

ветствующих сосудов. В спектрограммах видно изменение абсолютных значений уровней пиков и соотношений между ними. Во всех случаях проведенных исследований (30 человек) регистрируемые низкочастотные процессы соответствовали частотному диапазону волн (6–14) /мин., разброс которых объясняется индивидуальными особенностями пациентов. Отмеченные факты можно интерпретировать разным вкладом в общую ответную реакцию разных тканей плечевой области на ОБ и проявлением различных механизмов действия ответной реакции при разных уровнях внешнего давления.

Выводы. Представленные материалы и результаты показывают принципиальную возможность проведения исследований состояния организма, связанного с объемными изменениями в тканях и сосудах плечевой области, возможность разделения регистрируемых процессов путём создания разных уровней давления на ткани и выделения характерных медленно и быстро происходящих процессов в тканях методами спектрального преобразования. Результаты исследований можно характеризовать: частотами пиков, полосами частот, включающих эти пики, абсолютными значениями амплитуд пиков, их соотношением и другими спектральными показателями.

Автор благодарит профессора Е.П. Попечителя за помощь в работе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Попечитель Е.П.* Исследование процессов периферического кровообращения верхней конечности / Е. П. Попечитель, А. В. Чащин // Вестник новых медицинских технологий. Тула. – 2006. – Вып. 1. – С. 20–24.
2. *Попечитель Е.П.* Моделирование гемодинамических процессов в верхней конечности при измерениях артериального давления окклюзионными методами / Е. П. Попечитель, А. В. Чащин // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – М. – 2006. – №1. – С. 7–15.
3. *Чащин А.В.* Комплексное решение вопросов исследования состояния гемодинамики устройствами измерения артериального давления // Материалы III научно-практической конференции "Аппаратура и методы медицинского контроля и функциональной диагностики состояния человека в экстремальных условиях". – СПб, – 2005. – С. 88–90.
4. *Penaz. J.* //In Dig.10th Int. Conf. Med.Biol. Engl. – Drezden. – 1973. – P.104.

УДК 612.76

Е.А. Лебедева

ПРЕДОПЕРАЦИОННОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ СТРУКТУР БРЮШНОЙ СТЕНКИ В ГЕРНИОЛОГИИ

Герниология – раздел хирургии, изучающий этиологию, патогенез и локализацию грыж живота и разрабатывающий методы их лечения и профилактики. Проблема лечения грыж брюшной стенки до сих пор привлекает внимание хирургов всего мира. Это можно объяснить большой распространенностью данной патологии и частичной неудовлетворенностью результатами операций, а также отмечаемой в последнее время тенденцией к росту заболеваемости грыжами. Это обусловлено увеличением числа людей пожилого и старческого возраста с присущими им хроническими заболеваниями органов дыхания и кровообращения, мочевыводящей системы, а также болезнями обмена веществ (ожирение, сахарный диабет), что способствует расхождению фасциального футляра мышц передней брюшной стенки. С другой стороны, увеличение количества оперативных вмешательств на органах брюшной полости уже само по себе привело к большому количеству грыж в

области послеоперационного рубца вследствие нарушения анатомо-физиологической целостности брюшной стенки и возможных дефектов оперативной техники.

Наличие грыж нарушает общее состояние больных, понижает их трудоспособность и нередко приводит к тяжелым осложнениям, самым грозным из которых является ущемление. Число пациентов с ущемленными грыжами достигает 15–18 % от общего количества грыженосителей. Послеоперационная летальность при этом неотложном состоянии составляет от 3 до 12 %, а для больных старше 60 лет она возрастает до 16–20 %. Нельзя недооценивать экономическое значение лечения больных с грыжами, поскольку ежегодно оно требует огромных дополнительных затрат на госпитализацию и амбулаторное долечивание пациентов.

