

Хөхний хоргүй болон хортой зангилааг хиймэл оюун ухаанд суурилсан хэт авиан шинжилгээгээр ялган оношилох асуудалд

Хан Лай Фү¹, А.Шийрэвнямба², Ц.Цахим-Эрдэнэ³, Б.Бат-Амгалан³, Х.Дэлгэрдалай^{4*}

¹АШУУИС, Ахисан түвшний сургууль, Салбар дундын сургалтын төв

²АШУУИС, Анагаах ухааны сургууль, Мэс заслын тэнхим

³АШУУИС, Хангамж үйлчилгээний алба

⁴АШУУИС, Анагаах ухааны сургууль, Радиологийн тэнхим

*Цахим шуудан: delgerdalai@mnums.edu.mn, Утас: 88010233

Түлхүүр үг:

Хөхний зангилаа
Хэт авиан
оношилгоо
Хиймэл оюун
ухаан
BI-RADS ангилал
Оношилгооны
нарийвчлал

Товч утга:

Үндэслэл: Хөхний зангилааг эрт үед нь хоргүй болон хортойгоор ялган оношлох нь эмчилгээний тактикийг зөв тодорхойлоход чухал ач холбогдолтой. Сүүлийн үед хиймэл оюун ухаанд (AI) суурилсан оношилгооны системүүд хэт авиан шинжилгээний нарийвчлалыг сайжруулахад өргөнөөр ашиглагдаж байна. **Зорилго:** Хөхний хоргүй болон хортой зангилааг ялган оношлоход хиймэл оюун ухаанд суурилсан хэт авиан шинжилгээний (AI-US) ач холбогдлыг үнэлэх, уламжлалт хэт авиан оношилгоотой харьцуулан судлах. **Арга, аргачлал:** Судалгаанд хөхний зангилаатай 101 өвчтөнийг ретроспектив байдлаар хамрууллаа. Анх 203 голомтот өөрчлөлтийг сонгосон бөгөөд үүнээс эмгэг судлалын (биопси) шинжилгээгээр баталгаажсан 103 зангилааг эцсийн дүн шинжилгээнд хамруулав. Оношилгооны чадавхыг: 1) Уламжлалт хэт авиан оношилгоо (УХА), 2) AI систем (AI бүлэг), 3) УХА болон AI систем хосолсон (УХА+AI) гэсэн гурван аргаар тодорхойлж, мэдрэг чанар (SE), өвөрмөц чанар (SP), нарийвчлал (ACC) болон ROC муруйн доорх талбайг (AUC) ашиглан харьцуулсан. **Үр дүн:** Эмгэг судлалын шинжилгээгээр 103 зангилааны 58 (56.3%) нь хортой, 45 (43.7%) нь хоргүй болох нь тогтоогдсон. AI бүлгийн оношилгооны үзүүлэлтүүд болох SE (82.76%), SP (80.00%), ACC (81.55%), PPV (84.21%), NPV (78.26%) болон AUC (0.814) утгууд нь уламжлалт хэт авиан оношилгооны (УХА) бүлгээс өндөр байсан боловч статистик ач холбогдол бүхий ялгаа ажиглагдаагүй ($p>0.05$). Харин УХА+AI хосолсон бүлгийн үзүүлэлтүүд мэдэгдэхүйц нэмэгдэж, SE (87.93%), SP (86.67%), ACC (87.38%), PPV (89.47%), NPV (84.78%) болон AUC (0.874) утгад хүрсэн нь УХА-ийн бүлэгтэй харьцуулахад статистикийн хувьд өндөр ач холбогдолтой ($p<0.05$) байлаа. **Дүгнэлт:** Хиймэл оюун ухаанд суурилсан хэт авиан оношилгооны систем нь хөхний зангилааг ялган оношлох нарийвчлалыг нэмэгдүүлж байна. Энэхүү систем нь ялангуяа залуу эмч нарын оношилгооны алдааг бууруулах, шийдвэр гаргахад дэмжлэг үзүүлэх өндөр ач холбогдолтой байна.

