

Туршилтын харханд бичил судас залгах мэс заслын эдэд үзүүлэх нөлөөг судалсан дүн

Чи Янбө (Qi Yanbo)¹, Ү.Санчин¹, Б.Анар¹, Б.Галиндэв², Б.Баатарсүрэн¹

¹АШУУИС, Анагаах Ухааны Сургууль, Мэс заслын тэнхим

²АШУУИС, Био-Анагаахын хүрээлэн, Лабораторийн амьтан судлалын төв

Цахим шуудан: mgltala123@gmail.com, Утас: +976-99846749

Түлхүүр үг:

Бичил судас залгалт
Мөчдийн ишеми
Эдийн нөхөн
төлжилт
Мөчдийн артерийн
бөглөрөлт
Судасны мэс засал

Товч утга:

Үндэслэл: Мөчдийн артерийн судасны бөглөрөл нь захын артерийн бөглөрөлт өвчний хүндрэлийн сүүлийн үе шат бөгөөд өвчтөний амьдралын чанарт ноцтой сөрөг нөлөө үзүүлсээр байна. Герман улсад хийгдсэн судалгаагаар захын артерийн судасны бөглөрөлт өвчин оношлогдсон 40,000 гаруй тохиолдлын 66% нь оношлогдсоноос хойш дөрвөн жилийн дотор мөч тайруулах мэс засал хийгдсэн байна. Эмчилгээний гол зорилго нь мөчдийн цусан хангамжийг сайжруулах, өвдөлтийг намдаах, эдийн нөхөнтөлжилтийг хурдасгах, мөн зүрхсудасны хүндрэлүүдээс урьдчилан сэргийлэхэд чиглэгддэг. Сүүлийн жилүүдэд бичил судасны мэс засал нь эдийн нөхөн төлжилтийг хурдасгаж, эмчилгээний үр дүнг сайжруулах боломжтойг судлаачид онцолж байна. **Зорилго:** Туршилтын хархны загварт мөчдийн ишеми үүсгэсэн нөхцөлд бичил судасны төгсгөл-төгсгөл (Т-Т) болон төгсгөл-хажуу (Т-Х) залгалтын эдэд үзүүлэх үр нөлөөг харьцуулан үнэлж, эдийн нөхөн төлжилтийг судлах. **Арга, аргачлал:** АШУУИС-ийн Био-Анагаахын хүрээлэн, туршилтын амьтны төвийг түшиглэн 30 Wistar хархыг хоёр бүлэгт (хяналтын бүлэг 10 харх, ишеми үүсгэх бүлэг 20 харх) хуваасан. Туршилтын бүлэгт 3 хоногийн ишеми үүсгэн, зориулалтын уусмалд хадгалсан донор хархны артерийн судас ашиглан Т-Т болон Т-Х залгалт хийсэн. Мэс заслын өмнө болон 21 хоногийн дараа хархны биеийн жин, артерийн судасны диаметр, цусны урсгалын байдлыг шалгаж, үр дүнг тооцоолсон. Мөн гуя, шилбэ болон тавхайн арьсны эд болон мөчдийн судасны эндотелийн нөхөн төлжилтийн байдлыг иммуногистохимийг аргаар үнэлсэн. **Үр дүн:** Хяналтын бүлгийн хархнуудын биеийн жин мэс заслын өмнө 227.86 ± 21.11 гр байсан бол, судас залгалтын дараа 240.24 ± 25.77 гр болж 12.38 гр нэмэгдсэн ($p < 0.01$). Ишеми үүсгэсэн бүлэгт Т-Т судас залгалт хийсэн хархнуудын биеийн жин мэс заслын өмнө 239.67 ± 26.96 гр байсан бол, мэс заслын дараа 234.3 ± 27.20 гр болсон бол 21 хоногийн дараа 250.67 ± 27.09 гр болж нэмэгдсэн ($p < 0.05$). Т-Х залгалтын бүлгийн хархнуудын биеийн жин 235.18 ± 22.39 гр байсан бөгөөд 21 хоногийн дараа 249.62 ± 21.12 гр болж нэмэгдсэн ($p < 0.01$). Мэс заслын нийт хугацаа хяналтын бүлэгт 24.51 ± 2.29 минут байсан

