

РГБ ОД

На правах рукописи.

29 АПР 1996

ФЕДОРОВА Валентина Николаевна.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
АКУСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОЖИ И ДРУГИХ ТКАНЕЙ
В ДИАГНОСТИКЕ И ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ ЛЕЧЕНИЯ.

(14.00.16. патологическая физиология)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Москва - 1996 г.

Работа выполнена на кафедре медицинской и биологической физики
Российского государственного медицинского университета.

Научные консультанты:

Лауреат Государственной премии и премии Правительства
Российской Федерации, доктор медицинских наук,
профессор В.И. СЕРГИЕНКО
Доктор медицинских наук М.М. ПАРШИН

Официальные оппоненты:

доктор медицинских наук, профессор Е.А. ДЕДУРОВ
доктор биологических наук, профессор Е.В. КОРТУКОВ
доктор медицинских наук, профессор А.А. КУБАНОВА

Ведущая организация:

Институт общей патологии и патологической физиологии РАМН

Защита диссертации состоится " " мая 1996 года в __ часов на
заседании диссертационного совета Д 053.22.01 в Российском
университете дружбы народов (117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.6)

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Российского
университета дружбы народов (117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.6)

Автореферат разослан " " 1996 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор медицинских наук, профессор

Г.А. Дроздова

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

Механические свойства тканей заключают в себе интегральную информацию о структурных и функциональных особенностях в норме и при патологических состояниях организма, в том числе, возникающих под влиянием различных физико-химических факторов.

Кожа является крупнейшим органом тела (15-17% от общего веса) (Ю.К. Скрипкин, Г.Я. Шарапова, 1985; P.A. Payne, 1991; В.Н. Мордовцев, Г.М. Цветкова, 1993) и легко доступна для обследования. В последние годы получили развитие различные методы, в том числе и механические, для изучения свойств кожи. К лучшему пониманию этого органа привели как статические испытания на скручивание, вдавливание, растяжение (J.C. Barbenel, P.A. Payne, 1991; J.C. Barbenel, 1988), так и динамические (R.M. Lerner, Huang S.R, K.J. Parker, 1990). Однако, несмотря на это, диагностическая значимость механических свойств кожи до недавнего времени была изучена не достаточно. Поэтому поиск и разработка неразрушающих, неинвазивных способов оценки биомеханических свойств кожи и других мягких тканей имеет большую актуальность в медицинской диагностике.

В медицинской практике широко используются ультразвуковые методы обследования органов (С.А. Вальтеран, 1990), в то время как волны звукового (акустического) диапазона до недавнего времени почти не применялись. Лишь в некоторых работах R.O. Potts (1983, 1984 г.), J.M. Pereira, J.M. Mansour (1989 г.) указывалось на принципиальную возможность применения механических методов, использующих волны звукового диапазона для изучения кожи. В работах А.П. Сарвазяна с сотр. (1968, 1978, 1983 г.) впервые была рассмотрена возможность опосредованной оценки структуры биологических тканей с помощью акустических поверхностных сдвиговых волн или возбуждений (ПСВ).

Интерес к волнам этого диапазона связан с тем, что характер их распространения в тканях существенно отличается от характера распространения ультразвука. Поэтому с их помощью можно определять иные характеристики тканей. Показано (А.Р. Sarvazyan 1990 г.), что объемные упругие и эластические свойства тканей, исследуемые с помощью ультразвуковых методов, определяются в основном их молекулярным составом, тогда как сдвиговые упругость и эластичность, фиксируемые при использовании волн звукового диапазона, определяются структурной организацией более высокого (надмолекулярного) уровня. Физиологические и патологические процессы могут приводить к структурным изменениям в тканях и, следовательно, могут быть выявлены путем измерения свойств последних при сдвиге.

Указанные обстоятельства обуславливают перспективность применения акустических методов в исследовании механических свойств поверхностных мягких тканей и возможность их использования в диагностике ряда распространенных заболеваний.

К моменту начала наших исследований существовали лишь предпосылки и разрозненные экспериментальные данные по использованию сдвиговых поверхностных волн для исследования свойств тканей. Аппаратура для излучения и регистрации таких волн была очень несовершенна. Воспроизведение результатов, полученных в первоначальных исследованиях, было затруднено в связи с отсутствием унифицированной аппаратуры и несовершенством самих методик обследования. Последнее обстоятельство в некоторых случаях не позволяло отличить артефакты измерений от вариабельности биомеханических свойств объекта.

В работах А.П. Сарвазяна (1986 г.) производилось исследование биологических тканей с помощью акустического анализатора,

прибора АСА, измеряющего, по утверждению автора, скорость распространения поверхностных акустических волн. Однако, по нашему мнению, конструкция датчиков анализатора не позволяет фиксировать истинно поверхностную волну. По-видимому, фиксируется распространение поверхностного возмущения в ближней зоне генератора сдвиговых колебаний.

Кроме того, отсутствовали экспериментальные и клинические данные о влиянии морфофункционального состояния ткани в норме и при патологии на параметры, регистрируемые акустическим анализатором. Не было ясно и то, как они соотносятся с биомеханическими характеристиками кожи.

Все это обусловило необходимость проведения широких исследований по выявлению количественных соотношений между биомеханическими характеристиками кожи и измеряемыми акустическими параметрами. В ходе исследований предстояло выяснить, как отражаются на этих характеристиках функциональные изменения кожи в норме и при патологических состояниях, а также установить эти соотношения для других мягких тканей (снлеры, роговицы). Только понимание существа морфофункциональных изменений могло стать основой для разработки диагностических критериев с использованием акустических параметров.

Таким образом, вследствие новизны акустического метода и сложности физического описания происходящих в рассматриваемых биологических объектах процессов, существует серьезная проблема физической и медико-биологической интерпретации получаемых результатов и связанная с ней проблема разработки адекватных методов исследования и диагностики.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ. Разработка, экспериментальное обоснование и внедрение в клиническую практику методов диагностики и контроля.

основанных на использовании акустических характеристик мягких тканей, в частности, кожи.

Для достижения этой цели необходимо было решить следующие задачи:

- изучить закономерности распространения поверхностных акустических возмущений на физических моделях;
- разработать методику акустического обследования кожи и мягких тканей;
- сопоставить результаты акустического метода с данными других механических методов;
- выявить количественные и качественные соотношения акустических параметров с биомеханическими характеристиками и структурой нормальной и измененной ткани при различных патологиях;
- выявить воздействие некоторых физических факторов на акустические параметры ткани;
- установить взаимосвязь между акустическими параметрами и структурными характеристиками тканей;
- на основании акустического анализа свойств мягких тканей разработать объективные критерии диагностики и оценки эффективности лечения на примере ряда заболеваний.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА. Совокупность полученных результатов отображает особенности и закономерности распространения ПСВ в моделях (механических и биологических), в нормальных и патологически измененных мягких тканях.

