

© Коллектив авторов, 2012

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ И КЛИНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АУТОТРОМБОЦИТАРНЫХ ФАКТОРОВ РОСТА В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ РАЗРЫВОВ АХИЛЛОВА СУХОЖИЛИЯ

Г.А. Кесян, Г.Н. Берченко, Т.Г. Нахпетян, Н.С. Гаврюшенко, Р.З. Уразгильдеев, Д.С. Микелаишвили, И.Г. Арсеньев, Д.Р. Мурадян, И.М. Дан

ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»
Минздрава России, Москва, РФ

В работе представлены результаты исследования по изучению влияния аутотромбоцитарных факторов роста на поврежденную сухожильную ткань. В экспериментальной части исследования, которая была выполнена на 60 кроликах породы Шиншилла массой 3–5 кг, показано, что введение обогащенной тромбоцитами аутоплазмы (PRP) в зону повреждения ахиллова сухожилия (АС) способствовало активизации репаративных процессов, что проявлялось в уменьшении выраженности воспалительных явлений; усилении ангиогенеза, пролиферативной и синтетической активности фибробластов, процессов фибриллогенеза; в более раннем заживлении сухожилия. В клинической части исследования приняли участие 57 пациентов в возрасте 33–68 лет с острыми (от 8 ч до 2 сут) и застарелыми (от 1 до 12 мес) разрывами АС. 30 больным основной группы после операций по восстановлению сухожилия (сухожильные швы по Кюнео при острых разрывах АС, аутоотенопластика по Чернавскому при застарелых) дополнительно вводили PRP. Результаты лечения оценивали по шкалам J. Leppilahti и AOFAS через 4 мес после оперативного вмешательства. Ни у одного пациента основной группы не было зафиксировано повторных разрывов, тогда как в контрольной группе они имели место у 26% больных.

Ключевые слова: ахиллово сухожилие, фактор роста, обогащенная тромбоцитами плазма, дегенерация, реруптура.

Experimental Morphologic and Clinical Substantiation of Autothrombocytic Growth Factors in Complex Treatment of Achilles Tendon Rupture

G.A. Kesyan, G.N. Berchenko, T.G. Nakhapetyan, N.S. Gavryushenko, R.Z. Uraxgil'deev, D.S. Mikelaishvili, I.G. Arsen'ev, D.R. Muradyan, I.M. Dan

Study of the influence of autothrombocytic growth factors upon the injured tendinous tissue was performed. Experimental results (60 Chinchilla rabbits, 3–5 kg) showed that administration of autologous platelet-rich plasma (PRP) into Achilles tendon (AT) injury zone promoted activation of reparative processes with diminution of inflammatory manifestations; increase in angiogenesis, proliferative and synthetic fibroblasts activity, fibrillogenesis processes; earlier tendon healing. Clinical study included 57 patients (33–68 years) with acute (8–48 hours) and old (1–12 months) AT ruptures. After AT surgical reconstruction (Cuneo tendon sutures in acute AC ruptures and Chernavskiautoplasty in the old ones) PRP was additionally administrated to 30 patients from the main group. Treatment results were evaluated by J. Leppilahti and AOFAS scales in 4 months after surgical intervention. In no one patient from the main group AT reruptures were recorded while in control group reruptures were recorded in 26% of patients.

Key words: Achilles tendon, growth factor, platelet-rich plasma, degeneration, rerupture

Лечение пациентов с разрывами ахиллова сухожилия (АС) — актуальная проблема современной травматологии и ортопедии. Данный вид повреждения встречается в основном у пациентов трудоспособного возраста 30–45 лет, что обусловлено, с одной стороны, накоплением дегенеративных изменений в сухожилии, снижением его эластичности, а с другой — еще относительно высоким уровнем физической активности [1–4].

В конце 40-х годов XX века разрывы АС стали диагностировать все чаще, что связывали с влия-

нием урбанизации, массовым увлечением спортом, изменениями характера питания и другими факторами [5]. Также отмечается тенденция к увеличению числа реруптур (от лат. reruptura) — повторных разрывов, которые встречаются в 2–13% наблюдений [6–9].

