

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

УДК 616.33-006.6-089

© Т.В. Бочкова, Ш.Х. Ганцев, 2019

Т.В. Бочкова², Ш.Х. Ганцев^{1,2}

ПРИМЕНЕНИЕ АУТОПЛАЗМЫ, ОБОГАЩЕННОЙ ТРОМБОЦИТАМИ, В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ МЕДИЦИНЫ

¹ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Уфа

²НИИ онкологии ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Уфа

В данной работе отражены наиболее актуальные аспекты применения аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами, в различных областях медицины. Аутоплазма, обогащенная тромбоцитами (PRP), содержит многочисленные факторы роста и цитокины [15], которые потенциально предлагают альтернативную модель лечения, чтобы помочь в решении проблемы, связанной с гемостазом. Целью данного литературного обзора было изучение новейшей литературы по применению PRP в различных областях медицины для выявления ее способности к регенерации ткани с низким заживляющим потенциалом.

В настоящее время аутоплазма, обогащенная тромбоцитами, активно применяется в хирургии, стоматологии, травматологии и ортопедии, спортивной медицине, косметологии и дерматологии, комбустиологии. В то же время до сих пор отмечен явный недостаток оценки эффективности применения и отдаленных результатов аутоплазмы с точки зрения доказательной медицины. Аутоплазма, обогащенная тромбоцитами, обладает рядом полезных свойств: ускоряет процессы регенерации тканей, обладает противовоспалительным эффектом, снижает болевой синдром, что открывает еще большие перспективы для ее применения в хирургии, травматологии и др.

Ключевые слова: обогащенная тромбоцитами аутоплазма, регенерация, травматология, хирургия, дерматология, стоматология, комбустиология, спортивная медицина.

T.V. Bochkova, Sh.Kh. Gantsev

THE APPLICATION OF AUTOPLASMA, ENRICHED WITH PLATELETS IN VARIOUS FIELDS OF MEDICINE

The article describes the most relevant aspects of the use of autoplasm enriched with platelets in various fields of medicine. Platelet-rich plasma (PRP) contains numerous growth factors and cytokines [15], which potentially offer an alternative treatment model to assist in solving hemostasis-related problems. The purpose of this review was to study the latest literature on the use of PRP in various fields of medicine to identify its ability to regenerate tissue with low healing potential.

Currently, PRP is actively used in surgery, dentistry, traumatology and orthopedics, sports medicine, cosmetology and dermatology, burn injury medicine. At the same time there is still a lack of assessment of efficiency of application and long-term results of autoplasm from the point of view of evidence-based medicine. PRP has a number of useful properties: it accelerates the processes of tissue regeneration, possesses anti-inflammatory effect, reduces pain, which opens up even greater potential for its use in surgery, traumatology, etc.

Key words: platelet-rich autoplasm, regeneration, traumatology, surgery, dermatology, dentistry, combustiology, sports medicine.

Родоначальниками инъекций аутокрови принято считать шведских врачей Grafstrom и Elfstrom. В 1898 году в США они впервые в мире произвели инъекции аутологичной крови в растворе поваренной соли при пневмонии и туберкулезе [10]. В 1905 году немецкий хирург Август Бир установил, что собственная кровь пациента, введенная ему в бедро, представляет собой нечто вроде раздражителя для организма и позволяет добиться ускорения заживления переломов. Август Бир обратил внимание на тот факт, что переломы трубчатых костей, сопровождающиеся множественными гематомами и кровоподтеками, заживают в более короткий срок. Впоследствии он применял инъекции аутокрови в ткани при самых различных патологических состояниях. Его опыт был подхвачен хирургами в дореволюционной России.

Отечественным хирургам наиболее дорог опыт В.Ф. Войно-Ясенецкого, применившего аутогемотерапию при лечении воспали-

тельных заболеваний [1]. В 1934 году В.Ф. Войно-Ясенецкий опубликовал «Очерки гнойной хирургии», в которых описал аутогемотерапию в виде инфильтрации цельной аутокрови в очаг воспалительного процесса мягких тканей.

Положительные результаты лечения и минимальное количество нежелательных явлений на долгие годы сделали аутогемотерапию и аутосеротерапию часто применяемыми вспомогательными методами лечения, вплоть до начала эры антибиотиков. Эра антибиотиков, наступившая в 40-х годах XX века, сместила значение аутогемотерапии в область лечения хронических заболеваний. Исторически в СССР и Германии аутогемотерапию традиционно использовали в виде вспомогательного метода лечения при хронических воспалительных заболеваниях.