Үндэслэл: Дэлхий даяар эмэгтэйчүүдэд тохиолдож буй нийт хорт хавдрын 31%-ийг хөхний хорт хавдар эзэлж байгаа бөгөөд өвчлөл болон нас баралтын түвшин өндөр хэвээр байна.¹⁻⁵ Хөхний зангилааны шинж чанарыг эрт үед нь үнэн зөв тодорхойлж, эмчилгээний оновчтой аргыг сонгох нь өвчтөний тавилан, амьдрах чадварыг дээшлүүлэхэд шийдвэрлэх ач холбогдолтой.^{6,7}

Дүрс оношилгооны аргуудаас хэт авиан

шинжилгээ (ХАШ) нь инвазив бус, цацраг туяаны ачаалалгүй, хүртээмжтэй бөгөөд голомтот өөрчлөлтийн цусан хангамжийн мэдээллийг тухайн цаг үед нь (real-time) өгөх боломжтой зэрэг давуу талтай тул эрт илрүүлгийн үндсэн аргад тооцогддог. Гэвч уламжлалт хэт авиан оношилгооны үр дүн нь дүрслэлийн чанар болон эмчийн мэргэжлийн ур чадвар, туршлагаас ихээхэн хамаардаг (operator-dependent) бөгөөд энэ нь эмч нарын оношилгооны дүгнэлт хоорондоо зөрүүтэй

байх нэгэн шалтгаан болдог.⁸

Техник, технологийн хөгжлийн явцад дүрс оношилгооны салбарт, ялангуяа КТ болон СРТ-ийн шинжилгээнд хиймэл оюун ухааны (ХОУ) хэрэглээ эрчимтэй нэвтэрч байгаа боловч хэт авиан оношилгооны практикт ашиглах тохиолдол харьцангуй бага хэвээр байна. ХОУ-д суурилсан системүүд нь дүрс дэх нарийн өөрчлөлтийг алгоритмын аргаар боловсруулан, оношилгооны нарийвчлалыг нэмэгдүүлэх боломжийг олгодог.

Энэхүү судалгааны онцлог нь хөхний хоргүй болон хортой зангилааг ялган оношлоход ХОУ-д суурилсан систем болон уламжлалт хэт авиан шинжилгээний аргуудыг харьцуулан судалж, тэдгээрийн эмнэлзүйн үнэ цэнийг тодорхойлоход чиглэгдэнэ. ХОУ-ийн системийг уламжлалт аргатай хослуулан ашиглах нь оношилгооны мэдрэг болон өвөрмөц чанарыг мэдэгдэхүйц нэмэгдүүлж, шаардлагагүй биопсийн тоог бууруулах боломжтой гэсэн таамаглалыг дэвшүүлж байна.

Зорилго: Хөхний хоргүй болон хортой зангилааг ялган оношлоход хиймэл оюун ухаанд суурилсан хэт авиан шинжилгээний (AI-US) ач холбогдлыг үнэлэх, уламжлалт хэт авиан оношилгоотой харьцуулан судлах.

Арга, аргачлал: Энэхүү судалгааг АШУҮИС-ийн Судалгааны ёс зүйн хяналтын хорооны (2025.09.26 № 25-26/01-02) болон БНХАУ-ын Баотоу хотын Хорт хавдрын эмнэлгийн Ёс зүйн хорооны (2025 Лун Шэн № 024) зөвшөөрлийн дагуу агшингийн судалгааны ретроспектив (эргэн судлах) загвараар гүйцэтгэв. Судалгаанд 2025 оны 6-р сараас 2026 оны 1-р сар хүртэлх хугацаанд тус эмнэлэгт хөхний хэт авиан шинжилгээнд хамрагдсан 101 эмчлүүлэгчийн 203 голомтот өөрчлөлтийг анхлан сонгосон.