На первый взгляд, лечение пациентов с разрывами АС кажется довольно простым, но исследователи неизменно регистрируют высокую частоту неправильной диагностики данной патологии и осложнений после консервативного и оперативного лечения.

Несмотря на обилие исследовательских работ по рассматриваемой проблеме, отсутствует единое мнение о тактике лечения разрывов АС [10].

Учитывая, что разрыв АС происходит на фоне дегенеративных изменений [11–13], являющихся одним из главных звеньев патогенеза данного состояния, необходим научный поиск стимуляторов репаративной регенерации сухожильной ткани наряду с оперативным или консервативным лечением.

В последние годы появились сообщения о стимулирующем действии факторов роста, содержащихся в α -гранулах тромбоцитов (PDGF — тромбоцитарный фактор роста, TGF — трансформирующий фактор роста, VEGF — фактор роста эндотелия сосудов и др.), на регенераторную функцию сухожильной ткани [14]. Вышеуказанные факторы индуцируют миграцию и пролиферацию мезенхимальных клеток-предшественников, стимулируют неоангиогенез и регенерацию тканей [15, 16].

Результатом исследований в биологии регенерации тканей стала разработка различных «продуктов», стимулирующих биологические факторы, способствующих процессу заживления. Одним из таких продуктов является обогащенная тромбоцитами плазма (platelete rich plasma — PRP), представляющая собой субстанцию, которую получают из крови пациента и после несложной подготовки вводят в область тканевого дефекта. Концентрация тромбоцитов в PRP превышает нормальную в 3–3,5 раза.

В настоящее время в литературе представлен ряд сообщений по применению в клинической практике PRP при лечении разрывов АС [17–23].

Тканевая инженерия является многообещающим, малоизученным направлением в травматологии и ортопедии. Возможности ее применения при лечении разрывов АС, особенно застарелых, возникающих на фоне дегенеративных изменений, изучены недостаточно, поэтому для оценки ее эффективности необходимо проведение дополнительных исследований.

Цель исследования: улучшить результаты лечения больных с повреждением АС путем использования PRP.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Нами было проведено комплексное экспериментально-клиническое исследование.

Экспериментальная часть работы выполнена на 60 кроликах породы Шиншилла серебристого цвета массой от 3 до 5 кг. При работе с животными руководствовались «Европейской конвенцией о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях» (Страсбург, 18.03.1986).

Перед операцией у животных производили забор крови путем внутрисердечной пункции 20-миллилитровым шприцем. Полученную кровь дважды

центрифугировали, в результате чего получали PRP. Для активации тромбоцитов добавляли раствор CaCl_2 , что обуславливало формирование гелеобразной массы.

Количество тромбоцитов в крови определяли до и после двойного центрифугирования.

Для изучения влияния PRP на репаративную регенерацию сухожилия под внутримышечным наркозом 5% кетамин (0,8 мл) и местной анестезией раствором 0,5% новокаина (10 мл) животное фиксировали на операционном столе. Производили разрез мягких тканей в проекции левого скакательного сухожилия длиной 3–4 см. Тупо и остро осуществляли доступ к сухожилию, скальпелем создавался искусственный дефект — полный разрыв сухожилия на 1,5 см проксимальнее места дистального прикрепления, после чего культя сухожилия сшивали нитью Ethibond № 3–0 по Кюнео и накладывали адаптирующие швы. Послеоперационную рану ушивали наглухо, обрабатывали раствором бриллиантовой зелени и баноцином.

Животные были разделены на 3 группы, каждая из которых в свою очередь разделена на 2 подгруппы.

17 животным 1-й группы на 1,5 см проксимальнее места дистального прикрепления за 4 сут до оперативного вмешательства в толщу левого скакательного сухожилия и в парасухожильную ткань вводили суспензию гидрокортизона (1 мл — 25 мг) с целью искусственного получения дегенерации сухожилия. 9 кроликам (подгруппа 1А) интраоперационно в область наложенных сухожильных швов инкорпорировали полученный гель PRP (рис. 1). У 8 кроликов (подгруппа 1Б) операцию заканчивали наложением сухожильных швов без применения PRP.

Животным 2-й группы (28 кролика) предварительно гидрокортизон не вводили. У 14 кроликов (подгруппа 2А) PRP использовали, у 14 (подгруппа 2Б) — нет.

