

POTENSI KECERDASAN BUATAN DALAM PENINGKATAN AKURASI PEMBACAAN HASIL MAMOGRAFI: TINJAUAN SISTEMATIS DAN META-ANALISIS

Sekar Arum Srigati¹, Al Munawir², Pipiet Wulandari³

¹Fakultas Kedokteran, Universitas Jember, Jawa Timur, Indonesia

²Departemen Patologi Anatomi, Fakultas Kedokteran, Universitas Jember, Jawa Timur, Indonesia

³Departemen Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Jember, Jawa Timur, Indonesia

Email Korepondensi: almunawir.fk@unej.ac.id

ABSTRAK

Kanker payudara merupakan suatu penyakit keganasan oleh karena proliferasi tak terkontrol dari sel-sel di payudara. Jumlah morbiditas dan mortalitas yang cukup tinggi menjadikan upaya skrining dan deteksi dini kanker payudara penting untuk dilakukan. Mamografi merupakan modalitas utama skrining kanker payudara yang diinterpretasikan oleh ahli radiologi berdasarkan persepsi visual. Namun, peningkatan permintaan skrining selaras dengan peningkatan beban kerja yang dapat mempengaruhi efektivitas dan menyebabkan kesalahan interpretasi hasil mamografi. Perkembangan teknologi, salah satunya kecerdasan buatan (AI) dengan algoritma deep learning diklaim memiliki kinerja yang lebih baik daripada kinerja rata-rata ahli radiologi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji potensi AI dalam meningkatkan akurasi pembacaan hasil mamografi. Penelitian ini merupakan tinjauan sistematis dan meta-analisis menggunakan artikel dengan desain penelitian retrospektif dari lima basis data sesuai panduan Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). Risiko bias dikaji menggunakan Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies-2 (QUADAS-2). Total terdapat 12 artikel terinklusi yang dianalisis berdasarkan penggunaan tunggal AI, ahli radiologi, dan kombinasi ahli radiologi-AI. Hasil meta-analisis penggunaan tunggal AI menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan lainnya pada sensitivitas (88% (95% CI 82%-92%)), spesifisitas (89% (95% CI 81%-93%)), dan AUC (0,94 (95% CI 0,92-0,96)). Penelitian ini menunjukkan adanya potensi yang menjanjikan dari kecerdasan buatan (AI) untuk meningkatkan akurasi pembacaan hasil mamografi.

Kata Kunci: AI, deep learning, kanker payudara, mamografi

ABSTRACT

Breast cancer is a malignancy caused by the uncontrollable proliferation of breast cells. The high morbidity and mortality make an important excuse for screening and early detection of breast cancer. Mammography is the main modality in the examination of breast cancer screening which is interpreted by radiologists based on visual perception. The increase in screening demand leads to over workload which affects the effectiveness and misinterpretation of mammography results. These years, technological development such as artificial intelligence (AI) in its deep learning algorithm claimed itself to have better performance than the average performance of radiologists. Hence, this study aimed to investigate the potency of AI to enhance the accuracy of a mammography reading. This systematic review and meta-analysis conducted retrospective articles from five electronic databases based on Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). The risk of biases was assessed from each study using Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies-2 (QUADAS-2). Twelve articles were included and analyzed for the AI stand-alone, radiologists stand-alone, and combination of radiologists with AI. The current study showed the higher results of AI stand-alone compared to others in its sensitivity (88% (95% CI 82%-92%)), specificity (89% (95% CI 81%-93%)), and area under the curves (0,94 (95% CI 0,92-0,96)). In conclusion, this systematic review and meta-analysis provide valuable evidence about the promising potency of AI to enhance the accuracy of mammography reading.

Keywords: AI, breast cancer, deep learning, mammography

PENDAHULUAN

Kanker payudara merupakan salah satu penyakit keganasan yang diakibatkan oleh proliferasi abnormal tak terkontrol sel-sel payudara. Proliferasi tersebut dapat terjadi di lobulus, duktus, jaringan ikat, maupun lemak payudara.¹ Terjadinya kanker payudara dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor risiko, seperti jenis kelamin, usia, hormon estrogen, riwayat keluarga, mutasi genetik, dan gaya hidup tidak sehat.²