Для хирургического лечения различных грыж живота в настоящее время разработаны многочисленные методики – от простых аутопластических способов за счет собственных тканей большого до сложных реконструктивных операций с использованием биологических и искусственных материалов. Однако, как показывает клинический опыт, ни один из предложенных способов не гарантирует от рецидивов грыж. Основным принципом оперативного лечения грыж является индивидуальный, дифференцированный подход к выбору методов грыжесечения. Это связано с тем, что: 1) существует большое количество разных форм и различные сочетания поражений одних и тех же мышечно-апоневротических структур брюшной стенки; 2) один и тот же патологический процесс протекает по-разному в различных организмах; 3) диагностические методы отражают только состояние, в котором реконструируемые структуры находятся до и после операции; 4) часто технологию проведения реконструкции структур брюшной стенки приходится менять прямо во время операции в связи с выявлением новых диагностических признаков после вскрытия грыжевого дефекта. По сути, операции выполняются “вслепую”. Врачи видят только результат операции: положительный или отрицательный.

Поэтому целью работы является повышение эффективности предоперационного прогнозирования результатов реконструктивных операций путем совершенствования информационного обеспечения системы предоперационного прогнозирования состояния мышечно-апоневротических структур брюшной стенки в герниологии.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи: 1) построить компьютерные модели, учитывающие реальную геометрию и механические характеристики структур брюшной стенки и паховой области; 2) провести экспериментальные исследования механических свойств структур передней брюшной стенки и паховой области; 3) провести исследования напряженно-деформированного состояния, возникающего в структурах брюшной стенки и паховой области при развитии патологии и после реконструкции; 4) разработать биомеханический метод предоперационного прогнозирования результатов реконструктивных операций в герниологии на основе компьютерного моделирования и клинических исследований; 5) усовершенствовать информационное обеспечение системы предоперационного прогнозирования состояния мышечно-апоневротических структур в герниологии.

Для решения поставленных задач был проведен анализ современного состояния исследования и коррекции структур брюшной стенки и паха в норме, патологии и при хирургических операциях и выявлены проблемы предоперационного прогнозирования результатов реконструктивных герниопластик. Проведенный анализ клинических исследований показывает, что при выборе технологии реконструктивной герниопластики врач не располагает необходимой информацией о характеристиках элементов системы, их свойствах, приемлемом диапазоне внешних воздействий, при которых структуры сохраняют необходимые функциональные свойства. До настоящего времени не сложилось общее мнение о технологических принципах операций при коррекции грыж, не изучены условия минимальной травматизации структур. Компьютерное моделирование – метод исследо-

вания, необходимый для понимания закономерностей функционирования структур брюшной стенки и паха в норме, патологии и после реконструктивных герниопластик; и совершенствования методов ранней диагностики, как возникновения патологий, так и результатов реконструктивных герниопластик. Клинические исследования не дают ответ на эти вопросы: после их проведения врачи констатируют факты и на основании этих фактов рекомендуют методики коррекции грыж. Компьютерная модель позволяет получить ту информацию о биомеханике структур брюшной стенки и паха, которую в настоящее время нельзя получить современными средствами измерения.

В работе проведено биомеханическое компьютерное моделирование структур брюшной стенки и паховой области. На основании имеющихся в литературе сведений изучено строение и функционирование мышечно-апоневротических структур брюшной стенки и паховой области. Проанализированы: 1) диапазон изменения геометрических параметров структур; 2) характер патологических изменений в структурах и способы их коррекции; 3) возможность диагностики геометрических и механических параметров структур, необходимых для построения моделей.

Коррекция грыжевого дефекта – это перестройка конструкции мышечно-апоневротических структур брюшной стенки или паховой области в зоне патологического изменения, направленная на формирование новой брюшной стенки в этой зоне или нового пахового канала, максимально приближенных к нормальному состоянию. Для того чтобы судить о воздействии на корректируемые структуры, необходимо принимать во внимание три основных фактора: реальную конструкцию патологически измененных структур, механические характеристики тканей структур и значения допускаемых напряжений.

