

A PICTURE STORY

타크로리무스 이야기

— AI가 약물 농도를 예측하는 우리 연구를,
그림으로 쉽게 풀어봅니다 —

AIForALab · 차의과학대학교 미래융합대학

첫 번째 장면

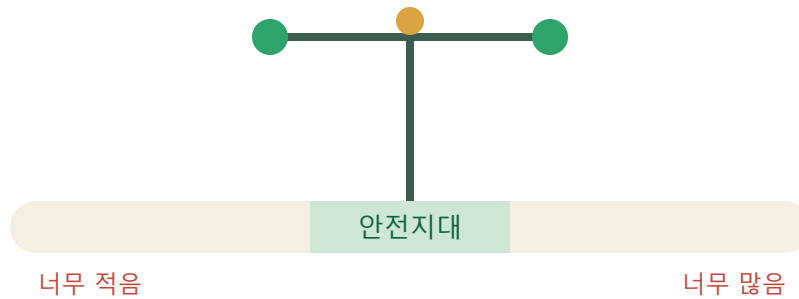
이 약, 이름은 타크로리무스



장기이식(콩팥·간 등)을 받은 환자들이 **매일 먹는 약**이에요.

우리 몸은 새로 이식받은 장기를 낯선 “**침입자**”로 오해하고 공격하려 합니다. 타크로리무스는 그 공격을 **진정시켜** 새 장기가 잘 자리 잡도록 도와줘요.

딱 알맞은 양이 중요해요



약이 **너무 많으면** 콩팥이 상하거나 부작용이 생기고,
약이 **너무 적으면** 몸이 새 장기를 거부해 버려요.

그래서 혈액 속 약물 농도를 **좁은 안전지대** 안에 딱 맞춰야 합니다.

그런데 사람마다 다 달라요



낮게



딱 맞게

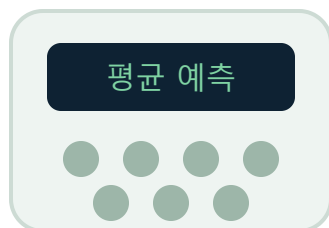


높게

똑같은 용량을 먹어도 혈중 농도는 **사람마다 제각각**입니다.

나이, 몸무게, 유전자, 함께 먹는 약... 수많은 이유로 달라져요. 그래서 “다음에 이 환자의 농도가 얼마일까?”를 **미리 맞히기**가 무척 어렵습니다.

지금까지의 방법 — 평균 계산기(PopPK)

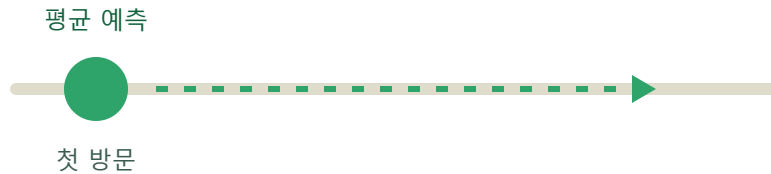


전통적인 방법(집단 약동학, PopPK)은 “평균적인 환자”를 기준으로 농도를 계산합니다.

장점: 처음 온 환자에게도 **바로 쓸 수 있어요.**

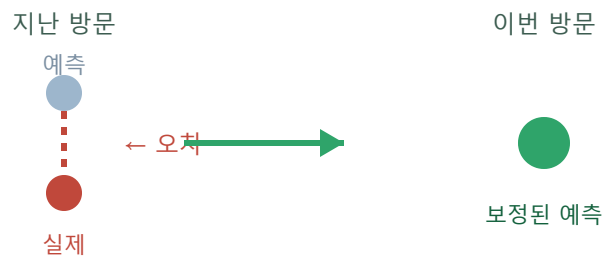
단점: **그 사람만의 개인차**는 잘 잡지 못해요.

우리 아이디어 ① — 평균에서 출발



새로 온 환자는 아직 본인 데이터가 없어요. 그래서 개인 맞춤 예측을 만들 수 없죠. 그래서 우리는 누구에게나 계산되는 **평균 예측(DVI)**을 든든한 **출발점**으로 삼았습니다.

