость вдоха; ФОЕ – функциональная остаточная емкость; РОвд – резервный объем вдоха; РОВыд – резервный объем выдоха; ДО – дыхательный объем

# Цели исследования функции внешнего дыхания

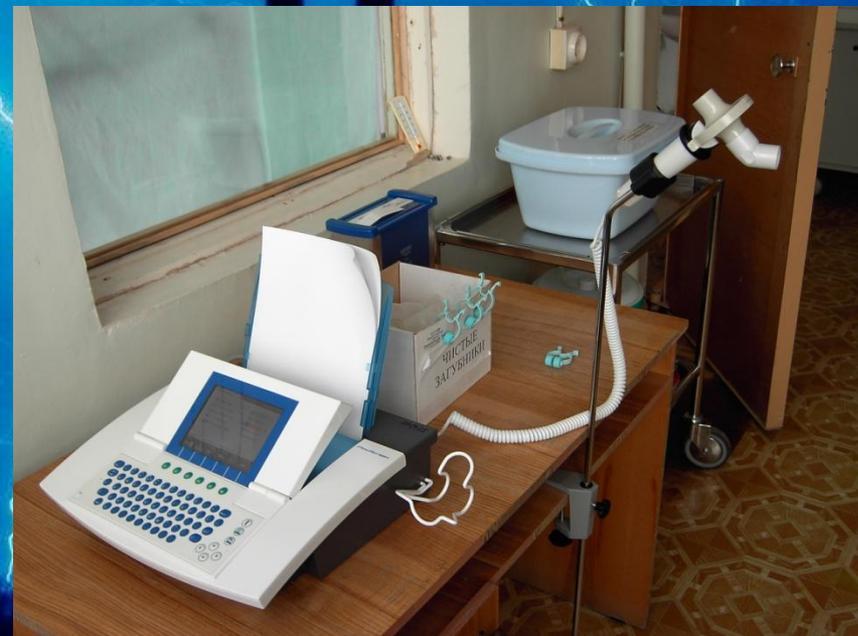
- ✓ Раннее выявление легочной патологии
- ✓ Объективная, качественная и количественная оценка состояния дыхательной системы
- ✓ Выявление обструктивных нарушений и причин бронхоспазма
- ✓ Подбор оптимальной бронхолитической терапии, оценка эффективности проводимого лечения
- ✓ Профилактические осмотры для лиц, работающих в условиях повышенного риска бронхолегочных заболеваний
- ✓ Существенный вклад в экспертизу временной и стойкой утраты трудоспособности



# Оснащение кабинета спирометрии



# Аппараты для проведения спирометрии



# Вспомогательные приборы (термометр, психрометр) для определения условий проведения исследования



# Емкости для сбора, мойки и дезинфекции мундштуков



# Общие правила

- ✓ Исследование проводится натощак или не ранее чем через 1-1,5 часа после приема пищи
- ✓ Прием медикаментов с адрено- и холиноактивным действием прекращают за 8 часов до исследования
- ✓ Перед проведением исследования запрещаются нервные и физические перенапряжения, физиопроцедуры, курение
- ✓ Обследование проводится в положении сидя