Следующие факты и положения, имеющие принципиальный характер, впервые получены в настоящей работе:

- показано, что акустический параметр - скорость V

распространения поверхностных сдвиговых возмущений ($V_{псв}$) в ближней зоне генератора сдвиговых колебаний - является информативным и отражает морфофункциональную специфику биологических мягких тканей;

- установлено на различных механических моделях (однородных, пористых, двухслойных, армированных), что скорость $V_{псв}$ определяется соотношением твердостей слоев, их геометрических размеров, содержанием влаги, природой и глубиной залегания армирующих элементов, направление которых создает анизотропию в распространении ПСВ; степень анизотропии зависит от глубины залегания армирующих элементов и возрастает при увеличении твердости подлежащего слоя;

- выявлена акустическая неоднородность кожи и ее акустическая асимметрия; впервые обнаружены значительные отличия $V_{псв}$ на различных участках как визуально здоровой, так и патологически измененной кожи; показано, что имеет место как анизотропия, так и изотропия распространения ПСВ;

- установлена корреляция между скоростью $V_{псв}$ и пределом прочности, деформируемостью, а также мерой внутреннего трения, отражающего степень структурированности кожи;

- показано, что характер распространения ПСВ существенно изменяется при различных патологических состояниях: $V_{псв}$, как правило, возрастает (в различной степени) при отеке, воспалении, коагуляции, склерозирующих изменениях в коже и в подлежащих тканях, но снижается в регенерирующей ткани;

- динамика изменений акустических свойств тканей по величине $V_{псв}$ и степени выраженности акустической анизотропии позволяет следить за динамикой физиологических и патологических изменений в мягких тканях, а также оценивать эффективность проводимого

лечения;

- разработан новый акустический подход к оценке состояния тканей глаза с помощью акустического анализатора; обнаружена взаимосвязь между акустическими параметрами кожи век, степенью тяжести патологических процессов и фазами развития патологических изменений при прогрессирующей близорукости и после склеропластики;

- разработаны принципиально новые акустические способы диагностики и прогнозирования стадий прогрессирующей близорукости, а также оценки травматичности склеропластических операций;

- впервые показано, что значения скорости Упсв отражают состояние внутриглазного давления.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ РАБОТЫ:

1 - на основании сопоставления акустических и клинических параметров в хирургии, офтальмологии, косметологии, дерматологии разработаны критерии; а) оценки степени выраженности патологических изменений и связанных с этим их прогнозирования и дифференциальной диагностики; б) оценки эффективности лечения;

2 - разработаны методики обследования мягких тканей с помощью прибора АСА и обработки полученных результатов; разработаны программы для компьютерного представления и обработки результатов на ЭВМ различного типа (IBM, аппаратно-программный комплекс MacLab/Machintosh);

3 - предложенный метод акустического контроля неинвазивен, отличается быстротой и легкостью измерений количественного параметра, характеризующего акустические свойства тканей; метод может быть применен многократно у одного и того же пациента в определенном месте, что позволяет проводить длительное наблюдение за динамикой патологического процесса и его коррекцией;

4 - применительно к офтальмологии разработана оригинальная методика определения прижизненных биомеханических свойств роговицы, склеры и век; впервые выявлен ранний фактор риска развития прогрессирующей близорукости у детей; разработан объективный способ оценки травматичности склероукрепляющих операций у детей;

5 - разработан датчик новой конструкции, позволяющий использовать прибор АСА для оценки величины внутриглазного давления по параметру V_{psv} ;

6 - предложена неинвазивная методика использования акустических методов для наблюдения за развитием процессов регенерации в мягких тканях;

7 - предложен индивидуальный способ экспресс-оценки косметических средств, вредного воздействия промышленных аллергенов при профессиональных дерматозах;

8 - полученные экспериментальные и клинические результаты по таким направлениям медицины, как хирургия, дерматология, косметология, офтальмология, воплощены в лабораторном практикуме "Акустические свойства кожи в диагностике и оценке эффективности лечения" (13 лабораторных работ), который снабжен компьютерными программами для различных ЭВМ.

ПОЛОЖЕНИЯ, ВНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ:

1 - разработана унифицированная методика обследования кожи и мягких тканей с использованием портативного акустического анализатора;

2 - выявлены закономерности распространения ПСВ в физических моделях (однородные, армированные, пористые, двухслойные гели и резины), в коже (человека и мышей) нормальной и патологически

измененной, а также в склере глаза кроликов *in vivo* и *in vitro*;

3 - установлена взаимосвязь особенностей тканей со значением скорости $V_{\text{пов}}$, ее вариабельности, акустической анизотропии в норме и при патологии в хирургии, офтальмологии, косметологии, дерматологии;

4 - сопоставлены результаты косвенного неразрушающего акустического метода и других прямых разрушающих механических методов, показано при этом совпадение получаемой информации; это дает несомненное преимущество акустического метода;

5 - на примере регенерирующей кожи и склеры проведено сопоставление данных акустического метода с результатами гистологических исследований;

6 - впервые на основании сравнения значений скорости ПСВ в нормальной и патологически измененной ткани сформулированы количественные критерии, позволяющие дополнить дифференциальную диагностику, прогнозирование, оценку эффективности лечения: в хирургии при послеоперационном заживлении ран, рубцах, гемангиомах, кожной пластике, варикозном расширении вен нижних конечностей; офтальмологии - для определения травматичности склеропластики, при прогрессирующей близорукости; косметологии - для определения типа кожи, воздействия крема и криомассажа; дерматологии - при псориазе, грибковидном микозе, профессиональных дерматозах;

7 - предложен принципиально новый акустический способ оценки величины внутриглазного давления;

8 - составлены программы для наблюдения процесса распространения ПСВ и обработки полученных данных на ЭВМ различных типов.

ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Результаты диссертации внедрены в научно-исследовательскую и практическую работу следующих медицинских учреждений:

1. Отделение микрохирургии и Центр криогенного лечения сосудистых опухолей Московской городской клинической больницы N 13 им. Н.Ф. Филатова;
2. Отделение офтальмологии и ожоговый центр Российской детской клинической больницы;
3. Глазные отделения Московской городской детской клинической больницы N 1;
4. Отделение дерматологии Московской городской клинической больницы N 52;
5. Лаборатория эфферентных методов лечения дерматозов при Институте физико-химической медицины;
6. Научно-исследовательский институт косметологии.

Полученные данные об акустических свойствах кожи и их использовании для диагностики и оценки эффективности лечения внедрены в учебный процесс. Лабораторные работы из практикума "Акустические свойства кожи в диагностике и оценке эффективности лечения" используются в Российском государственном медицинском университете на следующих кафедрах: медицинской и биологической физики, глазных болезней, детской хирургии, кожных болезней факультета усовершенствования врачей, а также в Московском институте медико-социальной реабилитологии.

Практические рекомендации по использованию прибора АСА в профилактике профессиональных дерматозов внедрены в Министерстве электротехнической промышленности и приборостроения СССР; на заводе им В.В. Куйбышева, на заводе им. В.И. Ленина в 1990 и 1991 г.

В Комитете по Новой медицинской технике Управления научных

исследований Минздравмедпром России утверждена разработка прибора для определения глазного давления посредством измерения скорости ПСВ в склере (Решение от 15 июля 1995 г.).

АПРОВАЦИЯ РАБОТЫ. Основные результаты, изложенные в диссертации, доложены на Всесоюзной конференции по травматологии и ортопедии, Рига, 1987 г.; XIX Международном симпозиуме "Медицинская биоакустика", Сараево-Игман, Югославия, 1988 г.; Координационном совещании Фармакопроекта стран членов СЭВ, Лейпциг, 1989 г.; Международном конгрессе по биомеханике, Ла Йолла, Калифорния, США, 1990 г.; Всесоюзной конференция "Новые физические методы в медицине", Ворошиловград, 1990 г.; Международной конференции по биоакустике, Иерусалим, 1990 г.; Международном симпозиуме " Механизмы акустических биоэффектов" Пушино, 1990 г.; Всесоюзной выставке "Гособразование СССР. Наука высшей школы", Москва 1992 г.; Всероссийской конференции "Возрастные особенности органа зрения в норме и при патологии", Москва, 1992 г.; 6-й Европейской международной конференции по реабилитации, Будапешт, Венгрия, 1994 г.; Всероссийской научно-практической конференции "Актуальные вопросы теории и практики физической медицины", Иваново, 1993 г.; Всероссийской конференции по биомеханике, Н.Новгород, 1994 г.; Российском национальном конгрессе "Человек и лекарство", 1995 г.; Симпозиуме по неинвазивным методам диагностики, ИФЖМ, Москва, 1995 г.; Пироговской конференции РГМУ, Москва, 1995 г.

