



비엔 마취 세미나 : 마취와 관련된 기구와 기계, 오용법 바로 잡기

Anesthesiologist DVM. Nam
비엔동물전문의료센터 남창훈 마취과장

Previous seminar

Respiration monitoring

- Carbon dioxide
- End-tidal carbon dioxide (EtCO₂)
- Measurement of EtCO₂
- Respiration monitoring during general anesthesia
- Voluntary respiration trigger
- Hypocapnia and hypercapnia
- Voluntary respiration vs. Artificial ventilation

Various situation

- Hypo/Hyperthermia
- Acute cardiovascular depression★
- Unilateral intubation
- Tidal volume decreased
- BC and EDAC

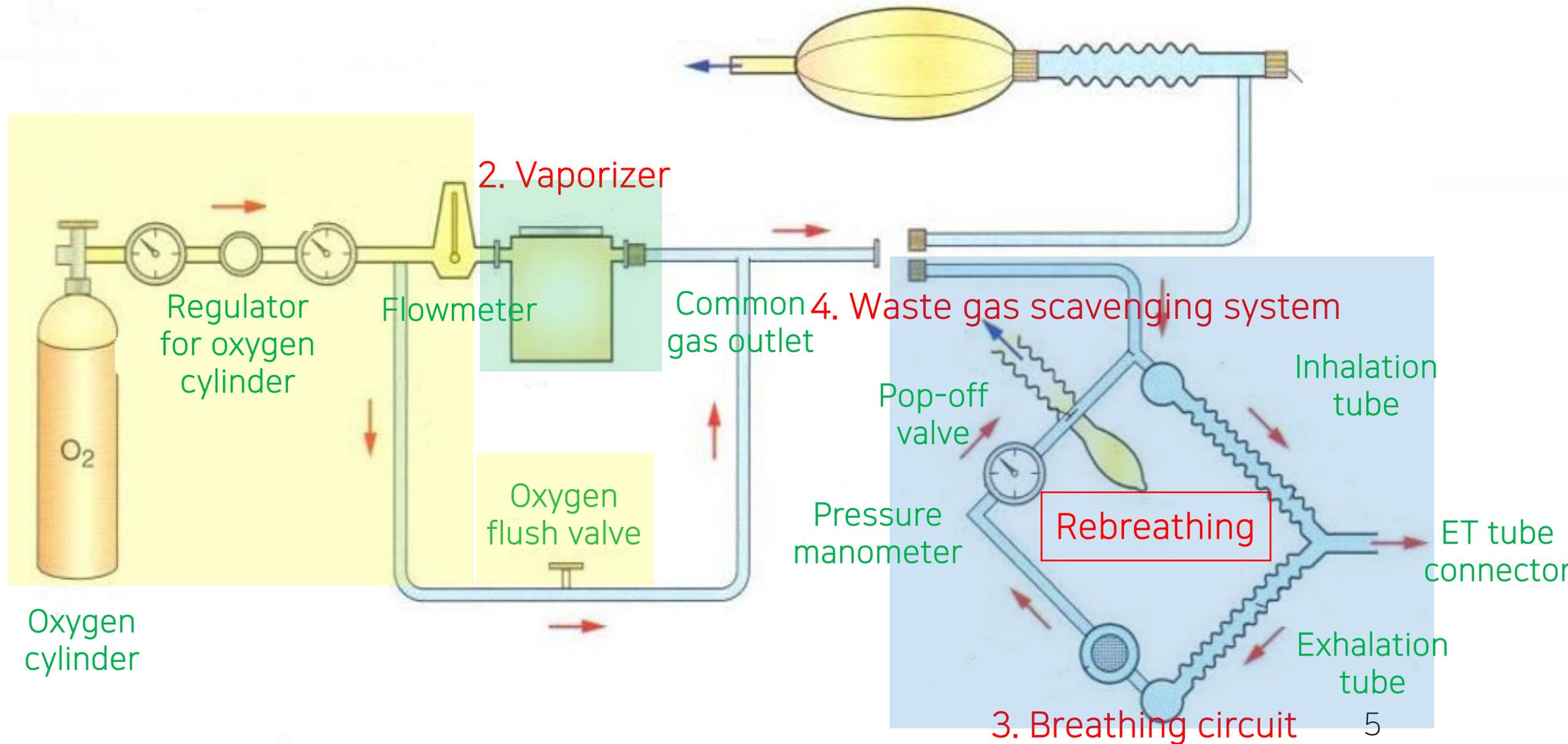
Anesthetic compartments

- Anesthetic machine
 - Anesthetic machine check
 - Gas delivery system
 - Vaporizer
 - Oxygen flush valve
 - Breathing circuit
 - Breathing tube
 - Reservoir bag
 - Pop-off valve
 - Canister
 - Leaking test for rebreathing system
- Laryngoscope
 - Miller vs. Macintosh
- Endotracheal tube
 - Size
 - Inflating cuff
 - Leaking test for cuff
- NPO
- Aspiration
- Monitoring
 - HR, BP, SpO₂
- Gas sampling line

Anesthetic machine

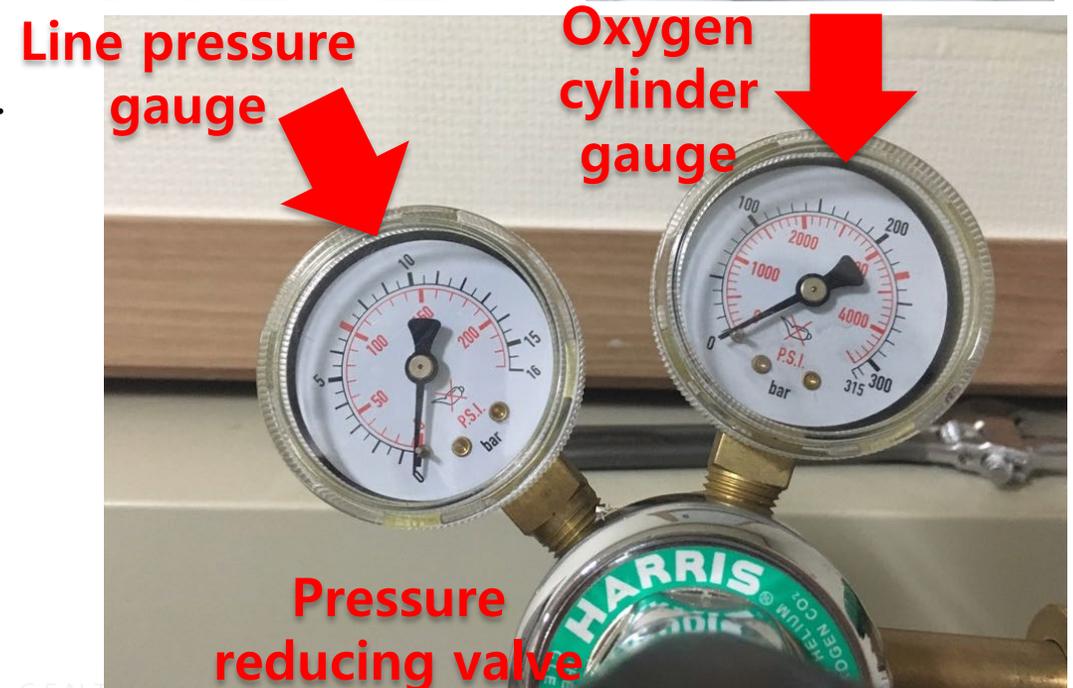
- Inhalation anesthesia
 - Anesthetic gases or vapors are inhaled in combination with oxygen
- Advantages of inhalation anesthesia
 - Available in all animal species
 - Simple concentration control
 - Fast induction and recovery from anesthesia

Anesthetic machine check



Gas delivery system

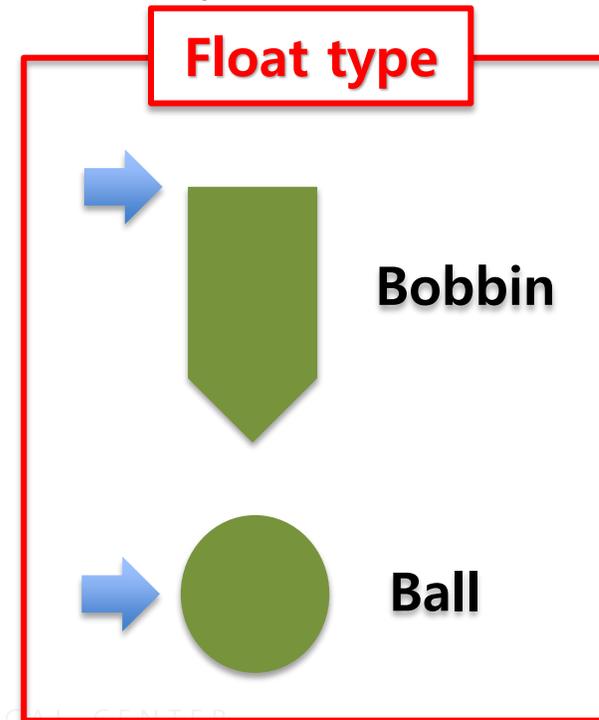
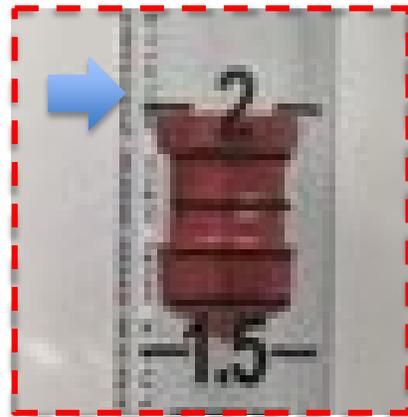
- **Source of oxygen**
 - Oxygen tank, oxygen cylinder
- **Regulator for oxygen**
 - Pressure gauge, Pressure reducing valve
 - The information provided by these gauges is vital for safe operation of anesthesia equipment.



Gas delivery system

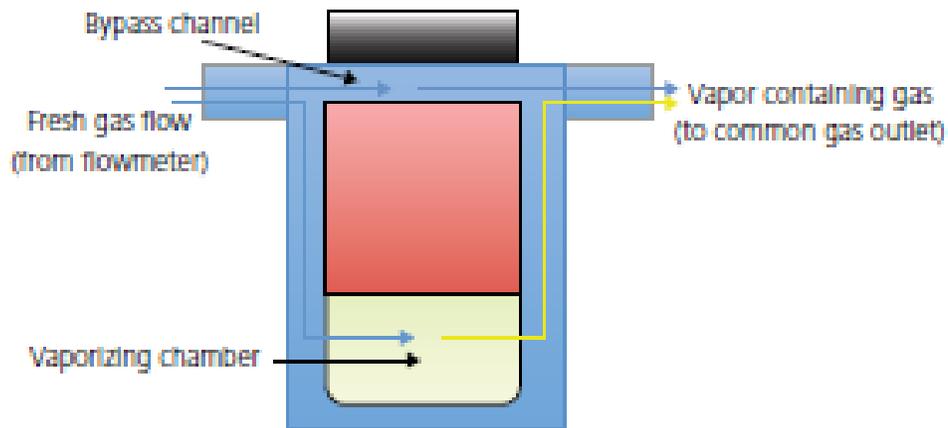
- **Flowmeter of oxygen**

- Determine the fresh gas flow to the anesthetic circuit
- The gas normally flows into the bottom of the tube and out at the top
- Gas flow rates are normally expressed in mL/min or L/min with float



Vaporizer

- **Change** liquid anesthetic into vapor and **meter** the amount of vapor leaving the vaporizer
- Temperature, flow, and pressure
- Approximately 2/3 full
- **Wear mask & gloves when filling**



Veterinary anesthesia and analgesia, 5th, William lumb, Wynn jones, 2015



Veterinary anesthesia and analgesia, 5th, William lumb, Wynn jones, 2015



Oxygen flush valve

- Rapidly deliver large volumes of non-anesthetic-containing gas to the patient breathing circuit in emergency situations
- **Bypass the flowmeter and vaporizer**
- Deliver gas at rates ranging between 35 and 75 L/min