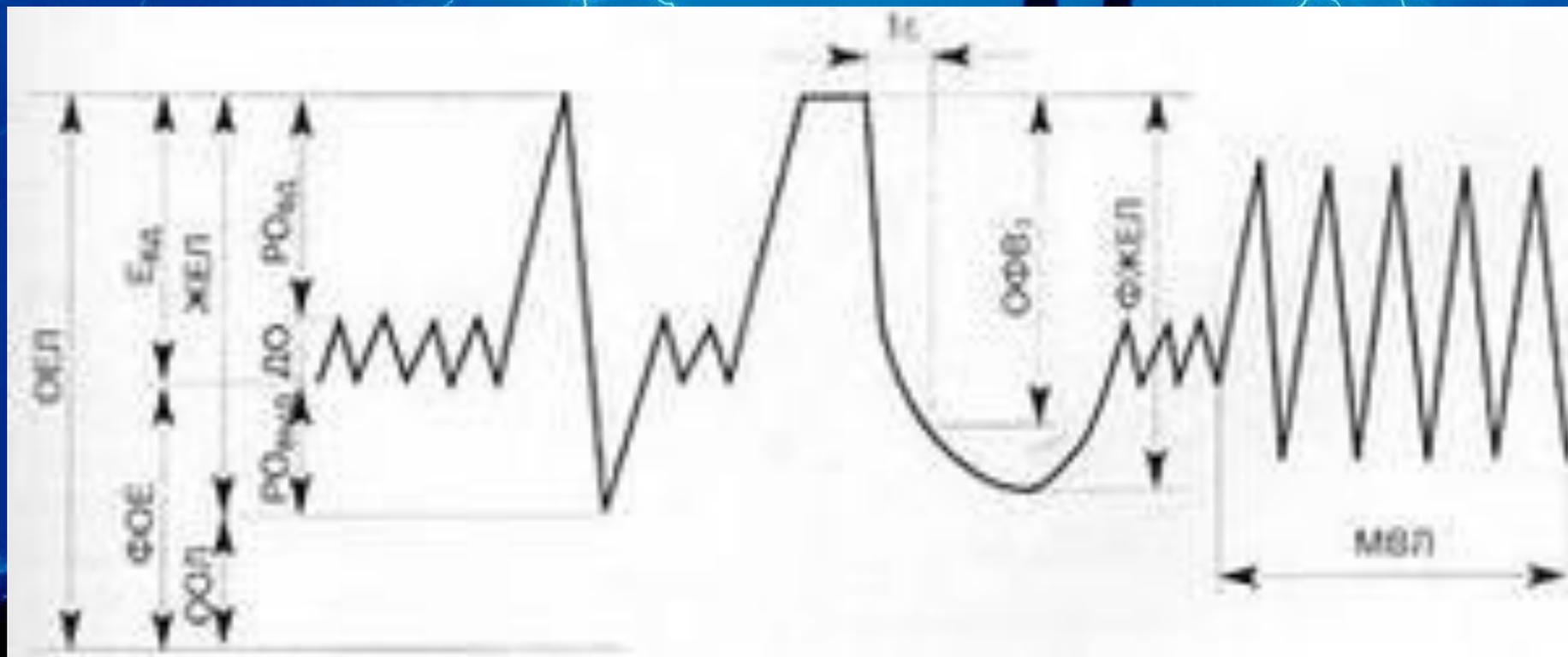
# Для определения ЖЕЛ

- ✓ Сначала нужно сделать несколько (4-5) циклов вдох-выдох спокойного дыхания
- ✓ Затем, по команде сделать максимально глубокий вдох
- ✓ Вслед за этим спокойный максимально полный выдох
- ✓ После этого спокойный максимально глубокий вдох

# График спирограммы



# График спирограммы



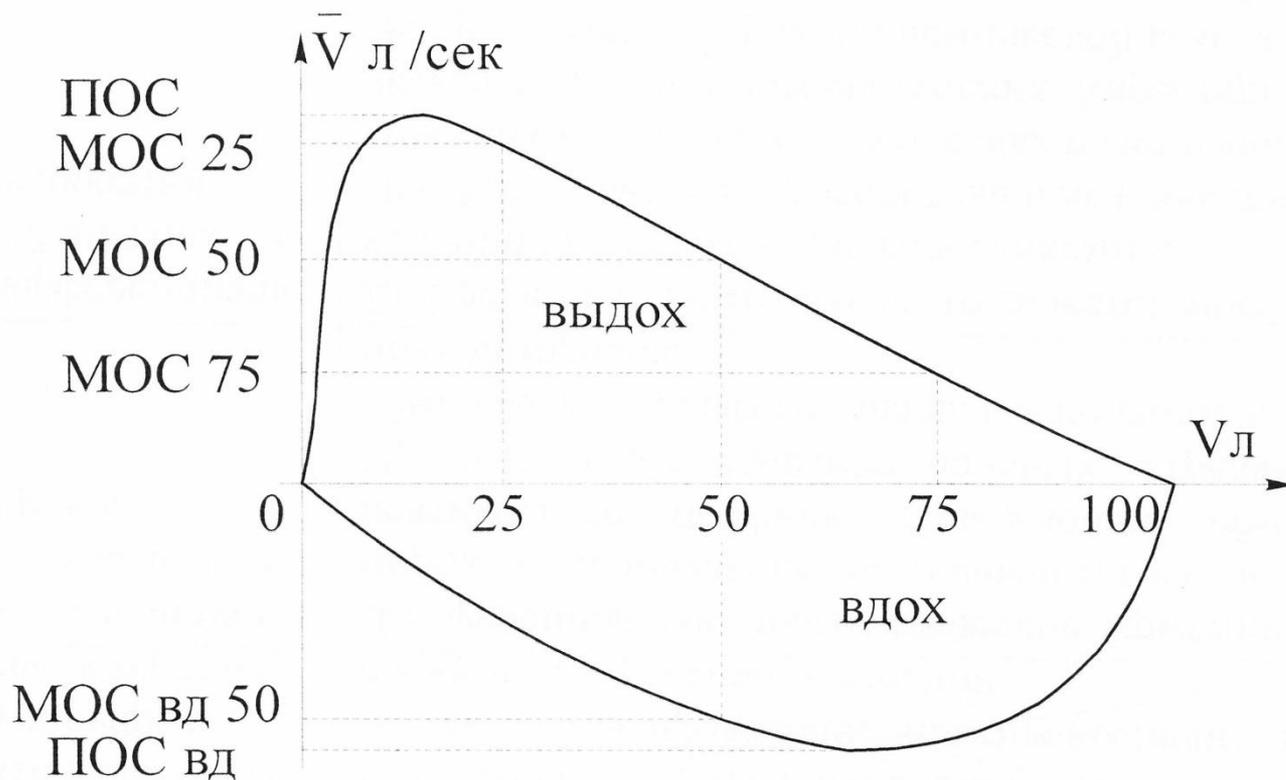
# Исследование скоростных параметров

- ✓ Выполняется глубокий вдох
- ✓ Задерживается дыхание
- ✓ Потом надо сделать максимально быстрый (форсированный) и полный выдох
- ✓ Затем надо сделать максимально глубокий вдох