ПУБЛИКАЦИИ. По теме диссертации опубликовано 42 научных работы, зарегистрировано 2 рационализаторских предложения республиканского значения, 10 изобретений.

СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИССЕРТАЦИИ. Диссертационная работа изложена на 318 страницах машинописного текста и включает: введение, 7 глав, заключение, выводы, список литературы, включающий 193 отечественных и 121 зарубежную публикацию. В работе содержится 87 рисунков и 34 таблицы.

МЕТОДЫ И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Методы исследования.

Основные экспериментальные результаты получены при использовании акустического анализатора тканей - прибора АСА, разработанного А.П. Сарвазяном с сотрудниками (1986 г.) в лаборатории биофизической акустики Института биологической физики АН СССР совместно с Институтом общей и физической химии (ОФХИ, Белград).

Медико-технические требования прибора были разработаны на кафедре медицинской и биологической физики 2 МОЛГМИ им. Н.И. Пирогова, в Институте биологической физики АН СССР и во Всесоюзном научно-исследовательском и испытательном институте медицинской техники Миназдрава СССР и утверждены в 1991 году отделом медицинской техники Управления научных исследований Миназдрава СССР. После медико-технических испытаний по безопасности прибор АСА успешно прошел клинические испытания, значительная часть которых осуществлялась по методикам, разработанным автором настоящей работы. По завершении испытаний прибор АСА был разрешен Миназдравом СССР в 1991 году для клинического применения.

С помощью прибора АСА в обследуемых объектах определялся акустический параметр - скорость распространения поверхностных сдвиговых возмущений (ПСВ) - $V_{псв}$. Измерения производились в

акустическом диапазоне - 5-6 кГц.

Для иллюстративного представления сигнала, непосредственно получаемого с датчиков прибора АСА, и обработки экспериментальных результатов использован аппаратно-программный комплекс MacLab/Macintosh, для которого нами совместно с А.В. Путвинским разработана специальная программа. Составлена также программа для ЭВМ типа IBM, позволяющая обрабатывать числовые данные, полученные при обследовании объекта прибором АСА.

При работе с прибором АСА осуществлялась проверка его характеристик с помощью прецизионной лабораторной установки, разработанной А.П. Сарвазяном с сотр, являющейся физическим прототипом прибора АСА, которая также использовалась для модельных исследований.

Для сопоставления акустических характеристик, измеряемых прибором АСА, с другими механическими характеристиками использованы различные механические методы.

Так, универсальная разрывная машина "Instron" применялась для определения предела прочности σ и деформируемости ϵ исследуемых тканей при одноосном растяжении.

Методом вынужденных резонансных колебаний, который широко применяется для изучения различных механизмов молекулярной и надмолекулярной подвижности в высокополимерных системах, определялся тангенс угла механических потерь $\tan \delta$, являющийся мерой внутреннего трения в системе. Причем, метод модернизирован нами для исследования жидких систем путем изменения формы образца (использовалась кювета с клеточной суспензией исследуемой ткани).

Определение твердости H модельных систем производилось по методу А. Шора (1906) на установке Durometr.

Использовалось также приспособление для определения влаги в

пористых резинах.

Для установления связи биомеханических характеристик со структурой ткани были использованы оптическая и электронная микроскопия. Исследовали склера глаза у кроликов, кожа при рубцовых поражениях у детей (совместно с А.А. Древалъ. в ЦНИЛе при РГМУ), регенерирующая кожа у мышей (совместно с В.М. Мирошниковым в Астраханском медицинском институте).

Объекты исследования.

В модельных экспериментах: полиуретановые резины разной твердости - однородные, пористые, двухслойные (по J. Pereira, 1990) в форме пластин и клина, модифицированные различными наполнителями; желатиновые гели; доски кожи человека (в норме и при рубцовых изменениях);

В клинических исследованиях: нормальная кожа; кожа в местах поражения и вокруг них при рубцах, гемангиомах, кожной пластике, варикозном расширении вен нижних конечностей, прогрессирующей близорукости, склеропластике, псориазе, грибковидном микозе; локальный статус ткани описан в соответствующих разделах работы.

В экспериментах на животных: склера глаза кроликов в норме и в разные сроки после операции склеропластики; регенерирующая ткань кожи и суспензия клеток регенерирующей кожи мышей.

При исследовании ткани в норме и при различных патологических процессах и заболеваниях обследовано 1124 субъекта.

Распределение экспериментального и клинического материала по физиологии и методам исследования представлено в таблице 1.

Воздействующие факторы.

Изучалось влияние на скорость Упсв следующих факторов: увлажнения, натяжения, охлаждения, замораживания (аппарат заливного

типа с жидким азотом), СВЧ-облучения (аппараты Луч-2, Пилот) низкочастотного магнитного поля (аппарат Пульсар, фирма Kvarplastik, Латвия).

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ АНАЛИЗ.

Методики обследования.

Разработаны унифицированные методики обследования акустическим анализатором модельных и биологических объектов с использованием соответствующих трафаретов. На основании анализа полученных результатов с целью стандартизации предлагаемого акустического метода предложены следующие количественные параметры обработки результатов:

- $V_{псв}$ - скорость распространения поверхностных сдвиговых возмущений
- $V_{н}$ - скорость в нормальной ткани
- $V_{п}$ - скорость в патологической ткани
- $\Delta V = V_{п} - V_{н}$ - разница скоростей в патологической и нормальной тканях
- $V_{п}/V_{н}$ - отношение скоростей в патологической и нормальной тканях
- V_{max} - максимальное значение скорости после воздействия
- $\Delta V_{в} = V_{max} - V_{н}$ - изменение скорости после воздействия
- Q - коэффициент вариабельности
- $K = V_{y}/V_{x}$ - коэффициент акустической анизотропии
- $Z = V_{пр}/V_{лев}$ - коэффициент акустической асимметрии
- G - модуль сдвига.

Таблица 1

Распределение экспериментального и клинического материала по новологиям и методам исследования

N/п	Объект исследования	Возраст. группа	Кол-во субъектов	Методы			
				1	2	3	4
1.	регенерирующая кожа мышей-самцов г. линии F ₁ (BALBxBL)	4 мес.	20	+	-	+	+
2.	склера глаза у кроликов породы шиншилла весом 2-4кг	1 мес	45	+	+	-	+
3.	лоскут кожи с рубцом у человека in vitro	7-10 лет	10	+	+	-	+
4.	нормальная кожа детей на груди и кистях	3-4 года	29	+	-	-	-
5.	кожа при послеоперационном заживлении шва	20-30 лет	10	+	-	-	-
6.	рубцовоизмененная кожа	1-12 лет	54	+	-	-	+
7.	гемангиомы у детей	2 мес-7 лет	323	+	-	-	-
8.	кожа при варикозном расширении вен	30-50 лет	30	+	-	-	-
9.	кожная пластика	2-12 лет	14	+	-	-	-
10.	ткани глаза при прогрессирующей близорукости	1-12 лет	102	+	-	-	-
11.	кожа века после склеропластики	10-14 лет	23	+	-	-	-
12.	склера глаза от трупов мужчин (норма зрения при жизни)	30 лет	10	+	-	-	-
13.	кожа лица женщины при криомассаже	45-50	15	+	-	-	+
14.	кожа лица до и после применения крема	50 лет	20	+	-	-	-
15.	кожа при угревой сыпи	18-20 лет	7	+	-	-	-
16.	кожа женщин при разных стадиях псориаза	20-50 лет	57	+	-	-	-
17.	кожа при разных стадиях грибовидного микоза	23-50 лет	37	+	-	-	-
18.	кожа конечностей рабочих на вредных производствах	19-60 лет	318	+	-	-	-

Всего:

1124

Методы: 1 - акустический; 2 - одноосное растяжение; 3 - вынужденные резонансные колебания; 4 - гистологический.