Breathing circuit

- **Breathing tube**

- Breathing tube size

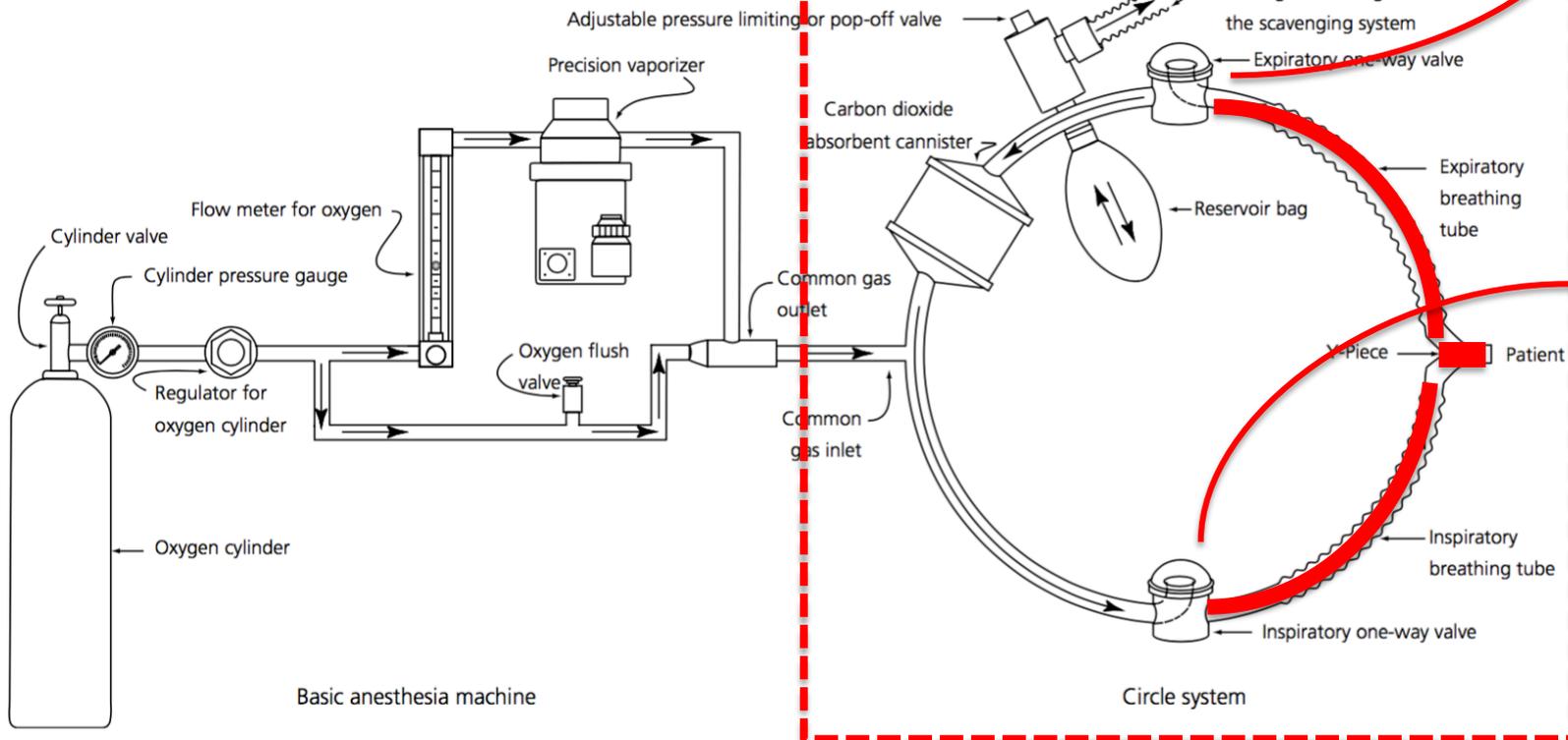
- Pediatric : ~12 kg
- Standard : > 12 kg

Difference in dead space



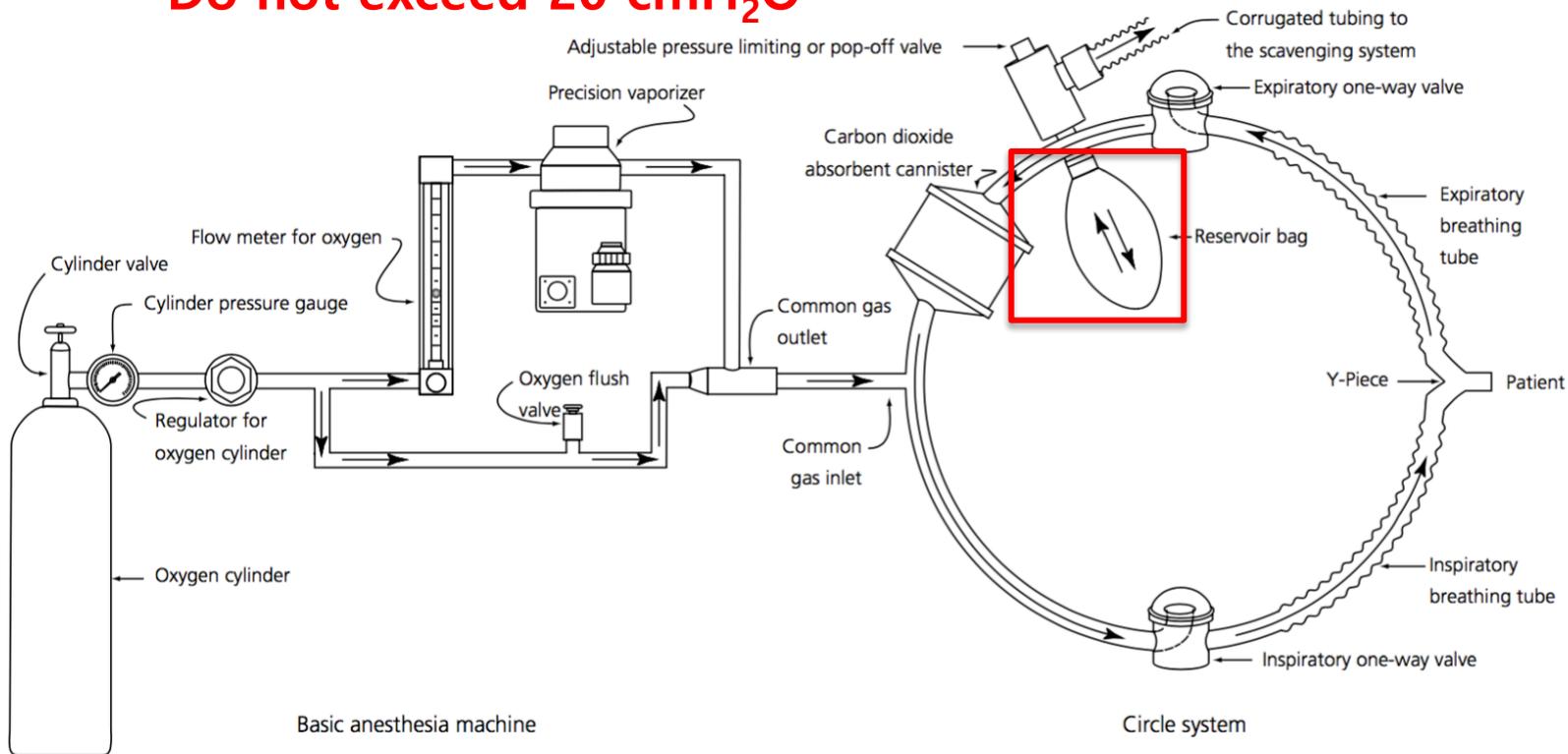
Veterinary Anesthesiology, College of Veterinary Medicine, Seoul National University

[Breathing tube]



Breathing circuit

- **Reservoir bag (breathing or rebreathing bag)**
 - Provide a compliant reservoir of gas, monitoring breathing pattern
 - Reservoir bag size : 5~10 times the patient's normal tidal volume (8-20 mL/kg)
 - **Do not exceed 20 cmH₂O**

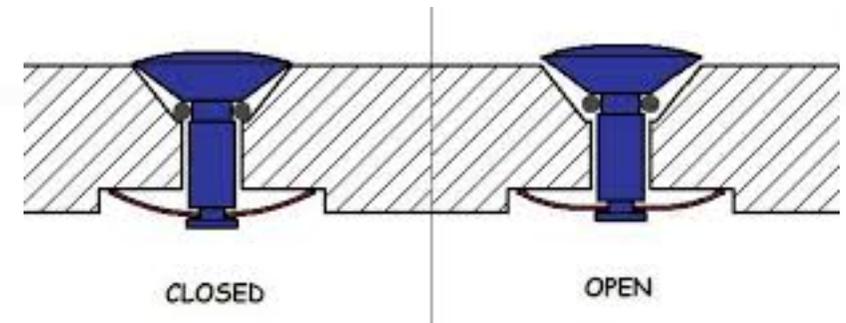
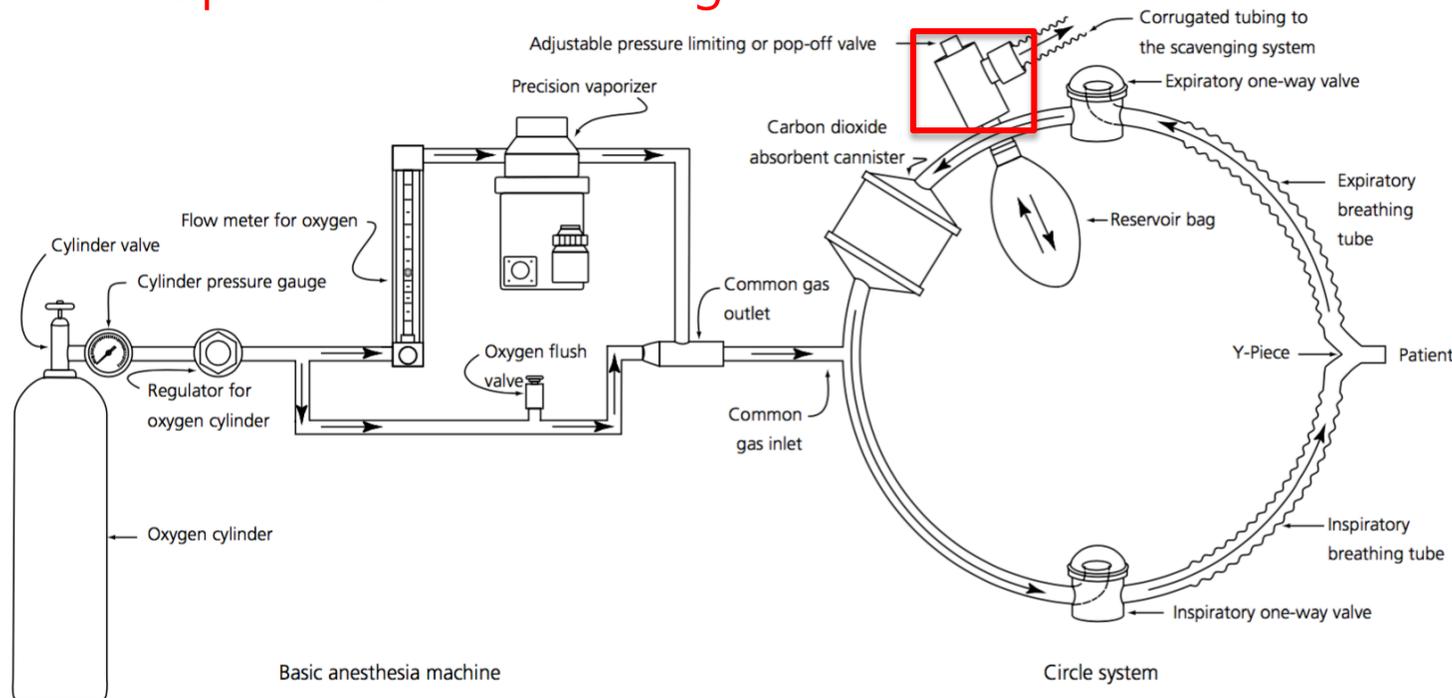


[Reservoir bag]



Breathing circuit

- **Pop-off valve (adjustable pressure-limiting valve, pressure relief valve)**
 - Safety valve allowing excess gas to escape from the patient circuit
 - **Close: Full rebreathing**
 - **Semi-closed: Partial rebreathing**
 - **Open: Non-rebreathing**