Судалгаанд хамруулах шалгуур:

1. Хөхний хэт авиан оношилгоонд сэжигтэй зангилаатай өвчтөнүүд
2. Биопси эсвэл мэс заслын дараах эмгэг судлалын шинжилгээгээр зангилаа батлагдсан өвчтөнүүд
3. Өөр төрлийн хорт хавдар оношлогдоогүй байх

Судалгаанаас хасах шалгуур:

1. Эмгэг судлалын (биопси) шинжилгээгээр онош нь батлагдсан 103 зангилааг үндсэн түүвэрт үлдээж, баталгаажуулахгүй 100 зангилааг хасав
2. Хөхний анхдагч бус (үсэрхийлсэн) хавдартай тохиолдлууд
3. Хөхний мэс засал, хими, туяа болон даавар эмчилгээ хийлгэж байсан өгүүлэмжтэй өвчтөнүүд;
4. Сэтгэцийн эмгэг болон бусад шалтгаанаар шинжилгээнд бүрэн хамрагдах боломжгүй оролцогчид

Дээрх шалгууруудыг хэрэглэсний дараа эцсийн дүн шинжилгээнд 101 өвчтөний 103 зангилааг (58 хортой, 45 хоргүй) хамруулсан болно. Судалгаанд

хамрагдагсдын насны хязгаар 26-78 нас, дундаж нас 55.42 ± 12.70 жил, зангилааны дундаж диаметр 21.67 ± 8.92 мм (8-40 мм) байв.

Уламжлалт хэт авиан оношилгоо (УХА): Шинжилгээг Mindray R9 (L14-5WU датчик, 5-14 MHz) болон Hitachi Preirus (EUP-L74M датчик, 5-14 MHz) төхөөрөмжүүдийг ашиглан гүйцэтгэв. Үзлэгийг стандартын дагуу өвчтөнийг дээш харуулан хэвтүүлж, хоёр талын хөх болон суганы хэсгийг бүрэн хамруулан шинжилсэн. Зангилааны хэмжээ, хэлбэр, хил хязгаар, эхо бүтэц, шохойжилт болон цусан хангамжийг (Doppler) бүртгэж, BI-RADS (Breast Imaging-Reporting and Data System) ангиллын дагуу үнэлгээ өгөв. Үзлэгийг мэргэжлийн залуу эмч нар гүйцэтгэж, дүрс болон бичлэгийг архивласан.

Хиймэл оюун ухаанд (AI) суурилсан оношилгоо: Оношилгоонд Ten D.AI Medical Technology (Shanghai) Co., Ltd компанийн ХОУ-ын системийг ашиглав. Уг систем нь Конволюцийн мэдрэлийн сүлжээний (CNN) алгоритм дээр суурилсан бөгөөд хөхний зангилааг автоматаар илрүүлж, BI-RADS ангиллын дагуу үнэлгээ өгдөг. Шинжилгээний явцад систем зангилааг автоматаар шинжилж хадгалах ба дараа нь эмч AI-ийн гаргасан үр дүнд тулгуурлан хоёр дахь шатны BI-RADS үнэлгээг (hybrid approach) хийж тэмдэглэсэн.

Статистик боловсруулалт: Өгөгдлийг SPSS 23.0 программ ашиглан боловсруулав. Тоон өгөгдлийг дундаж болон стандарт хазайлтаар ($\text{Mean} \pm \text{SD}$) илэрхийлж, t-тестээр харьцуулсан. Чанарын үзүүлэлтийг давтамж болон хувиар илэрхийлж, Пирсоны хи-квадрат (χ^2) тест ашиглан шинжилсэн. Оношилгооны аргуудын тогтвортой байдлыг Каппа (κ) тестээр үнэлэв. Статистик ач холбогдлын түвшинг $p < 0.05$ гэж үзсэн.