Сопоставление результатов акустического метода с результатами других методов.

Сопоставлены изменения косвенно определяемого акустического параметра скорости распространения поверхностных сдвиговых возмущений $V_{псв}$ с различными, прямо определяемыми механическими характеристиками (на примере кожи и склеры глаза): пределом прочности σ , степенью деформируемости ϵ , тангенсом угла механических потерь $tg\alpha$, измеряемыми независимыми методами. Сопоставление с методом одноосного растяжения (разрывная машина Instron) показало полное совпадение динамики отклонения упруго-прочностных показателей и скорости $V_{псв}$ на нормальных лоскутах кожи и рубцовоизмененных, а также на полосках склеры глаза кролика.

Коэффициенты корреляции при этом в коже для ряда норма - граница рубца - рубец, соответственно, имели значения для $V_{псв}$ и σ : $R = 0,975$; для $V_{псв}$ и ϵ : $R = - 0,975$, ($p < 0,05$). Для склеры глаза коэффициент ранговой корреляции между $V_{псв}$ и σ составлял $R = 1$, $p < 0,05$. В отличие от кожи, в склере между $V_{псв}$ и деформацией ϵ наблюдалась прямо пропорциональная зависимость, но при низком, статистически не значимом, коэффициенте корреляции $R = 0,5$.

Сопоставление акустического метода с методом вынужденных резонансных колебаний показало, что характерные области изменения $V_{псв}$ и тангенса угла механических потерь $tg\alpha$, являющегося мерой внутреннего трения в системе, проявляются в одинаковые сроки в процессе регенерации. При этом возрастанию или снижению $V_{псв}$ соответствовало увеличение или уменьшение $tg\alpha$, области стационарных значений этих параметров также совпадали. Следовательно, увеличению $tg\alpha$, определяющего усиление внутреннего трения в системе и степень связи между элементами [Д. Ферри, 1963],

соответствует возрастанию измеряемого акустического параметра $V_{псв}$.

Таким образом, параметр $V_{псв}$ и его изменения, измеряемые акустическим анализатором АСА, отражают с высокой степенью корреляции прочность, деформируемость и структурированность ткани.

Зависимость скорости распространения ПСВ от различных физических характеристик объекта.

Прибором АСА и его лабораторным прототипом впервые проведены исследования физических моделей, имитирующих основные элементы структурной организации и некоторые функциональные характеристики кожи.

С помощью лабораторной установки на двухкомпонентных моделях клин - подложка и их различных комбинациях показано влияние механических свойств клина и подложки, а также глубины залегания последней, на величину параметра $V_{псв}$. В моделях, армированных лавсановыми нитями и сеткой, выявлено, что на величину $V_{псв}$ влияет возникновение напряжений в результате упругих деформаций.

Прибором АСА исследованы однородные резины и резиновые композиционные модели.

а) Показано, что скорость прямо пропорциональна твердости однородной резины в диапазоне от 2 до 57 усл. ед. (по Шору). Коэффициент корреляции $R = 1$.

б) На двухслойных резиновых моделях обнаружено, что величина $V_{псв}$ в интегральном виде отражает соотношение твердостей слоев исследуемых композиций:

- при наличии мягкого поверхностного слоя значения $V_{псв}$ возрастают по мере увеличения твердости подлежащего слоя;

- при твердом подлежащем слое по мере увеличения толщины

поверхностного мягкого слоя значения V_{psv} уменьшаются;

- влияние твердого подлежащего слоя "маскируется" в разной степени в зависимости от молекулярной структуры мягкого поверхностного слоя; определена толщина поверхностного слоя (0,2λ), при котором перестает сказываться влияние подлежащего слоя;

- при армировании мягкой силиконовой резины сеткой жесткого материала (дакрона) значения V_{psv} возрастают по мере уменьшения глубины впадения армирующей сетки.

б) На моделях композитных материалов, выполненных из агарового геля и резины, с вкрапленными внутрь волокнами дакрона и лавсана, обнаружена акустическая анизотропия. Характер акустической анизотропии определяется соотношением направления распространения сдвиговых возмущений и направления внутренних "проводящих жестких волокон". Скорость распространения V_{psv} выше более чем в 1,5 раза на поверхности силиконовой резины и геля в направлении напряжения на внутри расположенных волокнах.

Величина анизотропии V_{psv} на поверхности армированной силиконовой резины возрастает почти в 3 раза по мере увеличения твердости подлежащего слоя однородного материала.

Данные результаты согласуются с теоретическими расчетами, определяющими особенности распространения поверхностных волн рэлеевского типа (В. Викторов, 1981) и с расчетами для моделей (R. Pots, 1984, J. Pereira, 1989).

На пористой резине показано, что при увлажнении (содержание влаги изменялось в пределах от 0 до 65%) скорость V_{psv} уменьшается в 1,5 раза. При этом также установлена прямая корреляция между акустическим параметром и твердостью ($R = 0,9$).

Исследования скорости распространения ПСВ в нормальной коже.

Значения $V_{псв}$ на поверхности видимо здоровой кожи варьируют (от 20 до 50 м/с) в зависимости от возраста, участка тела и некоторых функциональных характеристик кожи.

Значения скорости, измеренные в нормальной коже *in vitro*, в 1,2-1,5 раза ниже значений, измеренных в коже *in vivo*, при этом анизотропия почти исчезает; (в рубцовоизмененной коже заметных изменений не наблюдается).

Искусственное или естественное увлажнение кожи сопровождается очень быстрым (10-20 с) падением значений $V_{псв}$ в среднем на 30 м/с, которое постепенно восстанавливается после высыхания на 90-95%. Различные условия смачивания кожи по разному влияют на процесс восстановления акустического параметра: нанесение жира после увлажнения замедляет восстановление; нанесение этанола ускоряет восстановление.

При исследовании нормальной кожи в некоторых участках тела: предплечье (внешняя сторона верхней трети); грудь (на 2 см ниже ореолы грудных желез); центр тыльной поверхности кожи кистей; ладонь (основание большого пальца) выявлено наличие акустической анизотропии и асимметрии ($Z > 1$ по различным направлениям у 80 % обследованных здоровых детей).

Таким образом, в модельных экспериментах и на нормальной коже показано, что на особенности распространения ПСВ влияют твердость, влажность, механическая анизотропия, обусловленная различными причинами.

Использование акустического анализатора в хирургии.

а) Заживление ран.

При акустическом анализе кожи вокруг операционного шва (на

расстоянии 1-1,2 см) при заживлении показано, что изменение акустического параметра отражает динамику послеоперационного процесса (операции на брюшной полости). Различные фазы раневого процессе соответствуют разным значениям V_{psv} . Так, в первой фазе (воспаление) этот показатель имел значения 65 ± 6 м/с, $p < 0,01$. Во второй фазе по мере заживления послеоперационной раны его значения постепенно снижались до 42 ± 4 м/с, $p < 0,05$. В третьей фазе он соответствовал значениям в нормальной коже (30 ± 5 м/с, $p < 0,05$) соседних участков. В том случае, когда возникало послеоперационное осложнение - гнойный инфильтрат, значения акустического параметра в соответствующем месте при сканировании возрастало до 80-90 м/с.

