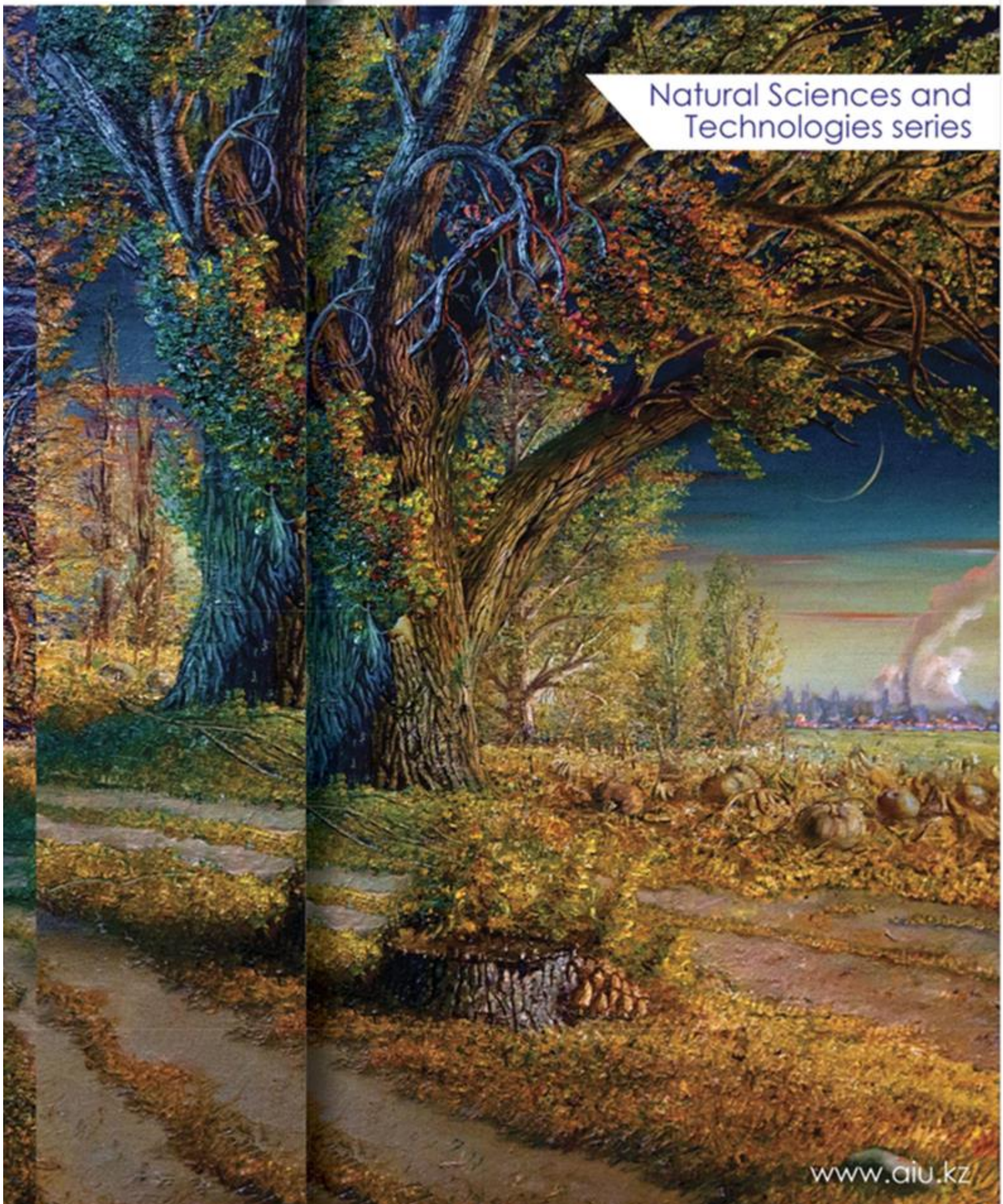


INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS



№4 (4) 2023

Natural Sciences and
Technologies series





INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS

Natural Sciences and Technologies series

Has been published since 2020

№4 (4) 2023

Astana

EDITOR-IN-CHIEF:

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician of NAS RK, Professor
Kalimoldayev M. N.

