



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0094082
(43) 공개일자 2018년08월22일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2006.01) A61B 5/07 (2006.01)
A61B 5/08 (2006.01) A61B 5/145 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
A61B 5/742 (2013.01)
A61B 5/07 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2018-7020195</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2016년12월15일
심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2018년07월13일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2016/066930</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2017/106500
국제공개일자 2017년06월22일</p> <p>(30) 우선권주장
62/267,787 2015년12월15일 미국(US)
(뒷면에 계속)</p> | <p>(71) 출원인
레스퍼러토리 모션 인코포레이티드
미국 02452 매사추세츠주 월담 웨이벌리 오크 로드 411</p> <p>(72) 발명자
프리먼 제니 이.
미국 02493 매사추세츠주 웨스턴 애쉬 스트리트 59
브레이아노브 조던
미국 02155 매사추세츠주 메드포드 엘비온 스트리트 48
(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
유미특허법인</p> |
|---|---|

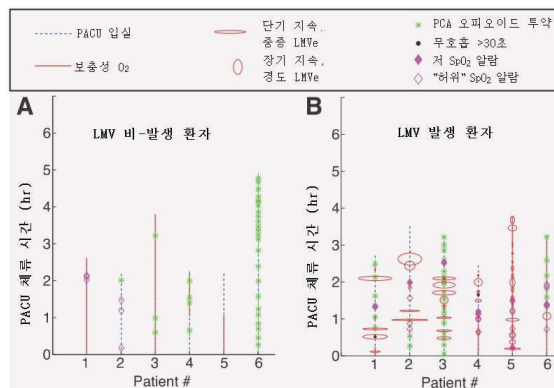
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 맥박산소측정 전 호흡 곤란을 검출하고 허위 탈포화 알람을 제거하기 위한 호흡량 모니터링 평가 방법

(57) 요약

신속한 환자 평가를 위해 고-충실성의 지속적인 호흡량 모니터링을 달성하기 위한 시스템 및 방법이 본원에 개시된다.

대표도 - 도3



도 3: PACU에서 환자의 호흡 상태의 시각화. 각 환자는 Y 축과 평행하게, 개체 라인을 따라 시각화된다 (도 1 참조). 청색 점선은 각 환자의 PACU에서의 타임라인을 표시하고, PACU 입실은 X 축에 정렬된다. 보충성 O₂는 적색 실선으로 청색 점선 정상부에 오버레이로 표시되고, 보충 O₂ 공급 영역에 걸쳐있다. 각 환자 죽을 따라 적색 타원으로 저 MV 이벤트가 표시된다. 각 타원의 폭은 각 이벤트의 중증도에 해당하며, 더 넓을수록 저 MV 이벤트가 더 심각 (즉, 낮은 MV)하다는 것을 의미한다. 또한, PCA 오피오이드 투여량은 녹색 별표로 표시되며, 30초 보다 긴 호흡 휴지기는 검정색 점으로, 저 SpO₂ 알람은 보라색 다이아몬드로 표시된다. "허위 SpO₂ 알람" (즉, 1분 일시적 알람 및 허위 탈포화)은 속이 빈 기호로 표시되고, 진성 탈포화는 속이 색칠된 기호로 표시된다.

(52) CPC특허분류

A61B 5/0816 (2013.01)

A61B 5/14542 (2013.01)

A61B 5/7278 (2013.01)

A61B 5/746 (2013.01)

(72) 발명자

에버솔 다니엘

미국 01901 매사추세츠주 스윙프스캇 유닛 2313 파
라다이스 로드 330

복 말콤 지.

미국 02052 매사추세츠주 미드필드 튜브웍 드라이
브 8

(30) 우선권주장

62/270,413 2015년12월21일 미국(US)

62/416,400 2016년11월02일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

프로세서 상에 환자의 호흡 데이터를 표시 (displaying)하는 방법으로서,
 하나 이상의 환자 센서에서 환자의 호흡 데이터를 취득하는 단계;
 상기 환자의 산소 포화 (SpO₂) 데이터를 취득하는 단계;
 상기 환자의 치료 데이터를 취득하는 단계;
 상기 호흡 데이터, 상기 SpO₂ 데이터 및 상기 치료 데이터를 포함하는 환자의 호흡 상태에 대한 시각화 (visualization)를 디스플레이 장치 상에 출력하는 단계; 및
 상기 SpO₂ 데이터의 변동성 (variability)에 대해 설정된 조건이 충족될 때 하나 이상의 청각 알람 또는 시각 알람을 작동시키는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 호흡 데이터가 상기 환자의 분당 호흡량 (MV, minute ventilation), 1회 호흡량 (TV, tidal volume) 및 호흡수 (RR, respiratory rate) 중 하나 이상을 포함하는, 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 환자가 비-삽관 환자인, 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 환자의 호흡 상태의 시각화는 환자의 치료 타임라인 (treatment timeline)에 대한 하나 이상의 지표; 상기 환자에 공급되는 보충 산소에 대한 하나 이상의 지표; 분당 저 호흡량 (LMV: low minute ventilation) 상황에 대한 하나 이상의 지표; 환자에 제공된 약물 용량에 대한 하나 이상의 지표; 지정된 기간 보다 긴 무호흡성 휴지기에 대한 하나 이상의 지표; 및 저 SpO₂ 상황에 대한 하나 이상의 지표를 포함하고,
 LMV 상황은 환자의 MV가 지정된 기간 동안 환자의 설정된 MV 아래로 떨어질 때 발생하고,
 저 SpO₂ 상황은 환자의 SpO₂가 설정된 SpO₂ 퍼센트 아래로 떨어질 때 발생하는, 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,
 상기 환자의 호흡 상태의 시각화는 진성 SpO₂ 상황과 허위 SpO₂ 상황 간의 구별을 포함하고,
 상기 진성 SpO₂ 상황은 설정된 기간 동안 저 SpO₂ 상황 발생시 발생하며, 상기 허위 SpO₂ 상황은 설정된 기간 보다 짧은 기간 동안 저 SpO₂ 상황 발생시 발생하는, 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 알람은 진성 SpO₂ 상황시에만 작동하는, 방법.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 저 분당 호흡량 (LMV) 상황에 대한 지표가 상기 상황의 지속 기간 및 상기 상황의 심각도를 포함하는, 방법.

청구항 8

제2항에 있어서,

상기 호흡 데이터는 연속적으로 취득되며,

상기 SpO₂ 데이터는 상기 환자의 MV, TV 또는 RR 중 하나 이상이 설정된 기준을 충족시키거나 또는 설정된 범위를 벗어난 경우에 취득되는, 방법.

청구항 9

제2항에 있어서,

상기 SpO₂ 데이터는 연속적으로 취득되며,

상기 호흡 데이터는 상기 환자의 MV, TV 또는 RR 중 하나 이상이 설정된 기준을 충족시키거나 또는 설정된 범위를 벗어난 경우에 취득되는, 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 SpO₂ 데이터는 설정된 기준을 충족시키는 경우에 표시되는, 방법.

청구항 11

제2항에 있어서,

MV 측정치가 베이스라인 MV의 40% 아래로 떨어진 경우에만 상기 SpO₂ 데이터가 취득 또는 표시되는, 방법.

청구항 12

제2항에 있어서,

MV 측정치가 상기 환자의 신체 표면적에 기초하여 예측된 MV의 40% 아래로 떨어진 경우에만 상기 SpO₂ 데이터가 취득 또는 표시되는, 방법.

청구항 13

제2항에 있어서,

MV 측정치가 상기 환자의 이상적인 체중 (ideal body weight)에 기초하여 예측된 MV의 40% 아래로 떨어진 경우에만 상기 SpO₂ 데이터가 취득 또는 표시되는, 방법.

청구항 14

제2항에 있어서,

MV 측정치가 베이스라인 MV의 300%를 초과한 경우에만 상기 SpO₂ 데이터가 취득 또는 표시되는, 방법.

청구항 15

제2항에 있어서,

MV 측정치가 환자의 신체 표면적에 기초하여 예측된 MV의 300%를 초과한 경우에만 상기 SpO₂ 데이터가 수득 또는 표시되는, 방법.

청구항 16

제2항에 있어서,

MV 측정치가 환자의 이상적인 체중에 기초하여 예측된 MV의 300%를 초과한 경우에만 상기 SpO₂ 데이터가 수득 또는 표시되는, 방법.

청구항 17

제2항에 있어서,

MV 측정치의 경시적인 변화율이 설정된 역치를 초과하는 경우에만 상기 SpO₂ 데이터가 수득 또는 표시되는, 방법.

청구항 18

제2항에 있어서,

MV 및 SpO₂가 모두 설정된 범위 아래로 떨어졌을 때, 청각 알람 또는 시각 알람이 작동하는, 방법.

청구항 19

제1항에 있어서,

상기 호흡 데이터가 인공 호흡기, 폐활량계, 호흡유량계 또는 비-침습적인 호흡량 모니터링 장치로부터 수집되는, 방법.

청구항 20

제1항에 있어서,

삽관된 환자에서 인공 호흡기 또는 비-삽관 환자에서 지속적 기도 양압 (continuous positive airway pressure) 또는 이중 기도 양압 (bilevel positive airway pressure) 장치의 하나 이상의 호흡 설정 (setting)을 조정하는 단계를 더 포함하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] **관련 출원에 대한 참조**

[0002] 본 출원은 2015년 12월 15일자 미국 가출원번호 62/267,787 "지속적인 호흡 상태에 대한 시각화 기술", 2015년 12월 21일자 미국 가출원번호 62/270,413 "맥박산소측정에 앞서 호흡 곤란을 검출하고 허위 탈포화 알람을 제거하기 위한 호흡량 모니터링 (RVM) 평가" 및 2016년 11월 2일자 미국 가출원번호 62/416,400 "호흡량 및 SpO₂ 모니터링 장치 및 방법"에 대해 우선권을 주장하며, 이들 문헌 모두 원용에 의해 본 명세서에 포함된다.