Процесс регенерации кожи (табл.1) исследовался у половозрелых мышей самцов гибридных линий F_1 (BALBxBL) после нанесения стандартной полнослойной раны. Рана не заживалась и заживление шло вторичным натяжением. При исследовании процесса регенерации в ране динамика изменения V_{psv} также отражала фазовое течение раневого процесса. Появление кожных соединительно-тканых образований (рубцевание) проявлялось в стабилизации значений V_{psv} по взаимно-перпендикулярным направлениям и коэффициента анизотропии K , который составлял 1,14 до и после заживления, а также приближения их к значениям интактной кожи.

Методом вынужденных резонансных колебаний исследовалась клеточная суспензия тканей краевой зоны кожных ран. Характерные области изменения тангенса угла механических потерь $tg\delta$ и скорости V_{psv} проявляются одинаково на зависимостях, отражающих динамику процесса регенерации.

Акустические характеристики на разных стадиях процесса восстановления соответствовали данным гистологического исследования биоптатов, взятых непосредственно из тех участков

ткани, в которых измерялось значение скорости $V_{псв}$. Так, на 2-3 день дно раны было интимно спаяно с подлежащими тканями за счет бурно развивающихся грануляций. На 4-5 день на поверхностной фасции тела под раной определялась густая сосудистая сеть. Максимум тангенса механических потерь до конца второй недели говорит об изменении уровня клеточной подвижности за счет более крупных и неоднородных клеточных структур. Это полностью совпадает с гистологической картиной процесса заживления и отражает степень созревания грануляционной ткани и формирование кожного покрова.

б) Рубцы, гемангиомы, варикозное расширение вен нижних конечностей.

Акустический метод позволяет диагностировать различные стадии развития рубцовых изменений кожи, сосудистых опухолей - гемангиом, варикозного расширения сосудов нижних конечностей (табл.1). На основании сравнения значений $V_{псв}$ в очаге патологии и в соседнем, визуально нормальном участке кожи, количественно оценена по параметру $V_{п}/V_{н}$ традиционная клиническая дифференциальная диагностика. Так, для различных рубцов показано, что этот параметр имеет следующие значения: несложненные рубцы - $(108 \pm 6\%)$; гипертрофические - $(137 \pm 17\%)$; келоидные (более 180%). Для различных гемангиом величина этого параметра составляет: для плоских - $(164 \pm 10\%)$; кавернозных - $(185 \pm 15\%)$; склонных к спонтанной регрессии - $(125 \pm 5\%)$. Диагностирована степень тяжести варикозного расширения вен нижних конечностей. При значении параметра до 110% диагностируется заболевание 1 степени тяжести; до 140% - 2 степени тяжести; более чем 170% - 3 степени тяжести.

На примере гемангиом по параметру ΔV_B произведено сравнение эффективности различных лечебных воздействий на гемангиомные ткани: при крио-воздействии $\Delta V_B = 25 \text{ м/с}$, при СВЧ-крио-воздействии

ΔV_B - 65м/с. Чем больше разница ΔV_B , тем больше эффективность воздействия, а следовательно, и эффективность лечения гемангиом.

в) Кожная пластика.

По измерению скорости $V_{пав}$ в пересаженном кожном лоскуте (14 детей в возрасте от 2 до 12 лет) разработан способ оценки качества приживления кожного лоскута. Предложен критерий оценки результатов кожной пластики: отличие скорости $V_{псв}$ в приживляемом трансплантате через 15 дней после пересадки на 25% и более от исходных значений (на донорском участке) соответствует неудовлетворительному приживлению. Отличия меньше приведенного значения соответствуют удовлетворительному приживлению лоскута.

Таким образом, нами показано, что использование акустических свойств кожи в норме и при патологических процессах позволяет получить дополнительную информацию при оценке процессов регенерации кожи, рубцовоизмененной ткани, гемангиом, варикозного расширения вен нижних конечностей, кожной пластики. Следовательно, акустические свойства кожи являются информативным критерием в хирургии, позволяющим осуществлять диагностику и прогноз развития целого ряда заболеваний и состояний.

Использование акустического анализатора в офтальмологии.

Нами проведено акустическое изучение тканей глаз при сопоставлении с различными методами (одноосного разрыва, гистологического).

В опытах по коллагеновой склеропластике на глазах кроликов (табл.1) было обнаружено снижение механической прочности склеры через 1 месяц после операции на 37,5% (при одноосном растяжении). Скорость $V_{псв}$ снизилась при этом на 22%. Увеличение прочности происходило в последующие 1-6 месяцев. Через 6 месяцев предел

прочности возрастал на 35% по сравнению с исходным. К этому периоду скорость $V_{псв}$ увеличилась на 21%. Отличия акустических и механических параметров в опытной и контрольной группах были статистически достоверны ($p < 0,05$).

Полученные результаты были подтверждены при светооптической и трансмиссионной электронной микроскопии биоптатов склеры. Через 1 месяц после операции характерно рыхлое, хаотическое расположение структурных элементов склеры. Через шесть месяцев наблюдалось упорядоченное расположение соединительно-тканного остова, утолщение коллагеновых волокон, высокая активность коллагенобластов.

Проведены исследования тканей глаза у детей при прогрессирующей близорукости (табл.1). Оригинальность исследований заключается в том, что впервые у детей с этим заболеванием были одновременно проведены прижизненные измерения акустических свойств кожи верхнего века и склеры. При этом была обнаружена корреляционная зависимость между ними ($R = 0,67$, $p < 0,05$). Наличие такой корреляции позволяет рассматривать тарзальную область века в качестве удобного объекта, отражающего состояние глаза в целом при этом заболевании.

Было обнаружено, что у 75% детей с прогрессирующей близорукостью в тарзальной области кожи века определяется отрицательная акустическая анизотропия $K^- (V_x > V_y)$. Возможно, это связано с увеличением передне-задних размеров глаза, которое приводит к растяжению пучков коллагена в коже века и увеличивает напряжение в ткани. Такое объяснение подтверждается результатами модельных экспериментов с наполненными гелями и резинами.

При акустическом исследовании кожи века в процессе применения коллагенопластики и сопоставлении его результатов с

клиническими проявлениями были сформулированы объективные критерии оценки степени травматичности склероукрепляющих операций:

1) если на 2-е сутки после операции наблюдается увеличение скорости, т.е. $\Delta V > 0$ и на 6-е сутки этот показатель превышает 10 м/с, то проведенная операция расценивается как травматичная.

2) если на 2-е сутки после операции не наблюдается повышения скорости, а на 6-е сутки отличия в скорости от исходных значений находятся в диапазоне ± 10 м/с, то операция расценивается как малотравматичная. Это дает возможность прогнозировать послеоперационное течение и своевременно вносить коррекцию в терапевтические мероприятия, направленные на ускорение восстановления функций глаза.

Впервые на трупном материале (табл.1) проведены исследования зависимости акустических параметров склеры глаза от величины искусственно изменяемого внутриглазного давления (посредством введения в глазное яблоко физиологического раствора). Измерение глазного давления проводили при этом по методу А.Н.Маклакова (1923 г). Значение скорости $V_{псв}$ возрастало пропорционально увеличению внутриглазного давления. Следовательно, измерение величины внутриглазного давления можно опосредованно измерять при помощи акустического анализатора. Нами предложен новый способ измерения внутриглазного давления посредством измерения скорости $V_{псв}$ в склере глаза. Для осуществления этого способа был разработан новый миниатюрный вариант датчиков прибора АСА. В нем снижено усилие прижатия, уменьшены размеры шупов пьезопреобразователей, изменена их форма, произведен пересчет показателей скорости в показатели давления.

