

# 9-11 насны хүүхдүүдийн тархийг СРТ-ийн воксельд-суурьлагдсан волюметригээр тодорхойлсон үр дүн: хоншоор ясны дутуу хөгжилтэй болон мэдрэлийн эмчийн хяналтанд байдаг хүүхдүүдийг харьцуулсан нь

Д.Түвшинжаргал<sup>1</sup>, Э.Пүрэвсүрэн<sup>2</sup>, Л.Отгонжаргал<sup>1</sup>, Б.Чойням<sup>2</sup>, Г.Дарамбазар<sup>2</sup>, Б.Амгалан<sup>3</sup>, Л.Пүрэвдолгор<sup>4</sup>,  
Э.Мөнх-Соёл<sup>2</sup>, Xiling Jiang<sup>5</sup>, Б.Дамдиндорж<sup>2</sup>

<sup>1</sup>АШУУИС, Анагаах Ухааны Сургууль, Радиологийн тэнхим, АШУУИС-ийн МЯЭ-ийн Радиологийн тасаг

<sup>2</sup>АШУУИС, Био-Анагаахын Сургууль, Био-Анагаахын Хүрээлэн, Физиологийн тэнхим

<sup>3</sup>АШУУИС, Анагаах Ухааны Сургууль, Хүүхдийн анагаахын тэнхим

<sup>4</sup>АШУУИС, Биоанагаах Ухааны Сургууль, Физик, мэдээлэл зүй тэнхим

<sup>5</sup>Chifeng University School of Stomatology, Key Laboratory of Oral and Craniomaxillofacial Diseases of Inner Mongolia  
Цахим шуудан: tuvshinjargal@mnumns.edu.mn, Утас: 99075546

## Түлхүүр үг:

Соронзон Резонанст  
Воксельд-  
суурьлагдсан  
морфометри,  
Тархины эзлэхүүн,  
Хоншоор ясны  
эзлэхүүн.

**Үндэслэл:** Хүний толгой нь тархи, гавал яс, нүүр, мэдрэл-булчин-яс, мэдрэхүй олон эрхтнээс бүрдсэн ялгаран хөгжлөөрөө нэг, мэдээ дохионы зохицуулгаар холбогдсон хоорондоо салшгүй холбоотой нэгэн органик бүтэц юм. Тархины хөгжил, үйл ажиллагааны байдал болон толгойн бүтцүүдийн хөгжлийн хамаарал хамгийн тод илрэх үе нь төрсөн цагаас хойш байдал ба хүний толгой насанд хүрэх хүртэл нийт эмгэгүүд төдийгүй танин мэдэхүй, зан төрхийн өвөрмөц байдлуудтай уялдаж. Жишээлбэл, их тархины тал бөмбөлгийн хуваагдал үүсээгүй байх холопросенцефалит гэж хөгжилтэй хүүхдүүдэд хүнд, хөнгөн зэрэгтэй нүүрний гажиг тохиолддог бол Экуни нарын судалгаагаар цочмог ба хөнгөн зэргийн зуултын гажигтай Япон өсвөрийнхний дунд түгшүүрт байдал, айдас, сэтгэл гутрал, сэтгэлзүйн стресс илүү олон тохиолддогийг илрүүлсэн байна. Дэлхийд болон манай улсад СРТ-ийн хүртээмж нэмэгдэж зарим өвчний эмнэлзүйн заавар зайлшгүй ашиглах оношилгооны аргаар батлагдсан, жишээлбэл, уналт таталт анх удаа өгсний дараах эсвэл эпилепсийн үед СРТ-ээр тархийг үнэлснээр менежментийг оновчтой шийдвэрлэнэ. СРТ бол ионжуулагч цацрагийн ачаалалгүй, тархины зөөлөн эдүүдийн ялгарал өндөртэй тул хүүхдийн эмнэлзүйд өргөн ашиглагддаг болсон. Нэг шинжилгээнээс гарах мэдээллийг бүрэн ашиглах зорилгоор орчин үеийн дүрс боловсруулалтын эрдэм шинжилгээний ажлууд тархины СРТ дээр толгойн, эрүү нүүрний ясны бүтцүүдийг үнэлэхэд чиглэгдэж эхэлсэн нь бидний судалгааны үндэслэл болсон. **Зорилго:** Мэдрэлийн зарим эмгэгүүдийн үед тархины СРТ дээр тархины эдүүдийн эзлэхүүн ба хоншоор ясны дутуу хөгжил хоорондын хамаарлыг судлах. **Арга, аргачлал:** Энэхүү судалгааг Анагаахын Шинжлэх Ухааны Үндэсний Их Сургууль, Био-Анагаахын сургууль, БНХАУ-ын Чифен мужийн Их Сургуультай хамтран БШУЯ-ын захиалгаар “Гавал нүүрний гажиг болон тархины эмгэг хоорондын хамаарлыг тархины MRI ашиглан шинжлэх нь” төслийн хүрээнд гүйцэтгэсэн. **Үр дүн:** Судалгаанд хамрагдсан 25 хүүхдүүдийн 17(68%) хөвгүүд байсан ба насны хувьд хоншоор ясны дутуу хөгжилтэй бүлгийн дундаж нас  $8.4 \pm 0.95$  жил буюу хамгийн бага настай байв. Гурван бүлгээс СРТ-ийн дохио-шуугианы харьцаа чамархайн бус эпилепситэй бүлэгт хамгийн доогуур буюу  $41.1 \pm 1.35$  байсан бол ХЯДХ бүлэгт  $49.6 \pm 8.22$  тус тус байв. ХЭ болон ХЯДХ бүлгүүдэд их тархины физиологийн тэгш бус хэм ажиглагдаж их тархины зүүн зулайн дэлбэн давамгай том буюу тус бүр  $-0.1\%$  болон  $-0.3\text{см}$  байсан бол баруун духны дэлбэнгийн давамгай байдал зөвхөн ХЭ бүлэгт  $+1.1\%$  тодорхойлогдсон. **Дүгнэлт:** Хоншоор ясны дутуу хөгжилтэй 9-11 насны хүүхдүүдэд их тархины бор ба цагаан бодисын эзлэхүүн бууралт тодорхойлогдсон нь цаашид одонтогенезд нөлөөлөх мэдрэлийн эмгэгүүдийг эрт оношлох, олон мэргэжилтний хамтарсан багийн менежмент нэн шаардлагатайг харуулж байна.

