

УДК: 616.594.1-002:616. 594.14-089:616.5-003.92.092.4/9

СОЧ КЎЧИРИШ УЧУН ЯНГИ МАҲАЛЛИЙ УСКУНА

Палымбетова Дана Ниетбоевна,

кичик илмий ходим;

Садыков Расул Рустамович,

тиббиёт фанлари доктори, катта илмий ходим, инновацион лойиҳа раҳбари

Университетлараро илмий-тадқиқот лабораторияси

Бабажонов Ахмаджон Баходирович,

«Хирургия касалликлари» кафедраси, ассистент

Тошкент тиббиёт академияси

Садыков Рустам Аббарович,

тиббиёт фанлари доктори, профессор

Академик В. Воҳидов номидаги Республика ихтисослаштирилган
хирургия илмий-амалий тиббиёт маркази

Аннотация. Мақолада илк бор яратилган соч фолликулаларини трансплантация қилиш муолажасини амалга ошириш учун мўлжалланган маҳаллий ускуна ўрғанилди. Бунда баҳолаш объекти сифатида донор соҳадан трансплантация учун олинган соч фолликулаларининг яроқлилиги таҳлил қилинди. Соч фолликулалари трансплантацияси ускунаси изланиши жинсий етилган, наслсиз, бир йиллик, тана вазни $200,5 \pm 2,72$ г бўлган оқ қаламушларда ўтказилди. Соч фолликулаларини олиш усуллари ишлаб чиқиш, уларнинг сифати ва трансплантацияга яроқлилигини аниқлашда визуал баҳолаш ва микроскопия усулларидан фойдаланилди. Клиникагача бўлган изланишлар натижалари асосида ускуна, сифати трансплантация учун яроқли деб баҳоланган соч графтларини олиш имконини бериши тасдиқланди. Ускуна конструкцияси ва эксплуатацияси оддийлиги, юқори эффективлиги билан характерланади. Ишлаб чиқилган ускуна ишлатишга ва соч фолликулаларини олиш операцияларини ўтказиш учун қулай. Экспериментал изланишларнинг дастлабки натижалари шуни кўрсатадики, ускуна конструкцияси донор соҳадан олинган соч графтларининг реципиент соҳага трансплантациясини амалга ошириш имкониятини ҳам беради.

Таянч тушунчалар: соч фолликулалари трансплантацияси, алопецияни жарроҳлик усулида даволаш, чандиқли алопеция, экспериментал тадқиқотлар.

НОВОЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТРАНСПЛАНТАЦИИ ВОЛОС

Палымбетова Дана Ниетбоевна,

младший научный сотрудник;

Садыков Расул Рустамович,доктор медицинских наук, старший научный сотрудник,
руководитель инновационного гранта

Межвузовская научно-исследовательская лаборатория

Бабажонов Ахмаджон Баходирович,
кафедра хирургических болезней, ассистент

Ташкентская медицинская академия

Садыков Рустам Аббарович,
доктор медицинских наук, профессор

Республиканский специализированный научно-практический медицинский
центр хирургии имени академика В. Вахидова

Аннотация. Впервые изучено разработанное отечественное устройство, предназначенное для осуществления процедуры трансплантации волосяных фолликулов, на предмет оценки пригодности экстрагируемых волосяных фолликулов донорской зоны для трансплантации на реципиентный участок. Исследования устройства для трансплантации волосяных фолликулов проведены на 6 белых половозрелых беспородных крысах первого года жизни, массой $200,5 \pm 2,72$ г. Для разработки методики забора волосяных фолликулов, определения их качества и пригодности к трансплантации использовался метод визуальной оценки и микроскопии. В результате доклинических исследований можно утверждать, что устройство позволяет произвести забор волосяных графтов, качество которых оценено как пригодное для трансплантации. Устройство характеризуется простотой конструкции, эксплуатации и высокой производительностью. Разработанное устройство удобно в использовании и при проведении операции по забору волосяных фолликул. Предварительные результаты экспериментальных исследований показали, что конструкция устройства позволяет также производить трансплантацию экстрагируемых волосяных графтов донорской зоны на реципиентный участок.

