

Сорвины орчин үеийн эмчилгээний үр нөлөө: системчилсэн тойм өгүүлэл

П.Билгүүн¹, Я.Энхтөр¹, Ө.Дугармаа¹¹АШУУИС, Анагаах Ухааны Сургууль, Арьс судлалын тэнхим
Цахим иуудан: dugarmaa@mnu.edu.mn, Утас: 99105763

Түлхүүр үг:

Аутолог өөх
шилжүүлэн суулгалт
Өөхөн эдийн
гаралтай үүдэл эс
Стромын судасны
фракц, сорви, тойм

Товч утга

Үндэслэл: Орчин үед сорвины эмчилгээнд силикон гель, кортикостероид, лазер, мэс заслын аргууд тодорхой үр дүнтэй боловч сорвины бүтцийг бүрэн сэргээх боломж хязгаарлагдмал хэвээр байна. Сүүлийн жилүүдэд сорвины эдийн нөхөн төлжилтийг дэмжих шинэ аргууд эрчимтэй судлагдаж байгаа бөгөөд үүний нэг нь аутолог өөх шилжүүлэн суулгалт (AFG) юм. Энэхүү арга нь өөхөн эдийн гаралтай үүдэл эс (ADSCs), стромын судасны фракц (SVF) болон өсөлтийн хүчин зүйлсийг агуулдаг тул ангиогенезийг дэмжих, үрэвслийг бууруулах, коллагены бүтцийг шинэчлэн зохицуулж сорвины эдийн бүтэц, чанарыг сайжруулах боломжтой. **Зорилго:** Монгол Улсад AFG, ADSCs болон SVF-д суурилсан сорвины эмчилгээний үр нөлөө, аюулгүй байдалд хийгдсэн судалгаа хомс байгаа тул олон улсын мэдээллийг нэгтгэн, эмчилгээний үр дүн, аюулгүй байдлыг үнэлэх. **Арга, аргачлал:** Энэхүү системчилсэн тойм судалгааг PRISMA удирдамжийн дагуу гүйцэтгэж, PubMed, Scopus, Web of Science мэдээллийн сангуудаас хайлт хийв. Нийт 902 судалгаанаас шалгуурын дагуу 27 судалгааг сонгон авч, чанарын үнэлгээ болон дүн шинжилгээ хийж, AFG, ADSCs болон SVF-ийн сорвины эмчилгээнд үзүүлэх үр нөлөөг үнэлэв. **Үр дүн:** Нийт хамрагдсан 27 судалгааны дүнгээс үзэхэд AFG, ADSCs болон SVF эмчилгээний аргууд нь сорвины морфологи, эдийн бүтэц, уян хатан чанар, өвдөлт болон үйл ажиллагааны сэргэлтэд нийтлэг эерэг нөлөө үзүүлсэн байна. Өөх боловсруулах олон төрлийн арга хэрэглэгдэж байгаа ч 15 судалгаанд Колеман техникээр боловсруулалт хийж, дерм-гиподермийн заагаар ретроград тарилга хийсэн байна. Нийт сонгогдсон судалгааны 23 нь сорвины бүтцийн өөрчлөлтийг үнэлсэн ба сорвины өнгө, зузаан, уян чанар болон контур сайжирсан, өвдөлт, загатнааг үнэлсэн 6 судалгаанд эдгээр шинж тэмдэг буурсан байсан бол 6 судалгаанд үйл ажиллагааны алдагдлыг сэргээсэн үр дүн гарчээ. Мөн гистологийн өөрчлөлтийг үнэлсэн 6 судалгаанд коллагены бүтэц, зохион байгуулалт сайжрах, ангиогенез идэвхижих, фиброзын хэмжээ буурсан зэрэг мэдэгдэхүйц үр дүн гарсан байлаа. Түүнчлэн AFG-ийг PRP, SVF, фракцийн лазер зэрэг эмчилгээний аргуудтай хослуулан хийсэн 3 судалгаанд илүү үр дүн ажиглагдсан хэдий ч сорвины төрөл, техник болон үнэлгээний аргаас хамаарч харилцан адилгүй үр дүнтэй байв. **Дүгнэлт:** AFG, ADSCs болон SVF-д суурилсан эмчилгээний аргууд нь сорвины эдийн нөхөн төлжилтийг дэмжин, ангиогенезийг идэвхжүүлж, коллаген ширхгийн бүтцийн шинэчлэлтийг түргэсгэнээр фиброзын хэмжээг бууруулан сорвины эдийн уян хатан чанар, үйл ажиллагааг сайжруулж улмаар өвчтний амьдралын чанарыг дээшлүүлэх үр нөлөөтэй болохыг батлан харуулж байна. Иймд эдгээр аргууд нь Монгол улсад сорвины шинэ эмчилгээний стратеги болох боломжтой бөгөөд эмнэлзүйн практикт стандартчилан нэвтрүүлэх шаардлагатай байна.