# Критерии правильного форсированного выдоха

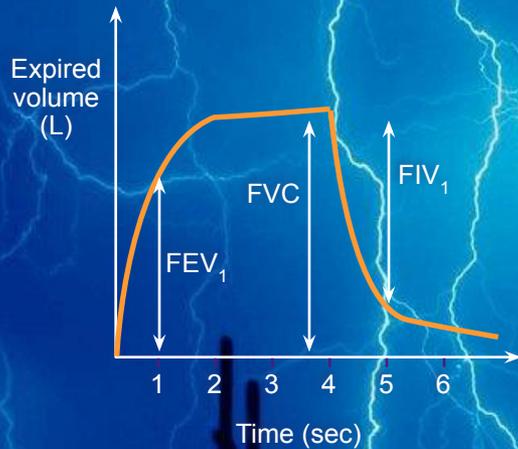
- ✓ Под правильным подразумевается такой выдох, когда время возникновения пика потока выдыхаемого воздуха не превышает 0,2 сек, во время проведения форсированного выдоха приближается к 6 сек.
- ✓ Отсутствие раздувания щек
- ✓ Отчетливый звук «Х», а не «ФУ» во время выдоха
- ✓ Активная работа дыхательных мышц

# Основные показатели кривой поток-объем форсированного выдоха

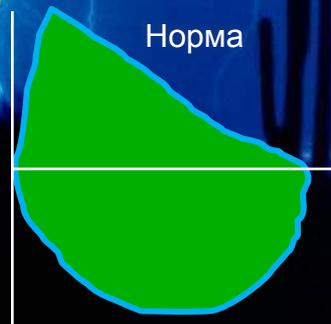
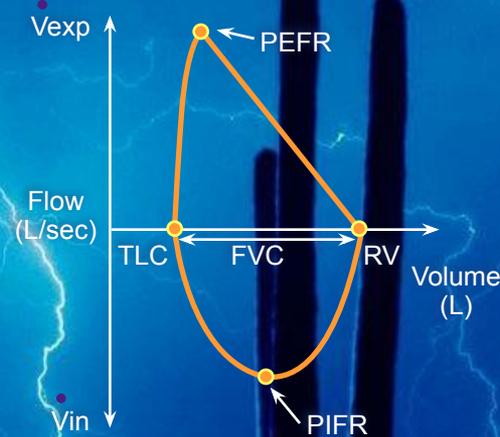


# Бронхиальная обструкция

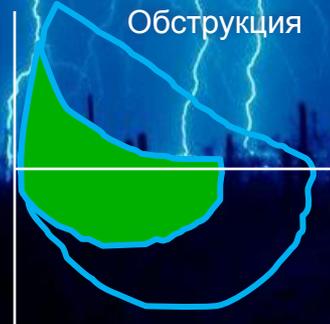
Спирография



Петля поток-объем



$$\text{ОФВ}_1 / \text{ФЖЕЛ} > 70\%$$



$$\text{ОФВ}_1 / \text{ФЖЕЛ} \leq 70\%$$



$$\text{ОФВ}_1 / \text{ФЖЕЛ} \leq 70\%$$
$$\Delta \text{ОФВ}_1 \geq 12\%$$



**Основные  
спирографические  
показатели**

# Для оценки вентиляционной функции легких, типа и выраженности ее нарушения используют:

- ✓ **ЖЕЛ** - Жизненная емкость легких
- ✓ **ФЖЕЛ** - Форсированная жизненная емкость легких
- ✓ **ОФВ<sub>1</sub>** - Объем форсированного выдоха в 1 секунду
- ✓ **ОФВ<sub>1</sub>/ЖЕЛ%** - Индекс Тиффно
- ✓ **ОФВ<sub>1</sub>/ФЖЕЛ%** - Индекс Тиффно при ФЖЕЛ > ЖЕЛ

# Показатели, определяющие уровень поражения бронхов:

- ✓ **ПОС** - пиковая объемная скорость
- ✓ **МОС<sub>25</sub>** - Максимальная объемная скорость при выдохе 25% ФЖЕЛ
- ✓ **МОС<sub>50</sub>** - Максимальная объемная скорость при выдохе 50% ФЖЕЛ
- ✓ **МОС<sub>75</sub>** - Максимальная объемная скорость при выдохе 75% ФЖЕЛ
- ✓ **СОС<sub>25-75</sub>** - Средняя объемная скорость при выдохе 25-75% ФЖЕЛ
- ✓ **СОС<sub>75-85</sub>** - Средняя объемная скорость при выдохе 75-85% ФЖЕЛ