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:

Doctor of Biological Sciences, Professor
Myrzagaliyeva A. B.

EDITORIAL BOARD:

- | | |
|----------------------------|--|
| Akiyanova F. Zh. | - Doctor of Geographical Sciences, Professor (Kazakhstan) |
| Seitkan A. | - PhD, (Kazakhstan) |
| Baysholanov S. S | - Candidate of Geographical Sciences, Associate professor (Kazakhstan) |
| Zayadan B. K. | - Doctor of Biological Sciences, Professor (Kazakhstan) |
| Salnikov V. G. | - Doctor of Geographical Sciences, Professor (Kazakhstan) |
| Mukanova A.S. | - PhD, (Kazakhstan) |
| Tasbolatuly N. | - PhD, (Kazakhstan) |
| Abdildayeva A. A. | - PhD, (Kazakhstan) |
| Chlachula J. | - Professor, Adam Mickiewicz University (Poland) |
| Redfern S.A.T. | - PhD, Professor, (Singapore) |
| Cheryomushkina V.A. | - Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia) |
| Bazarnova N. G. | - Doctor Chemical Sciences, Professor (Russia) |
| Mohamed Othman | - Dr. Professor (Malaysia) |
| Sherzod Turaev | - Dr. Associate Professor (United Arab Emirates) |

Editorial address: 8, Kabanbay Batyr avenue, of.316, Nur-Sultan,
Kazakhstan, 010000
Tel.: (7172) 24-18-52 (ext. 316)
E-mail: natural-sciences@aiu.kz

International Science Reviews NST - 76153

International Science Reviews

Natural Sciences and Technologies series

Owner: Astana International University

Periodicity: quarterly

Circulation: 500 copies

CONTENT

Г.Қрықпаева, С.Ниғметжанов ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ УСТЬ-КАМЕНОГОРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПРИ САДКОВОМ ВЫРАЩИВАНИИ РЫБЫ.....	5
Д.С.Оразымбетова, О.З.Ілдербаев МЕТАБОЛИКАЛЫҚ СИНДРОМ КЕЗІНДЕГІ ИММУНДЫҚ ЖҮЙЕНІҢ РӨЛІ.....	15
Ү.Н. Нұркен, О.З.Ілдербаев СҮЙЕК РЕГЕНЕРАЦИЯСЫНА АРНАЛҒАН МЕЗЕНХИМАЛДЫ БАҒАНАЛЫ ЖАСУШАЛАРДЫ ҚОЛДАНУ ТИІМДІЛІГІ	27
Қ.Б.Сапар ТАҢДАЛҒАН CHARA ТҮРЛЕРІНІҢ КҮШЕЙТІЛГЕН ФРАГМЕНТ ҰЗЫНДЫҒЫ ПОЛИМОРФИЗМІНЕ (AFLP) НЕГІЗДЕЛГЕН ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯСЫ	35
А.А.Бериков, Т.Н.Самарханов ОЦЕНКА ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ БАЯНАУЛЬСКОГО РАЙОНА).....	49
З.М.Абылқасымова, А.Д.Спанбаев БИОЛОГИЯ ПӘНІНЕН ОҚУШЫЛАРДЫ ҰБТ – ҒА ДАЙЫНДАЙТЫН ОҚУ ҚҰРАЛЫН ПАЙДАЛАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІН АНЫҚТАУ.....	55
Р. Смадинов СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОМ АНАЛИЗЕ ДАННЫХ	74
N. Z. Kossym CHARACTERISTICS AND STANDARDS OF SOFTWARE QUALITY.....	84

