

Обзорная статья

Мезенхимальные стволовые клетки в регенеративной терапии: Терапевтический потенциал и области применения

Received: 07.01.2026

Accepted: 02.02.2026

Published: 27.02.2026

[Омарғали А.Е.](#)¹, [Едилбаева Т.Т.](#)², [Ганина А.М.](#)³, [Ахаева А.А.](#)⁴

Citation: Azamat Omargali, Tanzira Yedilbayeva, Anastasia Ganina, Aizhan Akhayeve. Mezenximal'ny'e stvolovy'e kletki v regenerativnoj terapii: Terapevticheskij potencial i oblasti primeneniya (Mesenchymal stem cells in regenerative therapy: Therapeutic potential and applications) [in Russian]. Astana Medical Journal, 2026, 126(1), amj006. <https://doi.org/10.54500/2790-1203-2026-1-126-amj006>

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



¹ Главный специалист департамента развития науки, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан

² Заместитель директора департамента развития науки, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан

³ Руководитель отдела клеточных технологий и трансплантаций, Национальный научный медицинский центр, Астана, Казахстан

⁴ Руководитель лаборатории клеточной иммунотерапии, Национальный научный медицинский центр, Астана, Казахстан

* Корреспондирующий автор: omargali.a@amu.kz

Резюме

Цель данного обзора - представить обновленную информацию о потенциале использования мезенхимальных стволовых клеток (МСК) в регенеративной медицине. МСК могут быть выделены из различных тканей организма, при этом их биологические свойства во многом зависят от источника происхождения. МСК костного мозга остаются наиболее изученными и широко применяемыми, однако их использование ограничено инвазивностью получения, низким клеточным выходом и возраст-зависимым снижением регенераторного потенциала. Плацента человека является альтернативным источником МСК для исследования и разработки препаратов благодаря высокой доступности, возможности получения большого количества клеток и низкой иммуногенности. Настоящий обзор направлен на обобщение современных литературных данных о регенеративных свойствах мезенхимальных стволовых клеток костного мозга и плаценты человека и сравнительную оценку их потенциала для применения в регенеративной медицине.

Ключевые слова: мезенхимальные стволовые клетки, регенеративная клеточная терапия, МСК костного мозга, плацентарные мезенхимальные стволовые клетки.

1. Введение

Во всем мире растет потребность в регенерации скелетной ткани (кости или хряща) в связи с увеличением числа травм, рака, заболеваний костей и суставов, а также старением, связанным со снижением качества жизни. В этом контексте особый интерес представляют мезенхимальные стволовые/стромальные клетки (МСК), которые определяются как соматические стволовые клетки, обладающие способностью к самообновлению, мультипотентной дифференцировке и иммуномодуляции, способные давать начало костной, хрящевой и жировой тканям [1]. Указанные свойства МСК определяют высокий терапевтический потенциал в восстановлении опорно-двигательной, нервной, сердечно-сосудистой и иммунной систем, что подчеркивает клиническую и научную значимость Мезенхимальных Стволовых Клеток.

МСК могут быть выделены из различных источников, включая костный мозг, жировую ткань, пуповину, пуповинную кровь, плаценту и другие ткани [1,2]. Первоначально МСК были идентифицированы как стромальные или вспомогательные клетки для гемопоэтических стволовых клеток в костном мозге. Многочисленные исследования демонстрируют иммуномодулирующую и гомеостатическую роль МСК в регуляции воспаления, проявляя эту иммуномодулирующую регуляцию посредством клеточного контакта и паракриной сигнализации [3]. МСК также секретируют факторы роста и могут мигрировать к поврежденным участкам [3]. Эти свойства в сочетании с легкостью культивирования *in vitro* делают МСК подходящими кандидатами для экспериментальных исследований, доклинических исследований и клинических испытаний.

Более того, различные источники дают начало МСК с уникальными характеристиками. В

отличие от других стволовых клеток, МСК, полученные из костного мозга, считаются наиболее широко исследованными на предмет их иммуносупрессивной активности [3]. Это свойство позволяет использовать МСК костного мозга для лечения аутоиммунных заболеваний, а также для индукции толерогенного ответа при болезни «трансплантат против хозяина» (БТПХ) [4] и усиления противоопухолевой терапии [3,5,6]. Однако их трудно получить, поскольку донор должен пройти болезненную и инвазивную процедуру аспирации костного мозга, обычно из подвздошного гребня. Ограниченная доступность сочетается с относительно низким выходом клеток (0,001%-0,01%), при этом количество стволовых клеток значительно уменьшается с возрастом [1,7]. Это побудило исследователей искать альтернативные источники МСК, которые можно было бы легче получить в больших количествах.

