

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2023-0139559
(43) 공개일자 2023년10월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G16H 50/50 (2018.01) A61B 5/00 (2021.01)
A61B 5/0205 (2006.01) G16H 10/60 (2018.01)
G16H 50/20 (2018.01)

(52) CPC특허분류

G16H 50/50 (2018.01)
A61B 5/0205 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0038040

(22) 출원일자 2022년03월28일

심사청구일자 2022년03월28일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

박상현

서울특별시 강서구 양천로73길 6, 201동 105호(염창동, 염창현대2차아파트)

김수진

서울특별시 동대문구 답십리로 130, 104동 601호(답십리동, 래미안위브)

이광식

서울특별시 노원구 노해로85길 10-55, 514호(상계동, 소담빌)

(74) 대리인

특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 심정지 환자의 신경학적 예후 예측을 위한 의사결정 지원 시스템

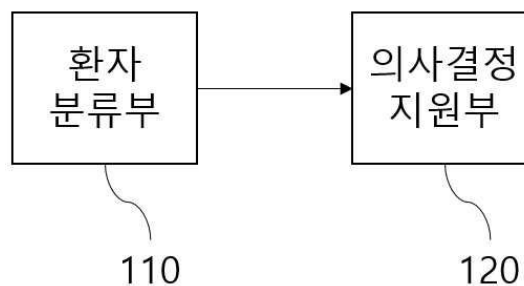
(57) 요약

본 발명은 심정지 환자의 신경학적 예후 예측을 위한 의사결정 지원 시스템에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 심정지 환자의 병원 전 예측 인자를 기초로 심정지 환자를 복수의 하위 그룹 중 어느 하나로 분류하는 환자 분류부; 및 상기 환자 분류부에 의해 분류된 하위 그룹에 대해 기 구축된 의사결정 지원 모델을 이용하여 병원 내 인자와 관련된 신경학적 예후 예측을 위한 의사결정을 지원하는 의사결정 지원부를 포함한다.

이와 같이 본 발명에 따르면, 심정지 환자가 응급실에 도착한 매우 중요한 시점에 보다 효율적인 자원 할당과 연명의료 중단에 대한 보다 효과적인 임상적 결정을 위해 도움이 될 수 있다.

대표도 - 도1

100



(52) CPC특허분류

A61B 5/7275 (2013.01)

G16H 10/60 (2021.08)

G16H 50/20 (2018.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711146689

과제번호 2019R1A2C1007110

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 개인기초연구(과기정통부)(R&D)

연구과제명 심장정지 환자의 거시·미시 단계의 생체지표를 이용한 인공지능기반 신경학적 예후
조기 평가 지표 및 평가시스템 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 고려대학교

연구기간 2021.03.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

심정지 환자의 병원 전 예측 인자를 기초로 심정지 환자를 복수의 하위 그룹 중 어느 하나로 분류하는 환자 분류부; 및

상기 환자 분류부에 의해 분류된 하위 그룹에 대해 기 구축된 의사결정 지원 모델을 이용하여 병원 내 인자와 관련된 신경학적 예후 예측을 위한 의사결정 지원하는 의사결정 지원부를 포함하는 심정지 환자의 신경학적 예후 예측을 위한 의사결정 지원 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 병원 전 예측 인자는 병원 전 ROSC 여부 및 EMS에 의한 첫 번째 모니터링 리듬을 포함하는 심정지 환자의 신경학적 예후 예측을 위한 의사결정 지원 시스템.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 환자 분류부는 병원 전 ROSC 여부 및 EMS에 의한 첫 번째 모니터링 리듬을 기초로 심정지 환자를 제1 그룹 내지 제 6 그룹 중 어느 하나로 분류하며,

제1 그룹은 병원 전 ROSC 없음 및 VF/pVT의 첫 번째 모니터링 리듬인 경우이고,

제2 그룹은 병원 전 ROSC 없음 및 PEA(pulseless electrical activity)의 첫 번째 모니터링 리듬인 경우이고,

제3 그룹은 병원 전 ROSC 없음 및 심장 무수축(Asystole)의 첫 번째 모니터링 리듬인 경우이고,

제4 그룹은 병원 전 ROSC 및 VF/pVT의 첫 번째 모니터링 리듬인 경우이고,

제5 그룹은 병원 전 ROSC 및 PEA의 첫 번째 모니터링 리듬인 경우이며,

제6 그룹은 병원 전 ROSC 및 심장 무수축의 첫 번째 모니터링 리듬인 경우인 심정지 환자의 신경학적 예후 예측을 위한 의사결정 지원 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

각 하위 그룹에 대한 의사결정 지원 모델은 상기 병원 내 인자로서 병원 내 CPR 기간, ROSC 후 pH, 연령 및 헤모글로빈을 기초로 한 의사결정 트리인 심정지 환자의 신경학적 예후 예측을 위한 의사결정 지원 시스템.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 의사결정 트리를 구성하는 각 노드에는 분류 기준이 되는 병원 내 인자와 해당 분류 단계에서의 CPC 1-2의 환자 비율이 기재되고,

각 노드의 분류 기준이 되는 병원 내 인자에 대한 컷오프 포인트에 따라 해당하는 하위 노드로 분류되며,

상기 의사결정 트리의 루트 노드(Root node)에는 해당 그룹으로 분류된 환자의 CPC 1-2의 환자 비율이 기재되어 있고,

상기 의사결정 트리의 리프 노드(Leaf node)에는 상기 루트 노드로부터 해당 리프 노드까지의 분류 기준과 해당 컷오프 포인트를 만족하는 환자의 CPC 1-2의 환자 비율이 기재되는 심정지 환자의 신경학적 예후 예측을 위한

의사결정 지원 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 심정지 환자의 신경학적 예후 예측을 위한 의사결정 지원 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게 설명하면 주요 병원 전 인자 측면에서 심정지 환자를 식별하여 복수의 하위 그룹으로 분류하고, 주요 병원 내 인자와 관련하여 각 하위 그룹에 대해 신경학적 예후 예측을 위한 의사결정을 지원하는 심정지 환자의 신경학적 예후 예측을 위한 의사결정 지원 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 병원 밖 심정지(Out-of-hospital cardiac arrest; OHCA)는 발병률과 신경학적 결과가 지역적으로 크게 달라지는 주요 건강 문제이다. 퇴원까지의 생존율은 전세계적으로 8.8%로 추정되며, 아시아 4.5%, 북미 7.7%, 유럽 11.7%, 그리고 오세아니아 16.2%로 지역적 편차가 크다. 마찬가지로, 양호한 신경학적 예후의 지역 비율은 2%-8%의 범위로 큰 차이를 나타낸다. 구체적으로, 국내에서는 매년 30,000건의 OHCA 사례가 보고되지만 퇴원까지의 생존율과 양호한 신경학적 예후는 각각 8.7% 및 5.1%로 낮다.

