

Тархины буглааг үхжилт уйланхайт хавдраас ялган оношлох соронзон резонанст томографийн шинжүүдийг тодорхойлох асуудалд

А.Нарантунгалаг¹, Ч.Тэргэл¹, А.Товуудорж², Х.Дэлгэрдалай^{1*}

¹АШУУИС, АУС, Радиологийн тэнхим

²АШУУИС, АУС, Мэдрэл судлалын тэнхим

Цахим иуудан: delgerdalai@mnums.edu.mn, Утас: 88010233

Түлхүүр үг:

Цагираг хэлбэрийн тодрол
Диффузийн хязгаарлалт
ADC үзүүлэлт
Dual rim sign
Капсулын зузаан

Товч утга:

Үндэслэл: Тархины цагираг хэлбэрийн тодрол бүхий голомтот өөрчлөлтүүдийг ердийн соронзон резонанст томографийн (СРТ) суурь горимуудаар ялган оношлох боломж хязгаарлагдмал юм. Иймд СРТ-ийн диффузийн үзүүлэлт болон капсулын бүтцийг (Dual rim sign) нарийвчлан судалж, тархины буглааг үхжилт-уйланхайт хавдраас ялган оношлох, оношилгооны мэдрэг, өвөрмөц шалгуурыг тогтоох хэрэгцээ шаардлага байгаа нь энэхүү судалгааны үндэслэл боллоо. **Зорилго:** Тархины буглаа болон үхжилт-уйланхайт хавдрыг ялган оношлоход СРТ-ийн DWI, ADC, SWI болон капсулын морфологийн шинжүүдийг тодорхойлох. **Арга, аргачлал:** Судалгаанд цагираг хэлбэрийн тодрол бүхий үүсгэвэртэй нийт 54 үйлчлүүлэгчийг хамруулсан. Үүсгэвэр тус бүрд СРТ-ийн Core ADC ratio min, капсулын зузаан, T2 болон SWI горим дахь dual rim sign зэрэг үзүүлэлтүүдийг хэмжиж, статистик ач холбогдлыг ROC муруйн шинжилгээ болон ложистик регрессийн загвараар үнэлэв. **Үр дүн:** Тархины буглааны Core ADC ratio min утга (0.812 ± 0.228) нь хавдрын бүлгийн (глиобластома 1.902 ± 0.535 , метастаз 1.590 ± 0.394) үзүүлэлтүүдээс статистик ач холбогдол бүхий бага байв ($p < 0.001$). Энэхүү үзүүлэлтийн зааг утгыг 0.94 гэж тогтооход оношилгооны нарийвчлал хамгийн өндөр буюу AUC=0.977 (Мэдрэг чанар 92.3%, өвөрмөц чанар 92.7%) байлаа. Капсулын зузаан буглааны бүлэгт эрс нимгэн (2.24 ± 0.68 мм) байсан ба зааг утгыг 3.3 мм-ээр тогтооход AUC=0.955 (Нийт нарийвчлал 88.9%) үзүүлэв. “Dual rim sign” нь буглааны бүлэгт 92.3% илэрсэн бол хавдрын бүлэгт ажиглагдаагүй (0%) нь статистик ач холбогдол бүхий ялгаатай байв ($p < 0.001$). **Дүгнэлт:** СРТ-ийн Core ADC ratio min үзүүлэлтийг капсулын морфологи шинжүүд (зузаан, dual rim sign)-тэй хавсруулан үнэлэх нь тархины буглааг үхжилт болон уйланхайт хавдраас (глиобластома, метастаз) инвазив бус аргаар, өндөр нарийвчлалтай ялган оношлох боломжийг олгож байна.

Үндэслэл: Тархины буглаа болон үхжилт-уйланхайт хавдрын ерөнхий дүрслэл ердийн СРТ-ийн суурь горимуудад ижил төстэй харагддаг нь оношилгооны алдаа гаргах, эмчилгээг оройтуулах эрсдэлийг дагуулдаг.¹⁻⁵ Хэдийгээр орчин үеийн нейрорадиологийн салбарт радиомикс болон хиймэл оюун ухаанд суурилсан аргууд хөгжиж байгаа ч эмнэлзүйн практикт өдөр тутам ашиглах боломжтой СРТ-ийн параметруудийг (Core ADC ratio) өвөрмөц морфологи шинжүүдтэй (Dual rim sign) хавсруулан, ялган оношилгооны нарийвчлалыг нэмэгдүүлэх шаардлага тулгарсаар байна.^{6,9} Манай улсад энэ чиглэлээр КТГ болон СРТ-ийн перфузийн судалгаанууд хийгдэж байсан ч^{10,11} эдийн физик, соронзон шинж чанарыг