Үндэслэл: Сорви нь арьс, зөөлөн эдийн гэмтэл, түлэгдэлт, мэс заслын дараах шарх эдгэрэлтийн үр дүнд үүсэх эмгэг өөрчлөлт бөгөөд зөвхөн гоо сайхны асуудал бус өвдөлт, загатнаа, хөдөлгөөний хязгаарлалт, эдийн уян чанар буурах зэрэг хүндрэлүүдийг үүсгэдэг.¹⁻⁴

Шарх эдгэрэлт нь гемостаз, үрэвсэл, пролифераци, ремоделинг гэсэн давхцан явагдах үе шатуудаас бүрдэх нарийн процесс юм. Гемостазын үед тромбоцитуудаас ялгарах TGF- β , PDGF, VEGF зэрэг хүчин зүйлс үрэвслийг өдөөдөг бол үрэвслийн шатанд нейтрофил, макрофагууд үхжсэн эдийг зайлуулж,

нөхөн төлжилтийг эхлүүлнэ.⁵⁻⁶ Проплиферацийн үед фибробластууд коллаген III болон ECM бүрэлдэхүүнүүдийг нийлэгжүүлж, ангиогенез явагдана. Харин ремоделингийн шатанд коллаген III нь коллаген I-ээр солигдож, MMPs ба TIMPs-ийн тэнцвэрээр сорвины бүтэц бүрэлдэнэ.⁷

Энэ процесс алдагдахад TGF- β /Smad замын хэт идэвхжил, үрэвсэл, гипокси үүсч үүний нөлөөгөөр фиброзын хэмжээ нэмэгдэж, гиперτροφик болон келойд сорви үүсдэг. Эдгээр сорви нь зөвхөн гадаад төрхийг өөрчлөхөөс гадна өвчтөний амьдралын чанар, сэтгэлзүй, үйл ажиллагааны чадварт сөргөөр нөлөөлдөг тул үр дүнтэй эмчилгээний арга боловсруулах шаардлага өндөр хэвээр байна.^{4,8}

Орчин үед сорвины эмчилгээнд силикон гель, кортикостероид, лазер, мэс заслын аргууд тодорхой үр дүнтэй боловч сорвины бүтцийг бүрэн сэргээх боломж хязгаарлагдмал байна. Сүүлийн жилүүдэд сорвины эдийн нөхөн төлжилтийг дэмжих шинэ аргууд эрчимтэй судлагдаж байгаа бөгөөд үүний нэг нь аутолог өөх шилжүүлэн суулгалт (AFG) юм. Энэхүү арга нь өөхөн эдийн гаралтай үүдэл эс (ADSCs), стромын судасны фракц (SVF) болон өсөлтийн хүчин зүйлсийг агуулдаг тул ангиогенезийг дэмжих, үрэвслийг бууруулах, коллагены бүтцийн шинэчлэлийг зохицуулах замаар сорвины эдийн бүтэц, чанарыг сайжруулах боломжтой.⁹⁻¹³

ADSCs болон тэдгээрийн экзосомууд нь фибробластын идэвхжил, коллагены хуримтлалыг зохицуулж, TGF- β /Smad замыг модуляцлан фиброзын хэмжээг бууруулдаг.^{14,28}

Мөн AFG нь сорвины зузаан, уян хатан чанар, арьсны бүтэц болон контурыг сайжруулах, мөн невропатик өвдөлт, үйл ажиллагааны алдагдлыг бууруулах боломжтойг харуулсан. Ялангуяа түлэгдлийн болон гэмтлийн дараах сорвины үед дермийн бүтэц сайжрах, судасжилт нэмэгдэх, коллагений зохион байгуулалт өөрчлөгдөх зэрэг гистологийн эерэг өөрчлөлтүүд ажиглагдсан байна. Мөн нано өөх шилжүүлэн суулгалт, микро липоаспираци, липоконцентрат зэрэг шинэ технологиуд нь сорвины бичил бүтцийг сайжруулах боломжтойг харуулж байна.¹⁴⁻²⁷

Монгол Улсад AFG, ADSCs болон SVF-д суурилсан сорвины эмчилгээний үр нөлөө, аюулгүй байдалд хийгдсэн судалгаа хомс байгаа тул олон улсын мэдээллийг нэгтгэн, эмчилгээний үр дүн, аюулгүй байдлыг үнэлэх хэрэгцээтэй байна.