Следующим этапом в развитии методов, использующих аутокровь, стало применение плазмы. Плазма – часть крови, свободная от

эритроцитов и богатая тромбоцитами. Применение аутоплазмы с богатым содержанием тромбоцитов явилось открытием того факта, что тромбоциты содержат белковые факторы (PRP-factors), инициализирующие клеточный регенеративный процесс [11].

Одними из первых в конце 80-х годов Marx R.E. с соавт. стали применять плазму в виде геля. Авторы оценили эффективность гелевой формы – богатой тромбоцитами плазмы – при устранении дефектов нижней челюсти протяженностью 5 см и более после резекции опухолей [13]. В исследуемой группе они использовали аутогенную кость, смешанную с гелем, а в контрольной – только аутогенную кость. В результате проведенного исследования ученые доказали ускоренное образование кости и лучшую ее структурную организацию при использовании богатой тромбоцитами плазмы гелевой формы, а также наличие в аутогенной кости рецепторов к факторам роста, находящимся в тромбоцитах [1].

За последние 10 лет увеличилось число применения аутоплазмы при лечении различных патологий опорно-двигательного аппарата. Богатая тромбоцитами плазма (PRP) становится все более популярной для лечения тендинопатии и дегенеративных клеточных заболеваний. История применения PRP в клинических условиях началась еще в 1980-х годах, когда было обнаружено, что она эффективна при кровопотере во время кардиохирургических вмешательств [6]. Проводились также исследования в области стоматологии на предмет ее регенеративных свойств PRP при созревании и формировании кости [3,4]. Со временем применение PRP в костно-мышечной медицине возросло, и ее роль в заживлении сухожилий и тканей была тщательно изучена [7].

Что такое PRP?

Термин аутоплазма, обогащенная тромбоцитами, определяется как образец аутологичной крови, концентрация тромбоцитов в которой выше, чем в нормальной базовой плазме крови [6,7]. Врачей всего мира больше привлекает использование собственной крови пациента, в отличие от более распространенных методов лечения, таких как стероиды или анестетики [8]. Как правило, подготовка PRP включает в себя получение цельной крови от пациента с последующим 1-2-этапным процессом центрифугирования для отделения плазмы от эритроцитов и лейкоцитов [8]. Существуют две разновидности аутоплазмы в зависимости от концентрации лейкоцитов: бедная лейкоцитами и богатая лейкоцитами [6]. Хотя лейкоциты играют важную роль в заживлении ран и облегчении восстановления тканей, существует вероятность того, что они могут вызывать нежелательный воспалительный ответ в месте инъекции. К сожалению, нет достаточных данных *in vivo*, чтобы предположить, какой метод приготовления является наиболее идеальным. Однако понимание того, что существует несколько методов получения и подготовки PRP, является необходимым.

Тромбоциты, являющиеся одними из основных компонентов PRP, помогают обеспечить высвобождение нескольких факторов роста, которые необходимы для процесса заживления. К ним относятся: тромбоцитарный фактор роста (PDGF), трансформирующий фактор роста (TGF-β), фактор роста фибробластов (FGF), сосудистый эндотелиальный фактор роста (VEGF), эпидермальный фактор роста (EGF) и инсулиноподобный фактор роста (IGF) (см. таблицу).

Таблица

Основные компоненты плазмы, богатой тромбоцитами

Молекула	Источник	Функция
PDGF	Тромбоциты, макрофаги	Хемотаксис хондроцитов, пролиферация МСК, ангиогенез, хондрогенез
VEGF	Тромбоциты, макрофаги, нейтрофилы	Ангиогенез, эндотелиальная миграция
TGF-β	Тромбоциты, макрофаги	МСК и пролиферация фибробластов, выработка коллагена, реэпителизация
EGF	Тромбоциты, макрофаги, плазма	Реэпителизация, организация грануляционной ткани
FGF	Тромбоциты	Эндотелиальная пролиферация, ангиогенез, выработка коллагена
ИФР	Плазма	Клеточная пролиферация, производство протеогликана, коллагена
MMP	Макрофаг, нейтрофилы	Оборот ECM, ремоделирование тканей и рекрутирование пролиферативных клеток

Примечание. PDGF – тромбоцитарный фактор роста; VEGF – сосудистый эндотелиальный фактор роста; TGF-β – трансформирующий фактор роста-β; EGF – эндотелиальный фактор роста; FGF – фактор роста фибробластов; IGF – инсулиноподобный фактор роста; MMP – матричные металлопротеиназы; ECM – внеклеточный матрикс; МСК – мезенхимальные стромальные клетки

Вышеупомянутые факторы роста необходимы для трех фаз заживления: воспаление, пролиферация и ремоделирование. Эта матри-

ца служит каркасом для замедленного высвобождения факторов роста, которые управляют хемотаксисом и ангиогенезом [4]. Предполага-

емое преимущество PRP заключается в том, что она позволяет собственной крови пациента обеспечивать высокую концентрацию факторов роста во всех тканях организма, даже со сниженным репаративным потенциалом, вызванным нарушением кровоснабжения.