Животных 1, 2-й группы выводили из эксперимента на 7, 14 и 30-е сутки путем введения 20–40 мл воздуха в одну из ушных вен.

Также в данной серии эксперимента мы применяли коллапанопластику.

В 3-ю группу вошло 15 кроликов. У 5 животных (подгруппа 3А) использовали коллапан-мембрану, содержащую 30% гидроксиапатита (ГАП), в сочетании с PRP, у 10 (подгруппа 3Б) — коллапан-мембрану, содержащую 10% ГАП, также в сочетании с PRP. Животных 3-й группы выводили из эксперимента на 30-е сутки.

Также мы сравнили прочностные характеристики выделенных скакательных сухожилий кроликов подгрупп 2А, 2Б и 3Б, выведенных на 30-е сутки в испытательной лаборатории изделий ортопедотравматологического назначения ЦИТО. Были взяты оперированные и интактные сухожилия одного и того же кролика (рис. 1).

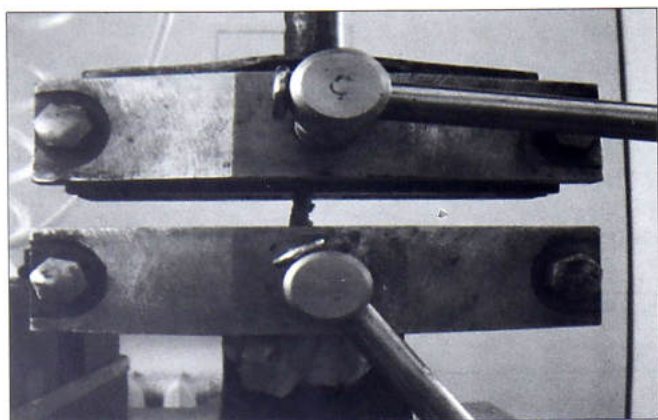


Рис. 1. Эксперимент на силу разрыва.

Сначала сравнивали прочность интактных и оперированных сухожилий, затем — оперированных сухожилий разных подгрупп.

Для определения прочности на разрыв сухожилия помещали в испытательную машину, после чего равномерно увеличивали силу растяжения образца. Заданная скорость растяжения составила 5 мм/с. Результаты эксперимента фиксировались на мониторе компьютера в виде графиков.

В клинической части работы проанализированы результаты оперативного лечения 57 больных в возрасте от 33 до 68 лет с подкожными разрывами АС, находившихся на стационарном лечении в отделении ортопедии взрослых ЦИТО за период 2000–2012 гг. Давность травмы определяли по классификации N.Mafulli (1999), в соответствии с которой у 21 больного диагностированы острые разрывы (от 8 ч до 2 сут), у 36 — застарелые (от 1 до 12 мес). У 45 из 57 пациентов в анамнезе имело место введение гормональных препаратов в область АС по поводу ахиллобурсита и ахиллодинии; у 41 пациента разрыв сухожилия явился следствием неадекватной травмы.

В основную группу вошло 30 пациентов (21 (70%) мужчина, 9 (30%) женщин), из них 10 (33,3%) были с острыми разрывами АС, 20 (66,7%) — с застарелыми. Необходимо отметить, что 5 (25%) пациентов с застарелыми разрывами были однократно оперированы в других лечебных учреждениях. Контрольную группу составили 27 больных (18

(66,7%) мужчин, 9 (33,3%) женщин), из них у 11 (40,7%) были острые разрывы АС, у 16 (59,3%) — застарелые.

Пациенты проходили обследование по общепринятой схеме с использованием клинических, лабораторных и инструментальных (УЗИ, МРТ) методов исследования (рис. 2).

Как в основной, так и в контрольной группе при острых разрывах применяли сухожильный шов по Кюнео, при застарелых — сухожильную аутогендопластику по Чернавскому. В комплексном лечении пациентов основной группы интраоперационно использовали PRP.

