

При развитии и совершенствовании ритмичности необходимо обеспечивать разно-стороннее воздействие на организм, направленное на повышение уровня общефизической подготовленности, улучшение психоэмоционального состояния нервной системы.

Эффективность комплексного подхода к проведению занятий по оздоровительной физической культуре в форме аэробики, гимнастики, пластики и т. п. в значительной степени определяется выбором музыкального сопровождения, а усвоение музыкального ритма способствует лучшему пониманию движений. Содержательная классическая и современная музыка способствуют воспитанию музыкального вкуса и повышению общей и двигательной культуры.

Рациональный выбор средств для развития физических качеств обеспечивает более быстрое усвоение новых форм движений, расширяет запас двигательных умений и навыков, специальных знаний, что в целом обуславливает удовлетворенность занятиями, углубляет интерес к саморазвитию и самосовершенствованию.

Для объективной оценки прироста показателей рекомендуется использовать систему адекватных тестов, количественных и качественных критериев оценки, что позволяет занимающимся стать активными участниками процесса физического воспитания.

Для повышения качества учебно-воспитательного процесса по оздоровительной физической культуре рекомендуется использовать разнообразные физические упражнения, методы и приемы педагогического воздействия, направленные на развитие физических качеств школьников с учетом уровня их физической подготовленности [2, 3].

Занятия оздоровительной физической культурой ориентированы на достижение следующих целей:

- тонизировать нервную систему, повысить интенсивность протекания всех физиологических процессов в организме и улучшить его общее функциональное состояние;
- стимулировать деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем;
- укреплять мышечную систему, сохранять и улучшать подвижность в суставах;
- поддерживать полноценность жизненно важных двигательных качеств, навыков и умений.

Для эффективного решения задачи повышения уровня физического развития и двигательной подготовленности студентов необходимо подбирать упражнения, соответствующие физическим и координационным способностям студентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бальсевич, В. К. Физическая культура: молодежь и современность / В. К. Бальсевич, Л. И. Лубышева // Теория и практика физической культуры. — 1995. — № 4. — С. 2.
2. Матвеев, Л. П. Теория и методика физической культуры: учебник для институтов физической культуры. — М.: Физкультура и спорт, 1991. — 543 с.
3. Сайкина, Е. Г. Фитбол-аэробика и классификация ее упражнений / Е. Г. Сайкина // Теория и практика физической культуры. — 2004. — № 7. — С. 43–46.

УДК 616.1.9-055.5

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК ВЗРОСЛОГО ОРГАНИЗМА В РЕГЕНЕРАТИВНОЙ МЕДИЦИНЕ

*Лыиков А. Н., Скуратов А. Г., Призенцов А. А.,
Осипов Б. Б., Дуденкова Е. В., Осюк А. В.*

**Учреждение образования
«Гомельский государственный медицинский университет»
г. Гомель, Республика Беларусь**

Введение

С развитием клеточных технологий все большее число исследователей занимается вопросами биологии, культивирования, экспериментального и клинического применения постнатальных стволовых клеток. Об этой тенденции свидетельствует интенсивный рост количества публикаций, связанных с биотехнологическим направлением [1, 2, 3].

Полагают, что стволовые клетки взрослого организма (СК ВО), adult stem cell в английской транскрипции, присутствуют во всех тканях организма, где участвуют в их постоянном обновлении и восстановлении. Недифференцированные клетки, обладающие свойствами СК, уже обнаружены в большинстве тканей и органов, производных всех трех зародышевых листков: в периферической крови (гемопозитические СК), костном мозге (гематопозитические и мезенхимальные СК), пульпе зубов (мезенхимальные СК), скелетных мышцах (сателлитные СК), миокарде, кровеносных сосудах, роговице и сетчатке глаза, головном и спинном мозге (нейральные СК), коже (эпидермальные СК и СК волосяных фолликулов), молочных железах, печени (овальные СК печени), желудочно-кишечном тракте (СК кишечных крипт), поджелудочной железе, легких, слюнных железах, тимусе, сухожилиях, в синовиальной, хрящевой и жировой тканях, предстательной железе, семенниках (сперматогониальные СК).

Вероятно, что СК взрослого организма вскоре будут найдены и в других тканях организма. Эти факты говорят об универсальной организации любой ткани в плане физиологической регенерации, для которой всегда предусмотрен самообновляющийся пул СК.

Цель

Выявить уникальные свойства стволовых клеток, позволяющие использовать их в регенераторной медицине.

СК взрослого организма играют центральную роль в регенерации определенного типа тканей. На этой особенности основаны подходы к использованию СК для направленной регенерации и восстановления тканей различных органов. Например, трансплантация гемопозитических СК костного мозга уже давно и успешно используется во многих клиниках мира для восстановления костномозгового кроветворения у онкологических больных после курса радио- и (или) химиотерапии.