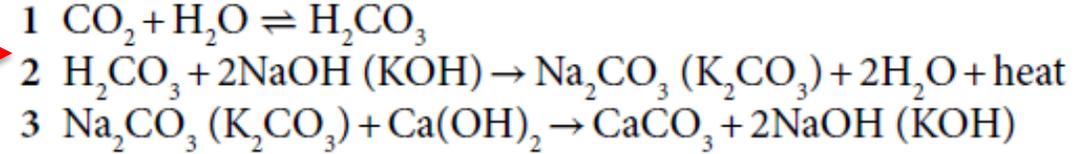
<http://forum.tz-uk.com/archive/index.php/t-197716.html>



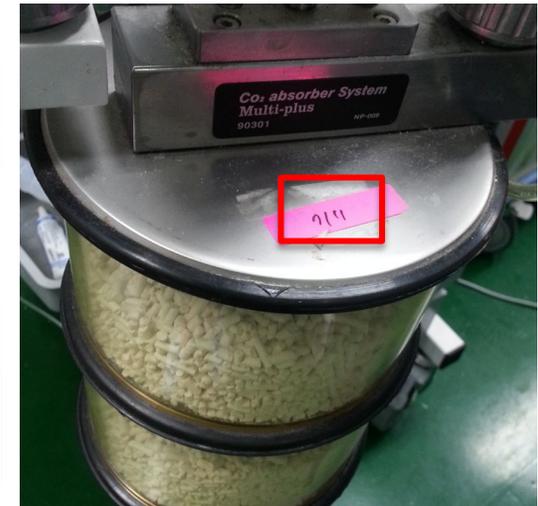
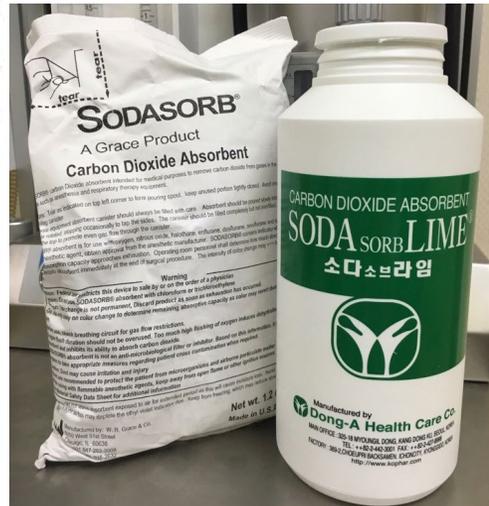
Breathing circuit

- **Canister**

- The chemical absorbent for removing CO₂ from exhaled gases
- 70-80% full
- **Signs that CO₂ granules must be changed**
 - Color change of 1/2 to 1/3 of the granules
 - After 6-8 hours of use
 - Every 14 days
 - CO₂ level > 0 during peak inspiration as measured with a capnograph



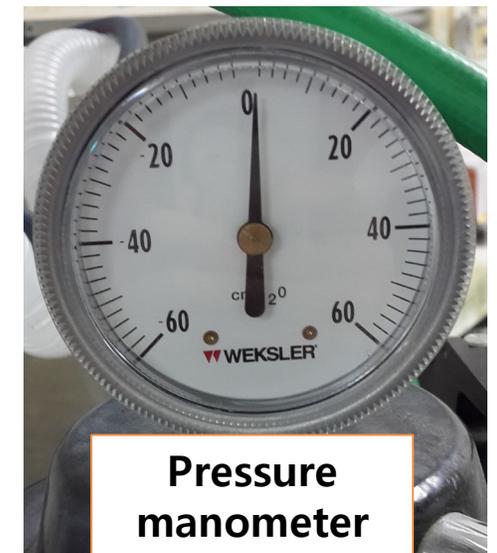
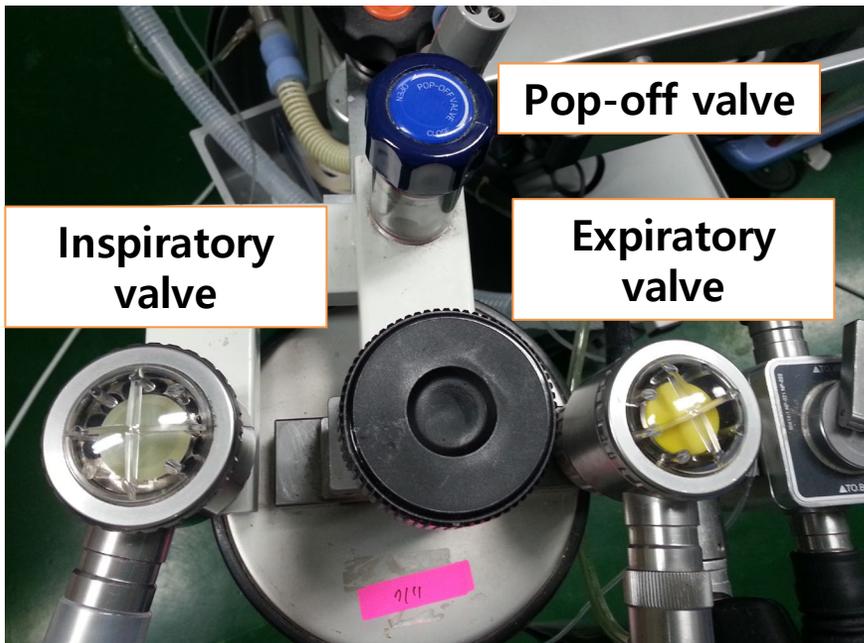
*Wear mask & gloves when exchanging



Breathing circuit

- **Leaking test** for rebreathing system

- ① Close pop-off valve
- ② Turn on flowmeter to 500 mL/min (0.5 L/min)
- ③ Occlude the patient end of the breathing circuit
- ④ Depress the O₂ flush button to pressurize the circuit to 30 cmH₂O
- ⑤ Observe the pressure gauge for loss of pressure



Laryngoscope

Miller

- Straight
- Depress the epiglottis
- Invented in 1941

(A)



Macintosh

- Curved
- Depress the vallecula
- Invented in 1943

(B)



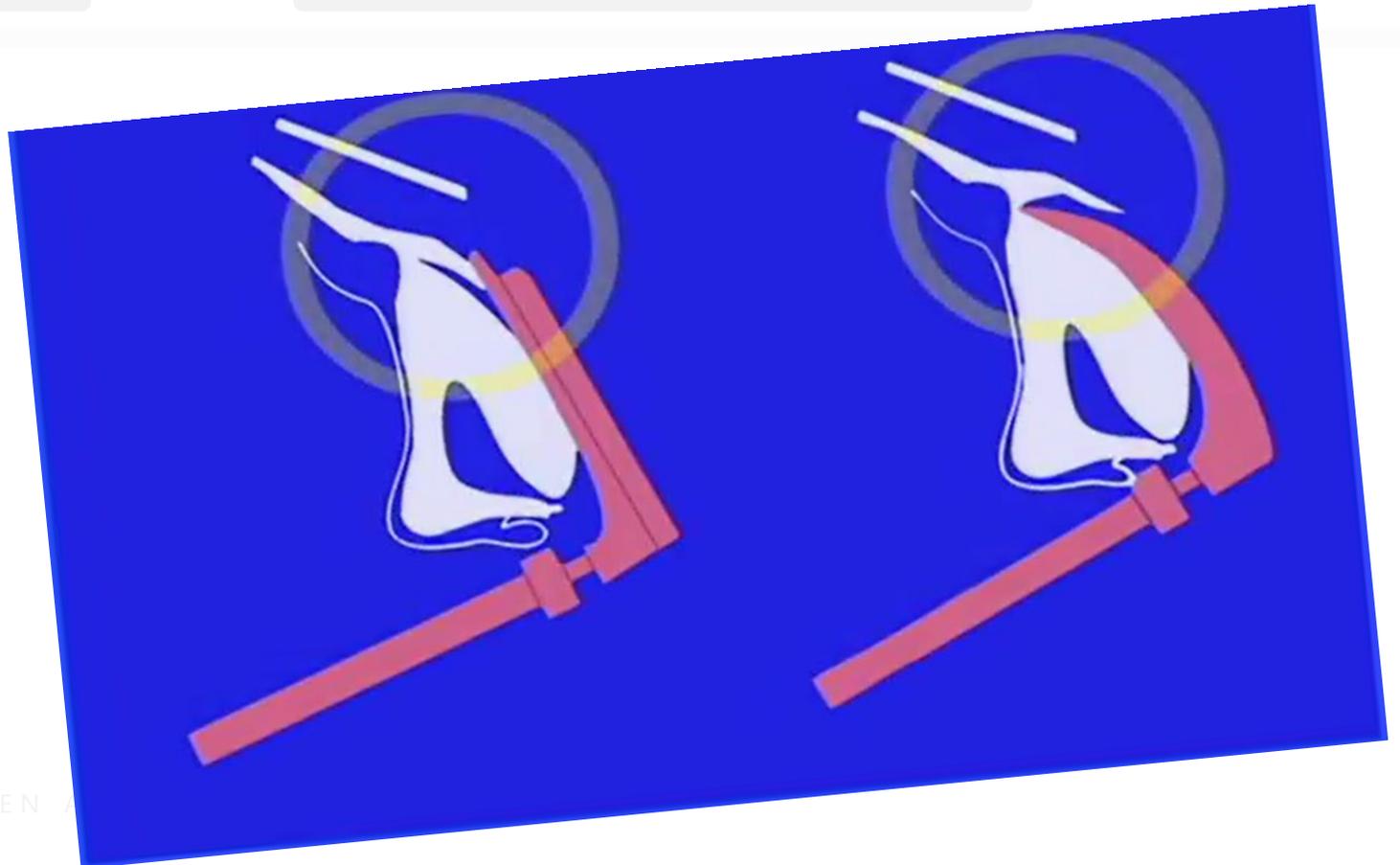
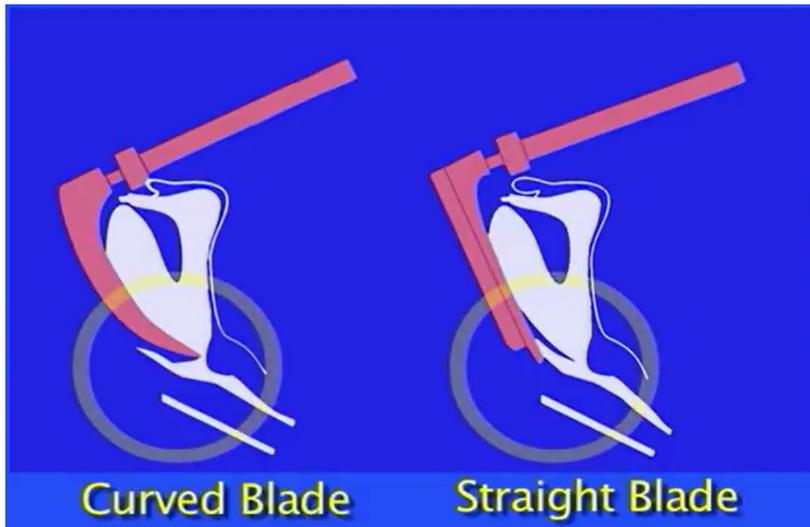
Laryngoscope

Miller

- . Straight
- . Depress the epiglottis
- . Invented in 1941

Macintosh

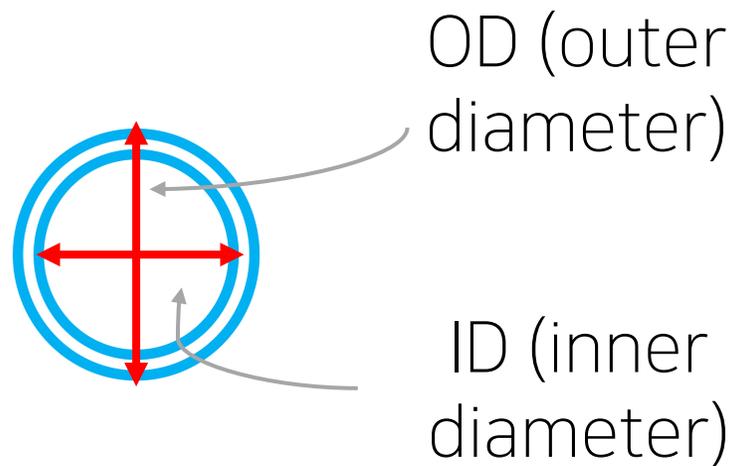
- . Curved
- . Depress the vallecula
- . Invented in 1943



