

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 617.5-089.844:681.3 (043.3)

**КУРЕК**  
**Мария Федоровна**

**ХИРУРГИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ КОНТУРОВ ТЕЛА  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО  
МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

по специальности 14.01.17 – хирургия

Минск 2012

Работа выполнена в УО «Гомельский государственный медицинский университет» и ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси»

Научные руководители: Аничкин Владимир Владимирович, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры хирургических болезней № 3 с курсом сердечно-сосудистой хирургии УО «Гомельский государственный медицинский университет»

Шилько Сергей Викторович, кандидат технических наук, доцент, заведующий отделом «Механика адаптивных материалов и биомеханика» ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси»

Официальные оппоненты: Чур Николай Николаевич, доктор медицинских наук, профессор, профессор 1-й кафедры хирургических болезней УО «Белорусский государственный медицинский университет»

Подгайский Владимир Николаевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделением микрохирургии УЗ «Минская областная клиническая больница»

Оппонирующая организация: УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет»

Защита состоится 18.12.2012 года в 14.00 на заседании совета по защите диссертаций Д 03.18.05 при УО «Белорусский государственный медицинский университет» по адресу: 220116, г. Минск, пр-т Дзержинского, 83, телефон ученого секретаря (017) 272-55-98.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке УО «Белорусский государственный медицинский университет».

Автореферат разослан «\_13\_» ноября 2012 г.

Ученый секретарь совета  
по защите диссертаций Д 03.18.05  
д-р мед. наук

А.С. Ластовка

## ВВЕДЕНИЕ

С 90-х годов XX века заметно вырос интерес к эстетической хирургии во всем мире, включая страны Восточной Европы, а коррекция контуров тела многие годы остается в пятерке наиболее популярных эстетических хирургических вмешательств [Белоусов А.Е., 1998; Цепколенко В.А., 2000]. При кажущейся простоте эстетических операций существует много скрытых проблем, которые приводят к росту числа пациентов, недовольных результатами, а следовательно, и к увеличению количества повторных хирургических вмешательств [Fodor P.V., 2009; Pereira L.H., 2011].

В настоящее время основными способами хирургической коррекции контуров тела являются липосакция и абдоминопластика. Липосакция представляет собой вакуумную аспирацию подкожного жира через единичные проколы и является методом выбора при необходимости уменьшить объем той или иной анатомической области для достижения гармоничных пропорций и контуров тела [Cardenas-Camarena L., 2005; Schutzwoh A., 2006]. В результате удаления необходимого количества подкожно-жировой клетчатки образуется избыток кожи, который, как правило, в раннем послеоперационном периоде самостоятельно исчезает. После липосакции в области живота может возникнуть ситуация, когда эластичности кожи недостаточно – в этом случае избыток кожи остается в виде складки. Единственным решением данной проблемы является иссечение кожной складки с образованием длинного послеоперационного рубца [Psillakis J.M., 1991; Белоусов А.Е., 1998]. Поэтому хирургу еще до операции необходимо знать, какой объем подкожного жира можно удалить без риска образования избытка кожи. В настоящее время отсутствуют объективные критерии, позволяющие определить этот предел, в первую очередь потому, что не разработан простой и доступный метод количественной оценки потенциальной возможности кожи живота сокращаться в размерах [Goddio A.S., 1990; Siemionow M.Z., 2010].

Нерешенным вопросом также является объективное определение границ и объема хирургической коррекции. При планировании липосакции критериями эстетической оценки тела пациента являются субъективные представления о красоте как хирурга, так и пациента, а объективные каноны красоты, которые используются в изобразительном искусстве, не учитывают индивидуальные конституциональные особенности телосложения пациента [Morselli P.G., 2003; Jacobsena T., 2006].

Следствием данных причин являются неудовлетворительные результаты хирургической коррекции контуров тела, повторные

операции, дополнительные финансовые затраты и снижение качества жизни пациентов.

Решение указанных вопросов заключается в объективизации подходов к выбору способа, границ и объема хирургической коррекции контуров тела, а следовательно, персонификация оперативного пособия с учетом индивидуальных особенностей телосложения и биомеханических свойств кожи пациента.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Связь работы с крупными научными программами и темами.** Работа выполнена на базе УО «Гомельский государственный медицинский университет» в рамках темы научно-исследовательской работы «Разработка новых реконструктивных восстановительных операций и контурной пластики тела с использованием компьютерного моделирования для персонификации техники вмешательства в онкологии и хирургии» (№ ГР 20115286) 2011–2014 гг., а также на базе ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси» в рамках Государственной комплексной программы научных исследований «Механика», подпрограммы «Биомеханика» задания КЗ.5.01 ГПНИ «Конвергенция», подпрограммы «Современное естествознание и технологии будущего» (№ ГР 20110749) 2011–2013 гг.

**Цель исследования:** улучшение результатов хирургической коррекции контуров тела путем разработки метода объективного планирования операций с учетом индивидуальных особенностей телосложения и биомеханических свойств кожи пациента.

### **Задачи исследования:**

1. Разработать способ прогнозирования необходимой и потенциально возможной ретракции кожи живота пациента.

2. Разработать тактику хирургической коррекции избыточных жировых отложений области передней брюшной стенки, основанную на результатах компьютерного моделирования.

3. Разработать способ объективного определения границ и объема хирургической коррекции контуров тела с учетом конституциональных особенностей телосложения пациента.

4. Оценить эффективность хирургической коррекции контуров тела с использованием компьютерного моделирования по результатам применения разработанного метода в клинической практике.