бол, ишеми үүсгэсэн бүлэгт Т-Т залгалт 39.75 ± 0.89 минут, Т-Х залгалт 46.65 ± 8.12 минут үргэлжилсэн ($p = 0.001$). Мэс заслын үеийн цус алдалт хяналтын бүлэгт 0.27 ± 0.12 мл байсан бол, ишеми үүсгэсэн бүлэгт Т-Т залгалт 0.58 ± 0.13 мл, Т-Х залгалт 1.12 ± 0.61 мл байсан бөгөөд зарим тохиолдолд 2.35 мл хүрч байв ($p < 0.01$). **Дүгнэлт:** 1. Хяналтын бүлгийн хархнуудын биеийн жин 21 хоногийн дараа 240.24 ± 25.77 гр болж өссөн бол, ишеми үүсгэсэн бүлгийн хархнуудын биеийн жин 250.67 ± 27.09 гр болж нэмэгдсэн нь эдийн нөхөн төлжилт сайжирсан, бичил судас залгалт амжилттай хийгдсэн болохыг харуулж байна. 2. Иммуногистохимийн шинжилгээнд PCNA болон KGF уургийн экспресс ишеми үүсгэсэнээс хойш 3 хоногийн дараа буурсан боловч судас залгаснаас хойш 21 хоногийн хугацаанд илэрхий нэмэгдсэн байгаа нь бичил мэс засал амжилттай хийгдсэнийг илтгэж байна. Эдүүд ишемийн өөрчлөлтөд харилцан адилгүй хариу үзүүлж, арьс болон булчингийн эдэд KGF болон PCNA уургуудын илрэл ялгаатай түвшинд нэмэгдсэн нь эдийн нөхөн төлжилт явагдаж байгааг харуулж байна.

Үндэслэл: Мөчдийн артерийн судасны бөглөрөл нь захын артерийн бөглөрөлт өвчний хүндрэлийн сүүлийн үе шат бөгөөд өвчтөний амьдралын чанарт ноцтой сөрөг нөлөө үзүүлсээр байна^{1,2}. Герман улсад хийгдсэн нэгэн томоохон судалгаанд захын артерийн судасны бөглөрөлт оношлогдсон 40,000 гаруй тохиолдлын 66% буюу гуравны хоёр нь оношлогдсоноосоо хойш дөрвөн жилийн дотор мөч тайруулах мэс засалд орсон байна³. Энэхүү өвчний үед эмчилгээний гол зорилго нь мөчдийн цусан хангамжийг сайжруулах, өвдөлтийг намдаах, эдийн нөхөн төлжилтийг хурдасгах, улмаар мөч тайруулах болон зүрх судасны хүндрэлүүдээс урьдчилан сэргийлэхэд чиглэгддэг^{4,5}.

Сүүлийн жилүүдэд микроскопи ашиглан бичил судасны мэс засал хийх нь эдийн нөхөн төлжилтийг түргэсгэж, эмчилгээний үр дүнг сайжруулах боломжтойг судлаачид олон тооны бүтээлд дурдсан байна³⁻⁷. Харин туршилтын хархны загвар ашиглан ишеми үүсгэсэн нөхцөлд бичил судасны төгсгөл-төгсгөл (Т-Т) болон төгсгөл-хажуу (Т-Х) залгалтын эдэд үзүүлэх нөлөөг судалсан судалгааны ажил харьцангуй цөөн байгаа нь энэхүү судалгааны ажлын үндэслэл боллоо.

Зорилго: Туршилтын хархны мөчдөд ишеми үүсгэн бичил судасны төгсгөл-төгсгөл (Т-Т) болон төгсгөл-хажуу (Т-Х) залгалтын үр нөлөөг харьцуулан үнэлж, эдийн нөхөн төлжилтийг судлах.

Зорилт:

1. Хяналтын болон ишеми үүсгэсэн бүлэгт мэс заслын өмнө болон судас залгалтын дараа эдэд үзүүлэх нөлөөг үнэлэх.

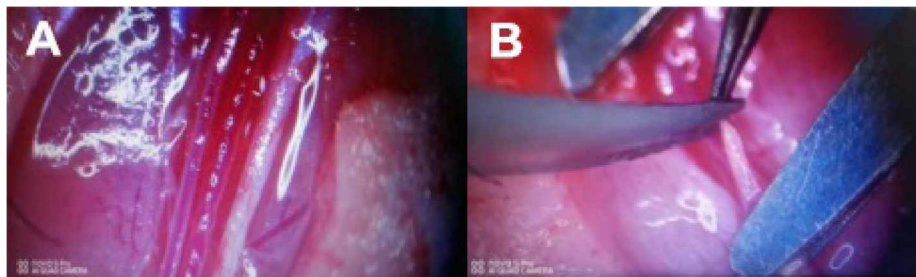
2. Ишемийн үед PCNA болон KGF уургийн илрэл, эдийн нөхөн төлжилтэд үзүүлэх нөлөөг тодорхойлох.

Арга, аргачлал: Бид энэхүү судалгааг АШУҮИС-ийн Био-Анагаахын хүрээлэнгийн туршилтын амьтны төвөөс 30 Wistar харх (*Rattus norvegicus*, биеийн жин нь 200-300 гр, 8 долоо хоногтой, эр харх)-ыг ашиглан эмнэлзүйн туршилт судалгааны загвараар хийж гүйцэтгэсэн ба хархнуудыг санамсаргүй байдлаар хяналтын бүлэг (10 харх) болон туршилтын бүлэг (20 харх) гэсэн хоёр бүлэгт хуваасан. Туршилтын бүлэгт хархны гуяны артерийн судсыг боон цусан хангамж хомсролын загвар үүсгэн, дараа нь донор судас ашиглан хоёр төрлийн залгалт (төгсгөл-төгсгөл, төгсгөл-хажуу) хийгдсэн бол хяналтын бүлэгт хархны артерийн судсыг ялгаж, гэмтээхгүйгээр анатомийн хэвийн байрлалд байрлуулан оёсон.

