24 цагийн зүрхний цахилгаан бичлэгийг Хиймэл оюун ухаан ашиглан судалсан үр дүн

Х.Төгөлдөр[1], Э.Тунгалаг[2], Х.Чингэрэл[1], Ц.Сумъяа[1]

[1]АШУҮИС, АУС, Дотор судлалын тэнхим
[2]АШУҮИС, МДИ, Дотор судлалын резидент эмч
Цахим шуудан: tugu012@gmail.com, Утас: 99187626

Түлхүүр үг:

24 цагийн ЗЦБ
Хиймэл оюун ухаан
Хэм алдагдал
Гүн мэдрэлийн сүлжээ
Үүлэн технологи

Товч утга:

Үндэслэл: Зүрхний сэрлийг биеийн гадаргад байрлуулсан электрод бүхий холболтоор бүртгэж гальванометрийн тусламжтай бичиж авах аргыг зүрхний цахилгаан бичлэг (ЗЦБ) гэх ба[1] зүрхний хэм хэвийн бус болохыг хэм алдагдал.[2] Хэм алдагдлыг 24 цагийн ЗЦБ-ийн шинжилгээгээр илрүүлэх боломжтой байдаг.[3] Энэхүү арга нь хэм алдагдлыг илрүүлэх олон улсын эмнэлзүйн удирдамжинд тусгагдсан ач холбогдол өндөртэй, өвчтөнд зовуурьгүй, инвазив бус, эрсдэлгүй арга болохыг цөөнгүй судалгаагаар дурьдсан байна.[4–6] Зүрх судасны эмч нар 24 цагийн ЗЦБ-ийн тоон өгөгдлийг уламжлалт арга буюу боловсруулах программ ашиглаж боловсруулахад хугацаа их зарцуулдаг, анхаарал шаардсан төвөгтэй ажилд тооцогддог. Мөн алдаа гарах, хэм алдагдлыг орхигдуулах зэрэг хангалтгүй боловсруулагдаж эмчийн ур чадвар, туршлагаас шууд хамаарч байдаг. Өнөө үед хиймэл оюунаар 24 цагийн ЗЦБ-ийг дүн шинжилгээ хийж, боловсруулсан хариунд зүрх судасны эмч хамтарч баталгаажуулах болжээ. Хиймэл оюунд (AI) суурилсан 24 цагийн ЗЦБ бол олон сая тохиолдлуудад сургагдаж, алдаа бага гаргадаг, хэм алдагдлыг илрүүлэх мэдрэг ба өвөрмөц чанар өндөртэй арга болохыг судлаачид онцлон тэмдэглэсэн байна.[7,8] Хиймэл оюунд суурилсан 24 цагийн ЗЦБ дүгнэх шинжилгээ манай улсад нэвтэрснээр үүнийг алдаагүй дүгнэх, ховор хэм алдагдлыг илрүүлэх, эмч нарын цагийг хэмнэх зэрэг давуу талтай хэдий ч энэ чиглэлээр хийгдсэн судалгааны ажил олдохгүй байгаа нь энэхүү судалгааг хийх үндэслэл болж байна.[9] **Зорилго:** 24 цагийн ЗЦБ-г уламжлалт платформ болон хиймэл оюун ухаан ашигласан үр дүнг харьцуулан судлах. **Арга, аргачлал:** Зүрхний хэм алдагдалтай эмчлүүлэгчдэд (n=40) 24 цагийн ЗЦБ-ийг стандарт аргаар BI9900 (Biomedical, Germany, 2023) төхөөрөмжөөр хийж гүйцэтгэв. 24 цагийн ЗЦБ-ийн шинжилгээг орчин үеийн Ecglab (Biomedical, Germany, 2023) программаар боловсруулав. Мөн бичиглэлийг ЗЦБ-т дүн шинжилгээ хийх хиймэл оюунаар (Cardiomatic, Poland 2024) уншуулж тус тус дүгнэв. Боловсруулалтыг SpSS 27.0 (IBM, USA) программаар хийв. **Үр дүн:** Судалгаанд нийт 40 хүн хамрагдсанаас эрэгтэй 30.8% (n=13), эмэгтэй 69.2% (n=27) байсан бөгөөд дундаж нас 52±33 жил байлаа. Хэм алдагдлыг оношлох уламжлалт аргыг стандарт гэж үзэн хиймэл оюун ухаантай харьцуулахад нийт хэм алдагдлын өвөрмөц чанар spec=91.3%, мэдрэг чанар sens=97.9% байсан ба каппа статистик нь k=0.90 гарсанаар хоёр арга хоорондоо нийцэлтэй байгааг илтгэж байна. Хоёр аргын хэм алдагдлын төрлүүдийг тус бүрт нь илрүүлсэн байдалд боловсруулалт хийхэд ховдлын дээрх хэм алдагдалд мэдрэг чанар Sens=84.2% буюу хангалтгүй, өвөрмөц чанар Spec=100% буюу хангалттай байв. Ховдлын хэм алдагдлын хувьд мэдрэг чанар нь Sens=100% буюу хангалттай боловч өвөрмөц чанар Specificity=71.4% хангалтгүй байлаа. Тосгуурын жирвэгнэх хэм алдагдал, тахикарди, пауз зэрэг хэм алдагдлуудад тус тус мэдрэг чанар Spec=100%, өвөрмөц чанар Sens=100% байсан ба брадикардид мэдрэг чанар Spec=100%, өвөрмөц чанар Sens=91.3% байсан бөгөөд тус хэм алдагдлуудад мэдрэг, өвөрмөц чанар хангалттай байв. **Дүгнэлт:** Хиймэл оюун ухаанд суурилсан платформ ховдлын хэм алдагдлыг илүүтэй илрүүлж ($p<0.001$), уламжлалт програм бол артифактыг тосгуурын хэм алдагдалтай ($p<0.05$) хамт тооцоолж байв. Хиймэл оюун ухаан мэдрэг чанар 92.3%, өвөрмөц чанар 97.9% болж каппа утга 0.90 буй нь уламжлалт программаас давуу тал ихтэй байгаа нь тогтоогдов.