**Үндэслэл:** Хүний толгой нь тархи, гавал яс, нүүр, мэдрэл-булчин-яс, мэдрэхүй олон эрхтнээс бүрдсэн ялгаран хөгжлөөрөө нэг, мэдээ дохионы зохицуулгаар холбогдсон хоорондоо салшгүй холбоотой нэгэн органик бүтэц юм. Филогенез, биологи, хувьслын хөгжил, эмнэлзүйн анагаах ухаанд хүний толгой нь тархи, гавал яс, нүүр, мэдрэл, булчинг багтаасан органик нэгдмэл зүйл болохыг харуулж байна<sup>1</sup>. Тухайлбал, нүүрний анхдагч хэсгийг бүрдүүлдэг гавлын мэдрэлийн крест эсүүд (CNCCs) нь нурууны мэдрэлийн сувгаас үүсдэг ба битүү мэдрэлийн суваг нь тархи, нугас болж хөгждөг тул тархи болон нүүрний хооронд гистомбриологийн ижил төстэй байдал байдаг. Ургийн 4 дэх долоо хоногт толгой хэлбэржиж эхлээд нүд, хамар, чих, амны хөндий хөгжиж эхэлнэ. Ургийн 9-12 долоо хоногийн хугацаанд ургийн рефлексууд үүсч эхлэсэнээр тархи мэдрэлийн, булчингийн, ясны хөгжил, үйл ажиллагааны байдал харилцан нөлөөлж эхэлдэг<sup>2</sup>. Тархины хөгжил, үйл ажиллагааны байдал болон толгойн бүтцүүдийн хөгжлийн хамаарал хамгийн тод илрэх үе нь төрсөн цагаас хойш байдал ба хүний толгой насанд хүрэх хүртэл нийн хэмжээгээр дөрвөн дахин томрдог. Хоншоор эрүүний өсөлт хөгжил нь хүний төрх, нүүрний хэлбэрээр дамжин сэтгэлзүйд хүчтэй нөлөөллөхөөс гадна, зуултын гажууд амны хөндий дахь хэлний угны байрлал ба хэлний хэлбэр нь тухай хүний хэл ярианы хөгжил, зажлах булчингууд, нүдний ухархайн хөгжил ба хүүхэн харааны хэмжээ гэх мэт олон бүтцүүд хоорондоо нягт харилцан хамааралтайгаар хөгждөг<sup>3</sup>. Тархины хэлбэр ба эзэлхүүн мэдрэлийн эмгэгүүд төдийгүй танин мэдэхүй- зан төрхийн өвөрмөц байдлуудтай уялддаг, жишээлбэл, их тархины тал бөмбөлөгийн хуваагдал үүсээгүй байх холопросенцефали гаж хөгжилтэй хүүхдүүд хүнд хөнгөн зэрэгтэй нүүрний гажиг тохиолддог<sup>4</sup> бол Экуни нарын судалгаагаар цочмог ба хөнгөн зэргийн зуултын гажигтай Япон өсвөрийхний дунд түгшүүрт байдал, айдас, сэтгэл гутрал, сэтгэлзүйн стресс илүү олон тохиолдоогийг илрүүлсэн<sup>5</sup>.

Тиймээс зуултын гажигтай, хэл ярианы өөрчлөлттэй хүүхдүүд ортодонтик засал эмчилгээнд эрт хамрагдсанаар мэдрэл-хөгжлийн зарим эмгэг үүсэхээс сэргийлэх боломжтой гэж судлаачид үзэж байна<sup>5</sup>.

Соронзон резонанст томографи СРТ тархины бүтцийн мэдээлийг нарийвчлалтай үнэлдэг радиологийн арга ба эмнэлзүй олон байдлуудын үед хүүхдүүдэд хийгддэг<sup>7,8</sup>. Дэлхийд болон манай улсад СРТ-ийн хүртээмж нэмэгдэж зарим өвчний эмнэлзүйн заавар зайлшгүй ашиглах оношлогооны аргаар батлагдсан, жишээлбэл, уналт таталт анх удаа өгсөний дараах эсвэл эпилепсийн үед СРТ-ээр тархийг үнэлсэнээр менежментийг оновчтой шийдвэрлэнэ<sup>9,10</sup>. СРТ бол ионжуулагч цацрагийн ачаалалгүй, тархины зөөлөн эдүүдийн ялгаварал өндөртэй тул хүүхдийн эмнэлзүйд өргөн ашиглагддаг болсон. Нэг шинжилгээнээс гарах мэдээллийг бүрэн ашиглах зорилгоор орчин үеийн дүрс боловсруулалтын эрдэм шинжилгээний ажлууд тархины СРТ дээр толгойн, эрүү нүүрний ясны бүтцүүдийг үнэлэхэд чиглэгдэж

эхэлсэн нь бидний судалгааны үндэслэл болсон<sup>11</sup>.

**Зорилго:** Мэдрэлийн зарим эмгэгүүдийн үед тархины СРТ дээр тархины эдүүдийн эзэлхүүн ба хоншоор ясны дутуу хөгжил хоорондын хамаарлыг судлах

#### Зорилт:

1. Мэдрэлийн зарим эмгэгтэй 9-11 насны хүүхдүүдийн тархины эдүүдийн эзэлхүүнийг СРТ-ийн волюметригээр тодорхойлох
2. Хоншоор ясны дутуу хөгжилтэй 9-11 насны хүүхдүүдийн тархины тархины эдүүдийн эзэлхүүнийг СРТ-ийн волюметригээр тодорхойлох
3. Хоншоор ясны дутуу хөгжилтэй хүүхдүүдийн тархинд бүтцийн өөрчлөлтийг мэдрэлийн зарим эмгэгийн үеийн өөрчлөлттэй харьцуулах