МСК, полученные из плаценты, легкодоступны и имеются в большом количестве [8]. Помимо экспрессии классических клеточных поверхностных маркеров, удовлетворяющих минимальным критериям ISCT, плацентарные МСК (П-МСК) положительны по UEA-1 (который отрицателен в МСК костного мозга) [5,9]. Эти особенности обуславливают растущий интерес к использованию МСК человеческой плаценты, которые рассматриваются как более доступная альтернатива мезенхимальным стволовым клеткам костного мозга в экспериментальных и клинических исследованиях.

Цель данного обзора — представить обновленную информацию о регенеративных свойствах мезенхимальных стволовых клеток (МСК) костного мозга и плаценты человека.

2. Материал и методы

Поиск для данного обзорного исследований, посвященных сравнению мезенхимальным стволовым клеткам костного мозга и плаценты человека, проводился с использованием электронных баз данных PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science и Cochrane Library, а также в поисковой системе Google Scholar. Для цитирования соответствующих статей использовались следующие ключевые слова:

«взрослые мезенхимальные стволовые клетки» И «костного мозга» И «плаценты» И «терапия» с термином mesh.

В данном обзоре были использованы все исследования, начиная от оригинальных статей (исследования *in vitro* и *in vivo*), клинических испытаний и обзорных исследований, при условии,

что они были опубликованы на английском языке и прошли рецензирование.

Исследования исключались, если они 1) не касались мезенхимальных стволовых клеток; 2)

идентифицировали мезенхимальные стволовые клетки у лиц не взрослого возраста или эмбрионов; 3) были недоступны для свободного просмотра.

3. Результаты и обсуждение

Общие понятия

Концепция постнатальных мезенхимальных стволовых клеток возникла у Фриденштейна в 1966 году в результате исследований стромы костного мозга [10]. В 1988 году Оуэн и Фриденштейн описали эти стромальные клетки костного мозга как гетерогенную популяцию, возможно, содержащую стволовые и прогениторные клетки, способные дифференцироваться в различные ткани, включая костную [11]. Впоследствии Арнольд Каплан в 1991 году ввел термин «мезенхимальные стволовые клетки» (МСК) для описания ограниченной популяции клеток, ответственных за формирование костей и хрящей в эмбрионе, а также за их восстановление и обновление в тканях взрослого организма [12,13].

В 2006 году Международное общество клеточной терапии (ISCT) в попытке установить общий консенсус в отношении мультипотентных мезенхимальных стромальных клеток предложило ряд характеристик для определения МСК. Эти критерии включали: адгезию к пластику в стандартных условиях культивирования, экспрессию клеточных поверхностных маркеров CD105, CD90 и CD73; отсутствие гематопоэтических клеточных поверхностных маркеров CD45, CD34, CD14, CD11b, CD79a или CD19 и HLA-DR, и, наконец, способность дифференцироваться *in vitro* в остеобласты, адипоциты и хондроциты, определяемую с помощью методов окрашивания [14].

Стволовые клетки - это неспециализированные клетки, которые обладают способностью обновляться или дифференцироваться в более специализированные клетки. Пролиферация стволовых клеток необходима для поддержания ниши стволовости.

Дифференцировка - это процесс, посредством которого в определенных физиологических или экспериментальных условиях неспециализированные клетки индуцируются к превращению в тканеспецифические или органоспецифические клетки. Дифференцировочный потенциал стволовых клеток важен во время развития эмбриона. У взрослых основная функция стволовых клеток заключается в поддержании тканевого

гомеостаза, действуя как внутренняя система восстановления.

Регенеративная медицина - это междисциплинарная область трансплантационной медицины, целью которой является заживление или замена поврежденных тканей или органов в результате возраста, болезни или травмы. В последнее время современная наука и медицина наблюдают значительный рост исследований стволовых клеток, которые получили мировое признание благодаря своему огромному терапевтическому потенциалу в области регенеративной медицины. Она может включать трансплантацию стволовых клеток, которые будут восстанавливать поврежденную ткань, стимулировать собственные процессы восстановления организма или служить средствами доставки терапевтических агентов, таких как гены, цитокины или терапевтические препараты [15].

Источники происхождения и тип мезенхимальных стволовых клеток

Взрослые стволовые клетки были идентифицированы во многих органах и тканях. Жировая ткань (ЖТ), костный мозг (КМ) и пуповина (П) являются тремя основными источниками мезенхимальных стволовых клеток (МСК) [16-18]. Другими источниками являются вартонв студень (ВС), эндометрий, кожа, плацента (ПЛ), синовиальная жидкость (СФ), мышцы и пульпа зуба (ПЗ) [19-22]. Как эмбриональные, так и взрослые ткани являются источниками стволовых клеток с терапевтическим потенциалом [23,24]. Однако эмбриональные стволовые клетки имеют некоторые ограничения в клинической практике, такие как этические проблемы, трудность получения и склонность к образованию опухолей [25].