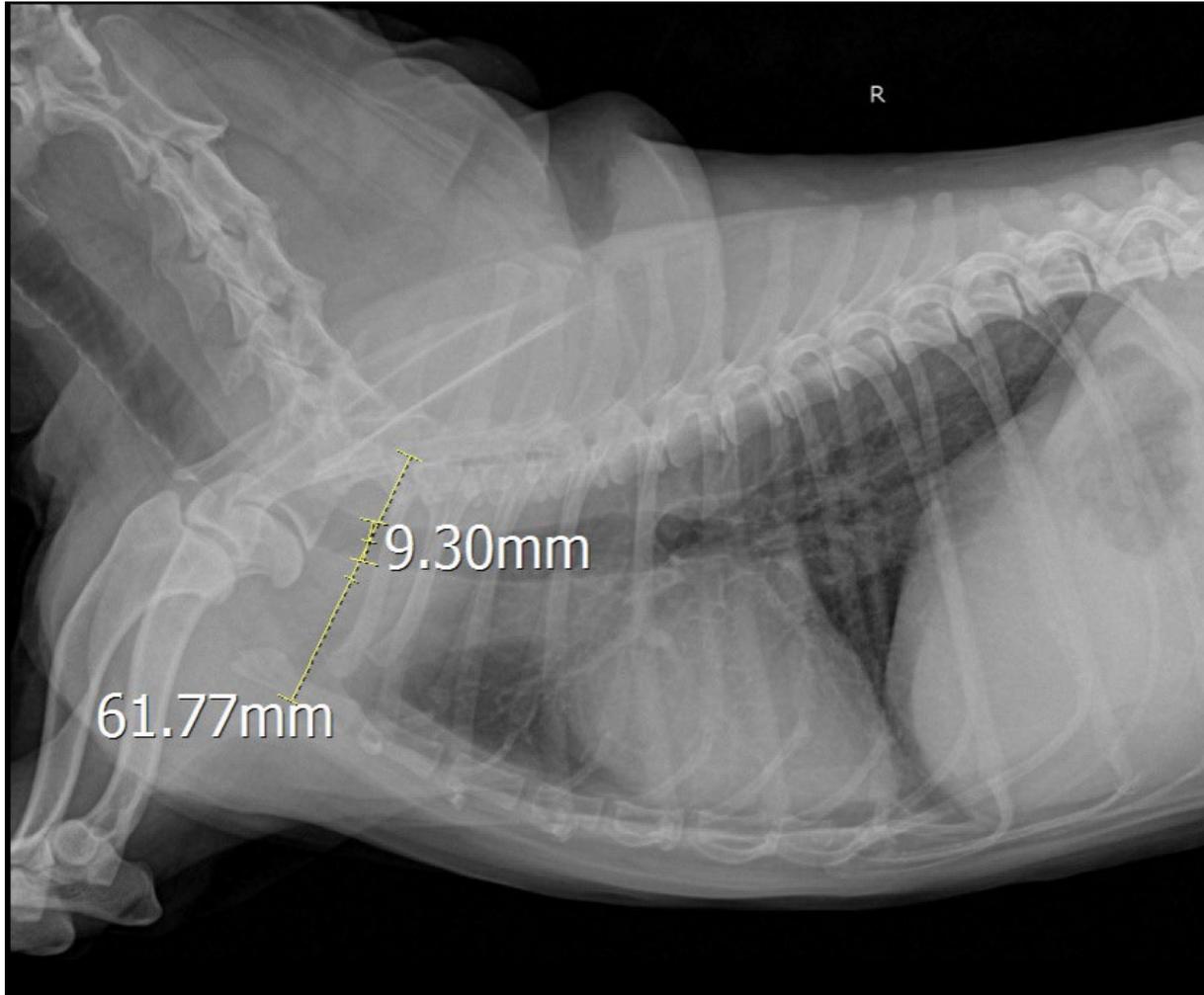
Endotracheal tube size

- Thoracic radiograph

- OD(outer diameter) = tracheal diameter (on thoracic-radiograph) X $\left\{ \begin{array}{l} 0.9 \\ 0.8 \\ 0.7 \end{array} \right.$



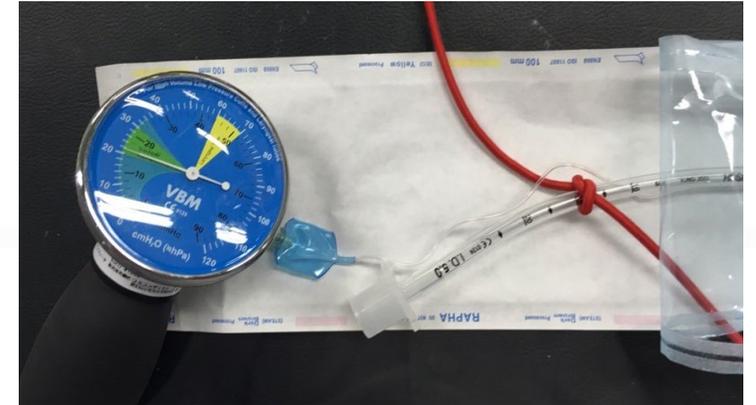
Endotracheal tube size



Endotracheal tube cuff

- **Inflating cuff**

- Prevent aspiration
- 15-25 mmHg; proper pressure
- A shapey but not crushable
- Leaking gas → prepare larger ET tube



Leaking test

- 1) Connect breathing tube
- 2) Fix the ET tube to the patient by tie
- 3) Adjust oxygen flowmeter
- 4) Inflate cuff
- 5) Monitor capnogram
- 6) Leaking test
- 7) Turn on vaporizer
- 8) Monitor vital signs



Veterinary anesthesia and analgesia, 5th , William lumb, Wynn jones, 2015

NPO (nil per os)

2020 미국동물병원 협회 지침—마취 전 개와 고양이의 절식 및 절수 (일부 발체 및 번역—서울대 수의과대학 마취통증의학과)

환자 상태	절수		절식				습식 사료	처치 & 투약				기타
	0* hr	6-12 hrs	1-2 hrs	2-4 hrs	4-6 hrs	6-12 hrs		혈당 감시	장기 구강 투약 [†]	항구토제 [§] 제산제 소화제	인슐린	
건강	✓				✓				✓			
<8주/ <2 kg	✓		≤1-2 hrs				✓ 마취전	마취 전/중/후	✓			당일 첫 마취로 진행
당뇨	✓			✓			2-4시간 전, 식사량의 1/2	마취 전/중/후	✓		2-4시간 전, 1/2용량	당일 첫 마취로 진행
구토의 이력 /위험		✓					4-6시간 전, 식사량의 10%-25%		✓	✓		
응급		가능한 빨리								✓		마취 전 환자의 안정화

*0시간 = 음수 제한 없음

†경구용 의약품은 소량(15-30 mL)의 습식 사료와 함께, 혹은 식용 반죽과 같은 물질로 코팅된 알약으로 투여 가능

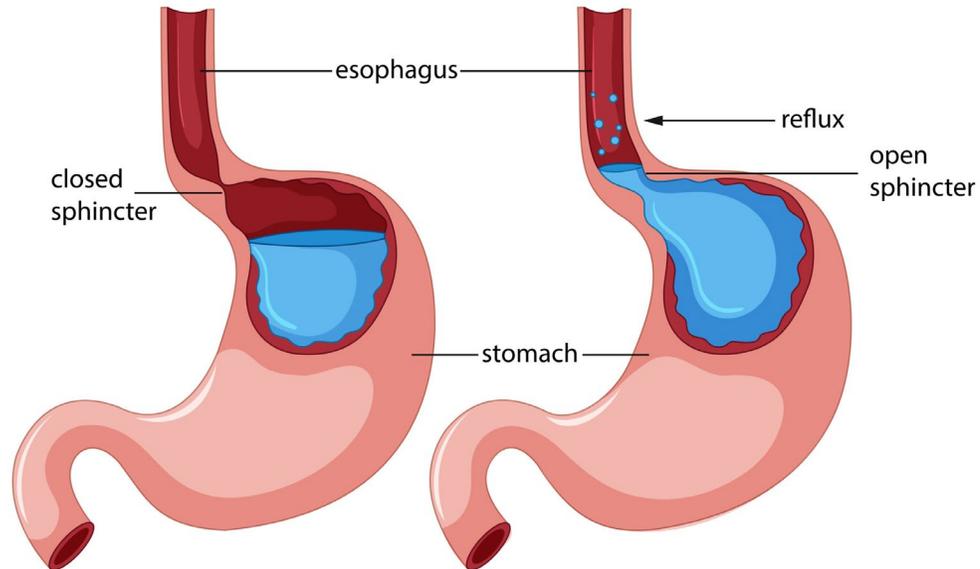
§마취 전 항구토제의 투약 → 마취 전 투약제에 의한 구토↓ → 환자의 편안함↑ 가능성

Aspiration

Aspiration reasons in anesthesia

- Vomiting ← general anesthesia & nausea during recovery
- Gastroesophageal reflux ← general anesthesia & posture

Gastroesophageal reflux disease (GERD)



Monitoring

Measurement of blood pressure

NIBP (Non-invasive blood pressure)

MAP

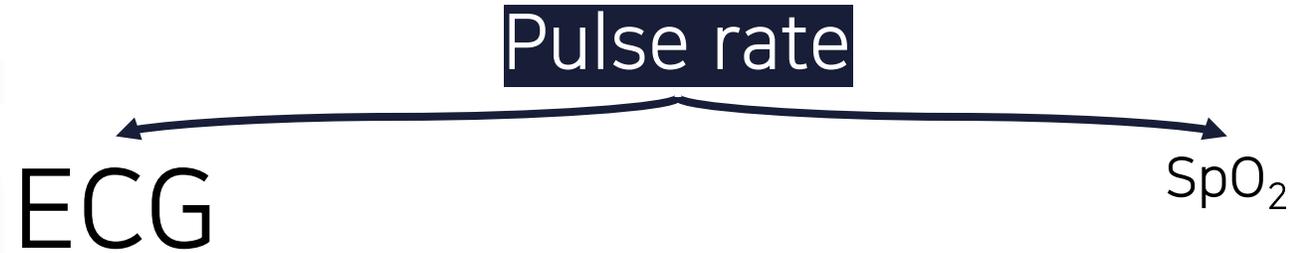
40%

Check the HR

- Check if the heart rate is the same with another parameter



Monitoring



Artifact

Asystole

- Too small QRS wave → abnormal heart axis, small dog or cat

Double counting

- Too tall P or T wave → abnormal heart axis, disease

Monitoring

Measurement of SpO₂



- 1) Color
- 2) Dry
- 3) Thin tissue
- 4) Fur
- 5) Movement
- 6) Hypotension

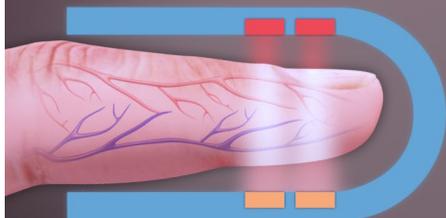
Monitoring

Measurement of SpO₂

Pulse Oximeter

The medical device used to measure the oxygen level of the blood and the heart rate.

Infrared Light | Red Light



Photodetectors

The sensors detect how much oxygen is in your blood based by the way Infrared and red light passes through your finger.