Число СК, локализованных в различных тканях взрослого организма, как правило, невелико. Например, в тонком кишечнике насчитывается около 4–5 СК в каждой кишечной крипте, всего содержащей примерно 250 клеток (т. е. приблизительно 2 %), а сателлитные клетки скелетных мышц составляют около 5 % от остальных ядер мышечного волокна.

Стволовые клетки взрослого организма редко делятся, что важно для сохранности их генома, так как каждое деление потенциально связано с возникновением ошибок во время репликации генетического материала. Большую часть времени СК взрослого организма находятся в состоянии покоя (quiescence), периодически претерпевая симметричные деления. При появлении необходимого сигнала стволовые клетки активируются и начинают пролиферировать более интенсивно, продуцируя транзитные амплифицирующие клетки (ТАК) для восстановления пула дифференцированных клеток.

СК различного происхождения также экспрессируют некоторые общие молекулярные маркеры, связанные с поддержанием уникальных свойств СК (например, CD34, CD 133, определенные интегрины, теломераза, Bcl-2, белки-транспортёры семейства ABC, CD117 (c-kit), нестин и др.). Так, CD34, CD133 и интегрины обеспечивают закрепление СК взрослого организма в месте своей локализации, Bcl-2 угнетает проапоптотические сигналы, уберегая СК от гибели; теломераза поддерживает оптимальную длину теломер для длительного существования клетки; цитопротекторные белки-транспортёры поддерживают внутриклеточный гомеостаз, освобождая СК от потенциально токсичных веществ. Однако, действительно уникальные маркеры для СК пока не обнаружены.

Хотя СК взрослого организма обнаружены во многих тканях и органах, их пролиферативная активность в ответ на физиологические стимулы и (или) повреждения варьирует в широких пределах. В этом плане важно учитывать, что различные ткани характеризуются разной скоростью гомеостатического обновления, а также разной сте-

пенью выраженности регенеративного потенциала. Например, клетки крови и эпителиальных покровов обновляются достаточно быстро, и при их значительной потере, регенерация клеточного пула также происходит с высокой скоростью. Другие типы тканей, например ткани печени, обновляются в норме относительно медленно, однако при повреждении способны к эффективной регенерации. Головной и спинной мозг, сердце, почки, паренхима легких — примеры органов, ткани которых характеризуются низкой скоростью клеточного обновления и очень низким регенеративным потенциалом.

СК взрослого организма по сравнению с эмбриональными СК обладают более узким диапазоном направлений дифференцировки и меньшей пролиферативной активностью. Это означает, что СК ВО мультипотентны либо унипотентны, т. е. не способны преодолевать «пределы» своего зародышевого листка. Тем не менее, недавно получены свидетельства того, что в костном мозге и фетальных тканях могут присутствовать СК, для которых характерны плюрипотентные свойства. Обычно СК ВО могут дифференцироваться в несколько клеточных типов. Например, гемопоэтические стволовые клетки способны давать начало всем клеткам крови, а нейральные СК дифференцируются в большинство типов нейронов. Среди выявленных к настоящему моменту унипотентных СК ВО можно отметить СК роговицы глаза (лимбальные СК) и сперматогониальные СК.

Считается, что СК ВО сохраняют способность к пролиферации на протяжении всей жизни организма. Они участвуют в постоянном «фоновом» обновлении специализированных клеток ткани, часть которых так или иначе биологически изнашивается и элиминируется, и, вероятно, при экстренном восстановлении ткани при ее повреждении. Важной особенностью СК взрослого организма является их способность покидать место локализации и мигрировать при возникновении повреждения тканей в нужное место для их восстановления.

Согласно общепринятым представлениям, СК ВО могут дифференцироваться в клеточные типы только одного зародышевого листка. Однако были получены экспериментальные свидетельства трансдифференцировки СК ВО, т.е. дифференцировки СК в клетки, принадлежащие по своему происхождению другому зародышевому листку. Эту особенность СК определяют термином «пластичность». Дифференцировочный потенциал СК ВО достаточно высок. Наиболее широким спектром дифференцировки обладают гемопоэтические, мезенхимальные и нервные стволовые клетки.

Мезенхимальные стволовые клетки

Мезенхимальные стволовые клетки (МСК) прочно занимают второе место среди СК взрослого организма по своей изученности (после гемопоэтических СК). Это объясняется простотой выделения, культивирования и манипулирования МСК *ex vivo*. Действительно, наибольшее количество МСК локализуется в костном мозге — компартменте, относительно доступном для исследования. Кроме того, МСК обладают достаточно широким для СК ВО спектром направлений дифференцировки и поэтому привлекательны для исследователей и клиницистов.