World Health Organization (WHO) menyebutkan bahwa pada tahun 2020 terdapat sekitar 2,3 juta wanita di dunia yang menderita kanker payudara dengan 685.000 kematian.³ Sedangkan, insidensi kanker payudara di Indonesia menempati peringkat pertama dengan 65.858 kasus (16,6%) dari total 396.914 kasus kanker baru di Indonesia. Mortalitas akibat kanker payudara di Indonesia mencapai 22.430 kematian dan menduduki posisi kedua setelah kanker paru.⁴ Berdasarkan beberapa literatur, angka kelangsungan hidup lima tahun kanker payudara bervariasi tergantung stadium yang diderita. Kelangsungan hidup lima tahun kanker payudara secara umum di Amerika Serikat sekitar 84%, Australia sebesar 89,5%, Eropa sebesar 81%, dan beberapa negara di Asia seperti Indonesia sebesar 51,07%, Malaysia sebesar 49,45%, dan Vietnam sebesar 74%.^{5,6,7,8} Lebih detail, data statistik yang dihimpun oleh *National Cancer Institute* (NIH) menyebutkan kanker payudara terlokalisasi (stadium 1 dan stadium 2) memiliki kelangsungan hidup lima tahun sebesar 99,3%, kanker payudara regional (stadium 3) sebesar 86,3%, dan kanker payudara yang telah mengalami metastasis (stadium 4) sebesar 31%.⁹

Jumlah morbiditas dan mortalitas yang cukup tinggi menjadikan upaya skrining dan deteksi dini kanker payudara penting untuk dilakukan. Upaya tersebut akan mempengaruhi penanganan dan prognosis dari pasien.¹⁰ Beberapa tindakan skrining dan deteksi dini kanker payudara meliputi Pemeriksaan Payudara Sendiri (SADARI), Pemeriksaan Payudara Klinis (SADANIS), mamografi, sonografi, dan *Magnetic Resonance Imaging* (MRI).^{10,11} Di antara semua modalitas yang ada,

mamografi merupakan pemeriksaan yang paling utama.¹²

Hasil pemeriksaan dari mamografi diinterpretasikan oleh ahli radiologi berdasarkan persepsi visual.¹³ Namun, peningkatan jumlah skrining akan meningkatkan beban kerja yang dapat mempengaruhi efektivitas pembacaan. Kesalahan interpretasi hasil mamografi berkontribusi setidaknya 25% negatif palsu dan 19% hasil positif palsu.¹⁴ Positif palsu dapat menyebabkan kecemasan pada pasien dan tindakan diagnostik invasif tidak perlu. Sebaliknya, negatif palsu menjadikan kanker bertambah ganas, keterlambatan penanganan, dan prognosis yang buruk.¹²

Semakin berkembangnya jaman, semakin banyak pula inovasi dari kecerdasan buatan (AI). Salah satunya adalah algoritma *deep learning* untuk membaca hasil mamografi.¹⁵ Penelitian terdahulu menunjukkan hasil menjanjikan dan mengklaim bahwa AI memiliki kinerja yang lebih baik daripada kinerja rata-rata ahli radiologi.¹⁶ Penerapan AI dapat mengurangi jumlah negatif palsu dan positif palsu kanker payudara. Hal ini dikarenakan AI tidak terpengaruh oleh subjektivitas dan dapat mengurangi beban kerja ahli radiologi sebesar 88% dengan penurunan waktu baca tiap kasus mencapai 11%.^{12,15,17}

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai seberapa signifikan implementasi AI dalam meningkatkan akurasi pembacaan hasil mamografi. Akurasi tersebut dalam penelitian ini dianalisis secara tinjauan dan meta-analisis.