Normal Reading

- 1) Color
- 2) Dry
- 3) Thin tissue
- 4) Fur
- 5) Movement
- 6) Hypotension



Monitoring

Gas sampling line

- The product is intended for single use, but can be reused
- Tear → Replacement
- Water trap → Dry out or replacement



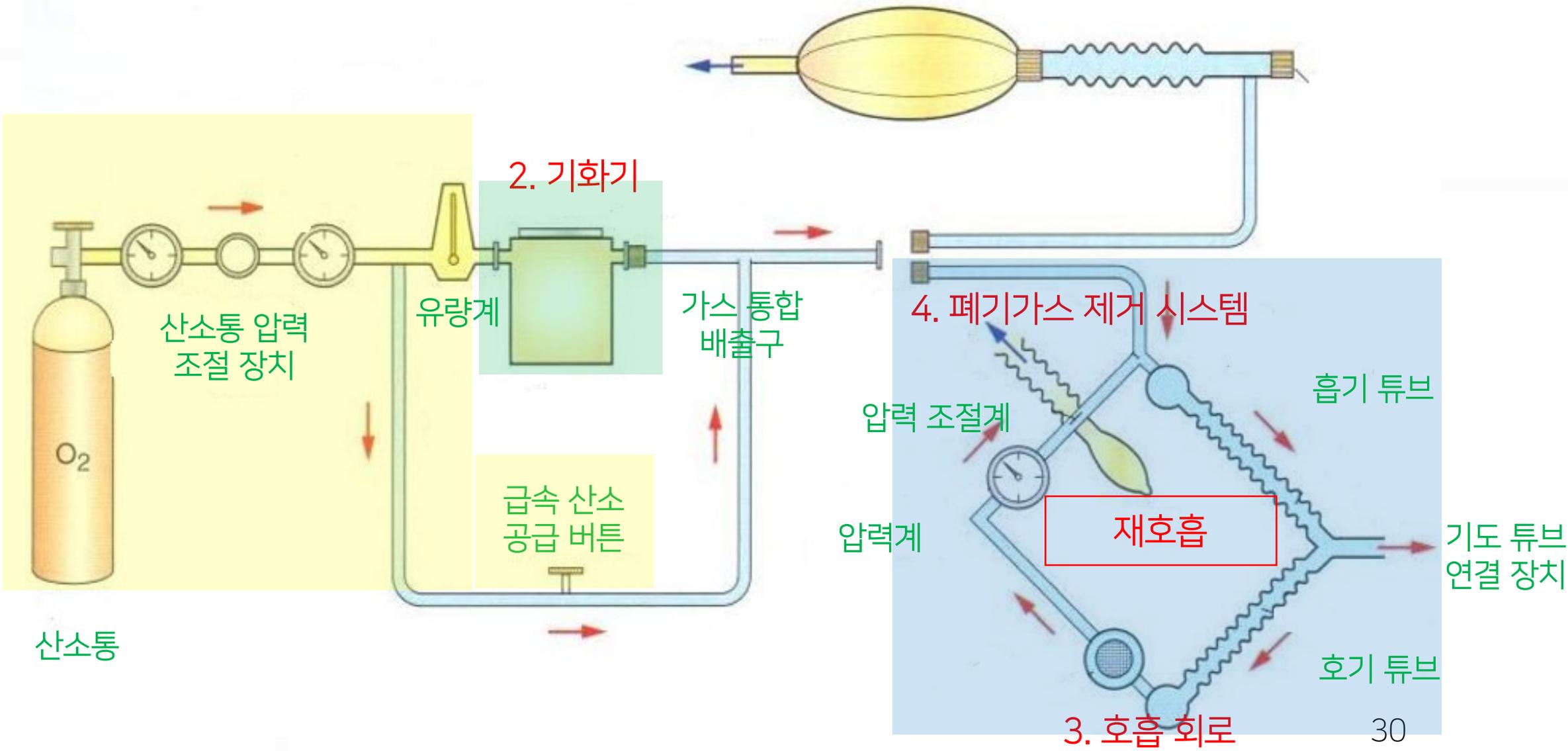


BIEN
ANIMAL MEDICAL CENTER

마취 기계

- 흡입 마취
 - 기화된 마취 가스를 산소와 같이 흡입 하는 방식
- 흡입 마취의 장점
 - 모든 동물 종에서 사용 가능
 - 농도를 조절 하는 것이 편하다
 - 마취 유도와 회복 과정이 굉장히 짧다

마취 기계 구성 확인



가스 전달 시스템

- 산소 공급원
 - 산소 탱크, 산소통
- 산소 압력 조절
 - 압력계, 감압 장치
 - 제공하는 정보는 마취 장비의 안전한 작동에 필수적입니다.



마취기 공급
산소 압력계

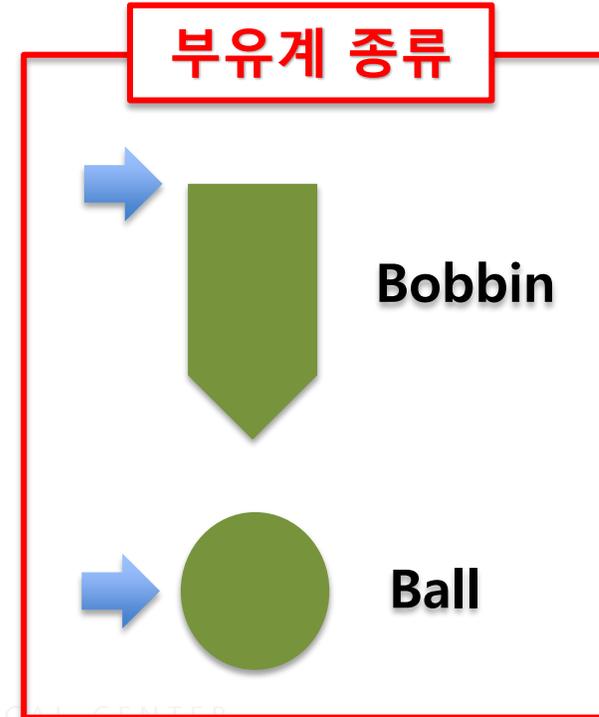
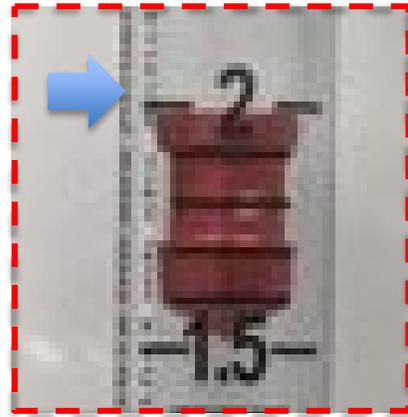
산소통의
압력계



가스 전달 시스템

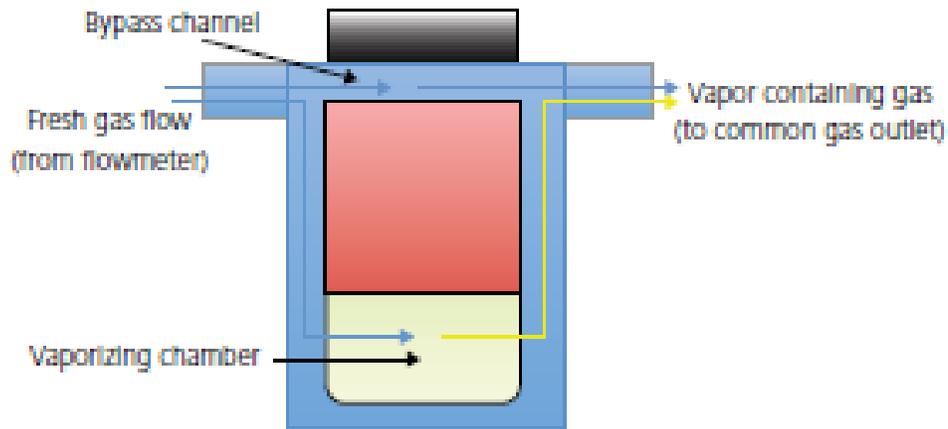
• 산소 유량계

- 마취 회로에 공급되는 기체(산소, 대기, N₂O)의 유량을 설정
- 일반적으로 유량계의 아래에서 위로 기체의 흐름이 정해져 있음
- 기체 유량은 보통 mL/min 또는 L/min으로 부유계를 통해 표시된다.



기화기

- 액체 상태의 흡입마취제를 기체로 바꿔주며 기화 정도를 조절하여 농도 조절이 가능하다
- 온도, 유량, 압력에 의해 영향을 받는다.
- 2/3 정도만 채워준다.
- 주입시 마스크와 장갑 착용 권장



Veterinary anesthesia and analgesia, 5th, William lumb, Wynn jones, 2015



Veterinary anesthesia and analgesia, 5th, William lumb, Wynn jones, 2015



급속 산소 공급 장치

- 빠르게 마취제가 포함되지 않은 대량의 산소를 호흡 회로에 공급하기 위한 장치
- 유량계와 기화기를 우회한다.
- 대략 35 - 75 L/min 정도의 속도로 공급된다.



호흡 회로

• 호흡 튜브

- 호흡 튜브 사이즈

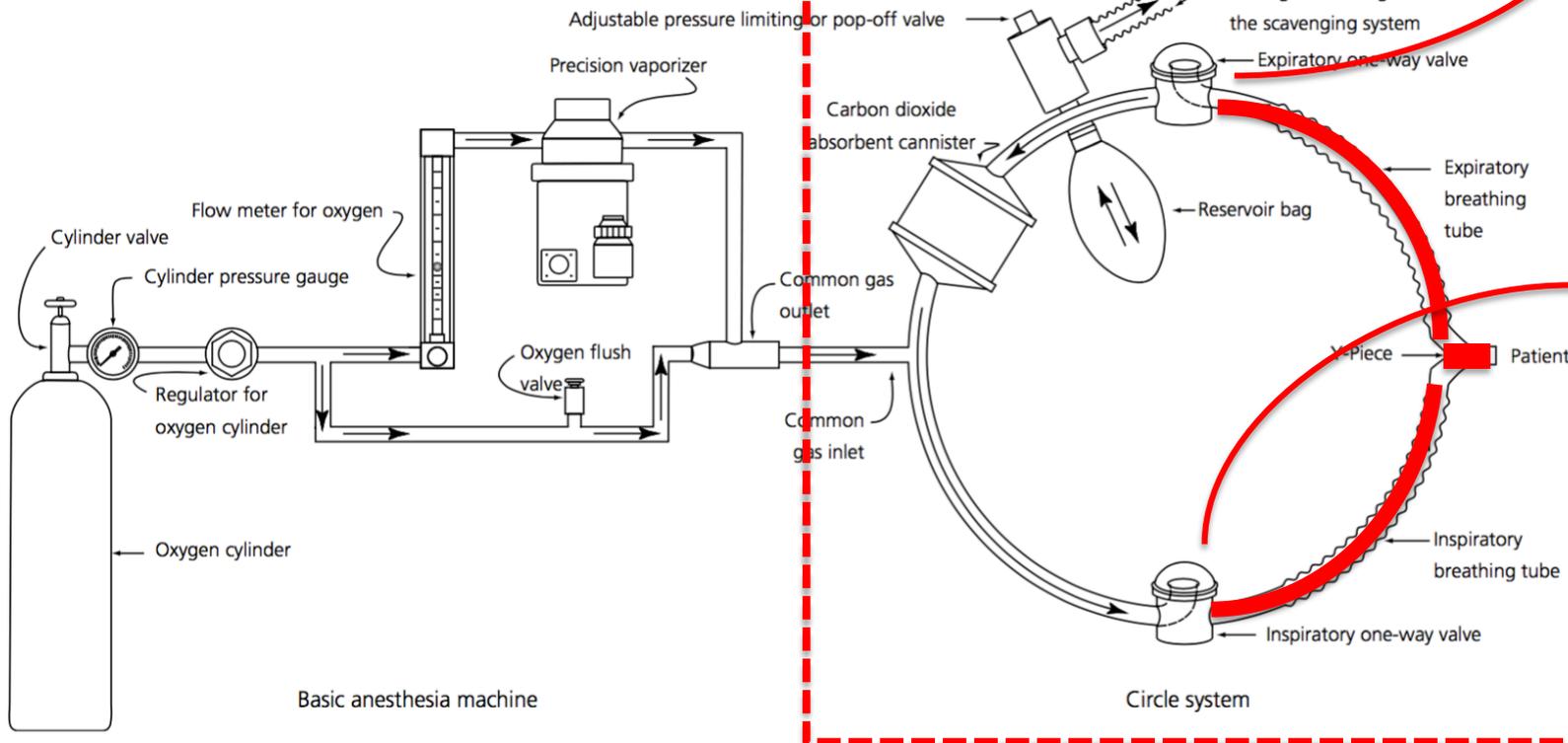
- 유아 : ~12 kg
- 표준 : > 12 kg

사강이 달라진다.