МСК, выделенные из разных тканевых источников, имеют схожий секретом, с вариациями в количестве и пропорциях различных компонентов [26-28]. Помимо присущих различий между различными источниками клеток, этот параметр может также зависеть от условий культивирования и роста клеток [29-31]. Основные различия между различными типами МСК могут быть обусловлены чувствительностью к рецепторам стрессовых сигналов на МСК [32], хотя этот момент требует

дальнейшего исследования. Другие факторы могут быть связаны с изменчивостью скорости и эффективности механизма синтеза белка у разных МСК [33]. Эти параметры могут определять выход и соотношение соответствующих секретируемых белков на активированную клетку.

Терапевтическое применение мезенхимальных стволовых клеток

МСК вызывают широкий спектр противовоспалительных, иммуномодулирующих эффектов [34,35] и прорегенеративных эффектов [36], которые закладывают основу для более практического терапевтического применения [37,38]. Стромальные мезенхимальные клетки, полученные из различных тканей человека, были протестированы в регенеративной медицине на различных моделях заболеваний животных [18,39,40]. Например, МСК костного мозга являются наиболее широко используемыми в исследованиях стволовыми клетками [41]. МСК костного мозга - это стволовые клетки, способные к самообновлению и дифференцировке в клетки мезодермальных тканей, главным образом в остеобласты, хондроциты и адипоциты [42-45]. Главное преимущество такого стабильного клеточного фенотипа заключается в том, что имплантация МСК костного мозга из различных мезенхимальных тканей, в отличие от эмбриональных стволовых клеток и индуцированных плюрипотентных стволовых клеток, менее связаны с риском образования тератом или неконтролируемой злокачественной трансформации [46, 47]. Однако количество стволовых клеток, получаемых из тканей взрослых, ограничено [48]. Их выделение сопряжено с многочисленными рисками, а после извлечения из организма эти клетки обладают минимальным диапазоном дифференцировки и пролиферации. В результате получение больших количеств стволовых клеток из них представляет собой сложную задачу.

Характеристики МСК из плаценты человека

Плацента является высокопродуктивным источником стволовых клеток по сравнению с другими источниками, такими как костный мозг и жировая ткань, где восстановление клеток снижается с возрастом донора [49,50]. МСК выделенные из плаценты обладают классическим набором клеточных поверхностных маркеров, удовлетворяющих минимальным критериям ISCT [51]. Плацента выходит из утробы матери при рождении ребенка, и считается медицинскими отходами. Это дает ряд преимуществ так как ее использование не вызывает этических проблем, в отличие от использования эмбриональных стволовых клеток [52]. Использование плаценты также

исключает инвазивное оперативное вмешательство для получения МСК как в случае с другими источниками взрослых стволовых клеток [53,54].

Плацента является иммунопривилегированным органом [55], и клетки, выделенные из плаценты, демонстрируют низкую иммуногенность *in vitro* и *in vivo* при ксенотрансплантации иммунокомпетентным животным [40,56]. Универсальность и дифференцировочный потенциал клеток плаценты очень высоки, вероятно, из-за их примитивного происхождения. В регенеративной медицине действие стволовых клеток ограничивается не только восстановлением клеток ткани, но и временным паракринным действием. Это паракринное действие связано с факторами, продуцируемыми и секретируемыми стволовыми клетками, которые контролируют повреждение, модулируют иммунные реакции и способствуют самовосстановлению в сохранившейся поврежденной ткани [23,35]. Плацента играет фундаментальную роль в фетоматеринской толерантности, и это объясняет, почему плацентарные стволовые клетки имеют дополнительное преимущество перед другими стволовыми клетками с точки зрения иммуномодуляции [57,58].

Кроме того, беременность является примером «толерантного аллотрансплантата». ПСК человека, полученные из фетальных тканей плаценты, могут иметь преимущество, поскольку они имеют более низкую экспрессию HLA, что может объяснить, почему во время длительной беременности фетальные ткани плаценты не отторгаются несовместимой материнской иммунной системой, которая является общей для сосудистой системы материнской плаценты [57].

В основе материнской толерантности во время беременности лежат множественные механизмы. Фетальные и, в частности, плацентарные ткани способствуют созданию иммунопривилегированной и иммунорегуляторной среды. Клетки плаценты характеризуются отсутствием антигенов MHC класса II, которые обычно опосредуют отторжение трансплантата [59]. Клетки плаценты не только экспрессируют низкий уровень высокополиморфных форм антигенов MHC класса I, но и экспрессируют неклассическую форму HLA-G, которая может играть роль в подавлении иммунных ответов и способствовать материнско-фетальной толерантности [17,18]. Кроме того, посредством высвобождения гормонов [19], цитокинов [20] и растворимых форм антигенов MHC клетки плаценты отклоняют материнские иммунные

ответы в сторону иммунной толерантности. Таким образом, клетки врожденного иммунитета матери приобретают супрессивный профиль, характеризующийся сниженной продукцией провоспалительных цитокинов. Кроме того, исчезают В-клетки и многие Т-клетки, оставляя регуляторные Т-клетки (Treg) в качестве основной субпопуляции Т-клеток, обладающих как иммуносупрессивными, так и противовоспалительными характеристиками [60] [21].