**Объект исследования:** 108 пациентов ЧМУП «Клиника эстетической хирургии и косметологии» г. Гомеля, которым выполнено

116 хирургических операций по коррекции контуров тела: 72 операции по эстетической коррекции латеральных контуров тела и 44 операции по коррекции избыточных жировых отложений области передней брюшной стенки (из них 8 человек подверглись и тому и другому виду хирургического вмешательства) с использованием и без использования компьютерного моделирования. Объектом исследования особенностей биомеханических свойств кожи живота явились 56 трупов не позднее первых суток после смерти.

**Предмет исследования:** особенности биомеханических и гистологических свойств кожи живота, влияющие на результат контурной пластики, возможность и способ прогнозирования ретракции кожи живота, а также влияние разработанного метода компьютерного моделирования на результаты хирургической коррекции контуров тела.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Определение необходимой и потенциально возможной послеоперационной ретракции кожи эпигастральной и гипогастральной области методом компьютерного моделирования в программе «ГРАЦИЯ V1.0» на основании пола, возраста, толщины кожно-жировой складки и результата щипкового теста позволяет прогнозировать возможность образования кожной складки в области передней брюшной стенки после удаления методом липосакции слоя подкожной жировой клетчатки определенной толщины.

2. Тактика хирургической коррекции избыточных жировых отложений области передней брюшной стенки, основанная на результатах компьютерного моделирования ретракции кожи живота, позволяет выбрать оптимальный способ хирургического вмешательства для каждого пациента.

3. Предложенная методика определения границ и объема хирургической коррекции контуров тела, основанная на сравнении контуров тела пациента с эталоном фигуры соответствующего конституционального типа, обеспечивает объективность планирования хирургического пособия, при этом объем оперативного вмешательства определяется толщиной слоя подкожного жира, подлежащего удалению.

**Личный вклад соискателя.** Автором изучена и проанализирована отечественная и зарубежная литература по теме диссертации, выявлены неразрешенные вопросы и сформулированы цели и задачи собственного исследования.

Соискатель принимала участие в разработке методики и проведении исследования по изучению особенностей биомеханических свойств кожи живота, влияющих на результаты эстетических операций. Самостоятельно

проводила антропометрию, опыты по измерению ретракции кожи живота, осуществляла забор материала для проведения опытов по измерению упругости, а также для гистологического исследования, вклад – 100%. Опыты по изучению вязко-упругих свойств кожи живота проводили совместно с работниками отдела «Механика адаптивных материалов и биомеханика» ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого Национальной академии наук Беларуси». Личный вклад – 70% [1, 3, 4, 9, 10, 11].

Автор участвовала в разработке устройства для вибрационного массажа участков тела с большой кривизной поверхности (патент Республики Беларусь № 7242 на полезную модель от 30.04.11) совместно с сотрудниками ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси», вклад соискателя – 30% [8, 12].

Гистологическое исследование и морфометрический анализ препаратов осуществляли совместно с сотрудниками кафедры патологической анатомии с курсом судебной медицины УО «Гомельский государственный медицинский университет», а также с заведующим клинико-экспериментального отдела ГУ «РНПЦ и ЭЧ» Э.А. Надыровым. Вклад соискателя – 60% [3, 9].

Разработку компьютерной программы «ГРАЦИЯ V1.0» (свидетельство о гос. регистрации НЦИС № 309 от 15.06.2011), а также статистическую обработку полученных результатов проводили совместно с А.В. Ленским, канд. экон. наук, зав. лабораторией эксплуатационно-экономической оценки машин (РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»), Г.Ю. Войцеховичем, ассистентом кафедры интеллектуальных и информационных технологий (УО «Брестский государственный технический университет»), а также О.М. Подгайским, инженером-программистом ЧПУП «Телесофтсервис» [6, 7].

Хирургическая коррекция контуров тела у 108 пациентов выполнена при непосредственном участии соискателя, которая в качестве хирурга выполнила 54 операции, в качестве ассистента – 62 операции.

Автором проведен сбор сведений о пациентах перед хирургической коррекцией и в отдаленные сроки, подготовлены публикации по теме диссертации. В опубликованных в соавторстве работах соискателю принадлежит более 80% текста, методическая и консультативная помощь осуществлялась соавторами.

Обработка клинического и экспериментального материала, формирование компьютерной базы данных, анализ полученных результатов, их обобщение и теоретическая интерпретация, написание всех разделов диссертации и автореферата выполнены автором

самостоятельно. Формулировка выводов и практических рекомендаций выполнены автором совместно с научными руководителями.

**Апробация результатов диссертации.** Основные положения диссертации доложены на: 4-й Гомельской региональной конференции молодых ученых «Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследования» (Гомель, 2008); республиканской научно-технической конференции молодых ученых «Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследования» (Гомель, 2010); заседании Общества пластических хирургов Беларуси (Минск, 2011).