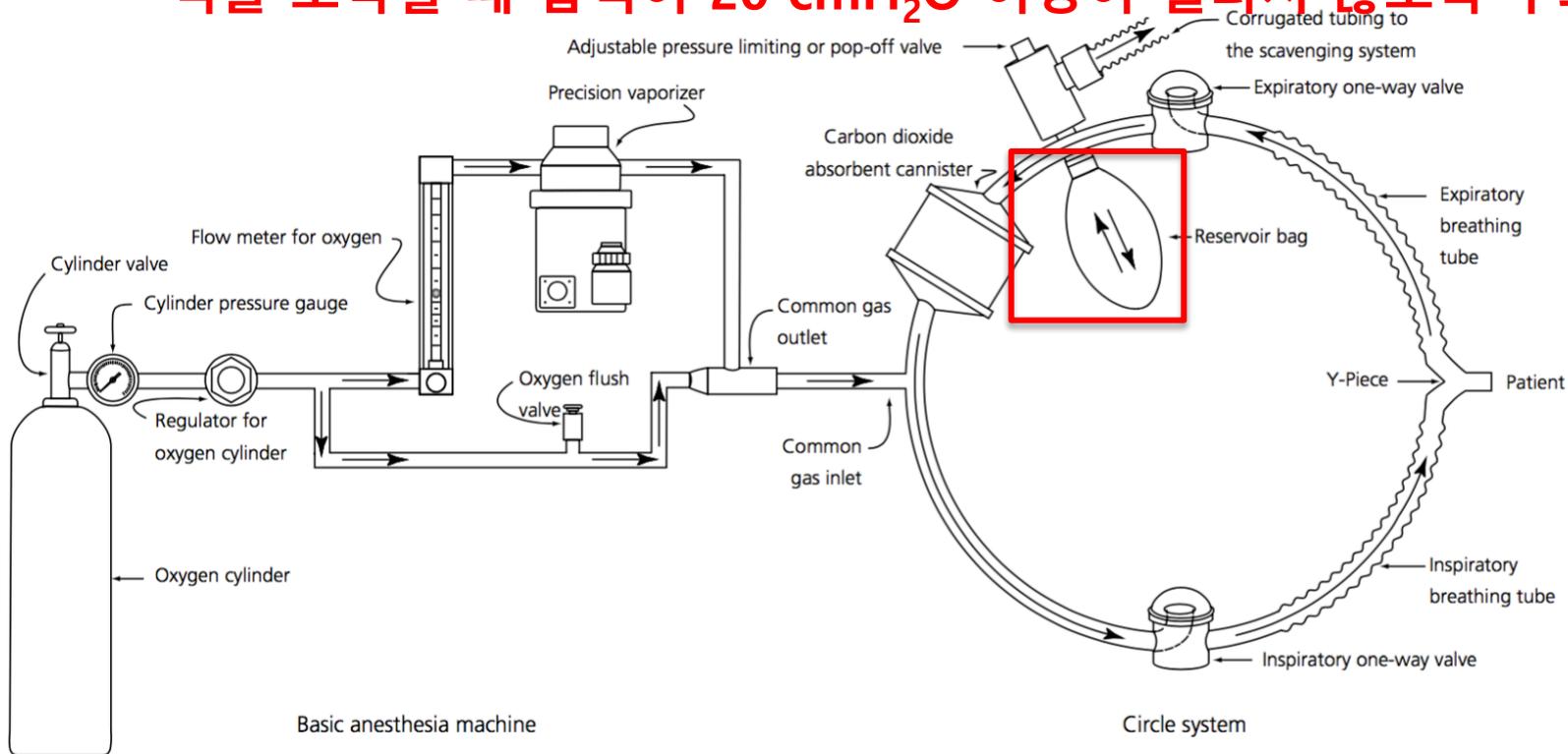
Veterinary Anesthesiology, College of Veterinary Medicine, Seoul National University

[호흡 튜브]



호흡 회로

- 저장백(호흡 또는 재호흡용 백)
 - 호흡 패턴을 모니터링하며 기준을 준수하는 정도의 환기량을 제공합니다.
 - 호흡백의 크기 : 환자의 정상 1회 호흡량 (8-20 mL/kg) 의 5~10 배 크기
 - 백을 조작할 때 압력이 20 cmH₂O 이상이 걸리지 않도록 주의



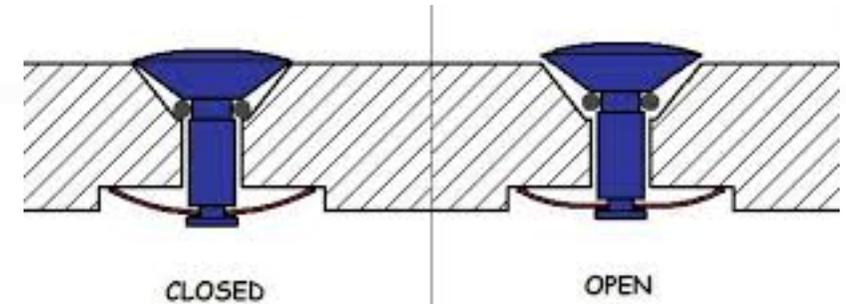
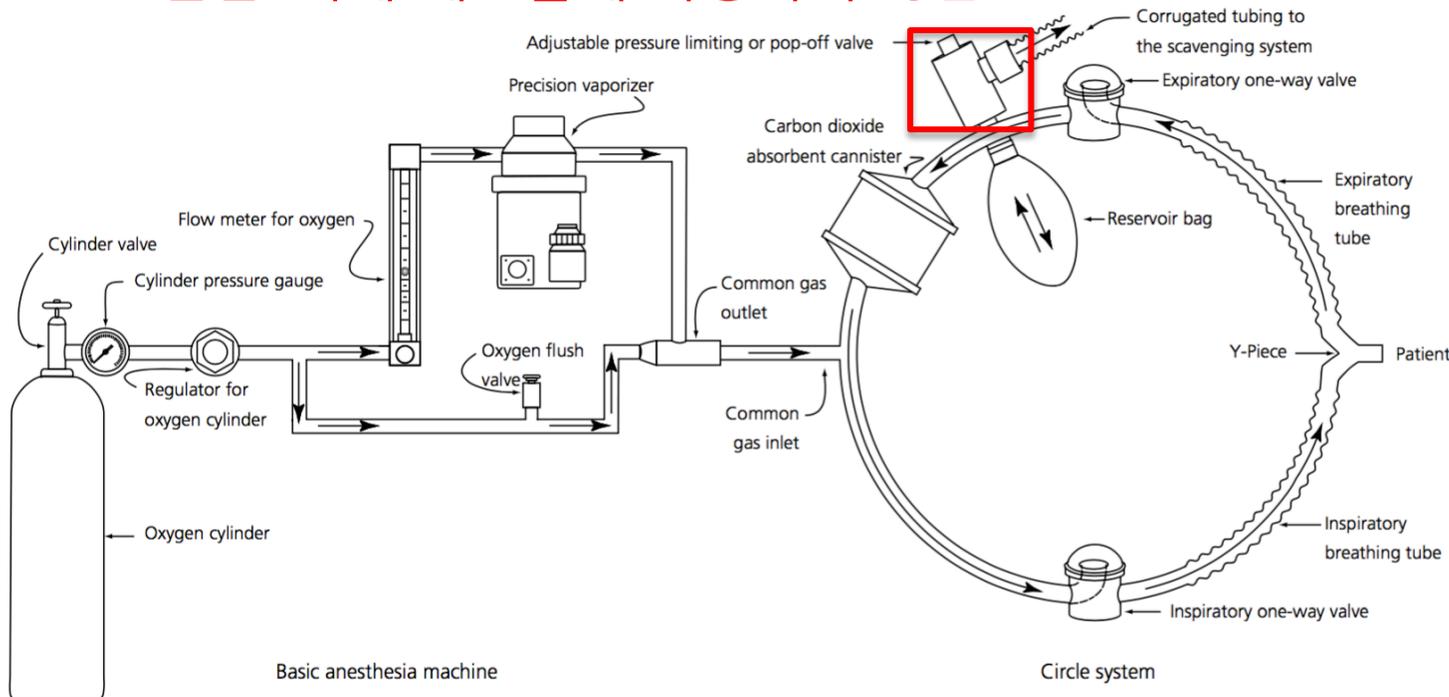
[저장/호흡백]



호흡 회로

- **압력 조절계 (팝오프밸브, 압력 제한선을 조절, 압력 완화 밸브)**

- 환자의 호흡 회로에 과도한 압력이 걸리지 않도록 하는 안전 장치
- **닫음: 기체 전부 재호흡에 사용**
- **부분적으로 닫음: 기체 일부만 재호흡에 사용**
- **열림: 기체 재호흡에 사용하지 않음**



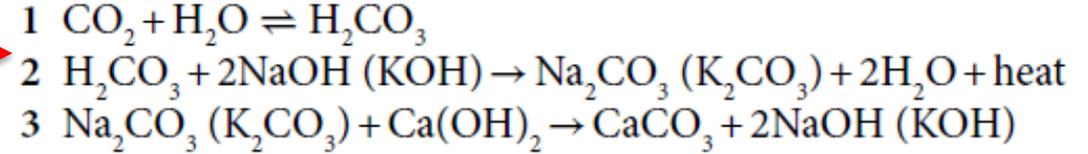
<http://forum.tz-uk.com/archive/index.php/t-197716.html>



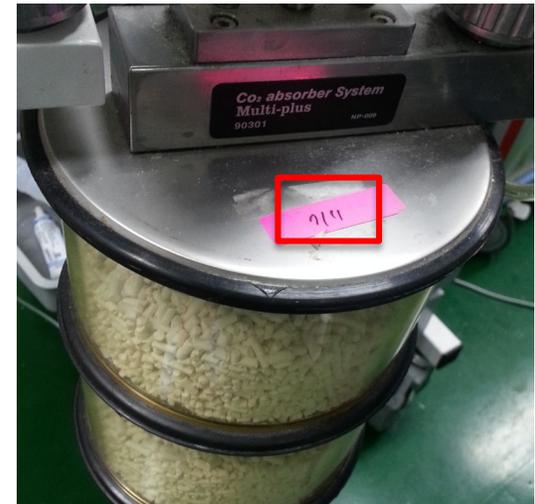
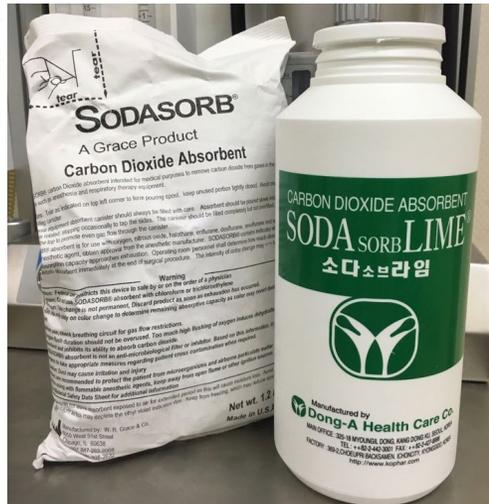
호흡 회로

• Canister (통)

- 배출된 이산화탄소를 화학적으로 제거하는 장소
- 70-80% 만 채운다
- 이산화탄소 흡착제 (soda lime) 변경 시점
 - 1/2-1/3 정도가 변색 되었을 때
 - 6-8 시간 지속적으로 사용했을 때
 - 매 2 주마다
 - FiCO_2 가 모니터 상에서 1이상 확인될 때