Исследования в области офтальмологии показали, что динамика изменения акустических характеристик тканей глаза полностью

совпадает с динамикой традиционных механических характеристик (при растяжении). Акустические параметры различных тканей глаза являются информативными для исследования послеоперационных процессов при склеропластике, при анализе различных стадий прогрессирующей близорукости. Использование акустических характеристик тканей глаза дает дополнительные способы диагностики и оценки эффективности лечения в офтальмологии. Это позволяет нам утверждать, что созданы предпосылки для нового направления - офтальмоакустометрия.

Оценка эффективности косметических средств и методов.

С использованием акустического анализатора предложен объективный способ определения типа кожи по реакции кожи на холодное воздействие - криомассаж. Криомассаж проводился пациенткам (табл.1), которым впоследствии были сделаны косметические операции в отделении хирургии Института косметологии. Реакция кожи на криомассаж заключалась в увеличении значения V_{ps} и последующее снижение его до исходного значения.

Отличие кожи разных типов проявлялось в разной величине параметров ΔV_B и Δt - длительности интервала времени восстановления исходного значения скорости. На основании полученных результатов предложены критерии для определения типа кожи: для толстой жирной кожи характерны значения ΔV_B - (20+30) м/с, Δt - (4+5) мин; для тонкой сухой - ΔV_B - (60+70) м/с, Δt - (8+10) мин. Определенный по акустическим свойствам тип кожи совпадал с результатами биопсии лоскутов кожи, полученных после косметической операции.

Предложен способ оценки действия крема на кожу лица (табл.1) у женщин с сухой кожей, но с сохраненным тургором. Обследование при

этом проводилось по коже лба (9-11 точек вдоль линии, проходящей на расстоянии 1,5 см от бровных дуг) и обеих щек (6-7 точек вдоль линии от угла рта до козелка ушной раковины). Оценка воздействия крема осуществлялась путем сравнения акустических свойств кожи до и после 15- дневного применения увлажняющего крема. На основании полученных данных предложен количественный критерий оценки эффективности крема: эффект воздействия крема удовлетворителен, если через 15 дней после его применения наблюдается снижение исходного значения скорости V_H в коже лица (во всех точках) более чем на 4 м/с, т.е. $\Delta V < (-4)$ м/с.

Измерение параметра V_H/V_H позволяет также определить скрытые очаги угревой сыпи. Этот параметр в области скрытого очага превышает 140%.

Таким образом, использование акустических свойств кожи позволило разработать индивидуальные способы определения типа кожи, скрытых очагов угревой сыпи, оценки действия крема, что очень актуально для объективизации оценки и прогноза косметологических манипуляций.

Акустические параметры в дерматологии.

С помощью акустического анализатора была изучена кожа при псориазе (табл.1) с локализацией высыпаний на наружной поверхности предплечья и при онкологическом кожном заболевании - грибовидном микозе. Акустический параметр V_H/V_H позволял диагностировать степень тяжести этих заболеваний. Так, если в норме этот показатель составляет 100%, то при псориазе параметр V_H/V_H имеет следующие значения: в стадии регрессии - 129 ± 16 %, в стационарной стадии - 187 ± 18 %, в прогрессирующей стадии - 251 ± 40 %. При грибовидном микозе, соответственно: в эритематозной стадии - 133 ± 10 %, в

бляшечной стадии - 182 ± 26 %, в опухолевой стадии - 302 ± 47 %.

Динамика изменения скорости V_n в очаге патологии позволила оценить эффективность лечения. При эффективном лечении скорость V_n снижалась до значений, отличающихся от визуально нормальных не более чем на 50% при псориазе и при 30% при грибовидном микозе.

При обследовании визуально здоровой кожи у больных псориазом обнаружена более высокая акустическая анизотропия по сравнению с таковой у здоровых людей. В очагах патологии при этом анизотропия полностью исчезает, т.е. наблюдается изотропия.

Полученные результаты по использованию акустического анализатора для обследования кожи при кожной патологии были использованы на предприятиях Министерства электротехнической промышленности и приборостроения СССР (завод им. В.И.Ленина, 1990 г.; им. В.В. Куйбышева, 1991 г.). Акустическое исследование кожных покровов верхних и нижних конечностей у рабочих, занятых во вредных производственных условиях, конечностей (табл.1) позволило выявить лиц с высоким значением скорости $V_{псв}$ и коэффициента анизотропии K (62%) на некоторых участках кожи конечностей. При последующем осмотре врача дерматолога у них были обнаружены различные формы дерматитов. На основании полученных данных была составлена инструкция по использованию акустического анализатора для профилактического обследования рабочих на предприятиях электротехнической промышленности с целью выявления групп риска заболевания профессиональными дерматозами.

Таким образом, использование акустических свойств кожи расширяет возможности для дифференциальной диагностики и оценки эффективности лечения в дерматологии.

Из приведенного выше материала видно, что в процессе наших исследований акустический метод прошел апробацию в различных

областях медицины. На основании полученных результатов достоверно можно утверждать, что акустические свойства кожи и других мягких тканей объективно отражают степень тяжести патологических изменений в них.

Таким образом, в работе на большом экспериментальном материале показано, что акустические свойства, оцениваемые по скорости распространения поверхностных возмущений, их различия в пораженной и непораженной ткани, в частности, кожи являются высокоинформативными при дифференциальной диагностике степени тяжести клинических проявлений различных заболеваний и для оценки эффективности их лечения.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.

1. Разработан метод, расширяющий возможность достоверного определения диагноза, эффективности проводимого лечения по акустическим характеристикам кожи у больных с осложнениями в послеоперационном шве, с формирующимися рубцовыми перерождениями, с гемангиомами, с варикозным расширением сосудов нижних конечностей, с псориазом, с грибковым микозом.

2. Акустический метод может использоваться при более ранних сроках развития патологии по сравнению с традиционными клиническими методами.

3. Использование акустического метода позволяет индивидуализировать определение типа кожи и подбор косметических средств.

4. Акустические критерии можно использовать для обоснования целесообразности хирургического лечения прогрессирующей близорукости, для выявления групп риска заболевания профессиональными дерматозами.

5. Акустический метод выгодно отличается быстротой анализа (это экспресс-метод), простотой осуществления, доступностью, дешевизной, неинвазивностью, поэтому может быть использован в домашних условиях.

ВЫВОДЫ

1. На основании полученных результатов достоверно доказано, что акустические свойства кожи и других мягких тканей, определяемые неинвазивным методом с использованием акустического анализатора, измеряющего скорость распространения поверхностных сдвиговых возмущений $V_{псв}$ звукового частотного диапазона, объективно отражают выраженность патологических изменений в тканях.

2. В экспериментах на моделях (однородных, пористых, двухслойных, армированных гелях и резинах), имитирующих элементы структурной организации кожи; акустическим анализатором определены основные факторы, влияющие на скорость $V_{псв}$: скорость прямо пропорциональна твердости однородного материала в диапазоне от 2 до 57 усл. ед. (по Шору); обратно пропорциональна влажности в диапазоне от 0 до 60%; толщина поверхностного слоя, при котором перестает влиять природа подложки, не превышает 0,2λ; возникновение акустической анизотропии обусловлено появлением в системе более жестких армирующих "проводящих" элементов; величина анизотропии зависит от глубины залегания элемента и возрастает при увеличении твердости подлежащего слоя.

3. На лоскутах кожи и на полосках склеры глаза кроликов показано, что скорость $V_{псв}$ пропорциональна прочности на разрыв при одноосном растяжении. В экспериментах по коллагеновой склеропластике на глазах кроликов выявлено, что через месяц после операции в склере скорость $V_{псв}$ снизилась на 22% при снижении предела прочности на 37,5%; через шесть месяцев скорость возросла на 21% при увеличении предела прочности на 35%.

4. При исследовании процесса регенерации кожи у мышей сопоставлением акустического метода с методом вынужденных

резонансных колебаний, выявлено, что изменение акустического параметра соответствует изменениям тангенса угла механических потерь гемогината регенерирующей кожи, что свидетельствует о зависимости $V_{псв}$ от характера внутреннего трения.