Методы приготовления PRP. С 2000 года было опубликовано большое количество статей о применении PRP. Ряд авторов пытались охарактеризовать и классифицировать многочисленные методы использования PRP, доступные на рынке с точки зрения подготовки (скорость центрифугирования и использования антикоагулянта), содержания (тромбоциты, лейкоциты и факторы роста). В настоящее время все эти аспекты широко обсуждаются в литературе.

Многие авторы пытались определить лучшие концентрации и протоколы для клинического применения метода. Однако отсутствуют данные о стандартизации при подготовке и использовании PRP. В зависимости от метода приготовления PRP возникают вариации в концентрациях тромбоцитов, влияющей на клиническое применение готовых препаратов. По этой причине сложной задачей является разработка аутологических составов с контролируемым числом тромбоцитов и высвобождением биологически активного фактора.

Необходимо собрать информацию о количестве и качестве тромбоцитов PRP при различных скоростях центрифугирования и времени ее хранения. Следует понимать, что нет наилучшей скорости для подготовки PRP, так как разные скорости приводят к формированию разных продуктов. Для этого был разработан протокол, основанный на двух последовательных этапах центрифугирования. Первый этап – вращение, называемое мягким вращением, которое разделяет плазму, PRP-плазма и клетки. Второй – вращение, или жесткое вращение, дополнительно концентрирует тромбоциты. В этих условиях получали высококонцентрированные тромбоциты из цельной крови. Чтобы сохранить функциональность и реакционную способность тромбоцитов во время центрифугирования и хранения, определяли качество продукта PRP *in vitro*, тестировали статусы активации/реактивности и активности высвобождения факторов роста.

Сбор PRP со значительным количеством лейкоцитов полезен, например, при хронической тендинопатии локтевого сустава. [16]. В настоящее время нет установленной корреляции между высвобождением фактора роста и остаточными лейкоцитами в PRP. Содержание

факторов роста, тромбоцитов и циркулирующих клеток является определяющим для данных продуктов [4]. Несколько экспертов в различных областях спортивной медицины на первый план выдвинули лучшие клинические результаты в том случае, когда более высокие концентрации клеток использовали с ограниченным количеством лейкоцитов.

Производство PRP. Первый отжим (мягкий отжим) проводили на стандартной лабораторной центрифуге (Thermo Scientific) при 1300 оборотов в течение 15 мин. Получали две разные фазы: первая мутная фаза, содержащая тромбоциты, плазма с низким содержанием тромбоцитов (или ППС) и слой лейкоцитов, вторая фаза, содержащая эритроциты, составляющие соответственно 45% и 55%. Некоторые авторы аккумулируют лейкоцитарный слой с помощью иглы, но данная методика не гарантирует оптимального количества тромбоцитов. Таким образом, заранее собирают мутную фазу путем осторожной аспирации пипеткой (примерно 2 мл / пробирка). Этот продукт, как правило, загрязнен эритроцитами из осадка. Чтобы дополнительно сконцентрировать PRP, приступают ко второму 15-минутному вращению в четырех новых конических пробирках объемом 11 мл. Были протестированы различные условия скорости центрифугирования (1300, 2000, 3000 оборотов). Надосадочную жидкость (или PPP) удаляли путем осторожной аспирации (приблизительно 1 мл / пробирка). Затем гранулы, содержащие тромбоциты, ресуспендировали в остаточной плазме и объединяли. В результате было получено всего 4 мл концентрированной PRP.

Количественная оценка факторов роста. Высвобождение фактора роста оценивают после активации тромбоцитов с использованием метода, ранее описанного Anitua et al. Образцы PRP переносили в стеклянные пробирки и активировали хлоридом кальция (CaCl) из расчета 50 мкл 10% CaCl на 1 мл PRP. Матрицы оставляли втягиваться в течение 30 мин при 37 °C, затем супернатанты собирали путем легкой аспирации и хранили при -80 °C до количественного определения факторов роста, эндотелиального фактора роста сосудов (VEGF), тромбоцитарного фактора роста (PDGF-AB), трансформирующего фактора роста (TGF-β1) и инсулиноподобного фактора роста (IGF-1) с помощью наборов для иммуноферментного анализа (ELISA) (R & D Diagnostics). Анализы проводились в двух экземплярах в соответствии с инструкциями производителя.

