

УДК 611-018.1/.2+576.314+612.014.2+616-003.93+616-004
<https://doi.org/10.56871/FRP.2026.46.56.004>

ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ ТЕЛОЦИТОВ В ОРГАНИЗМЕ

© Вячеслав Денисович Коротун

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2, Российская Федерация

Контактная информация: Вячеслав Денисович Коротун — студент 3-го курса педиатрического факультета.
 E-mail: k.v.d.056@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0001-6784-6671>

Для цитирования: Коротун В.Д. Исследование роли телоцитов в организме. *Forcipe*. 2025;8(3):36–44.
<https://doi.org/10.56871/FRP.2026.46.56.004>.

Поступила: 10.11.2025

Одобрена: 22.12.2025

Принята к печати: 20.01.2026

РЕЗЮМЕ. Телоциты — относительно недавно описанная популяция интерстициальных клеток соединительной ткани, выделенная в самостоятельный клеточный тип исследовательской группой под руководством L.M. Popescu (2010). Ультраструктурная верификация этих клеток базируется на выявлении телоподий — необычайно длинных цитоплазматических выростов, достигающих 1000 мкм в длину при толщине порядка 0,05–0,2 мкм. Архитектоника телоподий характеризуется монилиформным строением: расширенные сегменты, именуемые подомами и содержащие основные органеллы, перемежаются истонченными участками — подомерами. Для визуализации указанных структур применяют трансмиссионную электронную микроскопию. Топография телоцитов отличается чрезвычайной шириной. Эти клетки верифицированы в строме миокарда, где они образуют своеобразный «гистоскелет-паутину». Помимо сердца, телоциты обнаружены в твердой мозговой оболочке и паренхиме головного мозга, сосудистой стенке, печеночной ткани, скелетной мускулатуре, дерме, пищеварительном тракте, а также в органах мужской и женской репродуктивной системы. С позиций функциональной морфологии телоциты рассматривают как клетки, осуществляющие пространственную организацию межучасточной ткани. Переплетение телоподий приводит к возникновению трехмерного клеточно-го ретикулума, интегрирующего паренхиматозные структуры, микрососудистое русло, периферические нервные элементы и резидентные иммунocyты. Межклеточные взаимодействия реализуются двояко: непосредственно — через мембранные контакты либо опосредованно — путем высвобождения внеклеточных везикул различного калибра, несущих сигнальные молекулы и микроРНК. При электрофизиологическом профилировании телоцитов выявлена экспрессия потенциалзависимых ионных каналов, функциональные параметры которых схожи с таковыми у кардиомиоцитов. Экспериментальные данные свидетельствуют о вовлеченности телоцитов в патогенез ряда заболеваний. Деструкция и количественная редукция этой клеточной популяции зафиксированы при фиброзирующих процессах различной локализации, ишемическом повреждении миокарда, хронической венозной недостаточности с формированием трофических язв, а также при воспалительной патологии кишечника. Результаты доклинических испытаний указывают на потенциальную эффективность клеточной терапии с использованием телоцитов: их трансплантация сопровождалась ограничением зоны некроза при экспериментальном инфаркте и торможением фиброгенеза, что позволяет обсуждать перспективы практического внедрения подобных подходов в регенеративной медицине.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: телоциты, телоподии, межклеточная коммуникация, тканевой гомеостаз, репаративная регенерация, фиброз

INVESTIGATION OF THE ROLE OF TELOCYTES IN THE BODY

© Vyacheslav D. Korotun

Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, 2 Litovskaya str., 194100, Russian Federation

Contact information: Vyacheslav D. Korotun — 3rd year student. E-mail: k.v.d.056@gmail.com;
<https://orcid.org/0009-0001-6784-6671>

For citation: Korotun V.D. Investigation of the role of telocytes in the body. *Forcipe*. 2025;8(3):36–44.
<https://doi.org/10.56871/FRP.2026.46.56.004>.

Received: 10.11.2025

Revised: 22.12.2025

Accepted: 20.01.2026

ABSTRACT. Telocytes represent a relatively recently described population of interstitial connective tissue cells, identified as a distinct cell type by the research group led by L.M. Popescu (2010). Ultrastructural verification of these cells is based on the detection of telopodes — extremely long cytoplasmic extensions reaching up to 1000 μm in length with a thickness of approximately 0.05–0.2 μm . The specific architecture of telopodes is characterized by a moniliform structure: dilated segments termed podoms, containing the principal organelles, alternate with thin portions known as podomers. Visualization of these structures requires the application of transmission electron microscopy. The topography of telocytes is remarkably extensive. These cells have been verified in the myocardial stroma, where, according to several authors, they form a distinctive “histoskeleton-web.” Beyond the heart, the presence of telocytes has been documented in the dura mater and brain parenchyma, vascular wall, hepatic tissue, skeletal musculature, dermis, gastrointestinal tract, as well as in male and female reproductive system organs. From the standpoint of functional morphology, telocytes are regarded as cells that orchestrate the spatial organization of interstitial tissue. The interweaving of telopodes results in the formation of a three-dimensional cellular reticulum that integrates parenchymal structures, the microvasculature, peripheral neural elements, and resident immunocytes. Intercellular interactions are accomplished through two mechanisms: via direct membrane contacts or indirectly through the release of extracellular vesicles of various sizes carrying signalling molecules and microRNAs. Electrophysiological profiling of telocytes has revealed the expression of voltage-gated ion channels whose functional parameters demonstrate similarity to those found in cardiomyocytes. The accumulated body of experimental evidence indicates the involvement of telocytes in the pathogenesis of numerous diseases. Destruction and quantitative reduction of this cell population have been recorded in fibrotic processes of various localizations, ischaemic myocardial injury, chronic venous insufficiency with trophic ulcer formation, and inflammatory bowel disease. The results of preclinical trials point to the potential efficacy of cell therapy utilizing telocytes: their transplantation was accompanied by limitation of the necrotic zone in experimental infarction and inhibition of fibrogenesis, which allows for discussion of the prospects for practical implementation of such approaches in regenerative medicine.