**Опубликованность результатов диссертации.** По теме диссертации опубликовано 12 научных работ: 6 статей в рецензируемых научных журналах, соответствующих пункту 18 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь (2,95 авторских листа), из них 1 статья написана единолично; 1 статья в научном журнале; 2 статьи в сборниках научных трудов и материалах конференций; 2 тезисов докладов. Получен 1 патент Республики Беларусь на полезную модель «Устройство для вибрационного массажа участков тела с большой кривизной поверхности», регистрационный номер 7242 от 30.04.11.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на русском языке на 110 страницах машинописного текста и состоит из введения, общей характеристики работы, 5 глав, раскрывающих логику исследования соответственно целям и задачам работы, заключения, библиографического списка и 7 приложений. Работа содержит 15 таблиц, иллюстрирована 23 рисунками. Библиографический список содержит 190 литературных источников (56 русскоязычных, 134 зарубежных) и 12 собственных публикаций.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Материалы и методы исследования**

**Компьютерное моделирование результатов хирургической коррекции контуров тела**

**Определение необходимой ретракции кожи живота** проводили с помощью разработанной нами программы «ГРАЦИЯ V1.0» (свидетельство о гос. регистрации № 309 от 15.06.2011). Для этого в модуле «Агеа» вычисляли необходимое уменьшение площади кожи живота после удаления слоя подкожной жировой клетчатки планируемой

толщины ( $\Delta a_n$ , в процентах от первоначальной площади), а затем рассчитывали необходимую ретракцию ( $\Delta s_n$ , %) по формуле (1):

$$\Delta s_n = 100\% - \Delta a_n, \quad (1)$$

где  $\Delta s_n$ , % – необходимая ретракция кожи живота,  $\Delta a_n$ , % – необходимое послеоперационное уменьшение площади кожи живота.

**Прогнозирование потенциальной ретракции кожи живота.** В модуле «Shrinkage calculation» программы «ГРАЦИЯ V1.0» определяли потенциально возможное уменьшение послеоперационной площади кожи живота пациента в процентах от первоначальной площади ( $\Delta a_{max}$ , %) на основании пола, возраста (лет), результата щипкового теста (баллы) и толщины кожно-жировой складки (мм), так как именно эти признаки являлись прогностическими по результатам проведенного нами исследования особенностей биомеханических свойств кожи живота. Затем вычисляли степень потенциально возможной ретракции кожи живота пациента ( $\Delta s_{max}$ , в процентах от первоначальной площади) по формуле (2):

$$\Delta s_{max} = 100\% - \Delta a_{max}, \quad (2)$$

где  $\Delta s_{max}$ , % – потенциальная ретракция кожи живота,  $\Delta a_{max}$ , % – потенциально возможное уменьшение послеоперационной площади кожи живота пациента.

### **Изучение особенностей биомеханических свойств кожи живота, влияющих на результаты пластических операций**

Особенности биомеханических свойств кожи живота изучали на образцах кожи эпигастральной и гипогастальной области 39 умерших от 23 до 87 лет (52 года  $\pm$  15,6 лет), из них 19 женщин и 20 мужчин, при этом опыты проводили не позднее первых суток после смерти. Отмечали пол, возраст, наличие рубцов и растяжек на коже, измеряли толщину кожно-жировой складки, проводили щипковый тест, который заключался в следующем: оттягивали, а затем отпускали кожную складку в области живота. Результат щипкового теста оценивали по трехбалльной шкале: 1 балл – во время захвата кожи образуются складки более 3 мм толщиной, преимущественно по краям от кожи, захваченной между пальцами, складка расправляется сразу (менее чем за 1 с) после того, как она была отпущена, на коже не остается складок или морщин после ее расправления; 2 балла – при захвате кожи образуются более мелкие складки, преимущественно 1–2 мм толщиной, время расправления кожи 1–2 с; 3 балла – кожа легко собирается в складки, при захвате ее пальцами образуется множество мелких складочек до 1 мм не только по краям, но и в месте захвата кожи между пальцами, складка расправляется медленно –



за 3 с и более или не расправляется без дополнительного перемещения кожи и перераспределения кожных складок.

**Изучение упругих характеристик** кожи передней брюшной стенки проводили у 30 из 39 обследованных, из них 10 женщин и 20 мужчин, чьи образцы кожи подвергали одноосному растяжению на испытательной машине INSTRON 5567 для статических испытаний материалов на растяжение по ГОСТ 11262-80. Анализировали напряжение, деформацию, модуль Юнга (модуль упругости) при малых, больших и предельных деформациях.

**Измерение ретракции кожи** проводили путем нанесения на нее разрезов в виде прямоугольных полос 80×20 мм, ориентированных по длине в кранио-каудальном направлении в эпигастральной и гипогастральной области. Кожу рассекали скальпелем до подкожно-жировой клетчатки, устраняя растягивающее действие соседних участков кожи. Измеряли длину и ширину образцов после разреза, вычисляли площадь лоскута в процентах от первоначальной величины. Затем кожный образец отделяли от гиподермы, полностью устраняя влияние окружающих тканей, и проводили аналогичные измерения.

Результаты обоих экспериментов сравнивали между собой, а также изучали их корреляцию с полом, возрастом, результатом щипкового теста и толщиной кожно-жировой складки.

#### **Гистологическое исследование кожи живота**

Образцы кожи размером 1×1 см из эпигастральной и гипогастральной области тех же 39 умерших после стандартной процедуры подготовки материалов для гистологического исследования с окраской гематоксилин-эозином и по Ван Гизону подвергали световой микроскопии при увеличении ×10, ×20 и ×40. В препаратах оценивали плотность, расположение соединительнотканых волокон, а также наличие и характер «муарового» рисунка по 3-балльной шкале. Полученные результаты сравнивали с данными биомеханических опытов.

**Тактика хирургической коррекции избыточных жировых отложений области передней брюшной стенки** по результатам, полученным в ходе компьютерного моделирования, заключалась в следующем:

если необходимая ретракция кожи живота меньше или равна потенциально возможной, показано проведение липосакции;

если необходимая ретракция кожи живота больше потенциально возможной, показана абдоминопластика, при этом если необходимая ретракция превышает потенциально возможную в эпигастральной области, показана абдоминопластика с перемещением пупка, если

необходимая ретракция превышает потенциально возможную в гипогастральной области, показано проведение миниабдоминопластики;

если у пациента имеются противопоказания к абдоминопластике или пациент отказывается от ее проведения, необходимо рассчитать в модуле «Агеа» компьютерной программы «ГРАЦИЯ V1.0» максимально возможную толщину удаляемого слоя подкожно-жировой клетчатки без риска образования кожной складки.