Плацента также является гемопоэтическим органом, поскольку содержит большое количество гемопоэтических стволовых клеток (ГСК), обладающих функциональными свойствами истинных ГСК и могут дифференцироваться во все

типы зрелых клеток крови и способны поддерживать гемопоэз на протяжении всей жизни эмбриона.

Кроме того, клиническая эффективность и безопасность Плацентарных Мезенхимальных Стволовых Клеток могут быть выше по сравнению с другими источниками МСК, поскольку ПМСК - это более молодые клетки, которые меньше времени подвергались воздействию вредных агентов, таких как активные формы кислорода (АФК), химические и биологические агенты и физические стрессоры [61]. Также ПМСК обладают ограниченной способностью к росту в культуре из-за низкой активности теломеразы, которая также теряется во время пролиферации, что делает их безопасным продуктом для использования в регенеративной медицине [9].

4. Выводы

Сравнительный анализ результатов исследования показывает, что мезенхимальные стволовые клетки (МСК), независимо от их источника, обладают ключевыми характеристиками, включая способность к самообновлению, мультипотентную дифференцировку и выраженную иммуномодулирующую активность. В то же время, в значительной степени отличается их функциональные свойства, и в зависимости от ткани происхождения меняется их практическое назначение.

МСК, полученные из костного мозга, остаются наиболее изученными и широко используемыми в исследованиях, в основном благодаря их длительной истории применения. Однако инвазивный характер процедуры забора и ограниченный выход клеток создают определенные проблемы.

МСК, полученные из плаценты, представляют собой доступный и этически приемлемый источник клеток. Они характеризуются высокой пролиферативной активностью, низкой иммуногенностью и сильными иммунорегуляторными свойствами, которые тесно связаны с физиологической ролью плаценты в установлении фетоматеринской толерантности.

Дополнительным преимуществом является их относительно «молодой» биологический статус.

Таким образом, МСК, полученные из плаценты, могут рассматриваться как многообещающая альтернатива клеткам, полученным из костного мозга. Тем не менее, для окончательных выводов о преимуществах одного источника по сравнению с другим необходимы дальнейшие исследования и накопление клинических данных.

Финансирование. Настоящее исследование финансировалось Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (ИРН BR28713159 "Инновационные подходы в создание клеточного продукта для терапии хронических и социально значимых заболеваний").

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов. Вклад в концепцию исследования - Едильбаева Т.Т; Омарғали А.Е.; Ганина А.М.; Ахаева А.А.; научный дизайн - Едильбаева Т.Т; Омарғали А.Е.; структура научной статьи - Едильбаева Т.Т; Омарғали А.Е.; Ганина А.М.; Ахаева А.А.

Литература

1. Koltsova, A. M., Zenin, V. V., Petrosyan, M. A., Turilova, V. I., Yakovleva, T. K., Poljanskaya, G. G. (2021). Isolation and characterization of mesenchymal stem cells derived from different regions of the placenta of the same donor. *Cell and Tissue Biology*, 15(4), 356-369. <https://doi.org/10.1134/S1990519X21040040>