KEYWORDS: telocytes, telopodes, intercellular communication, tissue homeostasis, reparative regeneration, fibrosis

ВВЕДЕНИЕ

Телоциты представляют собой новый тип стромальных клеток, впервые описанный L.M. Popescu и соавт. в 2010 г. Термин «телоциты» был введен на основе уникальных характеристик клеток, выявляемых с использованием трансмиссионной электронной микроскопии. Ключевая структурная особенность телоцитов — чрезвычайно длинные, тонкие и дихотомически ветвящиеся цитоплазматиче-

ские отростки, называемые телоподиями. Их длина может достигать 1000 мкм, а толщина варьирует от 0,05 до 0,2 мкм. Телоподии имеют нитевидную структуру с чередованием узких участков и расширений. Узкие сегменты называются подомерами (средний диаметр — 75–80 нм), а расширенные участки — подомами (средний диаметр — 250–300 нм). Подомы содержат функциональные компоненты, включая митохондрии, эндоплазматический

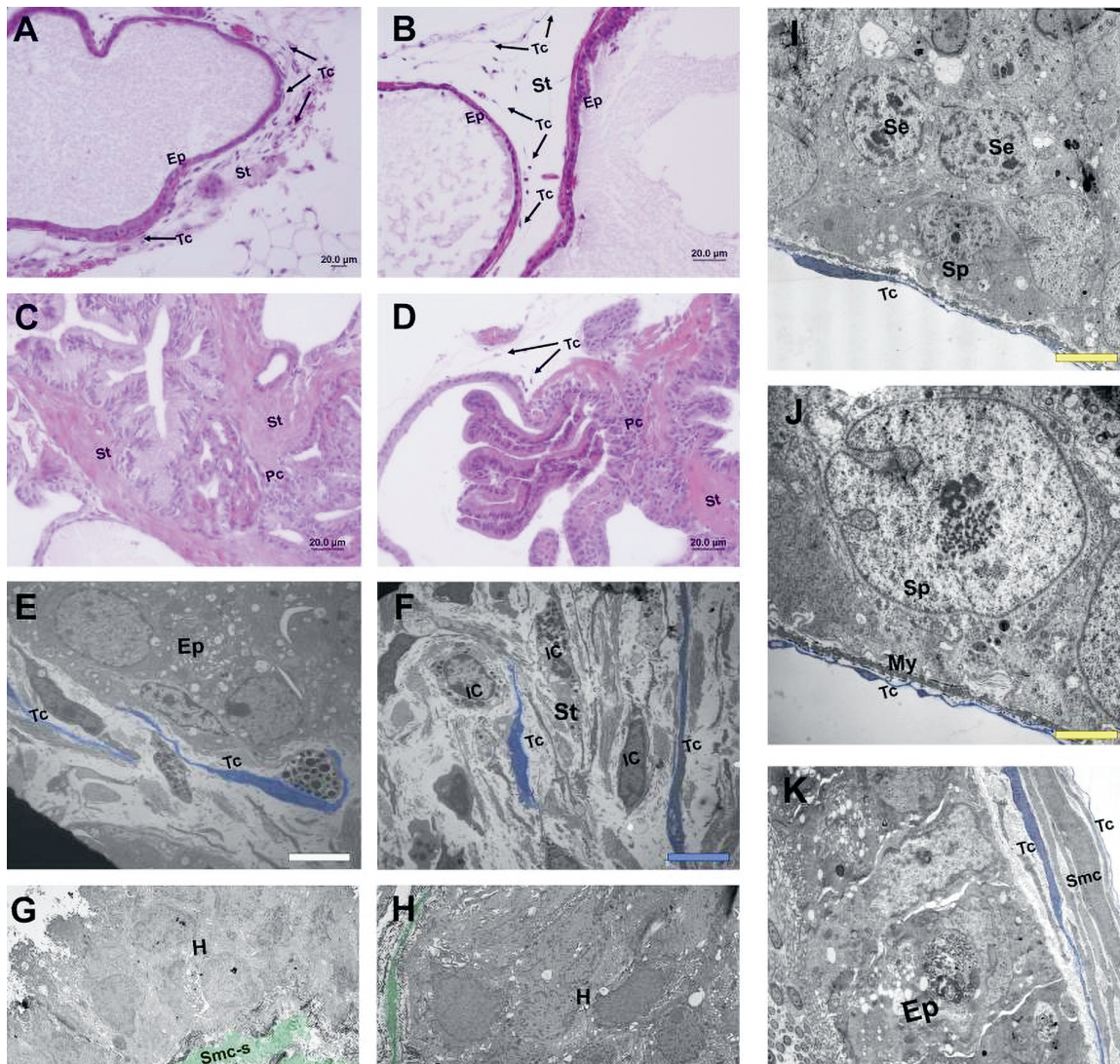


Рис. 1. Гистологические срезы, окрашенные гематоксилином и эозином, и микрофотографии, представляющие телоциты различных органов мужской репродуктивной системы: *a, б* — гистологические срезы, окрашенные гематоксилином и эозином, нормальной предстательной железы грызунов *Meriones unguiculatus*; *в, г* — в предстательной железе с очагами аденокарциномы телоциты расположены только в областях, в которых эпителий интактен; *е* — трансмиссионная электронная микроскопия предстательной железы *Meriones unguiculatus*, телоциты видны в периепителиальной области и межальвеолярной строме; *ж* — трансмиссионная электронная микроскопия предстательной железы *Meriones unguiculatus*, телоциты распространяют свои телоподы в межальвеолярной строме вблизи иммунных клеток; *з, е* — трансмиссионная электронная микроскопия предстательной железы *Meriones unguiculatus*, телоциты отсутствуют вокруг очага гиперплазии; *и, к* — трансмиссионная электронная микроскопия предстательной железы *Meriones unguiculatus*, телоциты присутствуют на периферии эпителия семенных канальцев яичек в тесной связи с миоидными клетками и вблизи сперматогоний; *л* — трансмиссионная электронная микроскопия тканей летучей мыши *Platyrrhinus lineatus*, телоциты вблизи эпидидимального протока и окружающие эпителий и гладкомышечные клетки. Ep — эпителий; St — строма; стрелки, Tc, синий — телоциты; Pc — рак предстательной железы; IC — иммунная клетка; Smc-с, зеленый — гладкомышечные клетки, переходящие к синтетическому профилю; H — очаги гиперплазии; Sp — сперматогонии; Se — клетки Сертоли; My — миоидные клетки; белая полоса (1 мкм), синяя полоса (2 мкм), черная полоса (5 мкм), желтая полоса (0,5 мкм) [10]