Показатели,  
отражающие  
состояние  
проходимости  
крупных бронхов:

ПОС  
МОС<sub>25</sub>

Показатели,  
отражающие  
состояние  
проходимости  
мелких бронхов:

МОС<sub>50</sub>  
МОС<sub>75</sub>  
СОС<sub>75-85</sub>

Показатели, несущие дополнительную информацию и использующиеся при изучении функции легких с научной целью:

- ✓ **ОФВ<sub>2</sub>** - объем форсированного выдоха в 2 секунды
- ✓ **СПВ** - среднее переходное время
- ✓ **ОФВ<sub>пос</sub>** - объем при достижении ПОС
- ✓ **A<sub>EX</sub>** - площадь кривой поток-объем форсированного выдоха

# ТИПЫ НАРУШЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИИ



- Рестриктивный
- Обструктивный
- Смешанный

# Рестриктивный тип:

Это снижение способности легких к расправлению и спадению при максимально глубоком вдохе и выдохе.

Бывает при:

- ✓ фиброзы легких различной этиологии,
- ✓ уменьшение объема легких после резекций,
- ✓ застой крови в легких при левожелудочковой недостаточности,
- ✓ наличие плевральных спаек после плевритов различной этиологии,
- ✓ поражение грудной клетки

# Обструктивный тип:

Нарушение проходимости бронхов, которое может быть вызвано отечно-воспалительными изменениями бронхиального дерева, обтурацией слизью мелких бронхов, спазмом гладкой мускулатуры бронхов.

Бывает при:

- ✓ патология легких с бронхогенным типом развития процесса (бронхиальная астма, бронхит, бронхоэктатическая болезнь)
- ✓ другие заболевания (туберкулез легких, экзогенные аллергические альвеолиты, саркоидоз и др.)

# Диагностические критерии типов нарушения вентиляции легких:

## Рестриктивный тип:

✓ Снижение ЖЕЛ < 80,0% д.в.

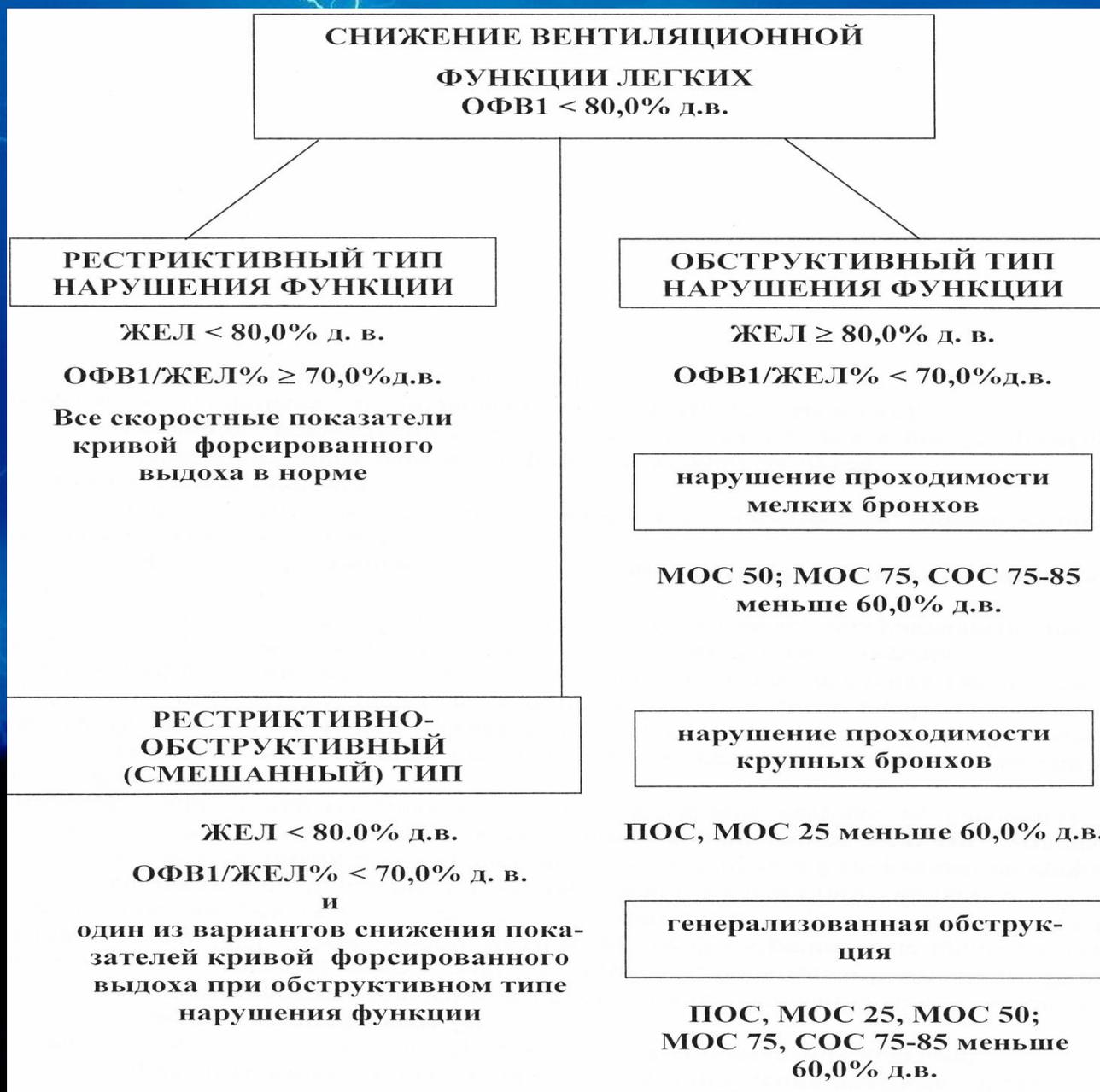
✓ Отсутствие снижения ОФВ<sub>1</sub>/ЖЕЛ%