Үр дүн:

Эмгэг судлалын шинжилгээний дүн: Судалгаанд хамрагдсан 101 өвчтөний 103 хөхний зангилааг эмгэг судлалын шинжилгээгээр баталгаажуулахад 45 (43.7%) хоргүй, 58 (56.3%) хортой зангилаа оношлогдов. Хоргүй зангилааны бүтцийг авч үзвэл: аденоз 18, фиброаденома 15, сувгийн доторх папиллома 5, маститын голомтот өөрчлөлт 7 тохиолдол байлаа. Хортой зангилааны бүлэгт: инвазив сувгийн хавдар (invasive ductal carcinoma) 47, сувгийн доторх хавдар (ductal carcinoma in situ) 6, инвазив дэлбэнцэрт хавдар (invasive lobular carcinoma) 2, салстлаг хавдар (mucinous carcinoma) 3 тохиолдол тус тус бүртгэгдлээ.

Оношилгооны аргуудын үр дүнгийн харьцуулалт: Уламжлалт хэт авиан оношилгоо (УХА), хиймэл оюун ухаан (AI) болон УХА+AI хосолсон аргуудын оношилгооны чадавхыг эмгэг судлалын үр дүнтэй харьцуулан шинжлэв. Оношилгооны BI-RADS 4b болон түүнээс дээш ангиллыг хортой (эерэг), 4a болон түүнээс доош ангиллыг хоргүй (сөрөг) бүлэгт хамааруулав (Хүснэгт 1).

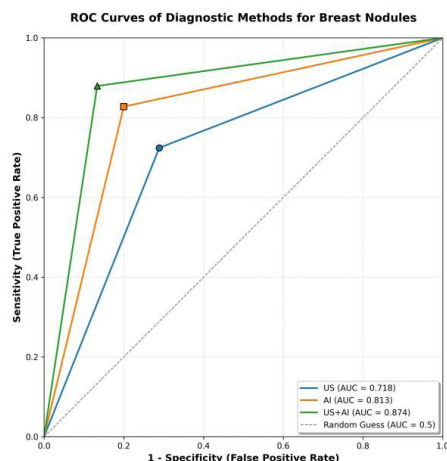
Хүснэгт 1. Хөхний зангилааг ялган оношлох аргуудын харьцуулсан үзүүлэлт

Diagnostic method	Benign N=45	Malignant N=58	SE/%	SP/%	ACC/%	PPV/%	NPV/%	AUC
US			72.41	71.11	71.84	76.36	66.67	0.718
Negative group (-)	32	16						
positive group (+)	13	42						
AI			82.76	80.00	81.55	84.21	78.26	0.814
Negative group (-)	36	10						
positive group (+)	9	48						
US+AI			87.93	86.67	87.38	89.47	84.78	0.874
Negative group (-)	39	7						
positive group (+)	6	51						

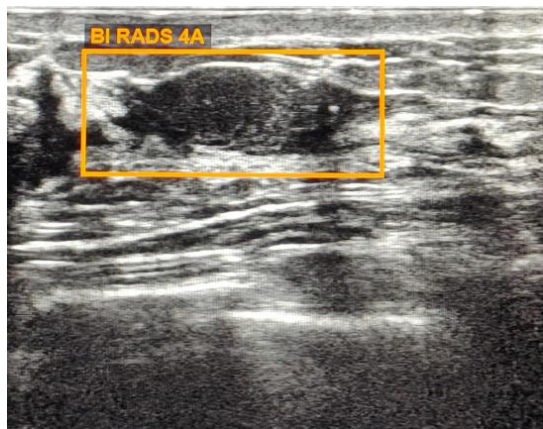
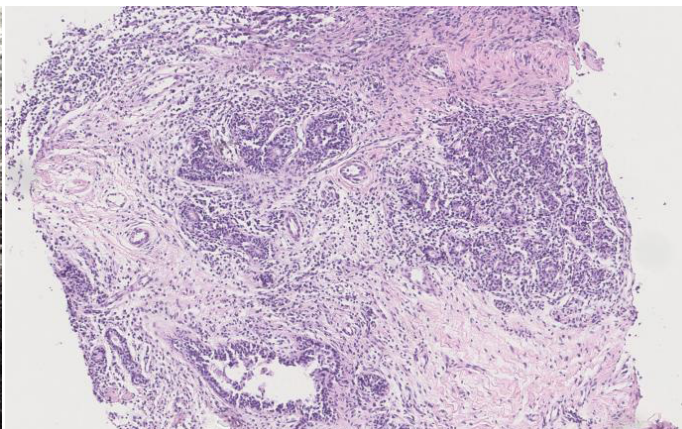
Тайлбар: SE–Мэдрэг чанар, SP–Өвөрмөц чанар, ACC–Нарийвчлал, PPV–Эерэг таамаглах утга, NPV–Сөрөг таамаглах утга, AUC–ROC муруйн доорх талбай.