Геометрические параметры корректируемых структур можно определить в клинических условиях на компьютерных томограммах брюшной полости или на герниорентгенограммах. В литературе отсутствуют статистически достоверные сведения о модуле нормальной упругости некоторых структур брюшной стенки, паховой области и какие-либо сведения о механических свойствах патологически измененных структур. Для получения этих сведений были проведены экспериментальные исследования механических свойств структур белой линии и апоневротических влагалищ мышц живота. Исследование образцов проводили на установке, разработанной совместно с сотрудниками ИТМО и лаборатории кафедры хирургических болезней № 2 СПб ГМА им. И.И. Мечникова. Образцы тканей пациентов были разделены на 3 группы. Первую группу составили образцы белой линии живота пациентов, не имевших патологии со стороны брюшной стенки. Вторую группу составили образцы белой линии живота пациентов, оперированных по поводу грыж передней брюшной стенки. Третью группу составили образцы апоневротических футляров прямых мышц пациентов, имевших нарушения со стороны брюшной стенки (грыжа или/и диастаз прямых мышц). Модуль нормальной упругости структур белой линии в норме – $2,48 \pm 0,13$ МПа, модуль нормальной упругости структур белой линии при патологическом состоянии – $1,61 \pm 0,21$ МПа, модуль нормальной упругости структур апоневрозов прямых мышц при патологическом состоянии – $1,37 \pm 0,35$ МПа.

Решение задач биомеханики для тел сложной формы и неоднородной структуры определяет необходимость применения численных сеточных методов. Метод конечных элементов является одним из наиболее эффективных методов расчета напряжений и деформаций в структурах сложной конфигурации. Компьютерные модели для исследования перемещений и напряжений, возникающих в структурах при реконструктивной герниопластике, реализуются при использовании модуля конечно-элементного анализа COSMOSWorks, интегрированного в систему пространственного моделирования SolidWorks. На рис. 1 приведены схема и результаты исследования патологического образования в белой линии живота.

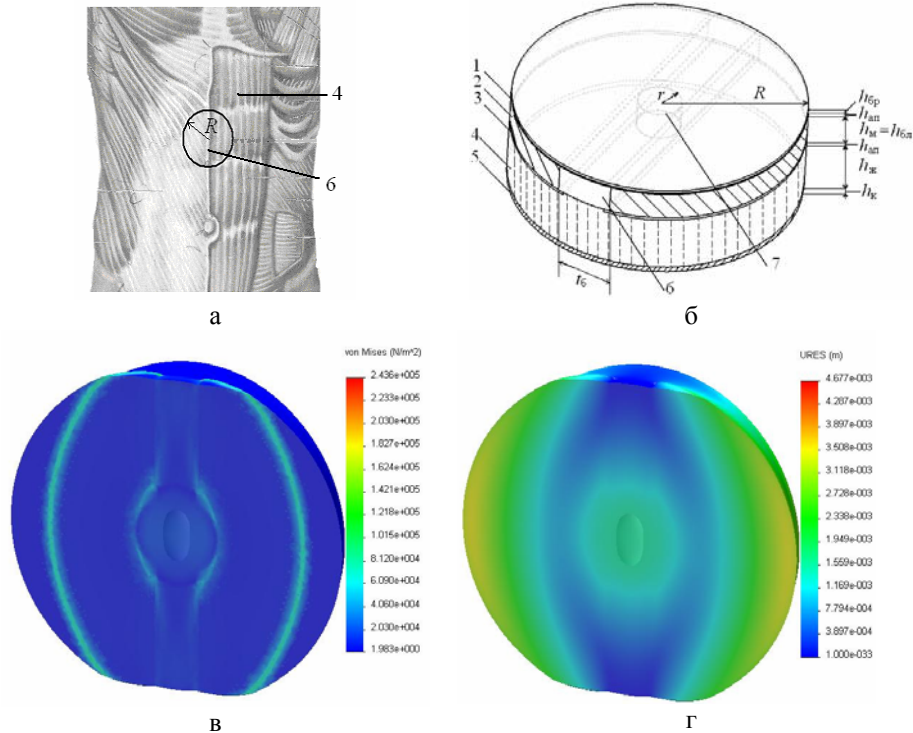


Рис. 1. Исследование патологического образования в белой линии живота: а – мышцы передней брюшной стенки; б – геометрическая схема содержательной модели (1 – брюшина; 2 – прямые мышцы; 3 – апоневрозы прямых мышц; 4 – подкожно-жировая клетчатка; 5 – кожа; 6 – белая линия живота; 7 – патологическое отверстие); в, г – эпюры напряжений (в) и перемещений (г)