Үндэслэл: Зүрх нь сэрэмтгий эсүүдийг агуулдаг бөгөөд эдгээр эсүүдийн тусламжтай автоматаар сэрэл үүсч, сэрлийг цаг тухайд нь дамжуулан жигд агшилт хийдэг онцлогтой эрхтэн юм.[1]

Зүрхний цахилгаан бичлэг бол зүрхний эсийн автоматаар сэрэх, дамжуулах, рефрактер үеийг илрүүлж зүрхний хэм алдагдал, зүрхний ишеми өвчин, зүрхний шигдээс ба зүрхний булчингийн эмгэгүүдийг оношлох боломжийг олгодог өртөг багатай, инвазив бус оношлогооны чадвар сайтай шинжилгээний арга юм.[10] Зүрхний хэм үүсэх, дамжуулах чанар өөрчлөгдөх, эмгэг сэрлийн голомт эмгэгээр үүсэхийг зүрхний хэм алдагдалд багтаадаг. Хэм алдагдсан үед зүрхний агшилт хэвийн бус болж цусыг үр дүнтэй шахах боломж багасдаг. Улмаар уушги, тархи ба бусад эрхтэнд очих цусан хангамж өөрчлөгдөж бүтэц, үйл ажиллагаанд нөлөөлж эхэлдэг байна.[11]

ЗЦБ-ийг 24 цагийн турш тасралтгүй хийж, хураагдсан бичлэгт дүн шинжилгээ хийхийг 24 цагийн холтер ЗЦБ гэдэг. Энэ холтер ЗЦБ-ийг зүрхний эмгэг хэм алдагдлыг илрүүлэхэд өргөн хэрэглэгддэг, ач холбогдол өндөртэй шинжилгээний арга болохыг цөөнгүй судлаачид тэмдэглэсэн байна.[3,5,11–13] 24 цагийн ЗЦБ-ийн шинжилгээг зөв боловсруулж үнэлэхэд эмч нарын цаг хугацааг их шаарддаг, анхаарал шаардсан ажил байдаг. Өнөө үед 50 жилийн хугацаанд 24 цагийн ЗЦБ боловсруулах програмыг хөгжүүлж буй боловч хэм алдагдалтай үед алдаа гарах магадлалтай, эмч нарын хэрэгцээг бүрэн хангаж чадахгүй байдаг талаар судлаачид тэмдэглэсэн байдаг.[9] Одоо хөгжүүлсэн уламжлалт програм бол зүрхний хэм алдагдлыг боловсруулах, ЗЦБ-ийн шүд, бүрдэл зэргийг боловсруулах (P шүд, QRS бүрдэл, RR интервал гэх мэт), үр дүн зэргийг дүгнэж хэм алдагдлыг илрүүлэх, хэм алдагдлын давтамж, пауз зэргийг дүгнэж эмчийн тусламж үйлчилгээнд эерэг нөлөөлж байдаг.[14]