Fig. 1. Histological sections stained with hematoxylin and eosin and microphotographs representing telocytes of various organs of the male reproductive system: *a, b* — histological sections stained with hematoxylin and eosin of the normal prostate gland of the rodent *Meriones unguiculatus*; *c, d* — in the prostate gland with foci of adenocarcinoma, telocytes are located only in the areas where the epithelium is intact; *e* — transmission electron microscopy of the prostate gland of *Meriones unguiculatus*, telocytes are visible in the periepithelial area and interalveolar stroma; *g* — transmission electron microscopy of the prostate gland of *Meriones unguiculatus*,

ретикулум и кавеолы. Основное тело клетки имеет длину от 9 до 15 мкм и может принимать веретенообразную, грушевидную или треугольную форму в зависимости от количества Т-лимфоцитов. Ядро клетки характеризуется конденсированным гетерохроматином, а окружающая цитоплазма бедна и содержит лишь небольшое количество органелл. Их уникальной особенностью, которая отличает телоциты от других стромальных клеток, являются чрезвычайно длинные и тонкие телоподии. Эти клетки участвуют в формировании трехмерной интерстициальной сети и активно регулируют межклеточное взаимодействие, используя гомо- и гетероцеллюлярные соединения или выделяемые везикулы. Накопленные научные данные все больше указывают на потенциальное значение телоцитов в регенеративной медицине.

Изучение телоцитов обусловлено их ключевым значением в качестве связующих регуляторов межклеточных отношений в соединительной ткани различных органов. Они создают пространственную структуру, которая функционально объединяет паренхиматозные ткани, кровеносные сосуды, нервные волокна и иммунные клетки посредством тесных контактов телоподий и паракринной секреции. Нарушение функционирования телоцитов тесно связано с развитием хронических заболеваний. Структурные повреждения сети телоцитов в области венозных трофических язв играют решающую роль в нарушении процесса регенерации. Изменения в популяции телоцитов также наблюдаются при патологии миокарда, скелетных мышц и других тканей. Изучение телоцитов способствует пониманию организации стромы и позволяет выявить потенциальные терапевтические мишени для лечения заболеваний, сопровождающихся нарушением регенерации и фиброзом.

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ТЕЛОЦИТОВ В ОРГАНИЗМЕ

Телоциты встречаются во множестве органов человека и животных: в тканях нервной,

сердечно-сосудистой, мочеполовой, дыхательной системы, в коже и подкожной клетчатке, в эндокринных железах, а также в соединительной ткани и половых органах. Морфология телоцитов одинакова для всех органов и тканей.

