

중환자 호흡기간호 실습

인공호흡기 실습 교육
- Servo-u 중심

계명대학교 동산병원

내과계중환자실

임경령 간호사

Servo-U 장비 특징 및 장비 구성



특징

- 직관적 터치스크린
- 다양한 환기 모드 지원
- Servo Compass 시각화 기능

장비구성

- 본체
- Expiratory Cassette
- Flow sensor
- O₂ Cell
- Filter & 회로

Pre-use check

자가 점검 항목 11가지(3~4분 정도 소요)

1



인공호흡기 및 가슴기 전원 연결
O₂, air hose 연결 : wall O₂, air

2



인공호흡기 전원 ON, 카트 바퀴 고정

3



Test tube 연결

4

Do you really want to start a Pre-use check?

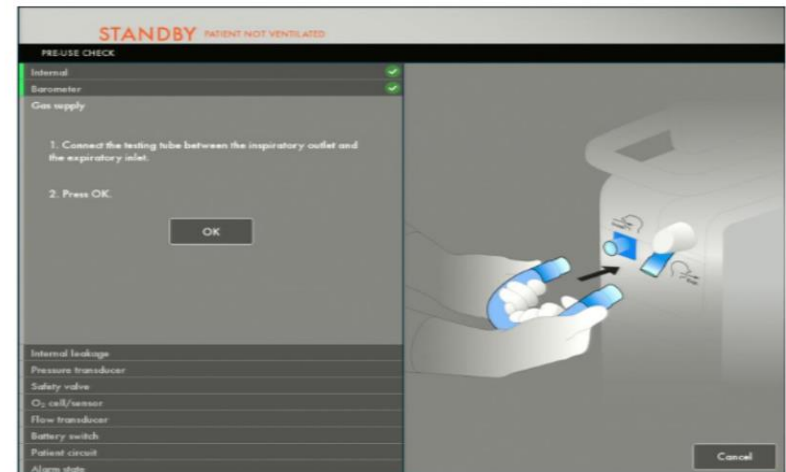
Yes 터치

5

Gas supply

1. Connent the testing tube
between inspiratory outlet and expiratory inlet

OK 터치

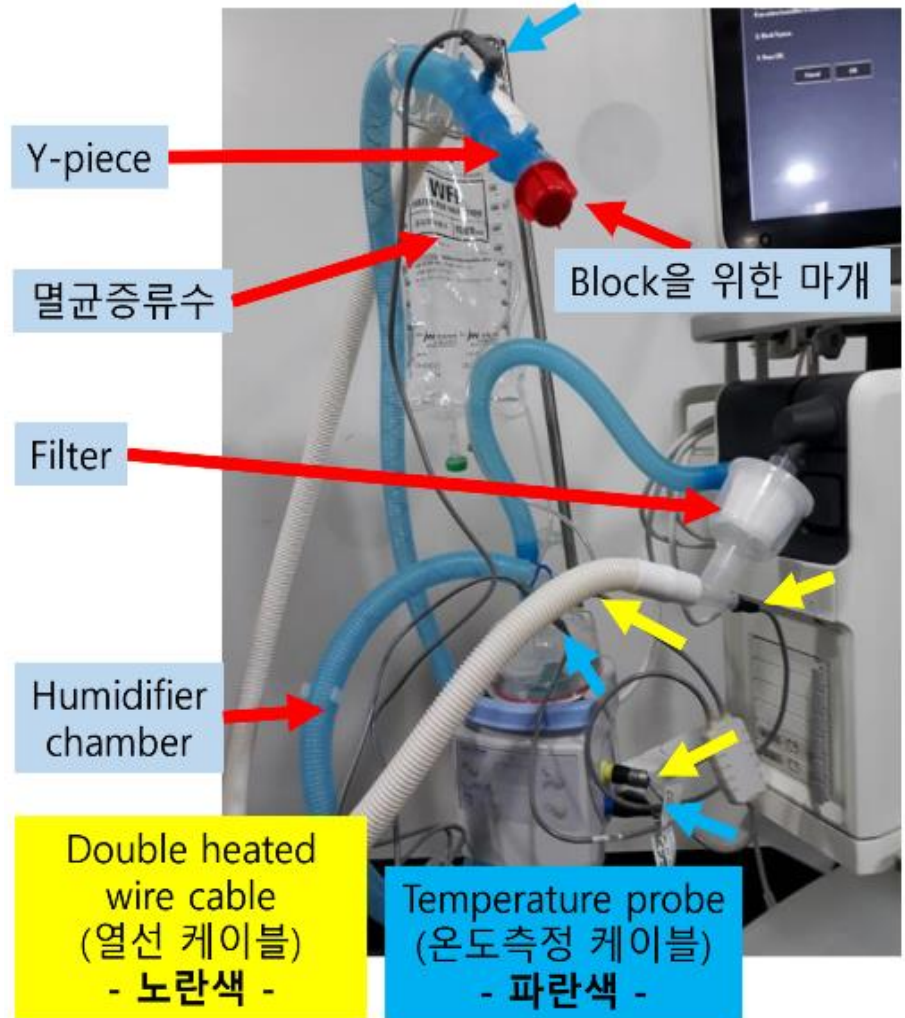


Pre-use check

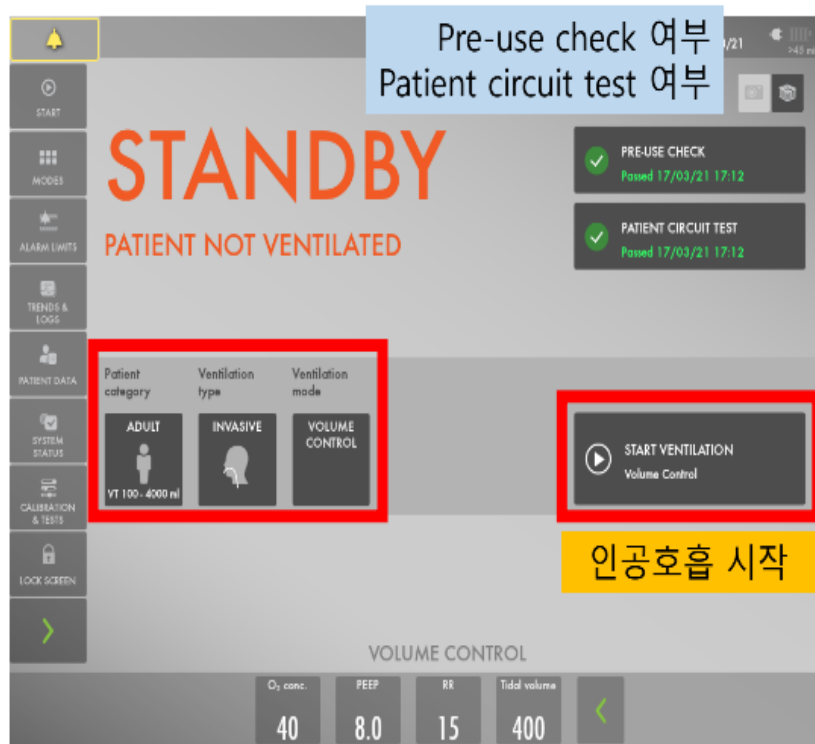
Exp. Cassette, Servo duo guard filter



Exp. Cassette, Servo duo guard filter



Stand by, Patient Data, PBW, ventilator target 설정



Patient category

- Adult (VT 100-4000 ml)
- Pediatric (VT 10-350 ml)
- Neonatal (VT 2-50 ml)

Ventilation type

- Invasive
- Noninvasive



[환자 정보]

1. PBW

- Adult : Gender, Height 입력하면 PBW 계산
- Pediatric, Neonatal : 실제 Weight 입력

2. Ventilation targets (목표 입력)

- Target volume 입력 (ml/kg)
- Target pressure 입력 (Driving or Total pressure 선택)

Mode 설정



[CMV, ACMV]

- Volume Control
- Pressure Control
- PRVC (Pressure Regulated Volume Control)

[Support]

- PS/CPAP (Pressure Support / Continuous Positive Airway Pressure)
- VS (Volume Support) (옵션)

[Interactive]

- SIMV (PC+PS) (PRVC+PS) (VC+PS)
- Automode (PC↔PS) (PRVC↔VS) (VC↔VS) (옵션)