[0003] **발명의 기술 분야**

[0004] 본 발명은 지속적인 호흡 상태를 시각화하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 본 발명은 신속한 환자 평가를 위해 고-충실성의 지속적인 호흡량 모니터링을 활용하는 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 호흡 상태에 대한 관찰은 모든 임상 현장에서 환자를 관리하는 중요한 요소이다. 유감스럽게도, 현행 임상 실무는 호흡 모니터링 대신 호흡 상태에 대한 2차 지표, 통상적으로 맥박산소측정기로 측정된 산소 포화도 (SpO₂)에 의존한다. 실시간 호흡량 모니터링을 통한 호흡 부전의 조기 확인은 의료인이 적시에 치료법을 변경하여 더 심각한 합병증을 방지할 가능성이 있다. 신속하고 정확하게 호흡 측정치 (ventilation metrics)를 측정하는 비-침

습적인 모니터가 맥박산소측정에 의해 발생하는 허위 알람율 (rate of false alarm)을 줄이는데 도움이 될 수 있다. 호흡 측정치는 전장 또는 다른 외상성 손상 현장에서부터 이송 중, 그리고 병원의 중증 환자 관리 구역과 일반 병실 전역에서, 그리고 환자 퇴원 이후에도, 사실상 모든 환자 관리 현장에서 유용할 것이다.

[0006] 최근까지, 비-삽관 환자에서 호흡을 모니터링하는 것은 어려운 일이었다. 비-삽관 환자에서 실시간 디지털 호흡 데이터 뿐만 아니라 분당 호흡량 (MV: minute ventilation), 1회 호흡량 (TV: tidal volume) 및 호흡수 (RR: respiratory rate)에 대한 연속적인 추세를 제공하는, FDA-승인받은 비-침습적인 바이오-임피던스 기반의 호흡량 모니터가 최근에 이용가능해졌다. 이전의 임상 실험들에서 RVM (규칙적인 호흡 및 불규칙적인 호흡의 경우, 평균 0.96, 95% CI, 0.93-0.99)과 폐활량 측정치 간에 강력한 상관관계가 존재하고, 임상적으로 유의미한 정확도 (평균 오차 정확도 MV 9.3%, TV 9.0%, RR 1.8%)가 존재한다는 것이 입증되었다. 인공 호흡기를 통해 환자로부터 수집되는 호흡량 측정치들을 비교하였을 때, 기계적 호흡 또는 자발적 호흡시, RVM은 평균 MV 및 TV의 정확도가 >90%, RR 정확도가 >95%인 것으로 나타났다. 또한, RVM 측정치는 해부학적 사강 (anatomic dead space) 이하의 소량의 공기 이동과 관련된 무의미한 폐쇄성 호흡 (ineffective obstructed breath)에는 실질적으로 영향을 받지 않았다.

[0007] 부적절한 호흡은 적시에 검출 및 치료받지 못하면 일반적으로 호흡 곤란 또는 호흡 정지를 초래하는 위급한 상황이다. 카프노그래피 (capnography)는 비-삽관 환자들에서 기대했던 만큼의 유용성이 입증되지 않아, 의료인들은 일반적으로 한계가 잘 알려져 있음에도 불구하고 맥박산소측정에 의존한다. 이는 특히 보충성 산소 전달이 이루어지는 임상 현장에서 문제가 된다. 보충성 산소를 공급받는 환자의 경우, 주의 요망 (현재, 여러 기관들에서 <80% 내지 <90% 범위임)으로 간주되는 SpO₂의 선택 역치에 기반한 관리는, 환자 안전성에 관한 잘못된 평가를 제공함으로써, 치명적일 수 있다. 포화도 데이터에 대한 의존은 심각한 호흡 저하 (significant under-ventilation), 검출되지 않은 과탄산혈증 및 임박한 호흡 부전에 대한 진단을 지연시킬 수 있다.

[0008] 맥박산소측정과 관련하여 잘 알려진 또 다른 문제는 허위 알람율이 높다는 것으로, 이는 알람 둔감화 및 피로와 관련된 심각한 임상적인 문제를 증가시키는데 기여한다. 의료인은, 약 90%가 허위인 과도한 알람 빈도에 시달려, 대체적으로 알람 비활성화, 볼륨 감소, 조건 변경 또는 알람 무시로 반응하게 된다. "알람 안전성"은 2013년 및 2015년 Joint Commission on Hospital Accreditation에서 전국적인 환자 안전 목표가 되었고, 이 위원회는 의료 장비의 알람을 적시에 듣고 반응하도록 하기 위한 개선책이 행해지도록 의무화하였다.

[0009] 밴더빌트의 엠스타인과 그 동료들은 SpO₂ 알람이 마취 후 회복실 (PACU)에서 특히 높은 비율로 발생한다는 것을 발견하였다. 이들 연구 결과에 따르면, PACU 환자의 11.3% ± 0.02%가 저산소혈증 상황 (SpO₂ 알람이 2분 이상 지속됨)을 적어도 한번 경험한다. 수술실 밖에서 저산소혈증 상황을 적시에 해소하는 것은 어려운 것으로 입증되었으며, 저산소혈증 상황의 40.9% ± 0.02%가 3분 후에도 해결되지 않았다. 이는, PACU에 도착한 후, 계속적인 주의가 소홀해지고 호흡 관리 전문 인력의 이용가능성이 저하될 수 있는 시기인, 30분 이후에 SpO₂ 알람의 68.8%가 발생한다는 점에서, 악화되었을 것이다. 저자들은 스태프 인력 할당에 대한 재고를 제안하였지만, 이는 비용이 많이 들 뿐만 아니라 환자 안전성을 반드시 개선하는 것은 아닐 수 있다. 그 보다는, 호흡 곤란의 조기 식별에 RVM을 이용함으로써, 전문 마취의가 도착하기까지 시간 연장을 제공할 뿐만 아니라 환자가 악화되는 상황을 의료인에게 일찍 각성시킬 수 있을 것이다. 이러한 기술의 또 다른 이점은 몸통 전극 배치 (truncal electrode placement)에 있을 수 있는데, 이는 센서 이탈을 줄이는데 도움이 되며, 사지 움직임 (extremity motion)에 영향을 받지 않는다. 이러한 특징으로 인해, 잠재적인 저산소혈증이 보충성 산소 투여에 의해 은폐된 경우가 드러날 수 있게 할 뿐만 아니라, 환자의 움직임 또는 프로브 전위 (probe dislocation)에 의해 촉발되는 아티팩트 (즉, 허위 알람)인 SpO₂ 알람을 의료인이 식별해내는데 RVM이 도움이 될 수 있다.

[0010] 본 실험의 목적은 저 SpO₂ 측정에 앞서 호흡 곤란을 검출하고 진성 SpO₂ 알람으로부터 허위 알람을 구별하는 RVM 성능을 평가하기 위한 것이었다. 본 발명자들은, RVM이 맥박산소측정 보다 현저하게 빨리 호흡 곤란을 검출할 것이며, 움직임 또는 SpO₂ 측정에 영향을 미치는 다른 아티팩트에 의해 생성되는 허위 알람의 빈도를 줄이는데 도움이 될 수 있다는, 가설을 설정하였다.

발명의 내용

[0011] 본 발명은 현행 전략 및 설계와 관련된 문제와 단점을 극복하여, 호흡 상태를 시각화하는 새로운 툴과 방법을 제공한다.