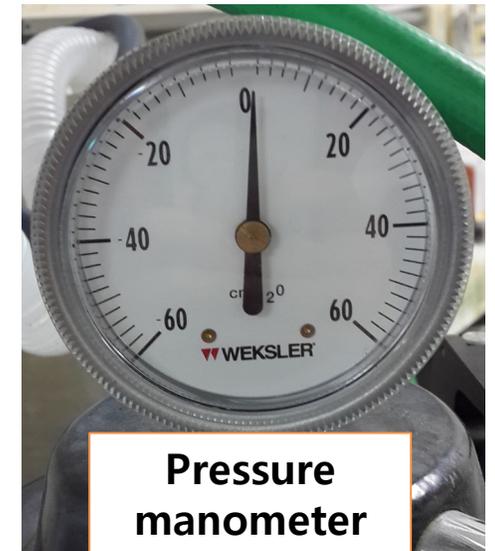
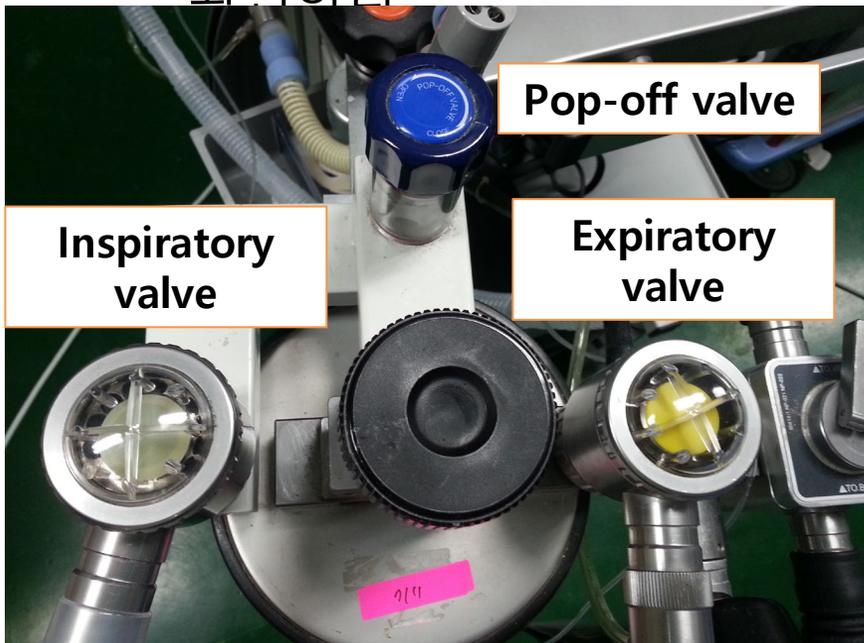
*교체 시 장갑과 마스크 착용 필수



호흡 회로

• 재호흡 회로의 누출 확인 방법

- ① 압력 조절계를 닫는다.
- ② 유량계를 500 mL/min (0.5 L/min) 만큼 튜니다.
- ③ 호흡 회로의 환자 연결부를 막는다.
- ④ 급속 산소 공급 장치를 눌러 압력계에 30 cmH₂O 만큼 채운다.
- ⑤ 압력계 눈금이 떨어지지 않는지 확인하고 압력 조절계를 열어서 압력이 해소되는지 확인한다



후두경

Miller

- Straight
- Depress the epiglottis
- Invented in 1941

(A)



Macintosh

- Curved
- Depress the vallecula
- Invented in 1943

(B)



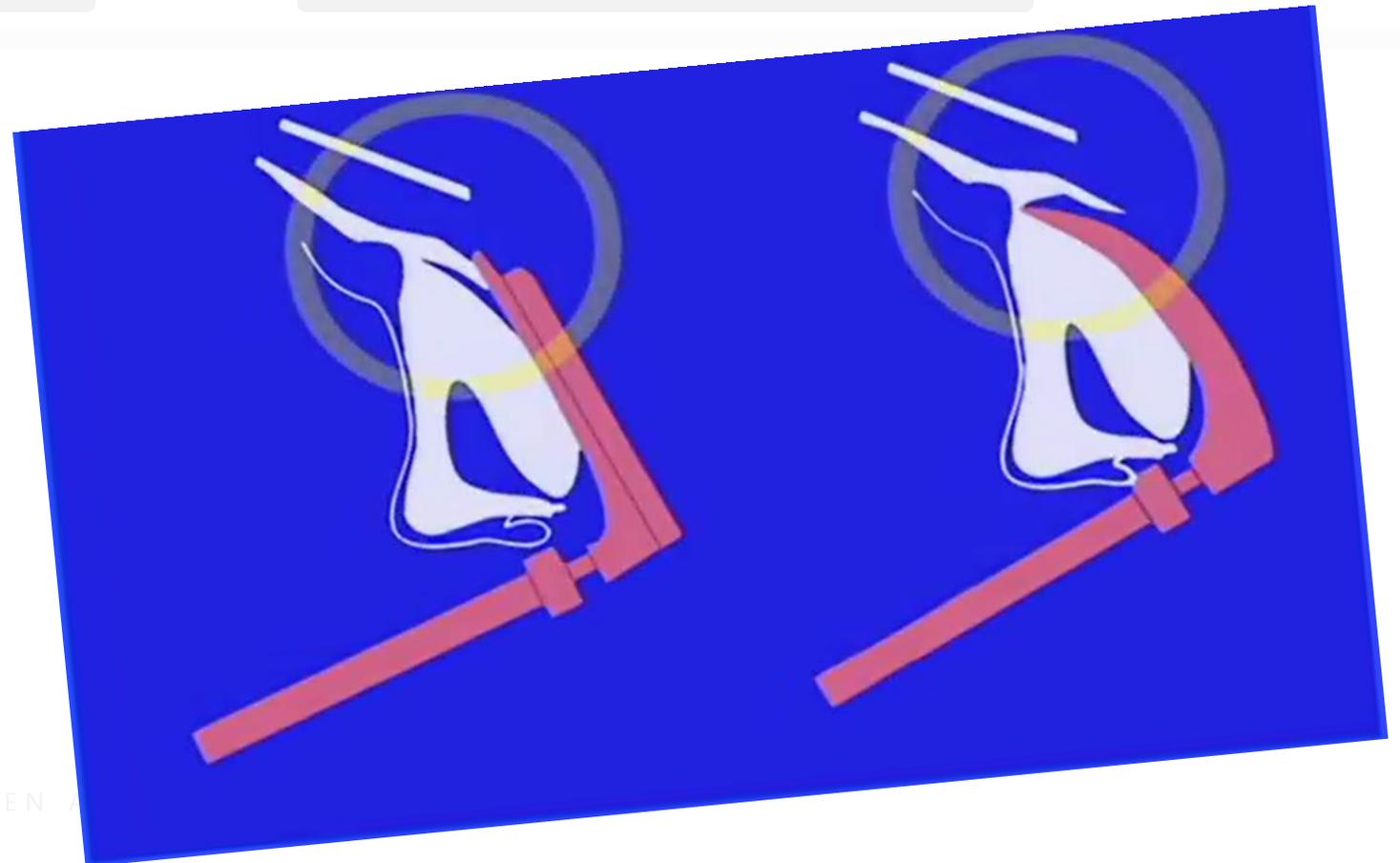
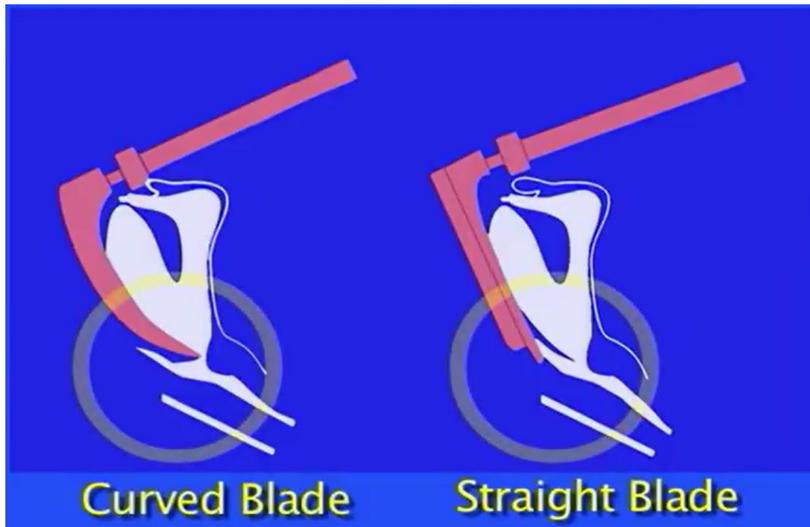
후두경

Miller

- Straight
- Depress the epiglottis
- Invented in 1941

Macintosh

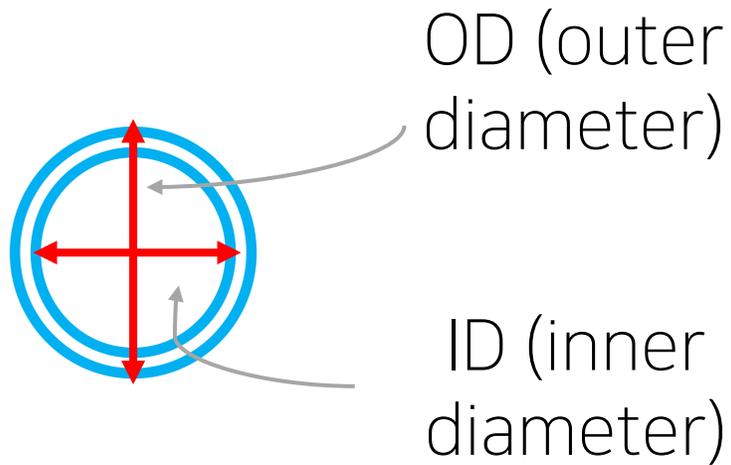
- Curved
- Depress the vallecula
- Invented in 1943



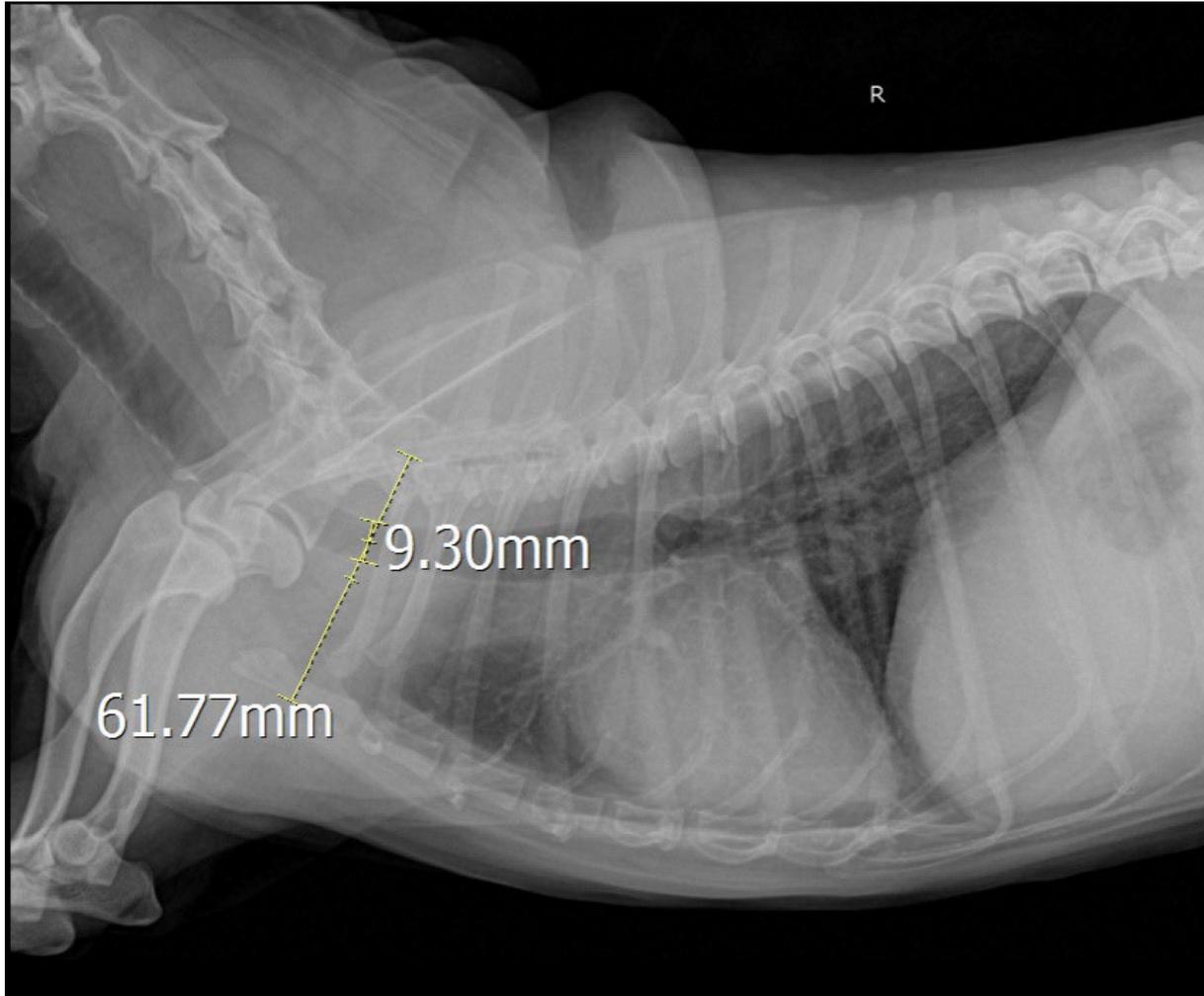
ET 튜브 사이즈

- 흉부 방사선 이용

- OD(외직경) = 기관 직경 (흉부 방사선에서 측정) X $\left\{ \begin{array}{l} 0.9 \\ 0.8 \\ 0.7 \end{array} \right.$