Мэдээгүйжүүлэг: Харханд пенобарбитал натри 500 мг+NaCl² 0.9%-50 мл уусмалаас биеийн жинд 0.5 мл/100 гр байхаар тооцон хархны хэвлийн хөндийд тарьсан.

Гуяны артерийн судсыг ялгах: Хархны гуяны урд талд уртааш зүсэлт хийж, арьсан доорх эдийг зүсэж, артерийг ялгасан. Судасны хэмжээг дижитал хэмжигчээр хэмжиж, 2%-ийн лидокаины уусмал ашиглан судасны агчилтаас сэргийлсэн.

Судас боох аргачлал: Туршилтын хархны гуяны артерийг ялгаж 9-0 оёдлын утас ашиглан боон 3 хоногийн хугацаанд ишемийн загвар үүсгэв. Хяналтын бүлэгт гуяны артерийг ялгах боловч судсыг боохгүй бөгөөд судас, бүрхүүл зөөлөн эдүүдийг анатомын хэвийн байрлалд байрлуулан оёдол хийж шархыг хаав (Зураг 1).



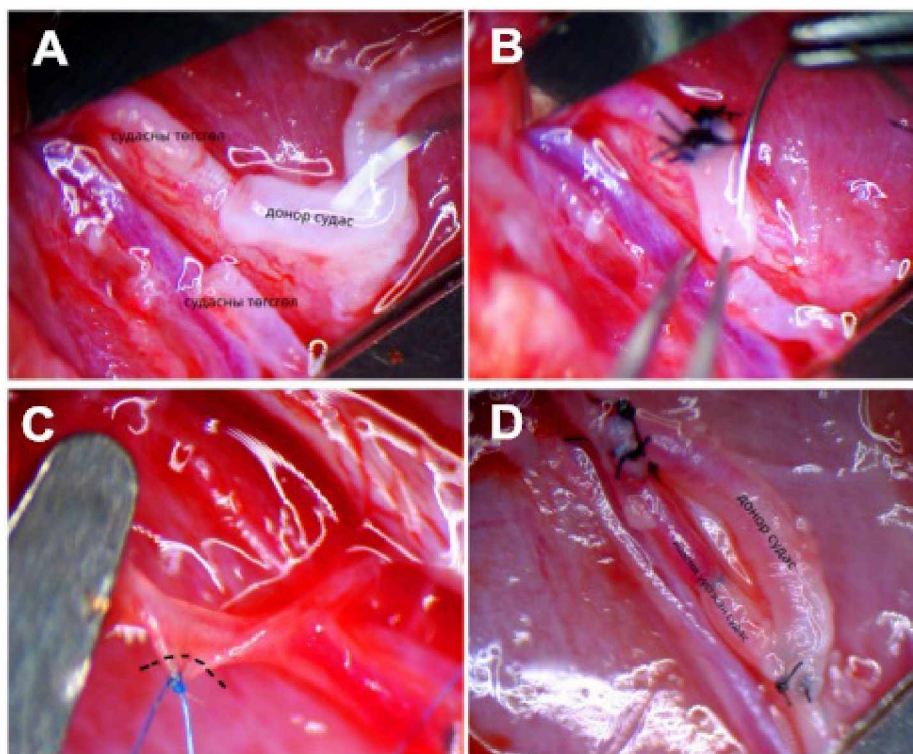
Зураг 1. А-Хархны гуяны артерийг ялгах, В-Судасны гадна мембраныг ялгаж буй явц

Бичил судас залгалтын техник: Артерийн судасны хоёр үзүүрийг анхааралтай ялгаж судасны татагдал, чангарал үүсэхээс зайлсхийн судасны эдийг гэмтээхгүйгээр хоёр төгсгөлөө тохируулав.

Судасны гадаад мембраныг арилгах ба анастомотик тохируулга хийх: Судасны гадаад мембраныг зөөлөн арилгаж, төгсгөл тус бүрийг залгахдаа, дотоод мембрантай дотоод мембран, булчингийн эдийг булчингийн эдтэй залгасан.

Судасны төгсгөлийн люменийг цэвэрлэх: Залгалтын хоёр төгсгөлийг тэгш тайрсны дараа 0.1%-ийн гепарины давсны уусмал эсвэл 0.5%-ийн прокаин эсвэл 3.8%-ийн натрийн цитрат уусмалаар сайтар зайлж цэвэрлэсэн.