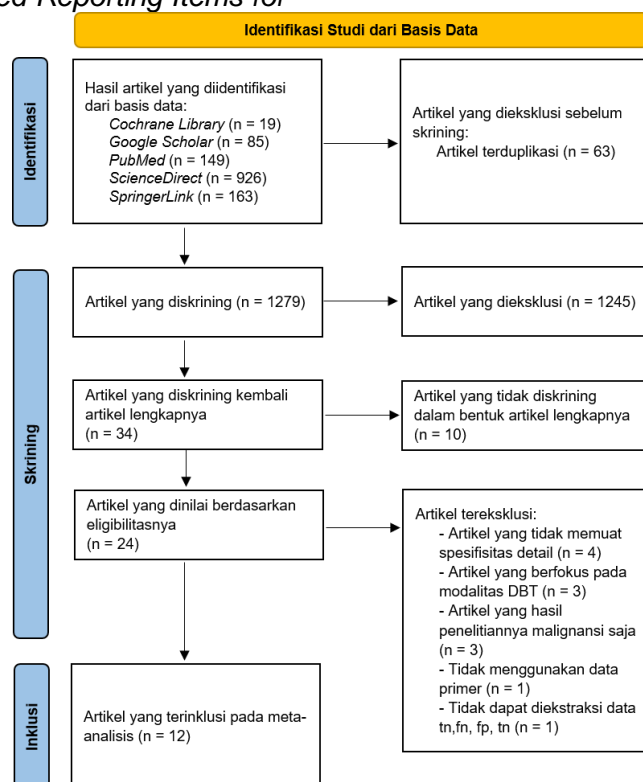
BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan suatu tinjauan sistematis dan meta-analisis dengan metode identifikasi literatur didasarkan pada kerangka kerja PICOS (*Population, Intervention, Comparison, Outcome, Study design*) dengan kata kunci pencarian yang telah ditentukan. Artikel yang digunakan merupakan artikel berbahasa Indonesia dan Inggris yang dipublikasikan dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir (Januari 2012 sampai Desember 2022). Kriteria inklusi penelitian ini yaitu: (1) Artikel yang membahas

penerapan *deep learning* terhadap hasil mamografi; (2) Memuat nilai hasil sensitivitas dan spesifisitas dari pembacaan mamografi menggunakan AI dalam bentuk 95% *Confidence Intervals* yang dapat diekstraksi data *true negative*, *false negative*, *false positive*, *true positive*; (3) Artikel yang merupakan *original research*. Sedangkan, artikel yang dieksklusikan dari penelitian ini, yaitu: (1) Artikel yang membahas penerapan AI selain untuk hasil mamografi; (2) Tidak menggunakan algoritma *deep learning*. Hasil pencarian dipresentasikan ke dalam diagram alur *Preferred Reporting Items for*

Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA).

Hasil data primer yang dianalisis pada studi terinklusi adalah nilai sensitivitas, spesifisitas, dan nilai area di bawah kurva (AUC) dari *hierarchical summary receiver operating characteristic* (HSROC). Sintesis data disesuaikan panduan *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Diagnostic Test Accuracy*. Selanjutnya, keseluruhan data hasil analisis dibandingkan antara penggunaan tunggal AI, ahli radiologi, dan kombinasi ahli radiologi dengan AI.



Gambar 1 Alur diagram PRISMA

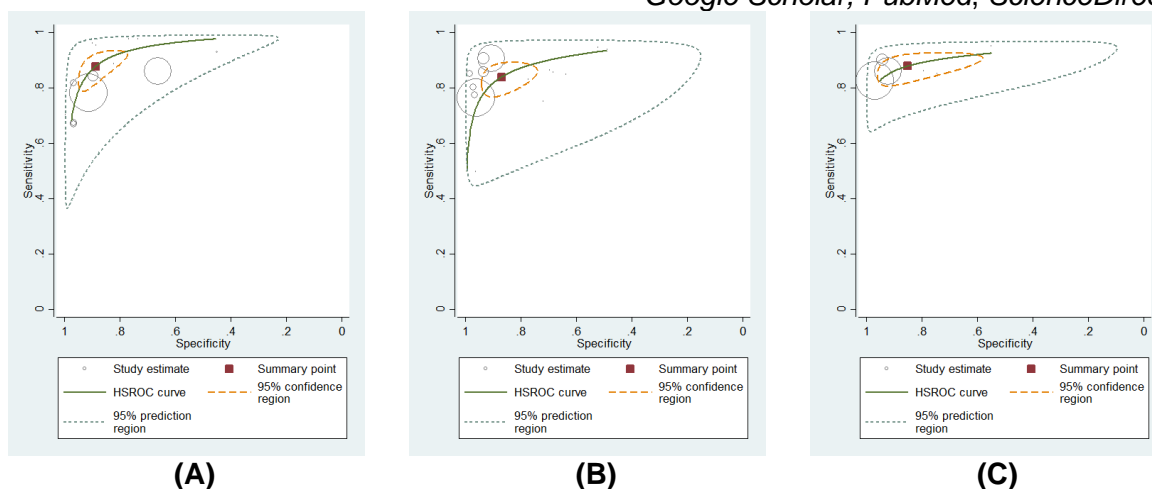
Dua penulis (SA dan AM) melakukan skrining dan penilaian risiko bias secara independen. Perbedaan pendapat diselesaikan dengan diskusi. *Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies-2* (QUADAS-2) dipilih untuk penilaian risiko bias pada setiap studi terinklusi. Ceklis QUADAS-2 terdiri atas empat *domain* penilaian, yaitu: *patient selection*, *index test*, *reference standard*, dan *flow and timing* yang terbagi menjadi risiko bias dan kekhawatiran terhadap pengaplikasian dengan pilihan jawaban "low", "high" dan "unclear".