2. Schmelzer, E., McKeel, D. T., Gerlach, J. C. (2019). Characterization of human mesenchymal stem cells from different tissues and their membrane encasement for prospective transplantation therapies. *BioMed Research International*, 2019(1), 6376271. <https://doi.org/10.1155/2019/6376271>
3. Silini, A. R., Magatti, M., Cargnoni, A., Parolini, O. (2017). Is immune modulation the mechanism underlying the beneficial effects of amniotic cells and their derivatives in regenerative medicine?. *Cell transplantation*, 26(4), 531-539. <https://doi.org/10.3727/096368916X693699>
4. Metheny, L., Eid, S., Lingas, K., Ofir, R., Pinzur, L., Meyerson, H., Huang, A. Y. (2018). Posttransplant intramuscular injection of PLX-R18 mesenchymal-like adherent stromal cells improves human hematopoietic engraftment in a murine transplant model. *Frontiers in Medicine*, 5, 37. <https://doi.org/10.3389/fmed.2018.00037>
5. Deng, X., Zhang, S., Qing, Q., Wang, P., Ma, H., Ma, Q., Lu, M. (2024). Distinct biological characteristics of mesenchymal stem cells separated from different components of human placenta. *Biochemistry and Biophysics Reports*, 39, 101739. <https://doi.org/10.1016/j.bbrep.2024.101739>
6. Moonshi, S. S., Adelnia, H., Wu, Y., Ta, H. T. (2022). Placenta-derived mesenchymal stem cells for treatment of diseases: a clinically relevant source. *Advanced Therapeutics*, 5(10), 2200054. <https://doi.org/10.1002/adtp.202200054>
7. Pittenger, M. F., Mackay, A. M., Beck, S. C., Jaiswal, R. K., Douglas, R., Mosca, J. D., Marshak, D. R. (1999). Multilineage potential of adult human mesenchymal stem cells. *science*, 284(5411), 143-147. <https://doi.org/10.1126/science.284.5411.143>
8. Centurione, L., Passaretta, F., Centurione, M. A., De Munari, S., Vertua, E., Silini, A., Di Pietro, R. (2018). Mapping of the human placenta: experimental evidence of amniotic epithelial cell heterogeneity. *Cell Transplantation*, 27(1), 12-22. <https://doi.org/10.1177/0963689717725078>
9. Papait, A., Vertua, E., Magatti, M., Ceccariglia, S., De Munari, S., Silini, A. R., Parolini, O. (2020). Mesenchymal stromal cells from fetal and maternal placenta possess key similarities and differences: potential implications for their applications in regenerative medicine. *Cells*, 9(1), 127. <https://doi.org/10.3390/cells9010127>
10. Friedenstein, A. J., Piatetzky-Shapiro, I. I., Petrakova, K. V. (1966). Osteogenesis in transplants of bone marrow cells. *Development*, 16(3), 381-390. <https://doi.org/10.1242/dev.16.3.381>
11. Owen, M., & Friedenstein, A. J. (2007, September). Stromal stem cells: Marrow-derived osteogenic precursors. In *Ciba Foundation Symposium 136-Cell and Molecular Biology of Vertebrate Hard Tissues: Cell and Molecular Biology of Vertebrate Hard Tissues: Ciba Foundation Symposium 136* (pp. 42-60). Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.. <https://doi.org/10.1002/9780470513637.ch4>
12. Caplan, A. I. (1991). Mesenchymal stem cells. *Journal of orthopaedic research*, 9(5), 641-650. <https://doi.org/10.1002/jor.1100090504>
13. Robey, P. (2017). "Mesenchymal stem cells": fact or fiction, and implications in their therapeutic use. *F1000Research*, 6, F1000-Faculty. <https://doi.org/10.12688/f1000research.10955.1>
14. Dominici, M. L. B. K., Le Blanc, K., Mueller, I., Slaper-Cortenbach, I., Marini, F. C., Krause, D. S., ... & Horwitz, E. M. (2006). Minimal criteria for defining multipotent mesenchymal stromal cells. The International Society for Cellular Therapy position statement. *Cytotherapy*, 8(4), 315-317. <https://doi.org/10.1080/14653240600855905>
15. Trigo CM, Rodrigues JS, Camões SP, Solá S, Miranda JP. Mesenchymal stem cell secretome for regenerative medicine: Where do we stand? *J Adv Res*. 2025 Apr;70:103-124. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2024.05.004>
16. Lyu, Z., Xin, M., Oyston, D. R., Xue, T., Kang, H., Wang, X., Li, Q. (2024). Cause and consequence of heterogeneity in human mesenchymal stem cells: challenges in clinical application. *Pathology-Research and Practice*, 260, 155354. <https://doi.org/10.1016/j.prp.2024.155354>
17. Česnik, A. B., Švajger, U. (2024). The issue of heterogeneity of MSC-based advanced therapy medicinal products—a review. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 12, 1400347. <https://doi.org/10.3389/fcell.2024.1400347>
18. Costa, L. A., Eiro, N., Fraile, M., Gonzalez, L. O., Saá, J., Garcia-Portabella, P., ... & Vizoso, F. J. (2021). Functional heterogeneity of mesenchymal stem cells from natural niches to culture conditions: implications for further clinical uses. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 78(2), 447-467. <https://doi.org/10.1007/s00018-020-03600-0>
19. Zhu, X., Xu, X., Shen, M., Wang, Y., Zheng, T., Li, H., Meng, J. (2023). Transcriptomic heterogeneity of human mesenchymal stem cells derived from bone marrow, dental pulp, adipose tissue, and umbilical cord. *Cellular Reprogramming*, 25(4), 162-170. <https://doi.org/10.1089/cell.2023.0019>
20. Mahjoor, M., Afkhami, H., Mollaei, M., Nasr, A., Shahriary, S., Khorrami, S. (2021). MicroRNA-30c delivered by bone marrow-mesenchymal stem cells induced apoptosis and diminished cell invasion in U-251 glioblastoma cell line. *Life Sciences*, 279, 119643. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2021.119643>