## Обструктивный тип:

✓ Снижение ОФВ<sub>1</sub>/ЖЕЛ% < 70% д.в.

✓ Снижение МОС<sub>25</sub>, МОС<sub>50</sub>, МОС<sub>75</sub>, СОС<sub>25-75</sub> и СОС<sub>75-85</sub> < 60% д.в.

# Схема определения типа нарушения вентиляционной функции легких



# Задачи повторных исследований ФВД:

- уточнение первого скринингового исследования функции легких
- контроль за вентиляционной функцией легких во времени  
(проведение фармакологических проб с бронхолитиками, бронхопровокационных проб, исследования в период лекарственной терапии, после хирургического лечения, диспансерное наблюдение, профилактические осмотры)

# Фармакологические пробы с бронхолитиками

Проводят с целью:

- выявления и определения выраженности бронхоспазма,
- выявления механизмов его возникновения,
- подбора оптимальных для данного больного бронхолитиков,
- оценки эффективности лечебного применения бронхолитических средств

# Группы бронхолитиков (с разными точками приложения):

- ✓ Холинолитики, блокаторы ацетилхолина (атровент, атропин)
- ✓ Симпатомиметики, стимуляторы адренэргических рецепторов (сальбутамол, беротек)
- ✓ Комплексные препараты, включающие холинолитические и симпатомиметические средства (беродуал)
- ✓ Производные ксантила, непосредственно действующие на гладкую мускулатуру (эуфиллин, теофиллин)