Analisis data dilakukan secara meta-analisis menggunakan STATA v14.2.

Tipe meta-analisis yang digunakan adalah meta-analisis akurasi diagnostik. Data *true negative*, *false negative*, *false positive*, *true positive* digunakan untuk mendapatkan nilai gabungan sensitivitas dan spesifisitas studi terinklusi dalam bentuk 95% *Confidence Interval* (CI). Nilai heterogenitas (I^2) yang tinggi diekspektasikan terjadi pada meta-analisis akurasi diagnostik. Sehingga, dilakukan analisis lebih lanjut dengan meta-regresi. Hasil meta-analisis ditampilkan dalam bentuk *forest plot*, HSROC, dan analisis bias publikasi menggunakan Deeks' *funnel plot*.

HASIL

Pencarian literatur dari lima basis data elektronik, yaitu *Cochrane Library*, *Google Scholar*, *PubMed*, *ScienceDirect*,



Gambar 2 Kurva HSROC (A) penggunaan tunggal Ai; (B) ahli radiologi; (C) kombinasi ahli radiologi dan Ai

dan *SpringerLink* mendapatkan 1.342 artikel. Sebanyak 63 artikel terduplikasi dieksklusikan. Selanjutnya, dilakukan skrining berdasarkan judul, abstrak, kriteria inklusi, dan eligibilitasnya. Sebanyak 12 artikel diinklusi dalam penelitian ini.^{13,15,25,26,16,18-24} Proses seleksi artikel tercantum pada Gambar 1.

Hasil ekstraksi rincian data studi terinklusi terangkum pada Tabel Tambahan 3. Subjek pada penelitian ini merupakan wanita yang melakukan skrining kanker payudara menggunakan mamografi. Jumlah total subjek sebanyak 480.134 gambar dari 316.114 pasien. Semua studi terinklusi merupakan studi retrospektif dengan algoritma *deep learning* dan pemeriksaan biopsi sebagai standar referensi penegakkan diagnosis kanker payudara.

Hasil dari penilaian QUADAS-2 menunjukkan enam artikel tidak memiliki risiko bias, empat artikel memiliki risiko bias yang tidak jelas, dan dua artikel memiliki risiko bias tinggi (Tabel Tambahan 2). Namun, tidak ada artikel yang dieksklusikan berdasarkan risiko bias. Kemungkinan pengaruh risiko bias terhadap hasil akurasi diatasi dengan melakukan meta-regresi.

Meta-analisis penggunaan tunggal AI menunjukkan sensitivitas sebesar 88% (95% CI 82%-92%) dan spesifisitas sebesar 89% (95% CI 81%-93%) (Gambar

Tambahan 1). Ditemukan heterogenitas yang tinggi pada sensitivitas ($I^2=95,85\%$) dan spesifisitas ($I^2=99\%$). Tidak ada pengaruh perbedaan ambang batas dengan nilai sebesar 0,5. Lebih lanjut, analisis secara meta-regresi pada sensitivitas menunjukkan adanya heterogenitas pada jumlah pasien ($p<0.001$) dan jumlah gambar mamografi ($p<0.001$). Sedangkan pada spesifisitas, heterogenitas data ditunjukkan oleh perbedaan negara ($p<0.05$). Nilai AUC pada kurva HSROC sebesar 0,94 (95% CI 0,92-0,96) dengan presisi akurasi simetris (Gambar 2a).