Зорилго: Сорвины эмчилгээнд AFG, ADSCs, SVF-ыг ашигласан эмнэлзүйн болон туршилт судалгаануудыг системтэйгээр нэгтгэн дүн шинжилгээ хийж, сорвины бүтэц болон үйл ажиллагааны чадварын сэргэлтэд үзүүлэх үр нөлөөг тодорхойлон, сорвины эдийн нөхөн төлжүүлэх эмчилгээг эмнэлзүйн практикт хэрэглэх боломж, үр дүнтэй эсэхийг тогтоох.

Арга, аргачлал: Энэхүү судалгааг PRISMA удирдамжийн дагуу системчилсэн тойм хэлбэрээр

гүйцэтгэсэн бөгөөд PubMed, Scopus, Web of Science сангуудаас fat grafting, lipofilling, nanofat, ADSC, SVF, scar зэрэг түлхүүр үгсээр хайлт хийж, нийт 902 судалгаанаас гарчиг, хураангуйгаар 355-ыг сонгон, бүрэн эхийг үнэлсний үндсэн дээр 27 судалгааг хамруулсан.

Сонгогдсон судалгаануудаас өөх боловсруулсан арга, тарьсан өөхний эзлэхүүн, техникийн гүйцэтгэл, үр дүнгийн үзүүлэлтүүд (өвдөлт, загатнаа, үйл ажиллагааны чадвар, бүтэц болон гистологийн өөрчлөлт)-ийг системтэйгээр нэгтгэн дүгнэв. Судалгаануудын арга зүй, сорвины төрөл, үнэлгээний ялгаа их байсан тул тоон мета-анализ хийх боломжгүй гэж үзэж, чанарын аргаар дүгнэв.

Үр дүн: Энэхүү системчилсэн тоймд нийт 27 судалгаа хамрагдсан бөгөөд AFG, ADSCs, SVF-д суурилсан эмчилгээ нь сорвины бүтэц, эмнэлзүйн шинж тэмдэг болон үйл ажиллагаанд олон талын эерэг нөлөө үзүүлж байлаа. (Хүснэгт 1)

Өөхний эд боловсруулсан аргууд: Нийт 27 судалгаанаас 15 судалгаанд Колеман техникээр, 4 судалгаанд нано өөхний эд бэлтгэх аргаар, 2 судалгаанд өөхөн эдээс гаралтай регенератив эсийн (ADRC) ялгалтаар, 2 судалгаанд SVF-ын ялгалтаар, 1 судалгаанд лимфийн өөхний эд бэлтгэх аргаар, 1 судалгаанд ADSC-ийн экзосомын ялгалтаар, 1 судалгаанд механик микронжуулсан өөхний эдийг, 1 судалгаанд SEFFI техникийг тус тус ашигласан байна. Энэ нь сорвины эмчилгээнд өөхний эдийг боловсруулах олон төрлийн арга хэрэглэгдэж байгааг харуулсан.

Техникийн гүйцэтгэл: Ихэнхи судалгаанд өөхийг липосакцийн аргаар донор хэсгээс авч, дараа нь центрифуг, механик боловсруулалт эсвэл ферментийн аргаар баяжуулсан. Центрифугийн аргаар өөхийг 3000 rpm хурдтайгаар 3-5 минут центрифугдэж боловсруулсан байна. Боловсруулсан өөхийг сорвины дерм болон гиподермийн заагт, олон хавтгайд, ретроград тарилгын аргаар жигд тарьсан.