**Определение границ и объема хирургической коррекции латеральных контуров тела.** Границы коррекции латеральных контуров тела при липосакции избыточных жировых отложений в области талии, наружной поверхности бедер (так называемая область «галифе»), боковой поверхности грудной клетки и надъягодичной области в основной группе определяли при помощи разработанной нами компьютерной программы «ГРАЦИЯ V1.0», сравнивая контур тела пациента с эталоном соответствующего конституционального типа. Объем операции определяли по расстоянию между двумя контурами как толщину слоя подкожно-жировой клетчатки, подлежащей удалению. Так как во время операции хирург может измерить только толщину оставшейся кожно-жировой складки, определяли именно этот параметр, вычитая из толщины кожно-жировой складки пациента ту толщину, на которую необходимо уменьшить контур тела.

**Оценку клинической эффективности** разработанного метода хирургической коррекции контуров тела с использованием компьютерного моделирования проводили на примере 108 пациентов ЧМУП «Клиника эстетической хирургии и косметологии» г. Гомеля, которым выполнено 116 операций по коррекции контуров тела: 72 операции по эстетической коррекции латеральных контуров тела и 44 операции по коррекции избыточных жировых отложений области передней брюшной стенки (из них 8 человек подверглись и тому и другому виду хирургического вмешательства).

Коррекцию латеральных контуров тела проводили на примере женщин, поскольку они составляют более 95% данной категории пациентов.

1-ю группу (сравнения) составили 36 пациенток от 20 до 63 лет (средний возраст  $37,5 \pm 10,9$  лет), которым была выполнена коррекция латеральных контуров тела методом липосакции без использования компьютерного моделирования.

Во 2-ю группу (основную) включили 36 пациенток от 24 до 51 года (средний возраст  $34,9 \pm 7,7$  лет), которым была выполнена коррекция внешних контуров тела методом липосакции с использованием

компьютерного моделирования для определения границ и объема коррекции.

Липосакцию всем пациентам проводили по стандартной методике прямыми и изогнутыми канюлями № 3–4 после предварительной инфильтрации оперируемых зон 0,01% раствором лидокаина с адреналином 1:1 000 000 под местной или комбинированной анестезией. В течение двух месяцев после операции все пациенты носили компрессионное белье. Послеоперационный период протекал без осложнений в обеих группах. У четырех пациенток 1-й группы и у пяти пациентов 2-й группы через 2–3 месяца после операции сохранялись небольшие участки инфильтрации подкожной жировой клетчатки, которые не влияли на эстетический результат операции, однако беспокоили пациенток. Такие инфильтраты лечили физиотерапевтическими методами, в том числе и устройством для вибрационного массажа участков тела с большой кривизной поверхности [8, 12].

Клиническую эффективность разработанного метода оценивали по следующим критериям:

отклонение контуров тела пациента через год после операции от контура эталона соответствующего конституционального типа;

количество повторных обращений пациентов в связи с неудовлетворенностью результатами операций.

3-ю группу (сравнения) составили 20 пациентов (19 женщины и 1 мужчина) от 20 до 60 лет (средний возраст  $39,1 \pm 11,4$  лет), которым произведена хирургическая коррекция избыточных жировых отложений в области передней брюшной стенки без использования компьютерного моделирования.

В 4-ю группу (основную) включены 24 пациента (23 женщины и 1 мужчина) от 19 до 63 лет (средний возраст  $38,1 \pm 11,2$  лет), которым произведена хирургическая коррекция области передней брюшной стенки с использованием компьютерного моделирования в программе «ГРАЦИЯ V1.0».

На основании результатов предоперационного планирования в обеих группах определяли показания к липосакции или абдоминопластике (миниабдоминопластике). Прогноз ретракции кожи живота подтверждали или опровергали по результату оперативного вмешательства по наличию или отсутствию кожной складки.

Липосакцию пациентам проводили по стандартной методике. Абдоминопластику с перемещением пупка проводили под общим обезболиванием путем отслойки кожно-жирового лоскута до мечевидного отростка и на 2 см ниже реберных дуг, выделяли пупок, иссекали кожный

лоскут гипогастральной области, формировали новое отверстие для пупка в проекции пупочного кольца, раны ушивали трехрядными внутрикожными швами. Миниабдоминопластику проводили, иссекая избыток кожи гипогастральной области до сопоставления краев раны с умеренным натяжением.

Клиническую эффективность разработанного алгоритма выбора вида хирургического вмешательства оценивали по следующим критериям:

соответствие ожидаемых и наблюдаемых частот проведения спрогнозированного вида хирургического вмешательства;

количество повторных операций.

Предоперационное обследование всех пациентов включало исследование общесоматического статуса, ЭКГ, общих анализов крови, мочи, биохимического анализа крови, уровня глюкозы в крови, а также измерение толщины кожно-жировой складки в «проблемных» зонах; у пациентов 4-й группы дополнительно проводили щипковый тест. Всех пациентов фотографировали до операции. Повторный осмотр и фотографирование пациентов проводили через 6 и 12 месяцев после операции.

Планирование и хирургическое вмешательство во всех случаях проводили с участием одного и того же хирурга.

#### **Статистическая обработка и анализ данных**

Первичную информацию вводили и обрабатывали в пакете программ Microsoft Office. Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета STATISTICA 6.0.