- [0012] 본 발명의 일 구현예는 의료인이 신속하고 효과적으로 환자의 호흡 상태를 평가할 수 있는, 지속적인 호흡량 모니터링 (RVM) 데이터에 기초한 시각화 기술에 관한 것이다. 주요 시간 특징과 크기 특징은 보존하면서 고-충실성의 RVM 데이터의 변동성을 줄임으로써, 환자의 시간 데이터를 단순하고 해석이 용이한 플롯으로 생성할 수 있으며, 이로써 의료인이 신속하게 임상적인 판단을 결정하여, 환자 안전성을 개선하고, 스태프의 업무 부하를 줄이고, 건강 관리 비용을 절약할 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일 구현예는 환자의 호흡 데이터를 표시 (displaying)하는 방법에 관한 것이다. 이 방법은 환자의 호흡 데이터를 하나 이상의 환자 센서로부터 취득하는 단계, 환자의 산소 포화도 (SpO₂) 데이터를 취득하는 단계, 환자의 치료 데이터를 취득하는 단계, 호흡 데이터, SpO₂ 데이터 및 치료 데이터 등의 환자의 호흡 상태를 디스플레이 장치 상에 시각화를 출력하는 단계, 및 SpO₂ 데이터의 변동성 (variability)에 대해 설정된 조건이 충족 되었을 때 하나 이상의 청각적 또는 시각적 알람을 작동시키는 단계를 포함한다.
- [0014] 바람직한 구현예에서, 호흡 데이터는 환자의 분당 호흡량 (MV), 1회 호흡량 (TV) 및 호흡수 (RR) 중 하나 이상을 포함한다. 바람직한 구현예에서, 환자의 호흡 상태 시각화는 환자의 치료 타임라인 (treatment timeline)에 대한 하나 이상의 지표; 상기 환자에 공급되는 보충 산소에 대한 하나 이상의 지표; 저 분당 호흡량 (low minute ventilation, LMV) 상황에 대한 하나 이상의 지표; 환자에 제공된 약물 용량에 대한 하나 이상의 지표; 설정된 기간 보다 긴 무호흡성 휴지기에 대한 하나 이상의 지표; 및 저 SpO₂ 상황에 대한 하나 이상의 지표를 포함하며, 여기서 LMV 상황은 환자의 MV가 설정된 기간 동안 환자의 설정된 MV 아래로 떨어질 때 발생하며, 저 SpO₂ 상황은 환자의 SpO₂가 설정된 SpO₂ 퍼센트 아래로 떨어질 때 발생한다.
- [0015] 바람직하게는, 환자의 호흡 상태의 시각화는 진성 SpO₂ 상황과 허위 SpO₂ 상황을 구별하는 것을 포함하며, 여기서 진성 SpO₂ 상황은 설정된 기간 동안 저 SpO₂ 상황 발생시 발생하며, 허위 SpO₂ 상황은 설정된 기간 보다 짧은 기간 동안 저 SpO₂ 상황 발생시 발생한다. 알람은 바람직하게는 진성 SpO₂ 상황일 경우에만 작동된다. 바람직하게는, 저 분당 호흡량 (LMV) 상황에 대한 지표는 상황의 지속 기간 및 상황의 중증도를 포함한다. 바람직한 구현예에서, 호흡 데이터는 연속적으로 취득되며, SpO₂ 데이터는 환자의 MV, TV 또는 RR 중 하나 이상이 설정된 기준을 충족시키거나 또는 설정된 범위를 벗어난 경우에 취득된다.
- [0016] 바람직하게는, SpO₂ 데이터는 연속적으로 취득되며, 호흡 데이터는 환자의 MV, TV 또는 RR 중 하나 이상이 설정된 기준을 충족시키거나 또는 설정된 범위를 벗어난 경우에 취득된다. 바람직한 구현예에서, SpO₂ 데이터는 설정된 기준을 충족시키는 경우에 표시된다. MV 측정치가 베이스라인 MV 보다 아래로, 예를 들어, 50%, 40% 또는 30% 아래로 떨어진 경우에만 SpO₂ 데이터가 취득 또는 표시된다. 바람직하게는, MV 측정치가 환자의 신체 표면에 적에 기초하여 예측된 MV 보다 아래로, 예를 들어, 50%, 40% 또는 30% 아래로 떨어진 경우에만 SpO₂ 데이터가 취득 또는 표시된다. 바람직하게는, MV 측정치가 환자의 이상적인 체중 (ideal body weight)에 기초하여 예측된 MV 보다 아래로, 예를 들어, 50%, 40% 또는 30% 아래로 떨어진 경우에만 SpO₂ 데이터가 취득 또는 표시된다.
- [0017] 바람직한 구현예에서, SpO₂ 데이터는, MV 측정치가 베이스라인 MV의 예를 들어, 250%, 300% 또는 350%를 초과한 경우에만, 취득 또는 표시된다. 바람직하게는, SpO₂ 데이터는, MV 측정치가 환자의 신체 표면에 적에 기초하여 예측된 MV의 예를 들어, 250%, 300% 또는 350%를 초과한 경우에만, 취득 또는 표시된다. 바람직하게는, SpO₂ 데이터는, MV 측정치가 환자의 이상적인 체중에 기초하여 예측된 MV의 예를 들어, 250%, 300% 또는 350%를 초과한 경우에만, 취득 또는 표시된다. 바람직하게는, SpO₂ 측정치는, MV 측정치의 경시적인 변화율이 설정된 역치를 초과하는 경우에만, 취득 또는 표시된다.
- [0018] 바람직한 구현예에서, MV 및 SpO₂가 모두 설정된 범위 아래로 떨어졌을 때, 청각 또는 시각 알람이 작동된다. 바람직하게는, 호흡 데이터는 인공 호흡기, 폐활량계, 호흡유량계 또는 비-침습적인 호흡량 모니터링 장치로부터 수집된다. 바람직하게는, 본 방법은 삽관된 환자에서 인공 호흡기 또는 비-삽관 환자에서 지속적 기도 양압 (continuous positive airway pressure) 또는 이중 기도 양압 (bilevel positive airway pressure) 장치의 하나 이상의 호흡 설정을 조정하는 단계를 더 포함한다.
- [0019] 본 발명에 대한 다른 구현예들과 이점들이 하기 설명에서 일부 기술되며, 이는 이러한 설명으로부터 명확해지거

나 또는 본 발명의 실시로부터 학습될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020]

도 1 우측 전고관절치환술이 제안된, 25-pack year 흡연력의, COPD, 2형 당뇨병 및 심장병으로 이전에 진단된, 70 y/o 여성 환자 (BMI: 36.7 kg/m², 7.2 L/min MV_{PRED}). 환자는, 전신 마취 하에 수술 후, 맥박산소측정 및 RVM으로 183분간 PACU에서 모니터링하였다. 도면에 SpO₂ 수치 (A)가 RVM의 MV (B), TV (C) 및 RR (D) 추세와 연계하여 기록된다. SpO₂ 수치 (청색 ○)는 EHR에서 1분 간격으로 기록하였다. 1분 일시적 알람 및 허위 탈포화는 적색 서클로, 진성 탈포화는 적색 ●로 표시된다. PACU에서, 환자에서 3분간 지속된 저산소혈증 상황 1번과 더불어 1번의 1분 일시적 알람이 발생하였다. 환자를 먼저 페이스마스크로 산소 보충시키고 (6 L/min), PACU 3기 동안에는 실내 공기 (room air)로 전환하였다. 모르핀 PCA 펌프를 작동시켰지만, 투여량 (doses)을 투여하진 않았다. 환자에서 진성 탈포화가 발생하기 149분 전에 시작하는 저 MV 상황이 10번 재발하였으며, 저 MV 상황들은 진성 탈포화가 발생되기 12.6분 전에 대부분 근접하여 선행되었다. SpO₂ 수치는 안정적으로 유지되었는데, 이는 맥박산소측정기가 환자의 손가락에 잘 장착되어 있다는 것을 의미한다. 저 MV는 RR 보다 TV의 저하와 더 관련성이 있다.

도 2 여러 번 허위 알람이 작동된 환자. 우측 슬관절 전치환술/관절치환술 (arthroplasty/replacement)이 제안된, 4.5-pack year 흡연력의, 호흡 문제가 진단되지 않은, 63 y/o 여성 환자 (BMI: 29.1 kg/m², 7.0 L/min MV_{PRED}). 이 환자를, 척추 마취 하에 수술한 후, 맥박산소측정 및 RVM으로 121분간 PACU에서 모니터링하였다. 도면에 SpO₂ 수치 (A)를 RVM의 MV (B), TV (C) 및 RR (D) 추세와 연계하여 기록하였다. SpO₂ 수치 (청색 ○)는 EHR에서 1분 간격으로 기록하였다. 1분 일시적 알람 및 허위 탈포화는 적색 ●로 표시된다. PACU에서, 환자에서 2분간 지속된 저산소혈증 상황 1번과 더불어 4번의 1분 일시적 알람이 작동하였다. 환자를 먼저 페이스마스크로 산소 보충시키고 (6 L/min), PACU에 도착한 지 15분 내에 실내 공기로 전환하였다. 수술 후 통증 관리를 위해 대퇴 신경 블록 (femoral nerve block)을 수술 전에 투여하였다. 블록이 소거됨에 따라, 통증 점수 10에서 >4로 간호 기록에 기록되었으며, 하이드로모르폰 (hydromorphone) PCA 펌프를 구동시켜 1회분을 투여하였다. PACU 입실시 MV_{MEASURED}이 MV_{PRED}의 >150%이고, 환자는 PACU에 있는 내내 MV_{MEASURED}가 약 100% MV_{PRED}로 유지되었다. 환자에서 2 MV 상황이 2번 발생하였고, 한번은 오피오이드 투여 이후였다. 진성 탈포화 환자에서 기록된 SpO₂ 신호와 대조적으로, SpO₂ 수치가 계속적으로 달라져, 맥박산소측정기가 환자의 손가락에 잘 장착되지 않은 것으로 보인다. MV 및 SpO₂의 변화는 과도한 환자의 움직임임을 의미한다.

도 3 PACU에서 환자의 호흡 상태의 시각화. 각 환자는 Y 축과 평행하게, 개체 라인을 따라 시각화된다 (도 1 참조). 청색 점선은 각 환자의 PACU에서의 타임라인을 표시하고, PACU 입실은 X 축에 정렬된다. 보충성 O₂는 적색 타원으로 청색 점선 정상부에 오버레이로 표시되고, 보충 O₂ 공급 영역에 걸쳐있다. 각 환자 축을 따라 적색 타원으로 저 MV 상황이 표시된다. 각 타원의 (y 축을 따른) 길이는 저 MV 상황의 시간적인 지속 기간을 나타내고, 각 타원의 폭은 각 상황의 중증도에 해당하며, 더 넓을수록 저 MV 상황이 더 심각 (즉, 낮은 MV)하다는 것을 의미한다. 아울러, PCA 오피오이드 투여량은 녹색 별표로 표시되며, 30초 보다 긴 무호흡성 휴지기는 검정색 점선으로, 저 SpO₂ 알람은 보라색 다이아몬드로 표시된다. "허위 SpO₂ 알람" (즉, 1분 일시적 알람 및 허위 탈포화)은 속이 빈 기호로 표시되고, 진성 탈포화는 속이 색칠된 기호로 표시된다.

도 4 저 MV의 발생에 따른 환자 코호트의 분류. 플롯은, RVM으로 측정된 MV 수준이 MV_{PRED} 역치의 40% 미만인 환자의 %를 표시한다. 전체 환자 코호트의 RVM 데이터를 2번의 주요 30분 기간으로 나누었다: PACU 입실부터 30분 및 PACU 퇴실 전 30분.

각 그룹에서, EHR에 기록된 SpO₂ 알람의 횟수를 확인하고, PACU 간호사는 오피오이드를 투여받은 환자의 수, 평균 투여량과 오피오이드 투여 횟수 및 PACU LOS를 기록한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021]

본원에 구체적이고 광의적으로 기술된 바와 같이, 본원은 본 발명의 상세한 구현예들을 제공한다. 그러나, 본원의 구현예들은 다양한 형태 및 대안적인 형태로 구현될 수 있는 본 발명의 단순한 예이다. 따라서, 구체적인 구

조 및 기능적인 상세 내용은, 제한되지 않는 것으로 의도되며, 오히려 청구항에 대한 토대를, 그리고 본 발명을 다양하게 적용하기 위해 당해 기술 분야의 당업자에게 교시하기 위한 대표적인 토대를 제공하는 것으로 의도된다.