**Арга, аргачлал:** Энэхүү судалгааг Анагаахын Шинжлэх Ухааны Үндэсний Их Сургууль, Био-Анагаахын сургууль, БНХАУ-ын Чифен мужийн Их Сургуультай хамтран БШУЯ-ын захиалгаар “Гавал нүүрний гажиг болон тархины эмгэг хоорондын хамаарлыг тархины MRI ашиглан шинжлэх нь” төслийн хүрээнд гүйцэтгэсэн. Судалгааны ёс зүйн зөвшөөрлийг АШУҮИС-ийн Биоанагаахын Сургуулийн Эрдмийн зөвлөл, АШУҮИС-ийн Монгол - Япон эмнэлгийн судалгааны ёс зүйн дэд хороо, ЭМЯ-ны Анагаах ухааны Ёс зүйн хяналтын хорооны хурлаар хэлэлцүүлэн зөвшөөрөл авсан. Уг судалгаанд 2024 оны 7 сараас 2025 оны 12 сар дуустал АШУҮИС-ийн Монгол-Япон эмнэлгийн Амбулатори, Эпилепсийн төвөөр үйлчлүүлсэн 9-11 насны хүүхдүүдийг хамруулсан. Хүүхдийн мэдрэлийн эмчийн заалтаар хийгдсэн СРТ-д орсон хүүхдүүдийн эцэг эх, асран хамгаалагч нараас таниулсан зөвшөөрлийг авч анхаарал дутмагших, хэт хөдөлгөөнтөх эмгэгтэй болон байршлын бус/ чамархайн бус эпилепситэй хүүхдүүдийг нэгдүгээр бүлэгт хувааж СРТ хийгдсэн огнооноос хойш 6 сарын дотор “Монгол Танака Бине” оюун ухааны сорилд хамруулж нүүр амны гажиг заслын эмчийн үзлэгт хамруулсан. Хоёрдугаар бүлэгт судалгааны цаг хугацаанд хөнгөн гэмтлийн дараах СРТ-д хамрагдаж байгаа хүүхдүүдээс дээрхи зарчимаар хамруулсан.

Гуравдугаар бүлэг нь АШУҮИС-ийн НАСТЭ дээр хоншоор ясны дутуу хөгжилтэй гэж оношлогдож, ортодонтик болон ортогнатик эмчилгээнд хамрагдахаар төлөвлөгдсөн хүүхдүүдээс сайн дураар оролцох хүсэлтэй болон тэдгээрийн эцэг эх, асран хамгаалагч нараас таниулсан зөвшөөрөл өгсөн хүүхдүүдээс бүрдүүлж, АШУҮИС-ийн МЯЭ дээр СРТ-д оруулж “Монгол Танака Бине” оюун ухааны сорилд хамруулсан.

**СРТ-ийн протокол:** АШУҮИС-ийн МЯЭ-ийн Радиологийн тасгийн Canon Vantage Elan 1.5T төхөөрөмж дээр 8 суваг бүхий толгойн ороомог ашиглан тархины СРТ-г гүйцэтгэсэн. Тархины эзэлхүүн тооцох T1 3D MPRAGE дарааллыг нэг стандарт параметраар гүйцэтгэсэн, үүнд: воксел 1,5x1,5x1,5 мм хэмжээтэй, 1мм нарийвчлалтай сагиттал, эргэлтийн өнцөг 8°, давтамжийн хугацаа

(TR)=8.1 мс, цуурайн хугацаа (TE)=4.6 мс, матрикс 256x256, харах талбай (FOV)=176x176x125 мм<sup>3</sup>.

**Тархины волюметри:** 1мм нарийвчлалтай T1-жинлэгдсэн дүрслэлийг Matlab 24.0 дээр суурьлагдсан Statistical Parametric Mapping 24(SPM25; Wellcome Department of Imaging Neuroscience, Лондон, Их Британи) шинжилсэн. Судалгаанд хамрагсадын тархины СРТ-ийн дүрслэлийн чанарыг шалган Монреал Мэдрэл судлалын Институтын МNI зайнд байрлуулсан. SPM-ийн DARTEL анализыг хийхээс өмнө тархины дүрслэлийг бор бодис, цагаан бодис, тархи-нугасны шингэн гэсэн гурван эдэд хувааж эзэлхүүнийг тооцсон. Судалгаанд хамрагдсан нийт 32 хүүхдүүдээс СРТ-ийн дүрслэлийн чанарын шаардлагыг хангасан 25 хүүхдийн тархины бүтцийн дүрслэлээс DARTEL загвар үүсгэж бүлэг хоорондын зөрөөг үнэлсэн.

Гавал доторхи эзэлхүүн, тархины эдийн эзэлхүүнийг SPM-ийн ImCalc болон VolBrain AssemblyNet тархины сегментацийн платформыг ашиглан гүйцэтгэсэн.

**Нүүр амны гажиг заслын эмчийн үзлэг:** 7 жилээс дээш туршлагатай, гажиг заслаар мэргэшсэн нүүр ам судлалын эмч хүүхдүүдээс стандарт асуумж авч,

шүдний дэлгэмэл рентген зургийг дүгнэн эрүү амны, шүдний үзлэгийг гүйцэтгэв.

**Үр дүн:** АШУҮИС-ийн Монгол- Японы эмнэлэгийн Радиологийн тасагт 2024 оны 7-р сарын 01-ээс 2025 оны 12-р сарын 31 хүртэл нийт 3181 СРТ шинжилгээг гүйцэтгэсэнээс 1500 нь тархины СРТ байсан. Эдгээрээс 18 наснаас доош нийт 265 шинжлүүлэгчдээс 3D T1MPRAGE хийгдсэн 9-11 насны нийт 44 хүүхэд байв. Эдгээр хүүхдүүдээс тархины СРТ-ийн ялгаралд шаардлага хангасан, мэдрэлий судлалын эмчийн хяналтанд байдаг 10 хүүхдийг нэгдүгээр бүлэгт хамруулсан. Нэгдүгээр бүлгийн бүх хүүхдүүд СРТ-г тайвшруулгатай орсон байсан.