Проведен анализ влияния внешних воздействий и механических свойств тканей на напряжения и перемещения в структурах передней брюшной стенки человеческого организма в норме, при развитии патологических образований в белой линии живота, при изменении формы патологического образования в белой линии, при ущемлении грыжевых ворот, после проведения различных видов герниопластики белой линии, в структурах паховой области при косых и прямых грыжах различной степени развития. Наибольшая предрасположенность к возникновению грыжи возникает при патологическом отверстии эллиптической формы, вытянутом по форме вдоль белой линии живота. При ущемлении грыжи разрушаются ткани в зоне грыжевых ворот. При анализе целесообразности применения герниопластики белой линии живота с использованием сетчатых имплантатов и герниопластики белой линии живота с применением собственных тканей (при большой площади дефекта) получено, что применение имплантата позволяет значительно снизить напряженно-деформированное состояние в области шва грыжевых ворот, и, следовательно, снизить вероятность возникновения рецидива. Исследования напряжений и перемещений в структурах при герниопластике с различным расположением сетчатого имплантата по отношению к апоневротическим футлярам мышц: 1 – под апоневротическими футлярами, 2 – внутри апоневротических футляров, 3 – над апоневротическими футлярами мышц проведены в зависимости от модуля упругости шва (рубца) грыжевого дефекта. Наиболее оптимальным при равных прочих параметрах является надапоневротиче-

ское расположение имплантата.

При анализе поведения модели варьирование значениями параметров дало возможность определить роль каждого из них на проявление синдрома, и, следовательно, рассмотреть множество его вариантов и сочетаний с другими симптомами.

На основе проведенных исследований был разработан биомеханический метод предоперационного прогнозирования результатов реконструктивных операций в герниологии на основе компьютерного моделирования и клинических исследований. Внедрение этого метода усовершенствовало информационное обеспечение системы прогнозирования состояния структур и позволило учесть индивидуальные особенности геометрических размеров структур брюшной стенки и патологии конкретного пациента, определить величину механического воздействия и технологию оперативного вмешательства, необходимого для восстановления брюшной стенки или паха при сохранении их функциональных свойств, и тем самым осуществить предоперационное прогнозирование результатов реконструктивных операций и состояния структур в герниологии.

УДК 628.981:621.321

А.А. Иванилов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЕТОДИОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОСВЕЩЕНИЯ В ЭНДСКОПИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ

В эндоскопии качество оценки изображения складывается из потерь и искажения оптического тракта и параметров освещения объекта [3]. Осветитель содержит источник света (ИС), а способ его доставки в исследуемую зону решает конструкция самого эндоскопа. От характеристики и возможностей осветителя зависят:

- спектральный состав света (влияет на точность цветопередачи);
- освещенность (влияет на яркость объекта исследования);
- угол направленности (зона освещения);
- распределение излучения (равномерность и глубина освещения).

С исторической точки зрения так сложилось, что осветители развивались в сторону увеличения яркости, и каждый качественный скачок был вызван появлением новых типов ИС – ламп. Каждому типу присущи те или иные свойства, что позволило расширить спектр применений [1].

В современных эндоскопических системах, осветительный тракт в основном строится по двум схемам рис. 1 и 2, где 1 – лампа; 2 – отражатель; 3 – светофильтр; 4 – оптическая система; 5 – проксимальная линза; 6 – световолокно; 7 – дистальная линза; 8 – входная линза; 9 – конденсор; 10 – защитное стекло; 11 – система зеркал; 12 – объект исследования, и их модификаций.

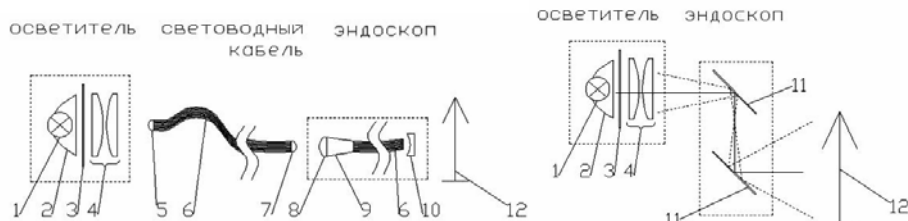


Рис. 1. Осветительный тракт

Рис. 2. Осветительный тракт