ДОРОЖНАЯ КАРТА РАЗВИТИЯ РЕГЕНЕРАТИВНОЙ МЕДИЦИНЫ

РЕГЕНЕРАТИВНАЯ МЕДИЦИНА

- «Увеличение масштаба» – изменение существующей системы обучения врачей, введение в образовательный процесс новых технологий
- Монетизирование технологий
- Нормативно-правовые вопросы
- Возмещение стоимости (медицинское страхование)

НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕГЕНЕРАТИВНОЙ МЕДИЦИНЫ

Терапии заживления

Создание баз данных

- Создание баз данных по развитию регенеративных способностей живых организмов в процессе эволюции
- Создание регистра эмбриональных стволовых клеточных линий человека с генетическими дефектами: совместный проект Европейского общества эмбриологии и репродукции человека и Европейского регистра эмбриональных стволовых клеток человека
  - Разработка и принятие единых стандартизованных критериев описания новых полученных линий эмбриональных стволовых клеток
  - Учет иммунологических аспектов в Европейском регистре эмбриональных стволовых клеток человека: описание иммунологических свойств новых клеточных линий в дополнение к описанию условий выделения, культивирования, генотипа, профилей экспрессии маркеров стволовых клеток и степени модификации

Сопутствующие технологии

- Разработка методик и технологий, направленных на сохранение регионарных стволовых клеток молодого организма для их последующего возможного применения
  - Разработка методов сохранения для следующих видов стволовых клеток:
    - кроветворных и мезенхимальных (стромальных) стволовых клеток пуповинной крови;
    - стромальных стволовых клеток плацентарного комплекса;
    - стволовых клеток периодонта;
    - стволовых клеток волосяных фоликулов;
    - МСК эндометрия;
    - других видов стволовых клеток, которые требуют более инвазивных процедур сбора.
  - Разработка технологий взятия, обработки и тестирования клеточного материала
  - Разработка методов криоконсервации и размораживания клеточного материала
  - Отработка технологий культивирования клеток с использованием биореакторов и синтетических сред

ТКАНЕВАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Создание каркасов для тканевой инженерии

- Биоматериалы
  - Природные биоматериалы
    - Хитозан
      - Сконструировать гибридные хитозан-неорганические микрочастицы с мезенхемиальными клетками в качестве каркасов для тампонирования полостей кости
    - Фибрин
      - Разработать фибриновые каркасы с продолжительным высвобождением эндотелиальногофактора роста сосудов
      - Изучение концентраций фибриногена и тромбина на рост нейронов в фибриновых каркасах
      - Решить проблему использования ксеногенных стволовых клеток в фибриновых гелях
      - Применить фотосшивание фибринового геля для повышения прочности
      - Создать гибридную стабильную пористую сеть из фибриногена, фибронектина и ламинина
    - Использовать морских губок как основу керамических каркасов для инженерии кости
    - Синтезировать биоматериалы из белка шелка и хитозана или желатина для получения 3D структур-каркасов
    - Использовать чешую рыбы в коллагеновых каркасах при регенерации сетчатки
  - Синтетические биоматериалы
    - Создать пористые мембраны для из поли ε-капролактона для улучшения притока питательных веществ и оттока продуктов обмена
    - Использовать лазерные технологии при создании поликапролактоновых каркасов
    - Синтезировать порошок дипсида (CaMgSi(2)O(6)) с плотной керамикой в качестве биоактивных полимеров для репарции кости
    - Создать биоразлагаемые микросферы со связующими компонентами из остатков орг.кислот и желатина с политриметилен карбонатом для конструкции пористых каркасов
    - Снизить токсичность полиуретановых каркасов при биодеградации
    - Сконструировать биоимитирующие нановолокна с ростовыми факторами для контроля стволовых клеток
    - Сконструировать наночастицы гидроксиапатита с поли эфир-уретаном для инженерии кости
    - Создать макропористые мультифункциональные химически сшитые эластиновые полимерные каркасы
    - Создать протезные кровеносные сосуды на основе биактивных полимеров
    - Пористые биосовместимые поперечно-сшитые гидрогели
      - Модифицировать сахарный остова гиалуроновой кислоты фоточувствительными метаакриловыми группами в гидрогелях для улучшения инженерии нервной ткани
      - Создать гидрогели из жировой ткани для инженерии жировой ткани
      - Осуществить фотосшивание остатков гиалуроновой кислоты вокруг отросчатых кристаллов мочевины для получения пор в каркасе
      - Создать многослойный гидрогель с каналами для лучшей доставки кислорода и пит. веществ
      - Разработать методы энзиматического сшивания декстран-тироминовых гидрогелей
      - Создать розеткообразные нанотрубки из ДНК оснований, гидрогелей и хондроцитов для получения 3D каркасов с целью восстановления хряща
  - Естественные биологические мембраны
    - Создать тканеинженерные каркасы на основе бактериальных мембран
  - Разработка протоколов качества биоматериалов
    - *критерии*
      - Отсутствие грубого капсулирования или отторжения эндопротеза
      - Минимальный воспалительный ответ
      - Биосовместимость с тканями хозяина
      - Сохранение формы и размеров эндопротезированного органа
      - Прочность и устойчивость к воздействиям в месте имплантации
      - Отсутствие токсичных продуктов распада
- Децеллюляризация
  - Разработать методы морфологической оценки цитоархитектоники графтов с применением лазерно-индуцированной флюоресценции
  - Создать эффективные методы децеллюляризации сосудов с минимальным повреждением соединительнотканного каркаса
  - Разработать методы быстрой диагностики состояния полученных графтов с применением лазерного излучения
- Методы создания