21. Almeria, C., Kreß, S., Weber, V., Egger, D., Kasper, C. (2022). *Heterogeneity of mesenchymal stem cell-derived extracellular vesicles is highly impacted by the tissue/cell source and culture conditions*. *Cell & Bioscience*, 12(1), 51. <https://doi.org/10.1186/s13578-022-00786-7>
22. Afjeh-Dana, E., Naserzadeh, P., Moradi, E., Hosseini, N., Seifalian, A. M., Ashtari, B. (2022). *Stem cell differentiation into cardiomyocytes: Current methods and emerging approaches*. *Stem Cell Reviews and Reports*, 18(8), 2566–2592. <https://doi.org/10.1007/s12015-021-10280-1>
23. Kou, M., et al. (2022). Mesenchymal stem cell-derived extracellular vesicles for immunomodulation and regeneration: A next generation therapeutic tool? *Cell Death & Disease*, 13(7), 580. <https://doi.org/10.1038/s41419-022-05034-4>
24. Han, Y., et al. (2022). The secretion profile of mesenchymal stem cells and potential applications in treating human diseases. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 7(1), 92. <https://doi.org/10.1038/s41392-022-00931-1>
25. Hoang, D. M., et al. (2022). Stem cell-based therapy for human diseases. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 7(1), 272. <https://doi.org/10.1038/s41392-022-01134-4>
26. Sarıkaya, A., et al. (2022). Comparison of immune modulatory properties of human multipotent mesenchymal stromal cells derived from bone marrow and placenta. *Biotechnic & Histochemistry*, 97(2), 79–89. <https://doi.org/10.1080/10520295.2021.1877103>
27. Shin, S., et al. (2021). Comparative proteomic analysis of the mesenchymal stem cells secretome from adipose, bone marrow, placenta and Wharton's jelly. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(2), 845. <https://doi.org/10.3390/ijms22020845>
28. Zhang, K., et al. (2021). Comparison of the cytokine profile in mesenchymal stem cells from human adipose, umbilical cord, and placental tissues. *Cellular Reprogramming*, 23(6), 336–348. <https://doi.org/10.1089/cell.2021.0030>
29. Chen, S., et al. (2020). Similar repair effects of human placenta, bone marrow mesenchymal stem cells, and their exosomes for damaged SVOG ovarian granulosa cells. *Stem Cells International*, 2020, 8861557. <https://doi.org/10.1155/2020/8861557>
30. Tai, C., et al. (2021). Analysis of key distinct biological characteristics of human placenta-derived mesenchymal stromal cells and individual heterogeneity attributing to donors. *Cells Tissues Organs*, 210(1), 45–57. <https://doi.org/10.1159/000512596>
31. Kahrizi, M. S., et al. (2023). Recent advances in pre-conditioned mesenchymal stem/stromal cell (MSCs) therapy in organ failure: A comprehensive review of preclinical studies. *Stem Cell Research & Therapy*, 14(1), 155. <https://doi.org/10.1186/s13287-023-03347-4>
32. Li, C., et al. (2024). Comparison of the therapeutic effects of mesenchymal stem cells derived from human dental pulp (DP), adipose tissue (AD), placental amniotic membrane (PM), and umbilical cord (UC) on postmenopausal osteoporosis. *Frontiers in Pharmacology*, 15, 1349199. <https://doi.org/10.3389/fphar.2024.1349199>
33. Sober, S. A., et al. (2021). Flow cytometric characterization of cell surface markers to differentiate between fibroblasts and mesenchymal stem cells of different origin. *Archives of Medical Science*, 19(5), 1487–1498. <https://doi.org/10.5114/aoms/133701>
34. Jiang, W., & Xu, J. (2020). Immune modulation by mesenchymal stem cells. *Cell Proliferation*, 53(1), e12712. <https://doi.org/10.1111/cpr.12712>
35. Song, N., Scholtemeijer, M., Shah, K. (2020). Mesenchymal stem cell immunomodulation: Mechanisms and therapeutic potential. *Trends in Pharmacological Sciences*, 41(9), 653–664. <https://doi.org/10.1016/j.tips.2020.06.009>
36. Yen, B. L., et al. (2023). Clinical implications of differential functional capacity between tissue-specific human mesenchymal stromal/stem cells. *The FEBS Journal*, 290(11), 2833–2844. <https://doi.org/10.1111/febs.16763>
37. Rodríguez-Fuentes, D. E., et al. (2021). Mesenchymal stem cells current clinical applications: A systematic review. *Archives of Medical Research*, 52(1), 93–101. <https://doi.org/10.1016/j.arcmed.2020.08.007>
38. Tanzadehpanah, H., et al. (2025). Effect of platelet-rich plasma on angiogenic and regenerative properties in patients with critical limb ischemia. *Regenerative Therapy*, 28, 517–526. <https://doi.org/10.1016/j.reth.2024.01.012>
39. Levy, O., et al. (2020). Shattering barriers toward clinically meaningful MSC therapies. *Science Advances*, 6(30), eaba6884. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aba6884>
40. Fang, J., et al. (2023). Human placenta-derived mesenchymal stem cell administration protects against acute lung injury in a mouse model. *Journal of Cellular Biochemistry*, 124(9), 1249–1258. <https://doi.org/10.1002/jcb.30489>
41. Ning, K., et al. (2022). Functional heterogeneity of bone marrow mesenchymal stem cell subpopulations in physiology and pathology. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(19), 11928. <https://doi.org/10.3390/ijms231911928>