илтгэх ADC ratio болон “Dual rim sign” үзүүлэлтүүдийг ашиглан оношилгооны зааг утгыг (cut-off) өөрийн орны эмнэлзүйн тохиолдлууд дээр тогтоосон судалгаа байхгүй байна. Иймд СРТ-ийн диффузийн үзүүлэлт болон капсулын бүтцийг нарийвчлан судалж, ялган оношилгооны өвөрмөц шалгуурыг тогтоох нь энэхүү судалгааны үндэслэл, шинжлэх ухааны шинэлэг тал болно.

Зорилго: Тархины буглаа болон үхжилт-уйланхайт хавдрыг ялган оношлоход СРТ-ийн DWI, ADC, SWI болон капсулын морфологийн шинжүүдийг тодорхойлох

Зорилт:

1. Диффузийн үзүүлэлтийг харьцуулах: Тархины буглаа болон үхжилтэт- уйланхайт хавдрын Core ADC ratio min утгыг тодорхойлж, бүлэг хоорондын ялгааг үнэлэх.
2. Капсулын шинжийг тодорхойлох: CPT-ийн T2 болон SWI горим дахь “Dual rim sign”-ийн илрэл болон капсулын зузааны ялгааг тогтоох.
3. Зааг утга болон нарийвчлалыг тогтоох: Core ADC ratio min болон капсулын зузааны оношилгооны оновчтой зааг утгыг (cut-off point) тогтоож, мэдрэг ба өвөрмөц чанарыг үнэлэх.

Арга, аргачлал: Энэхүү судалгааг АШУҮИС-ийн Судалгааны ёс зүйн хяналтын хорооны зөвшөөрлийн дагуу агшингийн судалгааны ретроспектив (эргэн судлах) загвараар гүйцэтгэв. Судалгаанд 2019 оны 09 дүгээр сараас 2024 оны 11 дүгээр сарын хооронд “Оргил” эмнэлгийн (хуучнаар “Медпортал”) дүрс оношилгооны тасагт тархины CPT шинжилгээ хийлгэсэн, цагираг хэлбэрийн тодрол бүхий үүсгэвэр илэрсэн нийт 54 өвчтөнийг хамрууллаа. Судалгаанд хамрагдагсдын насны хязгаар 24–84 нас ба дундаж нас 53.7 ± 14.8 жил байв.

Эцсийн оношийн бүлгээр:

- **Тархины буглаа:** 13 тохиолдол (24.1%)
- **Үсэрхийлсэн хавдар (метастаз):** 18 тохиолдол (33.3%)
- **Глиобластома:** 23 тохиолдол (42.6%)

Эцсийн оношийг мэс засал болон гистологийн шинжилгээ, хяналтын зураг, эмчилгээний үр дүн зэрэг эмнэлзүйн баталгаажсан үзүүлэлтүүд дээр үндэслэн тогтоосон болно.

Шинжилгээний техник: CPT шинжилгээг 1.5 Tesla-ийн хүчин чадалтай (Achieva, Philips, the Netherlands) аппаратаар, стандарт 8 суваг бүхий толгойн койл ашиглан гүйцэтгэсэн. Судалгаанд CPT-ийн суурь горимуудаас гадна дараах өвөрмөц дарааллуудыг ашиглав:

- **DWI ба ADC зураглал:** b-утгыг 0 болон 1000 с/мм^2 байхаар тохируулж, нэвчилтийн хязгаарлалтыг үнэлсэн.
- **SWI:** Соронзон мэдрэг чанарт суурилсан дүрслэлээр капсулын бүтцийг шинжилсэн.
- **T1+CE:** Тодосгогч бодис (Gadolinium) тарьсны дараах цагираг тодролын хэлбэр, хананы жигд байдлыг үнэлсэн.

Хэмжилт ба дүрсийн боловсруулалт:

- **ADC утгыг тодорхойлсон аргачлал:** Голомтын төв хэсгийн үхжилтэт/шингэн агууламж бүхий

хэсэгт ROI (Region of Interest) тавьж, хамгийн бага (ADC min), дундаж (ADC mean) утгуудыг хэмжив. Мөн эрүүл эдийн утгатай харьцуулан ADC ratio-г тооцоолов.