Выбор клеток для тканевой инженерии

- Исследовать свойства клеток различного происхождения
  - Исследовать ксеногенные, аллогенные и аутогенные стволовые клетки для применения в тканевой инженерии
- Использовать различные стадиоспецифичные ткане-инженерные стволовые клетки
  - Эмбриональные стволовые клетки
  - Стволовые клетки взрослого организма

Разработка методов тканевой инженерии

- Терапевтическое клонирование
  - Получение индуцированных плюрипотентных стволовых (ИПС) клеток из соматических клеток путем ядерного перепрограммирования с использованием вызывающих плюрипотентность транскрипционных факторов (Oct4, Sox2, Nanog, Klf4, c-myc)
    - Снижение опухолеродного потенциала ИПС-клеток путем удаления ретровирусных и протоонкогенных (c-myc) трансдюсеров (запрограммированная самоинактивация вирусного вектора, использование одиночных полицистронных векторов)
      - Получение ИПС клеток, генетически откорректированных и специфических для данного пациента
        - Регенерация тканей
        - Генетическая коррекция болезни
      - Получение ИПС-клеток, специфических к определенной болезни (примеры: генетическая коррекция мышиных моделей болезни Паркинсона и серповидноклеточной анемии)
        - Генетическая коррекция болезни
  - Перенос клеточных ядер и цитоплазмы донорной яйцеклетки в акцепторную яйцеклетки для лечения и предотвращения болезней, возникающих из-за нарушений митохондриальной ДНК
  - Развитие клеточных ресурсов для терапевтического клонирования
    - Криоконсервация яйцеклеток (банк яйцеклеток, незрелые яйцеклетки)
    - Стволовые клетки плода человека из околоплодной жидкости
- Биопринтинг
  - Формирование двумерных и трехмерных образований. состоящих из однородных клеток (клеточных листов, трубок, колец, кубов, стержней и ветвистых стержней) Эмбриоидные тела (3-мерные однородные клеточные скопления)
    - Формирование трехмерных структур, состоящих из разных клеток: простые модели искусственной кожи, искусственных нервов, упрощенного костного мозга, биоинженерных сегментов кровеносных сосудов
      - Создание трехмерных микротканей и тканей, содержащих кровеносные сосуды (сеть биоинженерных микрососудов): искусственная 3-мерная васкуляризованная сердечная мышца
        - Получение трехмерного органа с внутренней сосудистой системой
      - Получение ветвящихся трубок промежуточного и большого диаметра (макрососуды)
        - Получение трехмерного органа с внутренней сосудистой системой
- Создание нервов в искусственном органе
- Васкуляризация
- Клеточные листы
- Бионика
  - Имплантируемые микроэлектронные устройства
    - Сердечные устройства
      - Искусственный левый желудочек сердца
      - Искусственное сердце
    - Кохреальные импланты (для регенерации слуха и речи)
    - Стимуляторы спинного мозга (для регенерации локомоторной функции)
    - Дозирующие насосы (для впрыскивания лекарств и питательных веществ в кровь)
  - Нейропротезы
  - Костные и хрящевые импланты
    - Костные импланты
    - Хрящевые импланты
  - Зубные импланты

