

병원은 왜 프로세스 마이닝을 필요로 하는가?

한림대학교성심병원 커맨드 센터장 이미연

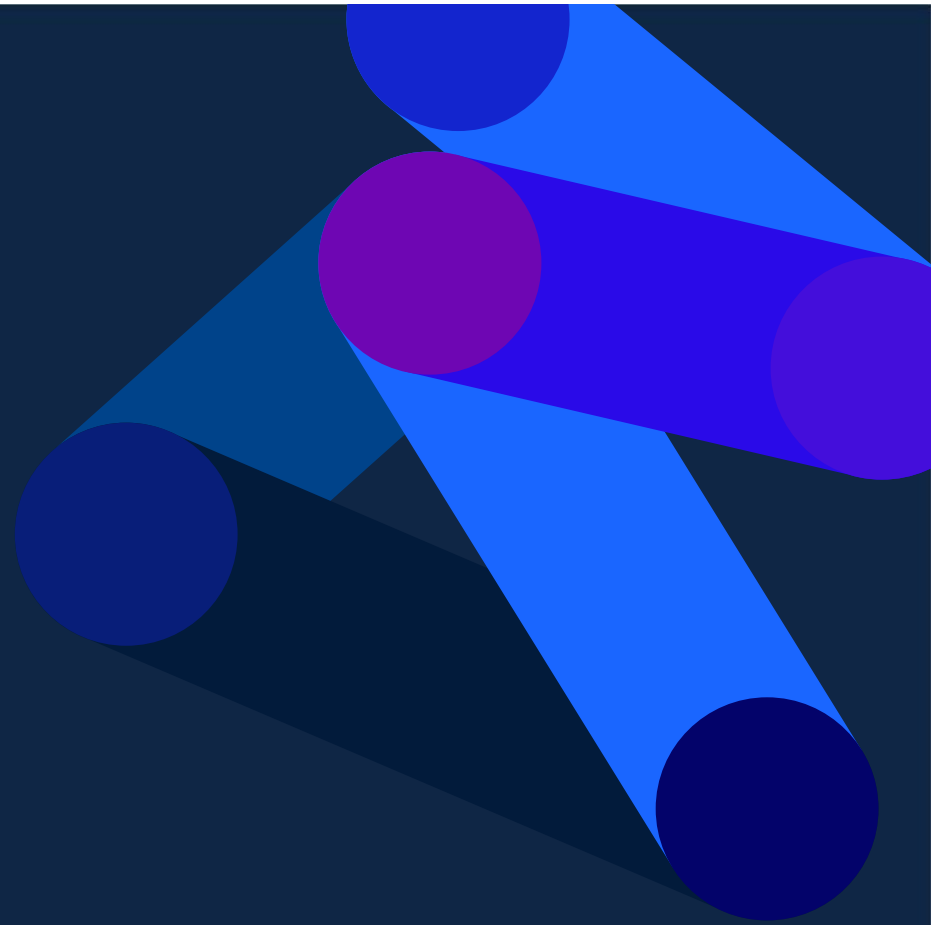
2022. 04. 21



한림대학교성심병원
HALLYM UNIVERSITY SACRED HEART HOSPITAL

Agenda

1. 의료서비스 데이터 현황
2. 외래 프로세스 분석 사례
3. 채혈 프로세스 분석 사례
4. 주차 프로세스 분석 사례
5. 응급실 프로세스 분석 사례



1. 의료 서비스 데이터 현황

한림대학교 성심병원

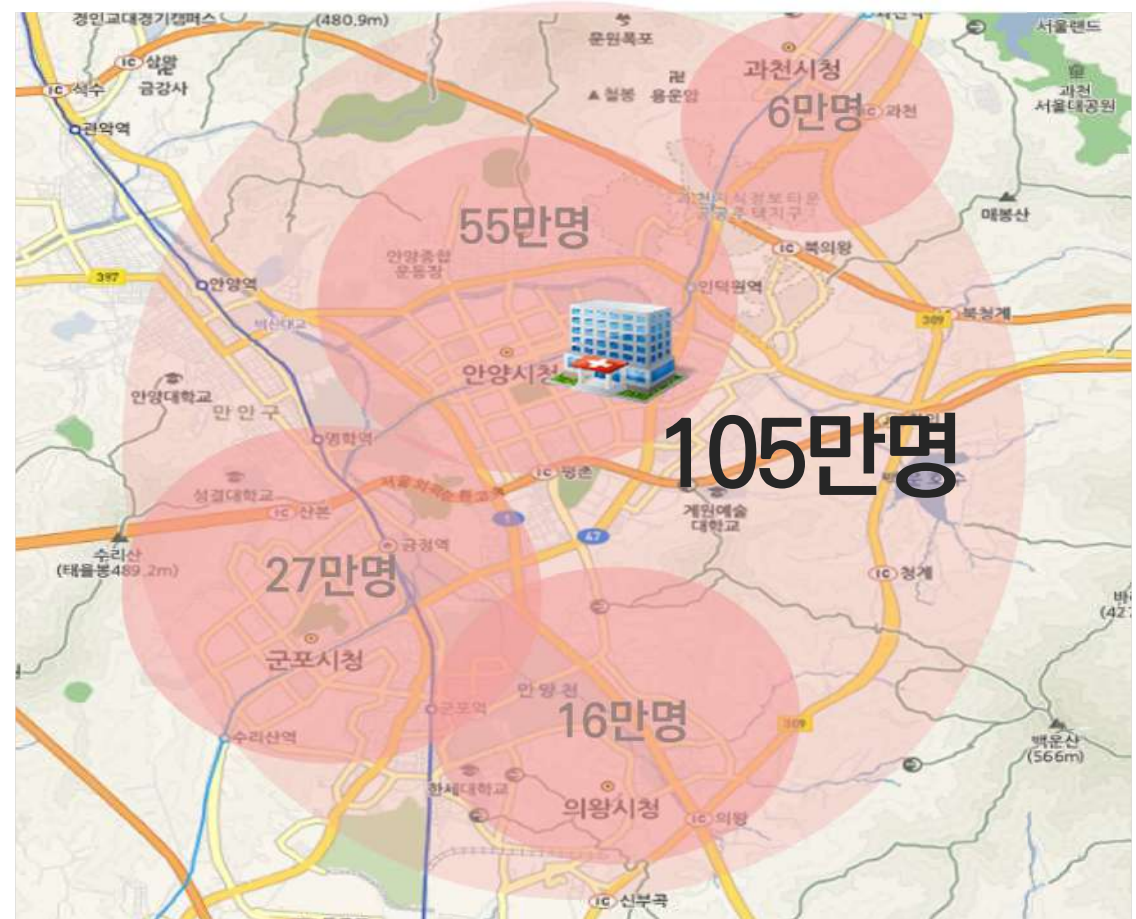
지역 내 유일한 상급종합병원(2009~현재)

지역 내 유일한 권역응급의료센터(2016~현재)

권역응급센터 환자 연평균 71,113명

842 병상, 외래 연인원 약 81만명

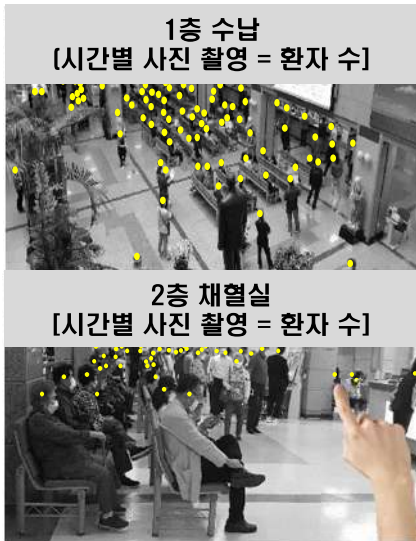
전체 직원 수 1,830명





의료서비스 데이터 수집 현황

→ 데이터 수집에 오랜 시간 소요



→ 부정확한 데이터



→ 데이터 시각화 어려움

■ 주관 부서 수집 data

진료시간 9분말	주차		수납(1층)		수납(2층)		수납(2층순환기)	
	주차	순위	대기 min	순위	대기 min	순위	대기 min	순위
08:30~09:29	504(480/24)	3	15	5	18	5	14	4
09:30~10:29	631(552/79)	1	21	2	22	2	22	2
10:30~11:29	509(479/30)	2	30	1	26	1	32	1
11:30~12:29	285(283/2)	7	19	3	18	5	14	4
12:30~13:29	250(245/5)	9	11	6	19	4	8	7
13:30~14:29	485(475/10)	5	9	7	5	8	4	8
14:30~15:29	474(452/22)	6	6	9	7	7	11	6
15:30~16:29	486(471/15)	4	16	4	20	3	16	3
16:30~17:30	262(261/1)	8	8	8	4	9	2	9

