

# 기계 학습 기반 개방형 유양동 삭개술 수술 후 청력 예후 예측 연구

## Machine Learning-Based Prediction of Hearing Recovery Prognosis in Canal Wall Down Mastoidectomy Patients

EunSong Bang\*, Sang-yeop Kim, M.D.†, June Choi M.D., PhD.†, Hwamin Lee, Ph.D.\*

\* Department of Biomedical Informatics, Korea University College of Medicine

†Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Korea University Ansan Hospital, Korea University College of Medicine, Gyeonggi-do 15355, Republic of Korea

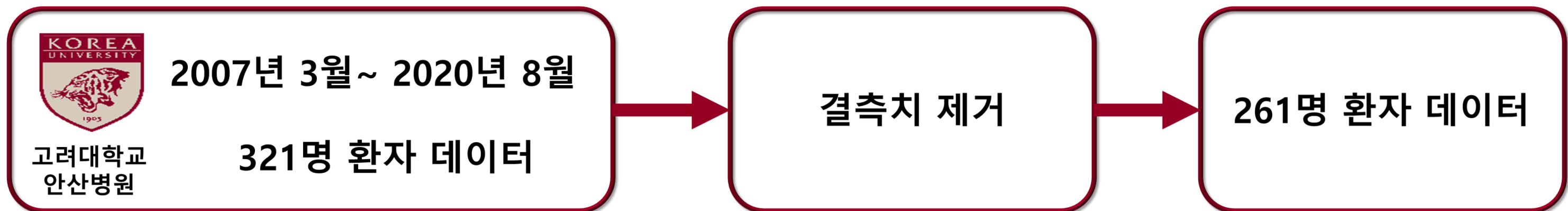
### Introduction

- 만성 중이염은 중이에 생기는 염증성 질환으로[1], 이 질환은 고막 결손 및 중이 질환으로 인한 난청 및 이루를 주증상으로 함
- 보전적인 약물 치료가 가능하지만, 근본적인 원인을 제거하기 위해서는 수술적 치료가 필요한 질환으로[2], 중이 내 염증 제거를 통해 재발을 방지하며 중이 재건을 통해 청력을 호전시키는 목적이 있음[3]
- 개방형 유양동 삭개술(canal wall down mastoidectomy)는 수술 중 시야를 좋게 하고 수술 후 재발률을 줄이는 장점이 있지만[4], 수술에 대한 환자의 부담감은 적지 않으며 청력 개선에 대한 기대를 가지고 있어 이에 따른 의사결정은 쉽지 않음
- 본 연구에서는 의료진의 의사결정을 돕는 의사결정시스템을 제안하기 위해, 만성 중이염으로 진단 받은 환자 중 유양동 삭개술을 시행한 환자 데이터에 머신러닝을 적용하여 수술 후 청력 예후 예측을 하고자 함

### Method

#### ○ 데이터

- 2007년 3월부터 2020년 8월까지 고려대학교 안산병원에서 만성 중이염으로 진단 후 개방형 유양동 삭개술을 받은 환자를 대상으로 후향적 연구를 진행



- 데이터는 크게 underlying disease, pre-operative status, 균검사와 pathology, 수술 테크닉, MERI score, 수술 후 고막상태, 수술 후 청력상태 관련 항목으로 이루어져 있음
- 총 31개의 변수를 가지고 진행하였으며, 사용된 변수는 다음과 같음

연속형	나이, 흡연정도(갑년), total score
범주형	성별, recurrent. DM, HTN, 고막상태, perforation margin TSP, retraction, attic destruction, preop otorrhea, preop culture, cholesteatoma 여부, Tympanoplasty technique, 수술명, OC or IBM, Facial N. canal, LSCC, Malleus, Incus, Stapes (해부학적 상태), Stapes (fixation 여부), otorrhea score, perforation, cholesteatoma, ossicular status, Middle ear, previous surgery, smoker, 방향