Основной источник МСК во взрослом организме — костный мозг, в строме которого заключены эти клетки. Как и в отношении других СК, частота встречаемости МСК в костном мозге невелика. Недавние исследования на основе анализа CFU-F показали, что у человека на 34 тыс. ядродержащих костномозговых клеток в среднем присутствует одна МСК.

Кроме костного мозга, МСК обнаруживаются в некоторых других тканях организма. Так, клетки с характерным фенотипом и дифференцировочным потенциалом были идентифицированы в жировой, костной, мышечной и хрящевой тканях. Некоторое количество МСК может находиться в периферической и пуповинной крови, однако свидетельства этого достаточно противоречивы. Более того, есть свидетельства вероятного присутствия МСК-подобных клеток в тканях сухожилий и сосудов и в пульпе зубов.

Такое распределение МСК может быть объяснено несколькими возможностями:

- 1) ткани взрослого организма содержат независимые популяции схожих СК, характерные черты которых определяются сигналами от специфической тканевой ниши;
- 2) МСК существуют в виде единой популяции клеток с определенным местом локализации, откуда происходит их миграция с заселением различных тканей организма;
- 3) МСК происходят из клеток, локализованных в кровеносных сосудах, и по этой причине присутствуют во всем организме.

Среди большого разнообразия типов стволовых клеток, которые предлагаются к использованию, мезенхимальные стволовые клетки жировой ткани заслуживают особого внимания. В течение длительного времени жировая ткань рассматривалась как пассивное депо энергетических субстратов. Однако к настоящему моменту жировая ткань получила статус эндокринного органа с разнообразными функциями, сама секретирует целый спектр важных регуляторных факторов и чутко реагирует на смену условий в организме.

Согласно рекомендациям Международного общества по применению технологий с жировой тканью для МСК, выделенных из жировой ткани, принято определение «стволовые клетки жировой ткани» (Adipose-Derived Stem Cells — ASCs).

Для многих пациентов значимым аргументом служит то, что полученные клетки жировой ткани являются аутологичными, и это сводит к минимуму вероятность реакции отторжения трансплантата. Наиболее перспективной является направленная дифференцировка ASCs в нужные для пациента типы клеток с помощью использования специальных условий культивирования и различных цитокинов. В экспериментальных работах на культурах клеток человека и животных показано, что кроме классической дифференцировки в жировые, хрящевые и клетки кости, из ASCs учеными разработаны протоколы и удавалось получить клетки сердечной мышцы, клетки сосудов, мышечные и нейроно-подобные клетки, гепатоцит-подобные клетки, эпителий сетчатки. Это означает, что МСК нарушают границы мультипотентности и могут рассматриваться как плюрипотентные СК.

Культуры МСК активно изучались в отношении как морфологии, так и поверхностных молекулярных маркеров. Известно, что обнаружение стволовых клеток в культуре основано на двух основных критериях: способности к длительной пролиферации и потенциала к дифференцировке в зрелые клетки. Кроме того, в случае МСК необходимо показать, что эти клетки участвуют в образовании мезенхимальных тканей после введения в организм *in vivo*. По морфологии культивируемые МСК могут быть крупными и плоскими либо вытянутыми и фибробластоподобными, хотя функциональная значимость этих различий пока неизвестна.

Наряду с мультипотентными гемопоэтическими и нервными СК, дифференцировочный спектр МСК *in vitro* тоже достаточно широк. Так ли это *in vivo*, пока не ясно.

Заключение

Уникальными свойствами СК является их способность к длительному самоподдержанию и возможность при определенных условиях дифференцироваться в различные типы специализированных клеток. Использование СК ВО в качестве заместительной терапии (в том числе при патологии печени) является перспективным, так как СК легко получить, они обладают более высоким по сравнению со зрелыми гепатоцитами пролиферативным потенциалом и, соответственно, могут дать начало большому количеству дочерних клеток, способных дифференцироваться в гепатоциты. С этической точки зрения применение СК взрослого человека более приемлемо по сравнению с эмбриональными или фетальными клетками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кирик, В. М. Стволовые клетки из жировой ткани: основные характеристики и перспективы клинического применения в регенеративной медицине / В. М. Кирик, Г. М. Бутенко // Журн. АМН України. — 2010. — Т. 16, № 4. — С. 576–604.
2. Яргин, С. В. Стволовые клетки и клеточная терапия: на подступах к научному подходу / С. В. Яргин // Цитология. — 2010. — Т. 52, № 11. — С. 918–920.
3. Dan, Y. Y. Liver stem cells: a scientific and clinical perspective / Y. Y. Dan, G. C. Yeoh // J. Gastroenterol. Hepatol. — 2008. — Vol. 23. — P. 687–698.