Тарьсан өөхний эзлэхүүн: Нийт 22 судалгаанд тарьсан өөхний эзлэхүүн 0.5-35 мл-ийн хооронд байсан бол 5 судалгаанд эзлэхүүний хэмжээг дурдаагүй. Зарим судалгаанд сорвины талбайгаас хамаарч тарих өөхний эзлэхүүний хэмжээг тусгасан. Тухайлбал, Piccolo нар (2019)²⁰ 10 см² талбайд 3 мл өөх тарьсан бол Jatin нар (2023)²⁹ 6.45 см² талбайд 2.5 мл өөх тарьсан байна.

Үр дүнгийн үнэлгээ

I. **Өвдөлт ба загатнаа:** 6 судалгаанд сорвитой холбоотой өвдөлт болон загатнаанд үзүүлэх нөлөөг үнэлсэн. AFG болон ADSCs эмчилгээ нь VAS, POSAS болон NPSI оноо, өвдөлт, загатнах шинж тэмдгийг бууруулж, сорвины уян хатан чанарыг сайжруулан субъектив болон молекулын түвшинд (COX-2, iNOS, nNOS) үрэвслийн маркеруудыг багасгах замаар сорвитой холбоотой невропатик шинж тэмдгийг бууруулах боломжтойг харуулжээ.

Хүснэгт 1. Энэхүү тоймд хамрагдсан судалгааны хураангуй

№	Судалгааны нэр	Өвдөлт ба загатнаа	Үйл ажиллагааны сэргэлт	Сорвины бүтцийн өөрчлөлт	Гистологийн өөрчлөлт
1	Song нарын (2025) ¹				+
2	Gentile нарын (2014) ²			+	
3	Huang нарын (2015) ³	+			
4	Foubert нарын (2017) ⁴			+	+
5	Gal нарын (2016) ⁸			+	
6	Dai нарын (2021) ⁹			+	
7	Alnemr нарын (2024) ¹⁰			+	
8	Fredman нарын (2016) ¹¹	+			
9	Santolo нарын (2015) ¹²			+	
10	Al-Hayder нарын (2017) ¹⁵		+	+	
11	Piccolo нарын (2019) ²⁰		+	+	
12	Klinger нарын (2008) ²¹		+	+	
13	Maricevich нарын (2020) ²²			+	+
14	Delia нарын (2025) ²³		+	+	
15	Klinger нарын (2013) ²⁸	+		+	
16	Jatin нарын (2023) ²⁹	+	+	+	+
17	Domergue нарын (2016) ³⁰			+	+
18	Wang нарын (2019) ³¹			+	
19	Uyulmaz нарын (2017) ³²			+	
20	Lin нарын (2017) ³³	+			+
21	Ha нарын (2019) ³⁴		+	+	
22	Xu нарын (2018) ³⁶			+	
23	Qagi нарын (2023) ³⁷			+	
24	Kemaloğlu нарын (2020) ³⁸			+	
25	Ni нарын (2023) ³⁹			+	
26	Strickland нарын (2016) ⁴⁰	+		+	
27	Riesco нарын (2017) ⁴¹			+	

II. *Үйл ажиллагааны сэргэлт*: Сорвины эмчилгээний дараах үйл ажиллагааны сэргэлтийг нийт 6 судалгаанд бодит үзлэг, сорилуудаар үнэлсэн. AFG эмчилгээ нь сорвины контрактурыг багасгаж, эдийн уян хатан чанарыг нэмэгдүүлэн үе мөч, нүүрний хөдөлгөөнийг сайжруулж үйл ажиллагааны сэргэлтийг дэмждэг болохыг үнэлгээний тогтсон нэг аргаар бус хэд хэдэн аргаар үнэлсэн байсан.

III. *Сорвины бүтцийн өөрчлөлт*: Нийт 23 судалгаанд AFG, ADSCs болон SVF-д суурилсан эмчилгээ нь сорвины өнгө, гадаргуугийн жигд байдал, зузаан, уян хатан чанар, зөөлөн эдийн эзлэхүүн, контурыг сайжруулж болохыг харуулсан. Үнэлгээг POSAS, VSS, гэрэл зураг, харж ажиглах, гистологийн болон хэт авиан шинжилгээний аргаар хийгдсэн бөгөөд эдийн бүтэц жигдэрч, collagen зохион байгуулалт сайжран, фиброзын хэмжээ буурч, эдийн хатуулаг багассан нь батлагдсан.