[0003] 종래 연구에서는 양호한 신경학적 예후의 주요 예측 인자로 다음 인자를 강조한다: 더 어린 나이, 남성, 목격자 또는 응급 의료 서비스(emergency medical services; EMS) 제공자에 의한 목격, 목격자 심폐소생술(cardiopulmonary resuscitation; CPR) 제공, 심실세동(ventricular fibrillation; VF) 또는 무맥성 심실 빈맥(pulseless ventricular tachycardia; pVT)의 첫 번째 모니터링 리듬, 및 병원 전 자발순환회복(return of spontaneous circulation; ROSC). 이러한 인자들은 전통적인 선형/로지스틱 회귀에서 고려되는 일반적인 병원 전 예측 인자이다. 그러나 이러한 병원 전 예측 인자는 병원 밖에서 결정되는 것이므로, 이러한 병원 전 예측 인자를 중심으로 한 종래 연구들은 응급실(emergency department; ED)에서 OHCA 환자에 대한 효과적인 개입에 대한 정보를 제공하는데 한계가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 이와 같이 본 발명에 따르면, 주요 병원 전 인자 측면에서 심정지 환자를 식별하여 복수의 하위 그룹으로 분류하고, 주요 병원 내 인자와 관련하여 각 하위 그룹에 대해 신경학적 예후 예측을 위한 의사결정을 지원하는 심정지 환자의 신경학적 예후 예측을 위한 의사결정 지원 시스템을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시예에 따르면 심정지 환자의 신경학적 예후 예측을 위한 의사결정 지원 시스템에 있어서, 심정지 환자의 병원 전 예측 인자를 기초로 심정지 환자를 복수의 하위 그룹 중 어느 하나로 분류하는 환자 분류부; 및 상기 환자 분류부에 의해 분류된 하위 그룹에 대해 기 구축된 의사결정 지원 모델을 이용하여 병원 내 인자와 관련된 신경학적 예후 예측을 위한 의사결정을 지원하는 의사결정 지원부를 포함한다.

발명의 효과

[0006] 이와 같이 본 발명에 따르면, 심정지 환자가 응급실에 도착한 매우 중요한 시점에 보다 효율적인 자원 할당과 연명의료 중단에 대한 보다 효과적인 임상적 결정을 위해 도움이 될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0007] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 심정지 환자의 신경학적 예후 예측을 위한 의사결정 지원 시스템의 구성도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 의사결정 지원 모델을 구축하기 위한 피험자 선별 흐름을 도시하는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 제1 그룹으로 분류된 심정지 환자를 위한 의사결정 지원 모델의 구현 예를

도시하는 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 제2 그룹으로 분류된 심정지 환자를 위한 의사결정 지원 모델의 구현 예를 도시하는 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 제3 그룹으로 분류된 심정지 환자를 위한 의사결정 지원 모델의 구현 예를 도시하는 도면이다.

도 6a 및 도 6b는 본 발명의 일 실시예에 따라 제4 그룹으로 분류된 심정지 환자를 위한 의사결정 지원 모델의 구현 예를 도시하는 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 제5 그룹으로 분류된 심정지 환자를 위한 의사결정 지원 모델의 구현 예를 도시하는 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라 제6 그룹으로 분류된 심정지 환자를 위한 의사결정 지원 모델의 구현 예를 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0008] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다.
- [0009] 또한 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0010] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 심정지 환자의 신경학적 예후 예측을 위한 의사결정 지원 시스템의 구성도이다.
- [0011] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 심정지 환자의 신경학적 예후 예측을 위한 의사결정 지원 시스템(100)은 환자 분류부(110) 및 의사결정 지원부(120)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0012] 환자 분류부(110)는 심정지 환자의 병원 전 예측 인자를 기초로 심정지 환자를 복수의 하위 그룹 중 어느 하나로 분류할 수 있다.
- [0013] 일 실시예에 따르면, 환자 분류부(110)는 병원 전 예측 인자로서 병원 전 ROSC 여부 및 EMS에 의한 첫 번째 모니터링 리듬을 기초로 심정지 환자를 아래의 6개의 하위 그룹 중 어느 하나로 분류할 수 있다.
- [0014] 제1 그룹: 병원 전 ROSC 없음 및 VF/pVT의 첫 번째 모니터링 리듬
- [0015] 제2 그룹: 병원 전 ROSC 없음 및 PEA(pulseless electrical activity)의 첫 번째 모니터링 리듬
- [0016] 제3 그룹: 병원 전 ROSC 없음 및 심장 무수축(Asystole)의 첫 번째 모니터링 리듬
- [0017] 제4 그룹: 병원 전 ROSC 및 VF/pVT의 첫 번째 모니터링 리듬
- [0018] 제5 그룹: 병원 전 ROSC 및 PEA의 첫 번째 모니터링 리듬
- [0019] 제6 그룹: 병원 전 ROSC 및 심장 무수축의 첫 번째 모니터링 리듬
- [0020] 의사결정 지원부(120)는 환자 분류부(110)에 의해 분류된 하위 그룹에 대해 기 구축된 의사결정 지원 모델을 이용하여 병원 내 인자와 관련된 신경학적 예후 예측을 위한 의사결정을 지원할 수 있다.
- [0021] 이하, 도 2 내지 도 8을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 의사결정 지원 모델을 구축하기 위해 진행한 실험과, 이에 따라 복수의 하위 그룹에 대해 구축된 의사결정 지원 모델에 대해 구체적으로 설명한다.
- [0022] 2015년 10월부터 2019년 6월까지 OHCA 이벤트에 대한 대한심장정지연구컨소시엄(KoCARC) 레지스트리 데이터를 사용하여 다기관 후향적 관찰 연구를 수행하였다. KoCARC는 2014년에 시작된 OHCA 소생술 분야의 다기관 공동 연구 네트워크이다. KoCARC 레지스트리 데이터는 Utstein 템플릿에서 기존 지역 OHCA 레지스트리의 변수를 통합하도록 설계되었으며, 웹 기반 전자 데이터베이스 시스템을 통해 수집되었다. KoCARC 연구 모집단은 회원 병원을 방문하고 EMS로 치료를 받는 환자로 구성된다.
- [0023] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 의사결정 지원 모델을 구축하기 위한 피험자 선별 흐름을 도시하는 도면이

다.