СҮЙЕК РЕГЕНЕРАЦИЯСЫНА АРНАЛҒАН МЕЗЕНХИМАЛДЫ БАҒАНАЛЫ ЖАСУШАЛАРДЫ ҚОЛДАНУ ТИІМДІЛІГІ

Ү.Н.Нұркен¹, О.З.Ілдербаев²

¹Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, 2 курс магистранты

E.mail: nurkenovau@mail.ru

²Профессор, медицина ғылымдарының докторы

E.mail: oiz5@yandex.ru

Аннотация. Жарақаттардың, остеопороздың немесе ісіктердің нәтижесінде пайда болған сүйек сынықтарын қалпына келтіру регенеративті медицинадағы басты мәселелердің бірі болып табылады. Соңғы жылдары бағаналы жасушалар регенеративті медицинада өзін-өзі жаңарту және саралау қабілетіне байланысты қызықты нәтижелерге ие болды. Сонымен қатар, бағаналы жасушалар биоактивті молекулаларды бөліп шығаруға және әртүрлі қабылдаушы тіндердегі басқа жасушалардың әрекетін реттеуге қабілетті. Бағаналы жасушаларды пайдаланған кезде сүйек регенерация процесі тиімді және жылдам жақсаруы мүмкін. Осы мақсатта бағаналы жасушалар жиі биоматериалдармен /қапшықтармен және сынық орнында сүйектің жазылуын жеделдету үшін өсу факторларымен бірге қолданылады. Қысқаша, бұл шолу сүйек құрылымын және бағаналы жасушалардың остеогендік дифференциациясының тиімділігін сипаттайды. Сонымен қатар, жасушалық инженерия саласында сүйекті қалпына келтіру/қайта өсіру үшін мезенхималды бағаналы жасушаларының рөлі және олардың клиникалық қолданудағы соңғы жетістіктері талқыланады.

Кілт сөздер: мезенхималды бағаналы жасушалар, остеопороз, сүйек регенерациясы, сүйек аурулары, трансплантант.

СҮЙЕК СЫНУ АУРУЛАРЫ. Клиникалық тәжірибеде күнделікті сүйек аурулары байқалады, бұл денсаулықтың нашарлауына, әлеуметтік және экономикалық салдарға әкеледі [1]. Жыл сайын 20 миллионнан астам адам сүйек сыну ауруларымен ауырады [2]. Сынғаннан кейінгі сүйекті қалпына келтіру жүйелік және жергілікті факторлармен реттелетін бірізді жасушалық және молекулалық оқиғалар арқылы жаңа сүйектің пайда болуына әкелетін күрделі процесс [3].

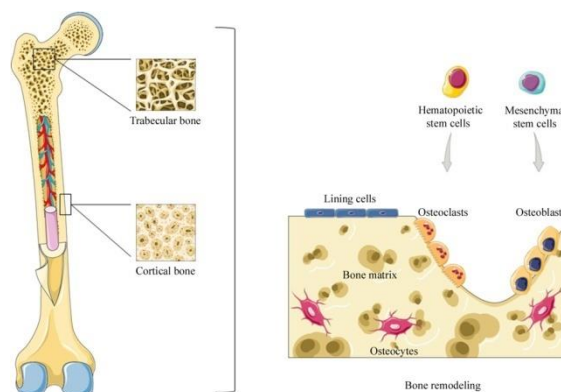
Сүйек сынуын қалпына келтіру әдетте зақымдалған қаңқа органын жарақатқа дейінгі қалпына келтірсе де, сынықтардың шамамен 10% қалыпты түрде емделмейді[1]. Шынында да, кейбір жағдайларда сүйек регенерациялау процесі остеосаркома, остеопороз, остеомалация, остеомиелит, аваскулярлық некроз және атрофиялық біріктірілмеу салдарынан кең сүйек резекцияларында сәтсіздікке ұшырауы мүмкін [2].