- **Морфологи шинж:** Капсулын зузааныг (мм) хэмжиж, T2 горим дахь “Double rim sign” болон SWI горим дахь “Dual rim sign” байгаа эсэхийг тогтоосон.

Статистик боловсруулалт: Өгөгдлийн статистик шинжилгээг JASP (Version 0.18.3) программ ашиглан гүйцэтгэв.

- Тоон үзүүлэлтүүдийн хэвийн тархалтыг Шапиро-Уилк (Shapiro-Wilk) шалгуураар шалгаж, дундаж болон стандарт хазайлтаар ($\text{Mean} \pm \text{SD}$) илэрхийлэв.
- Гурван бүлгийн дундаж утгуудыг харьцуулахдаа One-way ANOVA аргыг ашигласан.
- Ялган оношилгооны зааг утга (cut-off) болон мэдрэг, өвөрмөц чанарыг ROC муруйн шинжилгээгээр (AUC) тодорхойлов.

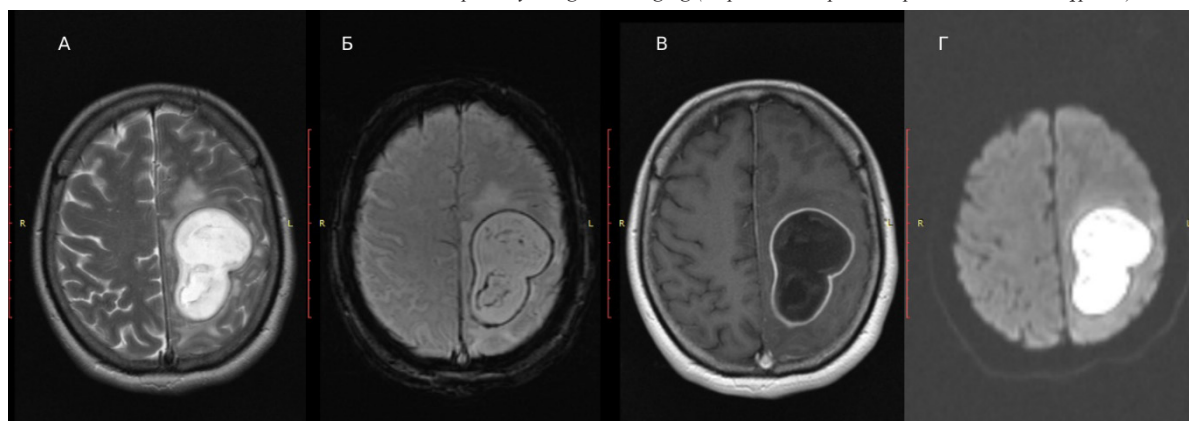
Үр дүн: Судалгаанд хамрагдсан 54 өвчтөний (эрэгтэй 61.1%, дундаж нас 53.7 ± 14.8 жил) 24.1%-ийг тархины буглаа, 33.3%-ийг метастаз, 42.6%-ийг глиобластома эзэлж, бүлэг хооронд нас, хүйсийн статистик ялгаа ажиглагдсангүй ($p > 0.05$). Харин нэг өвчтөнд ногдох голомтын тоо метастаз бүлэгт (2.4 ± 1.5) бусад бүлгээс илт өндөр ($p < 0.001$) байв. Буглаатай өвчтөнүүдийн 92.3% нь капсулжилтын хожуу үедээ оношлогдсон ба 30.8%-д нь мастоидит, синусит зэрэг зэргэлдээ эрхтний үрэвсэл дагалджээ. Байршлын хувьд supratentorial (88.9-91.3%) давамгайлсан ч буглаа чамархайн (30.8%), глиобластома духны (30.4%) дэлбэнд түгээмэл тохиолдож байна. Глиобластомын 47.8% нь олон дэлбэнг хамарсан нэвчмэл тархалттай ($p = 0.008$) байлаа. Стандарт T1, T2 горимын дохионы эрчмээр статистик ялгаагүй ($p > 0.05$) боловч голомтын эргэн тойрны хавангийн зэрэг ($p = 0.003$) хавдрын бүлэгт (Grade 3) илүү хүчтэй байв. Тархины буглааны Core ADC min ($0.647 \pm 0.172 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$) болон Core ADC ratio min (0.812 ± 0.228) үзүүлэлтүүд хавдрын бүлгээс статистик ач холбогдол бүхий бага ($p < 0.001$) байв. Мөн капсулын зузаан буглаанд хамгийн нимгэн ($2.24 \pm 0.68 \text{ мм}$), глиобластомад хамгийн зузаан ($6.96 \pm 1.71 \text{ мм}$) байв. (Хүснэгт 1) Чанарын үзүүлэлтүүдээс DWI central restriction (100%), T2 double rim (92.3%), болон SWI dual rim sign (92.3%) нь буглааг оношлоход 100% өвөрмөц ($p < 0.001$) байв. Буглаа болон глиобластомын CPT дүрслэлийн ялгааг Зураг 1 болон 2-т харуулав.