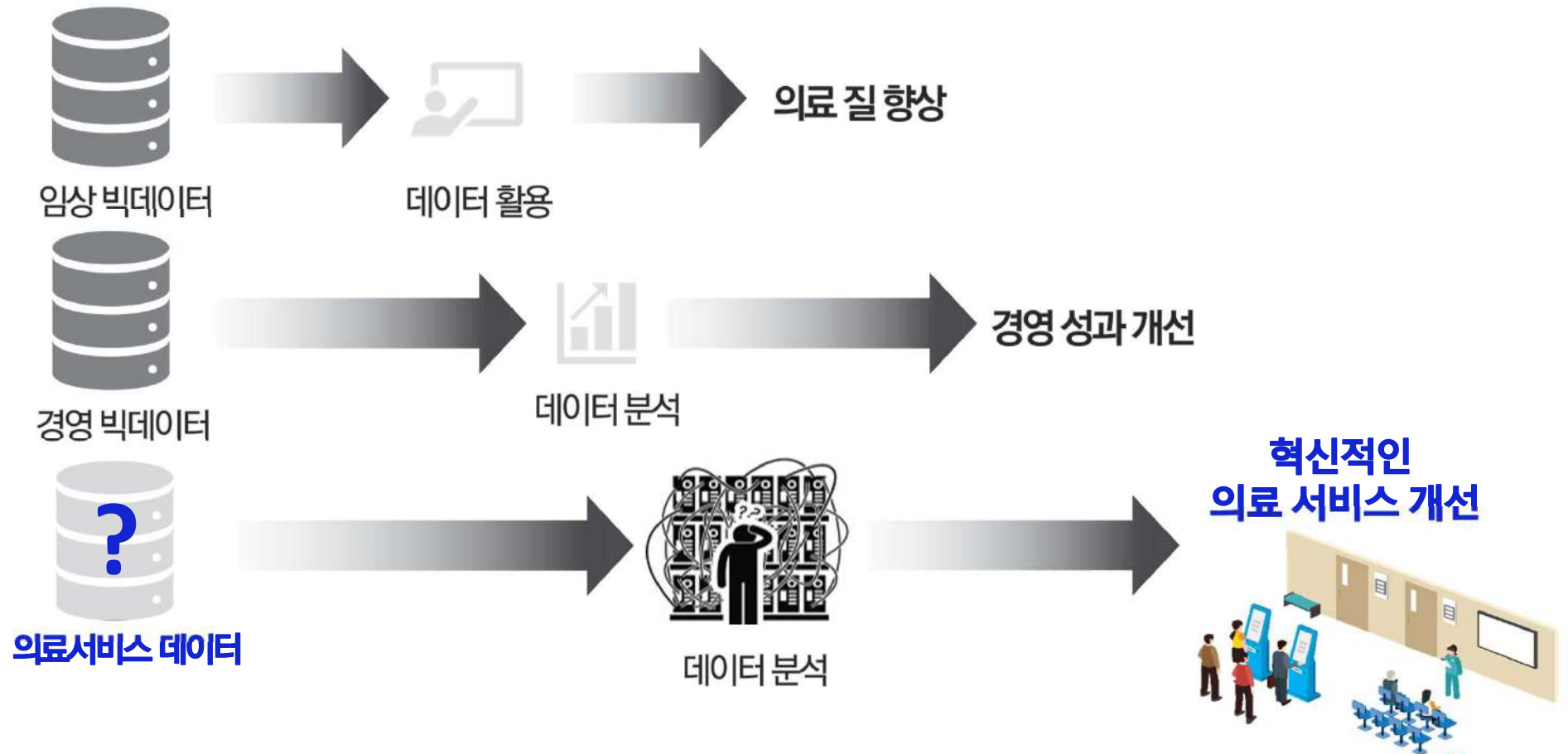
■ 밀집도 수집 data

진료시간 9분말	실장검사실				영상	
	좌측	순위	우측	순위	전면	순위
08:30	15	2	15	3	12	6
09:30	11	5	16	2	20	4
10:30	23	1	18	1	30	1
11:30	13	4	11	5	30	1
12:30	7	7	5	7	23	3
13:30	-	-	-	-	-	-
14:30	10	6	13	4	14	5
15:30	-	-	-	-	-	-
16:30	15	2	9	6	11	7

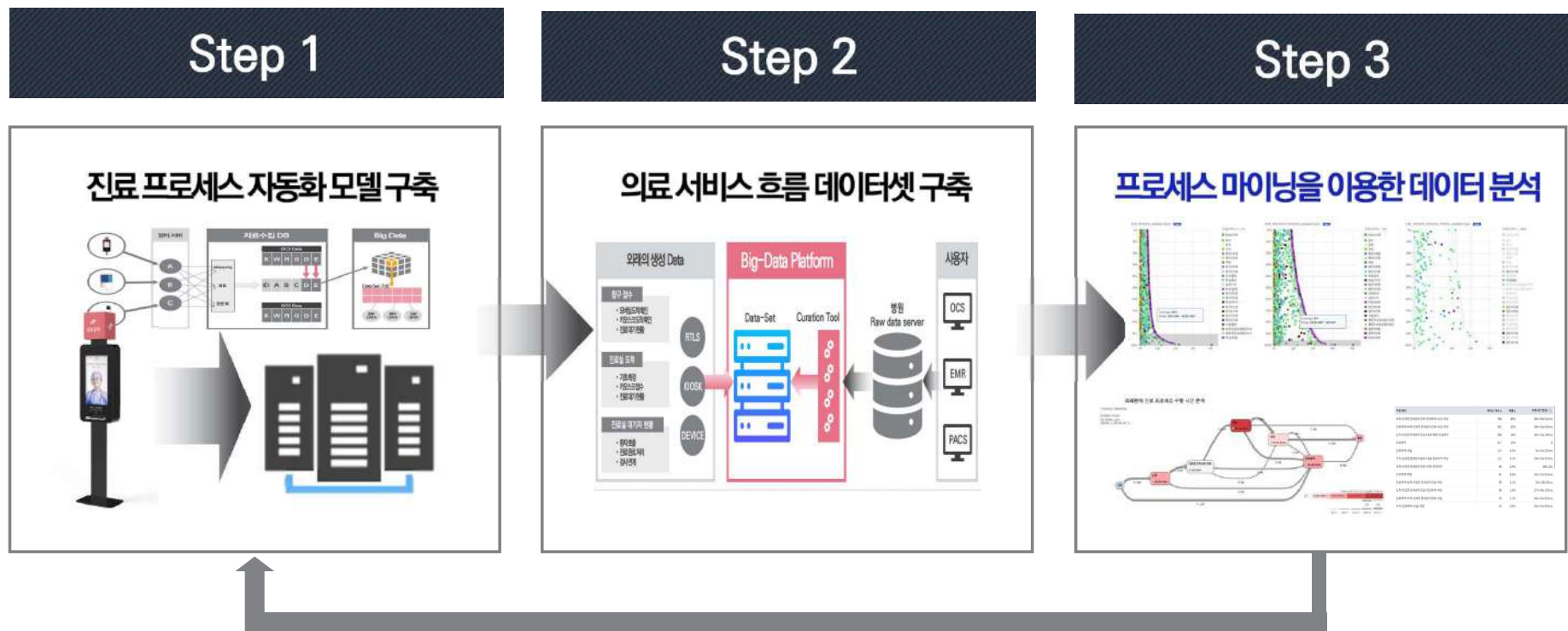
1F 로비(상부)



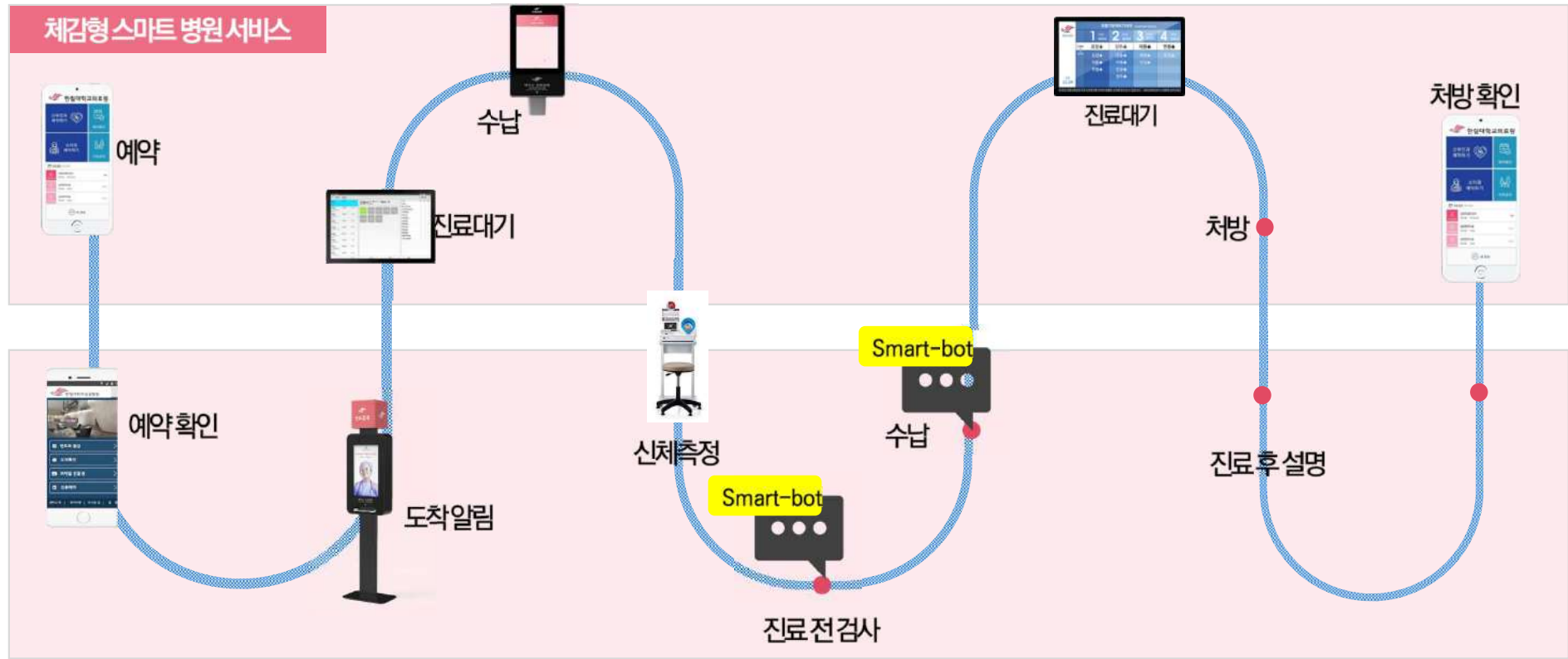
의료 서비스 데이터 부재



의료 서비스 데이터 기반의 지속적인 서비스 개선 체계 구축



진료 단계별 스마트 시스템 구축



진료 단계별 스마트 장비 도입, 기존 시스템과 연결

의료 서비스 데이터 수집

진료과 도착 알림 키오스크

② 외래 환자 도착 시간 수집



신체계측 자동 연동 장비

② 혈압 및 키몸무게 측정 장소 및 시간 수집

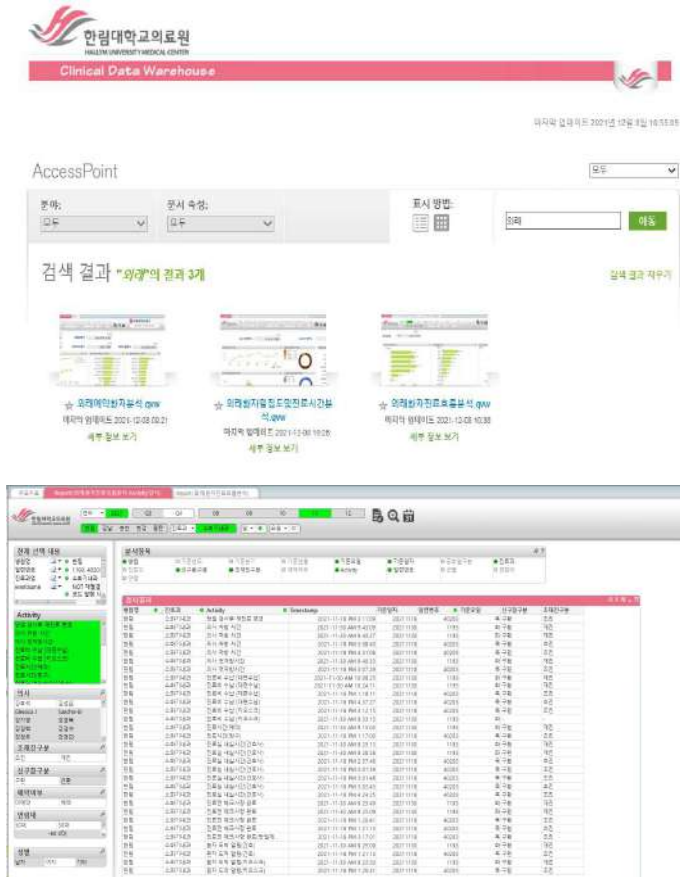


진료 준비 완료 확인 프로그램

② 외래 환자 진료 전 준비 완료 시간 및 진료 내실 시간 수집



의료 서비스 Clinical Data Warehouse 데이터 셋 구축



[데이터 컬럼 1] 도착알림키오스크 이용 분석	
분석 목적	- 도착알림키오스크 이용 분석을 통해 사용자 편의성 향상을 위한 프로세스 개선 - u/ux 지속적 업데이트하며 사용하기 어려운 연봉대 분석
활용시나리오	- 키오스크 이용률 - 키오스크 이용률에 따른 정보 입력 오류 횟수 확인 - 키오스크 이용률에 따른 환자 수 - 키오스크 이용률에 따른 접수 주남하도 분석