5. Различные виды распространенных патологических процессов и заболеваний: воспаление, рубцовые изменения ткани, гемангиомы, варикозная болезнь, тромбофлебит, псориаз, грибовидный микоз, приживляемый трансплантат - сопровождаются увеличением значений скорости ПСВ в патологически измененном участке кожи $V_{п}$ (по сравнению со скоростью в видимо здоровой коже $V_{н}$), которое коррелирует с тяжестью заболевания. Параметр $V_{п}/V_{н}$ имеет значения: начальная стадия заболевания 100- 130%, средняя тяжесть - 140-170%, наибольшая выраженность патологии - 180 - 300%. Следовательно, данный показатель является диагностическим признаком активности патологического процесса. Снижение скорости $V_{п}$ в очаге патологии на 30% и более свидетельствует об адекватности применяемого лечения и его эффективности.

6. Распространение акустических сдвиговых возмущений на поверхности кожи, как правило, характеризуется анизотропией. При некоторых патологических изменениях кожи величина акустической анизотропии меняется характерным образом: при отеке, воспалительных процессах в кожных высыпаниях, в начальные стадии регенерации величина анизотропии уменьшается или исчезает; при псориазе визуально непораженная кожа характеризуется высокой анизотропией, снижение ее является прогностически благоприятным критерием эффективности проводимого лечения.

7. Созданы предпосылки для нового метода - офтальмобиоакустометрия, который позволяет определять прижизненные акустические характеристики тканей глаза. Установлена корреляция

между акустическими свойствами склеры и кожи тарзальной области век, что дает возможность рассматривать кожные покровы век в качестве удобного объекта опосредованного изучения тканей глаза; обнаружена различная (положительная и отрицательная) акустическая анизотропия кожных покровов тарзальной области век; установлено, что прогрессирующая близорукость свыше 3,0 диоптрий у детей в 75% случаев сопровождается появлением отрицательной анизотропии тарзальной области век; предложен объективный метод оценки тяжести операционной травмы при склеропластике, основанный на сопоставлении акустических свойств век до операции, через 2 и 6 суток после операции; выявлено, что скорость ПСВ в склере глаза увеличивается пропорционально росту внутриглазного давления.

8. Впервые акустические свойства кожи использованы в косметологии. Разработанный способ индивидуальной оценки косметического действия крема: снижение скорости $V_{псв}$ в области лба, щек более чем на 4 м/с позволяет объективно оценить эффективность средства; акустическая оценка реакции кожи на криомассаж позволяет определить тип кожи: при разности между исходным и максимальным значениями скорости в 20-30 м/с и при интервале времени возвращения скорости к исходному значению 4-5 минут, диагностируют толстую жирную кожу; при разности скорости в 60-70 м/с и длительности интервала в 8-10 минут - тонкую сухую кожу.

ОСНОВНЫЕ РАБОТЫ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ.

1. Федорова В.Н, Мирошников В.М, Резников И.И, Изучение процесса регенерации в длинных трубчатых костях методом вынужденных резонансных колебаний. // Ортопедия, травматология и протезирование.- 1986.- N 10.- С.45-48.

2. Asojan K.V, Voronkov V.N, Fedorova V.N, Propagation velocities of acoustic surface waves in resinous and gel forming model media representing biological tissues. In: Abstracts of XIX Yugoslav symposium on biophysics and satellite symposium "Medical bioacustica", Sarajevo- Igman, 13-17 Dec. 1988, p.165.

3. Adamyan A.A, Weksler A.M, Sopuev A.A, Fedorova V.N, Acoustic control of wound regeneration processes. In: Abstracts of XIX Yugoslav symposium on biophysics and satellite symposium "Medical bioacustica", Sarajevo- Igman, 13-17 Dec. 1988, p.165.

4. Kirsanova M.M, Mandel A.A, Melikyans I.G, Mordovtsev V.N, Persina I.S, Samsonov V.A, Skripkin Yu.K, Fodorova V.N, An acoustic method for the diagnosis of psoriasis stage and for the assessment of its treatment efficacy. In: Abstracts of XIX Yugoslav symposium on biophysics and satellite symposium "Medical bioacustica", Sarajevo- Igman, 13-17 Dec. 1988, p.167.

5. Vexler A.M, Fedorova V.N, Persina I.S, Popov V.P, Voronkov V.N, Shorokhov V.V, Vucelic D, Acoustical heterogeneity and anisotropy of normal and pathological skin. Abstracts of the First World Congress of Biomechanics. Aug.30- Sept.4, 1990,-La Jolla. CA USA, 1990,-Vol, 2, p.19.

6. Федорова В.Н, Ремизов А.Н, Вучелич Д, Использование акустических измерений для оценки кожных повреждений и определения клинического эффекта // Тезисы докл. Международного симпозиума

"Механизмы акустических биоэффектов". - Пушкино, май 1990. - С.25.

7. Богдатлишвили Г.И., Федорова В.Н., Векслер А.М., Акустические измерения в оценке кожного лоскута // Тезисы докл. Международного симпозиума "Механизмы акустических биоэффектов". Пушкино, май 1990. С.26-27.

8. Федорова В.Н., Богдатлишвили Г.И., Акустический метод дифференциальной диагностики гипертрофических и келоидных рубцов в коже детей после ожогов // Тезисы докл. Международного симпозиума "Механизмы акустических биоэффектов". Пушкино, май 1990. - С.27-28.

9. Федорова В.Н., Векслер А.М., Сарвазян А.П., Диагностика по механическим параметрам кожи // Сборник тр. конф. "Новые физические методы в медицине". Ворошиловград, сент.1990. - С.70-72.

10. Федорова В.Н., Векслер А.М., Вучелич Д., Дифференциальная диагностика дерматовов акустическим методом // Тезисы докл. Международной конференции по биоакустике. Израиль, Иерусалим, май, 1990. - С.46.

11. Сидоренко Е.И., Обрубов С.А., Федорова В.Н., Маевский Е.И., Сарвазян А.П., Фаустова Е.Е., Прибор для определения механических свойств тканей глаза // Возрастные особенности органа зрения в норме и при патологии (профилактика слепоты и слабовидения): Сборник научных трудов. - М., 1992. - С.50-52.

12. Сидоренко Е.И., Обрубов С.А., Федорова В.Н., Маевский Е.И., Методика оценки травматичности склеропластической операции у детей // Возрастные особенности органа зрения в норме и при патологии (профилактика слепоты и слабовидения): Сборник научных трудов. - М., 1992. - С.53-54.

13. Обрубов С.А., Федорова В.Н., Туванова Л.И., Рождественская О.С., Фаустова Е.Е., Некоторые вопросы изучения биомеханических свойств тканей век // Возрастные особенности органа зрения в норме и

при патологии (профилактика слепоты и слабовидения): Сборник научных трудов. - М., 1992. - С. 79-80.

14. Обрубов С.А., Федорова В.Н., Экспериментальные исследования при односторонней коллагенопластике // Возрастные особенности органа зрения в норме и при патологии (профилактика слепоты и слабовидения): Сборник научных трудов. - М., 1992. - С.53-54.

15. Федорова В.Н., Маевский Е.И., Плигин В.А., Шафранов В.В., Сарвазян А.П., Новый способ определения типа рубцово-измененной ткани. // Вестник Российской академии медицинских наук. 1994. - N 4. - С.12 - 15.

16. Федорова В.Н., Кошкин В.М., Богданец Л.И., Использование метода оценки механических параметров кожи для обследования больных варикозной болезнью нижних конечностей. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. - 1993. - N 1. - С. 93 - 95.