- [0022] 지속적인 RVM 데이터, O₂ 보충 상태, SpO₂ 알람 기록 및 PCA 오피오이드 투여 데이터는 각 환자에서 입원 중에, 예를 들어 정형외과 수술 후 PACU에 있는 동안 수집된다. 여기서, 예를 들어, 저 MV 상황 (LMVe)는 적어도 60초간 지속되는 MV <40% MV_{PRED} (환자의 BSA에 기초함)로서 정의된다. 저 SpO₂ 알람 한계는, 예를 들어, <90%에서 설정될 수 있으며, 산발성 저 SpO₂ 기록 (<2분)은 바람직하게는 "허위 알람"으로 간주된다.
- [0023] 각 환자는 바람직하게는 개체 축을 따라 Y 축에 평행하게 시각적으로 표시된다. 예를 들어, 도 3에 도시된 바와 같이, 점선은 각 환자의 PACU에서의 타임라인을 표시하며, PACU 도착에서부터 X 축을 따라 배치된다. 보충성 O₂는 실선으로, 보충 O₂가 공급되는 영역에 걸쳐 있는 점선 정상부에 오버레이로 표시된다. 각 환자 축을 따라 타원으로 NMVe가 표시된다. 각 타원의 (y 축을 따른) 길이는 LMVe 또는 LMVe 클러스터(근접하게 연속적인 경우)의 시간적인 지속 기간을 의미하고, 각 타원의 폭은 각 상황의 중증도에 해당하며, 더 넓을수록 LMVe가 더 심각(즉, 저 MV)하다는 것을 의미한다. 아울러, PCA 오피오이드 또는 다른 약물 투여량은 별표로 시각화되고, 30초보다 또는 다른 사전 정의된 지속 기간보다 긴 무호흡성 휴지기는 도트로, 저 SpO₂ 알람은 다이아몬드로 표시된다. "허위 SpO₂ 알람"은 속이 빈 기호로 표시되고, >2분간 지속되는 진성 SpO₂ 알람은 속이 색칠된 기호로 표시된다.
- [0024] 많은 임상적인 결정들은 정량 데이터에 의해 이루어지기 때문에, 새로운 데이터 생성 및 시각화 방법들이 해석 및 신속한 환자 평가에 일조할 수 있다. 이는, 비-삽관 환자에서 고-충실성의 호흡량 데이터를 이용한 업무시 특히 중요하다. 이러한 데이터의 자연 발생적인 변동성은 의료인이 추세를 원 측정치에서 유추되는 상관 관계 또는 인과 효과와 조합하기 어렵게 할 수 있다. 이러한 이유로, 생성된 시각화는 임상적 의사 결정에 도움을 줄 뿐만 아니라 또한 업무 부하 및 관련 건강관리 비용을 줄일 수 있다.
- [0025] 본 발명의 일 구현예에서, RVM 모니터는 환자에게 지속적으로 사용되며, SpO₂ 모니터는 특정 기준을 충족하거나 또는 설정된 범위(들)에서 벗어난 MV, TV 또는 RR 측정치 또는 이들의 조합에 의해 작동되었을 때에만, 환자에게 사용된다. 다른 구현예에서, SpO₂ 모니터는 또한 환자에게 지속적으로 사용되지만, 측정치는 특정 기준을 충족하거나 또는 설정된 범위(들)에서 벗어난 MV, TV 또는 RR 측정치 또는 이들의 조합에 의해 작동되었을 때에만 입수한다.
- [0026] 다른 구현예에서, SpO₂ 모니터는 모두 적용되며, 이의 측정치는 지속적으로 획득되지만, 내부 알고리즘이 이들 측정치가 디스플레이되는 시기를 결정한다. 일 구현예에서, SpO₂ 측정치는, MV 측정치가 베이스라인 MV의 40% 아래로 떨어진 경우에만, 획득 및/또는 표시된다. 일 구현예에서, SpO₂ 측정치는, 환자의 신체 표면적 (BSA)에 기초하여 예측된 MV의 40% 아래로 떨어진 경우에만, 획득 및/또는 표시된다. 일 구현예에서, SpO₂ 측정치는, 환자의 이상적인 체중 (IBW)에 기초하여 예측된 MV의 40% 아래로 떨어진 경우에만, 획득 및/또는 표시된다. 일 구현예에서, SpO₂ 측정치는, MV 측정치가 베이스라인 MV의 300%를 넘을 경우에만, 획득 및/또는 표시된다. 일 구현예에서, SpO₂ 측정치는, MV 측정치가 환자의 BSA에 기초하여 예측된 MV의 300%를 넘을 경우에만, 획득 및/또는 표시된다. 일 구현예에서, SpO₂ 측정치는, MV 측정치가 환자의 IBW에 기초하여 예측된 MV의 300%를 넘을 경우에만, 획득 및/또는 표시된다. 일 구현예에서, SpO₂ 측정치는, MV 측정치의 변화 속도가 설정된 역치 (예, 1 L/min² 또는 20%/min)를 경시적으로 넘어선 경우에만, 획득 및/또는 표시된다.
- [0027] 일 구현예에서, MV는 RR 대신 표준적인 조기 점수 평가 체계 (standard early scoring system)에 통합된다. 일 구현예에서, MV, TV 또는 RR 중 하나 이상의 조합에 기초한 알고리즘은 상기와 같이 SpO₂ 측정치의 통합을 촉발한다 (예, 지속적인 적용, 간헐적인 적용 및 지속적인 수집 중 한가지 이상). 일 구현예에서, MV, TV 또는 RR의 하나 이상의 2차 피처 (second-order feature)(예, 분산 (variance), 첨도 (kurtosis), 엔트로피 및 엔탈피)는 상기와 같이 SpO₂ 측정치의 통합을 촉발한다 (예, 지속적인 적용, 간헐적인 적용 및 지속적인 수집 중 한가지 이상).
- [0028] 일 구현예에서, MV, TV, RR 측정치 또는 이들 측정치의 2차 가공 통계 (second-order derived statistic) 또는

이들의 조합은, SpO₂ 측정치를 필터링하여 데이터 표시, 분석 또는 임상적 의사 결정 알고리즘에서 허위 가능성 측정치 (likely false measurement)의 영향을 배제 또는 최소화하는데, 이용할 수 있다. 일 구현예에서, 설정된 범위를 벗어났 저 MV와 저 SpO₂의 조합은, 바람직하게는, 임상적 개입 또는 평가를 요청하는 경고를 작동시키는데 필수적이다. 다른 구현예에서, 이들 조합 중 하나로부터 수득되는 데이터는 호흡 곤란, 호흡 곤란, 호흡 정지, 호흡 부전, 삽관 필요성, 재-삽관 필요성, 발관 (extubation) 필요성, 고 등급 관리 구역 (higher acuity setting)으로의 이송, 저 등급 관리 구역 (lower acuity setting)으로의 이송, 퇴원, 입원, 치료 필요성, 치료 또는 치료법의 효능 모니터링, O₂ 투여 필요성 및 타이트리이션 (titration), CPAP 또는 BiPAP의 필요성 또는 타이트리이션, 고속 O₂를 진단하는데 이용될 수 있다.

[0029] 일 구현예에서, MV, TV 또는 RR 데이터는 인공 호흡기, 폐활량계, 호흡유량계 또는 비-침습성 RVM으로부터 수집될 수 있다. 조합된 데이터는 삽관 환자에서 인공 호흡기, 또는 비-삽관 환자에서 지속적 기도 양압 또는 이중 기도 양압 (CPAP/BiPAP) 장치에서 호흡 세팅 (예, PEEP 또는 흐름) 조정에 활용될 수 있다. 본원에 기술된 바와 같이 조합된 데이터에 기초한 알고리즘은 데이터 통합시 측정 간의 일시적인 리드/레그 (lead/lag)를 이용할 수 있다.

[0030] 아래 실시예들은 본 발명의 구현예들을 예시하지만, 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 간주되어서는 안된다.

[0031] **실시예**

[0032] 비-침습성의 임피던스-기반의 호흡량 모니터 (RVM)를 사용해 실시간 MV, TV, 및 RR을 지속적이고 정량적으로 측정하였다. 흉부 PadSet 전극을 권고된 위치 (복장 패임 (sternal notch), 검상 돌기 (xiphoid) 및 검상 돌기 높이에서 우측 액와 중간선)에 장착하였다. 병력, 인체 치수 및 기초 인구 통계를 입수하였다. 이러한 관찰 실험에서, 의료인은 RVM 측정에 맹검이었으며, 수술 전후 환자 관리는 표준 실무에 따라 실시하였고, 즉, 통증 관리 프로토콜, PACU 관리 또는 RVM 측정치에 기초한 개입에 변화를 주지 않았다.

[0033] RVM 데이터 수집은 수술 전에 시작하여, (전신 마취 또는 척추 마취 하) 수술 중에 계속 진행하였으며, PACU 퇴실시 종료하였다. 통례적인 PACU 관리의 일환으로서 측정된 SpO₂ 수치는 임상 용도의 베드사이드 모니터와 산소 측정 시스템으로 수집하였다. 60초 간격으로 일상적으로 기록된 시간 표시된 SpO₂ 수치는 일렉트로닉 헬스 리코드 (EHR)로 수득하였다. PACU 간호 기록을 통해, 이후의 상황을 대략적인 시간과 함께 입수하였다: PACU 입실 및 퇴실, 보충 산소 (모드 및 유속), 임상-투여 오피오이드 (용량) 및 임의의 임상-의에 의해 기록된 탈포화 상황. 수술 후 통증이 있는 환자는 전형적으로 하이드로모르폰 0.2 mg/ml 또는 모르핀 1 mg/ml을 환자-조절형 무통증 (PCA) 펌프를 사용해 관리하였다. 투약 타임스탬프를 PCA log에서 입수하였다. 오피오이드 총 투여량을 각 환자별로 하기 변환 비율에 따라 Morphine Milligram Equivalents/kg (MME/kg)로 계산하였다: 모르핀 1 mg = 1 MME; 하이드로모르폰 0.13 mg = 1 MME; 펜타닐 (fentanyl) 10 mcg = 1 MME.

[0034] 기상시 비-삽관 환자에서 안정 호흡 (quiet respiration) 중에 예상되는 MV를 의미하는, 각 환자에서 예측된 MV (MV_{PRED})는, BSA 및 환자 성별에 기초하여 계산하였다. 측정된 MV (MV_{MEASURED})는 예측된 MV % (MV_{MEASURED}/MV_{PRED} x100%)로 변환하였다. 저 MV는 MV가 <40% MV_{PRED}인 상황이 1분 이상 지속되는 경우로 정의하였다. 저 MV <40% MV_{PRED} 선정 기준은, 성공적인 발관과 관련하여 적정 호흡 (adequate ventilation)이 정상 호흡량에 대해 예측된 수치의 >40%임을 제시한, 인공 호흡기를 제거한 환자에 대한 ARDSnet 프로토콜에 원래 기초하였으며, 이후 MV <40% MV_{PRED}를 적용해, PACU에서 환자를 위험군으로 분류하는 부적절한 호흡으로 정의하였다.