Ключевые слова: трансплантация волосяных фолликул, хирургическое лечение алопеции, рубцовая алопеция, экспериментальное исследование.

NEW DOMESTIC DEVICE FOR HAIR TRANSPLANTATION

Palimbetova Dana Nietboevna,
Junior Researcher Interuniversity Research Laboratory;
Sadikov Rasul Rustamovich,
Doctor of Medical Sciences, Senior Researcher

Interuniversity Research Laboratory, Head of Innovation Grant

Babajonov Akhmadzhon Bakhodirovich,
Department of Surgical Diseases, Assistant

Tashkent Medical Academy

Sadikov Rustam Abrarovich,
Doctor of Medical Sciences, Professor

Republican Specialized Center of Surgery named after Academician V. Vakhidov

Abstract. A domestic device designed for the implementation of the hair follicle transplantation procedure was studied for the first time in order to assess the suitability of extractable hair follicles of the donor zone for transplantation to the recipient site. Investigations of a device for hair follicle transplantation were carried out on 6 white, adult, outbred rats of the first year of life, weighing 200.5 ± 2.72 g. The method of visual assessment

and microscopy was used in order to develop a method for collecting hair follicles and to determine their quality and suitability for transplantation. As a result of preclinical studies, it can be concluded, that the device allows the collection of hair grafts, the quality of which is rated as suitable for transplantation. The device is described by the simplicity of design and operation and high performance. The developed device is convenient to use and conduct operations to collect hair follicles. Preliminary results of experimental studies have shown that the design of the device also allows the transplantation of extractable hair grafts of the donor zone to the recipient site.

Keywords: hair follicle transplantation, surgical treatment of alopecia, cicatricial alopecia, experimental study.

Введение

Лечение больных с последствиями ожогов одна из самых сложных проблем реконструктивной и пластической хирургии. В 25-45% случаях обширных ожогов происходит поражение волосистой части головы. При ожогах III Б степени рубцовое перерождение кожи головы и замещение фолликулярного слоя соединительной тканью приводит к гибели фолликулов, образованию участков облысения. По данным литературы, возникшая в результате перенесенной ожоговой травмы алопеция (облысение) различной локализации и площади представляет собой грубый косметический дефект, который может привести к снижению качества жизни, повышению тревожности и риску развития депрессий. В связи с этим сегодня остаются актуальными вопросы реабилитации данной категории пациентов. Как показывает клинический опыт, улучшить вид таких рубцов без хирургического вмешательства не представляется возможным. Трансплантация волос является на сегодняшний день единственным надежным способом достижения стабильного роста волос.

Итогом успешной трансплантации принято считать приживание волосающего фолликула с последующим ростом новых волос [1]. Косметический результат зависит не только от типа графта (графт единственного волоса или фолликулярные единицы), приживаемости трансплантата, навыков хирурга, но и от количества графтов, которые могут быть использованы для трансплантации [2]. Существует множество различных методов трансплантации волос, имеющих свои преимущества и недостатки. Наиболее распространенный метод – так называемый метод «полосы» [3], при котором полоса кожи с фолликулами удаляется, разделяется на графты и имплантируется в

реципиентный участок. Наиболее надежным и малоинвазивным считают метод экстракции фолликулярных единиц (FUE), при котором цельная фолликулярная единица извлекается отдельно и имплантируется одна за другой в реципиентный участок [4].