IV. *Гистологийн өөрчлөлт*: Гистологийн үнэлгээ нийт 6 судалгаанд хийгдсэн бөгөөд үр дүнд collagen хуримтлал буурах, collagen ширхэглэгийн зохион байгуулалт сайжрах, дермийн зузаан нэмэгдэх, ангиогенез идэвхжих, үрэвслийн маркерууд багасах зэрэг өөрчлөлтүүд ажиглагдсан. Тухайлбал, collagen ремоделинг идэвхжих, дермийн бүтцийн сайжралт явагдах, ADSC-ийн экзосомууд TGF-β/Smad дохиоллын замыг зохицуулах замаар сорвигүй эдгэрэлтийг дэмжих, мөн гипертрофик

сорвины фиброзын хэмжээ буурах өөрчлөлтүүд ажиглагдсан.

V. *Хавсарсан эмчилгээ*: Нийт 3 судалгаанд AFG-ийг бусад эдийг нөхөн төлжүүлэх аргуудтай хослуулсан. Gentile нарын (2014) судалгаанд SVF болон PRP-аар баяжуулсан аутолог өөх шилжүүлэн суулгалт нь сорвины өнгө, уян хатан чанар болон контурыг илүү сайжруулсан.² Delia нарын (2025) судалгаанд фракцийн лазертай хослуулахад үйл ажиллагааны болон гоо сайхны үзүүлэлтүүд илүү сайжирсан.²³ Qagi нарын (2023) судалгаанд липоконцентрат, nano өөхний эд, PRP болон фракцийн лазерын хослол нь сорвины бүтэц, арьсны чанар болон эзлэхүүнийг мэдэгдэхүйц сайжруулсан байна.³⁷

Хэлцэмж: Системчилсэн тоймоор AFG болон ADSCs нь сорвины эмчилгээнд олон талын эерэг нөлөөтэй болох нь тогтоогдсон. Ихэнх судалгаанд сорвины уян хатан чанар сайжран, зузаан, эдийн хатуурал багасч, мөн өнгө, контур жигдэрсэн бөгөөд заримд нь өвдөлт багасч, үйл ажиллагааны чадвар сэргэсэн байна.^{3,15,20,21,28,29}

AFG нь невропатик өвдөлт болон сорвины контрактурыг багасгаж хөдөлгөөнийг сайжруулах давуу талтай бөгөөд VAS, NPSI, POSAS, VSS зэрэг үнэлгээний аргуудаар эмнэлзүйн сайжрал батлагдсан.^{3,11,15,20,33,34} Гэвч зарим судалгаанд

статистикийн ач холбогдолгүй үр дүн гарсан нь сорвины төрөл, өөх боловсруулах загвар, техникээс хамаарах боломжтойг харуулж байна.^{8,42}

AFG эмчилгээний хүндрэл нь хөнгөн, түр зуурын шинжтэй өвдөлт, хаван, хөхрөлт ихэвчлэн богино хугацаанд ажиглагдаж өөрөө аяндаа арилдаг ба эмнэлзүйн ач холбогдол багатай гэж үзсэн.^{3,11} Өөхний үхжил, тосон уйланхай ховор үүсэх бөгөөд их хэмжээний өөхийг нэг дор эсвэл судасжилт муутай орчинд тарьсанаас үүсдэг.^{12,22} Мөн халдвар болон үрэвслийн урвал маш ховор тохиолддог ба зөв техник, халдвар хамгааллын дэглэм баримталсан үед эрсдэл бага байдаг ч зарим эрсдэлт бүлэгт нэмэгдэх боломжтой.^{27,35}

Судалгаануудын ихэнх нь ажиглалт болон тохиолдлын цуврал, судалгааны хамрах хүрээ цөөн, арга зүй, тарилгын техник, эзлэхүүн болон эмчилгээг хянах хугацаа харилцан адилгүй байсан нь үр дүнг нэгтгэн дүгнэхэд хүндрэл учруулж байсан. AFG, ADSCs суурилсан эмчилгээ нь үр дүнтэй арга хэдий ч өөх боловсруулах арга, тарилгын техник, үнэлгээний стандартыг сайжруулахын зэрэгцээ илүү чанартай, тохиолдол-хяналтын, нарийвчилсан судалгааг цаашид өргөжүүлэн хийх шаардлагатайг харуулж байна.