Контроль концентрации тромбоцитов и pH. Для оценки качества тромбоцитов проводились анализы *in vitro*. pH продукта (PRP) измерялся с помощью лакмусовой бумажной полоски.

Предлагаемый метод приготовления PRP является простым и быстрым. Он основан на двух последовательных центрифугированиях, что позволяет оптимально обогащать тромбоциты, сохранять качество тромбоцитов и высвобождать фактор роста при активации *in situ*. Характеристика и стандартизация биологических свойств PRP формируют основу для будущих клинических исследований и являются критическими шагами к полному определению клинических значений PRP.

Использование PRP в кардиохирургии. Аутоплазма, обогащенная тромбоцитами (PRP), широко применяется в кардиохирургии [6]. Чтобы изучить влияние секвестрации плазмы и реинфузии богатой тромбоцитами плазмы на кровопотерю после сердечно-легочного шунтирования, пациентам, перенесшим операции на сердце, применяли приблизительно 250 мл богатой тромбоцитами плазмы до начала сердечно-легочного шунтирования. У всех пациентов были применены стандартизированная анестезия и искусственное кровообращение. После отмены гепарина плазма, обогащенная аутологичными тромбоцитами, была реинфузирована пациентам. Количество тромбоцитов, гемоглобина и гематокрита рассчитывали до, во время и после искусственного кровообращения, а также спустя 24 и 48 часов после операции. Зарегистрированы кровопотеря и общее количество переливаний. При удалении 9% от общего объема тромбоцитов не было никаких гемодинамических осложнений. У пациентов после искусственного кровообращения были отмечены значительно низкие уровни тромбоцитов, гемоглобина и гематокрита. У больных с реинфузией плазмы, богатой тромбоцитами, после реверсии гепарина количество тромбоцитов было значительно выше, а также была значительно меньшая кровопотеря после операции, что потребовало на 65% меньше накопленных продуктов крови (p менее 0,05). Реинфузия плазмы, обогащенной аутологичными тромбоцитами, служит эффективным и безопасным способом восстановления некоторых гематологических нарушений после сердечно-легочного шунтирования.

Использование PRP в хирургии. McAleer et al. (2006) обнаружили, что использование PRP было успешным в лечении хро-

нической раны нижних конечностей у пациентов с диабетом 2-го типа продолжительностью шесть месяцев [9]. Лечение раны PRP последовало после неудавшейся попытки применения трансплантата живой кожи, сопровождаемого разгрузкой и ежедневными применениями мокрой и сухой повязок. Аутологичная PRP была синтезирована с формированием тромбоцитарного геля. Полное закрытие язвы было достигнуто к четвертой неделе лечения PRP. Данное исследование ограничено участием одного пациента. Авторы предполагают, что этот метод может быть успешным для лечения трофических язв при диабетической ангиопатии.

Салеми и др. (2008) проведено исследование, в котором оценивалась эффективность комбинации аутологичной жировой ткани и PRP при язве нижних конечностей продолжительностью трех лет недиабетической этиологии. Это исследование длилось четыре недели с последующим наблюдением через 1, 3, 6 и 15 месяцев. В этом исследовании не было проведено статистического анализа. Исследователи отметили, что у пациента не было локальной инфекции или каких-либо других осложнений. Через 15 месяцев послеоперационная рана полностью зажила с восстановленным функционированием конечности и значительно улучшенным качеством жизни пациента. Это исследование свидетельствует о том, что этот метод может быть успешным при лечении ран, не заживающих при использовании других методов лечения. Данное исследование отличалось от предыдущих исследований использованием аутологичной жировой ткани в дополнение к PRP для лечения хронической язвы нижних конечностей [10].

Марголисом и соавт. (2001) проведено ретроспективное исследование, разработанное для оценки эффективности высвобождения тромбоцитов (PR) при лечении диабетических невропатических язвах стоп. Из 26 599 пациентов, включенных в исследование, 21 получал PR к концу 12-недельного периода. Относительный риск заживления раны после лечения PR по сравнению со стандартным лечением составил от 1,14 (95% ДИ 1,03-1,27) до 1,59 (1,49-1,70). В целом 43,1% пациентов излечились в течение 32 недель, в том числе 50% пациентов, получавших PR-лечения, и 41% пациентов, не получавших PR-лечение. Исследователи пришли к выводу, что PR-лечение чаще использовалось при более тяжелых ранах и было более эффективным при лечении этих ран, чем стандартная помощь. Одним из ограничений этого исследования

были различные сроки начала лечения PRP, в результате чего пациенты не всегда получали 20 полных недель терапии PRP. Тем не менее оно было одним из первых, которое включало наиболее тяжелые раны, которые были исключены из большинства предыдущих исследований, и предположило, что PR будет подходящим для использования в этих ранах [14]. Кроме того, авторы этого исследования обнаружили, что процент исцеленных язв диабетической стопы выровнялся через 20 недель, что указывает на постепенно продолжающееся заживление [13] и создает прецедент для использования 20-недельного периода исследования в будущем.