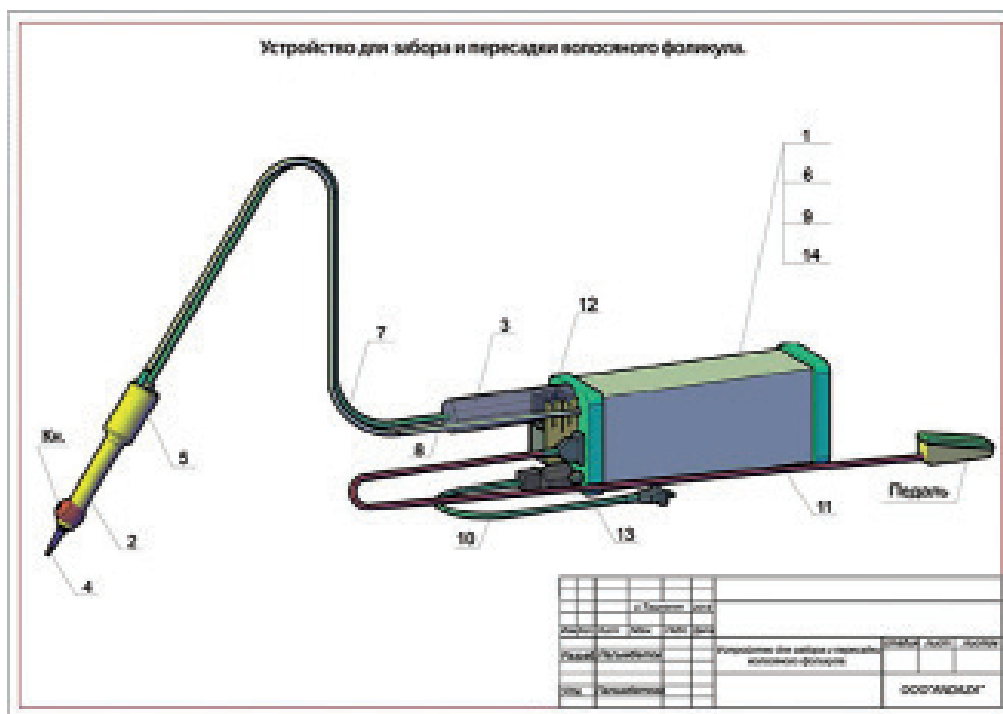
Фолликулярная единица представляет собой группу волос на коже головы, которая состоит из нескольких терминальных волос, сальной железы и протока, а также мышцу, поднимающую волос. Каждая единица окружена коллагеновым слоем, называемым перифолликулом [5]. Эти натуральные единицы служат базовыми элементами пересадки волос. По сравнению с методом «полосы» метод FUE позволяет добиться хорошего косметического эффекта в виде мелких шрамов на донорском участке, так как обычно разрез достигает в размере не более 1,0 мм [6, 7]. Основными показателями идеальной трансплантации волос являются: отличный косметический исход, стопроцентное приживание трансплантированных волосающих фолликулов, высокая степень сохранности фолликулов, короткая длительность операции [2]. В связи с широким распространением данной операции возникла потребность в разработке и создании устройств, позволяющих эффективно производить экстракцию волосающих фолликулов.

Устройство Ominigraft (Франция) было разработано с целью оптимизации мини- и микрографт трансплантации. Оно состоит из 3 основных частей: хэйртома, пневматического нагнетающего устройства для формирования мини- и микрографтов, пневматического графт-имплантера [6]. Также прилагается микромотор с полый трубкой для создания отверстий диаметром 0,8-1,25 мм. Волосы из донорского участка не должны быть короче 2-3 мм, иначе процедура затрудняется ввиду

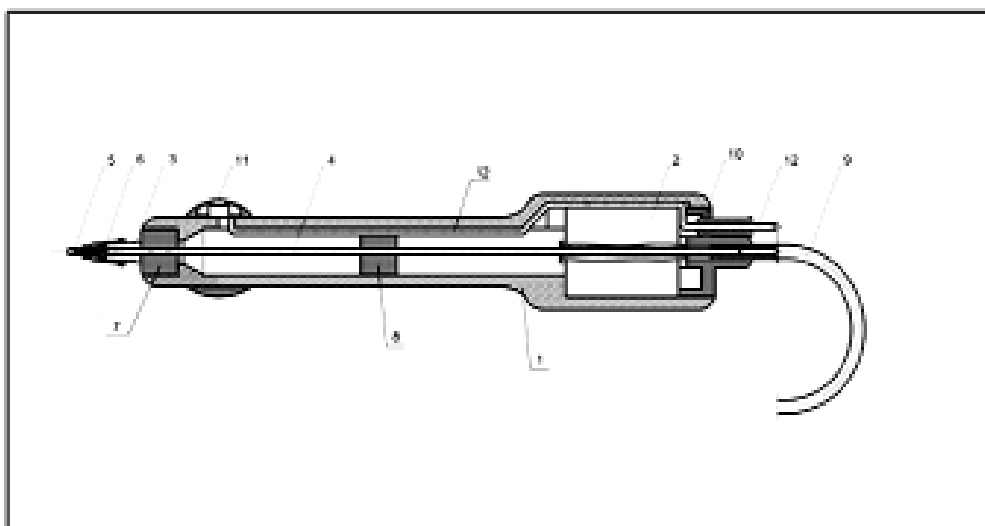
сложности с ориентиром направления оси волоса. Основной этап забора фолликулярной единицы состоит в том, что полая трубка начинает вращаться со скоростью от 700 до 1500 оборотов в минуту (в зависимости от состояния кожи пациента), происходит пенетрация эпидермиса и дермы. После ощущения неко-