- [0024] 도 2를 참조하면, 본 실험 데이터는 응급실에 도착했을 때 ROSC가 있는 KoCARC 레지스트리 데이터에 있는 7,577명의 비 외상성, EMS 평가 OHCA 환자에서 가져왔다. 또한, 다음의 환자는 본 실험에서 제외되었으며, 본 실험의 최종 샘플은 2679명의 환자로 구성되었다.
- [0025] - 18세 미만;
- [0026] - 비의학적 병인(예를 들어, 익사, 외상);
- [0027] - 말기 질환;
- [0028] - 이전에 문서화된 소생 금지 카드;
- [0029] - 도착 시 사망 상태;
- [0030] - 신경학적 결과에 대한 정보 누락; 및
- [0031] - 이상치
- [0032] 종속 변수는 퇴원 시 CPC(cerebral performance category) 점수로 측정된 이분 신경학적 결과로, 1-2(양호) 대 3-5(나쁨, 예를 들어 심각한 뇌 손상 또는 사망)이다.
- [0033] 또한, 독립 변수는 다음과 같은 68개의 변수를 포함한다.
- [0034] - 인구 통계학적 변수(나이, 성별, 고혈압, 당뇨병, 가족력 등);
- [0035] - 병원 전 변수(목격된 심정지, 심정지 위치, 목격자 CPR, 목격자 자동 외부 제세동기 사용 및 제세동, 첫 번째 모니터링 리듬, 응급실(ER) 도착 전 병원 전 ROSC 등);
- [0036] - 시간 간격;
- [0037] - 병원 내 CPR(심전도, 실험실 데이터, 치료 개입)
- [0038] 여기서, 병원 내 CPR기간은 병원에서 CPR을 시작한 시간과 지속적인 ROSC가 달성되거나 CPR이 중단된 시간 사이의 기간으로 정의된다.
- [0039] 참고로, 국내의 EMS 시스템은 소방청에서 운영하고 있다. 2~3명의 EMS 제공자는 의사의 직접적인 의학적 지시 하에 현장에서 AED(automated external defibrillator)와 기관 내 삽관 및 에피네프린 주사를 포함한 제한된 범위의 고급 생명 유지 장치를 사용하여 CPR을 제공할 수 있는 최소 1명의 레벨 1 응급 의료 기술자와 함께 구급차에 탑승한다. EMS 제공자는 환자가 명백한 사망 징후(예를 들어, 부패, 경직성 사망)를 나타내지 않는 한 현장에서 사망을 선언하거나 소생술 시도를 종료하는 것이 법적으로 허용되지 않는다.
- [0040] 본 실험에서는 OHCA 예후 예측을 위해 로지스틱 회귀, 결정 트리, 나이브 베이즈(Naive Bayes), 랜덤 포레스트-1000 트리, 서포트 벡터 머신 및 인공신경망을 사용하였다. 완전한 정보가 포함된 2679개 사례 데이터는 75:25 비율의 훈련 및 검증 세트로 분할되었다(2009개 vs. 670개 사례). 훈련된 모델의 검증 기준은 670개 사례 중 정확한 예측의 비율인 정확도였다. 랜덤 포레스트가 OHCA 예후의 주요 결정 요인을 식별하고 복수의 하위 그룹에 대한 의사결정 지원 모델을 구축하는데 사용되었다. 또한, R-Studio 1.3.959(R-Studio Inc.: Boston, United States) 및 Python 3.52(Centrum voor Wiskunde en Informatica, Amsterdam, Netherlands)이 분석을 위해 사용되었다.
- [0041] 표 1은 범주형 변수에 대한 기술 통계를 나타낸 것이고, 표 2는 연속 변수에 대한 기술 통계를 나타낸 것이다.

표 1

변수	Yes	No
남성	1815 (67.7)	864 (32.3)
고혈압	1142 (42.6)	1537 (57.4)
진성 당뇨병	721 (26.9)	1958 (73.1)
이상지질혈증	163 (6.1)	2516 (93.9)
심정지 가족력		1407 (52.5)
부모	20 (0.7)	
형제, 자매	14 (0.5)	
모름	1238 (46.2)	
ACS 가족력		1372 (51.2)
부모	41 (1.5)	
형제, 자매	20 (0.7)	
모름	1246 (46.6)	
CVA 가족력		1375 (51.4)
부모	54 (2)	
형제, 자매	11 (0.4)	
모름	1239 (46.2)	
부정맥 가족력		1406 (52.5)
부모	8 (0.3)	
형제, 자매	3 (0.1)	
모름	1262 (47.1)	
목격된 심정지	1912 (71.4)	767 (28.6)
심정지 위치		
집/거주지	1453 (54.2)	
거리/고속도로	317 (11.8)	
공공건물	143 (5.3)	
산업/직장	143 (5.3)	
스포츠/레크레이션 이벤트	122 (4.6)	
기타	96 (3.6)	
모름	417 (15.6)	
목격자 CPR	1299 (48.5)	1380 (51.5)
목격자 AED	44 (1.6)	2635 (98.4)
첫 번째 모니터링 리듬(커뮤니티)		
VF/pVT	762 (28.4)	
PEA	658 (24.6)	
심장 무수축	1017 (38)	
모름	242 (9)	
첫 번째 모니터링 리듬(EMS)		
VF/pVT	784 (29.3)	
PEA	1034 (38.6)	
심장 무수축	675 (25.2)	
모름	186 (6.9)	
ER 도착 전 병원 전 ROSC	810 (30.2)	1869 (69.8)
EMS 제공자에 의한 ROSC	512 (19.1)	2167 (80.9)
EMS 제공자에 의한 제세동	677 (25.3)	2002 (74.7)
EMS 제공자에 의한 약물 사용	318 (11.9)	2311 (86.3)

[0042]

모름	50 (1.9)	
EMS 제공자에 의한 에피네프린 사용	314 (11.7)	2365 (88.3)
EMS 제공자에 의한 기도 관리	2100 (78.4)	579 (21.6)
EMS 제공자에 의한 삽관	195 (7.3)	2484 (92.7)
EMS 제공자에 의한 성문위 기도	1243 (46.4)	1436 (53.6)
기계적 CPR	299 (11.2)	2380 (88.8)
ER 도착시 병원 내 심전도		
ROSC 후 비 심정지 리듬	655 (24.4)	
심정지 리듬	2024 (75.6)	
ECMO 적응	123 (4.6)	2546 (95)
ECMO 적응 후 이송	10 (0.4)	
ECMO 활성화 성공	55 (2.1)	867 (32.4)
모름	1757 (65.5)	
재관류 시도	554 (20.7)	2125 (79.3)
CAG	736 (27.5)	1943 (72.5)
조기 CAG (24 시간 내)	659 (24.6)	2020 (75.4)
ROSC 후 이노트로픽 사용	1763 (65.8)	916 (34.2)
ROSC 후 ECMO 적응	81 (3)	2598 (97)
ROSC 후 TTM	525 (19.6)	2154 (80.4)
ROSC 후 혈전 용해제	233 (8.7)	2446 (91.3)
ROSC 후 PCI	269 (10)	2410 (90)
ROSC 후 ICD	61 (2.3)	2618 (97.7)
TCP	21 (0.8)	2658 (99.2)
맥박 조정 장치	46 (1.7)	2633 (98.3)
대동맥 내 밸룬 펌프	11 (0.4)	2668 (99.6)
CABG	33 (1.2)	2646 (98.8)
CPC 1-2	524 (19.6)	2155 (80.4)