Атап айтқанда, остеосаркома және Ewing саркомасы жас субъектілерде диагноз қойылған сүйек қатерлі ісігінің ең көп таралған екі түрі болып табылады [1]. Шынында да, әдетте егде жастағы адамдарға әсер ететін басқа ісіктерден айырмашылығы [4], остеосаркома және Ewing саркомасы негізінен балалар мен жасөспірімдерде диагноз қойылады. Тиісінше 56 және 33% ересектерде таралады [5]. Остеосаркоманы емдеу химиотерапиямен байланысты хирургиялық резекцияны қамтиды [6]. Екінші жағынан, остеопороз - науқастарды сынықтардың даму қаупінің жоғарылауына әкелетін созылмалы ауру. Бұл патология қартайған популяциялардағы жоғары сырқаттанушылық пен өліммен сипатталады. Зақымдалған сүйектерді клиникалық тәжірибеде авто-трансплантат, алло-трансплантат немесе ксено-трансплантат сияқты сүйек трансплантаты арқылы қалыпты жағдайға қалпына келтіруге болады. Аутологиялық трансплантациялар мінсіз гистосәйкестікке, сондай-ақ остеоиндуктивті және остеоөткізгіш қасиеттерге байланысты сүйек регенерациясын жақсартудағы клиникалық алтын стандартты білдіреді. Дегенмен, автотрансплантациялар әлі де егу үшін қол жетімді сүйектің шектеулі мөлшерінен және донорлық аймақтың ауруынан туындайтын кейбір кемшіліктерді көрсетеді. Керісінше, алло-трансплантат пен ксено-трансплантат сүйек трансплантаттарына балама тәсіл, өйткені олар шектеулі аутологиялық сүйек жеткізу мәселесін шешеді және трансплантаттарды жинау үшін қосымша хирургиялық сынаманы қажет етпейді. Дегенмен, алло- және ксено-трансплантаттары донор тапшылығы, жоғары шығындар, жұқпалы агенттердің берілу қаупі немесе иммундық реакциялар сияқты кейбір кемшіліктерді ұсынады. Осы себептерге байланысты анағұрлым тиімді клиникалық терапиялық стратегия қажет. Осы мақсатта жасушалық инженерия сүйек жөндеуін/қайта өсуін жақсарту үшін жаңа остеоөткізгіш және остеоиндуктивті биоматериалдарды, бағаналы жасушаларды және өсу факторларын қолданды. Бағаналы жасушалар, атап айтқанда, жасушалардың регенерациясын/алмасуын бастайтын немесе қолдайтын молекулалардың секрециясына қоса, тұрақты өзін-өзі жаңарту және кеңейту, көп потенциалды, қабынуға қарсы және иммундық-модуляциялық әсерлерімен сипатталады. Клиникалық қолданбаларда 20 жылдан астам пайдаланылғанына қарамастан, бағаналы жасушалардың сүйек қалпына келтіру сипаттамалары мен әлеуеті әлі толық анықталмаған. Атап айтқанда, бағаналы жасушалар ақаулы жасушалар мен мүшелерді, соның ішінде сүйек, байлам және жүректі өсіру үшін бірнеше медициналық салаларда қарастырылды. Осылайша, бұл шолу сүйек жасушаларының регенерациясын жақсарту үшін бағаналы жасушаларды, атап айтқанда мезенхималды бағаналы жасушаларға арналған әлеуетті қолданбаларға назар аударады.

СҮЙЕК ҚҰРЫЛЫСЫ. Сүйек - дененің бірнеше мүшелерін қолдайтын және қорғайтын қатты және жоғары динамикалық жасуша. Сонымен қатар, сүйек жасушалары қызыл және ақ қан жасушаларын өндіру үшін ортаны қамтамасыз етеді, кальций мен фосфор сияқты минералды гомеостазда маңызды рөл атқарады және қаңқа бұлшықеттері үшін қатты негіз береді. Сүйек жасушасының екі түрін

анықтауға болады: сүйек массасының 80% құрайтын қатты кортикальды немесе ықшам сүйек және трабекулярлық сүйек, қалған бөлігі. Кортикальды сүйек сүйектің қатты-сыртқы қабаты болып табылады, ал трабекулярлық сүйек архитектурасы жүктемені беруді оңтайландыру үшін ұйымдастырылған. Трабекулярлы сүйек ұзын сүйектердің соңында, сонымен қатар жамбас сүйектерінде, бас сүйекте, қабырғаларда және омыртқаларда кездеседі. Сонымен қатар, оның құрамында гемопоэз жүретін қызыл сүйек кемігі бар.