- 환자군은 PTA(Pure tone audiometry, 순음청력검사)결과에 따라 청력의 회복 유무를 판단

- 청력 회복의 기준은 아래와 같음
  - post-operative Air Condition PTA value <= 30
  - post-operative ABG(Air-Bone condition PTA Gap) <= 20
  - pre-operative Air Condition PTA와 post-operative Air Condition PTA 차이가 15 이상인 경우

#### ○ 데이터 전처리

- 수술 전, 수술 후 결과를 예측하기 위해 기존 항목에서 수술 중, 수술 후, PTA 관련 변수들 제외
- 수치형 변수들에 대해서는 상관관계 분석을 통해 낮은 유의 수준의 변수 제거
- 범주형 변수 중 필요한 경우에 대해서 임상의와 상의하여 데이터 범주화를 진행한 후 범주형 변수에 한해 라벨 인코딩과 원 핫 인코딩 적용
- 수치형 변수에 대해서는 RobustScaler를 적용하여 데이터 값의 범위 차이 조정
- 변수 선택에 대해서는 Sequential feature selector의 Forward Floating 방식을 적용

#### ○ 머신러닝 모델 학습

- 사용한 모델은 Decision Tree, Random Forest, LightGBM, SVM, Logistic Regression, XGBoost임
- 전체 데이터 셋의 90%를 학습 데이터, 10%를 테스트 데이터로 사용