Meta-analisis ahli radiologi menunjukkan sensitivitas sebesar (95% CI 79%-88%) dan spesifisitas sebesar 87% (95% CI 78%-93%) (Gambar Tambahan 3). Terdapat heterogenitas yang tinggi pada sensitivitas ($I^2=96,81\%$) dan spesifisitas ($I^2=99,86\%$). Tidak ada pengaruh perbedaan ambang batas dengan nilai sebesar 0,14. Hasil meta-regresi menunjukkan adanya heterogenitas pada perbedaan negara ($p<0.01$), jumlah pasien ($p<0.01$), jumlah gambar mamografi ($p<0.01$), dan jumlah ahli radiologi yang berpartisipasi ($p<0.001$) untuk sensitivitas. Sedangkan pada spesifisitas, ditunjukkan melalui perbedaan negara ($p<0.05$) dan jumlah ahli radiologi yang berpartisipasi ($p<0.05$). Nilai AUC ahli radiologi sebesar

0,91 (95% CI 0,88-0,93) dengan kurva simetris (Gambar 2b).

Berikutnya, meta-analisis dari kombinasi ahli radiologi dan AI menunjukkan sensitivitas sebesar 88% (95% CI 84%-91%) dan spesifisitas sebesar 85% (95% CI 71%-93%) (Gambar Tambahan 5). Ditemukan heterogenitas yang tinggi untuk sensitivitas ($I^2 = 96,36\%$) dan spesifisitas ($I^2 = 99,94\%$). Tidak terdapat pengaruh perbedaan ambang batas dengan nilai sebesar 0,37. Nilai AUC menunjukkan hasil sebesar 0,92 (95% CI 0,89-0,94) (Gambar 2c), tetapi memiliki presisi estimasi sensitivitas yang lebih tepat daripada spesifisitasnya. Berbeda dari analisis data yang lain, meta-regresi dan Deeks' *funnel plot* tidak dapat dilakukan karena jumlah data hanya berjumlah tujuh.

PEMBAHASAN

Temuan tinjauan sistematis ini adalah adanya peningkatan akurasi pada pembacaan hasil mamografi menggunakan AI dengan algoritma *deep learning*. Sebanyak enam artikel menunjukkan nilai sensitivitas AI yang lebih tinggi dari ahli radiologi.^{16,18,20,22,25,26} Hal tersebut selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh McKinney *et al.* (2020) pada 3.097 sampel hasil mamografi (56% vs 48%, $p < 0,001$).¹² Akan tetapi, hanya terdapat empat artikel dengan nilai spesifisitas penggunaan tunggal AI lebih tinggi dibandingkan ahli radiologi.^{16,20-22,25} Temuan ini didapatkan juga pada nilai spesifisitas kombinasi ahli radiologi-AI.^{15,19,22}

Meta-analisis penggunaan tunggal AI menunjukkan sensitivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan ahli radiologi dan kombinasi ahli radiologi-AI (88% (95% CI 82%-92%) vs 84% (95% CI 79%-88%) vs 88% (95% CI 84%-91%)). Hasil serupa didapatkan pada spesifisitas AI (89% (95% CI 81%-83%) vs 87% (95% CI 78%-93%) vs 85% (95% CI 71%-93%)). Namun, nilai temuan penelitian ini masih lebih rendah dari penelitian terdahulu oleh Liu *et al.* (2022) yang meneliti algoritma *machine learning* (ML). Pada penelitian tersebut, ML dibagi menjadi tiga jenis algoritma yang salah satunya adalah *Convolutional Neural Network* atau yang umum dikenal dengan

deep learning. Nilai sensitivitas dan spesifisitas CNN masing-masing sebesar 96% (95% CI 89%, 99%) dan 95% (95% CI 92%, 97%).²⁷

Analisis akurasi kurva HSROC dinilai berdasarkan nilai AUC dan kesimetrisan komponen kurva. Penelitian oleh Pacilè *et al.* (2020) mendapatkan hasil AUC pembacaan hasil mamografi dengan bantuan AI sebesar 0,79 (95% CI 0,75-0,84). Nilai tersebut lebih tinggi dari pembandingnya, yaitu ahli radiologi saja dengan AUC sebesar 0,77 (95% CI 0,72-0,81).²⁸ Pada penelitian meta-analisis ini, nilai AUC justru lebih unggul pada penggunaan tunggal AI dibandingkan kombinasi ahli radiologi-AI dan ahli radiologi saja (0,94 (95% CI 0,92-0,96) vs 0,92 (95% CI 0,89-0,94) vs 0,91 ((95% CI 0,88-0,93)). Nilai AUC tersebut lebih tinggi dari penelitian terdahulu.