[0043]

표 2

변수	평균	중앙값 (IQR)
연령	64.48 ± 15.4	65 (54-76)
목적부터 ER 도착(분)	36.91 ± 67.68	30 (23-37)
전화-현장 (분)	7.9 ± 4.53	7 (5-9)
현장 도착부터 현장 출발 (분)	11.97 ± 5.44	12 (10-12)
현장 출발부터 ER 도착 (분)	10.15 ± 5.56	9 (8-11)
현장 도착부터 CPR 중단 (분)	37.61 ± 21.95	32 (24-43)
병원 내 CPR 기간	14.79 ± 19.01	8 (2-18)
ER 도착부터 ROSC 지속까지 (분)	14.48 ± 15.97	11 (9-12)
다운 타입	55.82 ± 62.62	54 (37-54)
ROSC가 지속될 때까지 에피네프린 용량	2.56 ± 3.13	1 (1-3)
에피네프린 용량, 총	4.82 ± 4.48	4 (2-6)
Hb	12.05 ± 2.28	12.1 (11.6-12.9)
PLT	184.47 ± 64.85	173 (173-198)
aPTT	52.85 ± 27.66	49.6 (41.4-49.6)
CK-MB	8.99 ± 31.05	4 (2.15-5.62)
포도당	264.86 ± 112.54	250 (239-275)
K	5.16 ± 1.27	5.4 (4.3-5.4)
칼슘	8.59 ± 2.33	8.6 (8.5-8.6)
초기 pH	6.99 ± 0.167	6.94 (6.94-7.05)
ROSC 후 pH	7.037 ± 0.19	7.022 (6.94-7.14)
ROSC 후 젖산	13.86 ± 19.53	11 (9.1-12.6)

[0045]

[0046]

위의 표 1에서 사용된 약어는 다음과 같다: ACS(acute coronary syndrome), AED(automated external defibrillator), CABG(coronary artery bypass graft), CAG(coronary angiography), CVA(cerebrovascular accident), ECMO(extracorporeal membrane oxygenation), ICD(intracardiac defibrillator), PCI(percuteaneous coronary intervention), TCP(transcutaneous pacing), TTM(targeted temperature management).

[0047]

표 3은 OHCA 예후 예측을 위한 다양한 모델의 성능을 비교하여 나타낸 것이고, 표 4는 랜덤 포레스트 및 로지스틱 회귀 분석 결과를 비교하여 나타낸 것이다.

표 3

모델	정확도	AUC
로지스틱 회귀	0.8922	0.92
결정 트리	0.8626	0.79
나이브 베이즈	0.6100	0.87
랜덤 포레스트-1000 트리	0.9069	0.96
서포트 벡터 머신	0.8257	0.71
인공신경망	0.9055	0.94

[0048]

표 4

변수	랜덤 포레스트		로지스틱 회귀	
	VI-값	랭크	Exp(Coef)	Z
병원 내 CPR 기간	0.0824	1	0.9970	-0.1845
ER 도착시 병원 내 심전도	0.0692	2	0.5387	-1.7338
ROSC 후 pH	0.0579	3	1.0005	1.8176
ER 도착 전 병원 전 ROSC	0.0565	4	7.1254	*4.4522
CAG	0.0527	5	0.2711	*-
연령	0.0415	6	0.9629	*-
첫 번째 모니터링 리듬(EMS)	0.0402	7	0.8686	5.2174
첫 번째 모니터링 리듬(커뮤니티)	0.0401	8	0.1613	-0.1884
조기 CAG (24 시간 내)	0.0304	9	0.5334	*-
현장 도착부터 CPR 중단 (분)	0.0301	10	0.9903	2.3036
초기 pH	0.0291	11	1.5732	*-
aPTT	0.0280	12	1.0007	2.1087
Hb	0.0227	13	1.0288	-0.5712
에피네프린 용량, 총	0.0226	14	0.9230	1.1674
목격부터 ER 도착 (분)	0.0195	15	1.0009	0.1496
ROSC 후 젖산	0.0190	16	1.0005	1.2873
칼륨	0.0185	17	1.0032	*-
다운 타임	0.0184	18	0.9845	2.1357
현장 도착부터 ER 도착 (분)	0.0174	19	1.0026	0.3596
PLT	0.0154	20	1.0019	0.1044

[0050]

[0051]

위의 표 4에서 *는 $P < 0.05$, VI는 변수 중요도(variable importance), Exp(Coef)는 추정된 계수의 지수 값을 나타낸다.

[0052]

표 3을 참조하면, 랜덤 포레스트가 정확도 및 AUC(0.91, 0.96 vs. 0.89, 0.92) 측면에서 로지스틱 회귀보다 우수함을 알 수 있다.

[0053]

또한, 표 4의 랜덤 포레스트 변수 중요도에 따르면, OHCA 예후의 주요 결정 인자는 병원 내 CPR 기간(0.0824), ER 도착시 병원 내 심전도(0.0692), ROSC 후 pH(0.0579), ER 도착 전 병원 전 ROSC(0.0565), CAG(0.0527), 연령(0.0415), 첫 번째 모니터링 리듬(EMS)(0.0402), 첫 번째 모니터링 리듬(커뮤니티)(0.0401), 24시간 이내 조기 CAG(0.0304) 및 현장 도착부터 CPR 중단(0.0301) 순임을 알 수 있다.

[0054]

상술한 결과를 기초로, 본 발명의 실시예에서는 병원 전 예측 인자로서 병원 전 ROSC 여부 및 EMS에 의한 첫 번째 모니터링 리듬을 기초로 심정지 환자를 상술한 바와 같이 6개의 하위 그룹으로 분류하도록 구성된다.

[0055]

또한, 각 하위 그룹에 대한 의사결정 지원 모델은 병원 내 인자로서 병원 내 CPR 기간, ROSC 후 pH, 연령 및 헤모글로빈을 기초로 한 의사결정 트리로서 도 3 내지 도 8에 도시된 바와 같이 구축될 수 있다.