[데이터 컬럼 2] 검사 후 재진료 환자 분석	
번호	구분
A-01	환자 정보
A-02	환자 정보
A-03	분석 목적
A-04	키오스크
A-05	환용시나리오
A-06	해당 조건

[데이터 컬럼 3] 외래진료 대기시간								
번호	구분	활용명	활용값	세부 내용				
A-07	도착시: 입원환	C-01	외래진료 대기시간	외래진료 대기시간				
A-08	신환인	C-02	분석 목적	외래 진료 시 대기시간 환원을 파악하여 비효율 프로세스 개선				
A-09	진료사: 방문제	C-03	활용시나리오	- 진료전 단계별 대기시간 분석 - 진료대기시간-진료실내실시간-도착시간 - 요일별 대기시간 분석				
A-10	검사비	C-04	분석 활용 데이터 컬럼					
A-11	검사시	C-05	8-01	키오스크 도착 확인	키오스크 도착시간	키오스크 도착 시간	Time stamp	
A-12	진료비	C-06	8-02	간호사 대면 도착 확인	간호사 대면 도착시간	간호사가 수기로 도착시간 입력한 시간	Time stamp	
A-13	진료비	C-07	8-03	진료예약환자 예약시간	진료예약시간	진료예약 시간	Time stamp	
A-14	진료비	C-08	8-04	장구접수 (미예약환자)	장구접수 시간	시간	장구접수 시간(비예약 환자의 경우만 해당)	Time stamp
A-15	진료비	C-09	8-05	환자 진료 전 준비 대기시간	진료전 준비상태 완료 시간	시간	진료사전체크프로그램에서 환자 진료 전 준비상태가 완료 '완료' 표기된 시간 값	Time stamp
A-16	키오스크		8-06	진료실 내실시간	진료실 내실 시간(간호사)	시간	간호사가 진료실 내실 클릭한 시간(재진료가 있어 발생 값 모두 저장)	Time stamp
			8-07	진료실 내실시간	진료실 의사 호출 시간	시간	신규개발 프로그램에서 의사 호출버튼 누른 시간, 여러 번 반복 값 모두 저장	Time stamp
			8-08	의사처방 시간	의사 처방시간	시간	의사가 첫 처방한 시간	Time stamp
			8-09	의사처방 시간	의사 마지막 처방시간	시간	의사가 마지막 처방한 시간	Time stamp

2. 외래 프로세스 분석 사례

외래 요일별 · 시간대별 환자 흐름 분석

<요일별 환자 흐름>

요일, 오전/오후	월		화		수		목		금		토
진료과	오전	오후	오전	오후	오전	오후	오전	오후	오전	오후	오전
BE											
CS											
DE											
DN											
EN											
EY											
FM											
GS											
MC											
MD											
MI											
MM											
MN											
MO											
MP											
MR											
NP											
NS											
NU											
OG											
OS											
PD											
PM											
PS											
RM											
RT											
SC											
UR											
합계											

<시간별 환자 흐름>

hour / 진료과	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
BE											
CS											
DE											
DN											
EN											
EY											
FM											
GS											
MC											
MD											
MI											
MM											
MN											
MO											
MP											
MR											
NP											
NS											
NU											
OG											
OS											
PD											
PM											
PS											
RM											
RT											
SC											
UR											
합계											

- 전체 요일별 환자 흐름은 **월요일**이 가장 밀집도가 높음
- 오전, 오후 세션별 밀집도 분석 시 **화요일 오전**의 밀집도가 가장 높음.
- 시간대별로는 **오전 9시~11시**가 가장 밀집도가 높음.

키오스크 도착 vs 간호사대면 도착 프로세스 비교

전체 프로세스 16분 17초 차이 - 키오스크를 통해 도착 확인한 환자가 3분 2초 대기시간이 감소

키오스크(비대면) 도착 환자 프로세스



작업 패턴	케이스 개수 ↓	비율 ↓	수행시간(평균) ↑
키오스크도착>진료전준비완료>진료예약>진료내실>첫처방	3,765	20%	40m 48s 143ms
키오스크도착>진료전준비완료>진료내실>첫처방>진료예약	2,531	13%	39m 09s 861ms
진료예약>키오스크도착>진료전준비완료>진료내실>첫처방	1,647	8.6%	37m 11s 839ms
키오스크도착>진료전준비완료>진료내실>진료예약>첫처방	1,504	7.9%	27m 49s 188ms



간호사(대면) 도착 환자 프로세스



작업 패턴	케이스 개수 ↓	비율 ↓	수행시간(평균) ↑
간호사(대면)도착>진료전준비완료>진료예약>진료내실>첫처방	9,257	24%	44m 41s 942ms
간호사(대면)도착>진료전준비완료>진료내실>첫처방>진료예약	6,607	17%	42m 23s 93ms
진료예약>간호사(대면)도착>진료전준비완료>진료내실>첫처방	5,305	14%	41m 16s 444ms
간호사(대면)도착>진료전준비완료>진료내실>진료예약>첫처방	3,694	9.5%	44m 16s 340ms

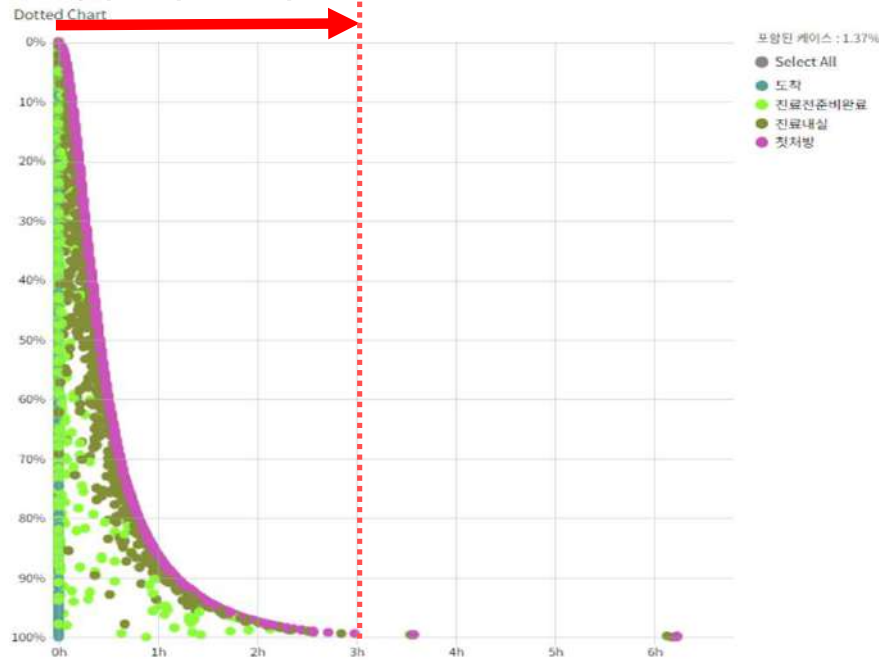


예약하지 않은 환자 activity 포함유무 패턴 분석

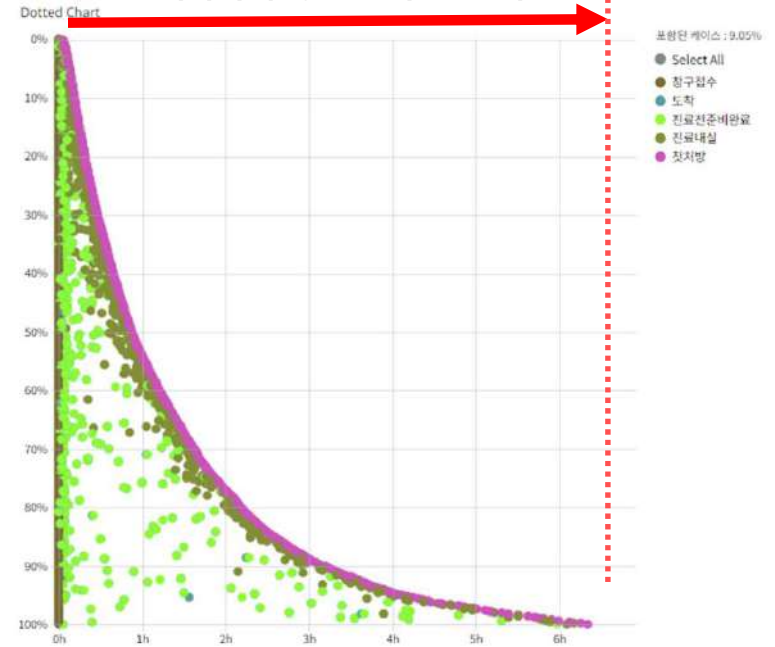
- 예약하지 않은 환자의 도착에서 의사 진료까지의 시간: 80%에서 2시간 이내, 90%에서 3시간 이내

예약 vs 환자 예약하지 않은 환자 패턴 비교

예약 환자 소요 시간



예약하지 않은 환자 소요 시간



뇌신경센터 외래

복잡한 간호사스테이션

→ 간호사 문의 대기



→ 서 있는 환자, 보호자



한림대학교성심병원 뇌신경센터 시간표

진료과명	담당교수	월		화		수		목		금	
		오전	오후	오전	오후	오전	오후	오전	오후	오전	오후
신경외과 380-3771	송준호	●			●					●	
	장인복			●		●		●			
	홍용길			●		●			●		
	안준형	●	●			●					
	김지희			●			●		●		
	이희승		●					●			●
뇌·신경센터 (신경과) 380-3740	박준철									●	
	일 반										
	이병철		●	●		●			●		
	유경호					●				●	
	마효일	●				●	●		●		
	오미선		●			●		●			●
	김영은	●	●			●	●	●			
	김유환					●		●			●
이민우						●				●	
김치현		●			●		●		●		
일 반					●					●	
진료의 수		4	6	5	5	6	5	6	4	4	5

→ 요일별 4명 ~ 최대 6명의 진료의가 동시 진료

→ 접수, 예약, 설명 등 다양한 업무가 좁은 간호사스테이션에서 이루어져 밀집도가 높음



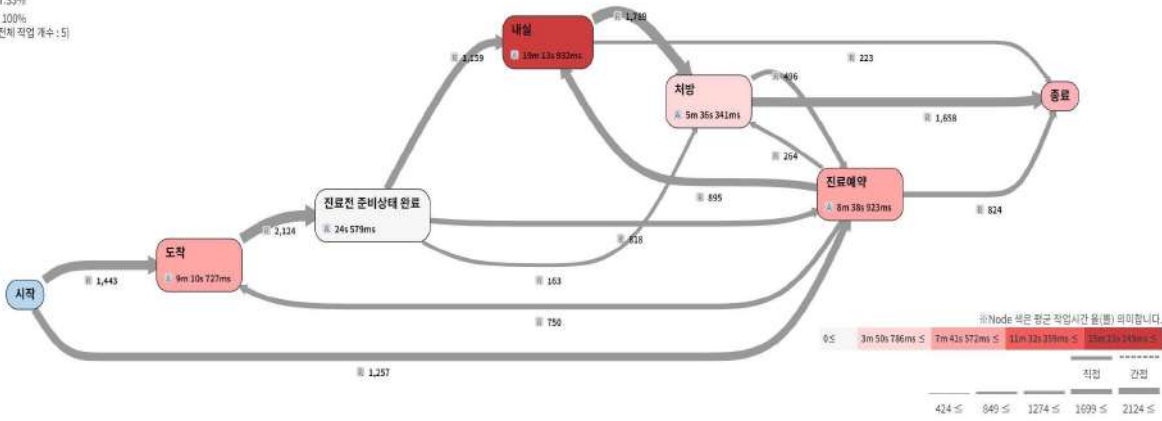
환자의 대기 시간? 개선 방법?