Диагностические платформы

- Мониторинг имплантированных стволовых клеток в реципиентном органе
  - Отслеживание миграции, деления и дифференцировки имплантированных стволовых клеток в сердце реципиента, перенесшего инфаркт миокарда, в режиме реального времени с использованием различных технологий
  - Отслеживание клеток импланта с помощью магнитного резонансного сканирования
  - Отслеживание имплантированных клеток по экспрессии меченого репортерного гена (например, гена Na/I-симпортера, гена D-люциферина и т.д.)
  - Отслеживание имплантированных клеток с использованием позитронно-эмиссионной томографии и/или фотонной томографии и мечения клеточного имплантарадионуклидом
    - Замена в будущем радиоактивного мечения имплантированных клеток на нерадиактивные способы детекции
  - Отслеживание имплантированных клеток с помощью оптической микроскопии
- Диагностические устройства: изготовление микро(нано)сенсоров, обнаруживающих молекулы – биомаркеры клеточных нарушений
  - Антираковая терапия: специфическое обнаружение раковых клеток с помощью интронного рибозима Tetrahymena
    - Замещение рак-специфического транскрипта новым (нераковым)
    - Селективная доставка цитотоксического гена в раковую клетку
  - Наночастицы для обнаружения клеточной или молекулярной мишени (раковой клетки, бактериальной клетки, вирусной частицы, белка, последовательности ДНК) и специфической доставки лекарств
    - Сверхпарамагнитные наночастицы окиси железа для детекции раковых клеток, патогенных микроорганизмов и т.д.
    - Наночастицы из драгметаллов (коллоидное золото и серебро) для обнаружения вирусов, бактерий, антител, ДНК определенной последовательности и т.д.
- Микроэлектромеханические системы (Био-МЭМС)
  - Био-МЭМС в изучении культивируемых микротубул (биоинженерия искусственной мышцы)
- Технология клеточного мониторинга в режиме реального времени: наблюдение и измерение передачи сигналов в клетку и внутри клетки и внутриклеточной экспрессии генов в ответ на внешний стимул
  - Микрожидкостные платформы для получения изображения в режиме реального времени
    - Анализ отдельно взятых клеток и динамики изменения субклеточных компонентов
    - Мониторинг в реальном времени взаимодействий хозяин-патоген и сигнальной трансдукции
  - Флуоресцентная микроскопия для обнаружения амилоидных сгустков и амилоидогенного состояния белков
  - Сканирующая электро-химическая микроскопия в биосенсорном исследовании: наблюдение за живыми клетками в реальном времени
  - Тканевые микрочипы в онкологии: мониторинг экспрессии генов-супрессоров опухоли (p16, p53, RB) в реальном времени
- Разработка систем биомаркеров старения, жизнеспособности, здоровья, патологий

КЛЕТОЧНАЯ ТЕРАПИЯ

Удаление «плохих» клеток

- Идентифицировать маркеры опухолевых стволовых клеток в различных видах новообразований
  - Изучить молекулярные механизмы устойчивости стволовых клеток опухоли
  - Исследовать сигнальные механизмы обновления и канцерогенеза стволовых клеток опухоли
  - Выявить насколько гомогенна сама популяция стволовых клеток опухоли
- Определить маркёры «стареющих» клеток
- Разработать способы снижения доли макрофагов висцеральной жировой ткани
- Разработать способы уменьшения количества анергических киллерных Т-клеток
- Маркеры удаления клеток
  - Иммунный ответ
    - Создать новые эффективные терапевтические гуманизированные моноклональные антител
    - Использовать адаптивную Т-клеточной терапии, в том числе с генетически модифицированными Т-клетками
    - Идентифицировать антигены «плохих» клеток
    - Изучить механизмы, позволяющие опухолевым клеткам избегать уничтожения иммунной системы
  - Исследовать реактивацию теломеразы, уменьшение уровня репарации, увеличение окислительного повреждения ДНК и инактивации опухолевых супрессоров как возможные маркеры удаления «плохих» клеток
  - Разработать подходы суицидной генной терапии для направленного и селективного удаления «плохих» клеток
  - Создать методы элиминации «нежелательных» клеток, базирующихся на основе преобладания в них анаэробных процессов и активации ангиогенеза
  - Индукция апоптоза
    - Получить соединения, специфически активирующие апоптоз в «плохих» клетках на основе различий с «хорошими» клетками в сигнальных каскадах
    - Изучить последствия прямой активации в клетках-мишенях проапоптотических белков, «рецепторов смерти» и подавления активности белков-супрессоров апоптоза