# Показания к пробам с бронхолитиками:

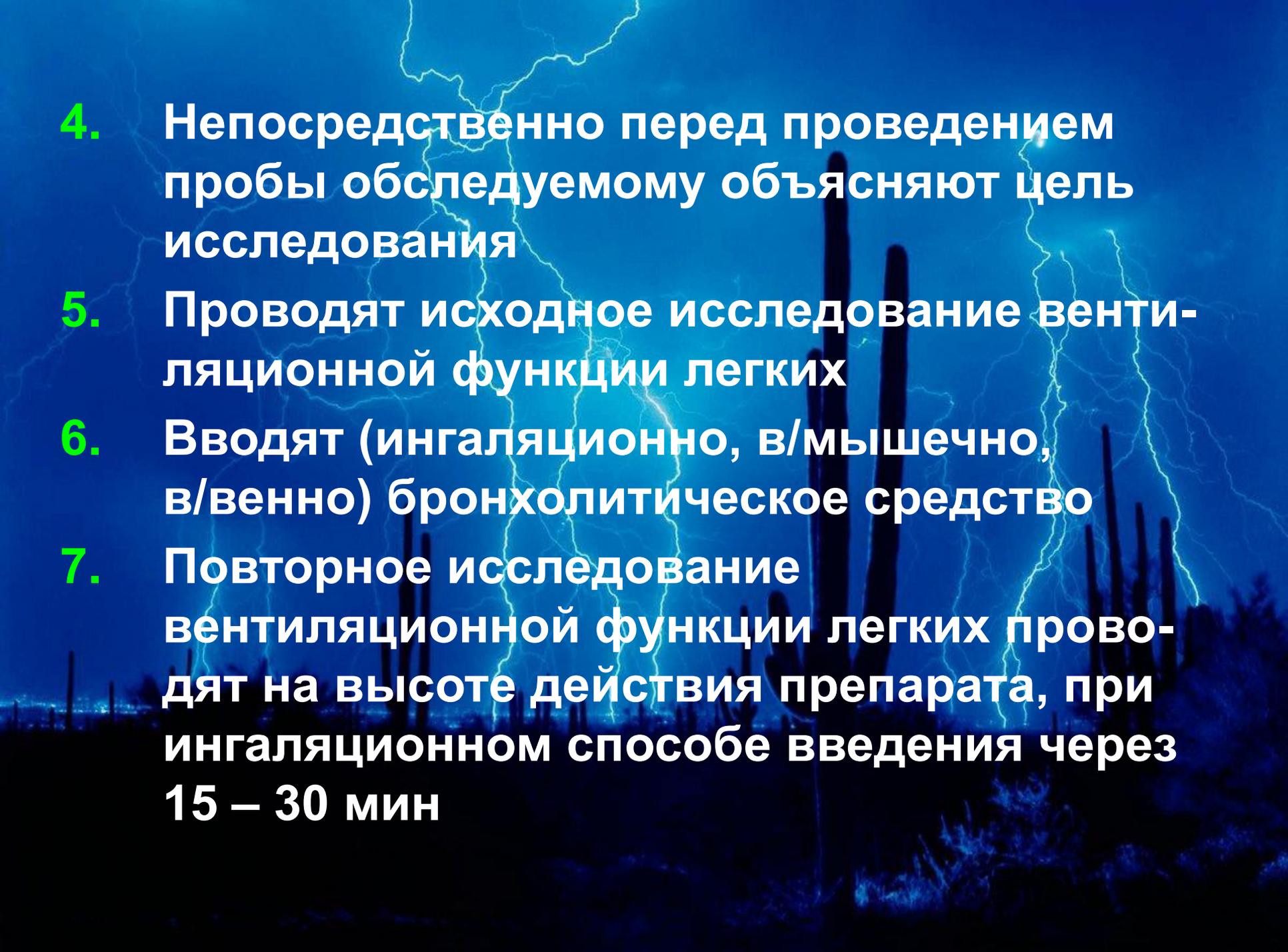
1. Наличие клинических и функциональных признаков обструкции.
2. Жалобы на одышку неясной этиологии
3. Определение механизма бронхоспазма
4. Подбор индивидуальных средств для бронхолитической терапии у больных с обструктивным синдромом

# **Противопоказания к пробам с бронхолитиками:**

- 1. Боли в грудной клетке и другие патологические состояния, препятствующие проведению маневров форсированного выдоха**
- 2. Кровохаркание**
- 3. Выраженная церебральная и коронарная недостаточность**
- 4. Сердечная недостаточность II-III степени**
- 5. Обострение гипертонической болезни**
- 6. Нарушение ритма сердца**
- 7. Индивидуальная непереносимость ингалируемого препарата**

# Общие правила проведения бронхолитической пробы:

1. К исследованию приступают не ранее, чем через 2 часа после приема пищи
2. Медикаменты с холино- и адреноактивным действием отменяют за 8 часов до теста, ингибиторы фосфодиэстеразы – за 12 часов, антигистаминовые препараты – за 48 часов, интал – за сутки
3. Перед проведением теста запрещаются физиотерапевтические процедуры, курение, алкоголь, нервные и физические перенапряжения.

- 
- 4.** Непосредственно перед проведением пробы обследуемому объясняют цель исследования
  - 5.** Проводят исходное исследование вентиляционной функции легких
  - 6.** Вводят (ингаляционно, в/мышечно, в/венно) бронхолитическое средство
  - 7.** Повторное исследование вентиляционной функции легких проводят на высоте действия препарата, при ингаляционном способе введения через 15 – 30 мин

# Бронхопровокационные пробы:

Проводят с целью:

- обнаружения повышенной чувствительности и реактивности бронхов к действию различных физико-химических факторов
- распознавание механизма обструкции
- решение вопроса о возможности работать в условиях постоянного контакта с аллергенами
- определение годности к военной службе лиц с приступами удушья в анамнезе

# Средства применяемые для бронхопровокационных проб:

## Специфические:

- Различные экстракты аллергенов (бытовая, цветочная, сенная, злаковая пыль, аллергены птиц, клещей и пр.)

## Неспецифические:

- Холиноэргические средства (ацетилхолин, метахолин, карбахол)
- Гистамин, обзидан
- Биологически активные вещества (брадикинин, простагландин серии F<sub>2</sub> альфа)
- Субмаксимальная физическая нагрузка, произвольная гипервентиляция и холодный воздух
- Ирританты (SO<sub>2</sub>, дым, лимонная кислота)

# Показания к бронхопрово- кационным пробам:

1. Дифференциальная диагностика обструктивного бронхита и бронхиальной астмы
2. Одышка неясной этиологии
3. Профессиональная ориентация лиц с аллергической наследственностью и аллергическими проявлениями
4. Профессиональный отбор на работы с пылевой и аллергической вредностями
5. Неблагоприятное воздействие на организм загрязнений атмосферного воздуха