[Other Therapies]

- High Flow (옵션)

NIV 모드는 Standby화면에서 선택

Interface

자주 쓰는 기능

알람 2분 끄기

환자 정보

시스템 상태

환기 멈춤

설정 값 변경

호흡 모드

알람 범위

환자 트렌드, 기록

Auto-SRM, Nebulizer, Lung mechanics, O2 boost level

화면 뷰 변경(Advanced view, Loop view, Family view, etc)

Suction support(오픈식션시 사용)

화면 잠금

추가 메뉴

1분간 고농도 O2 제공

설정 변경

추가 설정

Recording, Screen shot, Library center

추가 모니터링

현재 값 기록

Monitoring



- **Alarm limit** : 흰색 작은 숫자

- **Ppeak** : PIP, Peak Inspiratory Pressure
- **Pdrive** : Driving Pressure (Pdrive = Pplat - PEEP)
- **PEEP** : Positive End Expiratory Pressure

- **RR** : Respiratory Rate
- **O₂ conc.** : Fraction of inspired O₂ concentration
- **I:E** : I:E ratio

- **MVe** : Expiratory Minute Volume
- **VTi** : Inspiratory Tidal Volume
- **VTe** : Expiratory Tidal Volume (VTe: 환자의 실제 일회환기량)

- **Cdyn** : Dynamic Compliance
- **VT/PBW** : ml/kg (1kg 당 제공되는 volume 실시간 표시)

Servo Compass(인공호흡기 나침반)

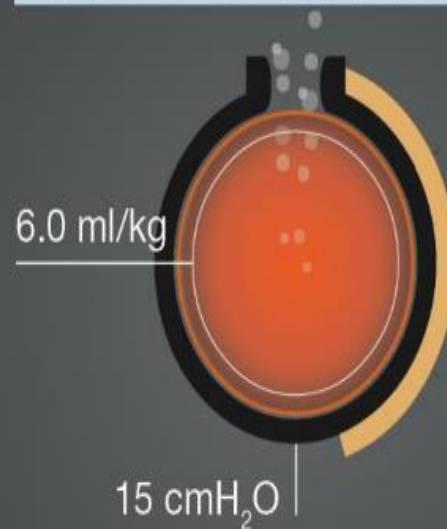
파란색 폐포: 설정된 Target volume의 20% 이내인 경우

붉은색 폐포: 설정된 Target volume에서 20% 이상이 차이가 나는 경우

붉은색 압력바: 설정된 Target pressure를 넘어가는 경우



Within targets



Too high volume



Too high pressure

- 설정된 Target을 인공호흡기 화면에 표시함 (흰색 선 및 글자) (Total pressure 또는 Driving pressure 중 선택)
- 설정된 Target에 따라 volume과 pressure 적절한지를 시각적으로 표시함
- Target은 [Patient data]에서 변경 가능하며, PBW가 계산되어야 Servo compass가 동작함
- Reference 기능을 사용하여 현재 volume과 pressure 값을 표시 가능함
- Servo compass는 screen layout 메뉴에서 켜거나 끌 수 있음



Alarm Profile (알람설정)



Alarm Profile

- **Pressure upper limit**
환자의 안전과 관련되므로 유의
- **Minute volume limit**
lower limit : MVe의 50% 이상 권장
- **Respiratory rate limit**
- **PEEP limit**

Sound level

- 초기값 : 6

Autoset (자동 조절)

- Pressure Upper Limit : 평균 값의 +10 & 최저 35cmH₂O,
- MV : ±50%
- RR : ±40%
- PEEP : +5, -3 범위로 자동 조절

Volume Control



[Basic]

- **Tidal Volume**
- **Respiratory Rate**
- **PEEP**
- **O₂ concentration**

[Others]

- I:E ratio
- T pause
- Inspiration rise time
- Trigger

Volume Control mode의 목표는 일회환기량 유지임으로 환자의 lung condition과 airway resistance 등에 따라 **P_{peak}** (PIP, Peak inspiratory pressure)가 변동됨

Alarm : **Airway Pressure high**(기도압력 상승)