우리 아이디어 ② — 지난번 오차로 배우기



두 번째 방문부터는 단서가 생겨요. “저번엔 예측이 얼마나 빗나갔지?”

이 **지난번 오차(ERR_LAG1)**를 보고 다음 예측을 살짝 보정합니다. 방문 기록이 쌓일수록 **개인 맞춤에 가까워져요.**

핵심: 환자마다 미리 복잡한 모델을 새로 맞춤 필요가 없어요. 지난 기록만 있으면 저절로 개인 맞춤이 됩니다.

일곱 번째 장면

세 명의 AI 친구가 도와줘요



LightGBM



RNN



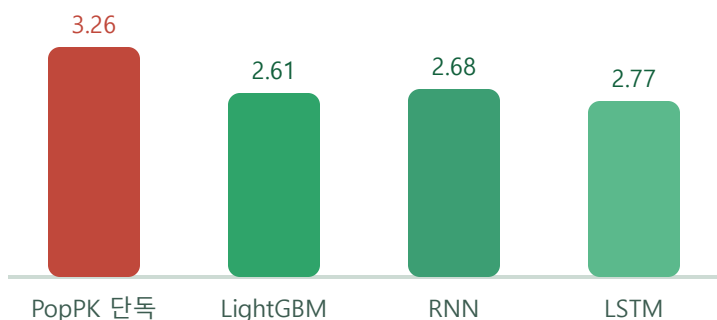
LSTM

세 가지 인공지능 모델이 환자의 **지난 방문 기록**을 읽고 다음 농도를 예측합니다.

모두 “평균 예측 + 지난 오차”라는 우리 아이디어를 재료로 사용해요.

결과 — 둘을 합치니 더 잘 맞아요!

예측이 실제와 얼마나 어긋나는지(오차, 낮을수록 좋아요) 비교했어요.



평균예측(PopPK)을 AI에 결합하자, 세 모델 모두 PopPK 단독일 때보다 오차가 줄었어요. 그중 LightGBM이 가장 정확했습니다. 🏆

1위

LightGBM
가장 정확

↓ 20%

기준선 대비
오차 감소

109명

외래 환자
데이터

※ 숫자는 예측 오차(RMSE, ng/mL) — 막대가 낮을수록 예측이 정확합니다.

제일 중요한 단서는? 지난번 오차!



★ 1위

지난번 오차

AI가 무엇을 보고 판단했는지 열어봤더니(SHAP 분석), 세 모델 모두 ‘**지난번 오차**’를 **가장 중요한 단서**로 꼽았어요.

신기하게도 그 오차는 **평균 한 달 전**의 것이었는데도요. 이는 한 사람의 “버릇”이 방문 사이에 **비교적 일정할 수 있음**을 시사합니다.

그래서 무엇이 좋은가요?

- ✓ 처음 온 환자에게도 **바로 적용**할 수 있어요.
- ✓ 방문 기록이 쌓일수록 **개인 맞춤에 가까워**져요.
- ✓ 복잡한 개인별 재계산 **없이** 작동해요.

꿈꾸는 미래: 언젠가 의사 선생님이 다음 진료에서 약 용량을 정할 때, 이 예측이 곁에서 **똑똑한 길잡이**가 되어 주는 것.

타크로리무스 이야기 · 끝

Model-Informed AI for Tacrolimus Concentration Prediction Using Outpatient Data

Gyu Seong Lee · On Hu Park · Mi Kyong Shim* · Dae Keun Park* | 차의과학대학교 · 서울
대학교병원 데이터

투고 목표 · Frontiers in Pharmacology 🔒 내부 열람용 · 무단 공유 금지

→ 정식 연구 포털(원고·표·그림 전체) 보러 가기

논문 전문 PDF ↓ · 이 그림책 PDF ↓

dkpark@cha.ac.kr · pharmsuni@cha.ac.kr