Хүснэгт 1. Тархины буглаа болон үхжилтэт-уйланхайт хавдрын СРТ-ийн тоон болон чанарын өвөрмөц үзүүлэлтүүдийн харьцуулсан дүн

Үзүүлэлтүүд	Буглаа (n=13)	Хавдар (n=41)	p утга
Тоон үзүүлэлтүүд			
Core ADC ratio min	0.81±0.22	1.72±0.48	<0.001
Капсулын зузаан (мм)	2.24±0.68	5.77±1.95	<0.001
Чанарын үзүүлэлтүүд			
DWI central restriction	100% (13)	4.9% (2)	<0.001
SWI dual rim sign	92.3% (12)	0% (0)	<0.001
T2 double rim sign	92.3% (12)	0% (0)	<0.001

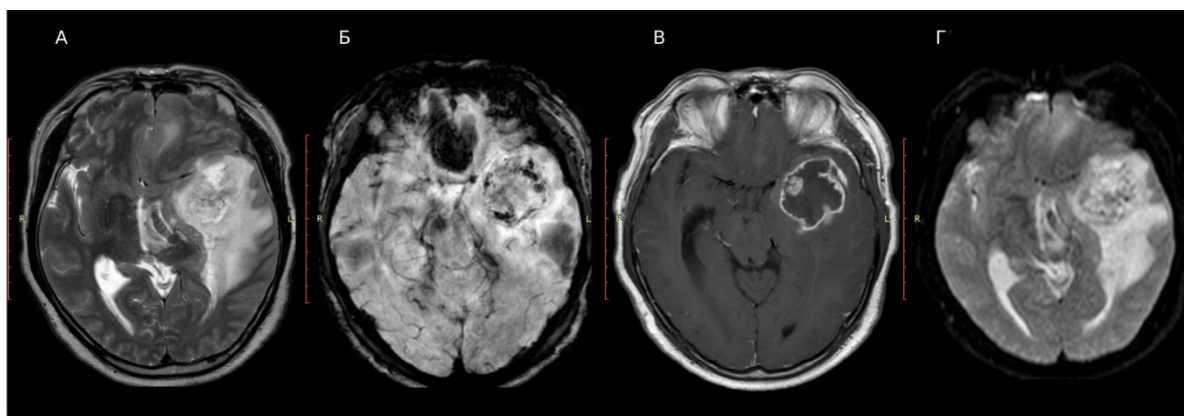
Тайлбар: Тоон үзүүлэлтүүдийг дундаж ± стандарт хазайлт (СХ) хэлбэрээр илэрхийлэв.

Чанарын үзүүлэлтүүдийг хувь болон тохиолдлын тоогоор (%), *n*) харуулав. *p* утгыг One-way ANOVA болон Фишерийн нарийн шалгуураар (Fisher's exact test) тооцоолсон. ADC – Apparent Diffusion Coefficient (Диффузийн илэрхий коэффициент), DWI – Diffusion-Weighted Imaging (Диффузийн жигнэгдсэн дүрслэл), SWI – Susceptibility-Weighted Imaging (Соронзон мэдрэг чанарын жигнэгдсэн дүрслэл)



Зураг 1. Тархины буглааны СРТ-ийн хэвтээ тэнхлэгийн дүрслэл (41 настай, эмэгтэй).