Дүгнэлт: AFG, ADSCs болон SVF-д суурилсан эмчилгээний аргууд нь сорвины эдийн нөхөн төлжилтийг дэмжин, ангиогенезийг идэвхижүүлж, коллаген ширхгийн бүтцийн шинэчлэлтийг түргэсгэснээр фиброзын хэмжээг бууруулан сорвины эдийн уян хатан чанар, үйл ажиллагааг сайжруулж улмаар өвчтний амьдралын чанарыг дээшлүүлэх үр нөлөөтэй болохыг батлан харуулж байна. Иймд эдгээр аргууд нь Монгол улсад сорвины шинэ эмчилгээний стратеги болох боломжтой бөгөөд эмнэлзүйн практикт стандартчилан нэвтрүүлэх шаардлагатай байна.

Ном зүй

1. Peijun Song et al. Adipose-Derived Stem Cell Exosomes Promote Scar-Free Healing of Diabetic Wounds via miR-204-5p/TGF- β 1/Smad Pathway Stem Cells Int. 2025 Feb 19;2025:6344844doi: 10.1155/sci/6344844. eCollection 2025.
2. Pietro Gentile et al. Adipose-Derived Stromal Vascular Fraction Cells and Platelet-Rich Plasma: Basic and Clinical Evaluation for Cell-Based Therapies in Patients With Scars on the Face J Craniofac Surg. 2014 Jan;25(1):267-72. DOI:10.1097/01.scs.0000436746.21031.ba
3. Shu-Hung Huang et al. Alleviation of Neuropathic Scar Pain Using Autologous Fat Grafting Ann Plast Surg. 2015 May;74 Suppl 2:S99-104. DOI:10.1097/SAP.0000000000000462
4. Philippe Foubert et al. Autologous adipose-derived regenerative cell therapy modulates development of hypertrophic scarring in a red Duroc porcine model Stem Cell Res Ther. 2017 Nov 15;8(1):261..
5. Geoffrey C. Gurtner et al. Wound repair and regeneration NATURE| Vol 453|15 May 2008 doi:10.1038/nature 07039
6. Jack W Penn et al. The role of the TGF- β family in wound healing, burns and scarring: a review Int J Burns Trauma. 2012;2(1):18-28. Epub 2012 Feb 5.PMID: 22928164
7. Meilang Xue et al. Extracellular Matrix Reorganization During Wound Healing and Its Impact on Abnormal Scarring Adv Wound Care (New Rochelle). 2015 Mar 1;4(3):119-136
8. Shaili Gal et al. Autologous fat grafting does not improve burn scar appearance: A prospective randomized double-blinded