Crovetti et al. (2004) показал эффективность тромбоцитарного геля (PG) при заживлении кожных хронических ран. Раны 24 пациентов, включенных в это исследование, различались по происхождению и этиологии (диабет, сосудистая недостаточность, инфекционные заболевания, посттравматические, невропатические и васкулярные причины). Протокол для этого исследования состоял из процедуры наложения на раны PG аутологичного или гомологичного происхождения. На момент публикации 9 пациентов полностью выздоровели, двое продолжали получать кожные трансплантаты, четверо прекратили лечение и 9 пациентов продолжили лечение.

О'Коннелл и соавт. (2008) представили многообещающие результаты пилотного исследования, включающего лечение хронических язв нижних конечностей с использованием аутологичной, богатой тромбоцитами мембраны из фибриновой матрицы (PRFM). Исследование включало 12 пациентов в возрасте от 18 до 85 лет с язвами нижних конечностей, все из которых не смогли ответить, на четыре недели обычного лечения. Первичными конечными точками были частота и время до закрытия, а вторичными конечными точками были частота и время до 75% закрытия. Продолжительность исследования составила 12 недель с последующим наблюдением за пациентами в течение месяца. Полное заживление было достигнуто у 66,7% пациентов с венозными язвами нижних конечностей через 7,1 недели (в среднем 6 недель) после двух применений PRFM [17].

Использование PRP имеет сходство с естественным процессом заживления ран по сравнению с добавлением одного фактора роста (rhPDGF-BB) [10]. Аутологичная природа PRP отличает его от рекомбинантных факторов роста человека, таких как rhPDGF-BB, которые являются чужеродными факторами

роста для этого индивидуума, синтезируемыми культурой клеток яичников китайского хомячка с человеческим геном, вставленным в ядро через бактериальный плазмидный вектор [14]. Кроме того, факторы роста могут быть более эффективными при прямой доставке через «депо» тромбоцитарной пробки, что способствует медленному высвобождению этих факторов по сравнению с введением в болюсной дозе rhPDGF-BB.

Использование PRP в дерматологии.

Встречаются работы по использованию обогащенной тромбоцитами аутоплазмы в дерматологии. Проведено исследование, в котором участвовали 7 женщин с диагнозом фотодерматоз в области латеральных углов глаз после интенсивного облучения в солярии. В результате лечения отмечен стойкий положительный клинический эффект в течение 9 месяцев. Авторы считают, что интрадермальное введение аутогенной плазмы, богатой тромбоцитарными факторами роста, является методом выбора при лечении фотодерматоза [2].

Использование PRP в травматологии.

L.E. Geaney с соавт. (2011) оценили эффективность нескольких инъекций плазмы, обогащенной тромбоцитами (PRP), при лечении хронической рефрактерной тендинопатии надколенника. Предыдущие классические методы лечения данного заболевания не дали результатов. В исследование были отобраны 15 пациентов, страдающих хронической нестабильностью коленного сустава, которые не прошли нехирургические или хирургические вмешательства с множественными инъекциями PRP и физиотерапией. Авторы сравнили клинический результат с однородной группой из 16 пациентов, которых лечили преимущественно физиотерапевтическим методом. Многократные инъекции PRP выполнялись три раза с интервалом в две недели в область надколенниковой тендинопатии. Для оценки результатов лечения использовали шкалы оценки исхода травмы, визуальной аналоговой шкалы (EQ VAS), системы оценок Тегнера (Tegner) до начала PRP -терапии, в конце лечения и через шесть месяцев наблюдения. Статистически значимое улучшение всех показателей наблюдалось в конце инъекций PRP у пациентов с хронической рефрактерной тендинопатией надколенника. Дальнейшее улучшение было отмечено через 6 месяцев после добавления физиотерапии. Клинические результаты показали, что инъекции PRP могут способствовать достижению удовлетворительного клинического результата даже в трудных случаях хронической рефрактерной

тендинопатии после неудачного предыдущего классического лечения. Богатая тромбоцитами плазма увеличивала матричные металлопротеиназы в культурах синовиальных фибробластов человека[17].