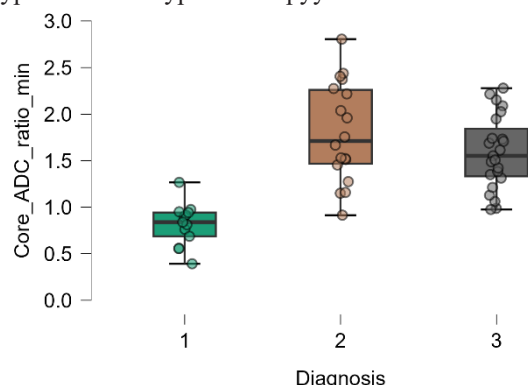
Зүүн талын дух-зулайн дэлбэнг хамарсан 6.3х4.2 см хэмжээтэй, цагираг хэлбэрийн тодрол бүхий томоохон голомтот үүсгэвэр тодорхойлогдоно. **А.** T2 жигнэсэн дүрслэлд голомтын төв хэсэгт шингэнтэй ижил өндөр эрчимтэй дохио (hyperintense) харагдах ба эргэн тойрондоо тархмал вазоген хавантай. Капсулын түвшинд гадна талын гипоинтенсив (бараан) болон дотор талын гиперинтенсив (цайвар) хүрээ бүхий “double rim sign” илэрч байна. **Б.** VEN BOLD (SWI) горимд буглааны капсулыг заагласан гадна талын гипоинтенсив (бараан) болон дотор талын гиперинтенсив (цайвар) хүрээ бүхий “dual rim sign” тодорхой ажиглагдаж байна. **В.** Тодосгогчтой T1 жигнэсэн дүрслэлд үүсгэвэр нь жигд, нимгэн цагираг хэлбэрээр тодорсон байна. Капсулын зузаан нь 3.3 мм-ийн зааг утгаас бага байна. **Г.** Диффузийн жигнэсэн дүрслэлд (DWI) голомтын төв хэсэгт диффузийн хүчтэй хязгаарлалт (central restriction) илэрч, өндөр эрчимтэй тод цагаан дохио өгч буй байдал.



Зураг 2. Глиобластомын СРТ-ийн хэвтээ тэнхлэгийн дүрслэл (61 настай, эрэгтэй).

Зүүн талын чамархайн дэлбэнг хамарсан, 4.2х3.9 см хэмжээтэй, төв хэсэгтээ үхжилт өөрчлөлт бүхий нэвчмэл (infiltrative) үүсгэвэр тодорхойлогдоно. **А.** T2 жигнэсэн дүрслэлд үүсгэвэрийн эргэн тойронд 3-р зэрэглэлийн (Grade 3) хүчтэй тархмал вазоген хавантай. **Б.** VEN BOLD (SWI) горимд буглааг оношлоход ач холбогдолтой “dual rim sign” илрээгүй, үүсгэвэрийн хүрээ нь жигд бус, тасархай бүтэцтэй байна. **В.** Тодосгогчтой T1 жигнэсэн дүрслэлд үүсгэвэрийн хана (капсул) нь жигд бус, илт зузаарсан (6.96±1.71 мм) байдалтай тодорч байна. **Г.** Диффузийн жигнэгдсэн дүрслэлд (DWI) үүсгэвэрийн төв хэсэгт диффузийн хүчтэй хязгаарлалт илрээгүй (буглаатай харьцуулахад сул эсвэл нэгэн төрлийн бус дохиотой) байгаа нь тархины буглаанаас ялгах дифференциал оношилгооны гол шинж юм.

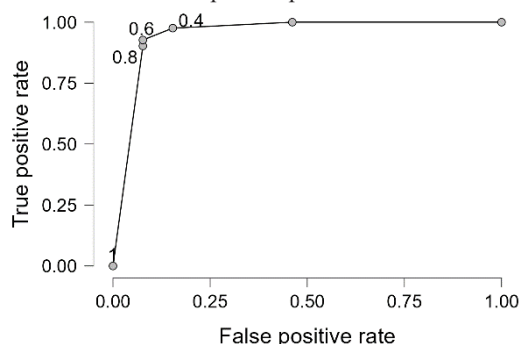
Ложистик регресс болон ROC муруйн шинжилгээгээр Core ADC ratio min үзүүлэлт 0.94 зааг утгаар хамгийн өндөр нарийвчлалтай (AUC=0.977, 92.6%) байсан бол капсулын зузаан 3.3 мм зааг утгаар 88.9%-ийн нарийвчлалтай (AUC=0.955) байв. Үр дүнг Зураг 3 болон Зураг 4-т харуулав.



Зураг 3. Оношилгооны бүлгүүд дэх Core ADC ratio min үзүүлэлтийн тархалт.

Хайрцаган диаграммаас харахад тархины буглааны бүлэгт (1) Core ADC ratio min үзүүлэлт хамгийн бага (0.812 ± 0.228) байгаа нь метастаз (2) болон глиобластома (3) бүлгүүдээс статистик ач холбогдол бүхий ялгаатай ($p < 0.001$) байна.