АШУҮИС-ийн МЯЭ-ийн хүүхдийн мэдрэлийн эмчид амбулаториор үзүүлсэн, харьцангуй эрүүл буюу хөнгөн гэмтлийн дараа СРТ-д хамрагдсан хүүхдүүдээс СРТ-д тархины болон эрүү нүүрний илэрхий гажиггүй 5 хүүхдүүдийг судалгаан хоёрдугаар бүлэгт оруулсан.

Харин хоншоор ясны дутуу хөгжилтэй нийт 20 хүүхдээс 10-г судалгааны гуравдугаар бүлэгт хамруулсан ба эдгээр хүүхдүүд СРТ-д тайвшруулга, унтуулга хэрэглэхгүйгээр орсон.

#### Хүснэгт 1. Судалгаанд хамрагдсан хүүхдүүдийн зарим хүн амзүйн үзүүлэлт ба СРТ-ийн чанар

| Үзүүлэлт | Хамрагдсан тоо | Хүйс (эмэгтэй: эрэгтэй) | Дундаж нас ± стандарт хазайлт | Signal-to-noise ratio SNR |
|----------|----------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| МХ       | 10             | 4:6                     | 10,2±1.08                     | 42.3±4.92                 |
| ХЭ       | 5              | 0:5                     | 8,8±1.17                      | 41.1±1.35                 |
| ХЯДХ     | 10             | 4:6                     | 8,4±0.95                      | 49.6±8.22                 |

**Тайлбар:** Амбулатори- Мэдрэлийн эмчийн хяналтын бүлэг, ХЭ- Харьцангуй эрүүл, ХЯДХ- Хоншоор ясны дутуу хөгжилтэй бүлэг

Судалгаанд хамрагдсан 25 хүүхдүүдийн 17(68%) хөвгүүд байсан ба насны хувьд хоншоор ясны дутуу хөгжилтэй бүлгийн дундаж нас 8.4±0.95 байж хамгийн бага настай байсан. Гурван бүлгээс СРТ-ийн

дохио-шуугианы харьцаа чамархайн бус эпилепситэй бүлэгт хамгийн доогуур буюу 41.1 ± 1.35 байсан бол ХЯДХ бүлэгт 49.6 ± 8.22 байсан (Хүснэгт 1).

#### Хүснэгт 2. Судалгаанд хамрагдсан хүүхдүүдийн СРТ-д хэмжигдсэн гавал доторхи эдүүдийн эзэлхүүн

| Үзүүлэлт | Гавал доторхи нийт эзэлхүүн | Тархины эзэлхүүн | Бор бодисны эзэлхүүн | Цагаан бодисны эзэлхүүн | Тархи-нугасны шингэний эзэлхүүн |
|----------|-----------------------------|------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------------|
| МХ       | 1433.28±118.66              | 1297.19±116.04   | 836.59±63.72         | 460.60±55.7             | 42.3±4.92                       |
| ХЭ       | 1469.47±96.56               | 1338.85±91.73    | 852.33±55.79         | 486.51±40.48            | 41.1±1.35                       |
| ХЯДХ     | 1454.00±103.12              | 1333.63±98.01    | 846.92±56.33         | 488.71±52.85            | 49.6±8.22                       |

Гавал доторхи нийт хөндийн эзэлхүүнийг тооцохоор ХЭ бүлэгт хамгийн том буюу 1469.47±96.56 см<sup>3</sup> байсан бол тархины бор бодисны эзэлхүүн 852.33±55.79 см<sup>3</sup> байв (Хүснэгт 2).

Тархины үндсэн эдүүд болох бор ба цагаан бодисуудын их тархины тал бөмбөлөг тус бүрт эзэлхүүн ба хувийг Хүснэгт 3, Хүснэгт 4-т, их тархины дэлбэнгүүдийн эзэлхүүнийг Хүснэгт 5 ба 6-р эзэлхүүн болон хоёр талын тэгш хэмтэй эсэхийг тодорхойлсон байна.

ХЭ болон ХЯДХ бүлгүүдэд их тархины физиологийн тэгш бус хэм ажиглагдаж их тархины зүүн зулайн дэлбэн давамгай том буюу тус бүр -0.1% болон -0.3см байсан бол баруун духны дэлбэнгийн давамгай байдал зөвхөн ХЭ бүлэгт +1.1% тодорхойлогдсон.

Чамархайн дэлбэнгийн дотор хэсэгт байрлах гиппокампын эзэлхүүнийг тооцоход МХ бүлэгт 7.37±0.85см<sup>3</sup> (баруунд 3.78±0.4 бол зүүнд 3.59±0.46), ХЭ бүлэгт 7.54±0.36 см<sup>3</sup> (баруунд 3.76±0.15 бол зүүнд 3.77±0.26), харин ХЯДХ бүлэгт 7.44±0.53 см<sup>3</sup> (баруунд 3.76±0.28 бол зүүнд 3.69±0.27) тус тус хэмжигдсэн.

Бага тархины эзэлхүүний хувьд ХЯДХ бүлэгт 131.0±3.9см<sup>3</sup> ба МХ бүлэгт 126.4±10 см<sup>3</sup> байсан нь ХЭ бүлэгтэй харьцуулахад буурсан байв. Тархины баганы эзэлхүүн МХ бүлэгт 16.3±1.8 см<sup>3</sup> байж ХЯДХ бүлгээс буурсан нь анхаарал татав.

Харин их тархины гүний байрлалтай бор бодисны бөөмсийн эзэлхүүнийг тооцоход ХЭ, ХЯДХ бүлэгт суурийн зангилааны болон таламусын эзэлхүүн ойролцоо байсан бол МХ бүлэгт эдгээр хэсгүүдийн эзэлхүүн буурсан байв (Хүснэгт 7).