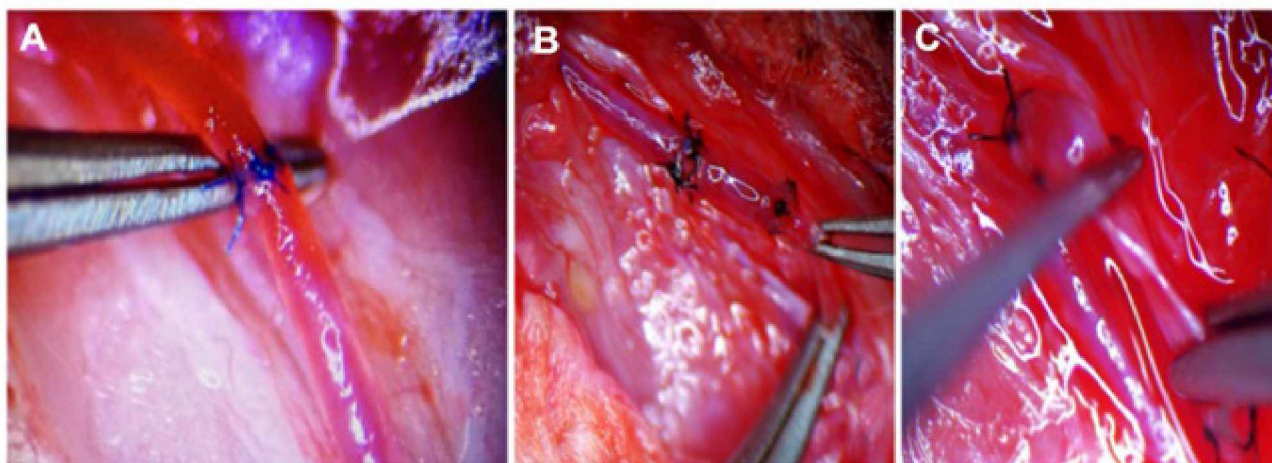
Судасны төгсгөл-төгсгөл ба төгсгөл-хажуу залгалт хийх: Хархны гуяны артерийг боож, 3 хоногийн турш цусан хангамж хомсролын загвар үүсгэн дараа донор артерийн судсыг ашиглан төгсгөл-төгсгөл болон төгсгөл-хажуу залгалт хийсэн (Зураг 2).



Зураг 2. Судасны Т-Т залгалт (А, В) болон Т-Х залгалт (С, D) хийж буй үйл явц.

Ингээд туршилтын харханд хийгдсэн залгалтын бүрэн бүтэн байдлыг мас заслын явцад болон 21 хоногийн дараа Акландын сорилоор үнэлж,

залгаасын диаметрийг хэмжиж мөн гуя, шилбэ болон тавхайн эдийн шилжилгээ авч бичил судсаны залгалтын эдэд үзүүлэх нөлөөг үнэлсэн (Зураг 3).



Зураг 3. Акландын сорилоор үнэлгэх.

А нь хяналтын бүлгийн судасны Т-Т залгалт, В нь донор судас ашигласан судасны Т-Т залгалт, С нь донор судас ашигласан судасны Т-Х залгалтын байдлыг үнэлж байгаа байдал.

Бид энэхүү судалгааг Монгол Улсын стандарт MNS 6871:2020, MNS 6872:2020, MNS 6873:2020, MNS 6874:2020-г дагаж мөрдсөн бөгөөд ёс зүйн хяналтын хорооны зөвшөөрөлтэйгээр хийсэн болно. Судалгааны үр дүнгийн статистик боловсруулалтыг хийхдээ SPSS-27.0 программ ашигласан. Судалгааны үр дүнгийн үнэн магадлалыг Р утга <0.05 үед ач холбогдолтой гэж үзсэн.

Үр дүн: Хяналтын бүлгийн хархнуудын биеийн жин мэс заслын өмнө 227.86 ± 21.11 гр байсан бөгөөд мэс заслын дараа 230.09 ± 22.16 гр, судас залгалт хийснээс 21 хоногийн дараа 240.24 ± 25.77 гр болж өссөн ($p < 0.01$). Ишеми үүсгэсэн бүлэгт Т-Т судас залгалт хийсэн хархнуудын мэс заслын өмнөх биеийн жин 239.67 ± 26.96 гр байсан бол мэс заслын дараа 234.3 ± 27.20 гр болсон бол 21 хоногийн дараа 250.67 ± 27.09 гр болж нэмэгдсэн байна ($p < 0.05$). Т-Х залгалтын бүлгийн хархнуудын биеийн жин 235.18 ± 22.39 гр байсан бөгөөд 21 хоногийн дараа 249.62 ± 21.12 гр болж нэмэгдсэн ($p < 0.01$), (Хүснэгт 1).