Энэхүү график нь Core ADC ratio min үзүүлэлт 0.94-өөс бага байх нь тархины буглааг хавдрын үхжсэн голомтоос өндөр нарийвчлалтайгаар ялган оношлох боломжтойг бодит өгөгдлийн тархалтаар баталж байна.



Зураг 4. Буглаа болон хавдрыг ялган оношлох Core ADC ratio min үзүүлэлтийн ROC муруй

Тайлбар: Энэхүү ROC муруй нь Core ADC ratio min үзүүлэлтийг ашиглан тархины буглааг хавдраас (метастаз болон глиобластома) ялган оношлох нарийвчлалыг харуулж байна.

- **Ү тэнхлэг (True positive rate):** Мэдрэг чанар (Sensitivity).
- **X тэнхлэг (False positive rate):** 1 – Өвөрмөц чанар (1 - Specificity).
- **Муруйн доорх талбай (AUC):** 0.977 ($p < 0.001$) байгаа нь оношилгооны маш өндөр нарийвчлалыг заана.
- **Цэгүүд:** Муруй дээрх цэгүүд нь оношилгооны өөр өөр зааг утгууд (cut-off points) дахь мэдрэг болон өвөрмөц чанарын харьцааг илэрхийлнэ

Хэлцэмж: Тархины цагираг хэлбэрийн тодрол бүхий үүсгэврүүдийг ялган оношлох асуудал нь нейрорадиологийн салбарт эмнэлзүйн өндөр ач холбогдолтой бөгөөд төвөгтэй сорилтуудын нэг хэвээр байна. Бидний судалгааны үр дүнгээс харахад CPT-ийн тоон (ADC ratio) болон чанарын (Dual rim sign) өвөрмөц үзүүлэлтүүдийг хослуулан хэрэглэх

нь тархины буглааг үхжилтэт-уйланхайт хавдраас (глиобластома, метастаз) ялгахад оношилгооны өндөр ач холбогдолтой болохыг харуулж байна. Судалгаанд хамрагдсан буглааны тохиолдлуудын 100%-д DWI горимд диффузийн хүчтэй хязгаарлалт илэрсэн нь Chang SC, Lai PH (2002) нарын болон Kim YJ, Chang KH (2002) нарын судалгааны үр дүнтэй бүрэн нийцэж байна.^{1,2} Энэ нь буглааны агууламж дахь бактери, үрэвслийн эсүүд болон уургийн өндөр зуурамтгай чанар нь усны молекулын хөдөлгөөнийг хязгаарладаг биологийн онцлогтой холбоотой юм.

Харин бидний тооцоолсон Core ADC ratio min 0.94 зааг утга нь 92.7%-ийн өвөрмөц чанартай (AUC=0.977) онош баталж байгаа нь Muccio CF, Cargani F (2014) нарын судалгаагаар тогтоосон rADC-ийн зааг утга (0.98 ± 0.32) болон оношилгооны өндөр нарийвчлалтай нэгэн ижил түвшинд дүйж байна.³ Капсулын бүтцийн хувьд буглаа нь харьцангуй нимгэн, жигд ханатай байдаг бол хавдрын үхжилтэт хэсгийн хүрээ нь ихэвчлэн жигд бус, зузаан байдаг. Бидний судалгаагаар капсулын зузааны зааг утгыг 3.3 мм-ээр тогтоосон нь оношилгооны өндөр мэдрэг чанарыг (92.3%) үзүүлсэн. Энэ нь Rath TJ (2011) болон Feraco P, Donner D (2012) нарын судалгаанд дурдсан буглааны капсул нь хавдрын ханатай харьцуулахад илүү “тодорхой, нарийн, жигд” байдаг гэх морфологийн шинжүүдийг тоон утгаар баталгаажуулж, ялган оношилгооны бодит шалгуур болох боломжтойг харууллаа.^{4,5} Сүүлийн жилүүдэд SWI горим дахь “Dual rim sign”-ийг буглааны эмгэг жамыг илэрхийлэх өвөрмөц шинж гэж үзэх болсон.