Восстановление регенеративных способностей

- Влияние внешних факторов на регенеративные способности клеток
  - Изучить роль адгезина тромбоцитов SDF-1 в дифференциации CD34+ в предшественники эндотелиальных клеток
  - Изучить влияние оксида азота (NO), высвобождающегося при травме в регуляции внутриклеточных процессов заживления
  - Исследовать проангиогенное действие экзогенного эритропоэтина и изучить экспресии рецептора к эритропоэтину на макрофагах при фибрин-индуцированном заживлении ран
  - Выяснить механизмы воздействия внешнего электрического поля на цитоскелет и мембраны клеток для использования в регенеративной медицине
  - Исследовать моменты стимуляции и продолжительности воздействия фактора роста нейронов на процессы дифференциации культур клеток
  - Изучить различные значений давления кислорода в ткани для модуляции процессов регенерации тканей
  - Изучить основные механизмы регенерации мышечной ткани стволовыми клетками мышечного происхождения под влиянием микроокружения ниши, стволовых клеток немышечного происхождения, а также стимуляторными и ингибиторными ростовыми факторами
  - Изучить влияния ионов Ca в регуляции дифференциации остеобластов через межклеточные взаимодействия для регенерации костной ткани
  - Исследовать перенос генетического материала между стволовыми клетками с помощью микровезикул для репрограммирования фенотипа стволовых клеток
  - Разработать методы защиты клеток от окислительного стресса и привлечения стволовых клеток в место репарации ткани наряду со стимуляцией дифференциации
  - Создать биоматериалы для контроля функций стволовых клеток
  - Разработать походы к изучению процесса дедифференциации in vivo
  - Разработать методики имплантации гомологичных макрофагов
- Манипуляция регенерацией клеток на уровне генетического материала
  - Выяснить процессы регуляции транскрипции регенерации ткани, а также ковалентной модификации ДНК и топологической реорганизации хромосом для селективной манипуляции генной экспрессии
  - Исследовать механизмы активации сигнальной системы Notch для регенерации сосудов с помощью предшественников эпителиальных клеток
  - Установить и изучить гены, определяющие регенеративный потенциал стволовых клеток:
    - Гены, контролирующие пролиферативную активность (напр.,Plzf)
    - Гены семейства IGF, кодирующие инсулин-подобные факторы ростафакторы
    - Гены семейства Hox, кодирующие факторы транскрипции
    - Гены, кодирующие MAP киназы
    - Гены, определяющие структуру цитоскелета, (например A-ламин),
    - Гены семейства Stat, кодирующих белки активаторов транскрипции
    - Изучить процессы негативной регуляции системы генов p53/p21 в регенерации хрящевой тканей ушей
- Изменения внеклеточного матрикса
  - Старение кожи под действием УФ-излучения
    - Разработать стратегии для предотвращения и профилактики фотоиндуцируемого старения кожи
      - Предотвращение/уменьшение фотоиндуцируемого старения путем использования противовоспалительных агентов (ингибиторы циклооксигеназы, ингибиторы выработки провоспалительных цитокинов)
      - Антиоксидантная терапия для инактивации свободных радикалов кислорода
      - Использование ингибиторов эластазы нейтрофилов для предотвращения/уменьшения деградации межклеточного матрикса и активации матриксных металлопротеаз
      - Ингибирование матриксных металлопротеаз
        - Ингибирование экспрессии матриксных металлопротеаз с помощью ретиноидов
        - Ингибирование активности матриксных металлопроеаз с помощью природных и искусственных ингибиторов