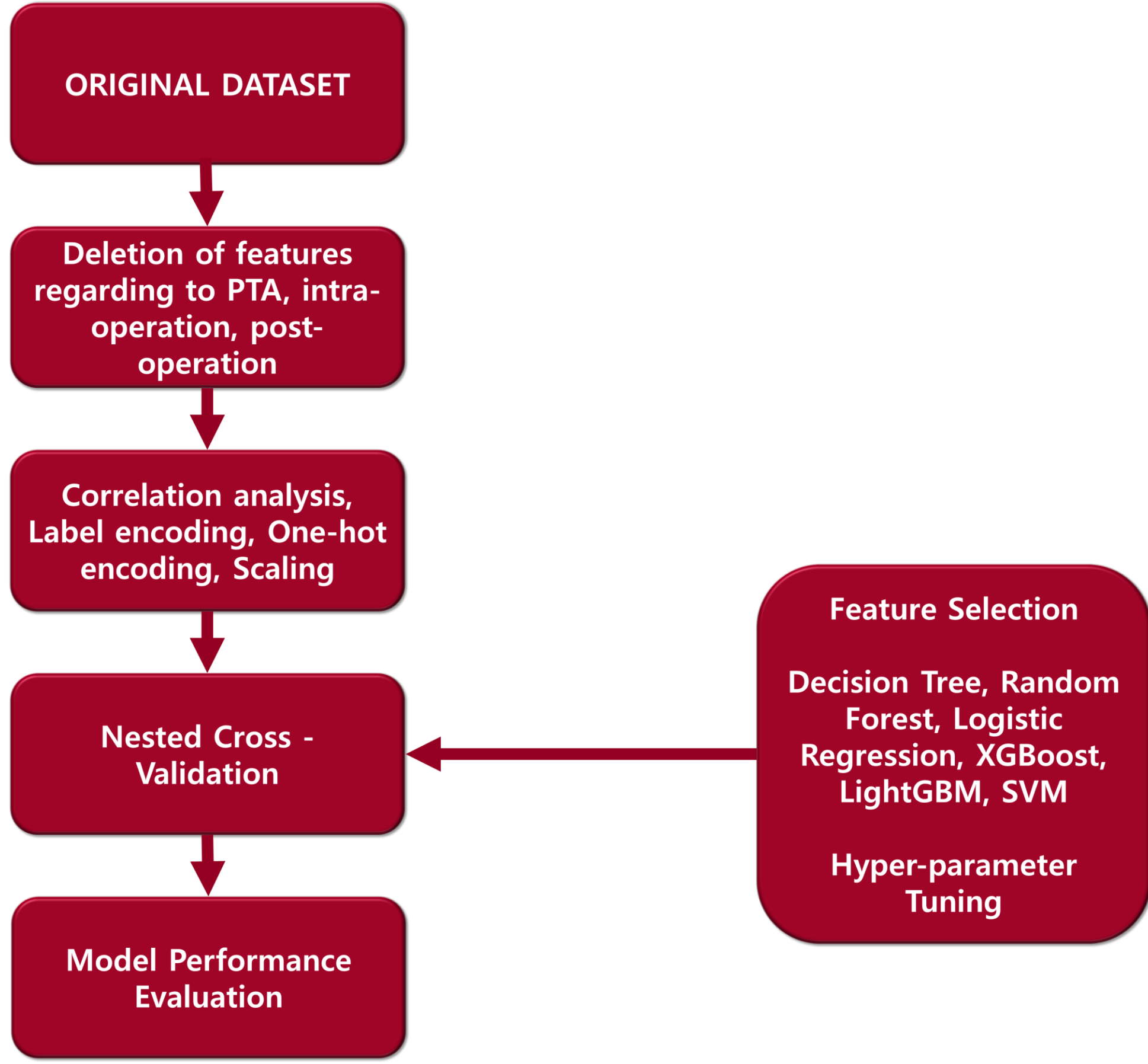


Figure 1. 모델 학습을 위한 데이터 전처리 및 학습, 평가

### Result

- 고려대학교 안산병원 261명의 환자로 구성된 단일 코호트 데이터 셋으로 Nested Cross-validation을 적용하여 학습을 진행
- 학습 이후 테스트 데이터에 대해 모델 성능 평가
- 테스트 데이터에 대한 모델의 성능은 Table 1에 나타난 바와 같음

	Balanced Accuracy	Precision	Recall	F1 Score	AUC_ROC	PRC
Decision Tree	0.52	0.46	0.50	0.48	0.58	0.53
Random Forest	0.66	0.64	0.58	0.61	0.74	0.73
Logistic Regression	0.52	0.46	0.50	0.48	0.51	0.47
XGBoost	0.53	0.47	0.67	0.55	0.59	0.65
LightGBM	0.68	0.60	0.75	0.67	0.66	0.68
SVM	0.58	0.55	0.50	0.52	0.58	0.63

- LightGBM이 68%의 정확도와 75%의 재현율로 가장 우수한 성능을 보임
- 해당 모델에 따라 선택된 주요한 항목 3가지는 성별, 수술명, 흡연정도(갑년)로 나타남

### Conclusion

- 본 연구는 만성중이염으로 진단받은 환자 중 개방형 유양동 삭개술을 받은 환자의 데이터에 머신러닝을 적용하여 수술 후 청력 예후 예측을 한 첫 논문임
- LightGBM이 68%의 정확도와 75%의 재현율로 가장 우수한 성능을 보임
- 본 연구의 한계점으로는 작은 데이터 셋과 하나의 코호트로 구성되어 있어 외부검증이 되지 않았다는 점이 있음
- 향후 연구에서 좀 더 발전된 모델 성능 평가와 외부 검증을 적용함으로써 신뢰도 높은 의료 결정 지원 시스템으로 발전을 기대함

#### 참고문헌

1. Bluestone, C. D., Gates, G. A., Klein, J. O., Lim, D. J., Mogi, G., Ogra, P. L., ... & Tos, M. (2002). 1. Definitions, terminology, and classification of otitis media. Annals of Otolology, Rhinology & Laryngology, 111(3\_suppl), 8-18.  
2. 이준영, 홍성광, 이효정, 이종규 and 김형중. (2021). 유돌절제술 여부에 따른 제1형 고실성형술 후 청력결과. 대한이비인후-두경부외과학회지, 64(11), 785-791.  
3. Choi, Y. S., Jang, J. H., Yoo, J. C., Park, S. J., Kim, M. S., Lee, J. H., ... & Chang, S. O. (2010). The hearing results of ossiculoplasty using long Columella and total ossicular replacement prosthesis. Korean J Audiol, 14, 115-9.  
4. Jung NY, Lee CB, Jeong SW, Heo KW, Kang MK. (2019). The Efficacy of Mastoid Obliteration in Patients Who Recieved Canal Wall Up Tympanomastoidectomy for Chronic Otitis Media. J Clin Otolaryngol Head Neck Surg , 30(2), 182-188.