## Хүснэгт 3. Их тархины тал бөмбөлөгүүдийн эзэлхүүн ба тэдгээрийн тэгш бус байдал

| Нийт, см <sup>3</sup> (%) | Тал бөмбөлөгүүд             |            |      |                           |      |      |
|---------------------------|-----------------------------|------------|------|---------------------------|------|------|
|                           | Баруун, см <sup>3</sup> (%) |            |      | Зүүн, см <sup>3</sup> (%) |      |      |
| 1160.8±97.1               | 80.9                        | 581.5±49.0 | 40.5 | 579.4±48.1                | 40.4 | 0.4  |
| 1191.0±                   | 81.0                        | 595.1±34.6 | 40.5 | 595.9±35.2                | 40.5 | -0.1 |
| 1192.4±69.8               | 82.0                        | 595.3±41.9 | 40.9 | 597.1±41.6                | 41.0 | -0.3 |

Тайлбар: \* Тэгш бус байдал, хувиар

## Хүснэгт 4. Их тархины цагаан ба бор бодисны эзэлхүүн ба тэдгээрийн тэгш бус байдал

| Бүлэг | Их тархины тал бөмбөлөгүүдийн |      |             |      |            |      |      |            |      |             |      |            |      |      |  |
|-------|-------------------------------|------|-------------|------|------------|------|------|------------|------|-------------|------|------------|------|------|--|
|       | цагаан бодис                  |      |             |      |            |      |      | бор бодис  |      |             |      |            |      |      |  |
|       | Нийт, см³                     | %    | Баруун, см³ | %    | Зүүн, см³  | %    | ТБ*  | Нийт, см³  | %    | Баруун, см³ | %    | Зүүн, см³  | %    | ТБ*  |  |
| МХ    | 436.9±44.9                    | 30.4 | 219.4±22.6  | 15.3 | 217.5±22.2 | 15.1 | 0.8  | 723.9±52.2 | 50.5 | 362.1±26.4  | 25.3 | 361.8±25.8 | 25.3 | 0.1  |  |
| ХЭ    | 451.2±33.4                    | 30.9 | 225.7±16.6  | 15.5 | 225.6±16.8 | 15.4 | 0.1  | 732.2±51.1 | 50.2 | 365.5±26.1  | 25.0 | 366.7±25.3 | 25.1 | -0.3 |  |
| ХЯДХ  | 463.2±41.5                    | 31.8 | 231.6±21.3  | 15.9 | 231.6±20.2 | 15.9 | -0.1 | 729.2±43.0 | 50.2 | 363.7±21.1  | 25.0 | 365.5±22.0 | 25.1 | -0.5 |  |

Тайлбар: \* Тэгш бус байдал, хувиар

## Хүснэгт 5. Их тархины дэлбэнгүүдийн эзэлхүүн ба тэгш бус хэмийн байдал: духны ба чамархайн дэлбэнгүүдийн харьцуулалт

| Бүлэг | Духны дэлбэн    |      |                 |     |                 |     |                 |            | Чамархайн дэлбэн |          |                 |          |                 |      |                 |   |
|-------|-----------------|------|-----------------|-----|-----------------|-----|-----------------|------------|------------------|----------|-----------------|----------|-----------------|------|-----------------|---|
|       | Нийт            |      |                 |     | Баруун          |     |                 |            | Зүүн             |          |                 |          | ТБ*             |      |                 |   |
|       | см <sup>3</sup> | %    | см <sup>3</sup> | %   | см <sup>3</sup> | %   | см <sup>3</sup> | %          | см <sup>3</sup>  | %        | см <sup>3</sup> | %        | см <sup>3</sup> | %    | см <sup>3</sup> | % |
| МХ    | 223.8±17.8      | 15.6 | 112.0±9.6       | 7.8 | 111.7±8.7       | 7.8 | 0.11            | 141.1±11.0 | 9.8              | 70.7±5.4 | 4.9             | 70.3±5.6 | 4.9             | 0.7  |                 |   |
| ХЭ    | 224.5±13.8      | 15.4 | 112.9±6.8       | 7.7 | 111.6±7.0       | 7.6 | 1.1             | 140.0±5.7  | 9.6              | 69.9±3.0 | 4.8             | 70.1±2.7 | 4.8             | -0.3 |                 |   |
| ХЯДХ  | 234.0±13.3      | 16.1 | 117.0±7.2       | 8.0 | 116.9±6.1       | 8.0 | 0.0             | 135.6±9.7  | 9.3              | 68.4±5.0 | 4.7             | 67.1±4.6 | 4.6             | 1.8  |                 |   |