환자의 폐 순응도가 낮아지거나, 염증·가래 등으로 인하여 기도 저항이 높아지거나, 일회환기량 값을 증가시키는 등의 경우에서, 더 높은 Ppeak(PIP, Peak inspiratory pressure)가 필요한데, Ppeak 수치가 upper pressure limit을 넘는 경우 Airway pressure high 알람 발생

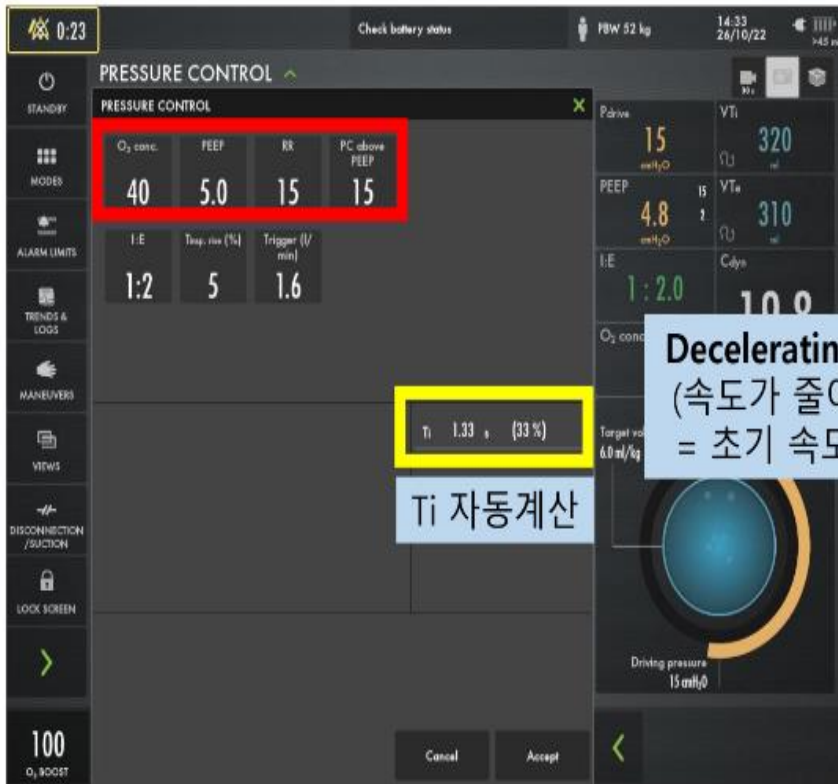
Airway obstruction(기도폐쇄)

- 1) **Mucus**(점액) 축적 → **suction**, postural drainage, chest percussion
- 2) **Bronchospasm**(기관지경련), wheezing → bronchodilator, nebulization (ventolin, atrovent, mucomyst, pulmicort, etc)
- 3) **ET-tube** 꺾임, 막힘, 깨물 → catheter 들어가는지 확인, 꺾인 곳 교정, ET-tube 재조정
- 4) 주기판지 폐쇄 → ET-tube 위치 재조정

Respiration organ(흉벽과 폐)의 탄력성 감소

- 1) 환자의 muscle tone 증가, Coughing(기침) → 필요 시 suction · analgesics(진통제) · sedative, Upper Pressure Limit 값 확인

Pressure Control



[Basic]

- PC above PEEP (압력)
- Respiratory Rate
- PEEP
- O₂ concentration

[Others]

- I:E ratio
- Inspiration rise time
- Trigger

Pressure Control mode의 목표는 흡기압

[P_{peak}(PIP)=PC above PEEP + PEEP] 유지임으로 환자의 lung condition과 airway resistance 등에 따라 일회 환기량이 변동됨