- placebo-controlled pilot study Burns. 2017 May;43(3):486-489. doi:10.1016/j.burns.2016.09.019
9. Qiang Dai et al. Early Intervention with Autologous Fat Grafting to Reduce Hypertrophic Scar Formation Aesthetic Plast Surg. 2021 Oct;45(5):2409-2416. doi: 10.1007/s00266-021-02277-5.
10. Shu-Hung Huang et al. Evaluating the Efficacy of Facial Scar Treatment Techniques Using Nanofat Grafting Ann Plast Surg. 2015 May;74 Suppl 2:S99-104. DOI: 10.1097/SAP.0000000000000462
11. Rafi Fred man et al. Fat Grafting for Neuropathic Pain After Severe Burns Ann Plast Surg. 2016 Jun;76 Suppl 4:S298-303. doi: 10.1097/SAP.0000000000000674.
12. Maria Scotto di Santolo et al. High-resolution ultra sound evaluation of lipofilling in scars Radiol Med. 2016 Jun;121(6):521-7. doi: 10.1007/s11547-016-0621-x. Epub 2016 Feb 4.
13. Todor K Krastev et al. Autologous fat transfer to treat fibrosis and scar-related conditions: systematic review and meta-analysis J Plast Reconstr Aesthet Surg. 2020 Nov;73(11):2033-2048. doi: 10.1016/j.bjps.2020.08.023. Epub 2020 Aug 20. DOI: 10.1016/j.bjps.2020.08.023
14. Anouk A E Claessens et al. Therapeutic Efficacy of Adipose Tissue-Derived Components in Neuropathic Pain Bioengineering (Basel). 2024 Sep 30;11(10):992. doi:10.3390/bioengineering11100992.
15. Shems Al-Hayder et al. Use of autologous fat grafting for burn scar contracture in the hand Plast Surg Hand Surg. 2017 Aug 24;4(1):81-83. doi: 10.1080/23320885.2017.1369883
16. Fanny Evasari Lesmanawati et al. Autologous fat grafting and ADSC therapy for acute burns and burn-related scars: systematic review Tzu Chi Med J. 2024 Mar 6;36(2):203-211. doi: 10.4103/tcmj.tcmj_189_23. eCollection 2024 Apr-Jun.
17. Mario Alessandri-Bonetti et al. Role of Fat Grafting in Alleviating Neuropathic Pain Plast Reconstr Surg Glob Open. 2019 May 21;7(5): e2216. doi: 10.1097/GOX.0000000000002216
18. Albert Stachura et al. Use of ADSCs and SVF in skin scar treatment: systematic review J Clin Med. 2021 Aug 17;10(16):3637. doi: 10.3390/jcm10163637.
19. Omar El Sewify et al. Utility of Fat Grafting to Manage Burn Scars: systematic review J Burn Care Res. 2025 Nov 5;46(6):1269-1275. doi: 10.1093/jbcr/iraf146.
20. Nelson Sarto Piccolo et al. Fat Grafting for Treatment of Facial Burns and Burn Scars Clin Plast Surg. 2020 Jan;47(1):119-130. doi: 10.1016/j.cps.2019.08.015.
21. Marco Klinger et al. Fat Injection for Cases of Severe Burn Outcomes Aesthetic Plast Surg. 2020 Aug;44(4):1278-1282. doi: 10.1007/s00266-020-01813-z."
22. Juan P B R Maricevich et al. Histological Evaluation of the Skin After Fat Grafting Aesthet Surg J. 2020 May 16;40(6):NP388-NP393. DOI: 10.1093/asj/sjz327
23. Gabriele Delia et al. Hybrid Fractional Laser and Autologous Lipofilling J Clin Med. 2025 Sep 23;14(19):6708. doi: 10.3390/jcm14196708
24. Vinicius Zolezi DA Silva et al. Evidences of autologous fat grafting for treatment of keloids and hypertrophic scars Rev Assoc Med Bras. 2016 Dec;62(9):862-866.
25. Pietro Gentile et al. Advances of fat tissue engineering in wound and scar treatment Stem Cell Res Ther. 2021 Jun 2;12:318. doi: 10.1186/s13287-021-02397-4
26. Aurora Almadori et al. Scarring and Skin Fibrosis Reversal with Regenerative Surgery and Stem Cell Therapy Cells. 2024 Mar 3;13(5):443. doi: 10.3390/cells13050443.
27. Frances M Walocko et al. Therapeutic roles of adipose tissue in dermatology: systematic review J Am Acad Dermatol. 2018 Nov;79(5):935-944. doi: 10.1016/j.jaad.2018.06.010. Epub 2018 Jun 11.
28. Marco Klinger et al. Autologous Fat Graft in Scar Treatment J Craniofac Surg. 2013
29. Bhojani Jatin et al. Lipofilling—A Regenerative Alternate for Remodeling Burn Scars Indian J Plast Surg. 2023 Aug 16;56(4):357-366. doi: 10.1055/s-0043-1771515. eCollection 2023 Aug.
30. Sophie Domergue et al. Comparison between Stromal Vascular Fraction and Adipose Mesenchymal Stem Cells in Remodeling Hypertrophic Scars PLoS One. 2016 May 26;11(5)