Тайлбар: \* Тэгш бус байдал, хувиар

## Хүснэгт 6. Их тархины дэлбэнгүүдийн эзэлхүүн ба тэгш бус хэмийн байдал: зулайн ба дагзны дэлбэнгүүдийн харьцуулалт

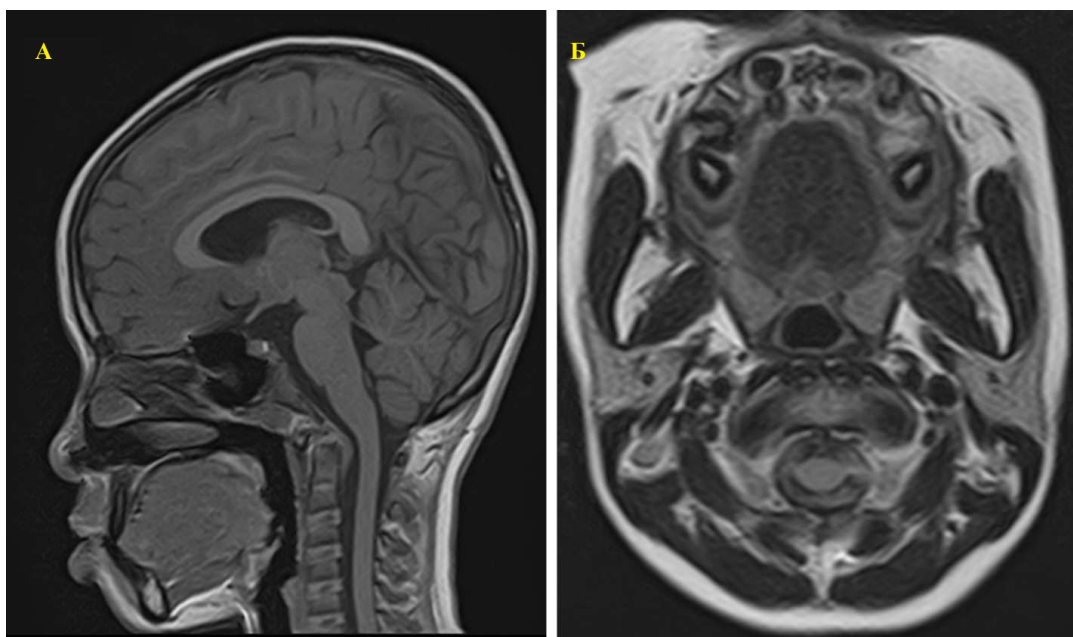
| Бүлэг | Зулайн дэлбэн   |     |                 |     |                 |     |                 |          | Дагзны дэлбэн   |          |                 |          |                 |      |                 |   |
|-------|-----------------|-----|-----------------|-----|-----------------|-----|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|------|-----------------|---|
|       | Нийт            |     |                 |     | Баруун          |     |                 |          | Зүүн            |          |                 |          | ТБ              |      |                 |   |
|       | см <sup>3</sup> | %   | см <sup>3</sup> | %   | см <sup>3</sup> | %   | см <sup>3</sup> | %        | см <sup>3</sup> | %        | см <sup>3</sup> | %        | см <sup>3</sup> | %    | см <sup>3</sup> | % |
| МХ    | 137.2±9.8       | 9.6 | 69.2±4.8        | 4.8 | 68.0±5.0        | 4.7 | 1.8             | 94.0±1.9 | 6.6             | 46.7±4.3 | 3.3             | 47.2±3.5 | 3.3             | -1.3 |                 |   |
| ХЭ    | 138.0±13.4      | 9.4 | 68.5±6.3        | 4.7 | 69.5±7.1        | 4.8 | -1.3            | 96.7±1.4 | 6.6             | 49.1±8.0 | 3.3             | 47.6±7.0 | 3.2             | 3.2  |                 |   |
| ХЯДХ  | 137.1±6.7       | 9.4 | 68.6±3.3        | 4.7 | 68.4±3.6        | 4.7 | 0.4             | 92.6±2.4 | 6.3             | 45.3±6.5 | 3.1             | 47.3±4.6 | 3.2             | -4.9 |                 |   |

Тайлбар: \* Тэгш бус байдал, хувиар

## Хүснэгт 7. Тархины гүний зарим бөөмсийн эзэлхүүн

| Бүлэг | Сүүлт бөөм      |     |                 |      |                 |     |      |                 | Цайвар бөөм |                 |      |                 |      |      |                 |     | Хуягт бөөм      |         |                 |         |                 |      |                 |      | Таламус         |      |                 |      |                 |   |                 |   |
|-------|-----------------|-----|-----------------|------|-----------------|-----|------|-----------------|-------------|-----------------|------|-----------------|------|------|-----------------|-----|-----------------|---------|-----------------|---------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|---|-----------------|---|
|       | Нийт            |     |                 |      | Б               |     |      |                 | З           |                 |      |                 | ТБ   |      |                 |     | Нийт            |         |                 |         | Б               |      |                 |      | З               |      |                 |      | ТБ              |   |                 |   |
|       | см <sup>3</sup> | %   | см <sup>3</sup> | %    | см <sup>3</sup> | %   | %    | см <sup>3</sup> | %           | см <sup>3</sup> | %    | см <sup>3</sup> | %    | %    | см <sup>3</sup> | %   | см <sup>3</sup> | %       | см <sup>3</sup> | %       | см <sup>3</sup> | %    | см <sup>3</sup> | %    | см <sup>3</sup> | %    | см <sup>3</sup> | %    | см <sup>3</sup> | % | см <sup>3</sup> | % |
| МХ    | 7.3±1.1         | 0.5 | 3.7±0.5         | 0.3± | 3.6±0.6         | 0.3 | 3.6± | 3.2±0.4         | 0.2         | 1.6±0.2         | 0.11 | 1.6±0.2         | 0.1  | -1.8 | 9.7±            | 1.1 | 0.7             | 4.8±0.5 | 0.3             | 4.8±0.5 | 0.34±           | 0.17 | 14.1±1.4        | 1    | 7.0±0.8         | 0.5  | 7.0±0.9         | 0.5  | -0.5            |   |                 |   |
| ХЭ    | 7.4±0.7         | 0.5 | 3.8±0.3         | 0.3  | 3.7±0.3         | 0.2 | 2.5  | 3.4±0.3         | 0.2         | 1.6±0.1         | 0.1  | 1.7±0.2         | 0.12 | -4.5 | 9.9±            | 0.4 | 0.7             | 4.9±0.2 | 0.3             | 5.0±0.2 | 0.34            | -1.3 | 16.2±1.8        | 1.1  | 8.1±0.5         | 0.5  | 8.1±0.6         | 0.6  | -0.8            |   |                 |   |
| ХЯДХ  | 7.7±0.9         | 0.5 | 3.8±0.4         | 0.3  | 3.9±0.5         | 0.3 | -1.8 | 3.2±0.2         | 0.22        | 1.6±0.1         | 0.1  | 1.6±0.1         | 0.1  | -1.1 | 9.6±            | 0.9 | 0.7             | 4.8±0.4 | 0.3             | 4.8±0.5 | 0.3             | -0.9 | 15.2±1.1        | 1.05 | 7.53±0.71       | 0.52 | 7.66±0.68       | 0.53 | -1.7            |   |                 |   |

Тайлбар: \* Тэгш бус байдал, хувиар



Зураг 1. ХЯДХ бүлэг: 10 настай охин.

**Тайлбар:** А-Сагиттал T1 MPRAGE дүрслэл дээр нүүрний дунд хэсэг дотогш байрлалтай, хатуу тагнай богино, ба зуултын гажиг ажиглагдана. Б- Хэвтээ тэнхлэгийн FLAIR дээр хоншоор ясны нум богино ба хавчиг дүрслэгдсэн.