В сердце выявлена сеть из телоподий телоцитов, которые составляют «гистоскелет-паутину», который обеспечивает контакты со всеми клетками и структурами [1]. Телоциты широко распространены в эпикарде, миокарде, эндокарде и в сердечных клапанах [2]. Эти клетки встречаются в стенках сосудов, преимущественно в адвентициальной оболочке артерий и субэндотелиально в венах [3].

В головном мозге выделяют телоциты в его твердой оболочке, сосудистом сплетении, субвентрикулярной зоне, коре больших полушарий, подкорковых ядрах, продолговатом мозге, мосту, мозолистом теле, гиппокампе, мозжечке, аденогипофизе и эпифизе нормального головного мозга человека [1]. В плевре телоциты найдены в межклеточных взаимодействиях с моноклеарными клетками, макрофагами и тучными клетками под мезотелием. Это указывает на то, что телоциты могут играть важную роль в мезотелиально-клеточной репарации мезотелия [4].

В печени телоциты находятся в пространстве Диссе и в печеночных звездчатых клетках, где они участвуют в ее регенерации [5]. Телоциты встречаются также в скелетной и поперечно-полосатой мышечной ткани. В них они являются исключительно компонентом соединительной ткани [6]. Телоциты возможно увидеть в межмышечной соединительной ткани, в большом количестве они появляются при различных ранениях и способствуют заживлению, а также в мышечно-соединительнотканном регенерате [7, 8]. В желудочно-кишечном тракте телоциты выстилают базальную поверхность железистых крипт [4].

Телоциты присутствуют в дерме кожи, где они имеют специфический паттерн распределения в ее ретикулярной части, она расположена в пространстве, ограниченном волосным

telocytes extend their telopodes in the interalveolar stroma near immune cells; *h, e* — transmission electron microscopy of the prostate gland of *Meriones unguiculatus*, telocytes are absent around the focus of hyperplasia; *i, k* — transmission electron microscopy of the prostate gland of *Meriones unguiculatus*, telocytes are present at the periphery of the epithelium of the seminiferous tubules of the testes in close association with myoid cells and near spermatogonia; *l* — transmission electron microscopy of tissues of the bat *Platyrrhinus lineatus*, telocytes near the epididymal duct and surrounding epithelium and smooth muscle cells. Ep — epithelium; St — stroma; arrows, Tc, blue — telocytes; Pc — prostate cancer; IC — immune cell; Smc-c, green — smooth muscle cells transitioning to a synthetic profile; H — foci of hyperplasia; Sp — spermatogonia; Se — Sertoli cells; My — myoid cells; white stripe (1 μ m), blue stripe (2 μ m), black stripe (5 μ m), yellow stripe (0.5 μ m) [10]

фолликулом, секреторным протоком сальной железы и местом прикрепления волоса к мышце, поднимающей волос [9].

Телоциты экспрессируют кальциевые каналы Т-типа и кальциевые каналы с активированной кальцием малой проводимостью, уровни которых зависят от физиологического состояния [4].

Телоциты присутствуют в репродуктивной системе человека (рис. 1). Они обнаружены в субэпителиальной зоне предстательной железы. Их телоподии окружают базальную мембрану эпителиальных клеток этого органа, а также периаальвеолярные и перидуктальные гладкомышечные клетки, они простираются по всей периаальвеолярной области, образуя клеточные контакты с другими стромальными клетками. Кроме того, телоциты окружают строму предстательной железы, отделяя ее от тканей соседних органов, из-за чего ученые делают выводы, что телоциты составляют часть стромы железы [10]. В строме предстательной железы грызунов телоциты выявляются как в периепителиальной области, так и в межальвеолярной строме, где их телоподии контактируют с иммунными клетками. При очагах аденокарциномы телоциты в предстательной железе отсутствуют, а строма заселена преимущественно миофибробластами и утрачивает типичную конфигурацию; вокруг участков гиперплазии телоциты также не обнаруживаются, при этом гладкомышечные клетки изменяют фенотип на синтетический, а слои гладких мышц диссоциированы. В яичке телоциты локализуются на периферии эпителия семенных канальцев в тесной связи с миоидными клетками и вблизи сперматогоний. В интерстициальной ткани яичка телоциты, содержащие маркеры CD34 и PDGFR α , формируют сеть, которая структурно соединяет перитубулярные миоидные клетки, клетки Лейдига и кровеносные сосуды. Это указывает на их большое значение в поддержании семенных канальцев, функционировании гематотестикулярного барьера и, возможно, в регуляции сперматогенеза [10].

Считается, что один из основных механизмов поддержания гомеостаза — генерация различных внеклеточных везикул, содержащих разнообразные регуляторные молекулы, включающие факторы роста, микроРНК и др. [11]. Телоциты влияют на распространение и дифференцировку стволовых клеток благодаря способности продуцировать и секретировать различные молекулы, включая экзосомы (45 ± 8 нм в диаметре), эктосомы

(128 ± 28 нм в диаметре) и мультивезикулярные тельца ($1\pm 0,4$ мкм в диаметре), устанавливая тесные связи, таким образом являясь нишей стволовой клетки [4].