торого снижения сопротивления, что свидетельствует о достижении подкожных тканей, оператор останавливает вращение. В случае пригодности фолликулярной единицы при помощи устройства производится ее имплантация на реципиентном участке.

Устройство микромоторной системы с



А



В

Рис. 1. А - внешний вид устройства V-Trace (от ООО «ANDAZA»);

В - схематическое изображение ручки устройства:

- 1 – корпус ручного инструмента; 2 – электропривод; 3 – наконечник вала; 4 – вал; 5 – игла;
6 – отсекатель; 7, 8 – передняя и средняя втулки; 9 – трубопровод отсоса; 10 – задняя крышка корпуса;
11 – кнопка включения электропривода; 12 – кабель; 13 – накопительный контейнер; 14 – фиксатор;
15 – поршень; 16 – фиксатор поршня; 17 – вакуумный отсос; 18 – педаль;
19 – электромеханический привод.

дополнительным использованием хирургического набора инструментов состоит из микро-мотора и микроперфоратора, прикрепленных к рукоятке. Микромотор рассчитан на 1500-3000 оборотов в минуту, при этом происходит бурение кожи приблизительно на 3-4 мм. Таким образом происходит высвобождение фолликулов, и удаление производят ручным методом при помощи зажимов. Трансплантаты помещают на марлевые салфетки, смоченные в физиологическом растворе, в чашках Петри для дальнейших манипуляций [8].

Также существуют роботизированные устройства для проведения FUE: Автоматическая система пересадки волос NeoGraft, SAFE (хирургическая система для фолликулярной экстракции) и ARTAS Robotic System («Реставрирующая робототехника», Калифорния) [9].

На сегодняшний день в Узбекистане ведутся исследовательские работы по созданию медицинского инструментария и имплантов из местного сырья, однако отечественное производство медицинских устройств пока не налажено. Разработка устройства для трансплантации волосяных фолликулов предусматривает решение вопросов ранней реабилитации больных с рубцовой алопецией, откроет возможности выполнять подобного рода малоинвазивные операции в амбулаторных условиях.

В результате исследований и разработок создано эффективное, конкурентоспособное, удобное в применении устройство для забора и пересадки волосяного фолликула, которое может быть использовано в сфере инновационного здравоохранения у нас в стране и за рубежом. В данном исследовании было использовано новое отечественное устройство для трансплантации волосяных фолликулов V-Trace, ООО «ANDAZA» (заявка на Патент РУз № IAP 201870460 от 03.10.2018.).

Цель: изучить разработанное отечественное устройство на крысах для оценки пригодности экстрагируемых волосяных фолликулов донорской зоны для трансплантации на реципиентный участок.

Данное устройство включает в себя систему вакуумного отсоса, электропривод, корпус

и иглу, при этом один конец иглы выступает за пределы устройства, другой конец соединен с одним концом трубки, помещенным в корпусе. Устройство состоит из двух взаимокомбинированных частей: ручного инструмента с электроприводом для выполнения хирургической операции и вакуумного отсоса с электромеханическим приводом (рис. 1).

Материалы и методы

Для исследований по оценке эффективности разработанного устройства экспериментального образца было взято 6 белых половозрелых беспородных крыс первого года жизни массой 200,5±2,72 г. Животных содержали в условиях вивария в соответствии с требованиями ГОСТ ISO 10993-11-2011 о надлежащих условиях подготовки и наблюдения за подопытными животными. Для разработки методики забора волосяных фолликул, определения их качества и пригодности к трансплантации использовался метод визуальной оценки и микроскопии с использованием бинокулярного светового микроскопа Ningbo Optics (КНР).