Нормальность распределения определяли с помощью теста Шапиро–Уилка. Сравнительный анализ между группами проводили с использованием непараметрических критериев.

Для сравнения различий количественных признаков между связанными группами использовали знаково-ранговый критерий Вилкоксона. Для сравнения количественных признаков между несвязанными группами использовали U-критерий Манна–Уитни, качественных – путем расчета точного критерия Фишера.

Оценку степени зависимости между количественными признаками проводили с помощью рангового коэффициента корреляции R Спирмена. Наличие и степень корреляционной связи качественных признаков определяли с помощью  $\tau$  (тау) Кендалла. Если в данных имелось много совпадающих значений, использовали  $\gamma$  (гамма) корреляцию.

Разность показателей считали статистически значимой при  $p \leq 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### **Особенности биомеханических свойств кожи живота, влияющие на результаты пластических операций**

Опыты по определению ретракции кожи живота у 39 испытуемых показали, что ее площадь может уменьшиться на 10–50%, – это является значительным размахом и влияет на результат пластических операций, поэтому данный параметр необходимо учитывать при планировании эстетической хирургической коррекции избыточных жировых отложений в области передней брюшной стенки. Путем корреляционного анализа среди факторов, влияющих на показатель ретракции, мы выделили пол, возраст, результат щипкового теста, толщину кожно-жировой складки и анатомическую область (эпигастральная и гипогастральная), а также расположение и плотность соединительнотканых волокон в гистологическом препарате кожи.

Объективно оценить потенциальную ретракцию кожи возможно только инвазивным методом. Поскольку существует большое количество неинвазивных методов определения упругости кожи, мы провели корреляционный анализ между полученными результатами испытаний по одноосному растяжению кожи и ее максимально возможной ретракцией на примере 30 испытуемых. В результате исследования 6 показателей ретракции (длина, ширина и площадь кожных образцов после нанесения разрезов и после отделения от гиподермы) и 9 показателей упругости (напряжение, деформация и Модуль Юнга в момент смены фаз малой, большой и предельной деформации) выявили отрицательную корреляцию между площадью образцов в гипогастрии после нанесения разрезов и предельной деформацией кожи гипогастральной области (коэффициент R Спирмена  $-0,38$ ,  $p=0,04$ ), корреляционной связи между другими показателями упругости и ретракцией кожи живота не выявили.

Таким образом, мы пришли к выводу, что показатели упругости кожи живота, измеренные в тестах по одноосному растяжению, не позволяют прогнозировать степень ее потенциальной ретракции, а прогнозирование данного показателя методом компьютерного моделирования является альтернативой инвазивным методам [1, 2, 3].

### **Взаимосвязь биомеханических свойств и гистологического строения кожи**

Наиболее сильная корреляционная связь прослеживается между расположением соединительнотканых волокон в дерме и способностью кожи к ретракции. Худшей ретракции кожи соответствует менее извитая геометрия соединительнотканых волокон. Образцы кожи, в которых

соединительнотканые волокна дермы образуют завитки и клубки, сократилась лучше всего.

Результаты гистологического исследования подтверждают тот факт, что функциональные свойства дермы детерминированы архитектурой ее соединительнотканного каркаса и могут быть использованы в качестве дополнительных критериев для прогноза максимально возможной ретракции кожи. Тем не менее, введение данных гистологического исследования в разработанную нами компьютерную модель практически не влияет на точность прогноза потенциальной ретракции кожи ( $p=0,33$ ), поэтому для практических целей нет необходимости использовать гистологический метод [3, 4].

### **Хирургическая коррекция латеральных контуров тела с использованием компьютерного моделирования**

В результате хирургической коррекции латеральных контуров тела было достигнуто статистически значимое улучшение контуров тела как в основной группе, так и в группе сравнения ( $p<0,001$ , критерий Вилкоксона), однако результаты оперативного вмешательства у пациенток основной группы, оперированных после предварительного компьютерного моделирования, оказались достоверно лучше, чем у пациенток группы сравнения ( $p<0,001$ , U-критерий Манна–Уитни). При этом обе группы являлись однородными по дооперационной площади избыточных жировых отложений ( $p=0,64$ , U-критерий Манна–Уитни).

В течение 1,5 лет после операции 5 пациенток из 36, включенных в 1-ю группу (сравнения), оперированы повторно, из них коррекция последствий неточности предоперационного планирования потребовалась трем пациенткам, четвертой пациентке – по причине технически неточно выполненной операции и пятой – по причине значительного увеличения массы тела (на 12 кг).

Из 36 пациенток 2-й группы 2 оперированы повторно: одна – из-за значительного увеличения массы тела (на 10 кг), вторая – для коррекции незначительной асимметрии (т. е. по причине технически неточно выполненной операции). Таким образом, в основной группе повторные операции из-за неточности предоперационного планирования не потребовались.

В целом частота повторных хирургических вмешательств оказалась ниже в основной группе, чем в группе сравнения. Имелись отличия и по структуре причин повторных оперативных вмешательств: в группе сравнения преобладали операции, связанные с неточностью предоперационного планирования. Следовательно, использование компьютерного моделирования при планировании хирургической

коррекции контуров тела позволяет уменьшить общее количество повторных операций за счет сокращения числа повторных операций по указанной причине.