17. Сидоренко Е.И., Обрубов С.А., Древаль А.А., Федорова В.Н., О причинах недостаточной эффективности коллагенопластики (экспериментальное исследование). // Вестник офтальмологии. - 1995. - т.3, N 1. - С. 4-6.

18. Федорова В.Н., Шафранов В.В., Буторина А.В., Фаустова Е.Е., Биквская С.С., Фамичева Н.В., Исаков Ю.Ф., Оценка эффективности лечения гемангиом. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. - 1995. - N 8. - С. 34 - 37.

19. Шафранов В.В., Федорова В.Н., Буторина А.В. Количественный метод оценки лечения гемангиом у детей. // Наука и технология в России. - 1994. - 4(6). - С.27 -29.

20. Федорова В.Н., Богатырева И.И., Фаустова Е.Е., Оценка эффективности косметических средств. // Наука и технология в России. - 1995. - 5(11). - С.23-24.

21. Обрубов С.А., Сидоренко Е.И., Федорова В.Н.,

Офтальмобиомеханометрия - перспективный метод исследования в детской офтальмологии. // Наука и технология в России. - 1995. - 6(12). - С. 20-21.

22. Федорова В.Н., Тимофеев А.Б., Фаустова Е.Е., Больших А.С., Трофимов В.П., Сопоставление механических характеристик кожи в норме и патологии по данным различных методов // Тезисы докл. 2-й Всероссийской конференции по биомеханике. - Н. Новгород, ноябрь, 1994. - С. 116 - 118.

23. Fedorova V.N., Express method of short sightedness testing on skin mechanical anizotrophia. 6th European Regional Conference of Rehabilitation International, Budapest, 4-9 Sep. 1994. p.20.

24. Fedorova V.N., Obrubov S.A., Faustova E.E., Myopia express diagnostic by skin mechanic anisotropy, 6th European Regional Conference of Rehabilitation International Budapest 4-9 Sep 1994. p. 22.

25. Федорова В.Н., Новый биомеханический экспресс - метод диагностики // Тезисы докл. 6-й Европейской конференции по реабилитации. - Будапешт, сент. 1994. - С. 21.

26. Сидоренко Е.И., Обрубов С.А., Федорова В.Н., Элементы биомеханики в детской офтальмологии // Методические рекомендации РГМУ, Ассоциация детских офтальмологов, Научно - методический центр имени Л.С. Выготского. - М., 1994. - С. 1-34.

27. Обрубов С.А., Федорова В.Н., К вопросу о механизме действия коллагенопластики в эксперименте // Тезисы докл. II Российского национального конгресса "Человек и лекарство". - М., апрель, 1995. - С. 283.

28. Обрубов С.А., Федорова В.Н., Использование нелекарственной терапии у детей с прогрессирующей близорукостью // Тезисы докл.

II Российского национального конгресса "Человек и лекарство". - апрель, 1995. - С. 282.

29. Обрубов С.А., Сидоренко Е.И., Федорова В.Н., Ракчеева Т.А., Офтальмобиомеханическая диагностика и патогенетическое лечение прогрессирующей близорукости у детей // Методические рекомендации, РГМУ, М., 1995. - С.1-14.

30. Обрубов С.А., Сидоренко Е.И., Федорова В.Н., Воронков В.Н., Метод прижизненной оценки биомеханических свойств тканей глаза (экспериментальное исследование). // Вестник офтальмологии. - 1995. - № 4. - С. 27-30.

31. Сидоренко Е.И., Федорова В.Н., Обрубов С.А., Влияния липосомальных кремо-гелей на биомеханические нарушения в веках у детей с прогрессирующей близорукостью // Тезисы докл. III Российского национального конгресса "Человек и лекарство". - 1996.

РАЦИОНАЛИЗАТОРСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЗНАЧЕНИЯ

1. Сидоренко А.И., Федорова В.Н., Маевский Е.И., Обрубов С.А., Способ оценки травматичности склероукрепляющих операций, N- 0-3735 от 15. 11. 1991.

2. Сидоренко Е.И., Федорова В.Н., Тумасян А.Р., Обрубов С.А., Маевский Е.И., Способ оценки механических свойств склеры глаза, N-0- 3782 от 15. 11. 1991.

ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Мордовцев В.М., Сарвазян А.П., Пономарев В.П., Векслер А.М., Кирсанова М.М., Федорова В.Н., Скрипкин Ю.К., Бутов Ю.С., Ахтямов С.Н., Потапенко А.Я., Богатырева И.И., Способ контроля за состоянием больного кожными заболеваниями, А. с. N 1602470, Заявка N 4208901, 1. 07. 1990.

2. Сарвазян А.П., Пашовкин Т.Н., Векслер А.М., Федорова В.Н., Богатырева И.И., Способ определения типа кожи, А.с. N 1604353, Заявка N 4208899, 8. 07. 1990.

3. Федорова В.Н., Богатырева И.И., Корчевая Т.А., Способ ранней диагностики скрытых очагов воспаления при угревой сыпи, А.с. N 1603324, 8. 07. 1990.

4. Федорова В.Н., Скрипкин Ю.К., Сарвазян А.П., Векслер А.М., Пономарев В.П., Потапенко А.Я., Способ диагностики стадий псориаза, А.с. N 1688476, Заявка N 4208900, 1. 07. 1991.

5. Федорова В.Н., Ахтямов С.Н., Патапенко А.Я., Персина И.С., Способ определения эффективности лечения грибовидного микоза, Заявка N 4208906/16, 1. 07. 1991.

6. Сидоренко Е.И., Обрубов С.А., Федорова В.Н., Древаль А.А., Способ послеоперационного ведения больных с близорукостью после склеропластики, А.с. N 5055716, 3.08. 1992.

7. Сидоренко Е.И., Обрубов С.А., Федорова В.Н., Способ диагностики прогрессирующей близорукости, А.с. N5055715, 3.08.1992.

8. Сидоренко Е.И., Федорова В.Н., Древаль А.А., Обрубов С.А., Способ предупреждения осложнений коллагенопластики, заявка N 5055716/14 (036488) от 21. 08. 1995.

9. Сидоренко Е.И., Федорова В.Н., Обрубов С.А., Способ прогнозирования течения близорукости, заявка N 5055715/14 от 21. 08. 1995.

10. Сидоренко Е.И., Федорова В.Н., Симонов А.Я., Обрубов С.А., Способ лечения прогрессирующей близорукости, заявка N 95106031/14 (010731) от 17. 04. 1995.

ФЕДОРОВА ВАЛЕНТИНА НИКОЛАЕВНА

РОССИЯ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
АКУСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОЖИ И ДРУГИХ ТКАНЕЙ
В ДИАГНОСТИКЕ И ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ ЛЕЧЕНИЯ.

Экспериментально изучены закономерности распространения акустических поверхностных возмущений в мягких биологических тканях. На основе сопоставления полученных данных с клиническими методами разработаны дополнительные объективные критерии диагностики, прогнозирования, оценки эффективности лечения по их акустическим параметрам в различных направлениях медицины: хирургии, офтальмологии, косметологии, дерматологии.

FEDOROVA VALENTINA NICOLAEVNA

RUSSIA

EXPERIMENTAL SUBSTANTIATION OF USAGE OF ACOUSTIC
PROPERTIES OF SKIN AND OTHER TISSUES IN
DIAGNOSTICS AND EVALUATION OF THEIR TREATMENT

Conformities of acoustic disturbance transmission in soft biological tissues were investigated. Basing on comparison of obtained results with clinical methods, additional criterions for diagnostics, prediction and evaluation of treatment efficacy were worked out for different branch of medicine (surgery, ophthalmology, cosmetology and dermatology).