42. Han, X., et al. (2025). Mesenchymal stem cells in treating human diseases: Molecular mechanisms and clinical studies. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 10(1), 262. <https://doi.org/10.1038/s41392-025-01842-1>
43. Bandyopadhyay, S., et al. (2024). Mapping the cellular biogeography of human bone marrow niches using single-cell transcriptomics and proteomic imaging. *Cell*, 187(12), 3120–3140.e29. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.05.012>
44. Qin, Y., et al. (2023). An update on adipose-derived stem cells for regenerative medicine: Where challenge meets opportunity. *Advanced Science*, 10(20), 2207334. <https://doi.org/10.1002/advs.202207334>
45. Xu, Z.-H., et al. (2023). Adipokines regulate mesenchymal stem cell osteogenic differentiation. *World Journal of Stem Cells*, 15(6), 502–515. <https://doi.org/10.4252/wjsc.v15.i6.502>
46. Li, J., et al. (2023). The heterogeneity of mesenchymal stem cells: An important issue to be addressed in cell therapy. *Stem Cell Research & Therapy*, 14(1), 381. <https://doi.org/10.1186/s13287-023-03567-8>
47. Meesuk, L., et al. (2022). Osteogenic differentiation and proliferation potentials of human bone marrow and umbilical cord-derived mesenchymal stem cells on the 3D-printed hydroxyapatite scaffolds. *Scientific Reports*, 12(1), 19509. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-24058-5>
48. Al-Azab, M., et al. (2022). Aging of mesenchymal stem cell: Machinery, markers, and strategies of fighting. *Cellular & Molecular Biology Letters*, 27(1), 69. <https://doi.org/10.1186/s11658-022-00361-3>
49. Shokati, A., et al. (2024). Good manufacturing practices production of human placental derived mesenchymal stem cells for therapeutic applications: Focus on multiple sclerosis. *Molecular Biology Reports*, 51(1), 460. <https://doi.org/10.1007/s11033-024-09460-7>
50. Harrell, C. R., Volarevic, A., Volarevic, V. (2022). Therapeutic effects of mesenchymal stem cells on cognitive deficits. In *Handbook of Stem Cell Therapy* (pp. 413–436). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-XXXX-X_17
51. Choudhery, M. S., et al. (2022). Minimum criteria for defining induced mesenchymal stem cells. *Cell Biology International*, 46(6), 986–989. <https://doi.org/10.1002/cbin.11768>
52. Boss, A. L., et al. (2020). Influence of culture media on the derivation and phenotype of fetal-derived placental mesenchymal stem/stromal cells across gestation. *Placenta*, 101, 66–74. <https://doi.org/10.1016/j.placenta.2020.08.007>
53. Ma, H., et al. (2021). Conditioned medium from primary cytotrophoblasts, primary placenta-derived mesenchymal stem cells, or sub-cultured placental tissue promoted HUVEC angiogenesis in vitro. *Stem Cell Research & Therapy*, 12(1), 141. <https://doi.org/10.1186/s13287-021-02226-5>
54. Seok, J., et al. (2020). Mitochondrial dynamics in placenta-derived mesenchymal stem cells regulate the invasion activity of trophoblast. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(22), 8599. <https://doi.org/10.3390/ijms21228599>
55. Wang, Y., et al. (2022). Reciprocal regulation of mesenchymal stem cells and immune responses. *Cell Stem Cell*, 29(11), 1515–1530. <https://doi.org/10.1016/j.stem.2022.10.006>
56. Seok, J., et al. (2023). The dose-related efficacy of human placenta-derived mesenchymal stem cell transplantation on antioxidant effects in a rat model with ovariectomy. *Antioxidants*, 12(8), 1575. <https://doi.org/10.3390/antiox12081575>
57. Kulus, M., et al. (2021). Mesenchymal stem/stromal cells derived from human and animal perinatal tissues – Origins, characteristics, signaling pathways, and clinical trials. *Cells*, 10(12), 3278. <https://doi.org/10.3390/cells10123278>
58. Teoh, P. L., et al. (2023). Human mesenchymal stromal cells derived from perinatal tissues: Sources, characteristics and isolation methods. *Malaysian Journal of Medical Sciences*, 30(2), 55–70. <https://doi.org/10.21315/mjms2023.30.2.5>
59. Gorodetsky, R., Aicher, W. K. (2021). Allogenic use of human placenta-derived stromal cells as a highly active subtype of mesenchymal stromal cells for cell-based therapies. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(10), 5302. <https://doi.org/10.3390/ijms22105302>
60. Guo, R., et al. (2022). Generation and clinical potential of functional T lymphocytes from gene-edited pluripotent stem cells. *Experimental Hematology & Oncology*, 11(1), 27. <https://doi.org/10.1186/s40164-022-00273-2>
61. Margiana, R., et al. (2022). Clinical application of mesenchymal stem cell in regenerative medicine: A narrative review. *Stem Cell Research & Therapy*, 13(1), 366. <https://doi.org/10.1186/s13287-022-03054-6>