[0035] **분당 호흡량과 맥박산소측정 데이터의 상관관계 분석.**

[0036] EHR에 기록된 RVM 측정치 (MV, TV, 및 RR) 및 SpO₂ 수치에 대한 타임스탬프를 정렬하여, 맥박산소측정기 알람의 분류를 용이하게 하였다. PACU에서 맥박산소측정기 알람 (저 SpO₂)은 표준 병원 프로토콜에 따라 SpO₂ < 90%로 설정되었다. 표 1에서, 환자들을 저 MV 발생에 기초하여 분류하였다. 모든 용어 및 약어들을 개괄하여 나타낸다.

[0037] 1분간 기록된 저 SpO₂는 "일시적 알람"으로, 2분 이상 지속된 저 SpO₂ (즉, 1분 데이터 포인트가 최소 연속 2개)는 "저산소혈증 상황"으로 간주하였다. 저산소혈증 상황은, 저산소혈증 상황이 저 MV 다음에 발생한 경우에는 "진성 탈포화"로, 저산소혈증 상황이 환자 움직임 및/또는 맥박산소측정기 프로브의 전위와 함께 발생한 경

우에는 "허위 탈포화"로 분류하였다. 일시적인 알람 및 허위 탈포화 둘다 "허위 알람"으로 간주하였다. 진성 탈포화는 "진성 알람"으로 간주하였다.

[0038] **통계적 분석.**

[0039] 다-인자 분산 분석 (multi-factor analysis of variance, MFANOVA)을 사용해, 여러 그룹들에서 환자 인구 통계학 차이를 평가하였다. 비-대응 양측 t-검정 (unpaired two-sided t-test)을 사용해 그룹 간 체류 기간 (LOS)을 비교하고, 피서의 정확 검정으로 오피오이드 투여 및 보충 산소 투여로 인한 저 MV의 발생을 조사하였다. 모든 분석은 MATLAB R2012b에서 수행하였으며, $p < 0.05$ 는 유의한 것으로 간주하였다. 메뉴스크립트에서 달리 언급되지 않은 한 모든 수치는 평균 \pm 평균의 표준 오차 (SEM)로 기록한다.

[0040] 데이터는 환자 273명으로부터 취득하였다. 환자 14명은 데이터 (SpO₂, RVM) 유실 또는 동의 철수로 인해 제외되었다. 나머지 환자 259명 (여성 140명, 평균 연령 67세, 범위 28-91세; 평균 체질량 지수 (BMI), 29.8 kg/m², 범위 19.0-49.1 kg/m²)이 분석에 참여하였으며, 환자 82명 (코호트의 32%)은 전신 마취하였고, 177명 (68%)는 척추 마취하였다. 환자들은 PACU에서 평균 2.7 \pm 0.1 시간 동안 모니터링하였다.

[0041] **저 MV 모니터링에 의한 진성 탈포화 식별**

[0042] 기록된 SpO₂ 수치와 MV 추세를 정렬하여, (1) MV 선행 및 저 SpO₂ 알람을 분석함으로써 진성 탈포화와 허위 탈포화 상황을 구별하는데 일조하고, (2) 저 SpO₂ 알람과 관련된 저 MV 상황의 심각성과 타이밍을 분석하였다.

[0043] 도 1은 진성 탈포화가 발생한 70 y/o 여성 환자, BMI: 36.7 kg/m², 7.2 L/min MV_{PRED}의 일 예를 제공한다. 이 환자는 183분간 오랫동안 PACU에 머물렀으며, MV_{MEASURED}는 MV_{PRED}의 80% 미만이었으며, PACU에 있는 마지막 50분 동안 $\leq 40\%$ MV_{PRED}으로 안정되었다. 이 기간 동안, 맥박산소측정기로 기록하였는데, 이 시점 이전에는 100%에서 유지된 후 90% 아래로 수준이 떨어졌다. 이 환자에서는 진성 탈포화 상황 발생하기 149분 전에 시작하여 저 MV 상황이 10번 발생하였으며, 진성 탈포화 상황 발생 12.6분 전에 대부분의 저 MV 상황들이 인접하여 선행되었다.

[0044] 도 2는 여러 번의 허위 탈포화 상황이 발생한 63 y/o 여성 환자, BMI: 29.1 kg/m², 7.0 L/min MV_{PRED}의 일 예를 제공한다. 이 환자는 MV_{MEASURED}가 $>150\%$ MV_{PRED}인 상태로 PACU에 입실하였다. 이 환자는 121분간 길게 PACU에 머물렀으며, 4번의 일시적인 알람 (1분 저 SpO₂)과 1번의 저산소혈증 상황이 발생하였다. 환자에서, 매번 저 SpO₂ 알람 (저산소혈증 상황 및 일시적 알람 둘다에서)과 동시에, 움직임 및/또는 활동과 겹치는 MV 상당폭 증가가 나타났다.

[0045] 전체 환자 집단에서 기록된 전체 저 SpO₂ 알람 (즉, 일시적 알람 및 저산소혈증 상황)을 분석하여, 저 MV의 상관성을 평가하고, 진성 탈포화 (즉, 저 MV 상황 다음에 저산소혈증 상황 발생) 횟수와 비율을 확인하였다. 복수의 측정치와 발생한 임상적 개입을 고려해, 주요 시간적 및 크기 피처의 시각화를 돕기 위한 플롯을 작성하였다. 각 환자에서 저 MV 상황 및 임상 마커 (EHR에서 저 SpO₂ 알람, 보충 O₂ 및 오피오이드를 기록함)를 도 3에 도시한 바와 같이 각 환자의 PACU LOS를 나타낸 1차원 축 상에 시간적으로 겹쳐 표시하였다.

[0046] 총 113번의 저 SpO₂ 알람은 환자 259명 중 46명에 (코호트의 18%) 집중되어 있었다. 113번의 저 SpO₂ 알람 중, 87번 (77%)은 일시적 알람 (1분 저 SpO₂)이었고, 26번 (23%)은 저산소혈증 상황 기준을 충족하였다 (즉 ≥ 2 분). 이들 저산소혈증 상황들 중, 56%가 2분, 27%가 3분, 4%가 4분, 4%가 >5 분 지속되었다. 기록된 전체 저산소혈증 상황들은 간격이 3분 이상 떨어져 있었으며, 데이터 유실은 없었다. 저산소혈증 상황은 환자 18명에서 발생하였으며; 18명 중 12명은 1회 이상의 일시적인 알람을 수반하였다. 전체 저 SpO₂ 알람의 74%가 PACU에 입실한 지 >30 분 경과시 발생하였고, 이는 Epstein *et al* (16)에 보고된 68.8%와 일치하였다.

[0047] **호흡 곤란의 늦은 지표 (Late Indicator)로서 SpO₂**

[0048] 저산소혈증 상황과 RVM 측정치 간의 상관관계는, 113번 중 단 8번 (7%)의 저 SpO₂ 알람만 진성 탈포화임을 보여준다 (환자 7명에서 확인됨 - 여성 4명; 평균 연령 69세, 범위 58-83세; BMI, 27.2 kg/m², 범위 21.9-36.7 kg/m²; 7명 중 6명은 척추 마취 시술을 받음). 진성 탈포화의 기간은 2.5 \pm 0.3분이었고, 저 MV 상황은 대부분

진성 탈포화 발생 직전 평균 12.8 ± 2.8 분 앞서 나타났다. 중요한 사실은, 이러한 진성 탈포화가 일반적으로 반복적인 저 MV 상황 다음에 발생한다는 것이다. 진성 탈포화가 나타난 환자는, 진성 탈포화 발생 71.4 ± 16.5 분 전에 시작되는 평균 4.9 ± 0.9 번의 저 MV 상황을 경험하였다. 다-인자 ANOVA에서 환자 인구 통계에서 진성 탈포화 (즉, 진성 알람) vs 허위 알람 간에 통계학적으로 유의한 차이는 없었다 (키, 체중, 성별, BMI, 나이 및 전체 교차-효과에 대해 $p > 0.2$). 저산소혈증 상황 26건 중 나머지 18건은 환자의 과도한 움직임 및 적절한 MV, 즉 $MV > 40\% MV_{\text{PRED}}$ 과 일치하였다.

[0049] **저 MV 발생에 따른 환자 분류**

[0050] 환자 259명 중, 198명 (76%)은 한번 이상의 저 MV 상황 (시간 당 저 MV 상황 2.3 ± 0.1 회)을 경험하였으며, 나머지 환자 61명 (24%)은 PACU에 있는 동안 적절한 MV를 유지하였다. 저 MV를 경험한 환자의 경우, PACU에서의 LOS는 적절한 MV를 유지한 환자와 비교해 유의하게 길었다 (각각 2.8 ± 0.1 hr vs. 2.4 ± 0.1 hr ($p < 0.001$)). 환자 259명 중, 202명 (78%)은 PACU에 있는 대부분의 기간 동안 산소 보충받았으며, 이들 202명 중 137명 (68%)은 EHR에 기록된 저 SpO₂ 알람 없이 한번 이상의 저 MV 상황을 경험하였다. 이와는 대조적으로, PACU에 있는 동안 실내 공기 중에 유지된 나머지 환자 57명 (22%) 중, 28명 (49%)은 EHR에 기록된 저 SpO₂ 알람 없이 한번 이상의 저 MV 상황을 경험하였다 ($p < 0.05$).