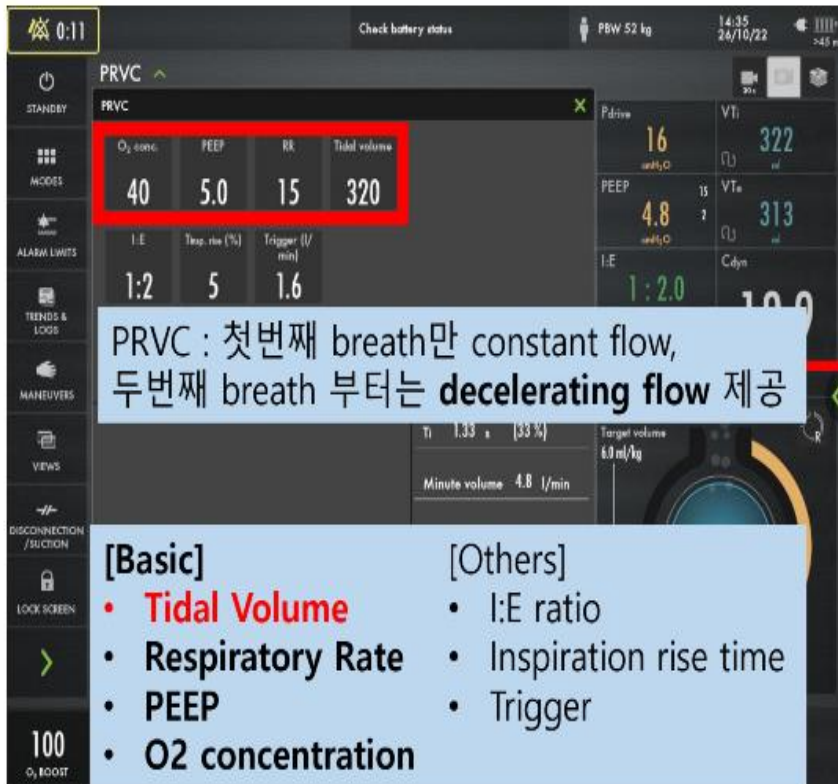
Alarm : Expiratory Minute Volume Low



1. Air leakage : cuff pressure 교정, 인공호흡기 연결부위 확인
2. Air obstruction 의심
- **Airway pressure high** 알람과 같은 방식으로 해결
3. 호흡 불충분 : VT or PIP 증가, RR 증가

환자의 lung condition 또는 airway resistance 등의 변화로 인하여 Tidal volume이 감소하고 시간이 지나면서 Minute volume이 감소하여 결국 alarm lower limit 아래로 떨어지면서 발생하는 알람

PRVC(Pressure Regulated Volume Control)



- 1) 기도 저항을 쉽게 극복하기 위한 **decelerating flow** 패턴(Pressure mode 장점)으로 **Target Tidal volume** (Volume mode 장점)을 환자에게 전달하는 mode
- 2) 매 호흡마다 환자의 폐 상태를 측정하여 Target Tidal volume을 위한 최저 흡기압을 계산하여 다음 호흡에 적용함 (Pressure mode와의 차이)
- 3) 적용되는 흡기압은 설정한 Upper Pressure Limit 값의 -5 cmH₂O로 제한됨