Кортикальды және трабекулярлық сүйектер сүйектің қайта құрылуына ұшырайды (төменде қараңыз), сүйек массасының балансында және минералды гомеостазда маңызды рөл атқаратын өмірлік басым процесс. Сонымен қатар, сүйек тінінде екі түрлі фазаны ажыратуға болады (I) сүйек матрицасы және (II) остеобласттар, остеокласттар және остеоциттер сияқты жасушалық элементтерді қамтитын органикалық фаза (сурет 1).



Сурет 1. Сүйек құрылымының көрінісі

Сүйек тінінің екі түрін анықтауға болады: ықшам сүйек және трабекулярлық сүйек. Сүйек тіндері сүйектің қайта құрылуына ұшырайды, бұл сүйек массасының балансында және минералды гомеостазда маңызды рөл атқаратын өмірлік басым процесс. Сүйек қалпына келтіру кезінде гемопоэтикалық бағаналы жасушаларынан алынған остеокласттар ескі немесе зақымдалған сүйекті сіңіреді. Кейіннен остеокласттармен жойылған сүйекті ауыстыру үшін мезенхималық бағаналы жасушаларынан алынған остеобласттар зақымдалған аймаққа тартылады. Оның орнына остеобластардан алынған остеоциттер сүйек матрицасына көмілген кезде өз қызметін тоқтатады.

СҮЙЕК РЕГЕНЕРАЦИЯСЫНА БАҒАНАЛЫ ЖАСУШАЛАРДЫ ҚОЛДАНУ
ТИІМДІЛІГІ. Сүйек регенерациясы саласында мезенхималды бағаналы жасушалардың қолданатын жасуша негізіндегі терапия жарақат немесе сүйек аурулары салдарынан сүйек сынуларына қатысты бірнеше мәселелерді шешуге мүмкіндік береді. Сүйек қабыну тітіркендіргіштеріне ұшыраған кезде, жергілікті

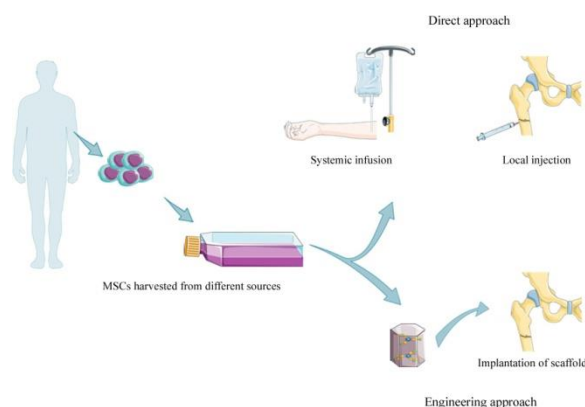
жөндеуге және сүйектерді емдеуге мүмкіндік беретін қабыну және регенеративті оқиғалардың каскады пайда болады. Бұл процесс қабынуға қарсы цитокиндердің жергілікті және жүйелі түрде шығарылуы, зақымдалған жерге иммундық жасушалардың тартылуы, жұмсақ жасушалардың қабынуы мен ісінуі, остеогендік гениторлық жасушалардың дифференциациясы, сүйек морфогенетикалық ақуыздарының жергілікті бөлінуі, каллустың қалыптасуы және сүйектің қайта құрылуы сияқты кейбір дәйекті оқиғаларды қамтиды. Сүйек қалпына келтіру кезінде, мезенхималды бағаналы жасушалар сүйек түзілуін қамтамасыз ету үшін остеобласттарға дифференциацияланатыны белгілі. Эндогендік немесе экзогендік мезенхималды бағаналы жасушалардың сүйек зақымдану орнына көшуі сүйек ауруын емдеудегі шешуші қадам болып табылады. Атап айтқанда, эндогенді мезенхималды бағаналы жасушалардың рекрутингіне иммундық жасушалар шығаратын қабыну медиаторлары әсер етеді, сүйек матрицасы шығаратын TGF- β 1 немесе химокиндер, мысалы, стромальды жасушадан алынған фактор 1 (SDF-1 CXCL12 деп те белгілі). CXCL12 адамның мезенхималды бағаналы жасушалардың да, бастапқы остеобласттарда да жоғары деңгейде табылғаны көрсетілді; CXCL12 остеобласты саралау үшін қажетті мырыш-саусақ транскрипция факторларының суперфамилиясының мүшесі болып табылатын Slug арқылы реттелетін сияқты. Сонымен қатар, бұл процеске цитокиндер (мысалы, IL-6, TNF- α және IL-1b) және өсу факторлары (IGF-1, PDGF-BB, TGF- β және HGF) сияқты басқа хемотактикалық факторлар қатысады.