뇌신경센터 외래환자 진료흐름 분석

- ➔ 뇌신경센터 환자 중 **46.6%**가 **예약시간 전에 도착**하여 대기일자 부족현상 발생
- ➔ 뇌신경센터의 전체 평균 수행시간은 **46m 46s** 소요
- ➔ **전체의 40%**정도가 진료를 완료하는 시간은 **약 35분** 정도 소요

Frequency Based Map

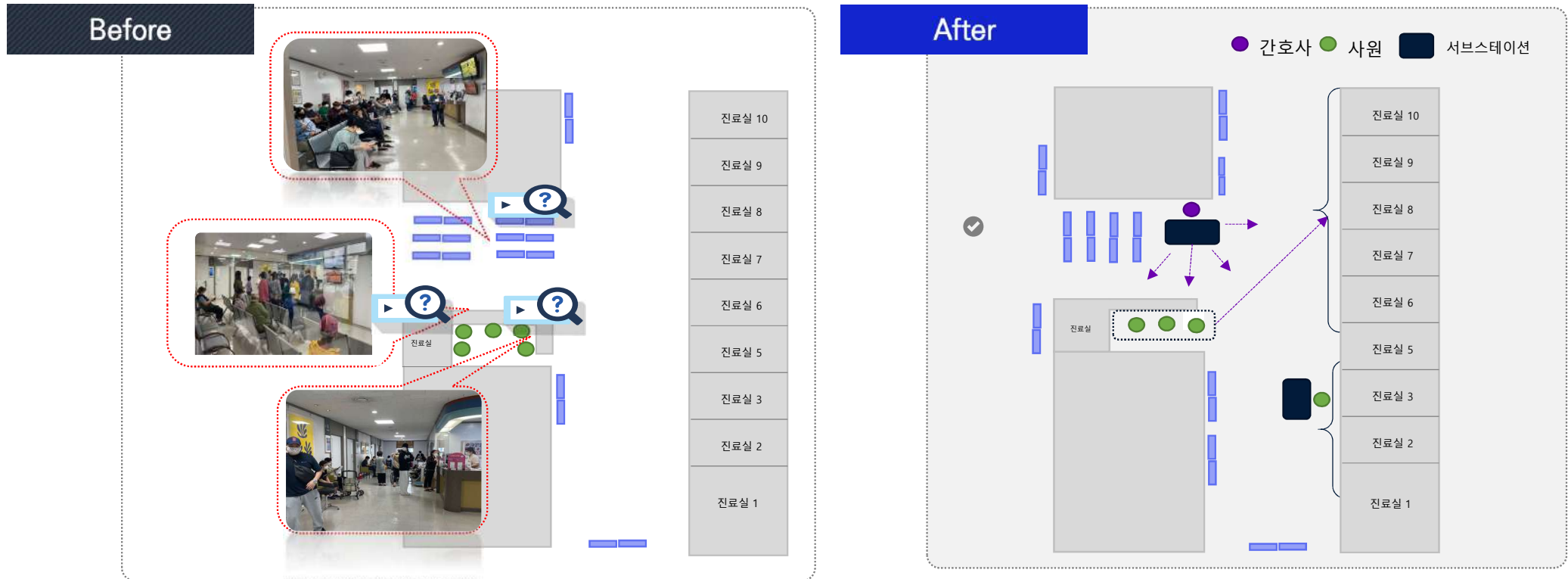
업 직용범위 : 97.35%
 작업 직용범위 : 100%
 [작업 개수 : 5, 전체 작업 개수 : 5]



작업 패턴	케이스 개수 ↓	비율 ↓	수행시간(평균) T ₁
도착>진료전 준비상태 완료>진료예약>내실>처방	708	26%	35m 04s 511ms
진료예약>도착>진료전 준비상태 완료>내실>처방	591	22%	59m 06s 646ms
도착>진료전 준비상태 완료>내실>처방>진료예약	388	14%	34m 10s 144ms
진료예약	317	12%	0
진료예약>내실	115	4.2%	5m 46s 200ms
도착>진료전 준비상태 완료>내실>진료예약>처방	112	4.1%	20m 59s 410ms
도착>진료전 준비상태 완료>처방>진료예약	66	2.4%	38m 28s
진료예약>처방	61	2.2%	14m 17s 655ms
진료예약>도착>진료전 준비상태 완료>처방	59	2.1%	32m 38s 50ms
도착>진료전 준비상태 완료>진료예약>처방	50	1.8%	27m 46s 160ms
진료예약>도착>진료전 준비상태 완료>내실	32	1.1%	56m 36s 812ms
도착>진료예약>내실>처방	23	0.8%	33m 43s 869ms

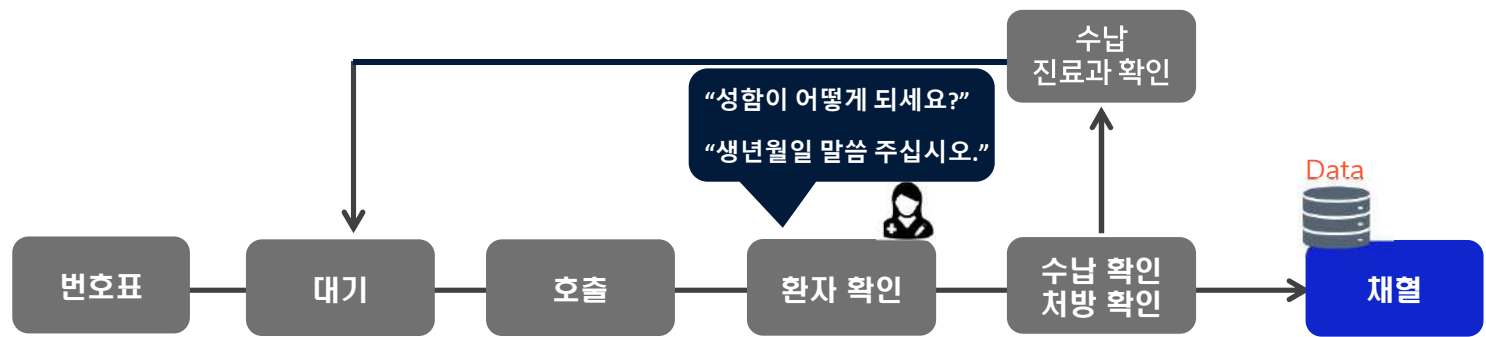
뇌·신경 센터 외래 진료 프로세스 분석을 통한 솔루션

- 교수별 최대 6진료가 동시에 열려 환자는 적어도 36명 이상의 환자는 항상 대기실에 체류하므로 **대기 의자 추가 설치**
- **간호 substation** 배치하여 **분산**
- 시간대 별 **예약 환자수 분산** - 오후 진료의 경우 2~3시 사이에 환자가 몰려 있음.

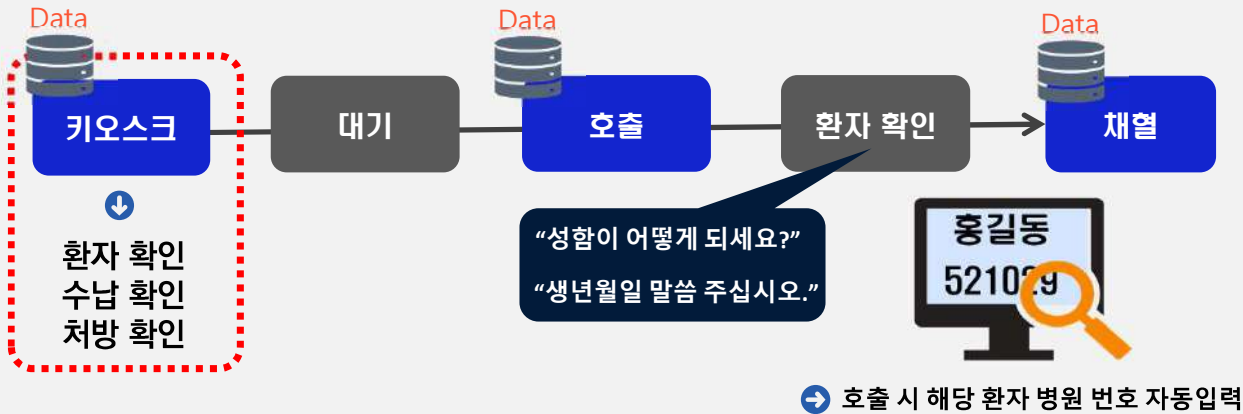
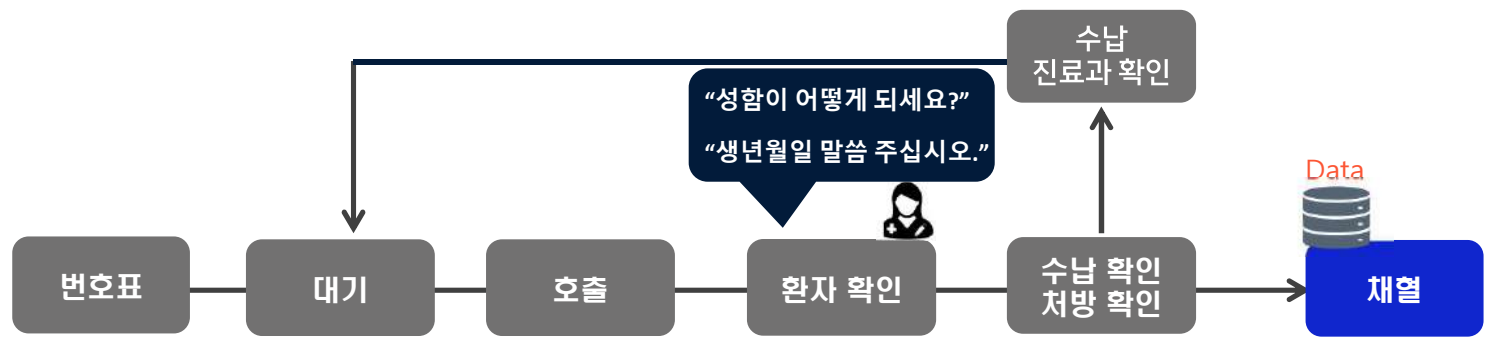