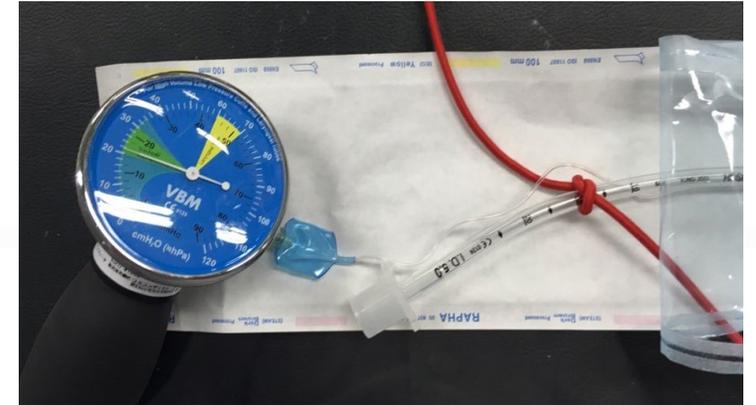
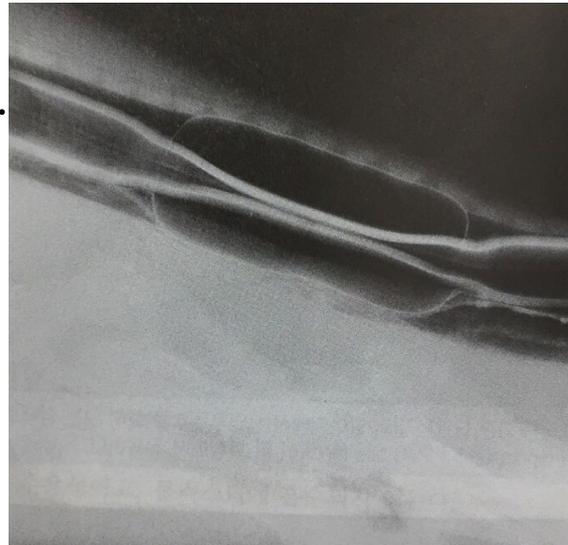
ET tube 사이즈



ET tube 커프

• 커프 부풀리기

- 오염 방지가 목적이다.
- 15-25 mmHg; 정도가 적절한 압력이다.
- 커프의 모양이 잡히나 빵빵하지 않은 정도가 적절하다.
- 커프를 적절히 부풀렸으나 가스 누출이 있다면 더 큰 사이즈의 튜브로 교체한다.



누출 확인 (ET tube cuff 용)

- 1) 호흡 튜브 연결
- 2) ET tube 고정 끈을 환자에게 묶음
- 3) 산소 유량계 조절 (2-3 L/min)
- 4) 커프를 부풀린다.
- 5) 모니터에서 이산화탄소를 확인한다.
- 6) 누출 확인 (20 cmH₂O)
- 7) 기화기를 켜다
- 8) 활력징후를 모니터링 한다.



Veterinary anesthesia and analgesia, 5th , William lumb, Wynn jones, 2015

금식 시간

2020 미국동물병원 협회 지침—마취 전 개와 고양이의 절식 및 절수 (일부 발체 및 번역—서울대 수의과대학 마취통증의학과)

환자 상태	절수		절식				습식 사료	처치 & 투약				기타
	0* hr	6-12 hrs	1-2 hrs	2-4 hrs	4-6 hrs	6-12 hrs		혈당 감시	장기 구강 투약†	항구토제§ 제산제 소화제	인슐린	
건강	✓				✓				✓			
<8주/ <2 kg	✓		≤1-2 hrs				✓ 마취전	마취 전/중/후	✓			당일 첫 마취로 진행
당뇨	✓			✓			2-4시간 전, 식사량의 1/2	마취 전/중/후	✓		2-4시간 전, 1/2용량	당일 첫 마취로 진행
구토의 이력 /위험		✓				✓	4-6시간 전, 식사량의 10%-25%		✓	✓		
응급		가능한 빨리								✓		마취 전 환자 의 안정화

*0시간 = 음수 제한 없음

†경구용 의약품은 소량(15-30 mL)의 습식 사료와 함께, 혹은 식용 반죽과 같은 물질로 코팅된 알약으로 투여 가능

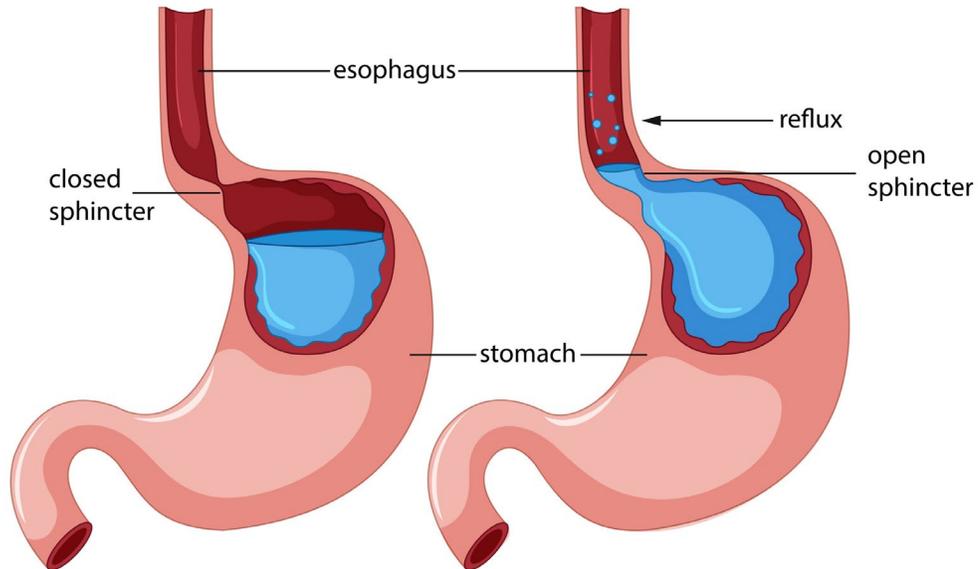
§마취 전 항구토제의 투약 → 마취 전 투약제에 의한 구토↓ → 환자의 편안함↑ 가능성

오연

마취 중 발생하는 오연의 원인들

- 구토 ← 전신 마취 과정과 회복기
- 식도 역류 ← 전신 마취 과정과 자세

Gastroesophageal reflux disease (GERD)



모니터링

혈압 측정

NIBP (Non-invasive blood pressure)

MAP

40%

심박수를 확인하자

- NIBP가 아닌 다른 곳에서 뜨는 심박수와 같은지 확인



모니터링



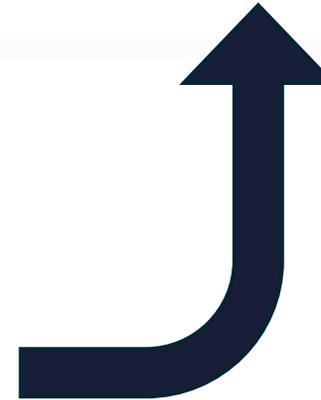
오류

심정지

- 너무 작은 심전도 파형 → 소형견이나 고양이, 심장축의 변위

두 번 측정

- 심전도의 P와 T 파형이 너무 커서 잘못 인식 → 심장축의 변위 또는 질병



모니터링

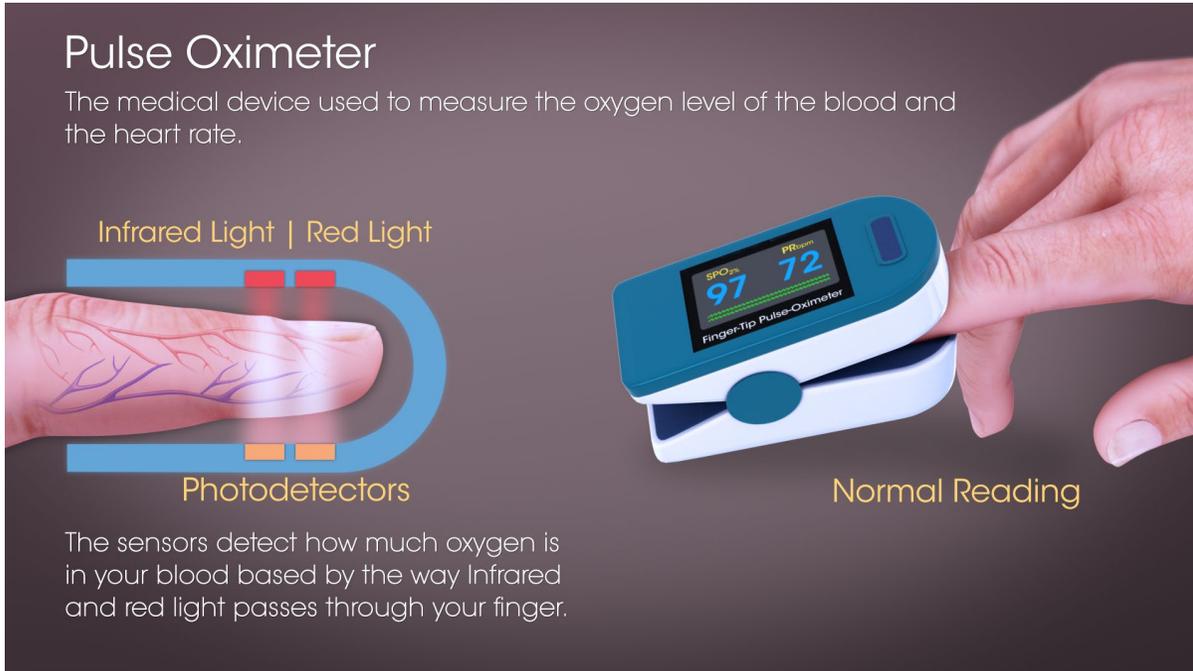
산소포화도 측정



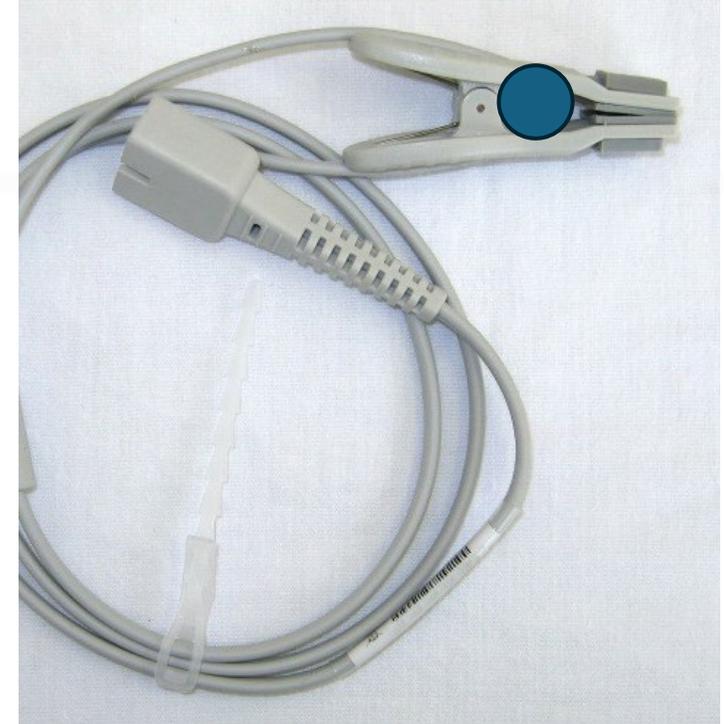
- 1) 조직의 색
- 2) 건조함
- 3) 조직의 두께
- 4) 털
- 5) 움직임
- 6) 저혈압

모니터링

산소포화도 측정



- 1) 조직의 색
- 2) 건조함
- 3) 조직의 두께
- 4) 털
- 5) 움직임
- 6) 저혈압



모니터링

가스 샘플 라인

- 일회용으로 출시된 제품이나 재사용에 무리 없음(하지만 주의 필요)
- 찢어짐 확인 → 교체
- 물 고임 → 건조 시키거나 교체