Статистик ач холбогдлын үнэлгээ AI бүлгийн оношилгооны үзүүлэлтүүд (SE, SP, ACC, PPV, NPV болон AUC) нь УХА-ийн бүлгээс өндөр байсан боловч статистик ач холбогдол бүхий ялгаа ажиглагдаагүй ($p>0.05$). Харин УХА болон УХА+AI хосолсон аргыг харьцуулахад, хосолсон аргын оношилгооны

үзүүлэлтүүд УХА-ийн бүлгээс мэдэгдэхүйц өндөр буюу статистик ач холбогдол бүхий ялгаатай байлаа ($p<0.05$). Гурван бүлгийн оношилгооны чадавхыг илэрхийлэх ROC муруйг Зураг 1-т үзүүлэв. Оношилгооны бодит жишээ тохиолдлуудыг Зураг 2 болон 3-т үзүүлэв.



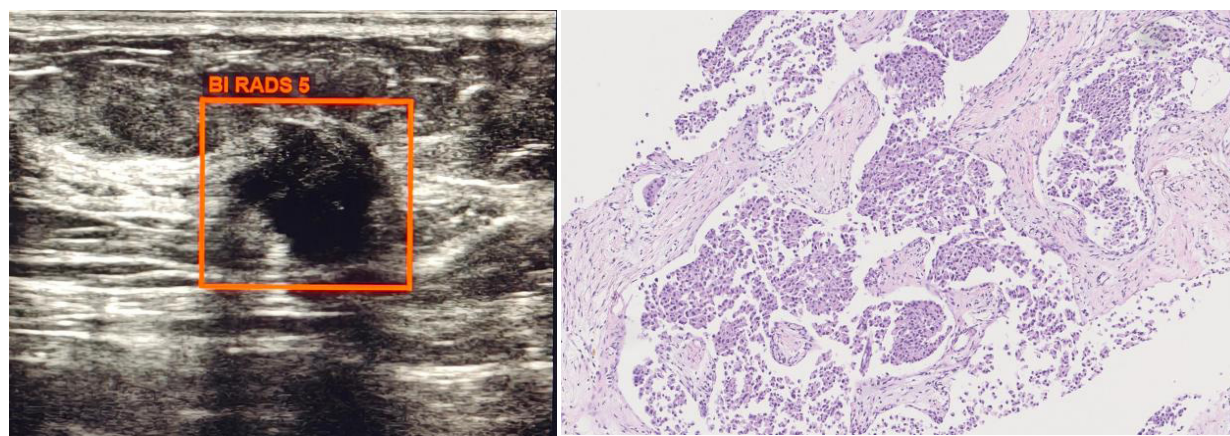
Зураг 1. Хөхний зангилааг оношлох гурван аргын (УХА, AI, УХА+AI) оношилгооны чадамжийг харьцуулсан ROC муруй болон AUC утгууд.



Зураг 2. 45 настай эмчлүүлэгч, хөхний зүүн дээд гадна квадратад байрлах зангилаа.

А. AI систем BI-RADS 4a ангиллыг автоматаар тогтоосон байдал.

Б. Эмгэг судлалын шинжилгээгээр хөхний мөхлөгт үрэвсэл (Granulomatous mastitis) болох нь батлагдсан.



Зураг 3. 58 настай эмчлүүлэгч, хөхний баруун доод дотор квадратад байрлах зангилаа.

A. AI систем BI-RADS 5 ангиллыг автоматаар тогтоосон байдал.

Б. Эмгэг судлалын шинжилгээгээр хөхний инвазив сувгийн хавдар (Invasive ductal carcinoma) илэрсэн.