Выводы

Использование биопрепаратов для улучшения заживления мягких тканей вызывает все больший интерес во всех областях медицины. Аутоплазму, обогащенную тромбоцитами, получают из аутологичного образца, подготовленного для выделения повышенной концентрации факторов роста и цитокинов с целью создания среды для заживления и уменьшения воспаления. Многочисленные фундаментальные научные исследования и исследования на животных *in vivo* поддержи-

вают применение PRP. Необходимы дополнительные клинические исследования с более высоким уровнем доказательности. PRP остается консервативным методом лечения с низким риском осложнений и побочных реакций. Локализация патологического процесса определяет выбор типа инъекции PRP, например, богатого или бедного лейкоцитами. Учитывая универсальный механизм действия PRP, она применяется в различных отраслях медицины, и потенциал ее использования еще далеко не исчерпан. К преимуществам данной методики можно отнести ее безопасность и низкую себестоимость. Этот метод еще не стал стандартом лечения. Однако при дальнейших исследованиях он может стать гораздо более распространенной практикой лечения в будущем.

Сведения об авторах статьи:

Бочкова Татьяна Владимировна – ассистент кафедры онкологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, Ленина, 3. E-mail: bochkova1976@bk.ru.

Ганцев Шамиль Ханафиевич – д.м.н., профессор, чл. кор. АН РБ, зав. кафедрой онкологии с курсами онкологии и патологической анатомии ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, директор НИИ онкологии. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. Тел. 8(347)2374358 E-mail: prfg@mail.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Применение богатой тромбоцитами плазмы в ортопедии. Технология PlasmoliftingTM. Процедура Orthoplasma: методическое пособие для врачей / З.М. Аминова, А.Л. Емелин, М.В. Овечкина, Е.В. Калянова. – М.: Проспект, 2012. – С.305-412
2. Ахмеров, Р.Р. Применение обогащенной аутоплазмы для лечения фотодерматоза / Р.Р. Ахмеров, Р.Ф. Зарудий. – Уфа: ФГУ Всероссийский центр глазной и пластической хирургии, 2003. – 34с.
3. Чередников Е.Ф. Использование асептисорба и обогащенной тромбоцитами плазмы в комплексном эндоскопическом лечении больных с язвенными гастродуоденальными кровотечениями / Е.Ф. Чередников, С.В. Баранников, А.А. Глухов [и др.] // Вестник экспериментальной и клинической хирургии. – 2017. – Т. 10, № 2. – С. 116-122.
4. Канцалиев, Л.Б. Применение кровесберегающих технологий в абдоминальной хирургии / Л.Б. Канцалиев, А.А. Теузов, А.М. Базиев // Хирургия. – 2007. – № 2. – С. 38-41.
5. Сухих, Г.Т. Кровесберегающие технологии в акушерской практике: клинические рекомендации (протокол лечения) / Г.Т. Сухих, В.Н. Серов, Л.В. Адамян [и др.]. – М., 2014. – 41с.
6. Таричко, Ю.В. Кровесберегающие технологии в кардиохирургии / Ю.В. Таричко, С.Р. Добровольский, Г.И. Веретник [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2012. – № 2. – С. 40-44.
7. Нигматуллаев, К.Б. Возможности применения обогащенной тромбоцитами плазмы в медицинской практике / К.Б. Нигматуллаев, Д.К. Шадиба // Вестник науки. – 2019. – Т. 1, № 5. – С. 101-105.
8. Ачкасов, Е.Е. Применение аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами, в клинической практике / Е.Е. Ачкасов, Э.Н. Безуглов, А.А. Ульянов [и др.] // Биомедицина. – 2013. – Т. 1, № 4. – С. 46-59.
9. Сонис, А.Г. Применение обогащенной тромбоцитами аутоплазмы в лечении пациентов с гнойно-воспалительными заболеваниями мягких тканей, костей и суставов / А.Г. Сонис, М.Ю. Сефединова, М.А. Безрукова [и др.] // Аспирантский вестник Поволжья. – 2016. – № 5-6. – С. 162-167.
10. Platelet-rich plasma differs according to preparation method and human variability / A.D. Mazzocca, M.B. McCarthy, D.M. Chowanec [et al.] // J. Bone Joint Surg. Am. – 2012. – Vol. 94. – P. 308-316. doi: 10.2106/JBJS.K.00430.
11. Cheung, E.V. Strategies in biologic augmentation of rotator cuff repair: a review / E.V. Cheung, L. Silverio, J.W. Sperling // Clin. Orthop. Relat. Res. – 2010. – N 468. – P. 1476–1148. doi: 10.1007/s11999-010-1323-7.
12. Malanga, G.A. PRP: review of the current evidence of musculoskeletal conditions / G.A. Malanga, M. Goldin // Curr. Phys. Med. Rehab. – 2014. – Vol. 2, N 1. – P. 1-15. doi: 10.1007/s40141-013-0039-5.
13. Platelet-rich plasma: from basic science to clinical applications / T.E. Foster, B.L. Puskas, B.R. Mandelbaum [et al.] // Am. J. Sports Med. – 2009. – Vol. 37. – P. 2259-2272. doi: 10.1177/0363546509349921.
14. Platelet-rich plasma: a milieu of bioactive factors / S.G. Boswell, B.J. Cole, E.A. Sundman [et al.] // Arthroscopy. – 2012. – Vol. 28. – P. 429-439. doi: 10.1016/j.arthro.2011.10.018.
15. Growth factors and cytokines in wound healing / S. Barrientos, O. Stojadinovic, M.S. Golinko [et al.] // Wound Repair Regen. – 2008. – Vol. 16. – P. 585-601. doi: 10.1111/j.1524-475X.2008.00410.x.
16. Nonactivated versus thrombin-activated platelets on wound healing and fibroblast-myofibroblast differentiation in vivo and in vitro / S.S. Scherer, M. Tobalem, E. Vigato [et al.] // Plas. Reconstr. Surg. – 2012. – Vol. 129, N 1. – P. 46e-54e. doi: 10.1097/PRS.0b013e3182362010.
17. The effects of platelet-rich plasma on tendon and ligament: basic science and clinical application / L.E. Geaney, R.A. Arciero, T.M. DeBarradino, A.D. Mazzocca // Oper Tech. Sports Med. – 2011. – Vol. 19, N 3. – P. 160-164. doi: 10.1053/j.jotsm.2011.04.001.