Keterbatasan penelitian ini terletak pada minimnya data kombinasi ahli radiologi-AI yang dapat dianalisis, sehingga meta-regresi dan Deeks' *funnel plot* tidak dapat dilakukan. Selain itu, terdapat risiko bias publikasi Deeks' *funnel plot* pada analisis data ahli radiologi. Terlepas dari keterbatasan yang ada, penelitian tinjauan sistematis dan meta-analisis ini mampu memberikan bukti yang lebih spesifik terhadap algoritma *deep convolutional neural network* pada perbandingan tiga hasil analisis, yaitu penggunaan tunggal AI, ahli radiologi, dan kombinasi ahli radiologi-AI.

SIMPULAN

Penelitian tinjauan sistematis dan meta-analisis ini menunjukkan adanya potensi yang menjanjikan dari kecerdasan buatan (AI) untuk meningkatkan akurasi pembacaan hasil mamografi. Baik pada sensitivitas, spesifisitas, maupun AUC kecerdasan buatan mendapatkan hasil yang superior dibandingkan pembanding lainnya.

KONFLIK KEPENTINGAN

Seluruh penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam kepenulisan artikel ini.

TAMBAHAN INFORMASI

[Supplementary files.docx](#)

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah NA, Mahiyuddin WRW, Muhammad NA, Mohamad Ali Z, Ibrahim L, Tamim NSI, et al. Survival rate of breast cancer patients in Malaysia: A population-based study. *Asian Pacific J Cancer Prev*. 2013;14(8):4591–4.
- Allemani C, Sant M, Weir HK, Richardson LC, Baili P, Storm H, et al. Breast cancer survival in the US and Europe: a CONCORD high-resolution study. *Int J Cancer*. 2016;132(5):1170–81.
- Bao C, Shen J, Zhang Y, Zhang Y, Wei W, Wang Z, et al. Evaluation of an artificial intelligence support system for breast cancer screening in Chinese people based on mammogram. *Cancer Med*. 2022;
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). What is breast cancer? Centers for Disease Control and Prevention. 2021.
- Dewi GAT, Hendrati LY. Analisis risiko kanker payudara berdasar riwayat pemakaian kontrasepsi hormonal dan usia. *J Berk Epidemiol*. 2015;3(1):12–23.
- Freeman K, Geppert J, Stinton C, Todkill D, Johnson S, Clarke A. Use of artificial intelligence for image analysis in breast cancer screening programmes : systematic review of test accuracy. *BMJ Open*. 2021;374(1872):1–15.
- Globocan. Indonesia fact sheets: Globocan 2020 [Internet]. International Agency for Research on Cancer. 2021. Available from: <https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/populations/360-%0Aindonesia-fact-sheets.pdf>
- Kim HE, Kim HH, Han BK, Kim KH, Han K, Nam H, et al. Changes in cancer detection and false-positive recall in mammography using artificial intelligence: a retrospective, multireader study. *Lancet Digit Heal [Internet]*. 2020;2(3):e138–48. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S2589-7500\(20\)30003-0](http://dx.doi.org/10.1016/S2589-7500(20)30003-0)
- Lan NH, Laohasiriwong W, Stewart JF. Survival probability and prognostic factors for breast cancer patients in Vietnam. *Glob Health Action*. 2013;6(1):1–9.
- Lee JH, Kim KH, Lee EH, Ahn JS, Ryu JK, Park YM, et al. Improving the Performance of Radiologists Using Artificial Intelligence-Based Detection Support Software for Mammography: A Multi-Reader Study. *Korean J Radiol*. 2022;23(5):505–16.
- Leibig C, Brehmer M, Bunk S, Byng D, Pinker K, Umutlu L. Combining the strengths of radiologists and AI for breast cancer screening: a retrospective analysis. *Lancet Digit Heal [Internet]*. 2022;4(7):e507–19. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S2589-7500\(22\)00070-X](http://dx.doi.org/10.1016/S2589-7500(22)00070-X)
- Liu J, Lei J, Ou Y, Zhao y, Tuo X, Zhang B, et al. Mammography diagnosis of breast cancer screening through machine learning: a systematic review and meta-analysis. *Clin Exp Med*. 2022;
- Lotter W, Diab AR, Haslam B, Kim JG, Grisot G, Wu E, et al. Robust breast cancer detection in mammography and digital breast tomosynthesis using an annotation-efficient deep learning approach. *Nat Med [Internet]*. 2021;27(February):244–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41591-020-01174-9>
- McKinney SM, Sieniek M, Godbole V, Godwin J, Antropova N, Ashrafian H, et al. International evaluation of an AI system for breast cancer screening. *Nature [Internet]*. 2020;577(7788):89–94. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41586-019-1799-6>
- National Cancer Institute. Cancer Stat Facts: Female Breast Cancer [Internet]. 2019 [cited 2023 Apr 28]. Available from: <https://seer.cancer.gov/statfacts/html/breast.html>