Хэлцэмж: Эмэгтэйчүүдийн ажил, амьдралын хэв маяг, ачаалал нэмэгдэж байгаатай холбоотойгоор хөхний хорт хавдрын өвчлөл болон нас баралт дэлхий даяар өсөх хандлагатай байна.⁹⁻¹¹ Оновчтой эмчилгээг эхлүүлэх, нас баралтыг бууруулахад хөхний зангилааг эрт үед нь үнэн зөв ялган оношлох нь шийдвэрлэх ач холбогдолтой.^{12,13}

Бидний судалгааны үр дүнгээр AI систем болон уламжлалт хэт авиан оношилгоог хослуулан ашиглах нь оношилгооны нарийвчлалыг (ACC) 87.38%-д хүргэж байгаа нь бусад судлаачдын үр дүнтэй нийцэж байна. Тухайлбал, Du Jianwen нарын (2019) судалгаагаар хөхний зангилааг ялган оношлоход AI-д суурилсан S-Detect технологийн BI-RADS ангилал нь уламжлалт аргаас илүү өндөр нарийвчлалтай байсныг тэмдэглэсэн.¹⁴ Мөн Xing B нарын (2022) судалгаагаар AI-ийн тусламжтай дүрсийг шинжлэх нь жижиг хэмжээтэй голомтот өөрчлөлтүүдийг илрүүлэхэд мэдрэг чанар болон өвөрмөц чанарыг мэдэгдэхүйц нэмэгдүүлж буйг баталжээ.¹⁵ Энэ нь бидний судалгааны УХА+AI бүлгийн мэдрэг чанар (87.93%) болон өвөрмөц чанар (86.67%) өндөр гарсан үр дүнтэй дүйцэж байгаа бөгөөд AI систем нь тогтвортой, найдвартай оношилгооны чадвартай болохыг баталж байна.

Энэхүү судалгаанд ашигласан *TenD.AI Medical Technology* систем нь Конволюцийн мэдрэлийн сүлжээний (CNN) алгоритм дээр суурилсан бөгөөд хэт авиан дүрс дэх онцлог шинжүүдийг шинжилснээр BI-RADS ангиллыг автоматаар тогтоодог. Судалгааны үр дүнгээс харахад, уламжлалт хэт авиан шинжилгээтэй харьцуулахад AI системийг эмчийн оношилгоотой хослуулан ашиглах нь оношилгооны бүх үзүүлэлтийг сайжруулж байна. Энэ нь AI технологийг ашигласнаар шаардлагагүй биопсийн тоог бууруулах, ялангуяа оношилгооны туршлага дутмаг залуу эмч нарт лавлагаа санал болгох замаар буруу оношлохоос сэргийлэх бодит боломжтойг харуулж байна.

Судалгааны ажлын хязгаарлалт: Хэдийгээр судалгааны үр дүн ач холбогдолтой байгаа ч зарим хязгаарлалт байна.

1. Нэгдүгээрт, энэхүү судалгаа нь нэг төвийн ретроспектив загвартай, түүврийн хэмжээ

харьцангуй бага (n=103) байгаа тул ирээдүйд олон төвтэй, хэтийн төлөвтэй, том түүврийг хамарсан судалгаа хийх шаардлагатай.

2. Хоёрдугаарт, хэт авиан төхөөрөмжүүдийн ялгаа, датчикийн хүчин чадал болон сканнердах техникийн нөлөөллийг нарийвчлан авч үзээгүй нь оношилгооны үр дүнд зарим нэг гажуудал (*bias*) үүсгэх магадлалтай юм.

Дүгнэлт: Бидний судалгааны үр дүнгээс үзэхэд хөхний голомтот өөрчлөлтийг ялган оношлоход хиймэл оюун ухаанд (AI) суурилсан системийг уламжлалт хэт авиан оношилгоотой хослуулан ашиглах нь оношилгооны мэдрэг чанар, өвөрмөц чанар болон ерөнхий нарийвчлалыг мэдэгдэхүйц нэмэгдүүлж байна.