### **Хирургическая коррекция избыточных жировых отложений области передней брюшной стенки с использованием компьютерного моделирования**

Для сравнения результатов объективного и субъективного выбора вида хирургического вмешательства мы сформировали группу сравнения (3-я группа) из 20 человек с наличием избыточных жировых отложений в области передней брюшной стенки и I–II степенью птоза по А. Matarasso, которым планирование хирургического вмешательства проводили субъективно без применения компьютерного моделирования. Результаты соответствия спрогнозированного и выполненного оперативного вмешательства представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты субъективного прогнозирования вида оперативного вмешательства по коррекции избыточных подкожных жировых отложений области живота

Вид оперативного вмешательства	Спрогнозированный		Неспрогнозированный		n	%
	Количество	%	Количество	%		
Липосакция	13	65	1	5	14	70
Абдоминопластика	1	5	2	10	3	15
Миниабдоминопластика	1	5	2	10	3	15
Сумма	15	75	5	25	20	100

При этом из 15 пациентов, которым планировали липосакцию, одному пришлось дополнить ее миниабдоминопластикой, второму – абдоминопластикой с перемещением пупка (обе корригирующие операции произведены через 6 месяцев после липосакции). Из трех пациентов, которым планировали проведение миниабдоминопластики, одному провели только липосакцию (в результате которой отсутствовала кожная складка), второму пришлось выполнить абдоминопластику (также во время повторной операции). Из двух пациентов, которым планировали провести абдоминопластику с перемещением пупка после предварительной липосакции, одному выполнили запланированное оперативное вмешательство, второму после проведения липосакции ограничились миниабдоминопластикой. То есть, прогноз проведения изолированной липосакции оказался верным в 13 из 15 случаев, а прогноз необходимости абдоминопластики или миниабдоминопластики в дополнение к липосакции оказался верным в 3 из 5 спрогнозированных случаев.

Таким образом, из 20 пациентов результат субъективного планирования соответствовал результату оперативного вмешательства у 15, что составило 75% точности прогноза, при чувствительности метода 87%, специфичности – 40%.

Для доказательства работоспособности разработанной тактики хирургической коррекции области живота мы сформировали 4-ю группу (основную), состоящую из 24 пациентов с наличием избыточных жировых отложений в области передней брюшной стенки и I-II степенью птоза по А. Matarasso.

Как видно из таблицы 2, из 24 пациентов у 23 результат компьютерного моделирования соответствовал результату оперативного вмешательства, что составило 95,8% точности прогноза; у 1 пациента кожа сократилась лучше, чем ожидали по результатам компьютерного моделирования, поэтому проведение запланированной миниабдоминопластики не потребовалось. Из 17 пациентов, которым было запланировано проведение изолированной липосакции, все 17 подверглись данному виду хирургического вмешательства, а из 7 пациентов, которым планировали абдоминопластику или миниабдоминопластику, прогноз оказался верным у 6. Чувствительность метода составила 100%, а специфичность – 86%.

Таблица 2 – Результаты прогнозирования вида оперативного вмешательства по коррекции избыточных подкожных жировых отложений области живота с использованием компьютерного моделирования

Вид оперативного вмешательства	Спрогнозированный		Неспрогнозированный		n	%
	Количество	%	Количество	%		
Липосакция	17	70,8	1	4,2	18	75
Абдоминопластика	4	16,7	0	0	4	16,7
Миниабдоминопластика	2	8,3	0	0	2	8,3
Сумма	23	95,8	1	4,2	24	100

Количество повторных операций составило 3 из 20 при субъективном подходе к планированию операции и 0 из 24 в результате использования компьютерного моделирования.

Таким образом, результаты субъективного прогнозирования (таблица 1) имеют более значимые отличия от проведенного вида коррекции по сравнению с результатами компьютерного моделирования, представленными в таблице 2.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные научные результаты диссертации

1. Разработан метод определения необходимой и потенциально возможной послеоперационной ретракции кожи живота пациента (отдельно для эпигастральной и гипогастральной области) на основании пола, возраста, толщины кожно-жировой складки и результата щипкового теста, при этом средний процент ошибки прогнозирования составил 4,2%. Способ предполагает применение компьютерного моделирования с помощью разработанной нами программы «ГРАЦИЯ V1.0» (свидетельство о гос. регистрации № 309 от 15.06.2011) [1, 2, 3, 6, 9, 10, 11].

2. Разработана тактика эстетической хирургической коррекции избыточных жировых отложений передней брюшной стенки, основанная на сравнении потенциальной и необходимой послеоперационной ретракции кожи живота: если необходимая ретракция меньше или равна возможной, то показано проведение липосакции; если необходимая ретракция кожи живота больше возможной, то показана абдоминопластика, причем если необходимая ретракция превышает потенциальную в эпигастральной области, то показана абдоминопластика с перемещением пупка, если необходимая ретракция превышает возможную в гипогастральной области – показано проведение миниабдоминопластики; если у пациента имеются противопоказания к абдоминопластике или пациент отказывается от ее проведения, необходимо рассчитать максимально возможный объем удаляемого жира без риска образования кожной складки. Точность выбора оперативного вмешательства по результатам компьютерного моделирования составила 95,8% против 75% при субъективном определении вида и объема хирургического вмешательства. Чувствительность разработанного нами метода составила 100%, а специфичность – 86% против чувствительности субъективного метода планирования хирургической коррекции, равной 87%, и специфичности, равной 40% [2, 3, 5, 6, 9, 10].

3. Разработанный способ объективного определения границ и объема хирургической коррекции латеральных контуров путем компьютерного моделирования в программе «ГРАЦИЯ V1.0» позволяет достичь результатов, более близких к эстетическому эталону по сравнению с результатами оперативного лечения, спланированного субъективно, со статистической значимостью  $p < 0,001$  [5, 6, 7].