3. 채혈 프로세스 분석 사례

채혈 프로세스

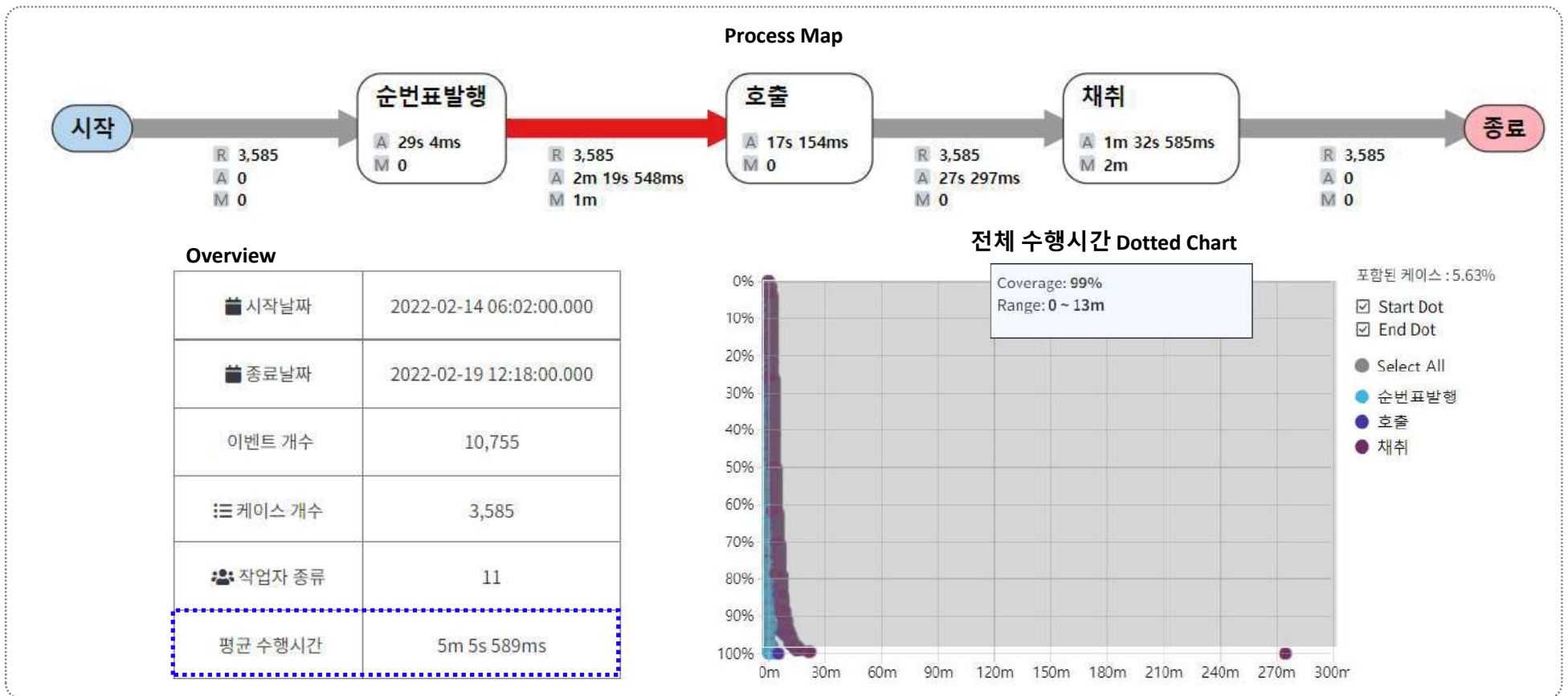


채혈 프로세스



채혈실 프로세스 Overview

➔ 채혈 프로세스를 완료하는데 **평균 5m 5s** 소요



채혈실 현황

일 평균 채혈 건수 3,800건



- ➔ 좁은 입구 및 밀집도 높은 대기실
- ➔ 다양한 검사

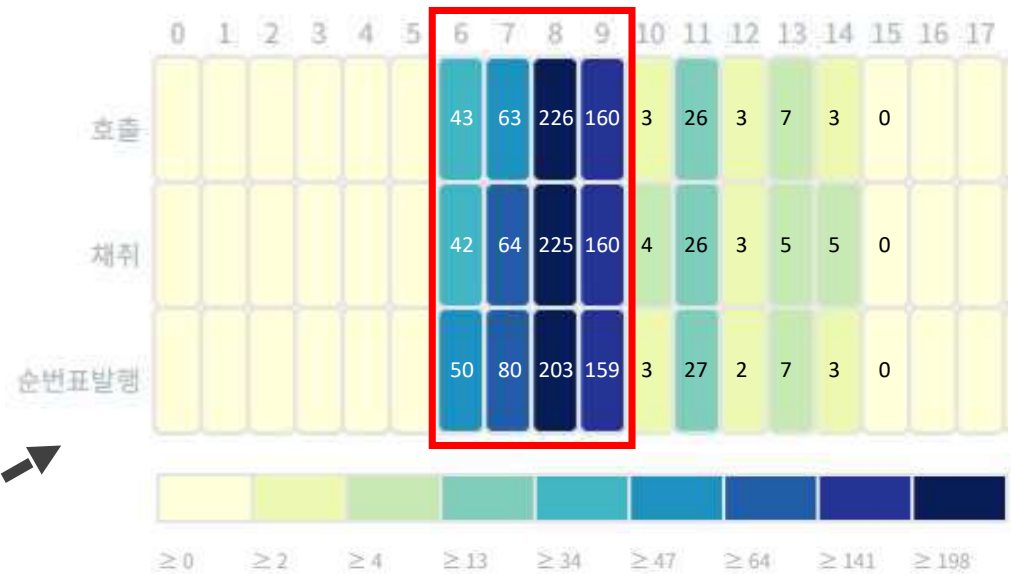
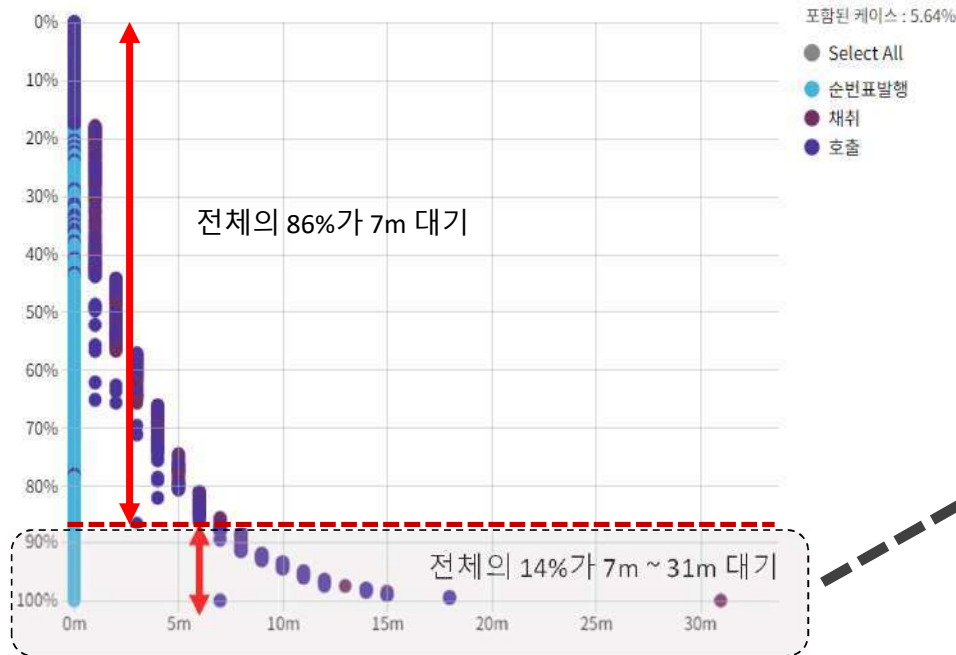


일평균 채혈실 근무자 수 5명



채혈실 시간대별 대기 시간

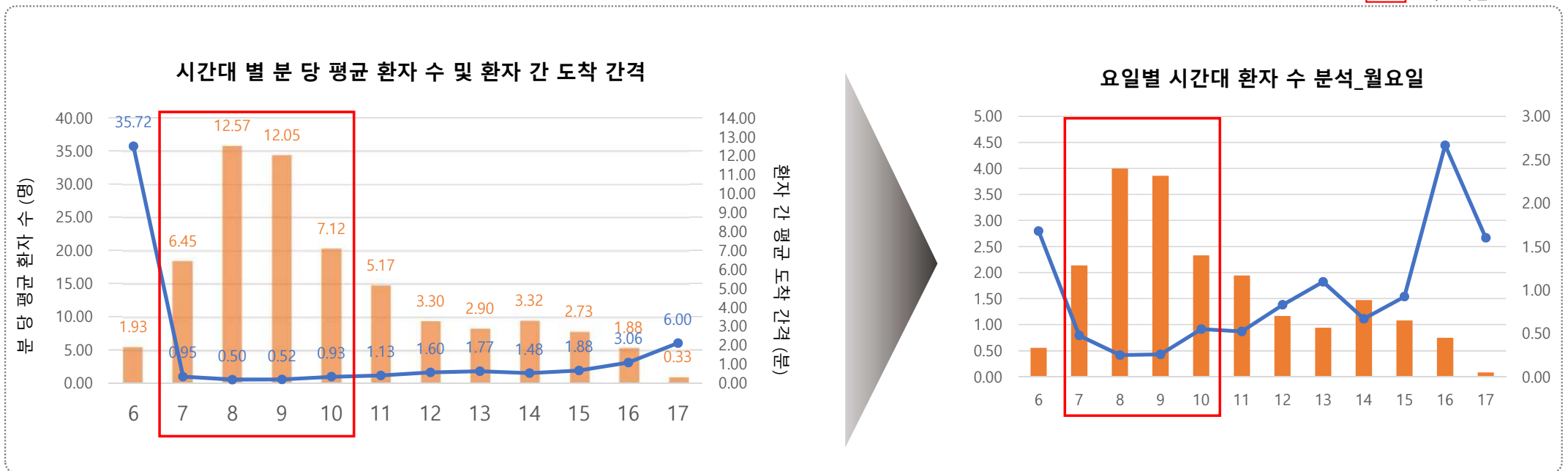
- ➡ 전체의 86%는 7분 대기 후 채혈
- ➡ 대기 7분 이상 14%: 오전 6-9시에 주로 발생



시간대별 환자 방문 수 분석

- ➔ 분당 평균 환자 수 : 시간대별 환자 수를 60분으로 나누어 평균 분당 방문 환자 수를 나타낸 값
- ➔ 환자 간 평균 도착 간격 : 환자 간 도착 시간 간격을 각 시간대별로 평균한 값 (단위: 분)
- ➔ 시간대 별 환자 수 분석 결과 **오전 7-10시** 방문자 수가 많은 것으로 나타남.
- ➔ 요일 별 시간대 별 환자 수 분석 결과, **요일별 시간대별 차이가 없이 동일한 시간대에** 방문자수가 적은 것으로 나타남.