Исследование на мышцах показало, что телоциты активно участвуют в воспалительном и иммунном ответе, так как их количество увеличивалось в процессе заживления раны [12]. Эти клетки осуществляют структурную связь и координацию между другими клетками, так, тяжелое повреждение телоцитов и уменьшение их количества отмечаются при фиброзе, воспалениях [13]. Один из регуляторных механизмов иммунной системы в кишечнике — высвобождение ацетилхолина из не нейрональной холинергической системы, включающей эпителиальные клетки, крипто-ворсинчатые органоиды, иммунные клетки и кишечные стволовые клетки, также телоциты влияют на эпителиальные клетки тонкой кишки, клетки Панета, могут инициировать иммунный ответ и поддерживать местный гомеостаз [14].

С помощью электрофизиологических методов исследований показано наличие калиевых, натриевых и кальциевых каналов в телоцитах, что позволило предположить возможность проведения электрического импульса. Электрофизиологические характеристики телоцитов сходны с таковыми у кардиомиоцитов и фибробластов [15], а именно в атриовентрикулярном узле человека и свиньи были обнаружены телоциты, в культуре которых методом локальной фиксации потенциала зарегистрировали калиевый ток и кальциевые осцилляции, а также в синусовом узле человека натриевые каналы SCN5A [16].

Телоциты посредством экзоцитоза везикул могут высвобождать растворимые хемоаттрактантные молекулы вдоль своих отростков, выступая в качестве направляющих для иммунных клеток, и либо посредством контактов, либо через экзосомы представляют этим клеткам антигены, полученные из тканей [17].

Телоциты способны активировать дифференцировку сателлитных клеток, находящихся в скелетных мышцах, в миообласты [18]. Из чего следует, что они способны менять свойства вблизи находящихся клеток. Телоциты, расположенные в эндомиоции и перимизии скелетных мышц, образуют особую трехмерную интерстициальную сеть со всеми типами клеток в мышечной ткани, поддерживают паракринную передачу трофических веществ как сателлитным, так и несателлитным клеткам, что указывает на их ключевую роль

в интеграции сигналов для волокон скелетных мышц, регенерации и восстановления после травмы [19]. Повреждение или потеря телоцитов могут предшествовать или происходить в начале развития фиброза, а не быть лишь следствием фиброзного процесса.

Механизм действия телоцитов в периферической нервной системе основан на создании трехмерных сетей с помощью телоподий. Эти структуры выполняют функцию поддерживающего каркаса и формируют специализированное микроокружение для нервных волокон, кровеносных сосудов и других клеток, что способствует регулированию межклеточного взаимодействия, поддержанию гомеостаза и восстановлению тканей [20].

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕЛОЦИТОВ

Наличие телоцитов в мочевыделительной системе также предполагает их потенциальное участие в восстановлении и регенерации поврежденных тканей во время почечной недостаточности [4]. Из-за того что телоциты

участвуют в гемостазе тканей, увеличение количества телоцитов может способствовать улучшенному растворению тромбов [3].

Телоциты играют важную роль в прогрессировании опухолевого роста, так как они присутствуют среди волокон коллагена и выполняют опорную функцию для опухолевых клеток, что позволяет предположить, что если уменьшить их количество, то опухоль не будет разрастаться [21]. Также они участвуют в дистантно-контактном поддержании гомеостаза тканевых ниш и ниш стволовых клеток, в частности регуляции клеточных механизмов регенерации [11]. Телоциты способствуют росту гладких мышц в областях с высоким механическим давлением из-за механической чувствительности телоцитов [4].

Одна из перспектив лечения венозных язв — трансплантация культивированных аутологичных или аллогенных мезенхимальных стромальных клеток/телоцитов для прямого замещения дефектной популяции и восстановления трехмерного каркаса в строме [22]. Трансплантация телоцитов способствует уменьшению отложения внеклеточного матрикса,