Перед операцией в лаборатории переливания крови ЦИТО у пациентов производили забор 450 мл крови, затем путем двукратного центрифугирования получали аутотромбоду, которую в количестве 20 мл в стерильном пакете доставляли в операционную, где пакет вскрывали, его содержимое размещали в двух чашках Петри, в одну из которых добавляли 0,42 мл раствора CaCl_2 . Через 25–40 мин от полученной смеси отделялась жидкая фракция, содержащая тромбин, которую и собирали в шприц. Эту фракцию в количестве 2,5 мл добавляли в другую чашку Петри, где находилось 10 мл PRP. В результате получался PRP-гель, который с соблюдением всех правил асептики инкорпорировали в зону сухожильного шва или аутогендопластики.

Оперативное вмешательство выполняли под спинномозговой анестезией в положении пациента на животе. У всех пациентов использовали медиальный окосухожильный доступ. После санации области разрыва и удаления гематомы, как правило, визуализировались дистальные и проксимальные культы разорванного сухожилия с разволокненными концами — при острых разрывах и конически измененные, луковичеобразно деформированные — при застарелых разрывах. При острых разрывах всем пациентам удавалось ушить сухожилие по Кюнео с дополнительными адаптирующими швами без технических сложностей. При застарелых разрывах диастаз культей сухожилия после иссечения нежизнеспособных, дегенеративно измененных, рубцовых тканей составлял 3–5 см,

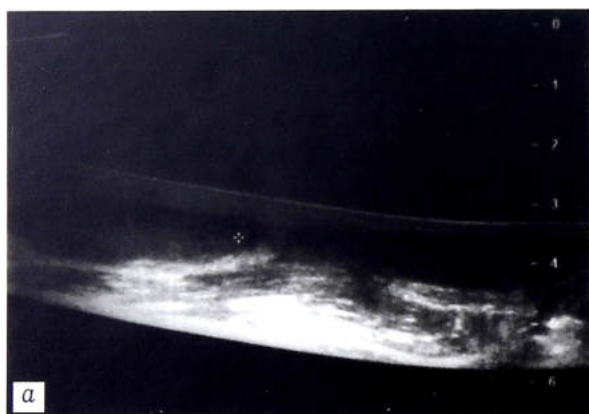


Рис. 2. Данные УЗИ (а) и МРТ (б) у больного с полным разрывом АС.

что диктовало необходимость применения аутогендопластики. Следующим этапом полученный PRP-гель инкорпорировали в область сухожильного шва или тендопластики, укрывая его по всей окружности (рис. 3).

Затем операционную рану ушивали, создавали мягкотканную муфту вокруг инкорпорированного PRP-геля, ушивали паратенон, подкожно-жировую клетчатку. Операцию заканчивали наложением кожных швов и асептической повязки на послеоперационную рану. Оперированную конечность фиксировали в гипсовой лонгете от пальцев стопы до нижней трети бедра в положении сгибания в коленном суставе до 120° и максимального сгибания стопы. Выведение стопы до 90° производили через 4 нед при острых и через 6 нед при застарелых разрывах. Конечность фиксировали в функциональном брейсе с регулируемым углом сгибания и разгибания стопы, в котором пациентам разрешалась осевая нагрузка. Дальнейшую разработку движений в голеностопном суставе осуществляли по схеме $+10^\circ$ каждую неделю до полного объема движений, после чего в функциональном брейсе конечность фиксировали еще в течение 2 нед без ограничений сгибания и разгибания.

В послеоперационном периоде на этапе амбулаторного лечения пациентам рекомендовали курс ЛФК, гидротерапию, плавание в бассейне.

УЗИ-контроль выполняли в динамике через 2, 4, 6 и 10 нед после операции. Результаты хирургического лечения оценивали по шкалам J. Leppilahti (1998) и AOFAS через 4 мес после оперативного вмешательства.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Экспериментальная часть. Исходная концентрация тромбоцитов в крови кроликов в среднем составила $108 (96-120) \cdot 10^3$ клеток в 1 мкл, в то время как в PRP среднее количество тромбоцитов составило $410 (353-458) \cdot 10^3$ клеток в 1 мкл.

Морфологическое исследование показало, что в области повреждения сухожилия на всех сроках

Рис. 3. Этап операции: инкорпорирование PRP-геля в зону тендопластики.