Toh CH, Castillo M (2012) нарын судалгаанд энэхүү шинж тэмдэг нь буглааны капсул дахь парамагнит бодисууд болон цусны задралын бүтээгдэхүүнийг илрүүлдэг болохыг тэмдэглэсэн байдаг.⁶ Бидний судалгаагаар буглааны тохиолдлуудын 92.3%-д SWI горимд “Dual rim sign” илэрсэн бол хавдрын бүлэгт бүлэгт ажиглагдаагүй (0%) нь Fu JH, Lai PH (2015) нарын судалгааны үр дүнтэй (өвөрмөц чанар 100%) нягт уялдаж байна.⁸ Дүгнэж хэлэхэд, ердийн CPT-ийн суурь горимуудыг тоон үзүүлэлт (ADC ratio) болон соронзон мэдрэг чанарын (SWI) өвөрмөц шинжүүдтэй хавсруулан үнэлэх нь тархины буглааг инвазив бус аргаар, өндөр нарийвчлалтай оношлох боломжийг олгож байна.

Дүгнэлт:

1. Тархины буглааны голомтын Core ADC ratio min утга нь үхжилтэт-уйланхайт хавдрын бүлэгтэй харьцуулахад статистик ач холбогдол бүхий бага ($p < 0.001$) байсан бөгөөд энэхүү тоон үзүүлэлт нь хоёр бүлгийг ялган оношлох хамгийн өндөр нарийвчлалтай (AUC=0.977) шалгуур болох нь тогтоогдлоо.
2. CPT-ийн SWI горим дахь “Dual rim sign” нь буглааны тохиолдлуудын 92.3%-д илэрсэн бол хавдрын бүлэгт ажиглагдаагүй (0%) нь уг шинж тэмдгийг ялган оношилгооны хамгийн өндөр өвөрмөц чанартай морфологийн шинж болохыг батлав. Мөн буглааны капсулын зузаан нь хавдрын үхжилтэт хүрээнээс мэдэгдэхүйц

нимгэн, жигд бүтэцтэй байлаа.

3. Тархины буглааг оношлох Core ADC ratio min үзүүлэлтийн оновчтой зааг утгыг 0.94 (мэдрэг чанар 92.3%, өвөрмөц чанар 92.7%), капсулын зузааны зааг утгыг 3.3 мм (AUC=0.955) гэж тогтоосон нь клиник практикт буглааг инвазив бус аргаар, өндөр нарийвчлалтай ялган оношлох боломжийг олгож байна.

Ном зүй:

1. Chang SC, Lai PH, Chen WL, et al. Diffusion-weighted MRI features of brain abscess and cystic or necrotic brain tumors: comparison with conventional MRI. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2002;23(1):7-14.
2. Kim YJ, Chang KH, Song IC, et al. Brain abscess and necrotic or cystic brain tumor: discrimination with signal intensity on diffusion-weighted MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2002;23(2):289-293.
3. Muccio CF, Caranci F, D'Arco F, et al. Magnetic resonance features of pyogenic brain abscesses and differential diagnosis using morphological and functional imaging studies. *Eur J Radiol Open*. 2014;1:86-91.
4. Rath TJ. Imaging of cerebritis, encephalitis, and brain abscess. *Neuroimaging Clin N Am*. 2011;21(4):775-790.
5. Feraco P, Donner D, Gagliardo C, et al. MRI in the differential diagnosis between brain abscess and tumors. *The Neuroradiology Journal*. 2012;25(1):67-81.
6. Toh CH, Castillo M, Wong AM, et al. Differentiation of pyogenic brain abscesses from necrotic glioblastomas with use of susceptibility-weighted imaging. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2012;33(8):1526-1533.
7. Lai PH, Ho JT, Chen WL, et al. Susceptibility-weighted imaging provides complementary value to diffusion-weighted imaging in the differentiation between pyogenic brain abscesses, necrotic glioblastomas, and necrotic metastatic brain tumors. *Neuroradiology*. 2012;54(11):1199-1207.
8. Fu JH, Lai PH, Chen WL, et al. Discriminating pyogenic brain abscesses, necrotic glioblastomas, and necrotic metastatic brain tumors by means of susceptibility-weighted imaging. *Eur J Radiol*. 2015;84(3):477-483.
9. Hakim A, Ozturk K, Lucic B, et al. Pyogenic brain abscess with atypical features resembling glioblastoma in advanced MRI imaging. *Radiol Case Rep*. 2022;17(4):1147-1151.
10. Бадамсэд Ц, Пүрэв Р. Гавал тархины эдийн доторх буглааны компьютерт томографи оношилгооны асуудалд. *Монголын анагаах ухаан*. 2003;(1):31-34.
11. Цэрэнсүгир А, нар. Перфузийн СРТ-ийн аргаар тархины буглаа, үхжилт, уйланхайт хавдрыг ялган оношлох асуудалд. *Эрүүл мэндийн шинжлэх ухаан*. 2021;17(8):64.
12. Brouwer MC, Tunkel AR, McKhann GM, van de Beek D. Epidemiology, diagnosis, and treatment of brain abscess. *Nature Reviews Neurology*. 2014;10(3):174-185.
13. Shinde P, Rathinam S, et al. Cerebral abscesses imaging: A practical approach. *J Popul Ther Clin Pharmacol*. 2020;27(3):e88-e95.
14. Brouwer MC, van de Beek D. Brain Abscess. *N Engl J Med*. 2014;371:447-456.
15. Villanueva-Meyer JE, Cha S. From Shades of Gray to Imaging: A Historical Review of Brain Abscess Imaging. *RadioGraphics*. 2015;35:1555-1562.
16. Gupta RK, Hasan KM, Mishra AM, et al. High fractional anisotropy in brain abscesses versus other cystic intracranial lesions. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2005;26(5):1107-1114.
17. Reddy JS, Mishra AM, Behari S, et al. Differentiation of poorly differentiated squamous cell carcinoma from brain abscess with diffusion-weighted MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2006;27(4):826-830.
18. Unlu E, Erdogan C, Gulyasar T, et al. The role of diffusion-weighted MR imaging and ADC values in the differential diagnosis of progressive multifocal leukoencephalopathy and other cystic lesions. *Clinical Radiology*. 2016;71(1):97.e1-97.e7.
19. Bhattacharyya AK, Sharma K, Jain S, et al. Imaging of Pyogenic Brain Abscess: A Review of Current Techniques and Future Directions. *Current Problems in Diagnostic Radiology*. 2019;48(6):575-582.
20. Fridman V, Dehkharghani S, Goldberg HI, et al. Evaluation of Apparent Diffusion Coefficient (ADC) in differentiating brain abscess from necrotic tumors. *Journal of Neuroimaging*. 2013;23(4):501-506.