Хүснэгт 1. Ишемийн бүлгийн хархны биеийн жингийн харьцуулсан дүн

Үзүүлэлт	Биеийн жин	P-утга
Мэс заслын өмнө	3 хоног T-T 239.67±26.96	0.183
	3 хоног T-X 235.18±22.39	0.047
Мэс заслын үед	3 хоног T-T 234.35±27.19	0.059
	3 хоног T-X 233.69±21.56	0.019
Мэс заслын дараах 21 хоногт	3 хоног T-T 250.67±27.09	0.010
	3 хоног T-X 249.62±21.11	0.000

Тайлбар: Өгөгдлийг дундаж утгаар илэрхийлсэн. $p < 0.05$ үед статистик ач холбогдолтой гэж үзэв.

харьцуулахад илүү хугацаа зарцуулсан байв ($p=0.001$), (Хүснэгт 2).

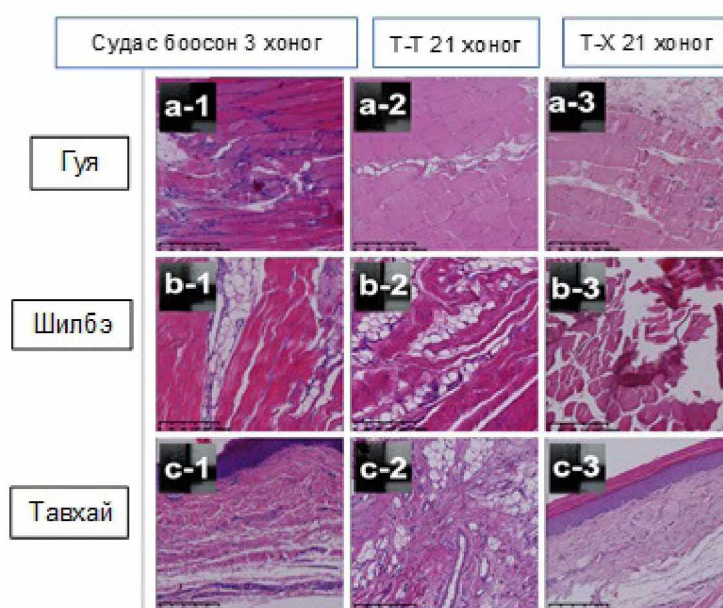
Хүснэгт 2. Судас залгах мэс заслын нийт хугацааны харьцуулсан дүн

Судалгааны бүлэг	Мэс заслын хугацаа (минут)	P-утга
Хяналтын бүлэг	24.56±0.72	
3 хоног T-X	39.75±0.28	<0.001
3 хоног T-T	46.66±2.57	

Тайлбар: Өгөгдлийг дундаж утгаар илэрхийлсэн. $p < 0.05$ үед статистик ач холбогдолтой гэж үзэв.

Мэс заслын нийт хугацаа хяналтын бүлэгт 24.51 ± 2.29 минут байсан бол ишеми үүсгэсэн бүлэгт T-T залгалт 39.75 ± 0.89 минут, T-X залгалт 46.65 ± 8.12 минут үргэлжилсэн нь хяналтын бүлэгтэй

Мэс заслын үеийн цус алдалт хяналтын бүлэгт 0.27 ± 0.12 мл байсан бол ишеми үүсгэсэн бүлэгт T-T залгалт үед 0.58 ± 0.13 мл, T-X залгалтын үед 1.12 ± 0.61 мл болсон бөгөөд цөөн хэдэн тохиолдолд 2.35 мл хүрсэн ($p < 0.01$), (Зураг 4).

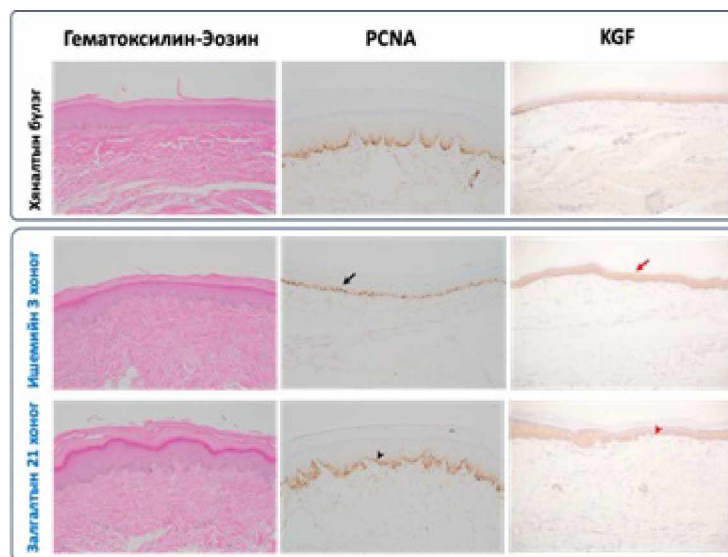


Зураг 4. Ишеми үүсгэсэн бүлгийн хархны донор судас залгалтын 21 хоногийн дараах гуя, шилбэ, тавхайн эдийн шинжилгээ.