исследования наиболее выраженные воспалительные изменения и наименее слабые признаки репарации отмечаются в 1-й группе животных, в которой заживление сухожилия происходило на фоне предварительного введения раствора гидрокортизона. Использование PRP как в 1-й, так и особенно во 2-й и 3-й группе животных по сравнению с контролем способствовало активизации репаративных процессов, что проявлялось в ослаблении воспалительных изменений, усилении ангиогенеза, пролиферативной и синтетической активности фибробластов, процессов фибриллогенеза, в более раннем заживлении сухожилия (рис. 4, а, б).

К 30-м суткам после повреждения сухожилия наиболее массивный и зрелый регенерат формировался в 3-й группе животных при использовании коллапан-мембраны, содержащей 10% ГАП (рис. 4, в).

В эксперименте на «силу разрыва» были получены следующие результаты. Сила, необходимая для разрыва интактного (неоперированного) скакательного сухожилия, составила $0,054 \pm 0,002$ кН ($p < 0,001$) с деформацией 3–6 мм; для сухожилий, оперированных без применения PRP, — $0,145 \pm 0,001$ кН ($p < 0,001$) с деформацией 7–9 мм; для сухожилий, оперированных с применением PRP, — $0,262 \pm 0,02$ кН ($p < 0,001$) с деформацией 12–14 мм; для сухожилий, оперированных с применением PRP и коллапан-мембраны с 10% содержанием ГАП, — $0,378 \pm 0,005$ кН ($p < 0,001$) с деформацией 14–16 мм (рис. 5).

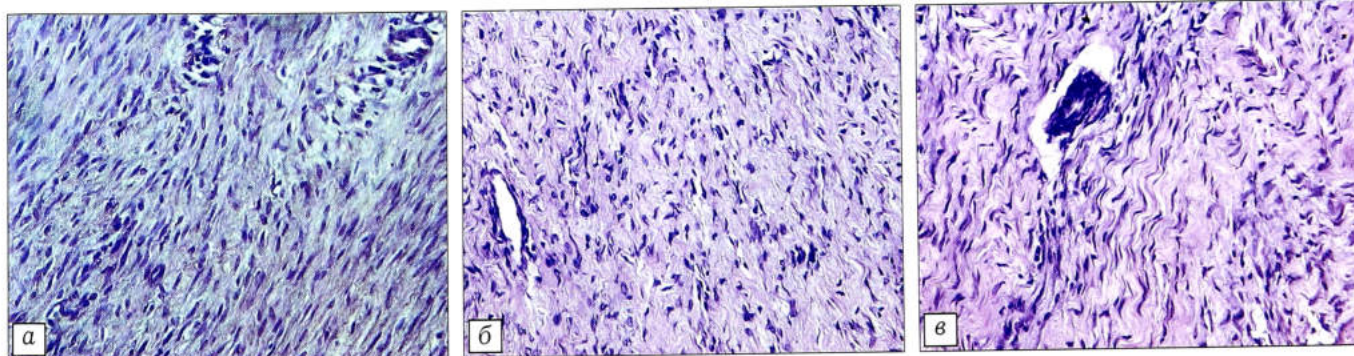


Рис. 4. Морфологическая картина скакательных сухожилий у животных различных подгрупп на 30-е сутки после операции. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 400.

а — подгруппа 2А: относительно многочисленные функционально активные фибробласты и слабо выраженные признаки фибриллогенеза; б — подгруппа 2Б: формирование пучков коллагеновых волокон, среди которых видны активные фибробласты; в — подгруппа 3Б: формирование зрелых извитых пучков коллагеновых волокон, среди которых располагаются малоактивные фибробласты.