Регенеративті терапиядағы мезенхималық дің жасушалары: Терапиялық әлеуеті және қолданылу салалары

[Омарғали А.Е.](#)¹, [Едилбаева Т.Т.](#)², [Ганина А.М.](#)³, [Ахаева А.А.](#)⁴

¹ Ғылымды дамыту департаментінің бас маманы, Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан

² Ғылымды дамыту департаменті директорының орынбасары, Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан

³ Жасушалық технологиялар және трансплантация бөлімінің басшысы, Ұлттық ғылыми медициналық орталық, Астана, Қазақстан

⁴ Жасушалық иммундық терапия зертханасының меңгерушісі, Ұлттық ғылыми медициналық орталық, Астана, Қазақстан

Түйіндеме

Бұл шолудың мақсаты - мезенхималық бағаналы жасушалардың (МБЖ) регенеративті медицинада қолданылуының жаңартылған шолуын ұсыну. МБЖ-ларды әртүрлі тіңдерден бөліп алуға болады, және олардың биологиялық қасиеттері көбінесе олардың көзіне байланысты. Сүйек кемігінен алынған МБЖ-лар ең көп зерттелген және кеңінен қолданылатын болып қала береді; дегенмен, оларды қолдану олардың жиналуының инвазивті сипатымен, жасуша өнімділігінің төмендігімен және жасқа байланысты регенеративті әлеуеттің төмендеуімен шектеледі. Адам плацентасы жоғары қолжетімділігіне, көп мөлшерде жасуша алу мүмкіндігіне және төмен иммуногенділігіне байланысты дәрілік заттарды зерттеу және әзірлеу үшін МБЖ-лардың балама көзін ұсынады. Бұл шолу адам сүйек кемігі мен плацентарлық мезенхималық бағаналы жасушалардың регенеративті қасиеттері туралы қазіргі әдебиет деректерін қорытындылауға және оларды регенеративті медицинада қолдану әлеуетін салыстыруға бағытталған.

Түйін сөздер: мезенхималық дің жасушалары, регенеративті жасушалық терапия, сүйек кемігінен алынған мезенхималық дің жасушалары, плаценталық мезенхималық дің жасушалары.

Mesenchymal Stem Cells in Regenerative Therapy: Therapeutic Potential and Applications

[Azamat Omargali](#)¹, [Tanzira Yedilbayeva](#)², [Anastasia Ganina](#)³, [Aizhan Akhayeva](#)⁴

¹ Chief specialist, Department of Science Development, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan

² Deputy Director of the Department of Science Development, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan

³ Head of the Department of Cellular Technologies and Transplantation, National Scientific Medical Center, Astana, Kazakhstan

⁴ Head of the Laboratory of Cellular Immunotherapy, National Scientific Medical Center, Astana, Kazakhstan

Abstract

The purpose of this review is to provide an updated overview of the potential use of mesenchymal stem cells (MSCs) in regenerative medicine. MSCs can be isolated from various tissues, and their biological properties largely depend on their source. Bone marrow-derived MSCs remain the most studied and widely used; however, their use is limited by the invasive nature of their collection, low cell yield, and age-related decline in regenerative potential. The human placenta offers an alternative source of MSCs for drug research and development due to its high availability, the ability to obtain large numbers of cells, and low immunogenicity. This review aims to summarize current literature data on the regenerative properties of human bone marrow and placental mesenchymal stem cells and to compare their potential for use in regenerative medicine.

Keywords: mesenchymal stem cells, regenerative cell therapy, bone marrow-derived mesenchymal stem cells, placental mesenchymal stem cells.