4. Хирургическая коррекция контуров тела с использованием компьютерного моделирования позволяет улучшить результаты эстетических операций и сократить количество повторных корригирующих

вмешательств, обусловленных неточностью предоперационного планирования. Причиной повторных операций после хирургической коррекции латеральных контуров тела, выполненной на основании субъективного определения границ и объема коррекции, у 8% (3 из 36) пациентов явилась неточность предоперационного планирования. В основной группе повторных операций по данной причине не проводили. В обеих группах 6% (по 2 пациента из 36) пациентов оперированы повторно по другим причинам. Общее количество повторных операций в группе сравнения и основной группе составили 14% и 6% соответственно. После хирургической коррекции области передней брюшной стенки на основании субъективного планирования хирургического вмешательства количество повторных операций составило 15% (3 из 23 пациентов), после хирургической коррекции с использованием компьютерного моделирования повторных операций у 24 пациентов не потребовалось [5, 6, 7, 12].

#### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

1. При планировании хирургической коррекции латеральных контуров тела рекомендуется использовать разработанный нами метод объективного определения границ и толщины избыточных подкожных жировых отложений, подлежащих хирургическому удалению.

2. При выборе тактики хирургического устранения избыточных жировых отложений в области передней брюшной стенки рекомендуется следовать разработанному нами алгоритму, основанному на сравнении потенциально возможной и необходимой послеоперационной ретракции кожи живота, определяемых методом компьютерного моделирования, что позволяет с высокой точностью прогнозировать эстетический результат операции и снизить частоту повторных хирургических вмешательств.

3. Разработанный способ хирургической коррекции контуров тела с использованием компьютерного моделирования обладает простотой и удобством применения, не требует дополнительных финансовых затрат и рекомендуется к применению в отделениях эстетической хирургии.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

### Статьи в научных журналах

1. Анфиногенов, С.Б. Механические и фрикционные свойства биоэластомеров. Часть 1: Описание релаксационных зависимостей кожи человека при растяжении / С.Б. Анфиногенов, М.Ф. Курек, С.В. Шилько, Д.А. Черноус // Российский журнал биомеханики. – 2008. – Т. 12, № 3. – С. 44–51.

2. Курек, М.Ф. Сравнительная оценка и прогнозирование сократимости кожи эпи- и гипогастральной областей передней брюшной стенки / М.Ф. Курек, В.В. Аничкин // Проблемы здоровья и экологии. – 2008. – № 4 (18). – С. 69–74.

3. Курек, М.Ф. Механические свойства кожи сократимость и растяжимость: их взаимосвязь, гистологическая основа и возможность прогнозирования / М.Ф. Курек, В.В. Аничкин, С.В. Шилько, Р.В. Дорошенко // Проблемы здоровья и экологии. – 2009. – № 3 (21). – С. 70–76.

4. Курек, М.Ф. Механические и фрикционные свойства биоэластомеров. Часть 2: Различия деформационных характеристик кожи в пределах эпи- и гипогастральной анатомических областей / М.Ф. Курек, С.В. Шилько, В.В. Аничкин, С.Б. Анфиногенов // Российский журнал биомеханики. – 2009. – Т. 13, № 4. – С. 65–77.

5. Курек, М.Ф. Контурная пластика: проблемы и решения (обзор литературы) / М.Ф. Курек, В.В. Аничкин // Проблемы здоровья и экологии. – 2012. – № 1 (31). – С. 12–17.

6. Курек, М.Ф. Преимущества хирургической коррекции контуров тела с использованием компьютерного моделирования / М.Ф. Курек // Проблемы здоровья и экологии. – 2012. – № 1 (31). – С. 49–53.

7. Курек, М.Ф. Нейронно-сетевое моделирование как способ прогнозирования послеоперационной ретракции кожи живота / М.Ф. Курек, В.В. Аничкин, Ч.Д. Кушелевич // Хирургия. Восточная Европа. – 2012. – № 2. – С. 127–138.

### Статьи в научных сборниках и материалах конференций

8. Сагайдак, Д.И. Разработка вибротода для биомеханического лечения травм тела на участках значительной кривизны / Д.И. Сагайдак, М.Ф. Курек // Биомеханика стопы человека: материалы I международной научно-практической конференции, Гродно, 18–19 июня 2008 г. / ГНУ НИЦПР НАНБ; редкол.: А.Н. Свириденко (отв. редактор). – Гродно: ГрГУ, 2008. – С. 128–130.

9. Курек, М.Ф. Описание и анализ возможностей прогнозирования биомеханических свойств кожи человека из эпи- и гипогастральной области / М.Ф. Курек, В.В. Аничкин, С.В. Шилько // Актуальные проблемы медицины: сборник научных статей Республиканской научно-практической конференции и 18-й итоговой научной сессии Гомельского государственного медицинского университета, Гомель, 26–27 февраля 2009 г. / ГоГМУ; редкол.: А.Н. Лызиков [и др.]. – Гомель, 2009. – С. 24–25.

#### **Тезисы докладов**

10. Анфиногенов, С.Б. Влияние релаксации биотканей на эффективность операций пластической и кардиохирургии / С.Б. Анфиногенов, М.Ф. Курек, В.В. Лавочкин // Тезисы докладов 4-й Гомельской региональной конференции молодых ученых «Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследования», Гомель, 23–24 сентября 2008 г. С. 103–104.

11. Курек М.Ф. Характеризация биомеханических свойств кожи передней брюшной стенки / М.Ф. Курек, С.Б.Анфиногенов // Тезисы докладов Республиканской научно-технической конференции молодых ученых «Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследования», Гомель, 5–7 октября 2010 г. С. 125–126.