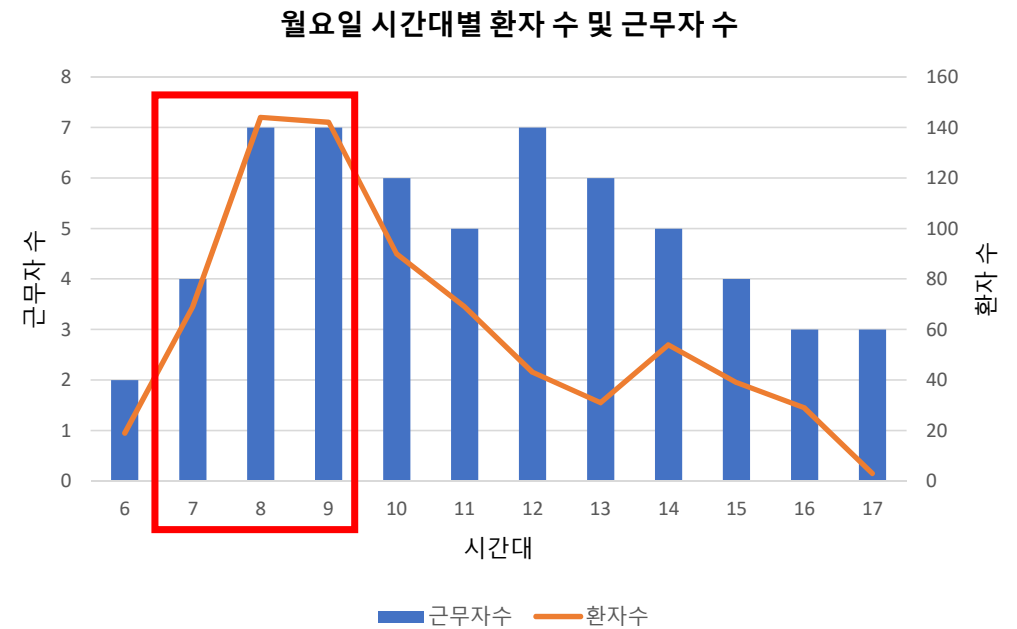
■ : 분당 평균 환자 수
● : 환자 간 평균 도착 간격 (분)
 : 피크 타임



월요일 시간대 별 근무자 수, 시간대별 환자수/근무자 수

- 시간대별 환자 수를 보면, **오전 시간대에 환자가 몰리는 것을** 확인 할 수 있음
- 오후 마감시간이 가까워 질수록 환자 수가 줄어드는 것을 확인 할 수 있음
- 상대적으로 **오전 시간에** 작업자의 **업무 부하가 많이** 발생

작업자명	월요일											
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
임0일	■											
김0표	■											
장0희		■										
조0형		■										
윤0영		■										
유0빈		■										
주0연		■										
장0영												
김0영												
김0름												




시뮬레이션 분석: 작업자 근무시간 변경에 따른 환자 리드타임 분석

시뮬레이션 시나리오 소개

- ➔ 채혈자의 근무시간 변경에 따른 환자의 채혈 프로세스 리드타임 변화 분석 (토요일 제외, 시나리오별 시뮬레이션을 10회 수행하여 평균 값을 사용함)
- ➔ **기존 작업자 근무시간:** 작업자들이 6시 30분, 7시 30분, 8시 30분에 근무시작 후 점심시간 1시간을 제외하고 8시간 연속 근무
- ➔ **시뮬레이션 시나리오1:** 8시 30분에 근무를 시작하는 작업자 일부의 스케줄을 1시간씩 앞으로 이동 (바쁜 오전 시간대의 작업자 수를 늘리기 위함)
- ➔ **시뮬레이션 시나리오2:** 8시 30분에 근무를 시작하는 작업자 1명의 오후 근무시간을 제거 (한가한 오후 시간대의 잉여 인력 제거)

< 기존 작업자 스케줄 규칙 >

*6:30, 7:30, 8:30에 근무시작, 점심시간 제외 8시간 연속 근무

*점심시간 

:

작업자명	월요일											
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
작업자 1	6:30									15:30		
작업자 2	6:30									15:30		
작업자 3		7:30									16:30	
작업자 4		7:30									16:30	
작업자 5			8:30									17:30
작업자 6			8:30									17:30
작업자 7			8:30									17:30

< 시나리오1: 작업자 근무시간 이동 >

*8:30 시작 채혈자 일부의 근무시간을 1시간씩 앞으로 이동

*점심시간은 그대로 유지

작업자명	월요일											
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
작업자 1	6:30									15:30		
작업자 2	6:30									15:30		
작업자 3		7:30									16:30	
작업자 4		7:30									16:30	
작업자 5			7:30								16:30	
작업자 6			7:30								16:30	
작업자 7			8:30									17:30

근무시간 이동

< 시나리오2: 오후 근무시간 제거 >

*8:30 근무시작인 채혈자 중 1명 오후 근무시간 제거

*점심시간은 그대로 유지

작업자명	월요일											
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
작업자 1	6:30									15:30		
작업자 2	6:30									15:30		
작업자 3		7:30									16:30	
작업자 4		7:30									16:30	
작업자 5			8:30									17:30
작업자 6			8:30									17:30
작업자 7			8:30				12:30					

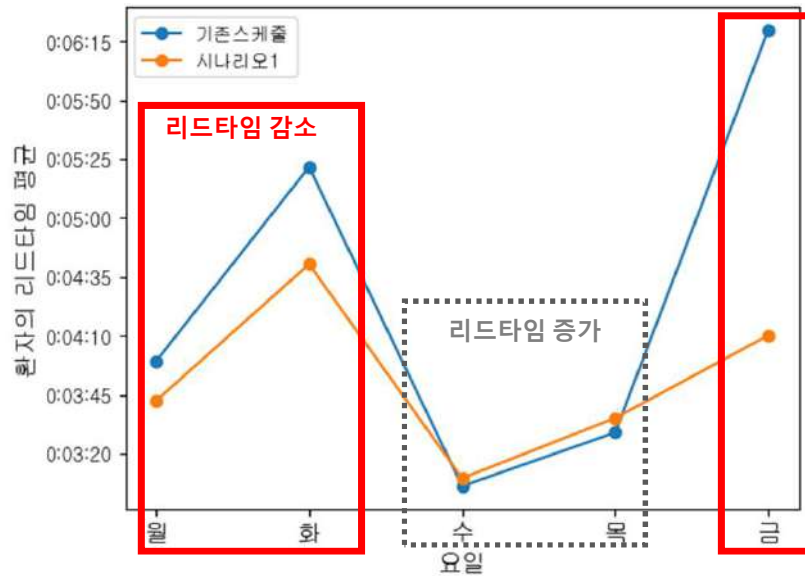
근무시간 제거

시뮬레이션 분석: 작업자 근무시간 변경에 따른 환자 리드타임 분석

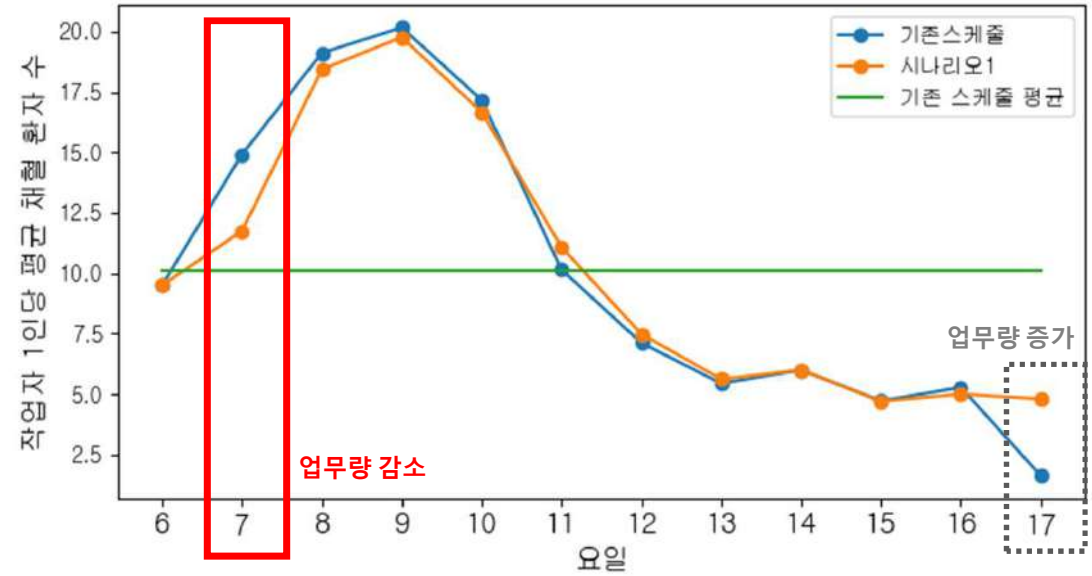
시뮬레이션 시나리오 1 결과

- 월, 화, 금의 경우 리드타임이 감소함. 수, 목의 경우 리드타임이 증가했으나 증가 정도가 미미함.
- 7시 시간대의 작업자별 업무량 확연히 감소, 오후 5시의 경우 업무량이 증가 했으나 평균을 하회함
- 즉, 8시 30분에 근무를 시작하는 작업자 일부의 근무시간을 1시간 앞으로 이동하는 경우, **환자 리드타임 및 업무량 감소 효과 기대**

요일 별 환자의 평균 리드타임 비교



시간대별 작업자 1인당 평균 채혈 환자 수



기존 스케줄	3분 59초	5분 21초	3분 6초	3분 28초	6분 19초
시나리오1	3분 42초	4분 40초	3분 9초	3분 35초	4분 10초

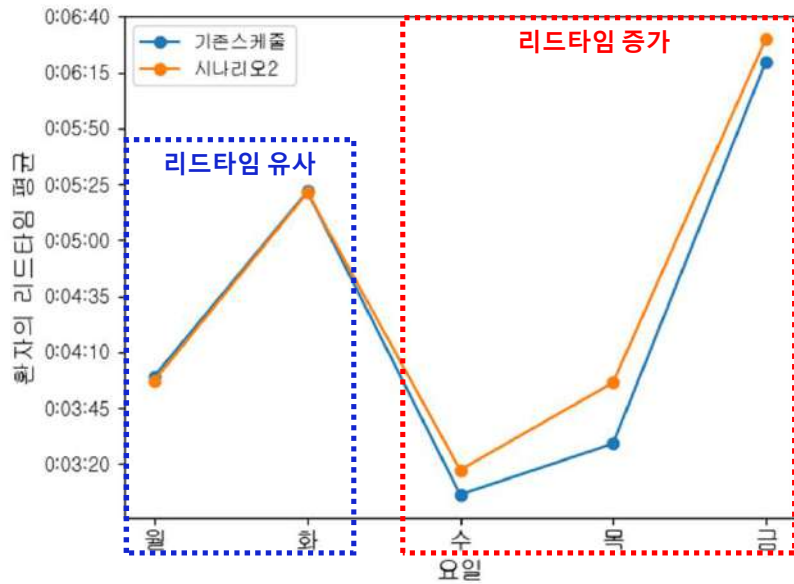
기존 스케줄	9.5	14.9	19.1	20.2	17.2	10.1	7.1	5.4	6.0	4.7	5.3	1.6
시나리오1	9.5	11.8	18.4	19.8	16.7	11.1	7.5	5.6	6.0	4.7	5.0	4.8