[0056]

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 제1 그룹으로 분류된 심정지 환자를 위한 의사결정 지원 모델의 구현 예를 도시하는 도면이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 제2 그룹으로 분류된 심정지 환자를 위한 의사결정 지원 모델의 구현 예를 도시하는 도면이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 제3 그룹으로 분류된 심정지 환자

를 위한 의사결정 지원 모델의 구현 예를 도시하는 도면이고, 도 6a 및 도 6b는 본 발명의 일 실시예에 따라 제 4 그룹으로 분류된 심정지 환자를 위한 의사결정 지원 모델의 구현 예를 도시하는 도면이고, 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 제5 그룹으로 분류된 심정지 환자를 위한 의사결정 지원 모델의 구현 예를 도시하는 도면이며, 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라 제6 그룹으로 분류된 심정지 환자를 위한 의사결정 지원 모델의 구현 예를 도시하는 도면이다.

[0057] 도 3 내지 도 8에 도시된 의사결정 트리에서 각 노드에는 분류 기준이 되는 인자와 해당 분류 단계에서의 CPC 1-2의 환자 비율이 기재되어 있다. 또한, 각 노드의 분류 기준이 되는 인자에 대한 컷오프 포인트에 따라 해당하는 하위 노드로 분류된다. 최상위 노드인 루트 노드(Root node)에는 해당 그룹으로 분류된 환자의 CPC 1-2의 환자 비율이 기재되어 있고, 최하위 노드인 리프 노드(Leaf node)에는 루트 노드로부터 해당 리프 노드까지의 분류 기준과 해당 컷오프 포인트를 만족하는 환자의 CPC 1-2의 환자 비율이 기재되어 있다. 또한, 각 의사결정 트리에서 고려되는 병원 내 인자들은 루트 노드로부터 리프 노드의 상위 노드까지 기재된 순서대로 우선 순위를 가진다.

[0058] 일 예로, 도 5에 도시된 제3 그룹으로 분류된 심정지 환자를 위한 의사결정 지원 모델은, 연령, 병원 내 CPR 기간 및 Hb의 순서로 우선 순위를 가지며, 가장 효율적인 컷오프 포인트는 연령이 71세 이하, 병원 내 CPR 기간이 1.5 분 이하이다.

[0059] 도 5에 도시된 제3 그룹으로 분류된 심정지 환자를 위한 의사결정 지원 모델을 참조하면, 제3 그룹은 복수의 하위 그룹들 중에서 CPC 1-2의 환자 비율이 0.9%로 가장 낮으나, 상술한 컷오프 포인트 만족시 CPC 1-2의 환자 비율이 33.3%까지 개선될 수 있음을 알 수 있다.

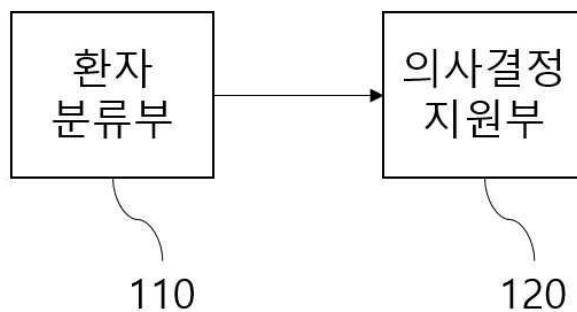
[0060] 반면, 도 6a 및 도 6b에 도시된 제4 그룹으로 분류된 심정지 환자를 위한 의사결정 지원 모델을 참조하면, 제 4 그룹은 복수의 하위 그룹들 중에서 CPC 1-2의 환자 비율이 73.5%로 가장 높으나, 최악의 경우(병원 내 CPR 기간이 2.5분 이상, 연령이 64세 이상, Hb이 15.75g/dL 이하, ROSC 후 pH가 7.277 이하인 경우) CPC 1-2의 환자 비율은 0%까지 떨어질 수 있음을 알 수 있다.