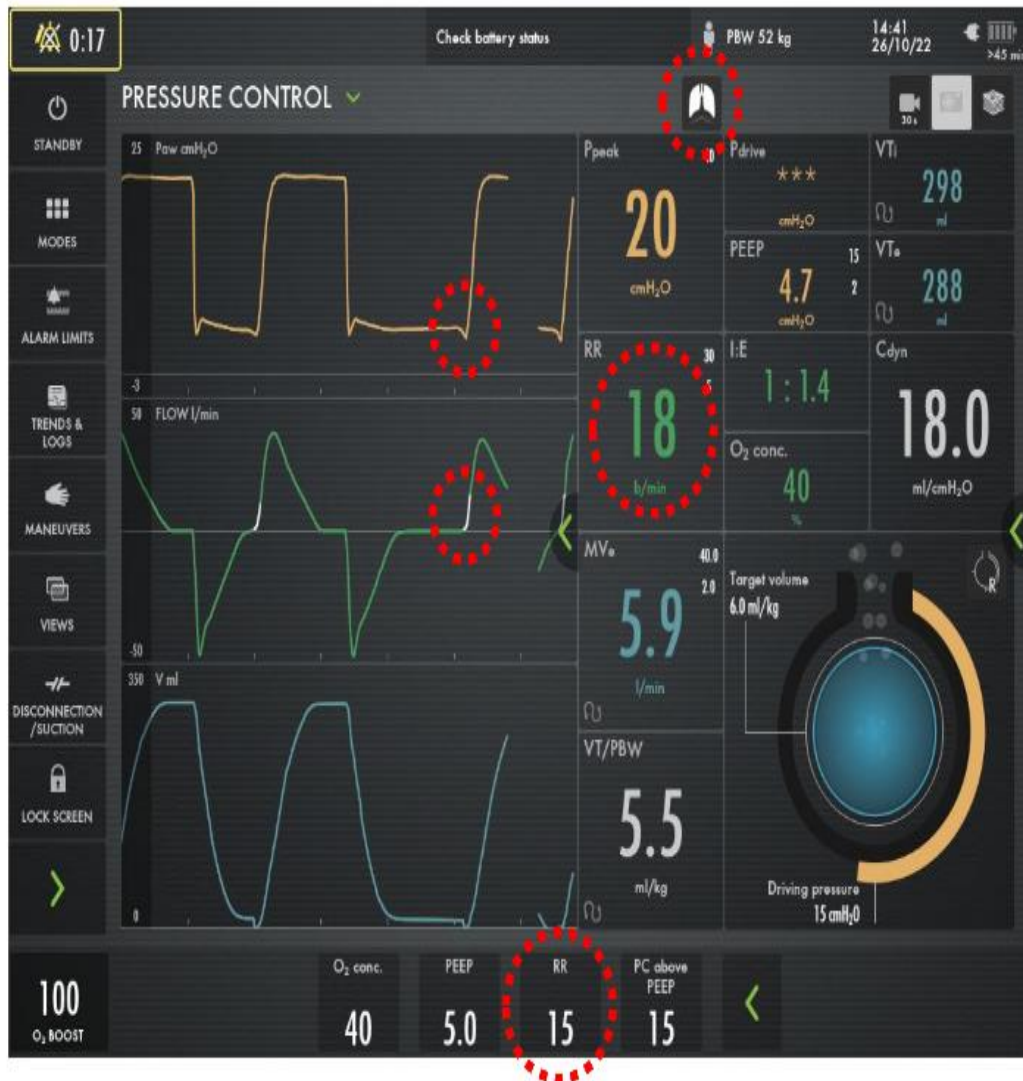
Alarm : Volume delivery restricted



Ppeak은 Upper pressure limit
-5 cmH₂O 에서 제한

- Air obstruction 의심
 - **Airway pressure high** 알람과 같은 방식으로 해결
- 호흡 불충분 : VT or PIP 증가, RR 증가

Self-triggerng(자발호흡 시작 및 감지)



- 폐 아이콘 : 환자의 자발호흡이 감지됨을 의미
- 흡기 노력 초기에 흉강에 음압이 생기면서 Pressure waveform이 살짝 떨어짐
- 흡기 노력 초기에 Flow가 변화함으로 Flow waveform에 흰색표시
- 설정된 RR보다 모니터링 되는 RR이 많음
- 자발호흡 감지 원리 : 흡기구에서 호기로 일정하게 흐르는 'bias flow'가 있는데, 갑자기 흡기구에서 출발한 bias flow가 호기구로 들어오지 않았을 때 이를 환자가 마셨다고 판단하여 자발호흡을 감지함

Pressure support



[Basic]

- **PS above PEEP**
- **PEEP**
- **O2 concentration**

[Others]

- Inspiration rise time
- Trigger
- End Inspiration
- Apnea time

Pressure Support mode의 목표는 흡기압 유지임으로 환자의 lung condition과 airway resistance 등에 따라 일회환기량이 변동됨

Ti/Ttot : Inspiration time/Total breathing cycle time

CPAP(Continuous Positive Airway Pressure)



PS mode에서 PS above PEEP 값을 0으로 줄이면 **CPAP mode**

Alarm: No patient effort



- **No patient effort** : Alarm profile에 설정된 Apnea time 동안 (기본값 20초) 자발호흡이 감지되지 않는 경우 알람 발생하며 backup ventilation 적용됨

- **No consistent patient effort** : 2분 동안 3번의 No patient effort 알람 발생시 Backup ventilation 팝업창 발생