Фиксация и предоперационная подготовка лабораторного животного выполнялись под ингаляционным наркозом Sol. Halothane 1,5 объем-%. Лабораторное животное было зафиксировано на хирургическом столике путем привязывания петлевидными узлами за передние и задние лапы. В области левого бедра произведено выстригание шерсти на участке размером 5х4 см. Кожа обрабатывалась 70%-ным спиртовым раствором, после чего в трех точках производились инъекции 0,25%-ного раствора новокаина, сначала однимиллилитровым инсулиновым шприцом, а потом двухмиллилитровым шприцем, медленно вводя теплую смесь анестетика. Затем при нажатии на кнопку управления электроприводом ручной инструмент вращает бур, при этом бур вводился в кожу по ходу роста волоса, важно, чтобы волос находился в полости бура. После достижения необходимой глубины (4 мм), под контролем зрения, бур выводится из тела. При этом из толщи ткани производилась экстракция волосяного графта, на коже образовывался дефект в виде лунки. После получения нескольких образ-

цов ранки лабораторных животных обрабатывались раствором Бетадина, оставлялись открытыми. Животное освобождалось от фиксации и в удовлетворительном активном состоянии отправлялось обратно в клетку. Биопсийный материал изготавливался непосредственно после взятия волосяного графта. Наблюдение за общим состоянием животных и послеоперационным полем проводилось в течение 12 дней. Пригодность графтов оценивали по целостности всех структур волосяного фолликула, адекватному объему экстрагированной окружающей ткани, так как ее чрезмерное количество может отрицательно повлиять на приживаемость трансплантата [2].

Результаты и обсуждение

Послеожоговые рубцы считают наиболее благоприятной реципиентной зоной в отличие от послеоперационных и других рубцов. Связывают это с тем, что при ожогах подкожные структуры остаются интактными [10].

В последние годы метод FUE становится очень популярным среди специалистов, занимающихся восстановительными операциями при алопеции [11]. В основном это связано с преимуществами над другими методами: безболезненность, малозаметные шрамы после операции [12]. Однако FUE требует усовершенствования и дальнейших модификаций с целью улучшения результатов заживления. Одним из важных параметров разработанного устройства для трансплантации волосяных фолликулов считают минимальный риск потери волосяных графтов [13, 14].

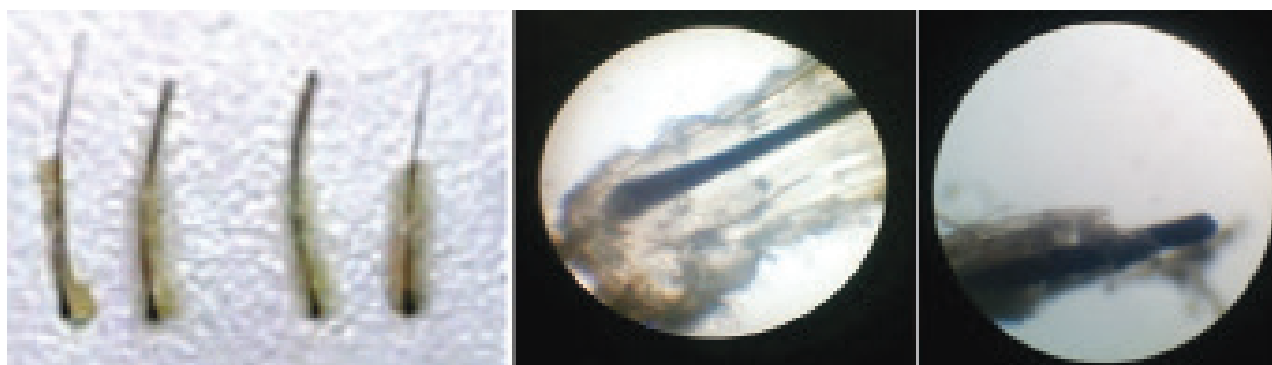
Проведенные исследования графтов, полученных с использованием метода FUE, свидетельствуют о наличии морфологических и иммунологических изменений в реципиентном участке. В любом случае в процессе оперативного вмешательства при взятии графта, его промежуточном пребывании в *ex vivo* условиях, имплантации в кожу волосяных фолликул подвергается своего рода стрессовому воздействию. Во время проведения всех манипуляций может происходить механическое повреждение, дегидратация, нарушение питания волосяного фолликула и т.д. [11]. Кроме того, рубцовые алопеции по сравнению с андро-