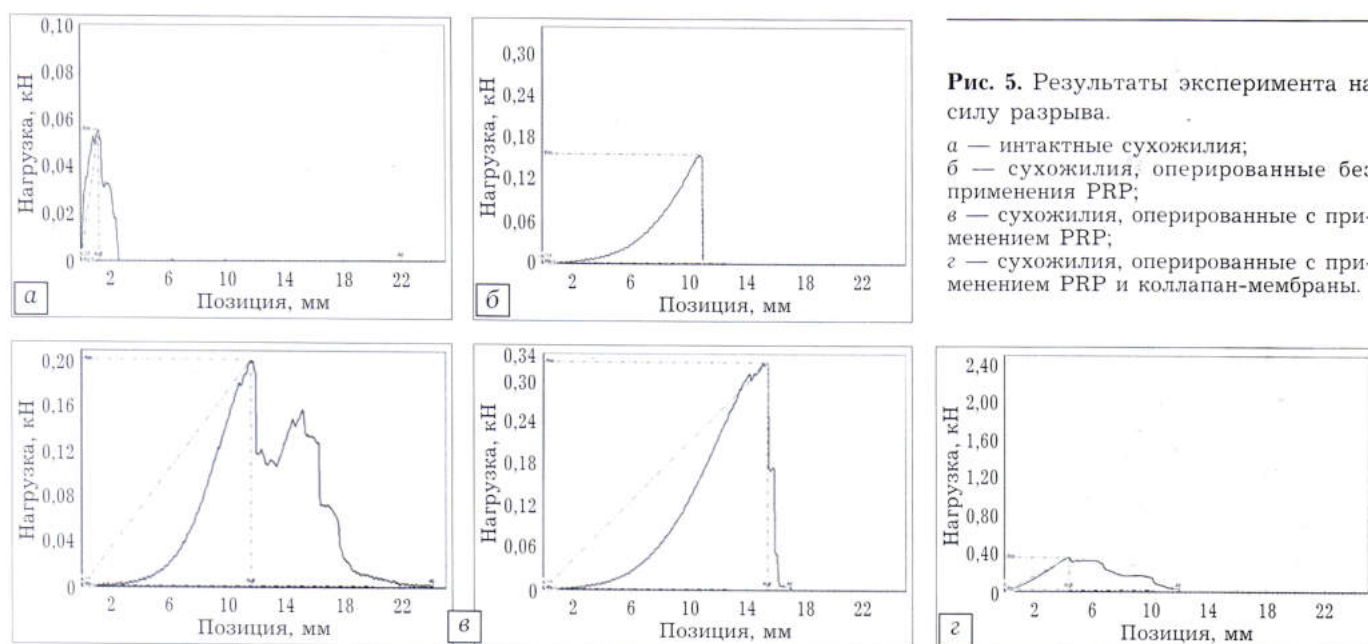


Рис. 5. Результаты эксперимента на силу разрыва.

а — intactные сухожилия;
 б — сухожилия, оперированные без применения PRP;
 в — сухожилия, оперированные с применением PRP;
 г — сухожилия, оперированные с применением PRP и коллапан-мембраны.

Клиническая часть. В результате центрифугирования аутоплазмы количество тромбоцитов возрастало более чем в 3 раза. Так, исходная концентрация тромбоцитов в крови пациентов в среднем составила $232 (182-441) \cdot 10^3$ клеток в 1 мкл, тогда как в PRP — $1251 (970-1574) \cdot 10^3$ клеток в 1 мкл.

Данные обследования по шкалам J. Leppilahti и AOFAS представлены в таблице. Клинические результаты подтверждались данными УЗИ и МРТ (рис. 6).

У 26 пациентов (86,8%) наблюдалось гладкое течение послеоперационного периода. В 2 (6,6%) случаях были диагностированы краевые некрозы кожи размером до $1,5 \text{ см}^2$ в области послеоперационной раны, которая на фоне проведенного кон-

сервативного лечения зажила вторичным натяжением. Еще в 2 (6,6%) наблюдениях были диагностированы лигатурные свищи в области послеоперационных ран спустя 2–3 мес после оперативного вмешательства. Данным пациентам были произведены saniрующие операции, лигатуры удалены. Интраоперационно в обоих случаях целостность сухожилия была сохранена. Повторных разрывов, гнойно-воспалительных осложнений со стороны сухожилия в послеоперационном периоде у пациентов основной группы не наблюдалось, в то время как в контрольной группе реруптуры фиксировали в 26% случаев. Средний койко-день в основной и контрольной группах составил 15,3 и 20,1 дня соответственно.