Зүрх судасны тусламж үйлчилгээ тэр дундаа 24 цагийн ЗЦБ-ийг алдаа багатай, зөв оношлохын тулд хиймэл оюунд суурилсан ЗЦБ ашиглах болсон талаар олон тооны бүтээл нийтлэгдсэн байна.[13,15–18] Сүүлийн үеийн 24 цагийн ЗЦБ дээр хиймэл оюуныг ашиглаж зүрх судасны тусламж үйлчилгээнд нэвтрүүлж эхэлсэн.[9,19] Бид нар судалгаандаа ISO13485 стандартаар баталгаажсан CE тэмдэглэгээтэй (Европын холбооны бүх орнуудад зөвшөөрөгдсөн), хиймэл оюун ухаанд суурилсан cardiomatics (class IIa) платформыг ашигласан. Харин уламжлалт программаар сүүлийн үеийн ECGlab (Biomedical, Germany, 2023) программаар боловсруулж харьцуулахад ашигласан.

Хиймэл оюун ухаанд (AI) суурилсан 24 цагийн ЗЦБ бол олон сая тохиолдлуудад сургагдаж бэлтгэгдсэн алдаа гарах магадлал маш бага, мэдрэг ба өвөрмөц чанар өндөртэй арга юм.[7,8] Fiorina L (2022) нар судалгаандаа хиймэл оюун ухаанд суурилсан 24 цагийн ЗЦБ-ийн платформыг ашиглан орчин үеийн програмтай харьцуулахад 27%-иар бага хугацаа зарцуулж байгааг дурьдсан байна.[20] Хэм алдагдлыг илрүүлэхэд ховдлын экстрасистол ба тосгуурын жирвэгнэх хэм алдагдал, өвөрмөц хэм алдагдлыг илрүүлэхэд мэдрэг чанар өндөртэй төдийгүй уламжлалт програмтай харьцуулахад алдаа ажиглагдахгүйг дурьдсан байна.[20]

Хиймэл оюунд суурилсан 24 цагийн ЗЦБ дүгнэх шинжилгээ манай улсад нэвтэрснээр үүнийг алдаагүй дүгнэх, ховор хэм алдагдлыг илрүүлэх, эмч нарын цагийг хэмнэх зэрэг давуу талтай хэдий ч энэ чиглэлээр хийгдсэн судалгааны ажил олдохгүй байгаа нь энэхүү судалгааг хийх үндэслэл болж байна.[9]

Зорилго: 24 цагийн ЗЦБ-ийн датанд хиймэл оюун ухаанд суурилсан платформ ашиглан дүн шинжилгээ хийх, улмаар уламжлалт аргатай харьцуулан судлах

Зорилт:

1. 24 цагийн ЗЦБ-ийг хиймэл оюун ухаанд суурилсан “Cardiomatic” платформийг ашиглан дүн шинжилгээ хийх.
2. Хиймэл оюун ухааны дүн шинжилгээг уламжлалт аргатай харьцуулан судлах.