#### **Патенты**

12. Устройство для вибрационного массажа участков тела с большой кривизной поверхности: пат. 7242 Респ. Беларусь, МПК (2009) А 61Н 23/02 / Д.И. Сагайдак, С.В. Шилько, М.Ф. Курек; заявитель: НМУ Белорусского государственного университета «Республиканский центр проблем человека»; ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси». – № и 20100319; заявл. 26.03.2010; опубл. 30.04.2011 // Официальный бюл. / Нац. центр интеллектуал. собственности. – 2011. – № 2. – С. 163.

## РЭЗЮМЭ

### Курек Марыя Фёдараўна Хірургічная карэкцыя контураў цела з выкарыстаннем камп'ютарнага мадэліравання

**Ключавыя словы:** эстэтычная хірургія, ліпасакцыя, абдамінапластыка, камп'ютарнае мадэліраванне, контурная пластыка.

**Мэта работы:** паляпшэнне вынікаў хірургічнай карэкцыі контураў цела шляхам распрацоўкі метаду аб'ектыўнага планавання аперацыі з улікам індывідуальных асаблівасцей целаскладу і біямеханічных уласцівасцей скуры пацыента.

**Метады даследавання:** антрапаметрычны, біямеханічны, гісталагічны, марфаметрычны, матэматычны, статыстычны.

**Атрыманыя вынікі і іх навізна:** распрацаваны спосаб прагназавання патэнцыяльна магчымай пасляоперацыйнай рэтракцыі скуры жывата пацыента на аснове полу, узросту, таўшчыні скурна-тлушчавай складкі і выніку шчыпковага тэста. Распрацавана тактыка эстэтычнай хірургічнай карэкцыі вобласці жывата з улікам біямеханічных уласцівасцей скуры пацыента. Дакладнасць выбару аперацыйнага ўмяшання пры карэкцыі вобласці жывата склала 95,8%. Распрацаваны спосаб аб'ектыўнага вызначэння межаў і аб'ёму карэкцыі латэральных контураў цела дазваляе дасягнуць вынікаў, больш блізкіх да эстэтычнага эталона ў параўнанні з вынікамі аперацыйнага лячэння, спланаванага суб'ектыўна. Хірургічная карэкцыя контураў цела з выкарыстаннем камп'ютарнага мадэліравання дазваляе палепшыць вынікі эстэтычных аперацый і скараціць колькасць паўторных карыгіруючых умяшанняў, абумоўленых недакладнасцю перадаперацыйнага планавання.

**Рэкамендацыі па выкарыстанні:** прапанаваны спосаб рэкамендуецца да прымянення ў пластычнай хірургіі.

**Вобласць прымянення:** пластычная, эстэтычная хірургія.

## РЕЗЮМЕ

**Курек Мария Федоровна**

### **Хирургическая коррекция контуров тела с использованием компьютерного моделирования**

**Ключевые слова:** эстетическая хирургия, липосакция, абдоминопластика, компьютерное моделирование, контурная пластика.

**Цель работы:** улучшение результатов хирургической коррекции контуров тела путем разработки метода объективного планирования операции с учетом индивидуальных особенностей телосложения и биомеханических свойств кожи пациента.

**Методы исследования:** антропометрический, биомеханический, гистологический, морфометрический, математический, статистический.

**Полученные результаты и их новизна:** разработан способ прогнозирования потенциально возможной послеоперационной ретракции кожи живота пациента на основании пола, возраста, толщины кожно-жировой складки и результата щипкового теста. Разработана тактика эстетической хирургической коррекции области живота с учетом биомеханических свойств кожи пациента. Точность выбора оперативного вмешательства при коррекции области живота составила 95,8%. Разработанный способ объективного определения границ и объема коррекции латеральных контуров тела позволяет достигнуть результатов, более близких к эстетическому эталону по сравнению с результатами оперативного лечения, спланированного субъективно. Хирургическая коррекция контуров тела с использованием компьютерного моделирования позволяет улучшить результаты эстетических операций и сократить количество повторных корригирующих вмешательств, обусловленных неточностью предоперационного планирования.

**Рекомендации по использованию:** предложенный способ рекомендуется к применению в пластической хирургии.

**Область применения:** пластическая, эстетическая хирургия.

## SUMMARY

**Kurek Mariya Fedorovna**

### **Surgical correction contours of the body using computer simulation**

**Key words:** aesthetic surgery, liposuction, abdominoplasty, computer modeling, body contouring.

**Objective of the study:** to improve the results of body contouring procedures developing a method of objective planning of surgical intervention taking into account the specific features of patient's constitution and biomechanical properties of the patient's skin.

**Research methods:** antropometric, biomechanical, hystologic, morphometric, mathematical, statistical.

**Results and their novelty:** we have developed the method of predicting the largest possible postoperative retraction of patient's abdominal skin on the basis of sex, age, thickness of a skin-fatty fold and result of pinch-test. The algorithm of surgical tactics of aesthetic correction of the abdominal area taking into account biomechanical properties of patient's skin. Accuracy of prediction of the surgical method to use was 95,8%. The developed method of choice of the volume and borders of surgical correction of lateral contours of a patient's body allows to achieve the results closer to the aesthetic standard compared with the results of operative treatment, planned subjectively. Surgical correction of body contours using computer modeling allows to improve the results of aesthetic surgery procedures and to reduce the number of secondary interventions resulting from inaccuracy of the pre-operational planning.

**Recommendations for use:** the offered way is recommended to application in plastic surgery.

**Range of application:** plastic, aesthetic surgery.