REFERENCES

1. Aminova ZM, Emelin AL, Ovechkina MV, Kaljanova EV. Primenenie bogatoj trombocitami plazmy v ortopedii Tehnologija PlasmoliftingTM Procedura Orthoplasma: metodicheskoe posobie dlja vrachej. Moskva, 2012. (In Russ)
2. Ahmerov RR, Zarudiy RF. Primenenie obogashhennoj autoplazmy dlja lechenija fotodermatoza. Ufa: FGU Vserossijskij centr glaznoj i plasticheskoj hirurgii, 2003. (In Russ)
3. Cherednikov EF, Barannikov SV, Gluhov AA [i dr.]. Ispol'zovanie aseptisorba i obogashhennoj trombocitami plazmy v kompleksnom jendoskopicheskom lechenii bol'nyh s jazvennymi gastroduodenal'nymi krvotochenijami. Vestnik jeksperimental'noj i klinicheskoy hirurgii. 2017;10(2):116-122. (In Russ)

4. Kancaliev LB, Teuvov AA, Baziev AM. Primenenie krovesberegajushhih tehnologij v abdominal'noj hirurgii. *Hirurgija*. 2007;2:38-41. (In Russ)
5. Suhiih GT, Serov VN, Adamjan LV [i dr.]. Krovesberegajushhie tehnologii v akusherskoj praktike: klinicheskie rekomendacii (protokol lechenija). Moskva, 2014. (In Russ)
6. Tarichko JuV, Dobrovol'skij SR, Veretnik GI [i dr.]. Krovesberegajushhie tehnologii v kardiohirurgii. *Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Serija: Medicina*. 2012;2:40-44. (In Russ)
7. Nigmatullaeve KB, Shadieva DK. Vozmozhnosti primeneniya obogashhennoj trombocitami plazmy v medicinskoj praktike. *Vestnik nauki*. 2019;1(5):101-105. (In Russ)
8. Achkasov EE, Bezuglov JeN, Ul'janov AA [i dr.]. Primenenie autoplazmy, obogashhennoj trombocitami, v klinicheskoy praktike. *Bio-medicina*. 2013;1(4):46-59. (In Russ)
9. Sonis AG, Sefedinova MJu, Bezrukova MA [i dr.]. Primenenie obogashhennoj trombocitami autoplazmy v lechenii pacientov s gnojno-vospalitel'nymi zabolevanijami m'jagkih tkanej, kostej i sustavov. *Aspirantskij vestnik Povolzh'ja*. 2016; (5-6):162-167. (In Russ)
10. Mazzocca AD, McCarthy MB, Chowaniec DM [et al.]. Platelet-rich plasma differs according to preparation method and human variability. *J Bone Joint Surg Am*. 2012;94:308-316. doi: 10.2106/JBJS.K.00430.
11. Cheung EV, Silverio L, Sperling JW. Strategies in biologic augmentation of rotator cuff repair: a review. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468:1476-1484. doi: 10.1007/s11999-010-1323-7.
12. Malanga GA, Goldin M. PRP: review of the current evidence of the current evidence of musculoskeletal conditions. *Curr Phys Med Rehab*. 2014;2(1):1-15. doi: 10.1007/s40141-013-0039-5.
13. Foster TE, Puskas BL, Mandelbaum BR [et al.]. Platelet-rich plasma: from basic science to clinical applications. *Am J Sports Med*. 2009;37:2259-2272. doi: 10.1177/0363546509349921.
14. Boswell SG, Cole BJ, Sundman EA [et al.]. Platelet-rich plasma: a milieu of bioactive factors. *Arthroscopy*. 2012;28:429-439. doi: 10.1016/j.arthro.2011.10.018.
15. Barrientos S, Stojadinovic O, Golinko MS [et al.]. Growth factors and cytokines in wound healing. *Wound Repair Regen*. 2008;16:585-601. doi: 10.1111/j.1524-475X.2008.00410.x.
16. Scherer SS, Tobalem M, Vigato E [et al.]. Nonactivated versus thrombin-activated platelets on wound healing and fibroblast-myofibroblast differentiation in vivo and in vitro. *Plas Reconstr Surg*. 2012;129(1):46e-54e. doi: 10.1097/PRS.0b013e3182362010.
17. Geaney LE, Arciero RA, DeBarradino TM, Mazzocca AD. The effects of platelet-rich plasma on tendon and ligament: basic science and clinical application. *Oper Tech Sports Med*. 2011;19(3):160-164. doi: 10.1053/j.otsm.2011.04.001.

