

혈액 엑소좀 단백질체 분석으로 삼중음성유방암 재발 조기 예측 기술 개발

- 제1저자 : 현주용 (KBSI 디지털오믹스연구부), 김민우 (연세대학교 의과대학), 현경아 (성신여대)
- 교신저자 : 정효일 (연세대학교 기계공학과), 김승일 (연세대학교 의과대학), 정영호 (KBSI 질환표적연구그룹)
- J. EXTRACELL. VESICLES / 2025. 6. (DOI: DOI: 10.1002/JEV2.70089)

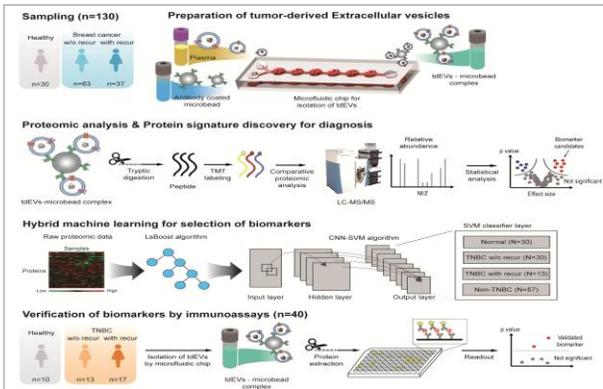
연구내용

삼중음성 유방암(TNBC)은 여성 유방암 중에서도 가장 치료가 어려운 유형 중 하나이다. 여성호르몬 수용체(에스트로겐, 프로게스테론)와 HER2 단백질이 모두 결핍되어 있어, 일반적인 호르몬 치료나 표적 치료가 적용되지 않기 때문이다. 치료 후 재발 위험도 높고 예후도 좋지 않아, 조기에 재발 위험을 예측하고 치료 후 환자 상태를 비침습적으로 모니터링할 수 있는 진단 기술의 개발이 시급하다.

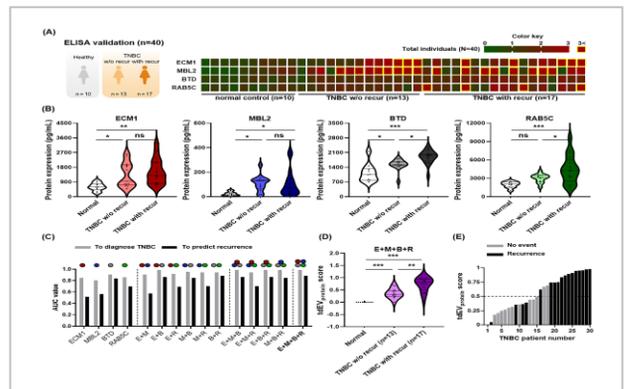
이에 따라 연구진은 암세포에서 유래된 엑소좀(Exosome)이라는 미세한 입자를 환자의 혈액에서 분리해 분석하는 새로운 혈액 기반 진단법을 개발했다. 연구진은 엑소좀 속 단백질을 고정밀로 분석해 ECM1, MBL2, BTD, RAB5C라는 4가지 주요 단백질을 찾아냈으며, 이들이 TNBC 재발 위험과 밀접하게 연관되어 있다는 사실을 밝혀냈다.

연구팀은 자체 개발한 마이크로플루이드 칩 기반 엑소좀 분리 기술을 활용해 기존 혈액 진단법의 민감도와 특이도 한계를 극복했으며, 여기에 머신러닝 기반 분석 알고리즘을 접목해 진단 정확도를 높였다. 그 결과, 이 진단법은 90%의 민감도와 95%의 특이도를 기록하며 우수한 예측력을 보였다.

특히 연구팀이 제안한 '**tdEV 단백질 점수(TDEV Protein Score)**'는 4가지 핵심 단백질의 발현 수준을 종합해 수치화한 지표로, AUC 0.986이라는 뛰어난 진단 정확도를 보여주며 실제 임상 적용 가능성을 높였다. 이번 연구는 단순한 조직 검사나 영상 촬영을 넘어, 비침습적이고 정밀한 혈액 기반 진단 플랫폼으로 발전할 수 있는 가능성을 제시하며, 삼중음성 유방암 환자의 맞춤형 치료 및 정기 모니터링을 보다 안전하고 효율적으로 수행할 수 있는 새로운 길을 열었다.



[그림1] 미세유체 칩 활용 삼중음성유방암(TNBC)의 재발 조기예측 진단 기술



[그림2] ELISA를 통한 삼중음성유방암 재발 바이오마커 검증

기대효과

이 연구는 혈액 검사만으로 유방암의 재발 가능성과 생존율을 예측할 수 있는 새로운 진단 방법을 제시했다. 연구팀은 혈액 속에 있는 아주 작은 입자(세포외 소포, EVs)에 포함된 단백질을 분석하여, 암이 다시 생길 위험이 높은 경우에 나타나는 신호를 찾아냈다.

특히 의미 있는 점은, 이 진단법이 병원에서 흔히 사용하는 ELISA 검사법으로도 높은 정확도를 보였다는 것이다. 즉, 별도의 고가 장비 없이도 실제 의료 현장에 쉽게 적용할 수 있는 가능성을 보여준다.

이 기술이 실용화된다면, **삼중음성 유방암(TNBC)**처럼 치료가 까다롭고 재발 위험이 높은 암에서도, 환자에게 맞춤형 치료 계획을 세우고, 주기적으로 비침습적인 방법으로 상태를 모니터링할 수 있게 된다. 그 결과, 암 진단과 치료가 더욱 안전하고, 간편하며, 정밀하게 이루어질 수 있는 길이 열릴 것으로 기대된다.