Арга, аргачлал: Бид АШУҮИС-ийн Судалгааны ёс зүйн хяналтын хорооны хурлын 2023/03-09 дүгээр шийдвэрээр ёс зүйн зөвшөөрөл авч энэхүү судалгааг хийж гүйцэтгэв. Эмнэлэгт суурилсан агшингийн судалгааны загвар ашиглан 2024 оны 01 сарын 02-оос 2024 оны 04 сарын 02-ны хооронд Цэргийн Төв Эмнэлэгт зүрхний цахилгаан бичлэг хийлгэсэн хэм алдагдлын асуумжтай үйлчлүүлэгч нараас санамсаргүй түүврийн аргаар хасах шалгуур ашиглан сонгосон. Хасах шалгуурт пейсмэйкер болон дефибриллатор суулгац эмчилгээг хийлгэсэн хүмүүсийг оруулсан. Судалгаанд оролцогчдын 24 цагийн ЗЦБ-ийн шинжилгээг BI9900 (Biomedical, Germany, 2023) орчин үеийн Холтер ЗЦБ-ийн төхөөрөмжөөр ЗЦБ-ийн тоон өгөгдлүүдийг цуглуулав (MNS 4621-2008 стандарт). Ингээд тоон өгөгдлүүдийг уламжлалт аргаар үнэлэхдээ Ecglab (Biomedical, Germany, 2023) программаар боловсруулсан. Харин хиймэл оюун ухаанд суурилсан үнэлгээг хийхдээ Cardiomatics нэртэй CE, ISO 13485, GDPR шалгуураар баталгаажсан хиймэл оюунд суурилсан платформыг (IIa зөвлөмжтэй) ашиглав.

Үр дүн: Судалгаанд нийт 40 хүн хамрагдсанаас эрэгтэй 30.8% (n=13), эмэгтэй 69.2% (n=27) байв. Нийт хамрагдагсдын дундаж нас 52±33 жил, насны бүлгийн хувьд 2.6% хувь нь 10-19 нас, 12.8% хувь 20-29 нас, 17.9% хувь 30-39 нас, 28.2% хувь 40-49 нас, 15.4% хувь 50-59 нас, 17.9% хувь 60-69 нас, 5.1% хувь 70-аас дээш насны оролцогчид байв.

24 цагийн ЗЦБ-ийн нийт бичигдсэн хугацаа хиймэл оюун ухаанд 21:34±1:20, уламжлалт аргаар 22:20±1:29 байв. Харин нийт цохилтын тоо хиймэл оюун ухаанд суурилсан платформ 92366.9±12458.59 удаа, уламжлалт програм 96747.6±14809.4 удаа байв. Зүрхний дундаж цохилтын тоо хиймэл оюун ухаанд суурилсан платформд 74.0±16.8 удаа, уламжлалт програмд 74.0±16.8 удаа тус тус бүртгэгдэв.

Мөн QTc интервалын урт хиймэл оюун ухаанд суурилсан платформд 425.59±38.9 мсек, уламжлалт програмд 425.59±38.9 мсек байлаа. Эдгээр ерөнхий үзүүлэлтүүд хиймэл оюун ухаанд суурилсан платформ, уламжлалт програм хоёр хоорондоо статистикийн хувьд ач холбогдолтой ялгаатай байсан (Хүснэгт 1).

Хүснэгт 1. Судалгаанд оролцогчдын ЗЦБ дэх ерөнхий үзүүлэлтүүдийн дундажийг судалсан үр дүн

Үзүүлэлтүүд	ECG lab	AI	P value
Бичлэгийн хугацаа, мсек	22:20±1:29	21:34±1:20	P<0.001
Нийт цохилтын тоо, удаа	96747.6±14809.4	92366.9±12458.59	P<0.001
Дундаж цохилт, удаа	74.0±16.8	72.1±16.45	P<0.001
Брадикарди, удаа	50.5±13.6	50.1±11.3	P<0.001
Тахикарди, удаа	131.3±21.2	125.9±18.7	P<0.001
QT (QTc) интервалын дундаж хугацаа, мсек	425.59±38.9	410.95±34.2	P<0.001
QT (QTc) интервалын уртсалт, мсек	502.03±59.9	496.08±57.0	P<0.001

24 цагийн зүрхний цахилгаан бичлэгүүдийг хиймэл оюун ухаанд суурилсан платформ ашиглан хийсэн дүн шинжилгээ: Судалгаанд оролцогчид дунд ховдлын дээрхи хэм алдагдал 20 (46.5%), ховдлын хэм алдагдал 21 (48.8%), тосгуурын жирвэгнээ 1 (2.3%), пауз 1 (2.3%) хүнд тус тус илэрсэн (Хүснэгт 2). Эдгээрээс нийт хүмүүсийн 65% хувьд тахикарди (n=26) тохиолдож байсан бол 2.5% хувьд синусын пауз (n=1), 2.5% хувьд тосгуурын жирвэгнээ (n=1) хэм алдагдал тус тус тодорхойлогдож байв (Хүснэгт 2).