[0061] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

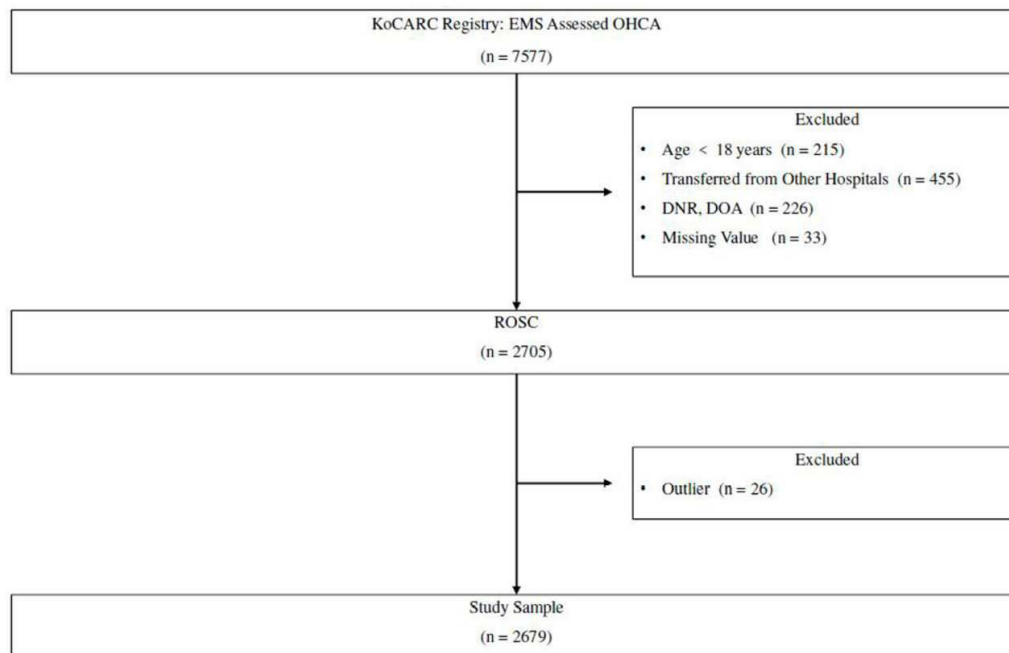
도면

도면1

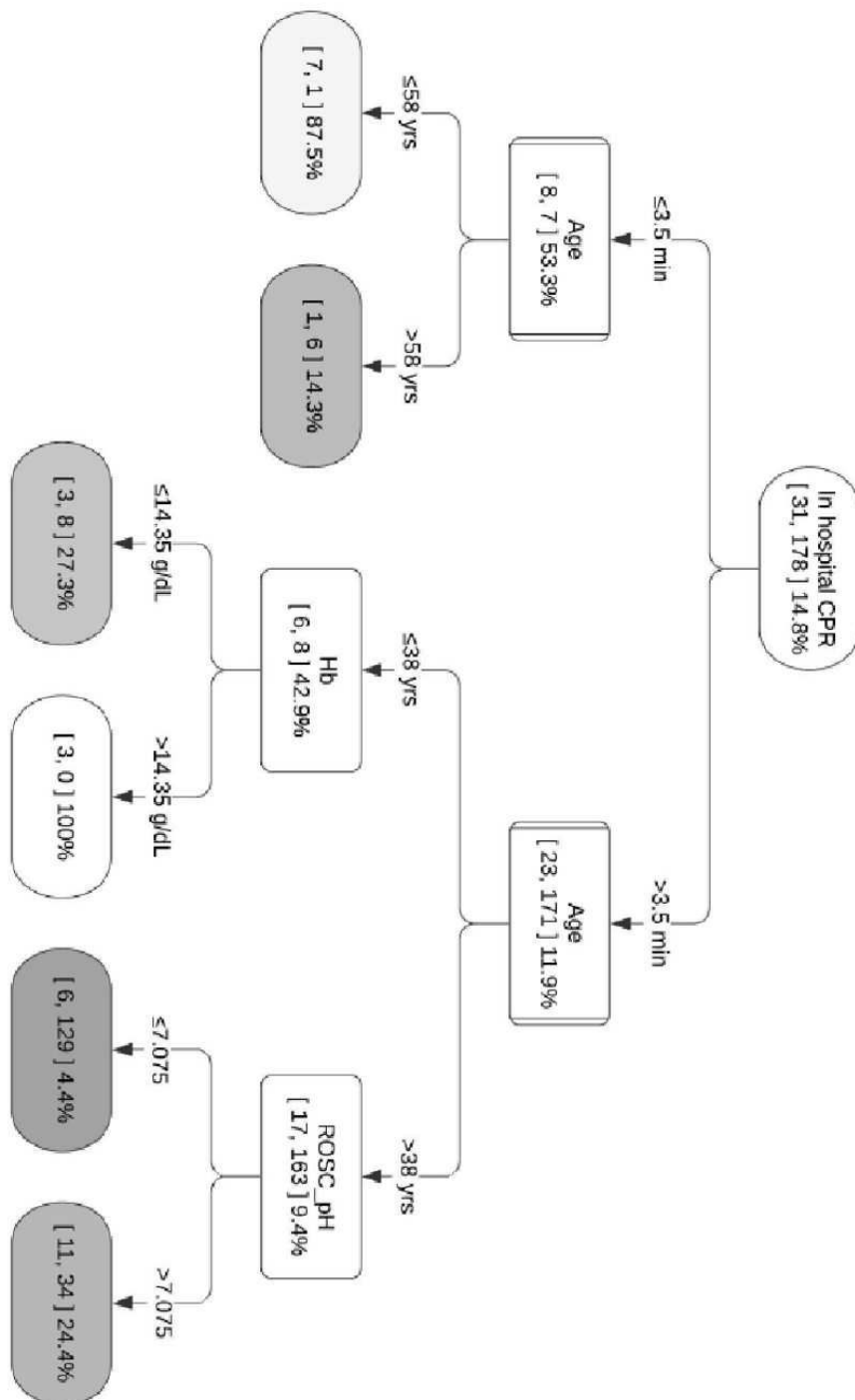