Differentiating Brain Abscesses from Cystic and Necrotic Tumors Using Magnetic Resonance Imaging Features

Narantungalag A¹, Tergel ch¹, Tovuuudorj A², Delgerdalai kh^{1*}

¹MNUMS, School of Medicine, Department of Radiology

²MNUMS, School of Medicine, Department of Neurology

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

Abstract:

Background: Differentiating brain abscesses from necrotic cystic tumors is critical for clinical management but remains challenging due to overlapping features on conventional MRI.

Aim: To evaluate the diagnostic performance of diffusion-weighted and morphological MRI biomarkers in differentiating brain abscesses from necrotic cystic brain tumors.

Materials and Methods: This retrospective study included 54 patients with ring-enhancing brain lesions (brain abscess, n=13; metastasis, n=18; glioblastoma, n=23). MRI protocols (T1W, T2W, DWI, SWI, and T1+CE) were analyzed for lesion morphology, diffusion characteristics, capsule thickness, and the “dual rim sign.” Group comparisons were performed using ANOVA, chi-square, and Fisher’s exact tests. Diagnostic performance and optimal thresholds were determined using ROC curve analysis ($p<0.05$).

Results:

1. Comparison of Diffusion Parameters: The core ADC ratio min was significantly lower in the brain abscess group than in the cystic-necrotic tumor group (0.812 ± 0.228 vs 1.902 ± 0.535 for glioblastoma, 1.590 ± 0.394 for metastasis; $p<0.001$). The area under the curve (AUC) for core ADC ratio min was 0.977, indicating excellent diagnostic performance.
2. Capsule Characteristics: On SWI, the “dual rim sign” was detected in 92.3% of brain abscesses but was absent (0%) in all cystic-necrotic tumors ($p<0.001$). The abscess capsules were significantly thinner (mean 3.3 mm) and more uniform compared to the irregular, thicker walls of necrotic tumors.
3. Diagnostic Thresholds: The optimal cut-off value for the core ADC ratio min was 0.94 (sensitivity 92.3%, specificity 92.7%). For capsule thickness, the cut-off value was 3.3 mm with an AUC of 0.955.

Conclusion: Core ADC ratio and capsule thickness are reliable quantitative MRI biomarkers for differentiating brain abscesses from cystic-necrotic tumors. Integrating diffusion metrics with susceptibility-based and morphological features, such as the “dual rim sign,” significantly enhances diagnostic accuracy in clinical practice, facilitating non-invasive and timely diagnosis.

Keywords: Ring enhancement, Diffusion restriction, ADC value, Dual rim sign, Capsule thickness.