31. Jing Wang et al. Mechanical micronization of lipoaspirates for hypertrophic scars *Stem Cell Res Ther.* 2019 Jan 24;10(1):42. doi: 10.1186/s13287-019-1140-1.
32. Semra Uyulmaz et al. Nanofat Grafting for Scar Treatment and Skin Quality Improvement *Aesthet Surg J* . 2018 Mar 14;38(4):421-428. doi: 10.1093/asj/sjx183.
33. Cen-Hung Lin et al. Autologous Adipose-Derived Stem Cells Reduce Burn-Induced Neuropathic Pain in a Rat Model *Int J Mol Sci* . 2017 Dec 22;19(1):34. doi: 10.3390/ijms19010034.
34. Yooseok Ha et al. Reconstruction of the Lower Leg With Percutaneous Aponeurotomy and Lipofilling *Int J Low Extrem Wounds*. 2019 Sep;18(3):336-338. doi: 10.1177/1534734619864192.
35. Harjoat Riyat et al. Autologous fat grafting for scars, healing and pain: a review *Scars Burn Heal*. 2017 Sep 18;3:2059513117728200. doi: 10.1177/2059513117728200
36. Xiao Xu et al. Autologous chyle fat grafting for the treatment of hypertrophic scars and scar-related conditions *Stem Cell Res Ther.* 2018 Mar 9;9(1):64. doi: 10.1186/s13287-018-0782-8.
37. Sarah Qari et al. Combined Synergetic Effect of Lipoconcentrate Fat Grafting, Nanofat Transfer, PRP, Microneedling and CO2 Fractional Laser *Cureus*. 2023 Aug 24;15(8):e44035. doi: 10.7759/
38. Cemal Alper Kemaloğlu et al. Immediate fat and nanofat-enriched fat grafting in breast reduction for scar management *J Plast Surg Hand Surg* . 2021 Jun;55(3):
39. Ming Ni et al. Autologous fat transplantation for steroid atrophy and hypopigmentation *J Surg Case Rep*. 2023 Apr;105:107976. doi: 10.1016/j.ijscr.2023.107976. Epub 2023 Mar 18.
40. Leah R Strickland et al. Steroid atrophy scarring treated with fat grafting in a patient with complex regional pain syndrome: A case report *J Cosmet Laser Ther*.
41. Benjamin Riesco et al. Autologous fat transfer with SEFFI technique in periocular reconstruction *Orbit*. 2018 Jun;37(3):191-195. doi: 10.1080/01676830.2017.1383470.
42. Eva A Williams et al. The Role of Fat Grafting in the Treatment of Keloid Scars and Venous Ulcers *J Craniofac Surg* 2019 May/Jun;30(3):696-697. doi: 10.1097/SCS.0000000000005208.

Efficacy of modern therapeutic approaches In scar management: a systematic review

Bilguun P¹, Enkhthur Ya¹, Dugarmaa U¹

¹Department of Dermatology, School of Medicine, Mongolian National University of Medical Sciences
E-mail: dugarmaa@mnums.edu.mn, Tel: +976-99105763

Abstract

Background: Current scar treatment modalities, including silicone gel, corticosteroids, laser therapy, and surgical interventions, demonstrate certain clinical benefits; however, their ability to fully restore normal skin architecture remains limited. In recent years, novel regenerative approaches aimed at enhancing scar tissue repair have been increasingly investigated. Among these, autologous fat grafting (AFG) has emerged as a promising modality. AFG contains adipose-derived stem cells (ADSCs), stromal vascular fraction (SVF), and various growth factors, which may improve scar quality by promoting angiogenesis, reducing inflammation, and regulating collagen remodeling.

Aim: In Mongolia, there are few studies on the effectiveness and safety of AFG, ADSC, and SVF-based treatments for scars, so it is necessary to summarize international evidence.

Materials and Methods: This systematic review was conducted in accordance with PRISMA guidelines. A comprehensive literature search was performed using PubMed, Scopus, and Web of Science databases. Of 902 identified studies, 27 met the inclusion criteria and were included for quality assessment and analysis to evaluate the therapeutic effects of AFG, ADSCs, and SVF in scar management.

Results: Findings from the 27 included studies demonstrated that AFG, ADSC, and SVF-based therapies had overall beneficial effects on scar morphology, tissue structure, elasticity, pain, and functional outcomes. Various fat-processing techniques were utilized; however, in 15 studies, the Coleman technique was employed, with retrograde injection administered at the dermal-hypodermal junction. Of the included studies, 23 evaluated structural changes in scars and reported improvements in scar color, thickness, elasticity, and contour. Six studies assessing symptoms demonstrated reductions in pain and pruritus, while six studies reported improvements in functional impairment. Histological evaluation in 6 studies revealed improved collagen organization, increased angiogenesis, and reduced fibrosis. Additionally, 3 studies combining AFG with adjunctive therapies such as platelet-rich plasma (PRP), SVF, and fractional laser reported superior outcomes, although results varied depending on scar type, technique, and evaluation methods.

Conclusion: AFG, ADSC, and SVF therapies promote scar tissue regeneration by enhancing angiogenesis, accelerating collagen remodeling, and reducing fibrosis. These effects contribute to improved elasticity, functional recovery, and overall quality of life in patients. Therefore, these approaches represent a promising novel strategy for scar management in Mongolia and warrant standardization and integration into clinical practice.

Keywords: Autologous fat grafting; adipose-derived stem cells; stromal vascular fraction; scar; systematic review