100



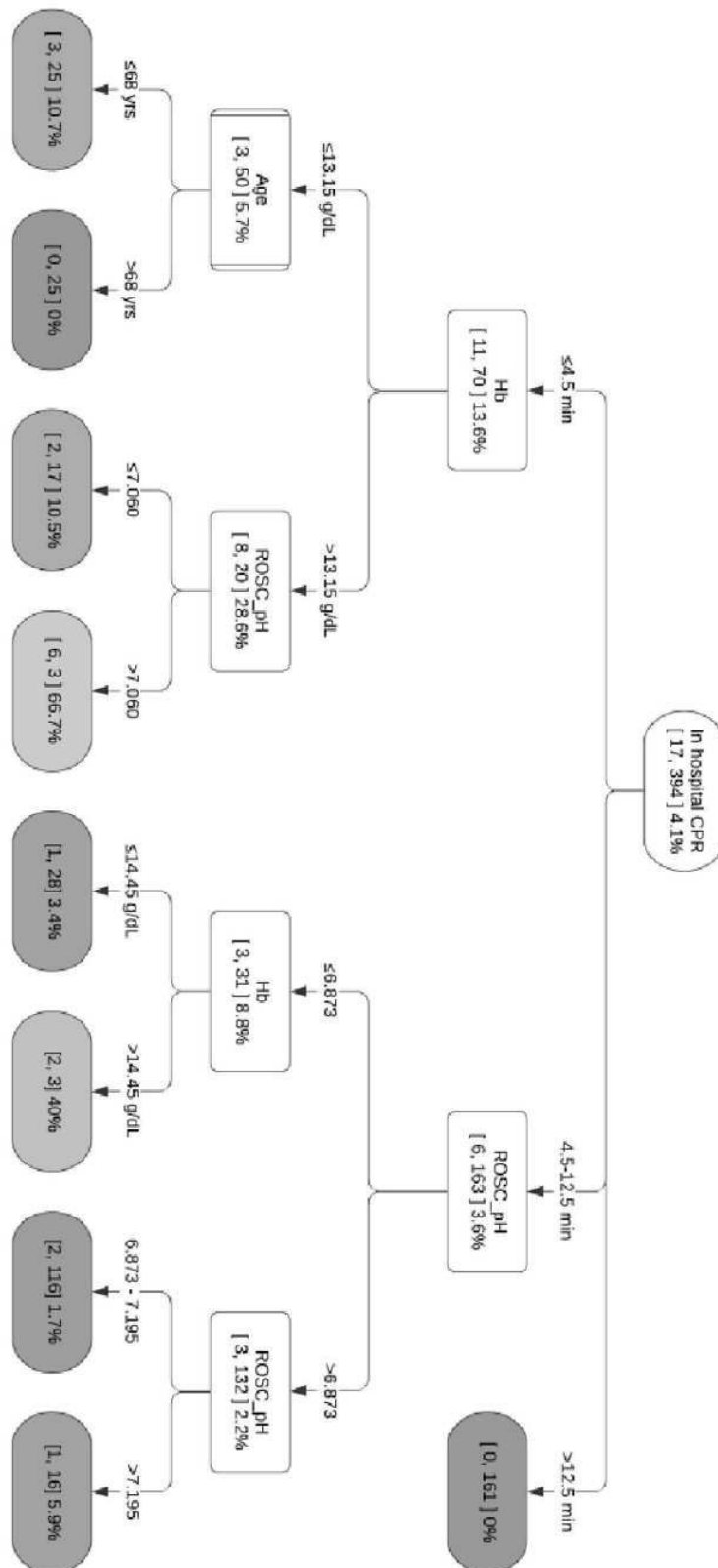
도면2



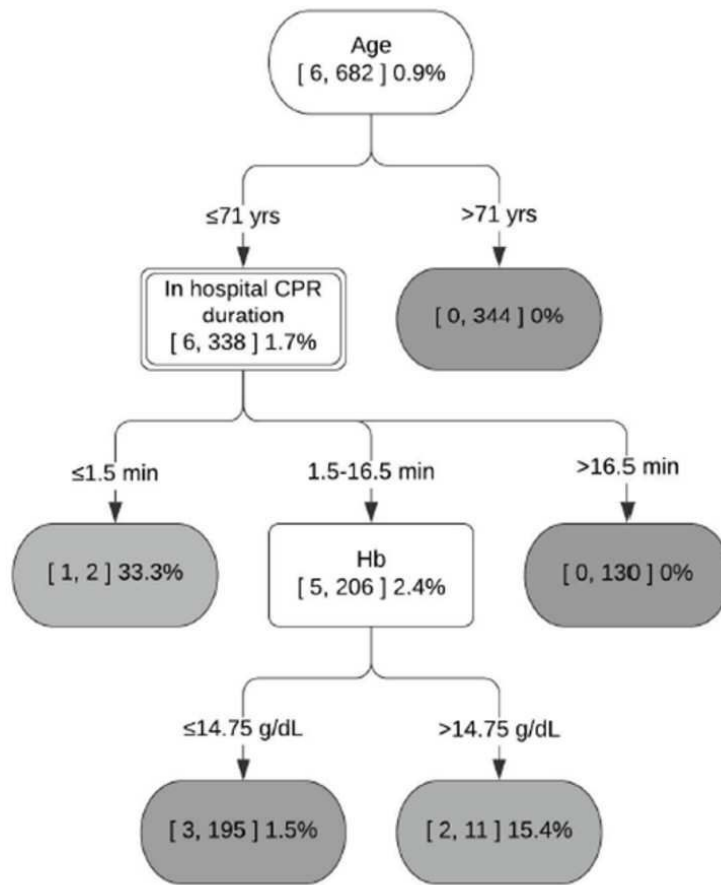
도면3



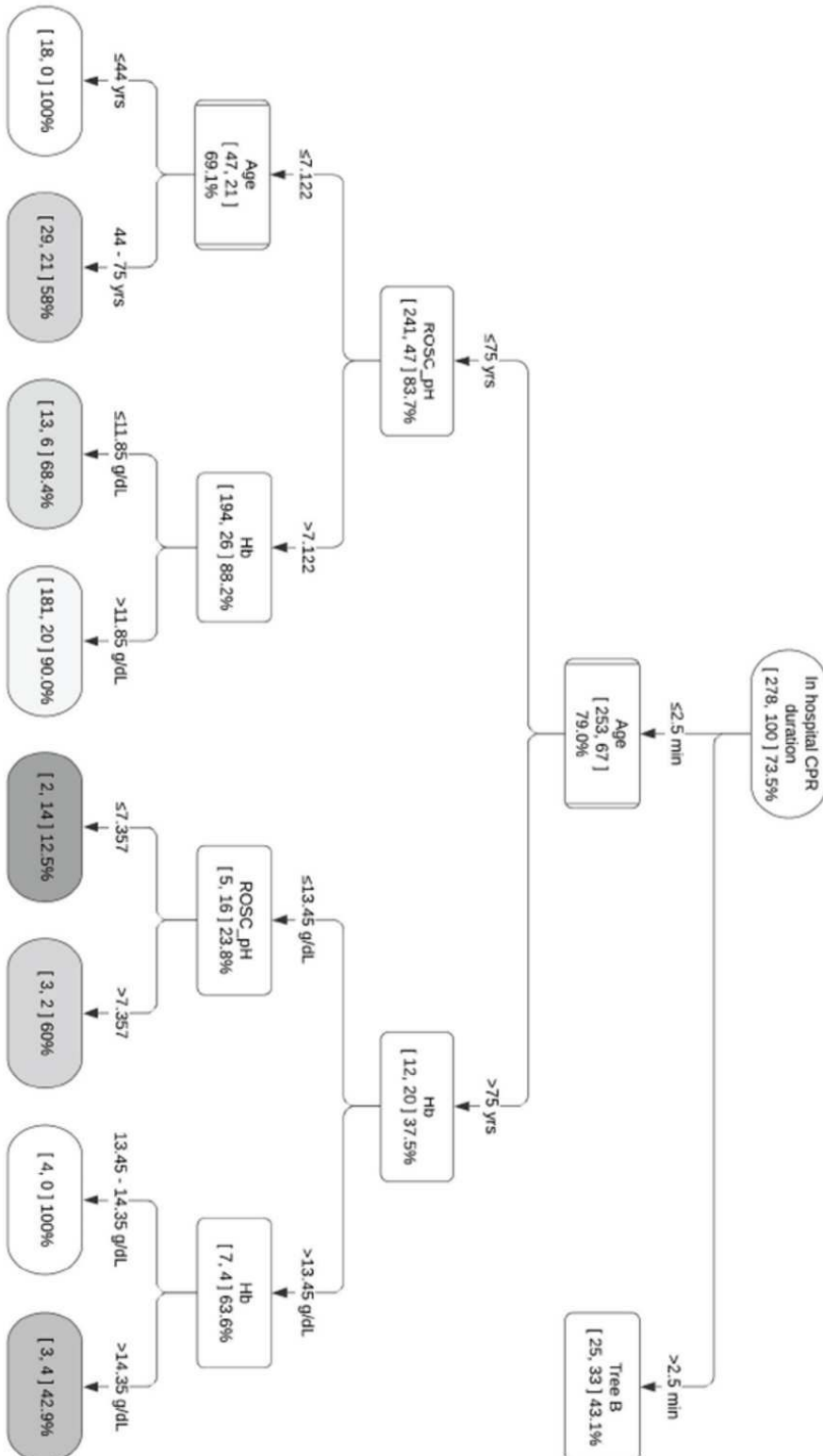