AI систем нь дүрслэлийн онцлог шинжүүдийг алгоритмын аргаар бодитой шинжилж, BI-RADS ангиллыг стандартчилснаар оношилгооны явцад субъектив алдаа гарах эрсдэлийг бууруулж байна. Энэ нь ялангуяа эмнэлзүйн туршлага багатай залуу эмч нарын мэргэжлийн шийдвэр гаргалтад чухал дэмжлэг болохын зэрэгцээ, хоргүй зангилааг хортой хавдраас өндөр магадлалтай ялгах замаар шаардлагагүй инвазив шинжилгээ (биопси)-ний тоог цөөрүүлэх практик ач холбогдолтой юм. Цаашид энэхүү технологийг өдөр тутмын оношилгооны практикт өргөнөөр нэвтрүүлэх нь хөхний хавдрын эрт үеийн оношилгооны чанарыг шинэ шатанд гаргах үндэслэл болж байна.

Ном зүй:

1. Gonçalves MA, Pereira BT, Tavares CA, Santos TM, da Cunha EF, Ramalho TC. Value of contrast-enhanced magnetic resonance imaging (MRI) in the diagnosis of breast cancer. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*. 2022;22(6):865-872.
2. Lally RM, Bellavia G, Gallo S, et al. Feasibility and acceptance of the CaringGuidance web-based, distress self-management, psychoeducational program initiated within 12 weeks of breast cancer diagnosis. *Psycho-Oncology*. 2019;28(4):888-895.
3. Bulte J, Simsek D, Bult P, de Wilt J, Strobbe L. Trends in pre-operative needle biopsy use in invasive breast cancer diagnosis: a Dutch nationwide population study. *Acta Oncologica*. 2020;59(12):1469-1473.
4. Siegel RL, Miller KD, Wagle NS, Jemal A. Cancer statistics, 2023. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*. 2023;73(1):17-48.
5. Zhang Siwei, Zheng Rongshou, Sun Kexin. Regional estimates of incidence and mortality of malignant tumors in China in 2023:

- population-based analysis of tumor registry data. *Chinese Journal of Oncology*. 2023;32(5):321-332.
6. Burstein H, Curigliano G, Thürlimann B, et al. Customizing local and systemic therapies for women with early breast cancer: the St. Gallen International Consensus Guidelines for treatment of early breast cancer 2021. *Annals of Oncology*. 2021;32(10):1216-1235.
 7. Cucchiara F, Scarpitta R, Crucitta S, et al. Diagnosis and treatment monitoring in breast cancer: how liquid biopsy can support patient management. *Pharmacogenomics*. 2022;23(2):119-134.
 8. Lee J. Practical and illustrated summary of updated BI-RADS for ultrasonography. *Ultrasonography*. 2017;36(1):71-81.
 9. Ishida K, Ohnuki K, Usami S, Komatsu H, Sasaki A. A survey on the current status of clinical resources for diagnosis and treatment of breast cancer in rural hospitals of the Tohoku region in Japan. *Breast Cancer*. 2021;28(1):161-167.
 10. Kanstrup C, Teilum D, Rejnmark L, et al. 25-Hydroxyvitamin D at time of breast cancer diagnosis and breast cancer survival. *Breast Cancer Research and Treatment*. 2020;179(3):699-708.
 11. Ferlay J, Shin HR, Bray F, Forman D, Mathers C, Parkin DM. Estimates of worldwide burden of cancer in 2008: GLOBOCAN 2008. *International Journal of Cancer*. 2010;127(12):2893-2917.
 12. Broeders M, Moss S, Nyström L, et al. The impact of mammographic screening on breast cancer mortality in Europe: a review of observational studies. *Journal of Medical Screening*. 2012;19(1 suppl):14-25.
 13. Tabár L, Dean PB, Chen THH, et al. The incidence of fatal breast cancer measures the increased effectiveness of therapy in women participating in mammography screening. *Cancer*. 2019;125(4):515-523.
 14. Du Jianwen, Ge Xue, Liu Huanyan, Wang Hong, Jin Xiuli, Li Fengjuan. Comparison of S-Detect technology and BI-RADS classification for the assessment of benign and malignant breast masses. *Chinese Journal of Ultrasound in Medicine*. 2019;35(7):580-583.
 15. Xing B, Chen X, Wang Y, Li S, Liang Y-K, Wang D. Evaluating breast ultrasound S-detect image analysis for small focal breast lesions. *Frontiers in Oncology*. 2022;12:1030624.
 16. Zhou SC, Liu HL, Zhou AT, et al. Evaluation of an artificial intelligence system for breast cyst and solid lesion differentiation on ultrasound. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 2021;40(12):2653-2662.
 17. Shen Y, Shamir O, Klein JR, et al. Artificial intelligence system for breast cancer screening in mammography and ultrasound: a multi-center study. *Nature Medicine*. 2022;28(6):1214-1223.
 18. Zhang Q, Xiao Y, Dai M, et al. Deep learning based on ultrasound images for predicting breast cancer: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Oncology*. 2023;13:112456.
 19. Park SY, Choi JS, Han BK, et al. Artificial intelligence combined with conventional ultrasound: impact on diagnostic performance for BI-RADS 4 lesions. *Ultrasonography*. 2024;43(1):45-54.
 20. Wang Z, Li M, Jiao Y, et al. Clinical value of AI-assisted ultrasound in the diagnosis of breast cancer: a prospective comparative study with histopathology. *International Journal of Clinical Oncology*. 2023;28(9):1152-1160.