- Pacilè S, Lopez J, Chone P, Bertinotti T, Grouin JM, Fillard P. Improving breast cancer detection accuracy of mammography with the concurrent use of an artificial intelligence tool. *Radiol Artif Intell.* 2020;2(6):1–9.
- Park GE, Kang BJ, Kim SH, Lee J. Retrospective Review of Missed Cancer Detection and Its Mammography Findings with Artificial-Intelligence-Based, Computer-Aided Diagnosis. *Diagnostics.* 2022;12(2).
- Rodríguez-Ruiz A, Krupinski E, Mordang JJ, Schilling K, Heywang-Köbrunner SH, Sechopoulos I, et al. Detection of breast cancer with mammography: Effect of an artificial intelligence support system. *Radiology.* 2019;290(3):305–14.
- Salim M, Wåhlin E, Dembrower K, Azavedo E, Foukakis T, Liu Y, et al. External Evaluation of 3 Commercial Artificial Intelligence Algorithms for Independent Assessment of Screening Mammograms. *JAMA Oncol.* 2020;6(10):1581–8.
- Sasaki M, Tozaki M, Rodríguez-Ruiz A, Yotsumoto D, Ichiki Y, Terawaki A, et al. Artificial intelligence for breast cancer detection in mammography: experience of use of the ScreenPoint Medical Transpara system in 310 Japanese women. *Breast Cancer [Internet].* 2020;27(4):642–51. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12282-020-01061-8>
- Schaffter T, Buist DSM, Lee CI, Nikulin Y, Ribli D, Guan Y. Evaluation of Combined Artificial Intelligence and Radiologist Assessment to Interpret Screening Mammograms. *JAMA Netw Open.* 2020;3(3):1–15.
- Sharma N, Ng AY, James JJ, Khara G, Ambrozay E, Austin CC, et al. Retrospective large-scale evaluation of an AI system as an independent reader for double reading in breast cancer screening. *medRxiv [Internet].* 2022;2021.02.26.21252537. Available from: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.02.26.21252537v2%0Ahttps://www.medrxiv.org/content/10.1101/2021.02.26.21252537v2.a643841v1.full.pdf>
- Shiryazdi SM, Kholasehzadeh G, Neamatzadeh H, Kargar S. Health beliefs and breast cancer screening behaviors among Iranian female health workers. *Asian Pacific J Cancer Prev.* 2014;15(22):9817–22.
- Sinaga ES, Ahmad RA, Shivalli S, Hutajulu SH. Age at diagnosis predicted survival outcome of female patients with breast cancer at a tertiary hospital in Yogyakarta, Indonesia. *Pan Afr Med J.* 2018;31:1–9.
- Sun YS, Zhao Z, Yang ZN, Xu F, Lu HJ, Zhu ZY, et al. Risk factors and preventions of breast cancer. *Int J Biol Sci.* 2017;13(11):1387–97.
- World Health Organization (WHO). Breast cancer [Internet]. World Health Organization. 2021. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/breast%02cancer>
- Yala A, Schuster T, Miles R, Barzilay R, Lehman C. A deep learning model to triage screening mammograms: A simulation study. *Radiology.* 2019;293(1):38–46.
- Zhou L, Wu X, Huang S, Wu G, Ye H, Radiology QW-. Detection of Breast Cancer with Mammography: Effect of an Artificial Intelligence Support System. *Radiology [Internet].* 2020;294(1):19–28. Available from: <https://doi.org/10.1148/radiol.2019190372>