(a-1, b-1, c-1 нь артерийн судсыг боож 3 хоног ишемийн загвар үүсгэсэн үеийн эдийн шинжилгээ. a-2, b-2, c-2 нь 3 хоног донор судас ашиглан судасны T-T залгалтын 21 хоногийн дараах эдийн шинжилгээ. a-3, b-3, c-3 нь 3 хоног донор судас ашиглан судасны T-X залгалтын 21 хоногийн дараах эдийн шинжилгээ)

A-2 зурагт гуяны эдийн ихэнх холбогч эд, булчингийн багц, эд эсийн хил хязгаар тодорхой болж, тасарч гэмтсэн хэсгүүд аажмаар хэвийн байдал

руу сэргэж эхэлсэн бол A-3-т эд эсийн буцаж эдгэрэх байдал T-T залгалтаас муу байгаа нь ажиглагдлаа (Зураг 5).



Зураг 5. Тавхайн арьсны эдийг гематоксиллин эозин будгаар будаж морфологи бүтцийг үнэлсэн байдал.

Ишеми үүсгэсэн бүлэгт хавтгай хучуур эсийн давхарга цөөрч, хучуур эд нимгэрсэн бол судас залгалтаас хойш 21 хоногт арьсны эдийн нөхөн төлжилт идэвхжиж хавтгай хучуур эдийн гиперплазийн улмаас хучуур эд зузаарсан нь ажиглагдаж байна. Дээрх өөрчлөлтийг батлах зорилгоор PCNA уургийг иммуногистохимийн шинжилгээгээр тодорхойлоход 3 хоног ишеми үүсгэсэний дараа хавтгай хучуур эдэд PCNA-эрэг эсүүд эрс цөөрсөн (хар өнгийн сум). Судас залгалтын дараа 21 хоногт PCNA-эрэг эсүүд олширч тавхайн арьсны нөхөн төлжилт эрчимжсэнийг харуулж байна (хар өнгийн сум). PCNA-эрэг эсүүд олширсон боловч будагдалтын эрчмийн хувьд хяналтын бүлгээс сул байв.

Хэлцэмж: Мэс заслын хугацааг богиносгох нь эд эсийн ишеми үүсэхээс урьдчилан сэргийлэх чухал хүчин зүйл юм. Анастомозыг богино хугацаанд хийж, эд эсийн бүрэн бүтэн байдлыг хамгаалах, үрэвслийн хариу урвал, судасны нарийсал болон тромбоз үүсэхээс зайлсхийх хэрэгтэй байдаг ба бидний судалгаанд мэс заслын үргэлжлэх хугацаа хяналтын бүлэгт 24.51 ± 2.29 минут, 3 хоногийн ишеми Т-Т бүлэгт 39.75 ± 0.89 минут, Т-Х бүлэгт 46.65 ± 8.11 минут байсан нь Руи Сержио Монтейро де Баррос-ийн болон Европийн зарим судлаачдын үр дүнтэй дүйж байна¹³⁻¹⁸. Мөн судлаач Жири Достал, Павел Клейн нарын судалгаанаас үзэхэд, мэс заслын хугацаа 22-70 минутын хооронд хэлбэлзэж, дундаж нь 46 минут байна¹⁹. Бидний судалгаанд 3 хоногийн ишемийн Т-Т бүлэгт 20%, Т-Х бүлэгт 30% нарийсал үүсэх магадлал илэрсэн нь өмнөх судалгаануудаас өндөр байгаа ч чөлөөт урсгалын байдлын түвшин ойрын хугацаанд (донор судас залгалтын дараа) 100%, алсын хугацаанд (донор судас залгалтын 21 хоногийн дараа) 90% байж, дундаж судас хавчих хугацаа, оёдлын хугацаа, нэг оёдлын хугацаа тус бүр Т-Т бүлэг 31.10 ± 1.09 минут, 29.67 ± 0.83 минут, 3.47 ± 0.24 минут байсан ба Т-Х бүлэг 38.09 ± 8.06 минут, 36.56 ± 8.05 минут, 3.97 ± 0.70 минут байсан нь бусад судлаачдын судалгаануудтай харьцуулахад

богино байна^{13,20-25}. Суурь судалгаануудтай харьцуулахад судасны нарийсал үүсэх, цус алдах зэрэг хүндрэлүүдийн түвшин харьцангуй өндөр байгаа ч цаашид эдгээр хүндрэлүүдийг бууруулах, мэс заслын аргачлалыг улам боловсронгуй болгох чиглэлээр нарийвчилсан судалгаануудыг хийж, эмнэлзүйн үр дүнг сайжруулах боломжтойг энэхүү судалгааны үр дүн тодотгож байна.