# Противопоказания к бронхопровокационным пробам:

1. Обострение бронхо-легочного заболевания, наличие выраженного нарушения бронхиальной проходимости ( $ОФВ_1 < 80\%$  д.в.)
2. Вирусная инфекция в анамнезе (не ранее чем через месяц от выздоровления)
3. Тяжелые острые или хронические в стадии обострения заболевания органов кровообращения, нервной и эндокринной систем
4. Сердечная, почечная, печеночная декомпенсация
5. Психические заболевания
6. Беременность
7. Выраженные бронхоспастические реакции при ингаляции или другие аллергические реакции в анамнезе

# Общие правила проведения бронхопровокационных проб:

1. К исследованию приступают утром, не позже 9 часов утра до приема пищи
2. Медикаменты с холино- и адреноактивным действием отменяют за 8 часов до теста, ингибиторы фосфодиэстеразы – за 12 часов, антигистаминовые препараты – за 48 часов, интал – за сутки
3. Перед проведением теста запрещаются физиотерапевтические процедуры, курение, алкоголь, нервные и физические перенапряжения.

4. Непосредственно перед проведением пробы обследуемому объясняют цель исследования, собирают жалобы, аускультуют больного
5. Проводят исходное исследование вентиляционной функции легких
6. Ингаляция 0,9% раствора хлорида натрия в качестве контрольной жидкости в течение 3 минут или 5 вдохов (при УЗ-ингаляции)
7. Повторное исследование вентиляционной функции легких после ингаляции 0,9% раствора хлористого натрия.

**8.** Последовательная ингаляция возрастающих концентраций бронхопровокатора в течение 3 минут или 5 вдохов (при УЗ-ингаляции)

□ Ацетилхолин ингалируется в концентрациях: 0,001; 0,005; 0,01; 0,05; 0,1; 0,5; 1,0; 2,0 (%)

□ Брадикинин ингалируется в концентрациях: 0,125; 0,25; 0,5; 0,8 (%)

□ Обзидан ингалируется в концентрации 1000 мкг в 1 мл в течение 3 минут в последующем повторяют такие 3-х минутные ингаляции 6 раз, общее время ингаляции 18 мин

The background of the slide is a dark blue, stormy night sky. Several bright, jagged lightning bolts are visible, striking downwards. In the foreground, the dark silhouettes of saguaro cacti are visible against the lighter blue sky. The overall mood is dramatic and intense.

**После ингаляции каждой концентрации через 3 минуты проводят исследование вентиляционной функции легких, контроль самочувствия обследуемого, аускультацию легких. При обнаружении ухудшения проходимости бронхов и появлении клинических признаков бронхоспазма повторяют исследование вентиляционной функции легких каждые 5 минут до восстановления исходного уровня бронхиальной проходимости**

9. При использовании физической нагрузки в качестве бронхопровокатора проводят субмаксимальную нагрузку на велоэргометре постоянной мощности 5 минут или ступенчато-возрастающую с ежеминутным увеличением уровня нагрузки на 20 Вт до достижения 70 – 80% максимального пульса в зависимости от возраста больного:

**Максимальный пульс = 220 – возраст**

Повторное исследование вентиляционной функции легких, контроль самочувствия пациента и аускультацию легких проводят на 1, 5 и 20 минутах отдыха

**10.** При использовании в качестве бронхо-провокатора холодного воздуха проводят ингаляцию холодным воздухом с помощью специальной установки

Повторное исследование вентиляционной функции легких, контроль самочувствия обследуемого и аускультацию легких проводят на 1, 5 и 20 минутах после ингаляции

# Нормальные показатели спирограммы

Показатель	Норма	Условная норма	Умеренные отклонения	Значительные отклонения	Резкие отклонения
ОФВ1	Более 85%	85-75	75-55	54-35	Менее 35
ФЖЕЛ	Не менее 85%	85-75	74-55	54-35	Менее 35
ПОС	Не менее 80%				
ОФВ1/ЖЕЛ	Более 70	70-65	64-55	54-40	Менее 40
МОС75	М 55-60%				
	Ж 50%				
МОС50	М 60-65%				
	Ж 50-59%				
МОС25	Не менее 80%				
ЖЕЛ	Более 90%	90-85	84-70	69-50	Менее 50
МВЛ	Более 85%	85-75	74-55	54-35	Менее 35
СОС25-75	М более 79%	79-65	65-34	34-23	Менее 23
	Ж более 74%	74-57	57-26	26-15	Менее 15
СОС75-85	Более 65%				



