

Применение

**ЛУЧЕИ
ЛАЗЕРА**

**В АКУШЕРСТВЕ
И ГИНЕКОЛОГИИ**



«ЗДОРОВ'Я»

Применение

**МУЧЕИ
ЛАЗЕРА**

**В АКУШЕРСТВЕ
И ГИНЕКОЛОГИИ**

Под редакцией
чл.-кор. АМН СССР *Л. В. Тимошенко*
и канд. мед. наук *И. В. Лопуцян*

КИЕВ
«ЗДОРОВ'Я»
1985

УДК 618.— 085.849.19 + 615.849.19

Л. В. Тимошенко, И. В. Лопушан, Г. Г. Джвобенана и др.

Применение лучей лазера в акушерстве и гинекологии /Тимошенко Л. В., Лопушан И. В., Джвобенана Г. Г. и др.; под ред. Л. В. Тимошенко и И. В. Лопушан.— К.: Здоров'я, 1985.—128 с.

В пособии приведены данные о механизмах биологического действия лазеров различных типов. Представлен анализ данных литературы и исследований авторов о влиянии различных видов лазерного излучения на репродуктивную систему и внутриутробное развитие плода.

Освещены результаты использования низкоинтенсивных лазеров (в виде лазерной акупунктуры и рефлексотерапии) в акушерско-гинекологической практике, в частности при лечении токсикозов беременных, травматических повреждений родовых путей у рожениц, дисфункциональных маточных кровотечений, бесплодия, воспалительных заболеваний женских половых органов и др.

Обобщены данные о первом опыте и перспективах применения лазеров относительно высокой мощности для лечения предопухолевых и опухолевых заболеваний шейки матки, наружных половых органов, описаны возможности применения лазерного скальпеля в оперативной гинекологии. Дана гигиеническая оценка профессиональных вредностей, воздействующих на лиц, обслуживающих лазерные установки, их влияния на генеративную функцию и гинекологическую заболеваемость у женщин. Описаны мероприятия по защите персонала от неблагоприятного воздействия лазерного излучения.

Для акушеров-гинекологов, онкогинекологов, эндокринологов, профпатологов и студентов старших курсов медицинских институтов.

Табл. 14. Ил. 25.

Рецензенты проф. В. И. Алипов
чл.-кор. АН УССР В. И. Грищенко

ПРЕДИСЛОВИЕ

Со времени изобретения первых оптических квантовых генераторов (ОКГ) — лазеров прошло немногим более 20 лет. За это время они получили достаточно широкое практическое применение. Всевозрастающий интерес к ОКГ различных специалистов, включая медиков, обусловлен свойствами лазерного излучения: его высокой монохроматичностью и энергетической плотностью, пространственной и временной когерентностью, строгой направленностью и точной фокусировкой. К настоящему времени создано множество типов лазеров, излучение которых имеет различные спектральные и энергетические характеристики (диапазон длин волн составляет 0,3—300 мкм; выходная мощность лазеров непрерывного действия — 0,001 мВт — 1 кВт, лазеров импульсного режима — 0,1 Вт — 4—5 ГВт). Столь обширный диапазон энергетических и спектральных параметров светового потока обуславливает большие различия биологических эффектов лазерного облучения.

Создание на основе ОКГ медицинских приборов (индикаторов иммунологических реакций, лазерных фотометров, нефелометров, спектрофотометров) позволяет производить точные диагностические исследования, проводить интерференционные исследования микроциркуляции в различных тканях и органах. С помощью луча лазера выполняют тончайшие манипуляции на клетке, включая избирательное поражение отдельных органелл и воздействие на наследственный аппарат. В лечебных целях ОКГ используют в качестве «светового скальпеля» (в целях бережного разъединения биоструктур или «сварки» тканей, разрушения опухолей), для стимуляции обменных процессов, активации механизмов саногенеза в больном организме как новое физиотерапевтическое средство.

Сегодня лазеры все шире применяют в самых различных областях экспериментальной и клинической медицины, включая акушерство и гинекологию.