**Хэлцэмж:** Хоншоор ясны дутуу хөгжилтэй хүүхдүүд бие даан нийгмийн харилцаанд идэвхитэй оролцож эхлэх үед гоо зүйн хувьд өөрөөсөө ичих, өөртөө итгэлгүй болох зэргээс эхлээд сэтгэлзүйн дарамтанд орж цаашилбал зан төрхийн өөрчлөлтүүд, сэтгэл гутрал, ялимгүй зовлонг үйлийн эмгэг гэх мэт сэтгэцийн эмгэг үүсэх хүртэл сөрөг үр дагавартай байдгийг олон улсын судлаачид сүүлийн жилүүдэд идэвхитэй судалсаар ирсэн.<sup>12,13,16</sup>

Нөгөө талаас анхаарал дутмагших, хэт хөдөлгөөнтөх эмгэгтэй хүүхдүүдэд шүдний зуултын гажиг үүсэх, эрүүний болон хоншоор ясны нум илүү хавчиг байх, шүдний ямар нэгэн эмгэг илрэх, эрүүний үений эмгэг, шүд харвих гэх мэт эмгэгүүд нь илүү тохиолддогийг судлаачид тэмгэлсэн. АДХХЭ, эпилепси гэх мэт эмгэгүүдийн улмаас мэдрэлийн эмчийн байнгын хяналтанд байдаг хүүхдүүдийн дунд нойрны бөглөрөлт апнеа илүү тохиолддогийг судлаачид анхааралдаа авч нойрны апнеа үүсэхэд хоншоор ясны дутуу хөгжил нөлөөлөхийг олон мэргэжлийн багаар судалж эхэлсэн юм.<sup>14</sup>

Манай судалгаанд хамрагдсан, мэдрэлийн эмчийн хяналтанд буй хүүхдүүдийн тархийг СРТ-ийн воксельд-суурьлагдсан волюметрийн аргаар үнэлэхэд бор бодисны бууралттай гарсан бол ХЯДХ бүлэгт ч их тархины бор бодисны эзэлхүүн хяналтын бүлгийн хүүхдүүдтэй харьцуулахад мөн буурсан байв.<sup>15</sup> МХ бүлэгт их тархины цагаан бодисны эзэлхүүн  $436.9 \pm 44.9 \text{ см}^3$  болсон нь тус бүлгийн бор бодисны бууралтаас илүү ихээр буурсан байсан. Цагаан бодисны бууралт мөн ХЭ бүлэгт ажиглагдаж их тархины цагаан бодисны нийт эзэлхүүн  $451.2 \pm 33.4 \text{ см}^3$  болсон байв, үүнийг тус бүлгийн хүүхдүүдэд тархины хөнгөн гэмтэл байхыг таамаглуулна.

Мэдрэлийн эмгэгтэй хүүхдүүдийг СРТ-т унтуулга болон тайвшруулгатай оруулах шаардлагатай байдаг тул бидний судалгаанд хамрагдах зөвшөөрөл өгсөн, оюун ухааны сорил авагдсан бүх хүүхдүүдийн СРТ-г волюметрийн аргаар үнэлэх боломжгүй байсан, тархины эзэлхүүний тооцооллыг Montreal Neurological Institute MNI координатаар тодорхойлох боломжгүй байсан нь бидний судалгааны хязгаарлагдмал тал болсон. Бид хийгдсэн энэхүү судалгаагаар хоншоор ясны дутуу хөгжилт үед гавал тархины хөгжилийн дийлэнхи хувь гүйцсэн үед хүүхдүүдийн тархины СРТ-т тархины эдүүдийн эзэлхүүн буурдагийг харуулсан нь бусад судлаачдын мэдээлэлтэй ойролцоо байв.

**Дүгнэлт:** Хоншоор ясны дутуу хөгжилтэй 9-11 насны хүүхдүүдэд их тархины бор ба цагаан бодисны эзэлхүүн бууралт тодорхойлогдсон нь цаашид одонтогенезд нөлөөлөх мэдрэлийн эмгэгүүдийг эрт оношлоход анхаарах, олон мэргэжилтний хамтарсан багийн менежментээр эрүүл мэндийн тусламж үйлчилгээг үзүүлэх шаардлагатайг харуулж байна.

#### Ном зүй:

1. Adameyko I, Fried K. The nervous system orchestrates and integrates craniofacial development: A Review. *Front Physiol*, 2016, 7: 49.
2. Marcucio RS, Young NM, Hu D, Hallgrímsson B. Mechanisms that underline co-variation of the brain and face. *Genesis*, 2011, 49(4): 177-89.
3. LaMantia AS. Why Does the Face Predict the Brain? *Neural Crest Induction Craniofacial Morphogenesis, and Neural Circuit Development*. *Front Physiol*, 2020, 11: 610970.
4. Gondré-Lewis MC, Gboluaje T, Reid SN, Lin S, Wang P, Green W, Diogo R, Fidúlia-Lambert MN, Herman MM. The human brain and face: mechanisms of cranial, neurological and facial development revealed through malformations of holoprosencephaly, cyclopia and aberrations in chromosome 18. *J Anat*, 2015, 227(3): 255-67.
5. Daisuke Ekuni, Michiko Furuta, Koichiro Irie, Tetsuji Azuma, Takaaki Tomofuji, Takashi Murakami, Takashi Yamashiro, Toshio Ogura, Manabu Morita, Relationship between impacts attributed to malocclusion and psychological stress in young Japanese adults, *European Journal of Orthodontics*, Volume 33, Issue 5,