Хүснэгт 2. Хиймэл оюун ухааанаар зүрхний хэм алдагдлыг илрүүлсэн үр дүн

Хэм алдагдлын төрлүүд	Илэрсэн		Илрээгүй	
	N	%	n	%
Ховдлын дээрх хэм алдагдал	20	46.5%	20	16.8%
Дан цохилт (Изолет)	23	53.5%	16	14.2%
Дараалсан цохилт (Коуплет)	7	16.3%	32	28.3%
Хоёрлосон цохилт (Бигемини)	7	16.3%	31	27.4%
Гуравласан цохилт (Тригемини)	6	14.0%	33	29.2%
Ховдлын хэм алдагдал	21	48.8%	19	15.9%
Дан цохилт (Изолет)	25	58.1%	14	12.4%
Дараалсан цохилт (Коуплет)	8	18.6%	31	27.4%
Хоёрлосон цохилт (Бигемини)	11	25.6%	28	24.8%
Гуравласан цохилт (Тригемини)	5	11.6%	34	30.1%
Тосгуурын жирвэгнэх хэм алдагдал	1	2.3%	39	33.6%
Тахикарди	26	60.5%	14	11.5%
Брадикарди	23	53.5%	17	14.2%
Пауз	1	2.3%	39	33.6%
Нийт	**43**	**100%**	**113**	**100%**

Хиймэл оюун ухааны дүн шинжилгээг уламжлалт платформтой харьцуулан судласан үр дүн: 24 цагийн ЗЦБ-ийг хиймэл оюун ухаанд суурилсан платформ болон уламжлалт програмын аргаар дүн шинжилгээ хийхэд уламжлалт програмд ховдлын дээрх хэм алдагдал 23 удаа, ховдлын хэм алдагдал 15 удаа, харин хиймэл оюун ухаанд суурилсан платформд ховдлын дээрх хэм алдагдал 20 удаа, ховдлын хэм алдагдал 21 удаа тус бүр илэрсэн. Мөн тосгуурын жирвэгнээ болон синусын пауз уламжлалт програм ба хиймэл оюун ухаанд суурилсан платформд 1 удаа тус тус тодорхойлогдлоо. (Хүснэгт 3).

Бид уламжлалт программ ба хиймэл оюун ухаанд суурилсан платформыг харьцуулан судлахад нийт хэм алдагдлын өвөрмөц байдал 91.3%, мэдрэг байдал 97.9% байсан ба Карра үзүүлэлт нь 0.90 байгаа нь эдгээр арга хоорондоо нийцэлтэй байгааг илтгэж байв.

Хүснэгт 3. Хиймэл оюун ухааны дүн шинжилгээг уламжлалт платформтой харьцуулан судласан үр дүн.

Хэм алдагдлын төрөл	ECG lab		AI	
	n	%	n	%
Ховдлын дээрх хэм алдагдал (нийт)	23	59.0%	20	51.3%
Дан цохилт (Изолет)	24	61.5%	23	59.0%
Дараалсан цохилт (Коуплет)	15	38.5%	7	17.9%
Хоёрлосон цохилт (Бигемини)	4	10.3%	7	17.9%
Гуравласан цохилт (Тригемини)	5	12.8%	6	15.4%
Ховдлын хэм алдагдал (нийт)	15	38.5%	21	53.8%
Дан цохилт (Изолет)	15	38.5%	25	64.1%
Дараалсан цохилт (Коуплет)	9	23.1%	8	20.5%
Хоёрлосон цохилт (Бигемини)	6	15.4%	11	28.2%
Гуравласан цохилт (Тригемини)	5	12.8%	5	12.8%
Тосгуурын жирвэгнэх хэм алдагдал	1	2.6%	1	2.6%
Тахикарди	26	66.7%	26	66.7%
Брадикарди	21	53.8%	23	59.0%
Пауз	1	2.6%	1	2.6%
Нийт	**40**		**43**	