Жедел жарақаттан кейін экзогенді мезенхималды бағаналы жасушаларды дереу қолдану жергілікті және жүйелі қабыну реакцияларының төмендеуіне әкеледі. Көптеген зерттеулер мезенхималды бағаналы жасушалар иммундық жүйені Т жасушаларын басу арқылы реттей алатынын хабарлады, В-жасушаларының және NK жасушаларының белсендірілуін және көбеюін азайтады, сонымен бірге реттеуші Т жасушаларының пайда болуына ықпал етеді. Керісінше, жарақаттан кейінгі аралық кезеңдерде басқарылатын мезенхималды бағаналы жасушалар хондроциттер мен остеобласттарға дифференциациялануына байланысты сүйек жөндеуіне қатысады, осылайша жергілікті эндогендік остеопрогениторлық жасушаларды тартуды ынталандырады.

Мезенхималды бағаналы жасушалардың негізіндегі терапияда ықтимал шектеу инфузиядан кейін мезенхималды бағаналы жасушалардың сақталмауы болып табылады. Кейбір авторлар белсенді иммунологиялық процесс алло-мезенхималды бағаналы жасушалардың шектеулі тұрақтылығына да жауап береді деп сендірді. Шынында да, [Ankrum et al. \(2014\) басқа авторлар \(Paterson және т.б., 2014 \)](#) анықтағандай, мезенхималды бағаналы жасушалар «иммундық артықшылықты» емес, деген идеяны қолдады, өйткені донорлардан аллогендік мезенхималды бағаналы жасушалардың иммундық қабылдамауды тудыруы мүмкін [7]. ISCT адамның мезенхималды бағаналы жасушаларын МНС I оң және МНС II теріс деп анықтады[9]; [Ле Блан және т.б. \(2003\)](#) дифференциацияланбаған MSC I класс МНС

төмен деңгейлерін білдіретінін және МНС II класы үшін теріс екенін көрсетті, ал дифференциалданған мезенхималды бағаналы жасушалардың немесе IFN- γ әсеріне ұшыраған мезенхималды бағаналы жасушалар МНС I және МНС II айтарлықтай көбірек көрсете алады.

Жасуша терапиясында белгілі бір жасушалардан жиналған мезенхималық бағаналы жасушалары культураның кеңеюімен немесе онсыз пайдаланылуы мүмкін [10]. Сонымен қатар, мезенхималды бағаналы жасушалар сүйектің зақымдалған аймағына жеткізілуі мүмкін: (I) жүйелі немесе жергілікті инъекциялар және (II) инженерлік әдістер [11]([2-сурет](#)).