    - Изучить механизмы фотоиндуцируемого старения
      - Изучить функции и свойства матриксных металлопротеаз для разработки новых эффективных ингибиторов
      - Изучить механизмы фотоиндукции и активации матриксных металлопроеаз
      - Установить специфические и мощные ингибиторы матриксных металлопротеаз
  - Накопление продуктов неферментативного гликирования
    - Развивать методы обнаружения и количественного определения неферментативно гликозилированных структурных белков межклеточного матрикса
    - Применять измерение уровней экспрессии растворимой изоформы рецептора продуктов неферментативного концевого гликозилирования в качестве биомаркера хронических воспалительных процессов (сосудистого атеросклероза, диабета, почечной недостаточности)
    - Изучить механизмы образования и регуляции белковых продуктов неферментативного гликирования
    - Разработать стратегии, направленные на предотвращение накопления неферментативно гликозилированных белков и удаление межмолекулярных сшивок между белками межклеточного матрикса и соединительной ткани
      - Разработка новых лекарств, снижающих уровень глюкозы
      - Поиск эффективных ингибиторов неферментативного гликозилирования (пиридоксин, пиридоксамин, аминогуанидин, 2,3-диаминофеназон и проч.)
      - Разработка синтетических агентов (производные тенилсетама, феноцилтиозолина и т.д.) и поиск природных соединений для расщепления межбелковых сшивок
        - N-ацетилкарнозин и гистидилгидразид как перспективные агенты для лечения катаракты и диабетической ретинопатии
  - Отложения бета-амилоида
    - Продолжить исследование механизмов возникновения и образования амилоидных отложений
      - Углубленное исследование молекулярных механизмов возникновения и развития спорадических форм болезни Альцгеймера для поиска новых терапевтических мишеней
      - Изучение новых видов и механизмов образования амилоидных отложений
      - Выяснение механизмов патологического накопления ионов металла в мозге и их стимулирующей роли в формировании отложений бета-амилоида
    - Разработать новые лекарства и подходы для предотвращения накопления бета-амилоидных отложений в мозге и других органах и тканях
      - Разработать препараты для дестабилизации и рассасывания имеющихся амилоидных отложений
        - Активация микроглии с помощью назального препарата Протоллин способствует удалению амилоида с помощью антител
        - Создание и лечебное использование соединений, нарушающих укладку белковой молекулы (т.н. «нарушители бета-слоев») для дестабилизации амилоидных отложений
      - Хелатирующие агенты
        - Наночастицы, содержащие D-пенициламин, для лечения болезни Альцгеймера, болезни Паркерсона и других поражений центральной нервной системы
        - Липофильный хелатор ионов металлов DP-109 для предотвращения образования новых амелоидных агрегатов и растворения существующих отложений
        - Дальнейшие клинические испытания клиоквенола (хелатор, связывающий ионы меди и цинка) для лечения болезни Альцгеймера
      - Создать клинические препараты нового поколения и определить природные ингибиторы взаимодействия между предшественниками амилоидных фибрилл
        - Ингибиторы сывороточного P-компонента амилоида
        - Природные вещества, предотвращающие образование амилоидных агрегатов (винные полифенолы, таниновая кислота, куркумин, никотин)
        - Ингибиторы взаимодействия между бета-амилоидными фибриллами и т.н. «патолотическими шаперонами» (аполипопротеин E, глюкозаминогликаны и т.д.), способствующие образованию бета-амилоидных отложений