Для акушеров-гинекологов лазерное излучение представляет интерес в связи со следующими моментами:

1. Излучение высокоэнергетических лазеров позволяет целенаправленно и полностью разрушать патологический очаг (например, эпителиальную дисплазию и преинвазивный

рак шейки матки) при максимальном щажении окружающих здоровых тканей, что выгодно отличает этот метод от общеизвестных консервативных, хирургических и электрохирургических методов, при которых нередко наблюдается рецидивирование процесса или нарушение генеративной функции в связи с развитием рубцово-спаечных изменений, истмико-цервикальной недостаточности, нарушением рецепторного аппарата шейки матки.

2. Асептичность, бескровность, минимальная травматичность «лазерного скальпеля» открывают новые перспективы в области функциональной хирургии матки, яичников, микрохирургии маточных труб.

3. Низкоинтенсивное излучение лазеров красной области спектра обладает выраженной биостимулирующей активностью, в связи с чем может быть использовано как новое физиотерапевтическое средство в акушерско-гинекологической практике.

4. Широкое внедрение лазерной техники в различные отрасли народного хозяйства и в медицину вызывает необходимость изучения излучения ОКГ как нового профессионально-гигиенического фактора. До настоящего времени недостаточно исследовано воздействие лазерной радиации на здоровье женщин, занятых в производстве ОКГ или обслуживающих источники лазерного излучения, в частности, влияние лазерного излучения на процессы репродукции, эмбриогенез, генетический аппарат. Такого рода исследования необходимы для гигиенической оценки и обеспечения безопасности условий труда обслуживающих ОКГ женщин и для решения вопросов о возможности широкого внедрения лазерной аппаратуры в акушерско-гинекологическую практику.

В настоящей работе впервые всесторонне рассмотрены возможности применения лучей ОКГ в акушерстве, гинекологии и онкогинекологии. В ней представлен анализ имеющихся данных о влиянии различных видов лазерного излучения на репродуктивную систему женского организма, внутриутробное развитие плода и генетический аппарат; проанализированы данные литературы о механизмах биологического действия излучения различных типов ОКГ; обобщены данные доступной зарубежной, а также отечественной литературы и наблюдения авторов (Л. В. Тимошенко, Л. Л. Щербицкой, Е. В. Коханевич) о возможности применения лазеров относительно высокой мощности в оперативной гинекологии, онкогинекологии; освещены первый опыт и перспективы применения лазерной акупунктуры и рефлексотерапии в акушерстве и гинекологии; представлены ре-

зультаты исследований генеративной функции и гинекологической заболеваемости у женщин, обслуживающих ОКГ, изложены мероприятия по защите организма женщины от возможного неблагоприятного воздействия лазерного излучения.

Мы надеемся, что предлагаемая работа будет полезна акушерам-гинекологам, онкогинекологам, эндокринологам, физиотерапевтам, профпатологам, научным сотрудникам, занимающимся вопросами применения лазеров в медицине, и студентам старших курсов медицинских институтов.

Чл.-кор. АМН СССР *Л. В. Тимошенко*,
канд. мед. наук *И. В. Лопушан*

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ

1 ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ОПТИЧЕСКИХ

КВАНТОВЫХ ГЕНЕРАТОРОВ В АКУШЕРСТВЕ И ГИНЕКОЛОГИИ

Новые перспективы в диагностике и лечении различных заболеваний половых органов и патологии беременности открываются в связи с использованием в акушерско-гинекологической практике ОКГ-лазеров.

В настоящей работе мы не останавливаемся на технической характеристике, классификации, принципах устройства и работе различных типов лазеров и лазерных установок, так как эти материалы достаточно полно изложены в специальных монографиях (Н. Ф. Гамалея, 1972; Б. М. Хромов, 1973; И. Р. Лазарев, 1977; С. Д. Плетнев и соавт., 1978; Лазеры в клинической медицине /под ред. С. Д. Плетнева, 1981, и др.).