ВЫВОДЫ

- Положительное влияние PRP на течение репаративных процессов в поврежденных сухожилиях проявлялось в уменьшении выраженности воспалительных явлений, усилении ангиогенеза, пролиферативной и синтетической активности фибробластов, процессов фибриллогенеза, в более раннем заживлении сухожилия.
- Введение PRP в лечении разрывов АС является многообещающим методом, обеспечивающим

Результаты операций

Шкала	Основная группа		Контрольная группа	
	острые разрывы	застарелые разрывы	острые разрывы	застарелые разрывы
J. Leppilahti, баллы	91,50	79,50	70,20	61,25
AOFAS, баллы	90,40	75,00	73,00	58,00

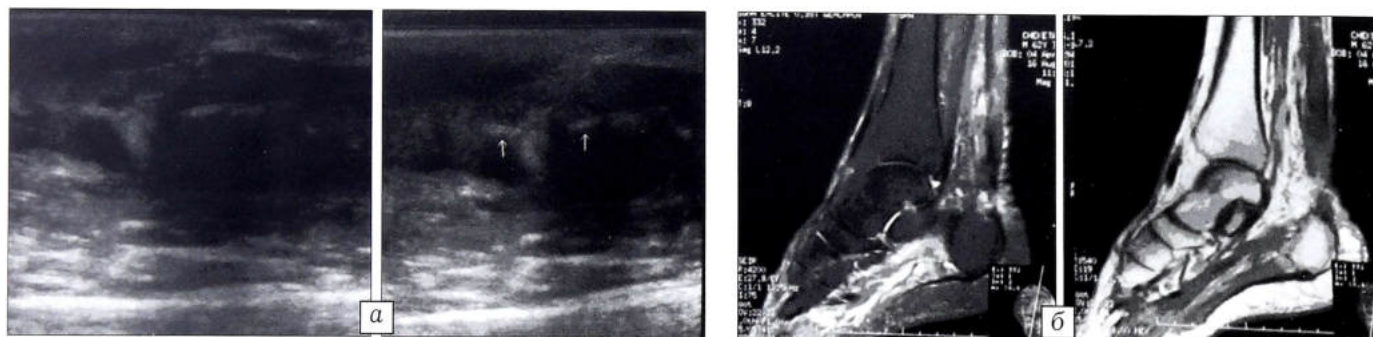


Рис. 6. Данные УЗИ (а) и МРТ (б) через 6 нед после операции.

создание благоприятных условий для скорейшего и более прочного сращения сухожилия, стимулирование репаративной регенерации, что немало важно при дегенеративных изменениях сухожилия.