[0051] $MV < 40\% MV_{\text{PRED}}$ 상태인 각 환자의 시간 %를 PACU 입실하여 처음 30분과 마지막 30분 동안 추가로 분석하였다 (도 4). 화살표는 적어도 10분 이상 (각 30분 세그먼트에서 1/3) $MV < 40\% MV_{\text{PRED}}$ 인 환자 %를 표시하며, 이는 오피오이드 민감성 증가 또는 다른 호흡 곤란 요인을 의미하며, 잠재적으로 환자 안전이 위험함을 의미한다. PACU에서 처음 30분 동안, 환자 약 18%에서 이 기간의 적어도 1/3 기간 동안 저 MV가 나타났다. 이 %는 PACU에서 퇴실하기 전 30분 동안 약 21%로 유지되었는데, 이는 이들 환자를 일반 병동으로 이송하는 중에도 RVM 또는 다른 모니터링이 필요할 수 있다는 것을 시사하는 것일 수 있다.

[0052] 한번 이상의 저 MV 상황이 발생한 환자 198명 중 35명 (18%)에서, EHR에서 저 SpO₂ 알람으로 기록된 건수는 75건이었으며, 이중 단 1건만 PACU에서 간호 일지에 기록되었다. 기록된 저 SpO₂ 알람 75건 중, 58건은 1분 일시적 알람이었고, 9건은 허위 탈포화였고, 8건은 진성 탈포화였다.

[0053] 선행되는 저 MV 상황이 없었던 환자 61명 중 11명 (18%)에서는, EHR에 저 SpO₂ 알람이 38건 기록되었는데, 이중 29건이 1분 일시적 알람이고, 9건이 허위 탈포화였다.

[0054] **오피오이드는 호흡 곤란 가능성을 증가시키며; 저 MV는 LOS를 높인다.**

[0055] 환자를 오피오이드 투여에 따라 추가로 분류하였다. 환자 259명 중 166명 (64%)이 오피오이드를 투여받았다. 오피오이드 투여 중인 환자는 저 MV 가능성이 증가하였다 (69% vs 80% , $p < 0.05$). 아울러, PACU에서 오피오이드를 투여 중인 환자는 오피오이드를 투여받지 않은 환자 보다 LOS가 유의하게 길어졌다 (2.9 ± 0.1 hr vs. 2.3 ± 0.1 hr, $p < 0.001$). 오피오이드 그룹에서, PACU에서의 LOS는 저 MV에 따라 실질적으로 증가하였다. 오피오이드 투여 환자 166명 중 저 MV가 발생한 133명 (80%)은 저 MV를 동반하지 않은 오피오이드 투여 환자 33명 (20%)보다 75% 길게 PACU에 머물렀다 (3.0 ± 0.1 hr vs. 1.7 ± 0.2 hr, $p < 0.001$).

[0056] 결과는, EHR에 기록된 SpO₂ 알람 대부분 (93%)이 허위일 가능성이 있다는 것을 보여준다. RVM을 이용해, 전체 진성 탈포화에 앞서, 직전에 선행되는 저 MV 상황로부터 12.8 ± 2.8 분까지 호흡 곤란가 검출되었다. 실제, 실험 환자를 관리하는 의료인이 임상적인 평가 및 치료를 위해 RVM을 이용한다면, 이들은 각각의 진성 탈포화가 나타나기 평균 71.4 ± 16.5 분 전에 시작되는 반복적인 저 MV 알람에 행동을 취할 가능성이 높으며, 잠재적으로 이 전부를 없앨 것이다. 불충분한 호흡과 맥박산소측정기에 의해 측정되는 저산소혈증 개시 사이의 레그 (lag) 기간이 중요한 기간이다. RVM에 의해 제공된 불충분한 호흡에 대한 조기 신호는 탈포화가 발생하기 전에 기저 요인을 평가 및 치료하도록 촉구하여, 저산소혈증을 치료하기 보다는 예방할 수 있다.

[0057] O₂ 공급받는 환자들 중 상당히 높은 비율에서 저 SpO₂ 알람없이 저 MV가 나타났으며 (68% vs 49% , $p < 0.05$), 이는 공급 산소가 탈포화로서 호흡 곤란 증상을 은폐할 가능성이 있다는 것을 의미한다. 데이터는, 공급 산소가 유의한 저산소혈증이 미리 정해진 SpO₂ 역치 아래에서 검출되기 전 레그 시간을 연장시켜, 잠재적으로 호흡 부전 및 사망을 유발할 수 있는 중증 호흡 합병증을 가릴 수 있음을 보여준다. 결과는, 또한, 환자가 실내 공기로 호흡하는 경우 맥박산소측정으로 저환기 (hypoventilation) 기간을 검출할 수 있음을, 보여준다. 산소 공급받고

있는 환자는 호흡 상태에 대해 추가적인 모니터링을 받아야 한다. 데이터가 이런 측면을 뒷받침하지만, 실내 공기로 호흡 중인 환자의 거의 절반 (49%)에서 저 MV 기간이 나타났다는 것을 간과해서는 안 되며, 이는 맥박산소 측정 단독으로는 오피오이드 또는 남아있는 신경근 차단으로 호흡 약화될 수 있는, 실내 공기로 호흡 중인 수술 후 환자의 호흡 상태를 모니터링하는 것이 충분하지 않을 수 있다는 것을 의미한다.

[0058] 맥박산소측정은 병원 전역에 보편화되어 있어, 허위 알람의 문제는 점차적으로 만연하여, 임상적 알람을 관리하기 위한 정책 및 과정을 확립하기 위한 합동 위원회를 소집하게 되었으며, 최근들어 2016 수면 무호흡 환자 안전성 목표로 보장되었다. 맥박산소측정에 앞서 또는 이와 동시에 지속적인 RVM을 이용하는 것이, 호흡 상태 악화에 대한 조기 데이터를 제공할 뿐만 아니라 허위 알람의 횟수를 줄임으로써 환자 안전성을 높일 가능성이 있다. RVM 데이터에 기초한 프로토콜 개발은 알람 피로 효과를 완화할 수 있다. 모든 알람에 반응하는 방식은 근본적인 문제를 해결하지 못한 채 임상적인 자원과 시간을 소모한다. 또한, RVM으로: (1) 증가된 오피오이드 민감도의 검출을 강화하여, 각 환자의 개체 반응에 기초한 오피오이드 관리에 변화를 줄 수 있으며, 멀티-모드 치료법 및 비싼 비-오피오이드의 합리적 사용에 대한 지침을 내리는데 도움이 되며; (2) PACU에서의 LOS 단축; (3) PACU 이후의 적절한 상황으로의 환자 3단 분류 (triage) 개선; 및 (4) 가장 효과적인 호흡 치료 전략에 대한 보다 나은 의사 결정을 가능하게 해준다. 이러한 특징들의 조합은 환자 안전성을 높이면서 비용을 낮추는데 도움이 된다.

[0059] PACU에 체류하는 기간은 저 MV 상황이 발생한 환자들에서 유의하게 길어졌으며 (2.8 ± 0.1 hr. vs 2.4 ± 0.1 hr, $p < 0.05$), 논리적으로도 그렇다. 오피오이드 사용은 PACU에서 저 MV 상황 가능성을 높인다. 그러나, 데이터에 따르면, 보다 극적으로, 저 MV 상황이 발생한 오피오이드 투여 환자는 저 MV 상황이 발생하지 않은 오피오이드 투여 환자와 비교해 PACU에서 거의 75% 더 길게 머물렀다 (3.0 ± 0.1 hr. vs. 1.7 ± 0.2 hr., $p < 0.001$). 이러한 사실은, 동일한 오피오이드 투약 요법을 사용하는 대신, 실시간 RVM 데이터에 기초하여 임상가가 오피오이드 투약을 개체 맞춤형으로 조절하거나 또는 비싼 멀티모드 진통 용법에 대해 적합한 환자를 선정할 수 있다는 것을, 보여준다.

[0060] 본 실험은 몇가지 한계를 가진다. 첫째, 샘플 크기를 감안하면, 현 실험은, (1) 유의한 호흡 질환, 예를 들어, 만성 폐색성 폐 질환, 울혈성 심부전; (2) 폐색성 수면 무호흡; (3) 예비 호흡 (respiratory reserve) 감소, 예를 들어 임산부, 노인, 초고도 비만, 어린이; (4) 생리적 여력 (physiologic reserve) 저하, 예를 들어, 운동 선수, (5) 전신 마취 대 척추 마취에 기초하여, 특정 환자 집단을 분류하지 못하였다. 둘째, EHR에 기록된 상황은 PACU 간호 기록과 상관관계가 거의 없다. 1분 SpO₂ 기록들은 SpO₂ 수치의 1분 평균 보다 짧게 나타나며; 간호 기록 15분 해석 (resolution)과 조합하여, 임상 지표를 이용해 불명확하게 남아있는 저산소혈증 상황을 해석할 수 있다. 이는 후향 분석을 위해 환자 호흡 상태에 관한 정보를 포착하기 위한 1차적인 기본 체제 (primary infrastructure)를 구성하므로, 이러한 한계는 간호 일지와 EHR 기록에 대한 신뢰성에 의문을 제기한다. 정성 문제를 검토할 때, 상황 시간표와 취할 행위를 재구성하기 위한 시도는 다른 의료상의 우선 순위로 인해 매우 어려울 수 있으며, 이는 불완전한 정보 기록으로 이어진다. 혼란진 않지만, 차트는 시급한 또는 응급의 재삽관이 필요하거나 또는 심폐 정지를 앓고 있는 환자에 대한 증거 또는 근거를 제공하지 못한다.

[0061] 셋째, 이러한 관찰 실험에서, 의료인은 RVM 측정에 맹검이며, 맥박산소측정을 일상적인 관리의 일환으로서 사용하였다. 스태프는 저 MV를 인지하지 못하여, 의료 행위 단계를 취하지 않았으며, 저환기법의 임상 증상이 평가 또는 해결되지 못하였다. 이를 기초로, 환자 당 저 MV 상황의 횟수는, RVM 기술을 사용해 임상 평가 및 행위를 실시한 경우에 확인되는 것 보다 인위적으로 과장된 것처럼 보인다. 마지막으로, 본 실험은 기존의 PACU 모니터링 기술의 사용으로 제한되었다. EtCO₂ 모니터링과 호흡 비교는, 연구 기관의 PACU에서 EtCO₂ 모니터링을 사용하지 않았기 때문에, 수행하지 못하였다. 이전 연구에서 삽관 환자와 비-삽관 환자에서 RVM 측정의 정확성이 충분히 입증된 바, 폐활량 측정 (spirometry)을 포함시킬 필요성은 생략된다. 또한, 폐활량 측정 추가는 실험을 복잡하게 하고, 호손 효과 (Hawthorne effect)를 강화한다.