Дүгнэлт:

1. Туршилтын хархны мөчдийн цусан хангамж хомсролын загварт бичил судас залгах мэс засал хийхэд эдийн хаван, эсийн жигд бус тархалт, эд эсийн үхжилийн шинж тэмдэг илэрч, ишемийн 3 хоногтойд гуя болон тавхайн арьсны эдэд ишемийн улмаас холбогч эд сийрэгжсэн байв.
2. Туршилтын бүлэгт судасны хаван, судасны нарийслын хүндрэлүүд илэрч, мөн цусан хангамж хомсролын хугацаа уртсах тусам эд эсийн нөхөн төлжилт илүү явагдаж байлаа. Туршилтын харханд 3 хоног ишеми үүсгэсэн загварт PCNA болон KGF уургийн экспресс буурсан боловч судас залгасанаас 21 хоногийн дараа нөхөн төлжилт эрчимтэй явагдаж байгаа нь судас залгах бичил мэс засал амжилттай хийгдсэнийг илтгэж байна. Судас боогдсон хэсэгт эдийн гэмтэл эрчимтэй явагдаж, өөрийн нөхөн төлжилтөө хангахын тулд хэсэг газрын KGF ялгаралт ихэссэн үр дүн ажиглагдлаа.

Ном зүй:

1. Yasargil MG. Personal considerations on the history of microneurosurgery. *J Neurosurg.* 2010;112(6):1163-1175.
2. Bauersachs R, Zeymer U, Briere JB, et al. Burden of coronary artery disease and peripheral artery disease: a literature review. *Cardiovasc Ther.* 2019;2019:8295054.
3. Bauersachs R, Zeymer U, Briere JB, Marre C, Bowrin K, Huelsebeck M. Burden of coronary artery disease and peripheral artery disease: a literature review. *Cardiovasc Ther.* 2019;2019:8295054.
4. Eivazi S, Hafez A, Fuhl W, et al. Optimal eye movement strategies: a comparison of neurosurgeons' gaze patterns when using a surgical microscope. *Acta Neurochir (Wien).* 2017;159(6):959-966.

5. Hafez A, Huhtakangas J, Muhammad S, Lawton MT, Tanikawa R, Niemela M. The identification of factors that influence the quality of bypass anastomosis and an evaluation of the usefulness of an experimental practical scale in this regard. *World Neurosurg.* 2019;121:e119-e128.
6. Barre-Sinoussi F, Montagutelli X. Animal models are essential to biological research: issues and perspectives. *Future Sci OA.* 2015;1:FSO63.
7. 阮思杰, 阳富春, 阳茂春, 等. 骨髓肌缺血后调适动态 pH 测量及模拟酸灌注减轻缺血再灌注损伤 [J]. *中国组织工程研究.* 2017;21(16):2558-2564.
8. Barros RS, Brito MV, Moura GP, Moura MP, Freitas LM, Silva KS, Leal RA. Is it possible to do a microvascular anastomosis with an ordinary video camera? *Exp Study. J Reconstr Microsurg.* 2011;27(8):503-508.
9. Leclère FM, Vogt P, Schoofs M, Delattre M, Mordon S. Current laser applications in reconstructive microsurgery: a review of the literature. *J Cosmet Laser Ther.* 2016;18(3):130-133.
10. Kong Q, Liu H, Wang J, Hu Y, Wang J. Study on background reference value range of hematology, serum biochemistry, and hemagglutination indexes of SD rats and Beagle dogs. *Drug Eval Res.* 2021;12:2601-2607.
11. Liu Z, Zhao Y, Ren Y, Zhang M, Liu Y. Reference range of four tests of coagulation in the plasma of SD rats. *Lab Anim Sci.* 2021;3:59-61.
12. Violi F, Basili S, Berger JS, Hiatt WR. Antiplatelet therapy in peripheral artery disease. In: *Antiplatelet Agents. Handbook of Experimental Pharmacology.* Vol 2012;210:547-563.
13. Hirsch AT, Criqui MH, Treat-Jacobson D, et al. Peripheral arterial disease detection, awareness, and treatment in primary care. *JAMA.* 2001;286(11):1317-1324.
14. Natarajan B, Patel P, Mukherjee A. Acute lower limb ischemia: etiology, pathology, and management. *Int J Angiol.* 2020;29:168-174.
15. Rosero O, Nemeth K, Turoczi Z, et al. Collateral circulation of the rat lower limb and its significance in ischemia-reperfusion studies. *Surg Today.* 2014;44:2345-2353.
16. Lima DA, Galvão MS, Cardoso MM, Leal PR. Laboratory training program in microsurgery at the National Cancer Institute. *Rev Bras Cir Plást.* 2012;27(1):141-149.
17. Tayebi Meybodi A, Gadhiya A, Borba Moreira L, Lawton MT. Coding cerebral bypasses: a proposed nomenclature to better describe bypass constructs and revascularization techniques. *J Neurosurg.* 2021;136(1):163-174.
18. Dostal J, Klein P, Blassova T, Prihan V. Comparison of microvascular anastomosis maturation in continuous and interrupted suture technique. *Res Square.* 2022; Feb 3.
19. Barros RS, Leal RA, Teixeira RK, Yamaki VN, et al. Continuous versus interrupted suture technique in microvascular anastomosis in rats. *Acta Cir Bras.* 2017;32(9):691-696.
20. Pruthi N, Tyagi G, Gohil D. End-to-side microvascular anastomosis on rat femoral vessels using only 2-throw knot interrupted sutures - evaluation of feasibility and patency rates. *World Neurosurg.* 2021;148:e145-e150.
21. Stewart M, Hammond P, Khatiwala I, Swendseid B, et al. Outcomes of venous end-to-side microvascular anastomoses of the head and neck. *Laryngoscope.* 2021;131(6):1286-1290.
22. Chiu YH, Chang DH, Perng CK. Vascular complications and free flap salvage in head and neck reconstructive surgery: analysis of 150 cases of reexploration. *Ann Plast Surg.* 2017;78:S83-S88.
23. Egeler SA, de Jong T, Luijsterburg AJM, Mureau MAM. Long-term patient-reported outcomes following free flap lower extremity reconstruction for traumatic injuries. *Plast Reconstr Surg.* 2018;141(3):773-783.
24. Van Look L, Menovsky T, Vissers G, Tondt T, Thiessen F. How to deal with an intraoperative thrombosis of microvascular anastomosis. *Open J Modern Neurosurg.* 2021;11:281-295.
25. Wu GJ, Loewenstein SN, et al. Unique complications of venous anastomotic couplers: a systematic review of the literature. *Venous Coupler Complications. J Reconstr Microsurg.* 2020;36(6):403-411.