- October 2011, Pages 558–563, <https://doi.org/10.1093/ejo/cjq121>
6. Silva LCD, Vedovello SAS, Vedovello Filho M, Meneghin MC, Ambrosano Bovi GM, Degan VV. Anxiety and oral habits as factors associated with malocclusion. *Cranio*. 2021;39(3):249–253. doi:10.1080/08869634.2019.1633492
7. Alam MS, Rashid MM, Roy R, Faizabadi AR, Gupta KD, Ahsan MM. Empirical Study of Autism Spectrum Disorder Diagnosis Using Facial Images by Improved Transfer Learning Approach. *Bioengineering (Basel)*, 2022, 9(11): 710.
8. K Ito, N Naohisa Hirahara, H Muraoka, Sh Okada, T Kondo, V Carlota Andreu-Arasa, O Sakai, T Kaneda, Normal Variants of the Oral and Maxillofacial Region: Mimics and Pitfalls, *RadioGraphics Volume 42, Number 2*, <https://doi.org/10.1148/rg.210073>
9. Flora M. Vaccarino and Karen Muller Smith, Increased brain size in autism—what it will take to solve a mystery; *Biol Psychiatry*. 2009 August 15; 66(4): 313–315. doi:10.1016/j.biopsych.2009.06.013
10. F.D. Firouzabadi, S. Ramezanpour, M. Firouzabadi, Neuroimaging in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Recent Advances, *Neuroradiology/Head and Neck Imaging* August 18, 2021, Volume 218, Issue 2, <https://doi.org/10.2214/AJR.21.26316>
11. Lin Z, Zhou C, Hu Z, et al. Expert consensus on imaging diagnosis and analysis of early correction of childhood malocclusion. *Int J Oral Sci*. 2025;17(1):21. Published 2025 Apr 1. doi:10.1038/s41368-025-00351-1
12. J V. Manjyn and . Coupe. volBrain: an online MRI brain volumetry system. *Frontiers in Neuroinformatics*, 10, 30, 2016
13. Thakur Prasad Chaturvedi, Ching-Hsin Chang, Prathap Somu, Navneet Kumar Dubey, Ming-Che Liu. Perspectives on Pathological Crosstalk between Malocclusion and Multi-organ Systems: The Hidden Face of an Iceberg. *Aging and disease*. 2025
14. Roberts SD, Kapadia H, Greenlee G, Chen ML. Midfacial and Dental Changes Associated with Nasal Positive Airway Pressure in Children with Obstructive Sleep Apnea and Craniofacial Conditions. *J Clin Sleep Med*. 2016;12(4):469–475. Published 2016 Apr 15. doi:10.5664/jcsm.5668
15. Damanhoury W, Moussa K, Bathallath J, Alsomali Z, Bakor A, Attar M. Management of a pediatric patient with dental anomalies and its effect on psychosocial status: a case report. *Front Dent Med*. 2025;5:1502195. Published 2025 Jan 10. doi:10.3389/fdmed.2024.1502195
16. P. Coupü, B. Mansencal, M. Clüment, R. Giraud, B. Denis de Senneville, V-T Ta, V. Lepetit, J. V. Manjyn. AssemblyNet: A large ensemble of CNNs for 3D Whole Brain MRI Segmentation. *NeuroImage*, 219, 117026, 2020.
17. Fairchild G, Passamonti L, Hufford G et al, Brain structure abnormalities in early and adolescent-onset conduct disorder; *Am J Psychiatry* 2011; 168:624–633
18. Zolzaya B, Enkhmaran T, Gantsetseg T, Zoljargal G, Ganburged G, Tsolmon J, Impact of malocclusion traits on the quality of life, anxiety, and depression among the Mongolian population, *CoreReports* 2025, DOI: 10.5281/zenodo.18107680

## Results of voxel-based morphometry of the brain in children aged 9–11 years: a comparison between children with maxillary hypoplasia and those under neurological follow-up

Tuvshinjargal D<sup>1</sup>, Purevsuren E<sup>2</sup>, Otgonjargal L<sup>1</sup>, Choinyam B<sup>2</sup>, Darambazar G<sup>2</sup>, Amgalan B<sup>3</sup>, Purevdolgor L<sup>4</sup>, Munkh-Soyol E<sup>2</sup>, Xiling Jiang<sup>5</sup>, Damdindorj B<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Radiology, School of Medicine, MNUMS

<sup>2</sup>Institute of Biomedical Sciences & Department of Physiology, School of Biomedicine, MNUMS

<sup>3</sup>Department of Pediatrics, School of Medicine, MNUMS

<sup>4</sup>Department of Physics and Informatics, School of Biomedicine, MNUMS

<sup>5</sup>School of Stomatology, Chifeng University

Email: [tuvshinjargal@mnums.edu.mn](mailto:tuvshinjargal@mnums.edu.mn), Tel: +976-99075546

**Background:** The human head is an integrated biological structure composed of the brain, cranial bones, facial structures, neuromuscular systems, and sensory organs, all interconnected through coordinated signaling. The relationship between brain development, function, and craniofacial growth is most evident after birth, during which the head increases approximately fourfold in size before adulthood.

Brain morphology and volume are associated not only with neurological disorders but also with cognitive and behavioral characteristics. For example, children with holoprosencephaly often present with varying degrees of facial anomalies, while studies have shown that adolescents with malocclusion exhibit higher levels of anxiety, depression, and psychological stress. With the increasing availability of magnetic resonance imaging (MRI), it has become an essential diagnostic tool in clinical practice. MRI is particularly advantageous in pediatric populations due to the absence of ionizing radiation and its superior soft tissue contrast. Recent advances in image processing techniques have enabled comprehensive analysis of both brain structures and craniofacial morphology from a single MRI dataset, forming the basis of this study.

**Aim:** To investigate the relationship between brain tissue volumes and maxillary hypoplasia using MRI-based voxel-based morphometry in children with neurological conditions.

**Materials and Methods:** This study was conducted at the School of Biomedicine, Mongolian National University of Medical Sciences, in collaboration with Chifeng University, as part of the project titled “Investigation of the relationship between craniofacial anomalies and brain disorders using MRI”, funded by the Ministry of Education and Science.

Voxel-based morphometry (VBM) analysis was performed on brain MRI scans of children aged 9–11 years.

**Results:** Among the 25 children included in the study, 17 (68%) were male. The youngest average age was observed in the maxillary hypoplasia group (8.4±0.95 years). The signal-to-noise ratio (SNR) of MRI was lowest in the non-temporal epilepsy group (41.1±1.35) and higher in the maxillary hypoplasia group (49.6±8.22). Both epilepsy and maxillary hypoplasia groups demonstrated physiological asymmetry of the cerebral hemispheres, with left parietal lobe dominance (−0.1% and −0.3 cm, respectively). Right frontal lobe dominance (+1.1%) was observed only in the epilepsy group.

**Conclusion:** Children aged 9–11 years with maxillary hypoplasia showed a reduction in both gray and white matter volumes of the brain. These findings highlight the importance of early diagnosis of neurodevelopmental disorders affecting odontogenesis and emphasize the need for a multidisciplinary team-based management approach.

**Keywords:** Voxel-based morphometry, Brain volume, Maxillary hypoplasia, MRI, Pediatric neuroimaging.