시뮬레이션 분석: 작업자 근무시간 변경에 따른 환자 리드타임 분석

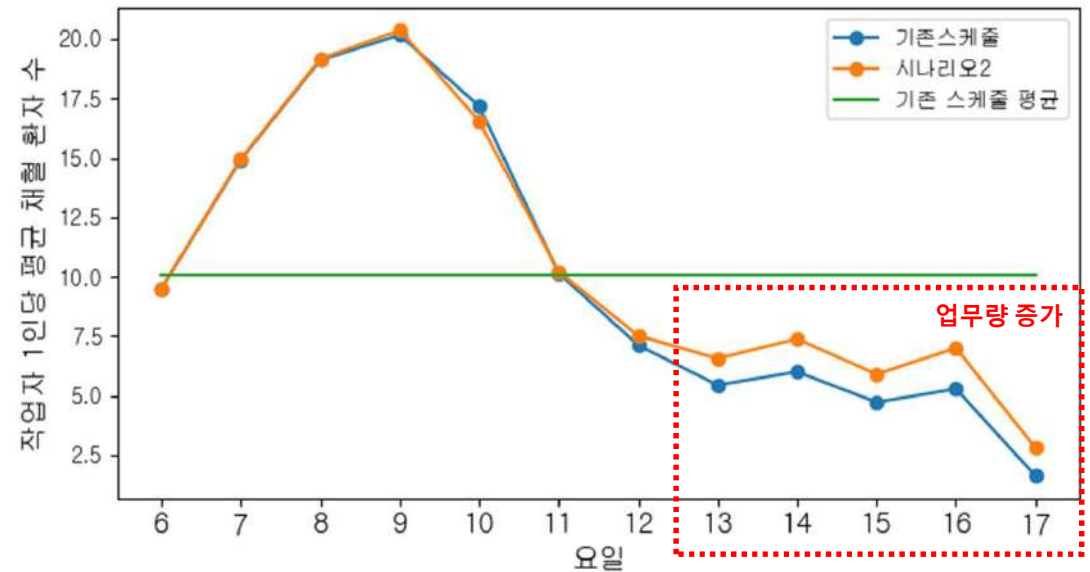
시뮬레이션 시나리오 2 결과

- 작업자 수가 7명인 월, 화의 경우 기존과 유사한 평균 리드타임을 보이나, 수~금의 경우 리드타임이 증가함
- 오후 시간대의 작업자별 업무량이 증가했으나 평균을 하회함
- 즉, 한가한 오후 시간대(월, 화)의 경우 환자의 대기시간에 영향을 주지 않으면서 **작업자 1명을 파트타임으로 전환 가능할 것으로 기대**

요일 별 환자의 평균 리드타임 비교



시간대별 작업자 1인당 평균 채혈 환자 수



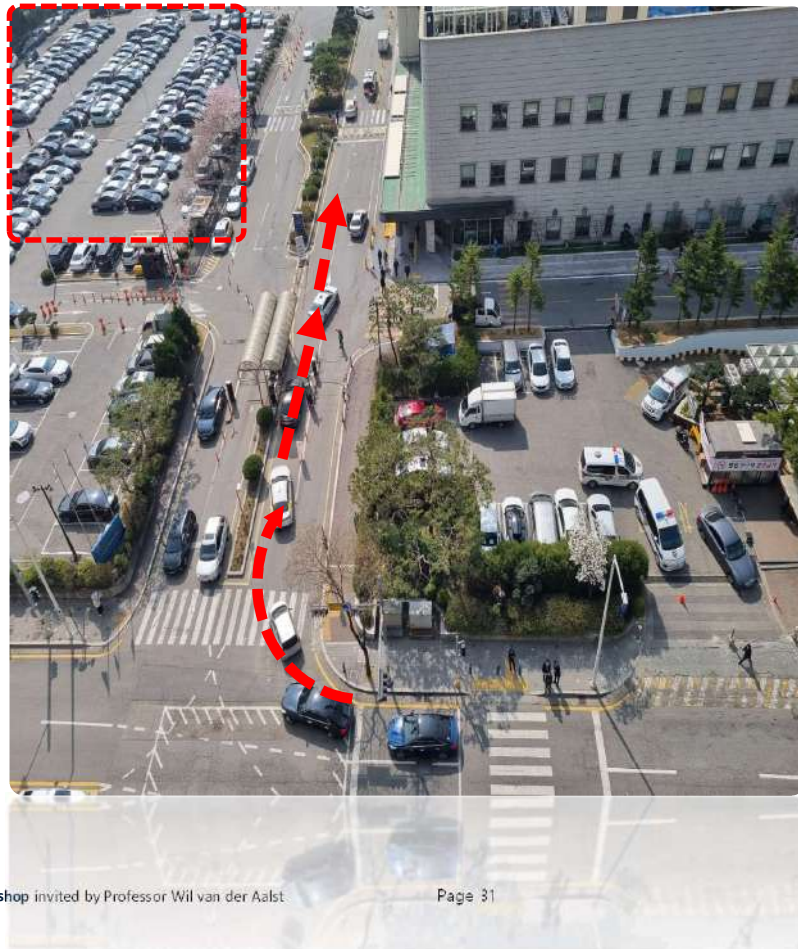
기존 스케줄	3분 59초	5분 21초	3분 6초	3분 28초	6분 19초
시나리오1	3분 57초	5분 21초	3분 17초	3분 56초	6분 30초

기존 스케줄	9.5	14.9	19.1	20.2	17.2	10.1	7.1	5.4	6.0	4.7	5.3	1.6
시나리오1	9.5	15.0	19.2	20.4	16.5	10.2	7.5	6.6	7.4	5.9	7.0	2.8

4. 주차 프로세스 분석 사례

주차장 이용 현황

입차 밀집 시간대 [오전 8~9시, 오후 1~2시]



출차 밀집 시간대 [오전 10시, 오후 2시]



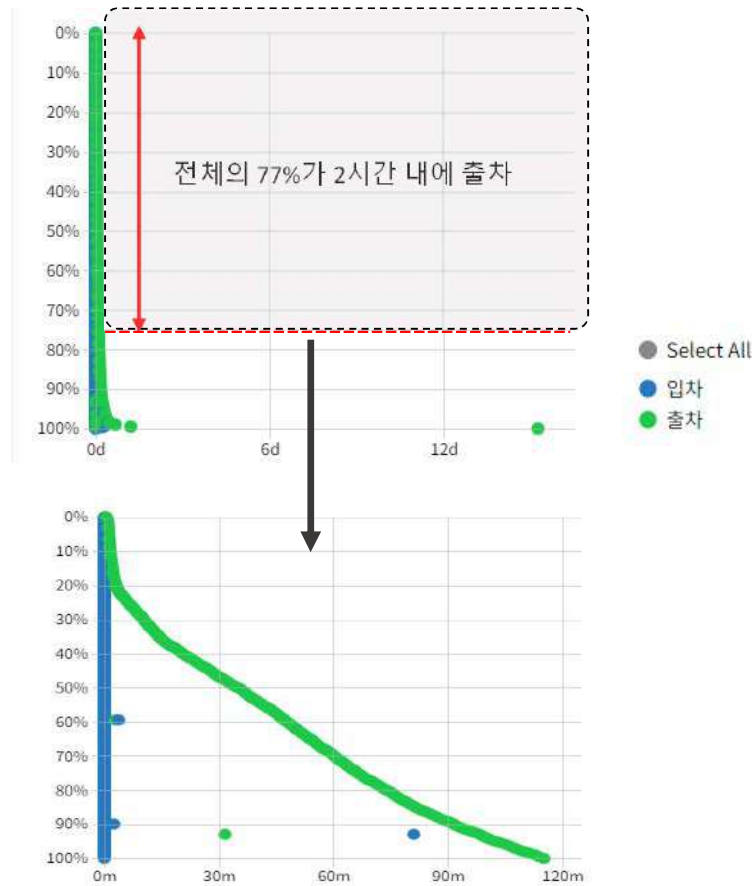
전체 차량 Time Tile

- ➔ **요일, 시간별** 병원 입·출차 차량의 수에서 외래진료 시간대인 **8시~ 15시까지 많은 차량이 이동**하는 것을 확인
- ➔ 특히 **월요일과 화요일**이 다른 요일에 비하여 조금 **더 많은 이동이 발생**하는 것을 확인 할 수 있음



진료 차량 요일별, 시간대별 입·출차 대수 비교

- ➔ 전체 진료차량의 77%는 외래 진료가 이루어지는 2시간 내에 출차하는 것을 확인 할 수 있음.
- ➔ 월요일의 시간대별 입·출차 대수를 확인하면, 외래가 활발하게 이루어지는 오전 시간대에 많은 차량의 이동을 확인 할 수 있다



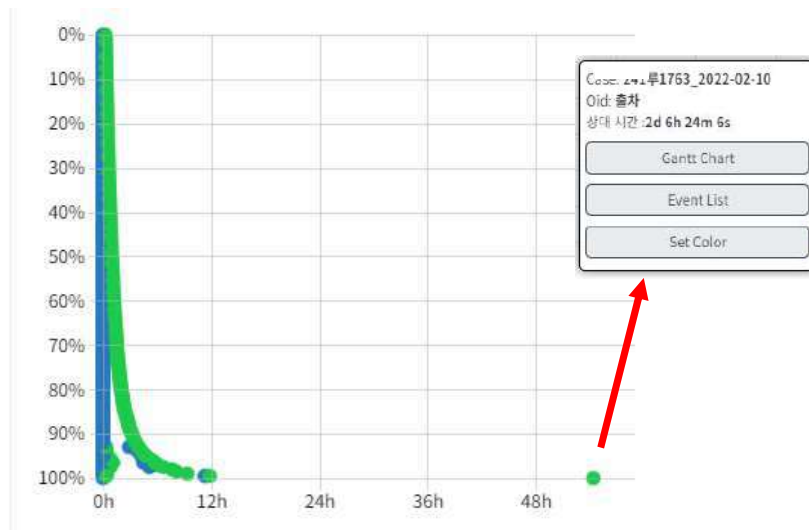
<월요일>

출차\입차	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17
00												8
04					2				2			
06	106											
07	20	156				2						
08	2	56	266								8	2
09	2	42	302	308		2				4		2
10		24	128	306	280							
11	2	12	100	124	230	172		2				
12	4	20	40	64	88	144	150				2	2
13	2	2	8	38	42	42	92	252				
14		2	2	8	22	58	76	276	210	4	2	
15			4	10	10	14	38	130	228	166		
16		4			8	12	20	58	104	254	134	
17			2	2	2	2	10	32	42	104	118	62
18		2	6	2	2	2	2	6	14	22	26	32
19				2		4			4	8	10	
20		4	2			2		4			4	2
21		2	2			2				2		2
22						2	2					2
23		2										