Application of Artificial Intelligence-Based Ultrasound in the Differentiation of Benign and Malignant Breast Nodules

Lai-Fu Han¹, Shiirevnyamba A², Tsakhim-Erdene Ts³, Bat-Amgalan B³, Delgerdalai Kh^{4*}

¹Interdisciplinary Training Center, Graduate School, MNUMS

²Department of Surgery, School of Medicine, MNUMS

³Supply and Service Department, MNUMS

⁴Department of Radiology, School of Medicine, MNUMS

*E-mail: delgerdalai@mnumns.edu.mn, Tel: +976-88010233

Abstract:

Background: Early and accurate differentiation of benign and malignant breast nodules is crucial for determining appropriate therapeutic strategies. Recently, artificial intelligence (AI)-based diagnostic systems have been increasingly utilized to enhance the diagnostic performance of ultrasound imaging.

Aim: To evaluate the diagnostic value of artificial intelligence-based ultrasound (AI-US) in differentiating benign and malignant breast nodules and to compare its performance with conventional ultrasound (US).

Materials and Methods: This retrospective study included 101 patients with 103 breast nodules (58 malignant, 45 benign) confirmed by histopathological analysis (biopsy or surgery). Diagnostic performance was evaluated across three groups: 1) Conventional ultrasound (US), 2) AI system (AI group), and 3) Combined US and AI system (US+AI group). Sensitivity (SE), specificity (SP), accuracy (ACC), positive predictive value (PPV), negative predictive value (NPV), and the area under the ROC curve (AUC) were calculated and compared.

Results: Of the 103 nodules, 56.3% were malignant and 43.7% were benign. The AI group demonstrated higher diagnostic metrics than the US group—SE (82.76%), SP (80.00%), ACC (81.55%), and AUC (0.814)—though the difference was not statistically significant ($p>0.05$). However, the combined US+AI group showed significant improvement, reaching an SE of 87.93%, SP of 86.67%, ACC of 87.38%, and an AUC of 0.874. These results were statistically superior to the conventional US group ($p<0.05$).

Conclusion: The AI-based ultrasound diagnostic system significantly improves the accuracy of differentiating breast nodules. This technology serves as a reliable decision-support tool, particularly for reducing diagnostic errors among less experienced physicians and minimizing unnecessary invasive biopsies.

Keywords: Breast nodule, Ultrasound imaging, Artificial Intelligence (AI), BI-RADS, Diagnostic accuracy