Добавление клеток

- Биомаркеры стволовых клеток
  - Установить особенности эпигенетических паттернов
  - Выявить профили экспрессии генов в стволовых клетках
  - Установить специфические маркеры клеточной поверхности
- Репрограммирование клеток
  - Изучение иПСК как самостоятельного типа плюрипотентных клеток
    - Морфологические критерии, позволяющие определить иПСК в культуре
    - Изучение особенностей профиля экспрессии и эпигенетических элементов иПСК
  - Разработка методов репрограммирования
    - Методы репрограммирования с использованием чЭСК (пересадка ядра соматической клетки, слияние с чЭСК)
    - Репрограммирование без использования hESC
      - Поиск факторов, необходимых и достаточных для получения иПСК
        - Репрограммирование с использованием низкомолекулярных соединений
        - Репрограммирование с использованием генов или продуктов генов
          - Поиск оптимальной комбинации генетических факторов для получения иПСК, безопасных с точки зрения терапевтического применения
          - Создание систем доставки факторов репрограммирования для получения безопасных иПСК (например, с помощью неинтегрирующих вирусов, полицистронных невирусных векторов, добавлением рекомбинантных белков, требующихся для репрограммирования)
      - Методы повышения эффективности репрограммирования (например, использование кератиноцитов для получения иПСК, использование витамина C)
    - Получение иПСК, безопасных с точки зрения использования в терапии
      - Получение разных типов клеток на основе иПСК (например, мотонейронов, кардиомиоцитов, гладкомышечных клеток, клеток эндотелия, гематопоэтических клеток, половых клеток)
  - Использование иПСК в терапии
    - Лечение бесплодия
    - Создание вакцин на основе иПСК
    - Лечение дегенеративных заболеваний (например, болезни Паркинсона, амиотрофического склероза)
    - Лечение генетических заболеваний путем использования генетически-модифицированных иПСК (например, серповидно-клеточной анемии, анемии Фанкони, гемофилии типа A, мышечной дистрофии Дюшенна)
    - Создание клеточных моделей и моделирование заболеваний на животных с использованием иПСК (например, серповидно-клеточной анемии, семейной вегетативной дисфункции, мышечной атрофии спинного мозга, синдрома Дауна, болезни Гоше, мышечных дистрофий, болезни Паркинсона, болезни Хантингтона, диабета I типа и др.)
- Особенности культивирования *in vitro*
  - Научиться создавать оптимальное микроокружение для культивирования сателлитных клеток
  - Изучить способы контроля дифференциации стволовых клеток
    - Воздействие через сигнальные пути (JAK/STAT, MT-MMP, P19 ARF)
    - Эпигенетический контроль
    - Использование ненаправленных siRNA
  - Изучить способы контроля деления стволовых клеток
- Учет факторов роста
  - Использование органоспецифических ростовых факторов (LGF, EGF, FGF)
  - Регуляция экспрессии рецепторов ростовых факторов
    - NFκB, контролирующий синтез многих ростовых факторов и необходим для нормальной пролиферации стволовых клеток
- Разработка новых стратегий получения клеток
  - Повысить эффективность индуцированных плюрипотентных клеток
  - Разработать методы выделения стволовых клеток без использования вирусных векторов и протоонкогенов
  - Получить жизнеспособные плюрипотентные клетки с ядром от человеческих доноров
- Изучение потенциала стволовых клеток для восстановления органо-тканевых функций, утраченных в процессе старения
  - Оценить возможности использования стволовых клеток для лечения нейродегенеративных заболеваний, связанных с возрастом
    - Провести клинические испытания с переносом полученных результатов для лечения патологий, связанных со снижением функций (болезнь Паркинсона) или потерей нейронов (болезнь Альцгеймера), а также других клеток ЦНС (рассеянный склероз, боковой амиотрофический склероз)
    - Провести лабораторные исследования особенностей интеграции всех типов специализированных клеток на тканях животных
  - Изучить возможность применения стволовых клеток для лечения заболеваний, связанных с «износом» опорно-двигательного аппарата
    - Провести клинические исследования по восстановлению костной ткани и суставных хрящей с помощью аутологичных мезенхимальных стволовых клеток
    - Оценить потенциал получения мезенхимальных стволовых клеток из жировой ткани
  - Изучить возможность применения стволовых клеток для лечения заболеваний, связанных с ослаблением функции миокарда и кровоснабжения тканей
    - Подтвердить существование стволовых клеток миокарда и изучить способы их реактивации
    - Разработать технологию получения предшественников кардиомиоцитов из эмбриональных клеток человека или аналогов (iPS клеток)
    - Провести клинические исследования клеточной и генной терапии (CD133, VEGF, FGF)и выбрать оптимальные средства лечения различных нозологий ишемии (например при атеросклерозе нижних конечностей, диабетической стопе, ишемии миокарда и др)
- Проанализировать особенности роста стволовых клеток *in vivo*
- Изучение возможности дифференцировки чЭСК с целью их дальнейшего использования для поддержания различных функций человеческого организма:
  - Использование дифференцированных ЭСК для восстановления целостности ЦНС при повреждении (рассеянный склероз, травма)
  - Применение клеток сосудистого эндотелия или их предшественников для лечения патологий, связанных с сосудистой сетью, в том числе и возрастных
  - Получение допаминэргических нейронов для трансплантации пациентам с болезнью Паркинсона
  - Проведение исследований по дифференцировке ЭСК в гематопоэтические или дифференцированные клетки крови
  - Изучение возможности дифференцировки чЭСК в нейроэпителий, в том числе пигментированный и фоторецепторный, что позволит совершить значительный прорыв в лечении глазных болезней, связанных с процессами старения
  - Оценка возможности дифференцировки чЭСК в инсулин-продуцирующие бета-клетки
  - Создание охарактеризованных линий ЭСК в банках клеток для обеспечения стандартизованного и неиссякаемого источника кроветворных клеток

Цветовой ключ

- ⬜ – направления, требующие детальной проработки
- 🟧 – направления развития тканевой инженерии
- 🟨 – направления развития диагностических платформ
- 🟦 – направления развития клеточной терапии