Аргуудын хэм алдагдлын төрлүүдийг илрүүлсэн байдлыг хооронд нь задлан боловсруулалт хийхэд ховдлын дээрх хэм алдагдалд коррельяцийн коэффициент r=1.0 буюу 2 арга хоорондоо эерэг хамааралтай байв. Харин каппа статистик k=0.7 байгаа нь ховдлын дээрх хэм алдагдалд 2 аргууд нийцэл муутай байгааг илтгэж байсан ба мэдрэг чанар Sens=100%, өвөрмөц чанар Spec=71.4% буюу өвөрчмөц чанар харьцангуй муу байгааг илтгэж байна. Ховдлын дээрх хэм алдагдлын хувьд коррельяцийн коэффициент r=0.86, каппа статистик k=0.85 байгаа нь энэ төрлийн хэм алдагдлыг илрүүлэхэд 2 арга хамаарал болон нийцлийн хувьд хангалтай биш байгааг харуулж байна. Мэдрэг чанарын хувьд Sens=80% буюу хангалттай биш байсан боловч өвөрмөц чанар Specificity=100% буюу маш сайн байлаа. Тосгуурын жирвэгнэх хэм алдагдал, тахикарди, брадикарди, пауз зэрэг хэм алдаглуудад тус тус корреляцийн коэффициент r=1.0, r=0.98, r=1.0, r=1.0, каппа статистик k=1.0, k=1.0, k=0.90, k=1.0 буюу 2 арга хоорондоо эерэг хамааралтай бөгөөд нийцэмжтэй байна. Харин мэдрэг чанарууд тус тус бүгд Sens=100% байсан ба өвөрмөц чанар Spec=100%, Spec=100%, Spec=91.3%, Spec=100%, буюу хангалттай байв (Хүснэгт 4).

Хүснэгт 4. Зүрхний хэм алдагдлын төрлүүдийг харьцуулсан судалсан дүн.

Хэм алдагдлын төрөл	r	Kappa	Sensitivity	Specificity
Ховдлын хэм алдагдал	1.0	0.70	100%	71.4%
Ховдлын дээрх хэм алдагдал	0.86	0.85	84.2%	100%
Тосгуурын жирвэгнэх хэм алдагдал	1.0	1.00	100%	100%
Тахикарди	0.98	1.00	100%	100%
Брадикарди	1.0	0.90	100%	91.3%
Пауз	1.0	1.00	100%	100%

Хэлцэмж: Laurent Fiorina (2022), нар 24 цагийн ЗЦБ-т Cardiologs хэмээх хиймэл оюун ухаанд суурилсан Герман улсын платформыг ашиглан хэм алдагдлыг илрүүлэх судалгаа хийсэн ба тус судалгааны үр дүнд мэдрэг болон өвөрмөц чанарууд ховдлын хэм алдагдалд өндөр байв. Харин бидний судалгаанд мэдрэг чанар өндөр байсан боловч мэдрэг чанар багатай буюу Spec=71.4% байгаа нь ялгаатай байв. Үүнээс гадна хэдийгээр пауз болон тосгуурын жирвэгнэх хэм алдагдлуудад мэдрэг болон өвөрмөц чанараар энэхүү судалгааны адилаар өндөр байгаа ч бидний судалгаанд энэхүү төрлийн хэм алдагдалтай оролцогчийн тоо тус тус нэг байсан тул харьцуулахад хязгаарлагдмал байв.[20] Qiong Huang MS (2024), нар 2 цаг буюу харьцангуй богино хугацаанд бичигдсэн ЗЦБ-т хиймэл оюун ухаанаар дүгнэлт хийн судлахад ховдлын хэм алдагдалд мэдрэг чанар Spec=79.17% байсан нь бидний судалгааны ажилтай төстэй байв. Түүнчлэн Ховдлын дээрх хэм алдагдлын өвөрмөц чанар Sens=91.3%, ховдлын хэм алдагдлын мэдрэг чанар Spec=97.84% буюу харьцангуй өндөр байгаа нь бидний судалгааны ажилтай нийцэж байв. Харин ховдлын хэм алдагдлын өвөрмөц чанар нь бидний үр дүнгээс харьцангуй өндөр (Spec=97.84%) байв.[21]

Дүгнэлт: Хиймэл оюун ухаанд суурилсан платформ ховдлын хэм алдагдлыг илүүтэй илрүүлж ($p<0.001$), уламжлалт програм бол артифактыг тосгуурын хэм алдагдалд оруулж алдаатай тооцоолж байв ($p<0.05$). Хиймэл оюун ухаан мэдрэг чанар 92.3%, өвөрмөц

чанар 97.9% болж каппа утга 0.90 буй нь уламжлалт програмаас давуу тал ихтэй байж болох юм.