Previous mode
19/03/21 13:41

※ 설정 창에서 [Previous Mode] 선택 시 지난 모드 및 설정 값을 불러옴

Alarm: Respiratory Rate: High



- 1) 저산소증, 체온상승, 불안, 통증, 신체활동 증가 등
 - a) 저산소증 → VT or FiO₂ 증가, b) **Alarm upper limit 변경**
 - c) 유발요인 제거, 필요 시 sedatives, analgesics(진통제), antipyretics(해열제) 사용
- 2) Auto-triggering(환자 triggering이 없는데 호흡 수 증가) → Trigger sensitivity 확인

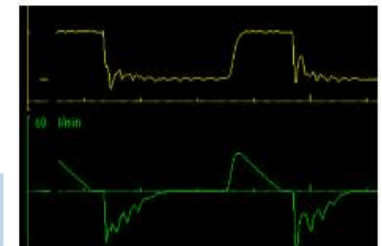
Alarm: Patient circuit disconnected



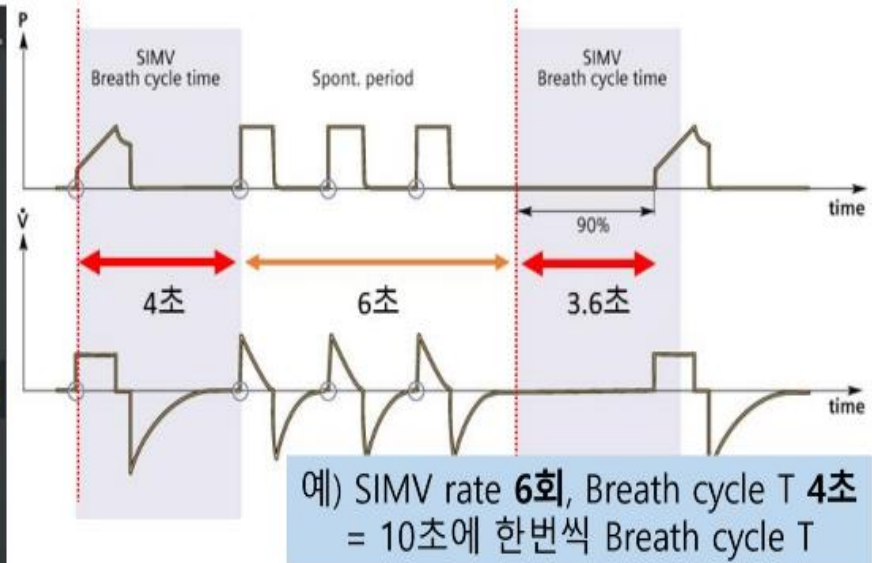
Patient circuit disconnection시 위처럼 다양한 알람이 발생 가능

- Patient circuit 제대로 연결 및 모든 연결상태 확인
- Patient circuit 내 응축수 제거
- Humidifier 정상 동작 여부 확인

응축수 in patient circuit



SIMV(Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation)



- SIMV mode는 가능한 환자의 자발호흡에 맞춰서 (Synchronized) 설정된 기계호흡(Mandatory ventilation)을 셋팅한 rate로 전달하고, 자발 호흡 시 Pressure support가 제공됨

- 기계호흡 구간에서 자발호흡 노력이 없으면 설정된 Breath cycle time의 90%까지 기다린 후 기계호흡이 전달됨 (ex. 4.0초의 90%인 3.6초까지 기다린 후 기계 호흡 전달)
- Breath cycle T 설정시 T_i (오른쪽 위) 가 자동으로 조절됨
- SIMV rate를 높이기 위해서는 Breath cycle T 값 조절해야 함 ($\text{SIMV rate} \times \text{Breath cycle T} \leq 60$)
- Apnea시 backup mode가 없음

Loop / Layout



Layout은
 1) 화면의 waveform을
 2초 누르거나
 2) Menu에서 screen
 layout을 선택

[Loop] 환자 Lung 상태 및 변화를 추적 관찰

- Reference 기능 : 현재 Loop를 백그라운드 고정 (변화되는 값을 시각적으로 확인 가능)
- Reference +2 기능 : 연속되는 3개의 Loop를 표시함
- Screen layout에서 Loop 선택 가능 (Volume-Pressure, Flow-Volume, Flow-Pressure)
- 필요시 Servo compass를 화면에서 없앨 수 있음