УДК 617-7

© Ф.Ф. Муфазалов, К.В. Мансуров, 2019

Ф.Ф. Муфазалов¹, К.В. Мансуров^{1,2} РОЛЬ ПОЗИТРОННО-ЭМИССИОННОЙ ТОМОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ И ОЦЕНКЕ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ НЕМЕЛКОКЛЕТОЧНОГО РАКА ЛЕГКОГО

¹ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Уфа

²ГАУЗ «Республиканский клинический онкологический диспансер» Минздрава РБ, г. Уфа

Немелкоклеточный рак легкого (НМРЛ) является наиболее распространенной формой рака среди всех неэпителиальных форм и главной причиной смертности от рака во всем мире. Точное стадирование и определение распространенности онкологического процесса является важной частью на пути успешного лечения вышеуказанной патологии. Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ), совмещенная с компьютерной томографией (КТ), – ПЭТ/КТ на сегодняшний день является современным, неинвазивным методом диагностики рака легкого, специфичность и точность которого в разы превышает классическую рентгеновскую компьютерную томографию. Этот метод диагностики позволяет более четко определить первичную опухоль, отличить опухолевую ткань от участков ателектаза и фиброзных изменений, расположенных рядом. Доказана высокая эффективность в оценке состояния лимфоузлов, а также в обнаружении отдаленных метастазов. Также была подтверждена ценность этого метода как инструмента прогнозирования выживаемости путем оценки метаболизма в опухоли при первичном исследовании и в определении раннего (промежуточного) и завершающего ответов на химиотерапию. В этой обзорной статье рассмотрены современные данные о роли ПЭТ/КТ с 18F-фтордезоксиглюкозой в диагностике НМРЛ, установлении распространенности и оценке ответа на лечение.

Ключевые слова: позитронно-эмиссионная томография, совмещенная с компьютерной томографией, 18F-фтордезоксиглюкоза, немелкоклеточный рак легкого, диагностика.

F.F. Mufazalov, K.V. Mansurov THE ROLE OF POSITRON EMISSION TOMOGRAPHY IN THE DIAGNOSIS AND EVALUATION OF THE PREVALENCE OF NON-SMALL CELL LUNG CANCER

Non-small cell lung cancer (NSCLC) is the most common form of cancer among all non-epithelial forms, and the leading cause of cancer death worldwide. Accurate staging and determining the prevalence of the oncological process is an important part on the way to successful treatment of the above pathology. Positron emission tomography (PET) combined with computed tomography (CT) – PET / CT is today a modern, non-invasive method for diagnosing lung cancer, the specificity and accuracy of which is several times higher than classical X-ray computed tomography. This diagnostic method allows to more clearly identify the primary tumor, to distinguish tumor tissue from sites of atelectasis and fibrotic changes located nearby. High efficiency has been proven in assessing the status of lymph nodes, as well as the detection of distant metastases. The value of this method as a tool for predicting survival by assessing the metabolism in the tumor during the initial study and in determining the early (intermediate) and final response to chemotherapy was also confirmed. This review article considers current evidence on the role of PET / CT with 18F-fluorodeoxyglucose in the diagnosis of NSCLC, establishing prevalence, and evaluating response to treatment.

Key words: positron emission tomography combined with computed tomography (PET / CT); 18F FDG; non-small cell lung cancer (NSCLC); diagnostics.