[0062] RVM을 이용한 MV 측정이 호흡 부전에 대한 매우 조기 신호를 제공해주고 몸통 전극 배치로 환자 움직임 또는 프로프 이탈로 인한 허위 알람이 발생하지 않기 때문에, 본원에 제시된 결과들을 임상 실무로 옮길 수 있는 몇가지 방법들이 존재한다. 한가지 방법은 환자의 호흡 상태를 RVM을 지속적으로 모니터링하고, 세트 스케줄에서 MV가 주어진 역치 밑으로 떨어진 경우에만 오직 간헐적으로 맥박산소측정 판독값을 취득하는 것이다. 이 방식은, 특히, 외부 움직임이 산소측정 모니터링을 최적 상태에 미치지 못하게 하는, 움직이는 차량에서 환자를 모니터링하는데 적절하다. 또 다른 방식은 지속적인 RVM과 맥박산소측정 데이터를 병합하여, 알람 파라미터를 정의하는 알고리즘을 구축하는 것이다. 이 2가지 방법 모두 허위 알람을 줄이고, 환자 안전성을 개선한다.

[0063] 기본적인 RVM 기술의 사용은 오프라인 (brick-and-mortar) 병원 현장으로 한정되지 않는다. 재난 지역 또는 군사 충돌지에서 흔히 직면하는, 이송 차량 또는 이동 진료소에서 사용하기 위한 정확하고, 견고하며, 휴대가능한 기술은, 선진화된 호흡 관리 시스템을 쉽게 접할 수 없는 환자의 안전성에 중요하다. 이러한 상황에서 환자의 지속적인 RVM 모니터링은, 중증 호흡 곤란의 심각한 결과를 방지하고 환자 피해를 최소화하는, 치료 및 환자 3 단 분류에 대한 보다 나은 간호 결정을 유도한다. 잘 통제된 PACU 현장에서의 최초 검증은 물론 다른 현장에서도 유용하며 확장된 가치를 가진다.

[0064] RVM은 진짜 호흡 곤란을 식별하기 위한 임상 툴인 것으로 보이며, SpO₂ 모니터링과 함께 사용하면 허위 알람 빈도를 줄여, 알람 피로 및 둔감화를 줄일 수 있다. 오직 의미있는 알람만 전달하는 것은 특히 세심한 모니터링이 어렵고 스태프가 부족한 임상 환경에서 중요하며, 병원이 The Joint Commission National Patient Safety Goal의 알람을 효율적인 취급에 대한 의무를 수행하는데 도움이 될 수 있다. 비-삽관 환자의 모니터링에 RVM의 사용은 환자 안전성 개선, 상당한 효과 달성 및 지속적인 관리를 통한 호흡 평가법을 제공하는데 상당한 잠재성을 가진다.

[0065] 본 발명의 기타 구현에 및 용도는 본원에 개시되는 본 발명의 명세서 및 실행을 고려하여 당해 기술 분야의 당업자들에게 자명할 것이다. 모든 공개 문헌, 미국 및 외국 특허 및 특허 출원 등의, 본원에 인용되는 모든 참조 문헌들은 본원에 원용에 의해 구체적으로 및 그 전체로서 포함된다. 명세서 및 실시예는 단순 예로서 간주되며, 본 발명의 진정한 범위 및 사상은 첨부된 청구항에 의해 정의된다. 또한, 용어 "를 포함하는"은 "으로 구성되는" 및 "필수적으로 구성되는"이라는 용어를 포괄한다.

[0066] 표 1. 용어 및 이의 약어에 대한 정의

표 1

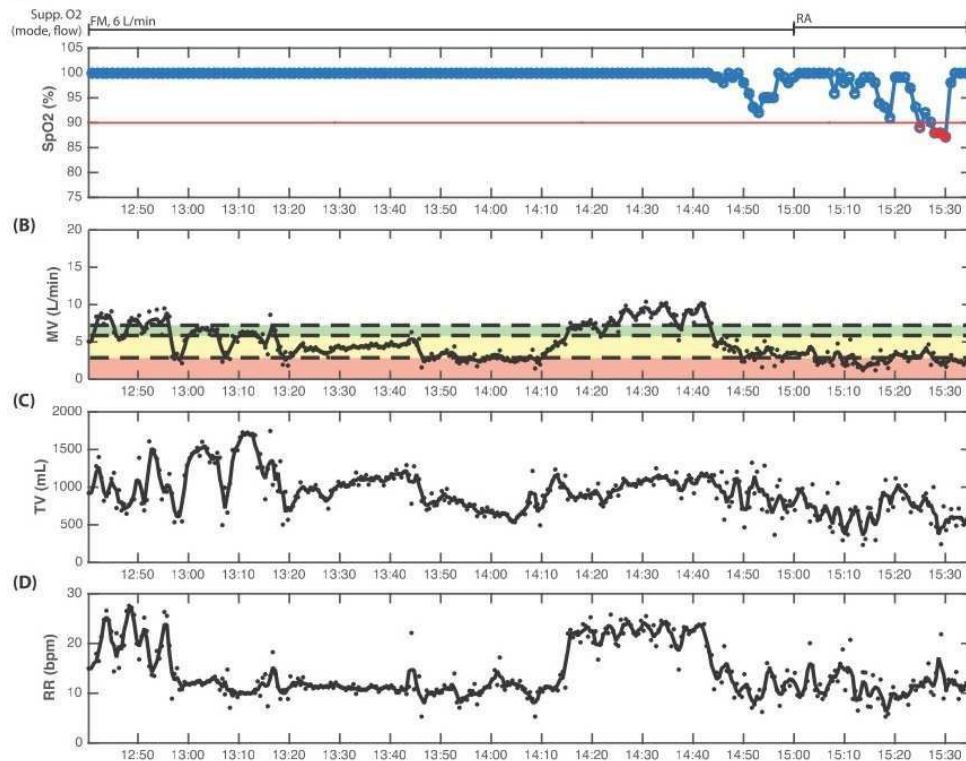
[0067]

용어	약어	정의	계산
측정된 분당 호흡량	MV _{MEASURED}	RVM에 의해 기록된 실시간 MV	
예상되는 분당 호흡량	MV _{PRED}	기상시 비-삽관 환자에서 안정 호흡 베이스라인 조건에서의 예상되는 MV	남성 BSA X 4 여성 BSA X 3.5
예측되는 분당 호흡량 %	% MV _{PRED}	MV _{PRED} 에서 MV _{MEASURED} 의 차이 정도, %	MV _{MEASURED} /MV _{PRED} x100%
적절한 분당 호흡량	적정 MV	MV ≥ 40% MV _{PRED}	
저 분당 호흡량	저 MV	1분 이상 지속되는 MV < 40% MV _{PRED}	
저 분당 호흡량 상황	저 MV 상황	1차 저 MV 알람 후 10분 이내의 저 MV	
맥박산소측정기 알람	저 SpO ₂	SpO ₂ < 90%	
일시적 알람		단 1분 기록된 SpO ₂ < 90%	
저산소혈증 상황		2분 이상 SpO ₂ < 90%가 지속됨	
진성 탈포화		저 MV 상황이 선행되는 저 SpO ₂	
허위 탈포화		적정 MV 및 환자 이동과 동시에 발생하는 저 SpO ₂	
허위 알람		일시적 알람 또는 허위 탈포화	
진성 알람		진성 탈포화	

도면

도면1

(A) 진성 탈포화 환자



도 1: 진성 탈포화 상황이 관찰된 환자. 우측 전고관절치환술이 제안된, 25-pack year 흡연력의, COPD, 2형 당뇨병 및 심장병으로 이전에 진단된, 70 y/o 여성 환자 (BMI: 36.7 kg/m², 7.2 L/min MV_{rest}). 환자는, 전신 마취 하에 수술 후, 맥박산소측정 및 RVM으로 183분간 PACU에서 모니터링하였다. (A) SpO₂ 수치가 (B-D) RVM 추세 (MV, TV 및 RR) 추세와 경렬하여 기록된다. SpO₂ 수치 (청색 ○)는 EHR에서 1분 간격으로 기록하였다. 1분 일시적 알람 및 허위 탈포화는 적색 사클로, 진성 탈포화는 적색 ●로 표시된다. PACU에서, 환자에서 3분간 지속되는 저산소혈증 상황 1번과 더불어 1번의 1분 일시적 알람이 발생하였다. 환자는 먼저 페이스마스크로 산소 보충시키고 (6 L/min), PACU 3기 동안에는 실내 공기로 전환하였다. 모르핀 PCA 펌프를 작동시켰지만, 투여량을 투여하진 않았다. 환자에서 진성 탈포화가 발생하기 149분 전에 시작하는 저 MV 이벤트가 10번 재발하였으며, 저 MV 이벤트들은 진성 탈포화가 발생되기 12.6분 전에 대부분 근접하여 선행되었다. SpO₂ 수치는 안정적으로 유지되었는데, 이는 맥박산소측정기가 환자의 손가락에 잘 장착되어 있다는 것을 의미한다.