Сурет 2. Мезенхималды бағаналы жасушалар негізіндегі терапияға арналған стратегиялар

Мезенхималды бағаналы жасушалар әртүрлі көздерден оқшаулануы мүмкін [мысалы, амниотикалық сұйықтық (AF-MSCs), стоматологиялық целлюлоза тіндері (DPSCs), плацентадан алынған MSCs (PD-MSCs), сүйек кемігі тіндері (BM-MSCs) және май тінінен (ADSCs)] клиникалық қолдану алдында культураны кеңейтумен немесе онсыз. Мезенхималды бағаналы жасушалардың тамыр ішіне жүйелі инфузия немесе жергілікті инъекция арқылы сыну орнына енгізуге (тікелей тәсіл) немесе зақымдалған аймаққа имплантациялау алдында тірекке (мысалы, керамика, полимерлер және композит) жүктеуге болады.

Мезенхималды бағаналы жасушалары өзін-өзі жаңарту, мультипотентті, иммуносупрессивті және гомингтік қасиеттеріне байланысты жасуша негізіндегі терапияға тартымды үміткерлер болып табылады. Сол сияқты, мезенхималды бағаналы жасушалар зақымдалған тіндерді қалпына келтіре алады, аутокриндік/паракриндік әсерлер көрсете алады және өзгертілген мезенхималды бағаналы жасушалар сүйек ауруларын емдеуде емдік молекулаларды/гендерді жеткізе алады.

Бүгінгі күні сүйектерді емдеудегі мезенхималды бағаналы жасушалардың нақты механизмдері олардың үлкен сүйек ақаулары бойынша өнімділігін бағалауға және клиникалық тәжірибеде қолданылатын ең жақсы тәсілдерді анықтауға қатысты әлі түсінілмейді. Атап айтқанда, қажетсіз мезенхималды бағаналы жасушалардың дифференциациясына қатысты мәселелерді болдырмау үшін қосымша зерттеулер қажет. Осы мақсатта *ex vivo* кеңейту кезінде мезенхималды бағаналы жасушалар өсу шарттарын реттеуге мүмкіндік беретін стандартталған хаттамалар қажет. Жасуша терапиясындағы басқа шектеулер этикалық мәселелерге, мүмкін иммунологиялық бас тартуға, қол жетімді бағаналы жасушаларының шектеулі санына немесе донорға байланысты айырмашылықтарға байланысты өзгермелілікке қатысты. Мезенхималды бағаналы жасушалар оқшаулау мен кеңейтуден басқа, сүйек регенеративті медицина үшін тағы бір қиындық сүйек жарақатына мезенхималды бағаналы жасушаларды жеткізу болып табылады. Осы контекстте сүйек сынықтары орнында мезенхималды бағаналы жасушалар ангиогенезі мен остеогендік дифференциациясын ілгерілету мақсатында мезенхималды бағаналы жасушалар үшін 3D ортаны қамтамасыз ету үшін бірнеше остеоиндуктивті/остеоөткізгіш биоматериалдар қолданылды. Бұл тәсілді BMPs (әсіресе BMP-2 және BMP-7) немесе PRP сияқты белгілі бір өсу факторлары болған кезде сәйкес биоматериалдарға мезенхималды бағаналы жасушаларды себу арқылы жақсартуға болады.

Сонымен қатар, ортопедиялық және травматологиялық жағдайларда сүйектің жазылу процесін жеделдету үшін ұлпалардан алынған мезенхималды бағаналы жасушалардың парақтарын жалғыз немесе әртүрлі тіректермен біріктіріп пайдалануға болады.