генной алопецией имеют ряд особенностей заживления аутоотрансплантатов. Атрофия, гипертрофия и фиброз в таких участках predisполагают к неадекватной перфузии, и если пересаженные трансплантаты не реваскуляризировать в течение нескольких дней после операции, они не выживут. Другой фактор, который определяет уровень выживаемости трансплантата, – это число трансплантатов на 1 см². Рекомендуются, чтобы это значение не превышало 30 трансплантатов на 1 см² при адекватной перфузии крови [15]. Если слишком много трансплантатов пересаживают в небольшую область, они конкурируют из-за сниженного кровотока ткани рубца. Недостаточная перфузия плотно упакованных трансплантатов не только приведет к низкой выживаемости, но может также predisполагать к инфекциям и, как следствие, к некрозу кожи. Плотность трансплантата в зоне с плохой перфузией не должна превышать 15-20 трансплантатов. При методе FUE фолликулярные единицы имеют относительно высокую выживаемость, так как обычно содержат 1-5 волосков и достаточно малы, чтобы поместиться в 18-G и 19-G разрезы сайтов-реципиентов. По этой причине при разработке устройств для трансплантации волос уделяется большое внимание качественному взятию волосяных фолликулярных единиц [15].

Согласно описанию существующих аналогов устройства, выведение волосяного фолликула в лунку при посадке на реципиентный участок осуществляется при помощи иглы-толкателя, что создает механическое воздействие на графты, приводящие к их повреждению. Дополнительное повреждение волосяного фолликула возможно ввиду сложной траектории последующего передвижения.

Были проведены испытания устройства для забора и пересадки волосяного фолликула V-Trace на предмет первого этапа трансплантации и хирургического лечения послеожоговой рубцовой алопеции головы и тела. Во время проведенных операций устройство позволило эффективно и безопасно производить забор волосяных графтов с донорских участков без каких-либо осложнений.

В ходе исследований получены волося-



А

В

Рис. 2. А - трансплантация волосяных графтов; В - стержень, корень, луковица, внутреннее эпителиальное влагалище с небольшим слоем окружающей ткани. Световая микроскопия. Увеличение 100х

ные графты, пригодные для трансплантации, включающие в себя стержень, корень, луковицу, внутреннее эпителиальное влагалище с небольшим слоем окружающей ткани, благодаря которой происходит приживание донорского имплантата в реципиентном участке (рис. 2).

Основным преимуществом разработанного устройства является обеспечение минимизации деформирующих механических воздействий. Это достигается за счет прямо-точности трубопровода при движении графтов до контейнера, где волосяные фолликулы попадают в специальную среду, сохраняющую их целостность и структуру.

Таблица 1

Количество полученных пригодных и непригодных для трансплантации волосяных фолликулов при помощи разработанного отечественного устройства

Крысы	Экстрагированные фолликулярные единицы	Пригодные фолликулярные единицы	Непригодные фолликулярные единицы
1	34	23	11 (32,6%)
2	29	20	9 (31,0%)
3	38	26	14 (36,8%)
4	40	27	13 (32,5%)
5	31	18	13 (41,9%)
6	44	30	10 (22,7%)

В течение экспериментальных исследований был произведен забор в общей сложности 216 фолликулярных единиц, 70 (32,4%) из которых оказались непригодными для трансплантации (табл. 1). Несмотря на значительные потери фолликулярных единиц, устройство обладает относительно высокой производительностью.