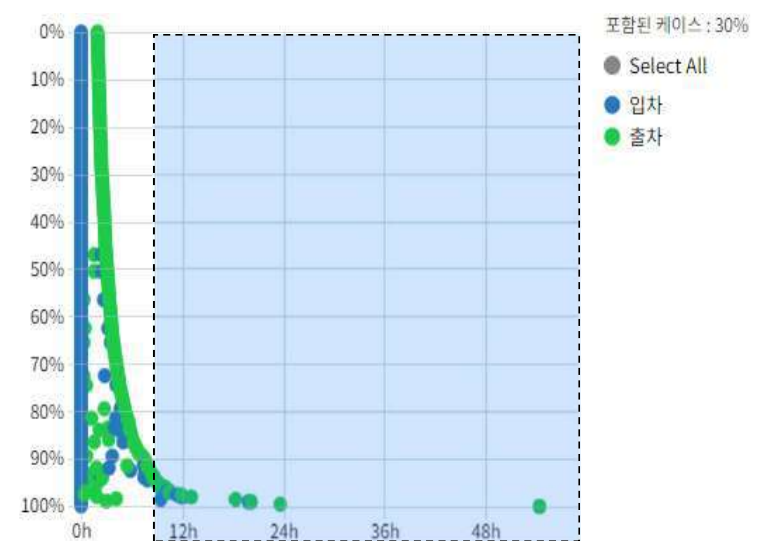
진료 외 차량 장기 주차 분석

- ➔ 12시간 ~ 48시간 이상 체류하는 차량들이 분포
- ➔ 조사 결과 장례식장 상주 차량 → 외부 주차장으로 유도

<진료 외 차량 전체 Dotted Chart>

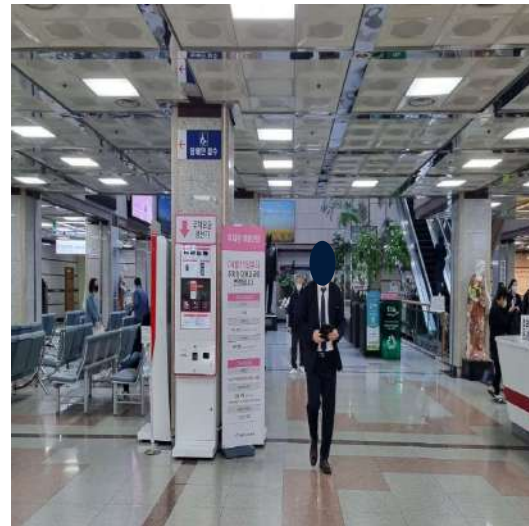
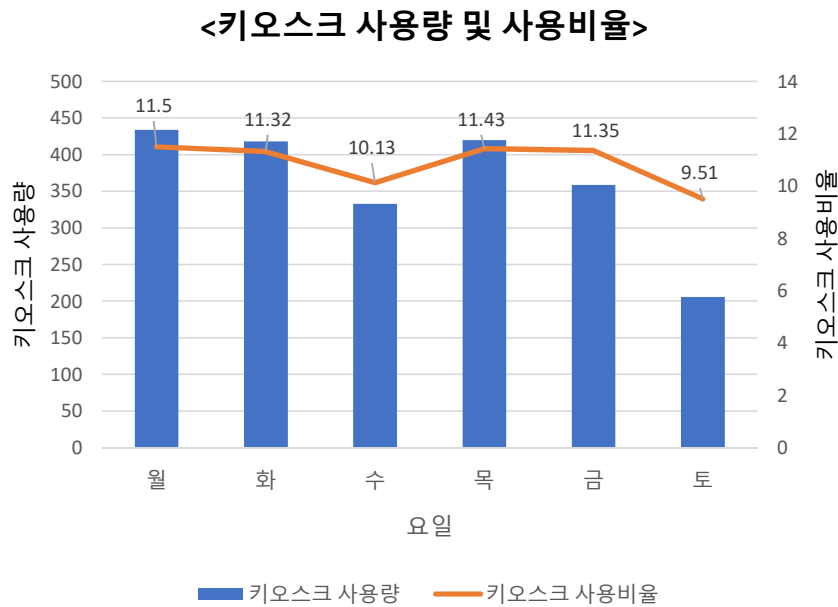


<진료 외 차량 상위 80% Dotted Chart>

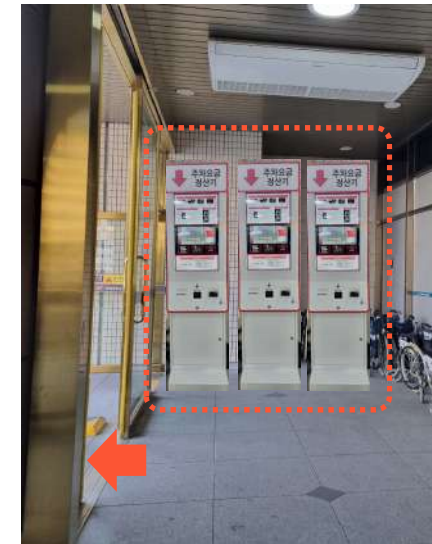


출차 시 정산소 정체 해소

- ➔ 키오스크 사용비율 : 전체 출차 차량 중 키오스크를 이용하여 정산한 차량의 비율
- ➔ 키오스크 사용 비율이 매우 낮아 키오스크 위치 변경 예정



- ➔ 현재 1층 중앙 안내에 위치 출차 시 눈에 띄지 않음.

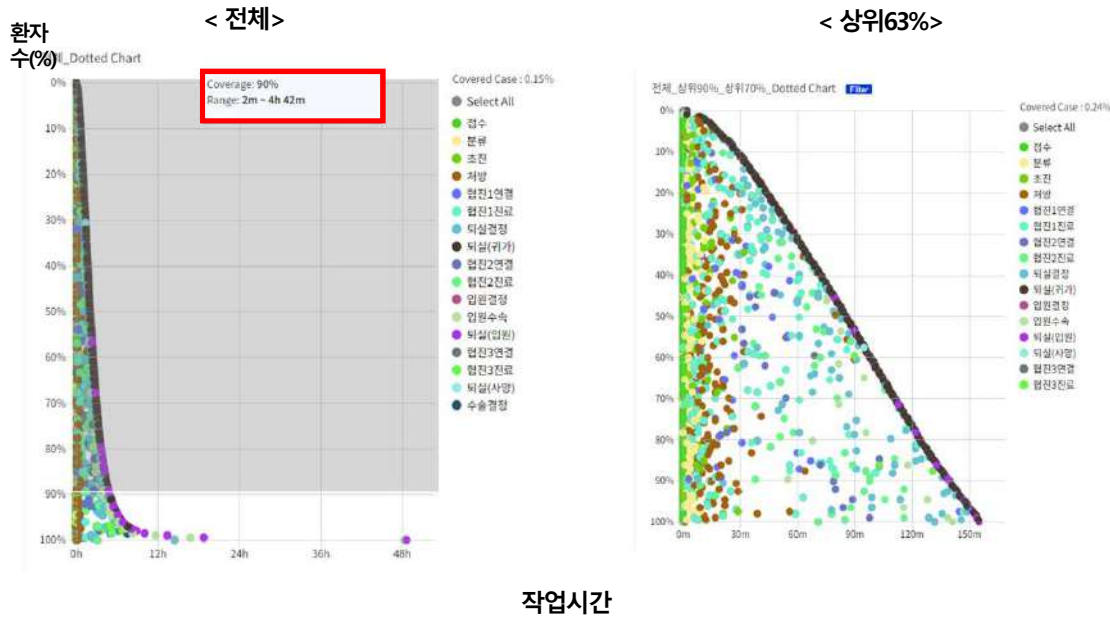


- ➔ 출차 시 번거롭게 병원내부로 들어오지 않도록 병원외부 입구로 위치변경.

5. 응급실 프로세스 분석 사례

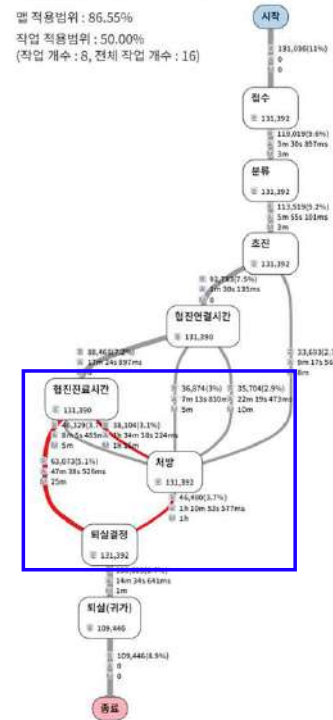
응급환자 진료 대기시간 분석을 통한 정체구간 파악

< Dotted Chart - 상대시간 >



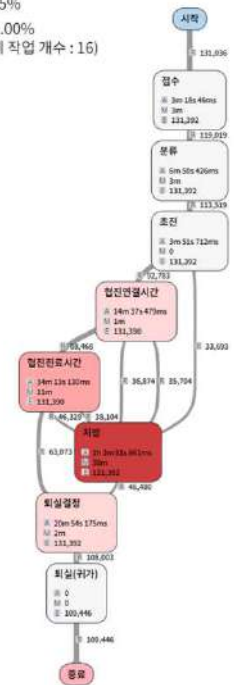
전체_Frequency Based Map

맵 적용범위 : 86.55%
직업 적용범위 : 50.00%
(작업 개수 : 8, 전체 직업 개수 : 16)



전체_Frequency Based Map

맵 적용범위 : 86.55%
작업 적용범위 : 50.00%
(작업 개수 : 8, 전체 직업 개수 : 16)



- ➔ 상위 90% 가 리드타임이 고르게 분포되어 있고 그 중에서 상위 70%(상위 63%)를 보면 깔끔하게 분포되어 있는걸 알 수 있음.
- ➔ 대부분 프로세스대로 잘 따르고 있음
- ➔ 협진-처방-퇴실결정 과정에서 지연이 발생하고 있음

프로세스 마이닝 분석 결과 병원 내 공유

응급센터 실무자와 분석 데이터 공유



D.N.A (Data, Network, AI) 혁신팀 - 전 부서 공유



프로세스마이닝 분석툴 활용 확대를 위한 활동

부서별 실무 직원 교육



- ➔ 8개의 경영지표 및 의료질지표 관리 실무부서를 대상으로 17명을 교육 시행

프로세스마이닝 분석툴 홍보 세미나 개최



- ➔ 대내외 프로세스마이닝 분석툴 소개 및 홍보

프로세스마이닝 전담 데이터 분석 전문가



- ➔ 각 부서별 데이터 분석 및 프로세스마이닝 분석 실무 교육 담당

Why?

병원은 프로세스 마이닝을 필요로 하는가?

DATA

의료 서비스 데이터에 기반한

혁신적인 의료 서비스 개선에 반드시 필요

Thank you

프로세스 마이닝 창시자 윌 반 데르 알스트(Wil van der Aalst) 교수 초청
'프로세스 마이닝 워크샵'