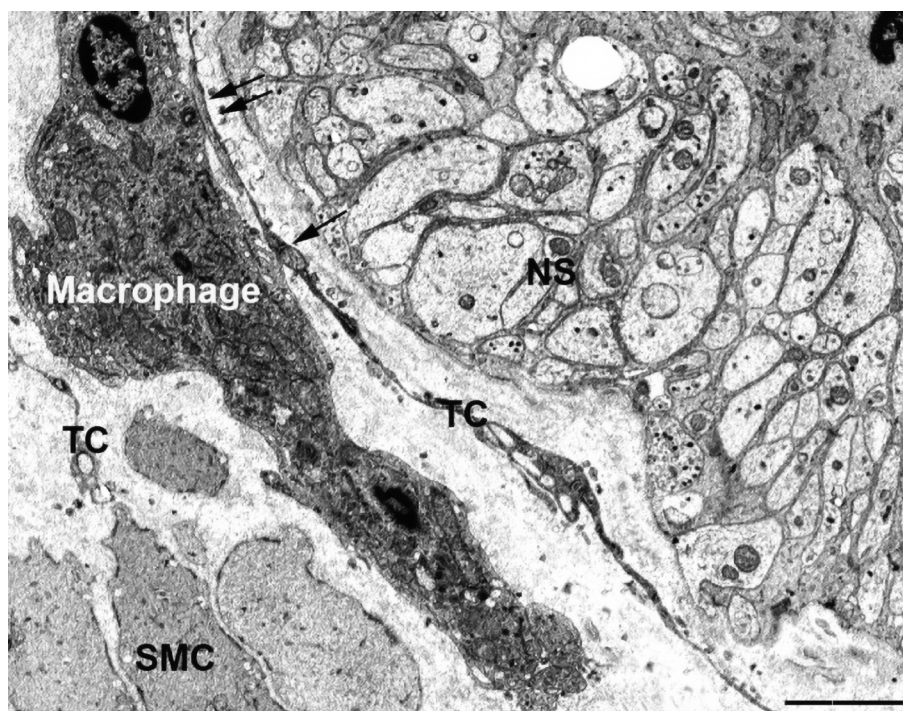


Рис. 2. Трансмиссионная электронная микроскопия. Толстая кишка человека. Граница подслизистой оболочки. Крупная клетка (макрофаг) образует несколько межклеточных контактов с отростками телоцитов. Стрелками указаны контакты. SMC — гладкомышечные клетки; SN — нервный пучок; TC — телоциты. Масштабная линейка — 1,4 мкм [18]

Fig. 2. Transmission electron microscopy. Human colon. Submucosa border. A large cell (macrophage) makes several cell-to-cell contacts with telocyte processes. The arrows indicate the contacts. SMC — smooth muscle cells; SN — nerve strand; TC — telocyte. Bar: 1.4 μ M [18]

улучшению восстановления функции органов в модели инфаркта миокарда и почечного фиброза [19].

Исследования на мышах показывают, что в кишечнике есть телоциты, которые управляют процессами восстановления и защиты. Телоциты связываются своими телоподиями с макрофагом, тем самым влияя на него (рис. 2). Если их работа нарушена, кишечник хуже справляется с воспалением, что ведет к более тяжелым повреждениям и образованию рубцов [23].

Обнаруженные в миокарде сердечные телоциты, сеть которых разрушается при инфаркте с их исчезновением в очаге поражения, тем не менее демонстрируют потенциал для регенерации, так как их трансплантация уменьшает размер инфаркта и улучшает функцию сердца, что указывает на ключевую структурную и функциональную роль этих клеток в восстановлении миокарда [24].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Систематизация накопленных сведений позволяет констатировать, что телоциты занимают особое место среди стромальных элементов соединительной ткани. Посредством телоподий эти клетки формируют пространственный каркас, обеспечивающий структурную интеграцию паренхимы, сосудистого русла и нервных компонентов. Деструкция телоцитарной сети предшествует фиброзным изменениям при патологии миокарда, скелетной мускулатуры и трофических язвах. Для разработки трансплантационных технологий с использованием данной клеточной популяции необходимы углубленные экспериментальные обоснования.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Автор прочитал и одобрил финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Автор заявляет об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

ADDITIONAL INFORMATION

The author read and approved the final version before publication.

Competing interests. The author declares the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Funding. This study was not supported by any external sources of funding.

ЛИТЕРАТУРА

1. Митрофанова Л.Б., Хазратов А.О., Галковский Б.Е., Горшков А.Н., Гуляев Д.А. Телоциты в сердце и головном мозге человека в нормальных и патологических условиях. Медицинский научный журнал Medline.ru. 2020;21:1074–1088.
2. Bei Y., Zhou Q., Sun Q., Xiao J. Telocytes in cardiac regeneration and repair. *Semin Cell Dev Biol.* 2016;55:14–21. <https://doi.org/10.1016/j.semcdb.2016.01.037>
3. Быхтеев И.У., Емелин А.М., Швальб А.П., Деев Р.В. Роль телоцитов в поддержании морфофункционального гомеостаза сосудистой стенки. В кн.: Вопросы морфологии XXI века. Санкт-Петербург: Деан; 2023. 416 с.
4. Фролова А.С., Давосыр Е.П., Стреляев Н.Д. Телоциты как новый тип клеток и их роль в различных тканях. В кн.: Наука и современное образование: актуальные вопросы, достижения и инновации. Пенза; 2022. С. 222–224.
5. Wang F., Song Y., Bei Y., Zhao Y., Xiao J., Yang C. Telocytes in liver regeneration: possible roles. *J Cell Mol Med.* 2014;18(9):1720–1726.
6. Березовская Т.И., Глушаков Р.И., Соколова М.О. Диагностика телоцитов на гистологических срезах тканей и органов. Инновационные технологии изучения гистогенеза, реактивности и регенерации тканей (Труды Военно-медицинской академии): Сборник научных работ. Санкт-Петербург: Военно-медицинская академия имени К.М. Кирова; 2024. С. 134–137. EDN: JULAOR.
7. Калько В.А. Морфофункциональная характеристика телоцитов в межмышечной соединительной ткани. В кн.: Фундаментальная наука и клиническая медицина — человек и его здоровье. Санкт-Петербург, 2023. С. 311–312.
8. Березовская Т.И., Одинцова И.А., Русакова С.Е. Телоциты в регенеративном и эмбриональном гистогенезе соединительной ткани. В кн.: Актуальные вопросы фундаментальной и клинической морфологии. Тверь, 2022. С. 73–76.
9. Manole C.G., Gherghiceanu M., Ceafalan L.C., Hinescu M.E. Dermal Telocytes: A Different Viewpoint of Skin Repairing and Regeneration. *Cells.* 2022;11(23):3903. <https://doi.org/10.3390/cells11233903>.
10. Sanches B.D.A., Rocha L.C., Neto J.P., Beguelini M.R., Ciena A.P., Carvalho H.F. Telocytes of the male reproductive system: dynamic tissue organizers. *Front Cell Dev Biol.* 2024;12:1444156.