Предварительные результаты доклинических исследований показали, что устройство для забора волосяных графтов функционирует. Дальнейшие разработки, направленные на повышение количества пригодных фолликулярных единиц, позволят улучшить результаты использования V-Trace. Отечественное устройство для забора и пересадки волос отличается простотой конструкции, эксплуатации и высокой производительностью. Планируется проведение исследований по усовершенствованию устройства и имплантации донорских фолликулярных единиц в рубцово-измененную ткань.

Выводы

1. Разработанное устройство удобно в использовании и при проведении операции по забору волосяных фолликул.

2. Предварительные результаты экспериментальных исследований показали, что с помощью устройства можно производить качественный забор волосяных графтов, однако необходимо проведение дополнительных исследований.

Источники и литература

1. Gan D.C., Sinclair R.D. Prevalence of male and female pattern hair loss in Maryborough // *J Invest Dermatol Symp Proc.* – 2005. – № 10. – Pp. 184-189.
2. Gho C. G., Neumann H.A.M. Advances in hair transplantation: Longitudinal partial follicular unit transplantation // *Current Problems in Dermatology.* – 2015. – № 47. – P. 150-157.
3. Otberg N., Finner A.M., Shapiro J. Androgenetic alopecia // *Endocrinol Metab Clin North Am.* – 2007. – № 36. – P. 379-398.
4. Bisaccia E., Scarborough D. Hair transplant by incisional strip harvesting // *J Dermatol Surg Oncol.* – 1994. – № 20. – Pp. 443-448.
5. Olsen E.A., Dunlap F.E., Funicella T. et al. A randomized clinical trial of 5% topical minoxidil versus 2% topical minoxidil and placebo in the treatment of androgenetic alopecia in men // *J Am Acad Dermatol.* – 2002. – № 47. – Pp. 377-385.
6. Onda M., Igawa H. H., Inoue, K., Tanino R. Novel technique of follicular unit extraction hair transplantation with a powered punching device // *Dermatologic Surgery.* – 2008. – № 34(12). – Pp. 1683-1688.
7. Rassman W.R., Bernstein R.M., McClellan R. et al. Follicular unit extraction: minimally invasive surgery for hair transplantation // *Dermatol Surg.* – 2002. – № 28. – Pp. 720-728.
8. Ors S., Ozkose M. Follicular Unit Extraction Hair Transplantation with Micromotor: Eight Years' Experience // *Aesthetic Plastic Surgery.* – 2015. – № 39(4). – Pp. 589-596.
9. Rose P.T. The latest innovations in hair transplantation // *Facial Plast Surg.* – 2011. – № 27. – Pp. 366-377.
10. Jung S., Oh S. J., Koh S.H. Hair follicle transplantation on scar tissue // *Journal of Craniofacial Surgery.* – 2013. – 24(4). – Pp. 1239-1241.
11. Azar R. P., Thomas, A. H., Maurer, M., Lindner G. Alterations in Hair Follicle Morphology and Hair Shaft Production after Follicular Unit Transplantation // *American Journal of Dermatopathology.* – 2016. – № 38(10). – Pp. 732-738.
12. Azar R., Thomas A., Lindner G. Hair follicle plasticity with complemented immunomodulation following follicular unit extraction // *Int J Trichology.* – 2015. – № 7. – Pp. 16.
13. Harris J. Powered blunt dissection with the SAFE system for FUE (part I and II) // *Hair Transplant Forum Int.* – 2010. – № 20. – Pp. 188-189.
14. Harris J. The SAFE system: new instrumentation and methodology to improve follicular unit extraction (FUE) // *Hair Transplant Forum Int.* – 2004. – Pp. 163.
15. Куц Е.С. Восстановительная хирургия волос у пациентов с первичными рубцовыми алопециями // *Евразийский научный журнал.* – 2016. – № 10. – С. 332-334.
16. Gupta A. Microrefined microfollicular hair transplant: a new modification in hair transplant // *Ann Plast Surg.* – 2014. – № 73. – Pp. 257-265.
17. Umar S. Use of body hair and beard hair in hair restoration // *Facial Plast Surg Clin North Am.* – 2013. – № 21. – Pp. 469-477.

Рецензент:

Баймаков С.Р., заведующий кафедрой «Хирургия и ВПХ»
Ташкентского государственного стоматологического института.