Ном зүй:

1. *Д.Сэржээ Ц.Жаргалсайхан. ЭМНЭЛЗҮЙН ЗҮРХНИЙ ЦАХИЛГААН БИЧЛЭГ.; 2014.*
2. *Antzelevitch C, Burashnikov A. Overview of Basic Mechanisms of Cardiac Arrhythmia. Card Electrophysiol Clin. 2011;3(1):23-45. doi:10.1016/j.ccep.2010.10.012*
3. *Steinberg JS, Varma N, Cygankiewicz I, et al. 2017 ISHNE-HRS expert consensus statement on ambulatory ECG and external cardiac monitoring/telemetry. Annals of Noninvasive Electrocardiology. 2017;22(3). doi:10.1111/anec.12447*
4. *Hindricks G, Potpara T, Dagres N, et al. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). Eur Heart J. 2021;42(5):373-498. doi:10.1093/eurheartj/ehaa612*
5. *Al-Khatib SM, Stevenson WG, Ackerman MJ, et al. 2017 AHA/ACC/HRS Guideline for Management of Patients With Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death. Circulation. 2018;138(13):e272-e391. doi:10.1161/CIR.0000000000000549*
6. *Joglar JA, Chung MK, Armbruster AL, et al. 2023 ACC/AHA/ACCP/HRS Guideline for the Diagnosis and Management of Atrial Fibrillation: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. Circulation. 2024;149(1). doi:10.1161/CIR.0000000000001193*
7. *Joseph Needham. Science and Civilization in China. The Press Syndicate of the University of Cambridge; 1976.*
8. *Norbert Wiener. Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine. Second. The MIT Press Cambridge; 2019.*
9. *Hannun AY, Rajpurkar P, Haghpanahi M, et al. Cardiologist-level arrhythmia detection and classification in ambulatory electrocardiograms using a deep neural network. Nat Med. 2019;25(1):65-69. doi:10.1038/s41591-018-0268-3*
10. *Hampton J, Ma DM, Frcp D, et al. The ECG Made Easy NINTH EDITION.*
11. *Arrhythmia Essentials. Elsevier; 2017. doi:10.1016/C2014-0-04994-5*
12. *Shen WK, Sheldon RS, Benditt DG, et al. 2017 ACC/AHA/HRS Guideline for the Evaluation and Management of Patients With Syncope. J Am Coll Cardiol. 2017;70(5):e39-e110. doi:10.1016/j.jacc.2017.03.003*
13. *Taniguchi H, Takata T, Takechi M, et al. Explainable Artificial Intelligence Model for Diagnosis of Atrial Fibrillation Using Holter Electrocardiogram Waveforms. Int Heart J. 2021;62(3):534-539. doi:10.1536/ihj.21-094*
14. *Mond HG. The spectrum of ambulatory electrocardiographic monitoring. Heart Lung Circ. Published online 2017:1160-1174.*
15. *Johnson KW, Torres Soto J, Glicksberg BS, et al. Artificial Intelligence in Cardiology. J Am Coll Cardiol. 2018;71(23):2668-2679. doi:10.1016/j.jacc.2018.03.521*
16. *Hamet P, Tremblay J. Artificial intelligence in medicine. Metabolism. 2017;69:S36-S40. doi:10.1016/j.metabol.2017.01.011*
17. *Elisa Hennings M*† MCP‡ REPP*†. Assessment of the atrial fibrillation burden in Holter electrocardiogram recordings using artificial intelligence. Cardiovasc Digit Health J. Published online 2023.*
18. *Gendelman S, Zvuloni E, Oster J, Suleiman M, Derman R, Behar JA. An artificial intelligence–enabled Holter algorithm to identify patients with ventricular tachycardia by analysing their electrocardiogram during sinus rhythm. European Heart Journal - Digital Health. Published online April 3, 2024. doi:10.1093/ehjdh/ztae025*
19. *Smith SW, Rapin J, Li J, et al. A deep neural network for 12-lead electrocardiogram interpretation outperforms a conventional algorithm, and its physician overread, in the diagnosis of atrial fibrillation. IJC Heart and Vasculature. 2019;25. doi:10.1016/j.ijcha.2019.100423*
20. *Fiorina L, Maupain C, Gardella C, et al. Evaluation of an Ambulatory ECG Analysis Platform Using Deep Neural Networks in Routine Clinical Practice. J Am Heart Assoc. 2022;11(18). doi:10.1161/JAHA.122.026196*
21. *Huang Q, Fan Y, Wang J, et al. The diagnostic efficiency of artificial intelligence based 2 hours Holter monitoring in premature ventricular and supraventricular contractions detection. Clin Cardiol. 2024;47(4). doi:10.1002/clc.24266*