# Интерпретация результатов спирометрического исследования

Показатель	полученные	должны	%
ЖЕЛ	3,41	3,78	90,2
ФЖЕЛ	3,36	3,68	91,3
ОФВ <sub>1</sub>	2,91	3,2	90,9
ОФВ <sub>1</sub> /ЖЕЛ	85,2	84,8	100
ОФВ <sub>1</sub> /ФЖЕЛ	86,6	87,0	99,5
ПОС	5,9	6,96	84,7
МОС <sub>25</sub>	5,86	6,33	92,5
МОС <sub>50</sub>	4,85	4,75	102
МОС <sub>75</sub>	1,85	2,45	75,7
СОС <sub>25-75</sub>	3,9	3,99	97,8
СОС <sub>75-85</sub>	1,36	2,18	62,7

## Заключение

- Вентиляционная способность легких без существенных изменений

Показатель	полученные	должные	%
ЖЕЛ	3,98	3,34	118
ФЖЕЛ	3,61	3,22	112
ОФВ <sub>1</sub>	2,58	2,8	92,2
ОФВ <sub>1</sub> /ЖЕЛ	65,0	83,9	77,4
ОФВ <sub>1</sub> /ФЖЕЛ	71,5	86,9	82,2
ПОС	6,58	6,34	103
МОС <sub>25</sub>	4,15	5,72	72,6
МОС <sub>50</sub>	2,24	4,2	53,4
МОС <sub>75</sub>	0,79	2,13	37,0
СОС <sub>25-75</sub>	1,86	3,5	53,3
СОС <sub>75-85</sub>	0,51	1,83	27,5

## Заключение

- Нарушение проходимости мелких бронхов

Показатель	полученные	должные	%
ЖЕЛ	3,41	3,78	90,2
ФЖЕЛ	3,36	3,68	91,3
ОФВ <sub>1</sub>	2,24	3,2	70,9
ОФВ <sub>1</sub> /ЖЕЛ	65,7	84,8	77,4
ОФВ <sub>1</sub> /ФЖЕЛ	66,6	87,0	76,6
ПОС	3,73	6,96	53,7
МОС <sub>25</sub>	3,16	6,33	50,5
МОС <sub>50</sub>	3,1	4,75	65,2
МОС <sub>75</sub>	1,85	2,45	75,7
СОС <sub>25-75</sub>	3,9	3,99	97,8
СОС <sub>75-85</sub>	1,36	2,18	62,7

## Заключение

- Умеренное снижение вентиляционной функции легких по обструктивному типу. Нарушение проходимости крупных бронхов

Показатель	полученные	должны	%
ЖЕЛ	4,46	4,6	96,8
ФЖЕЛ	2,5	4,42	56,6
ОФВ <sub>1</sub>	1,31	3,57	36,7
ОФВ <sub>1</sub> /ЖЕЛ	29,4	76,4	38,7
ОФВ <sub>1</sub> /ФЖЕЛ	52,4	80,8	64,9
ПОС	3,91	8,48	46,1
МОС <sub>25</sub>	1,96	7,75	25,3
МОС <sub>50</sub>	0,96	5,06	18,8
МОС <sub>75</sub>	0,76	2,24	33,8
СОС <sub>25-75</sub>	1,04	4,11	25,3
СОС <sub>75-85</sub>	0,70	2,04	33,8

## Заключение

- Резкое снижение вентиляционной функции легких по обструктивному типу. Генерализованная обструкция

Показатель	полученные	Должны	%
ЖЕЛ	2,41	3,82	63,0
ФЖЕЛ	2,61	3,7	70,7
ОФВ <sub>1</sub>	2,4	3,17	75,7
ОФВ <sub>1</sub> /ЖЕЛ	99,5	83,3	119
ОФВ <sub>1</sub> /ФЖЕЛ	91,9	87,0	105
ПОС	5,44	6,93	78,5
МОС <sub>25</sub>	5,4	6,27	86,1
МОС <sub>50</sub>	4,01	4,66	86,2
МОС <sub>75</sub>	1,64	2,31	70,9
СОС <sub>25-75</sub>	3,27	3,87	84,5
СОС <sub>75-85</sub>	1,31	2,06	63,7

## Заключение

- Умеренное снижение вентиляционной функции легких по рестриктивному типу

Показатель	полученные	должные	%
ЖЕЛ	2,66	4,4	60,5
ФЖЕЛ	1,82	4,23	43,1
ОФВ <sub>1</sub>	1,48	3,49	42,3
ОФВ <sub>1</sub> /ЖЕЛ	55,5	78,3	70,8
ОФВ <sub>1</sub> /ФЖЕЛ	81,0	81,2	99,7
ПОС	4,05	8,26	49,1
МОС <sub>25</sub>	1,95	7,45	26,2
МОС <sub>50</sub>	1,4	4,96	28,2
МОС <sub>75</sub>	0,9	2,2	40,5
СОС <sub>25-75</sub>	1,32	4,09	32,2
СОС <sub>75-85</sub>	0,83	1,99	41,4

## Заключение

- Значительное снижение вентиляционной функции легких по obstructивно-рестриктивному типу. Умеренное снижение ЖЕЛ, генерализованная обструкция



Спасибо за внимание!