• Использование данной методики в клинической практике позволяет получать отличные и хорошие функциональные результаты, сводя неудовлетворительные результаты к минимуму.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лысковец-Чернецкая Л.Е. Фасциальная гомопластика при повреждениях ахиллова сухожилия. Вестн. хирургии. 1964; 93 (12): 123.
2. Boyden E.M., Kitaoka H.B., Cahalan T.D., An K.-N. Late versus early repair of Achilles tendon rupture: clinical and biomechanical evaluation. Clin. Orthop. 1995; 317: 150-8.
3. Gametia N., Muralikuttan K., Shenolikar A. Case report: Ankle fracture associated with an Achilles tendon rupture: a rare injury. Foot Ankle Surg. 2005; 11: 219-22.
4. Inglis A.E., Sculco T.P. Surgical repair of ruptures of the tendo achillis. Clin. Orthop. Relat. Res. 1981; (156): 160-9.
5. Zwipp H., Sudkamp N., Thermann H., Samek N. Rupture of the Achilles tendon. Results of 10 years' follow-up after surgical treatment. A retrospective study. Unfallchirurg. 1989; 92 (11): 554-9.
6. Khan R.J., Fick D., Keogh A., Crawford J., Brammar T., Parker M. Treatment of acute achilles tendon ruptures. A meta-analysis of randomized, controlled trials. J. Bone Jt Surg. Am. 2005; 87 (10): 2202-10.
7. Lim J., Dalai R., Waseem M. Percutaneous vs. open repair of the ruptured Achilles tendon. A prospective randomized controlled study. Foot Ankle Int. 2001; 22 (7): 559-68.
8. Pajala A., Kangas J., Siira P., Ohtonen P., Leppilahti J. Augmented compared with nonaugmented surgical repair of a fresh total Achilles tendon rupture. A prospective randomized study. J. Bone Jt Surg Am. 2009; 91 (5): 1092-100.
9. Wagnon R., Akayi M. The Webb-Bannister percutaneous technique for acute achilles tendon ruptures: a functional and MRI assessment. J. Foot Ankle Surg. 2005; 44 (6): 437-44.
10. Грицюк А.А., Середа А.П. Ахиллово сухожилие. М.: РАЕН; 2010.
11. Корнилов Н.В., Грязнухин Э.Г. Травматология и ортопедия: руководство для врачей, т. 3. СПб: Гиппократ; 2006.
12. Jarvinen M., Jozsa L., Kannus P., Jarvinen T.L., Kvist M., Leadbetter W. Histopathological findings in chronic tendon disorders. Scand. J. Med. Sci. Sports. 1997; 7 (2): 86-95.
13. Waterston S.W. Histochemistry and biochemistry of Achilles tendon ruptures. B. Med. Sc. dissertation, University of Aberdeen, Aberdeen, Scotland, 1997.
14. Roukis T.S., Zgonis T., Tiernan B. Autologous platelet-rich plasma for wound and osseous healing: a review of the literature and commercially available products. Adv. Ther. 2006; 23 (2): 218-37.
15. Tohidnezhad M., Varoga D., Wruck C.J., Brandenburg L.O. et al. Platelet-released growth factors can accelerate tenocyte proliferation and activate the anti-oxidant response element. Histochem. Cell Biol. 2011; 135 (5): 453-60.
16. Virchenko O., Aspenberg P. How can one platelet injection after injury lead to a stronger tendon after 4 weeks. Acta Orthop. 2006; 77 (5): 806-12.
17. Christenson J.T., Reuse J., Badel P., Simonet F., Schmuziger M. Plateletpheresis before redo CABG diminishes excessive blood transfusion. Ann. Thorac. Surg. 1996; 62 (5): 1373-8.
18. Yamada Y., Hata K., Ueda M. Injectable bone. Clin. Calcium. 2002; 12 (2): 228-32.
19. Савельев С.Н., Афонин П.В., Збараз Н.Н. и др. Первый опыт применения богатой тромбоцитами аутоплазмы в лечении повреждений и заболеваний костно-мышечной системы. В кн.: Сборник тезисов IX Съезда травматологов-ортопедов. 2010: 1136-7.
20. Bava E.D., Barber F.A. Platelet-rich plasma products in sports medicine. Phys. Sportsmed. 2011; 39 (3): 94-9.
21. Geng Z., Wang C., Zhou H. Effect of platelet-rich plasma on tendon healing. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi. 2011; 25 (3): 344-8.
22. Sónchez M., Anitua E., Azofra J., Andúna I., Padilla S., Mujika I. Comparison of surgically repaired Achilles tendon tears using platelet-rich fibrin matrices. Am. J. Sports Med. 2007; 35 (2): 245-51.
23. Taylor D.W., Petrera M., Hendry M., Theodoropoulos J.S. A systematic review of the use of platelet-rich plasma in sports medicine as a new treatment for tendon and ligament injuries. Clin. J. Sport Med. 2011; 21 (4): 344-52.

Сведения об авторах: Кесян Г.А. — профессор, доктор мед. наук, зав. отделением ортопедии взрослых; Берченко Г.Н. — профессор, доктор мед. наук, зав. отделением патологической анатомии; Нахапетян Т.Г. — аспирант отделения ортопедии взрослых; Гаврюшенко Н.С. — профессор, доктор техн. наук, рук. лаборатории испытания изделий ортопедо-травматологического назначения; Уразгильдеев Р.З. — канд. мед. наук, ведущий науч. сотр. отделения ортопедии взрослых; Микелашвили Д.С. — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед поликлиники; Арсеньев И.Г. — канд. мед. наук, науч. сотр. отделения ортопедии взрослых; Мурадян Д.Р. — канд. мед. наук, науч. сотр. того же отделения; Дан И.М. — аспирант того же отделения.

Для контактов: Нахапетян Тигран Григорович. 127299, Москва, ул. Приорова, дом 10, ЦИТО. Тел.: 8 (917) 503-46-39. E-mail: tigran191984@mail.ru.