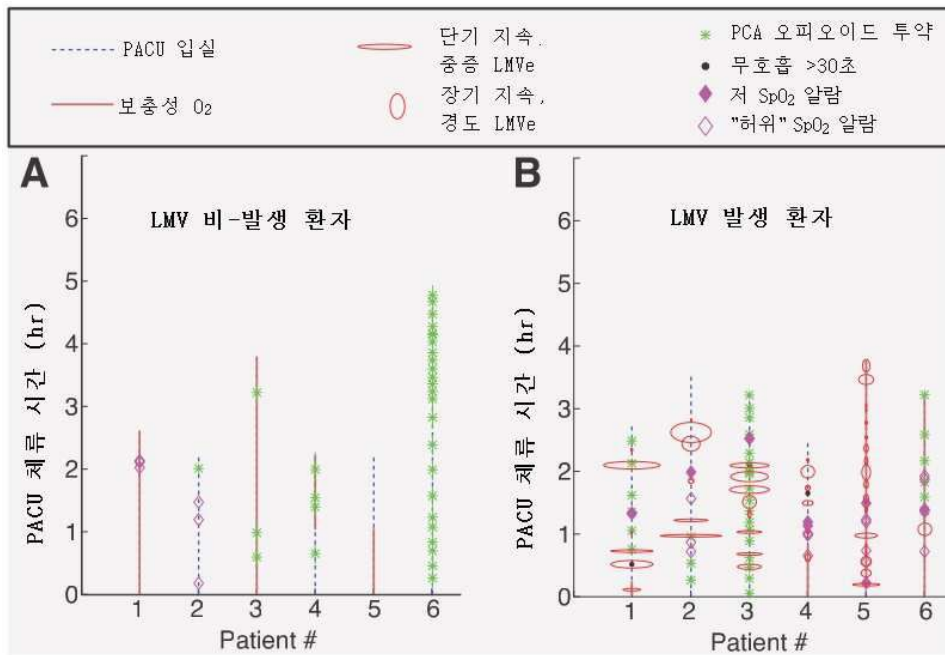
도면2

하위 알람이 작동된 환자



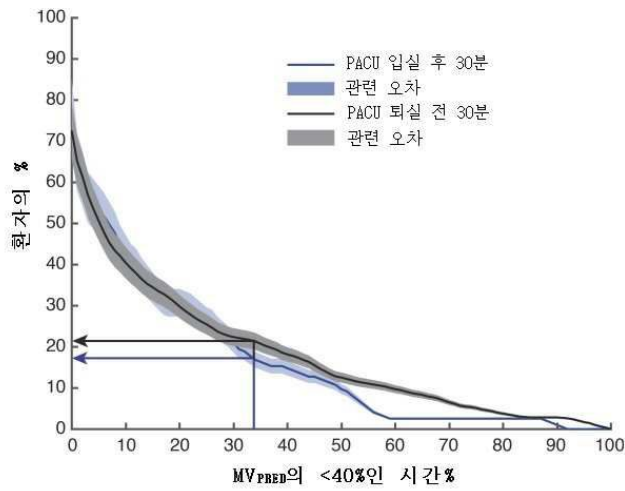
도 2: 하위 알람이 수회 작동된 환자. 우측 슬관절 전치환술/관절치환술이 제안된, 4.5-pack year 흡연력의, 호흡 문제가 진단되지 않은, 63 y/o 여성 환자 (BMI: 29.1 kg/m², 7.0 L/min MV_{PREO}). 이 환자는, 척추 마취 하에 수술한 후, 맥박산소측정 및 RVM으로 121분간 PACU에서 모니터링하였다. (A) SpO₂ 수치가 (B-D) RVM 추세 (MV, TV 및 RR)와 경멸하여 기록된다. SpO₂ 수치 ●는 EHR에서 1분 간격으로 기록하였다. 1분 일시적 알람 및 하위 탈포화는 ●로 표시된다. PACU에서, 환자에서 2분간 지속되는 저산소혈증 상황 1번과 더불어 4번의 1분 일시적 알람이 작동하였다. 환자를 먼저 페이스마스크로 산소 보충시키고 (6 L/min), PACU에 도착한 지 15분 내에 실내 공기로 전환하였다. 수술 후 통증 관리를 위해 대퇴 신경 블록을 수술 전에 투여하였다. 블록이 소거됨에 따라, 통증 점수 10에서 >4로 간호 기록에 기록되었으며, 하이드로모르폰 PCA 펌프를 구동시켜 1회분을 투여하였다. PACU 입실시 MV_{MEASURED}이 MV_{PREO}의 >150%이고, PACU에 있는 내내 MV_{MEASURED}가 약 100% MV_{PREO}로 유지되었다. 환자에서 저 MV 이벤트가 2번 발생하였고, 한번은 오피오이드 투여 이후였다. 저 SpO₂ 알람 각각과 동시에, MV의 상당폭 증가가 발생하였다. 진성 탈포화 환자에서 기록된 SpO₂ 신호와 대조적으로, SpO₂ 수치가 계속적으로 달라져, 맥박산소측정기가 환자의 손가락에 잘 장착되지 않은 것으로 보인다. MV 및 SpO₂의 변화는 과도한 환자의 움직임임을 의미한다.

도면3



도 3: PACU에서 환자의 호흡 상태의 시각화. 각 환자는 Y 축과 평행하게, 개체 라인을 따라 시각화된다 (도 1 참조). 청색 점선은 각 환자의 PACU에서의 타임라인을 표시하고, PACU 입실은 X 축에 정렬된다. 보충성 O₂는 적색 실선으로 청색 점선 정상부에 오버레이로 표시되고, 보충 O₂ 공급 영역에 걸쳐있다. 각 환자 축을 따라 적색 타원으로 저 MV 이벤트가 표시된다. 각 타원의 (y 축을 따른) 길이는 저 MV 이벤트의 시간적인 지속 기간을 나타내고, 각 타원의 폭은 각 이벤트의 중증도에 해당하며, 더 넓을수록 저 MV 이벤트가 더 심각 (즉, 낮은 MV)하다는 것을 의미한다. 또한, PCA 오피오이드 투여량은 녹색 별표로 표시되며, 30초 보다 긴 호흡 휴지기는 검정색 점으로, 저 SpO₂ 알람은 보라색 다이아몬드로 표시된다. "허위 SpO₂ 알람" (즉, 1분 일시적 알람 및 허위 탈포화)은 속이 빈 기호로 표시되고, 진성 탈포화는 속이 색칠된 기호로 표시된다.

도면4



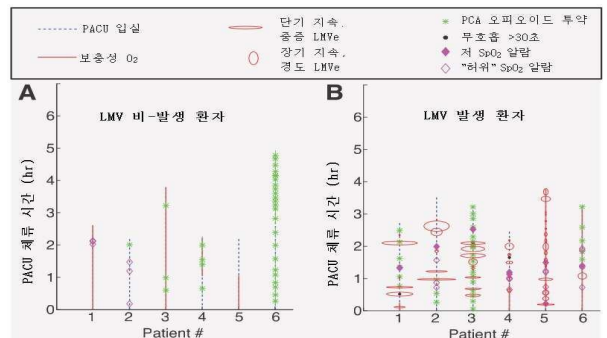
환자 수 [%]	PACU에서 LHV	기록된 SpO ₂ 알람				오피오이드			
		일시적 (1-min)	저산소혈증 이벤트 (≥2min)			환자 수 [%]	투여량	빈도	PACU LOS
	[#/hr]		허위	진정	RN 기록		[μg/kg/hr]	[Doses/hr]	[hr]
저 MV 발생 : 198 [76%]	2.3 ± 0.1	58	10	7	1	133 [67%]	40 ± 3	2.0 ± 0.1	2.8 ± 0.1
저 MV 비-발생 : 61 [24%]	0	29	9	0	1	33 [53%]	33 ± 4	2.3 ± 0.2	2.4 ± 0.1
총 : 259 [100%]	1.8 ± 0.1	87	19	7	2	166 [64%]	39 ± 2	2.1 ± 0.1	2.7 ± 0.1

도 4: 저 MV 발생에 따른 환자 코호트의 분류. 플랫폼은, RVM으로 측정된 MV 수준이 MVPRED 역치의 40% 미만인 환자의 %를 표시한다. 전체 환자 코호트의 RVM 데이터는 2번의 주요 30분 기간으로 분할하였다: PACU 입실부터 30분 및 PACU 퇴실 전 30분. 표에서, 환자를 저 MV 발생을 기초로 분류하였다. 각 그룹에서, BHR에 기록된 SpO₂ 알람의 횟수를 측정하고, PACU 간호사는 오피오이드를 투여받는 환자의 수, 평균 투여량과 오피오이드 투여 횟수 및 PACU LOS를 기록한다.

专利名称(译)	评估呼吸频率监测以检测脉搏血氧饱和度之前的呼吸短促并消除误报		
公开(公告)号	KR1020180094082A	公开(公告)日	2018-08-22
申请号	KR1020187020195	申请日	2016-12-15
申请(专利权)人(译)	地地去传播轴动作的鼻子的激光炮		
[标]发明人	FREEMAN JENNY E 프리먼제니이 BRAYANOV JORDAN 브레이아노브조던 EVERSOLE DANIEL 에버솔다니엘 BOCK MALCOLM G 복말콜지		
发明人	프리먼제니이. 브레이아노브조던 에버솔다니엘 복말콜지.		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/07 A61B5/08 A61B5/145		
CPC分类号	A61B5/742 A61B5/0816 A61B5/07 A61B5/14542 A61B5/7278 A61B5/746 A61B5/087		
代理人(译)	专利法的优美		
优先权	62/270413 2015-12-21 US 62/267787 2015-12-15 US 62/416400 2016-11-02 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本文公开了用于实现快速患者评估的高保真持续体积监测的系统和方法。



도 3: PACU에서 환자의 호흡 상태의 시각화. 각 환자는 Y 축과 평행하게, 개체 라인을 따라 시각화된다 (도 1 참조). 정색 점선은 각 환자의 PACU에서의 타임라인을 표시하고, PACU 입실은 X 축에 정렬된다. 보충성 O₂는 적색 실선으로 정색 점선 정상부에 오버레이로 표시되고, 보충 O₂ 공급 영역에 걸쳐있다. 각 환자 주를 따라 적색 타임으로 저 MV 이벤트가 표시된다. 각 타임의 (9 초를 따른) 길이는 저 MV 이벤트의 시간적인 지속 기간을 나타내고, 각 타임의 폭은 각 이벤트의 중증도에 해당하며, 더 넓은수록 저 MV 이벤트가 더 심각 (즉, 낮은 MV)하다는 것을 의미한다. 또한, PCA 오피오이드 투여량은 녹색 별표로 표시되며, 30초 보다 긴 호흡 중지기는 검정색 점으로, 저 SpO₂ 알람은 보라색 다이아몬드로 표시된다. "허위 SpO₂ 알람" (즉, 1분 일시적 알람 및 허위 탈포화)은 속이 빈 기호로 표시되고, 진성 탈포화는 속이 색칠된 기호로 표시된다.