Дегенмен, мезенхималды бағаналы жасушалардың терапиясы тіндік инженериядағы қызықты даму болғанына қарамастан, қазіргі аяқталған клиникалық зерттеулер деректерінің болмауына байланысты сүйектерді қалпына келтіруге арналған жаңа мезенхималды бағаналы жасушалардың терапияларын ұсыну үшін қосымша зерттеулер қажет. Болашақта мезенхималды бағаналы жасушалардың әлеуеті туралы қосымша білім және жаңа терапевтік стратегияларды пайдалану сүйек регенерациясына/сауықтыруға жетілген тәсілдерді дамытуға мүмкіндік береді.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Абазари М.Ф., Неджати Ф., Насири Н., Хазени ЗАС, Назари Б., Эндерами С.Е. и др. (2019). Обогащенная тромбоцитами плазма, содержащая электропряденные нановолокна ПВА-хитозан-ГК, ускоряет остеогенную дифференцировку и реконструкцию кости. *Ген* 720:144096. doi: 10.1016/j.gene.2019.144096

2. Абдель Мегид, Э., Ке, Ю., Джи, Дж. и Эль-Хашаш, АНК (2018). Применение стволовых клеток в восстановлении и регенерации костей и зубов: новые идеи, инструменты и надежды. *Дж. Селл. Физиол.* 233, 1825–1835. doi: 10.1002/jcp.25940
3. Алмейда, Ч.Р., Васконселуш, Д.П., Гонсалвес, Р.М. и Барбоза, Массачусетс (2012). Усиление рекрутирования мезенхимальных стромальных клеток через естественные клетки-киллеры за счет включения воспалительных сигналов в биоматериалы. *JR Soc. Интерфейс* 9, 261–271. doi: 10.1098/rsif.2011.0357
4. Анкрум Дж. А., Онг Дж. Ф. и Карп Дж. М. (2014). Мезенхимальные стволовые клетки: иммуноускользающие, неиммунопривилегированные. *Нат. Биотехнология.* 32, 252–260. doi: 10.1038/nbt.2816
5. Ансборо С., Рулофс А.Дж. и Де Бари К. (2017). Мезенхимальные стволовые клетки для лечения ревматоидного артрита: иммунная модуляция, восстановление или и то, и другое? *Курс. Мнение. Ревматол.* 29, 201–207. doi: 10.1097/BOR.0000000000000370
6. Арвидсон К., Абдаллах Б.М., Эпплгейт Л.А., Бальдини Н., Ченни Э., Гомес-Баррена Э. и др. (2011). Регенерация костной ткани и стволовые клетки. *Дж. Селл. Мол. Мед.* 15, 718–746. doi: 10.1111/j.1582-4934.2010.01224.x
7. Бадилак, С.Ф., Фрейтес, Д.О. и Гилберт, Т.В. (2015). Перепечатка: внеклеточный матрикс как материал биологического каркаса: структура и функции. *Акта Биоматер.* 23 (Дополнение), C17–C26. doi: 10.1016/j.actbio.2015.07.016
8. Баллардини А., Монтези М., Пансери С., Вандини А., Бальбони П.Г., Тампиери А. и др. (2018). Новые нанофазы гидроксиапатита с повышенной остеогенной и антибактериальной активностью. *Дж. Биомед. Матер. Рез. А* 106, 521–530. doi: 10.1002/jbm.a.36249
9. Байрактар, Х.Х., Морган, Э.Ф., Нибур, Г.Л., Моррис, Дж.Е., Вонг, Э.К. и Кивени, Т.М. (2004). Сравнение упругих и пластических свойств трабекулярной и кортикальной костной ткани бедренной кости человека. *Дж. Биомеханик.* 37, 27–35. doi: 10.1016/s0021-9290(03)00257-4
10. Бин О.С., Фонсека В.К., Купер Л.Л., Корен Г. и Дарлинг Э.М. (2014). Влияние старения на регенеративные свойства мезенхимальных стволовых/стромальных клеток костномозгового, мышечного и жирового происхождения. *PLoS One* 9:e115963. doi: 10.1371/journal.pone.0115963
11. Бельмар-Лопес К., Мендоса Г., Оберг Д., Бернет Дж., Саймон К., Сервелло И. и др. (2013). Мезенхимальные стромальные клетки тканевого происхождения, используемые в качестве носителя для противоопухолевой терапии, оказывают

различное влияние *in vivo* на миграцию и рост опухоли. *БМК Мед.* 11:139. doi: 10.1186/1741-7015-11-139