도면4



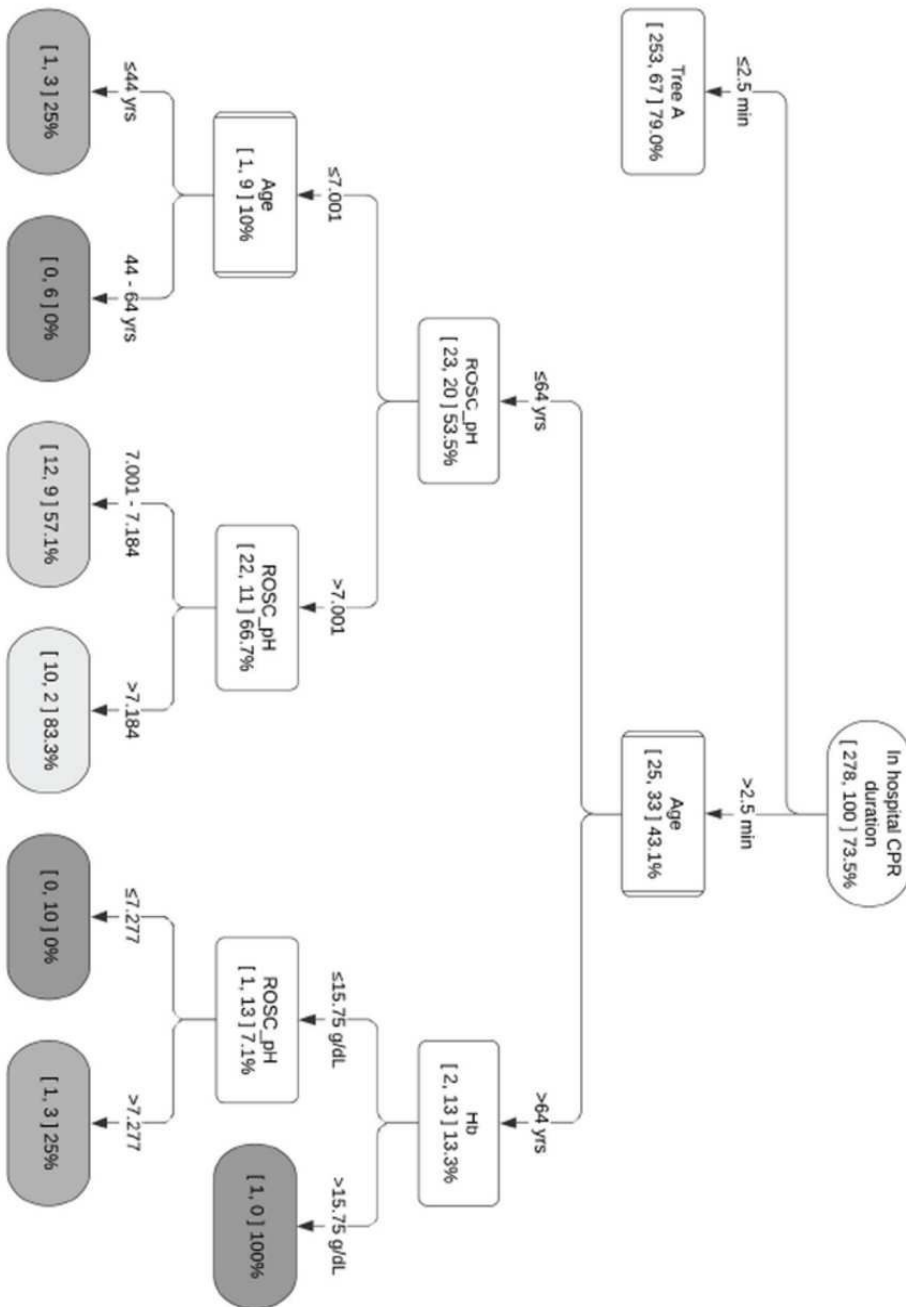
도면5



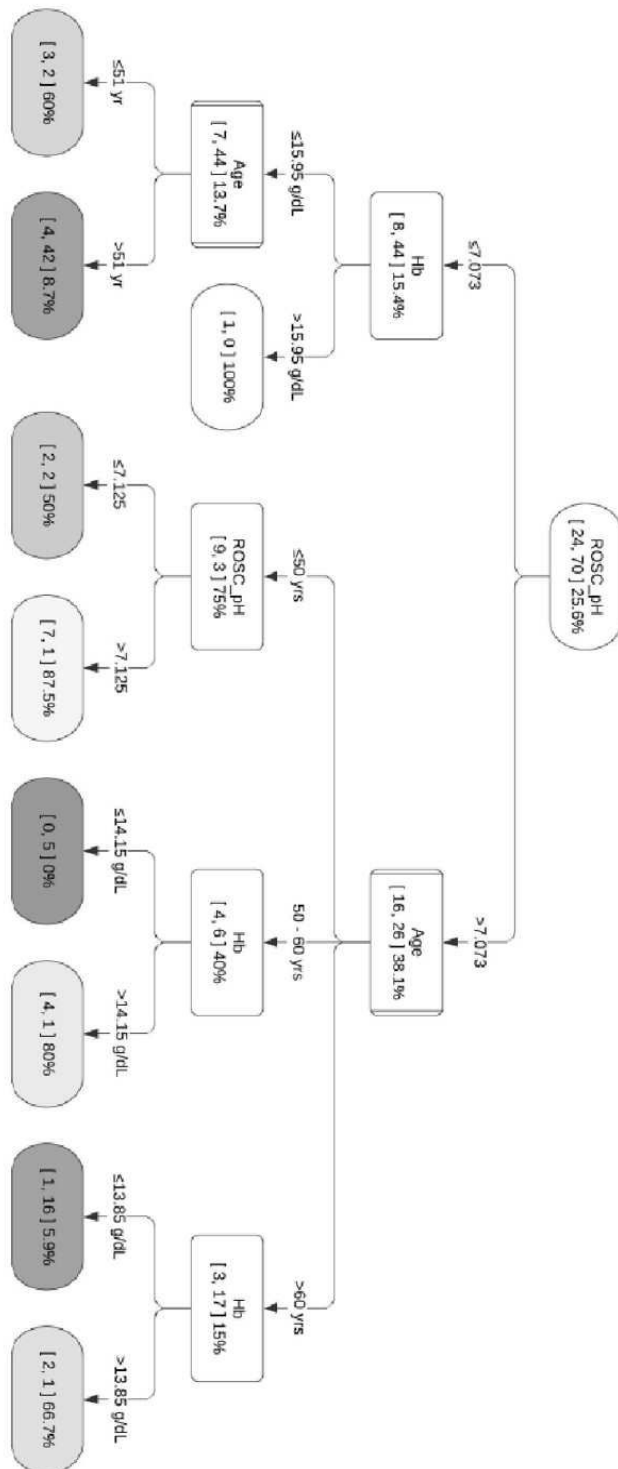
도면6a



도면6b



도면7



도면8