Study on the Effects of Microvascular Anastomosis on Tissue in Rat Peripheral Artery Model

Qi Yanbo¹, Sanchin U¹, Anar B¹, Galindev B², Baatarsuren B¹

¹Department of Surgery, School of Medicine, MNUMS

²Institute of Bio-Medical Science, Center for Laboratory Zoology, MNUMS

E-mail: mglala123@gmail.com, Tel: +976-99846749

Background: Peripheral artery occlusion is the final stage of complications in peripheral arterial disease, which has a serious negative impact on the quality of life of patients. A study conducted in Germany found that 66% of the over 40,000 patients diagnosed with peripheral artery occlusion required limb amputation within four years of diagnosis. The primary treatment goals are to improve limb blood flow, alleviate pain, accelerate tissue regeneration, and prevent cardiovascular complications. Recent studies emphasize that microsurgical techniques may accelerate tissue regeneration and improve treatment outcomes.

Aim: This study aimed to evaluate and compare the effects of end-to-end (ETE) and end-to-side (ETS) microvascular anastomosis in a rat model of ischemia, focusing on tissue regeneration.

Materials and Methods: Thirty Wistar rats were divided into two groups (control group 10 rats, ischemic group 20 rats) at the Bio-Medical Research Institute of the Mongolian National University of Medical Sciences. Ischemia was induced in the experimental group, and ETE and ETS anastomoses were performed using donor arteries, which were preserved for three days. Preoperative and 21-day postoperative body weight, artery size, and blood flow were measured and analyzed to determine the results.

Results: In the control group, the average body weight was 227.86 ± 21.11 grams before surgery, which increased by 12.38 grams to 240.24 ± 25.77 grams post-surgery ($p < 0.01$). In the ischemic group, the rats that underwent ETE anastomosis had an average weight of 239.67 ± 26.96 grams before surgery, which decreased to 234.3 ± 27.20 grams immediately after surgery, but increased to 250.67 ± 27.09 grams after 21 days ($p < 0.05$). The ETS group showed an increase from 235.18 ± 22.39 grams to 249.62 ± 21.12 grams after 21 days ($p < 0.01$). The surgical duration for the control group was 24.51 ± 2.29 minutes, while the ischemic group required 39.75 ± 0.89 minutes for ETE and 46.65 ± 8.12 minutes for ETS anastomoses ($p = 0.001$). Intraoperative blood loss in the control group was 0.27 ± 0.12 ml, whereas the ischemic group showed blood loss of 0.58 ± 0.13 ml for ETE and 1.12 ± 0.61 ml for ETS, with some instances reaching 2.35 ml ($p < 0.01$).

Conclusions:

1. The body weight of the control rats increased to 240.24 ± 25.77 grams after 21 days, while the ischemic group showed an increase to 250.67 ± 27.09 grams, indicating improved tissue regeneration and successful microsurgical anastomosis.
2. Although PCNA and KGF protein expression levels decreased, tissue regeneration was robust, as evidenced by the continued regeneration observed 21 days after the microsurgery, indicating successful microvascular surgery. Differences in the response to ischemic changes were observed across tissues, with increased expression of KGF and PCNA in the skin and muscle tissues, further supporting the effectiveness of the regenerative process.

Keywords: Microvascular anastomosis, Limb ischemia, Tissue regeneration, Peripheral artery occlusion, Vascular surgery.