11. Чекмарева И.А., Деев Р.В., Чернова О.Н., Бихте-ев И.У., Емелин А.М. Телоцитоподобные клетки были идентифицированы в патологически измененных скелетных мышцах. Гены и клетки. 2022;17(1):38–41.
12. Чекмарева И.А., Паклина О.В. Телоциты (интерстициальные кахалоподобные клетки) в регенерации кожных ран. Гены и клетки. 2022;17(3):252–252.
13. Кожевникова О.В., Алексеева Е.И., Блажиевская Т.О., Ахмедова Э.Э., Абашидзе Э.Э., Родионова А.М. Сочетание полной AV-блокады и феномена WPW после COVID-19 у ребенка с тяжелой системной патологией. Российский педиатрический журнал. 2023;26(5):383–386.
14. Aleksandrovych V., Gil A., Poniatowski A. Notes about telocytes and immunity. Folia Med Cracov. 2022;62(3):101–109.
15. Одинцова И.А., Слуцкая Д.Р. и Березовская Т.И. Телоциты: локализация, структура, функции и значение в патологии. Гены и клетки. 2022;17(1):6–12.
16. Митрофанова Л.Б., Бобков Д.Е., Оганесян М.Г. и др. Изучение электрофизиологических свойств телоцитов атриовентрикулярного узла и перифокальной зоны синусового узла у человека и свиней. Российский журнал кардиологии. 2020;25(12):155–163. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-3927>. EDN: OMRZYB.
17. Vannucchi M.G. The Telocytes: Ten Years after Their Introduction in the Scientific Literature. An Update on Their Morphology, Distribution, and Potential Roles in the Gut. Int J Mol Sci. 2020;21(12):4478.
18. Henrot P., Blervaque L., Dupin I. et al. Cellular interplay in skeletal muscle regeneration and wasting: insights from animal models. J Cachexia Sarcopenia Muscle. 2023;14(2):745–757.
19. Wei X.J., Chen T.Q., Yang X.J. Telocytes in Fibrosis Diseases: From Current Findings to Future Clinical Perspectives. Cell Transplant. 2022;31:9636897221105252.
20. Díaz-Flores L., Gutiérrez R., García M.P. et al. Telocytes in the Normal and Pathological Peripheral Nervous System. Int J Mol Sci. 2020;21(12):4320.
21. Степанова Ю.А., Чекмарева И.А., Паклина О.В., Ионкин Д.А., Цвиркун В.В., Жао А.В. Определение тактики послеоперационного мониторинга пациентов с забрюшинной липосаркомой на основе дифференцировки опухолей и оценки ультраструктурных характеристик телоцитов как одного из компонентов микроокружения опухоли. Клиническая и экспериментальная хирургия. 2025;13(2(48)):79–90.
22. Чекмарева И.А., Абдувосидов Х.А., Паклина О.В. Структурно-функциональные изменения телоцитов в зоне венозных трофических язв нижних конечностей. Гены и клетки. 2022;17(3):251.
23. Panganiban R.P., McAninch C., Chulkina M., Pinchuk I.V. Telocytes in inflammatory bowel diseases: contributions to pathology and therapeutic potentials. Front Cell Dev Biol. 2025;12:1452258.
24. Zhao B., Chen S., Liu J. et al. Cardiac telocytes were decreased during myocardial infarction and their therapeutic effects for ischaemic heart in rat. J Cell Mol Med. 2013;17(1):123–133.