Investigating the value of 24-hour electrocardiogram evaluation by artificial intelligence

Tuguldur Kh[1], Tungalag E[2], Chingerel Kh[1], Sumyaa Ts[1]

[1]Department of Cardiology, School of Medicine, Mongolian National University of Medical Science
[2]Resident doctor of internal medicine, Mongolia Japan Hospital
E-mail: tugu012@gmail.com, Tel: +976-99187626

Background: Electrocardiography (ECG) is a method of recording the heart's rhythm through connection with electrodes placed on the surface of the body with the help of galvanometer.[1] Abnormal heart rate is called arrhythmia.[2] Arrhythmias can be detected by 24-hour ECG analysis.[3] This method It is an important, painless, non-invasive, and risk-free method for the detection of leakage, which is included in the international clinical guidelines.[4–6] Cardiologists use traditional methods or processing software to process 24-hour heart rate data, which is considered a complex task that requires a lot of time and attention. In addition, errors and omissions of parameters are insufficiently processed and directly depend on the skills and experience of the physician. Recently, artificial intelligence has been used to analyze the 24-hour heart rate, and cardiologists have been working together to confirm the results. Artificial intelligence (AI)-based 24-hour ECG is a method trained on millions of data, with low error, high sensitivity and specificity for abnormality detection.[7,8] It has many advantages, such as detecting arrhythmias and saving doctors' time. Therefore, in order to keep pace with the times, this study was conducted using an artificial intelligence-based platform.[9]

Aim: to compare the results of the 24-hour ECG using a traditional platform and artificial intelligence.

Materials and Methods: 24-hour ECG was performed in patients with arrhythmia (n=40) using a standard BI9900 (Biomedical, Germany, 2023) device. The 24-hour ECG data was processed using the modern Ecglab (Biomedical, Germany, 2023) program. Also, the data was analysed by AI ECG analysis artificial intelligence (Cardiomatic, Poland 2024). Processing was done with SpSS 27.0 (IBM, USA).

Results: A total of 40 people participated in the research. Among them, 30.8% were men (n=13), 69.2% were women (n=27), and the average age was 52±33. Since there is no specified gold standard for the diagnosis of arrhythmias, the specificity of the total arrhythmia compared to artificial intelligence was 91.3%, sensitivity 97.9%, and the kappa statistic was k=0.90, so the two methods are compatible. indicating that there is When both methods analyzed the types of arrhythmias detected in each case, the sensitivity for supraventricular arrhythmias was Sens=84.2% or inadequate, and the specificity Spec=100% or adequate. For ventricular arrhythmias, the sensitivity was 100% or adequate, but the specificity was inadequate at 71.4%. For arrhythmias such as atrial fibrillation, tachycardia, and pauses, sensitivity 100% and specificity 100%, respectively, and for bradycardia, sensitivity 100% and specificity 91.3% quality was sufficient.

Conclusion: The AI-based platform detected more ventricular arrhythmias ($p<0.001$), while the traditional software overestimated artifacts with atrial arrhythmias ($p<0.05$). The sensitivity of artificial intelligence is 92.3%, the specificity is 97.9%, and the kappa value is 0.90, which is much better than the traditional program.

Keywords: 24-hour ECG, Artificial Intelligence, Arrhythmia, Deep Neural Network, Cloud-Based Technology