REFERENCES

1. Mitrofanova L.B., Khazratov A.O., Galkovsky B.E., Gorshkov A.N., Gulyaev D.A. Telocytes in the human heart and brain in normal and pathological conditions. Medial scientific journal Medline.ru. 2020;21:1074–1088. (In Russ.).
2. Bei Y., Zhou Q., Sun Q., Xiao J. Telocytes in cardiac regeneration and repair. Semin Cell Dev Biol. 2016;55:14–21. <https://doi.org/10.1016/j.semcdb.2016.01.037>.
3. Bikhteev I.U., Emelin A.M., Shvalb A.P., Deev R.V. The role of telocytes in maintaining morphofunctional homeostasis of the vascular wall. In: Issues of morphology of the 21st century. Saint Petersburg: Dean; 2023. 416 p. (In Russ.).
4. Frolova A.S., Davosyr E.P., Strelyaev N.D. Telocytes as a new type of cells and their role in various tissues. In Science and modern education: current issues, achievements and innovations. Penza; 2022. P. 222–224. (In Russ.).
5. Wang F., Song Y., Bei Y., Zhao Y., Xiao J., Yang C. Telocytes in liver regeneration: possible roles. J Cell Mol Med. 2014;18(9):1720–1726.
6. Berezovskaya T.I., Glushakov R.I., Sokolova M.O. Diagnostics of telocytes on histological sections of tissues and organs // Innovative technologies for studying histogenesis, reactivity and tissue regeneration (Proceedings of the Military Medical Academy): Collection of scientific papers. Saint Petersburg: Military Medical Academy named after. CM. Kirova; 2024. P. 134–137. EDN: JULAOR (In Russ.).
7. Kal'ko V.A. Morphofunctional characteristics of telocytes in intermuscular connective tissue. In: Fundamental'naya nauka i klinicheskaya meditsina — chelovek i ego zdorov'e. Saint Petersburg; 2023. P. 311–312. (In Russ.).
8. Berezovskaya T.I., Odintsova I.A., Rusakova S.E. Telocytes in regenerative and embryonal histogenesis of connective tissue. In: Topical issues of fundamental and clinical morphology. Tver; 2022. P. 73–76 (In Russ.).
9. Manole C.G., Gherghiceanu M., Ceafalan L.C., Hinescu M.E. Dermal Telocytes: A Different Viewpoint of Skin Repairing and Regeneration. Cells. 2022;11(23):3903. <https://doi.org/10.3390/cells11233903>.
10. Sanches B.D.A., Rocha L.C., Neto J.P., Beguelini M.R., Ciena A.P., Carvalho H.F. Telocytes of the male reproductive system: dynamic tissue organizers. Front Cell Dev Biol. 2024;12:1444156.

11. Chekmareva I.A., Deev R.V., Chernova O.N., Bikh-
teev I.U., Emelin A.M. Telocyte-like cells were iden-
tified in pathologically altered skeletal muscle. *Genes
and Cells*. 2022;17(1):38–41. (In Russ.).
12. Chekmareva I.A., Paklina O.V. Telocytes (interstitial
cachal-like cells) in skin wound regeneration. *Genes
and Cells*. 2022;17(3):252–252. (In Russ.).
13. Kozhevnikova O.V., Alekseeva E.I., Blazhiev-
skaya T.O., Akhmedova E.E., Abashidze E.E., Rodiono-
va A.M. Combination of complete AV block and WPW
phenomenon after COVID-19 in a child with severe
systemic pathology. *Rossiyskiy pediatricheskiy zhur-
nal*. 2023;26(5):383–386. (In Russ.).
14. Aleksandrovych V, Gil A, Poniatowski A. Notes
about telocytes and immunity. *Folia Med Cracov*.
2022;62(3):101–109.
15. Odintsova I.A., Slutskaya D.R., Berezovskaya T.I.
Telocytes: localization, structure, functions and signifi-
cance in pathology. *Genes and Cells*. 2022;17 (1):6–12.
(In Russ.).
16. Mitrofanova L.B., Bobkov D.E., Oganessian M.G. et al.
Study of the electrophysiological properties of telocytes
of the atrioventricular node and perifocal zone of the sinus
node in humans and pigs. *Russian Journal of Cardiology*.
2020;25(12):155–163. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-3927>. EDN: OMRZYB. (In Russ.).
17. Vannucchi MG. The Telocytes: Ten Years after Their
Introduction in the Scientific Literature. An Update on
Their Morphology, Distribution, and Potential Roles in
the Gut. *Int J Mol Sci*. 2020;21(12):4478.
18. Henrot P., Blervaque L., Dupin I. et al. Cellular in-
terplay in skeletal muscle regeneration and wasting:
insights from animal models. *J Cachexia Sarcopenia
Muscle*. 2023;14(2):745–757.
19. Wei X.J., Chen T.Q., Yang X.J. Telocytes in Fibrosis
Diseases: From Current Findings to Future Clinical Per-
spectives. *Cell Transplant*. 2022;31:9636897221105252.
20. Díaz-Flores L., Gutiérrez R., García M.P. et al. Telo-
cytes in the Normal and Pathological Peripheral Ner-
vous System. *Int J Mol Sci*. 2020;21(12):4320.
21. Stepanova Yu.A., Chekmareva I.A., Paklina O.V.,
Ionkin D.A., Tsvirkun V.V., Zhao A.V. Determination
of tactics for postoperative monitoring of patients with
retroperitoneal liposarcoma based on tumor differen-
tiation and assessment of the ultrastructural charac-
teristics of telocytes as one of the components of the
tumor microenvironment. *Klinicheskaya i eksperimental'naya khirurgiya*. 2025;13(2(48)):79–90. (In Russ.).
22. Chekmareva I.A., Abduvosidov H.A., Paklina O.V.
Structural and functional changes in telocytes in the
zone of venous trophic ulcers of the lower extremities.
Genes and Cells. 2022;17(3):251–251. (In Russ.).
23. Panganiban R.P., McAninch C., Chulkina M., Pin-
chuk I.V. Telocytes in inflammatory bowel diseases:
contributions to pathology and therapeutic potentials.
Front Cell Dev Biol. 2025;12:1452258.
24. Zhao B., Chen S., Liu J. et al. Cardiac telocytes were
decreased during myocardial infarction and their ther-
apeutic effects for ischaemic heart in rat. *J Cell Mol
Med*. 2013;17(1):123–133.