С целью освещения возможностей и перспектив применения лазеров в акушерстве и гинекологии приведем вкратце самые общие сведения об этих источниках светового излучения.

Слово лазер образовано из начальных букв английского выражения — *light amplification by stimulated emission of radiation* — усиление света в результате вынужденного излучения.

Лазеры — это приборы, преобразующие один из видов энергии (электрическую, тепловую, химическую) в монохроматическое, когерентное, поляризованное излучение электромагнитных волн (ультрафиолетового, видимого или инфракрасного диапазонов). Другими словами, это устройства, в основе работы которых лежит процесс индуцированного излучения возбужденными квантовыми системами абсолютно параллельного, необычайно интенсивного и монохроматичного пучка света, в котором все излучаемые кванты строго согласованы по фазе и частоте.

Все лазеры состоят из следующих основных элементов: а) активное вещество, служащее источником индуцированного излучения; б) источник возбуждения — устройство, сообщающее активному веществу дополнительную энергию (импульсные газоразрядные лампы-вспышки или лампы-накачки); в) резонансное устройство, концентрирующее поток энергии в определенном направлении и тем самым предотвращающее затухание волны (система из двух диэлектрических зеркал, между которыми помещается активное вещество); г) блок питания, обеспечивающий энергией источник возбуждения (батарея конденсаторов и др.).

В зависимости от природы генерирующих свет веществ лазеры подразделяют на такие основные группы:

1) твердотельные (активный элемент — кристаллы рубина, стекло с добавлением ионов неодима, хрома, эрбия и др.) — обладают большой мощностью излучения;

2) газовые (активное вещество — инертные газы, например, смесь гелия и неона, углекислый газ — CO_2 , аргон — отличаются меньшей мощностью; они получили наиболее широкое распространение в различных отраслях народного хозяйства, включая и медицину;

3) полупроводниковые (рабочее вещество — монокристаллы арсенида галлия и др.) — обладают большим коэффициентом полезного действия и относительно большей удельной мощностью по сравнению с другими лазерами: в медицине и биологии пока используются редко;

4) жидкостные лазеры (активный элемент — растворимые окиси металлов, органические красители и др.) — ОКГ, в которых сочетаются преимущества твердотельных и газовых лазеров; они наименее разработаны, в медико-биологических исследованиях практически не используются.

Рабочее вещество определяет интенсивность и длину волны лазерного излучения. Различные типы лазеров могут давать излучение с длиной волны от 0,3 до 300 мкм и интенсивностью, отличающейся на 1—5 и более порядков. Для медицинских целей в основном применяют лазеры с длинами волн в пределах 632,8—1060 нм (6328—10 600 Å).

По характеру работы лазеры подразделяют на:

1) импульсные — индуцируют излучение в виде молниеносных импульсов — «выстрелов», длительностью от нескольких миллисекунд до наносекунд (в этом режиме работают неодимовые, рубиновые и другие лазеры);

2) непрерывного действия (газовые лазеры);

3) с модулированной добротностью — могут работать как в импульсном, так и в непрерывном режиме (например, полупроводниковые лазеры).

В настоящее время в биологии и медицине изучают перспективы применения ОКГ как инструмента исследования биологических структур и процессов и средства воздействия на различные биологические ткани, органы, организм в целом и патологические процессы (Н. Ф. Гамалея, 1981).

Применение лазеров в качестве инструментов исследования значительно расширяет возможности медицинской диагностики и способствует углублению исследований патогенеза многих заболеваний, включая акушерскую, экстрагенитальную патологию и гинекологические заболевания. Так, используя лазерное излучение с успехом проводят спектроскопические, голографические, микрофотометрические, микроскопические, эндоскопические и другие исследования (Н. Ф. Гамалея, 1972, 1977; В. Ф. Трухин и соавт., 1976; Р. И. Утямышев, 1977; M. L. Wolbast, D. H. Sliney, 1974; R. Carey, 1978). Уже появились первые сообщения об использовании лазерной техники для просвечивания мягкотканых образований, исследования микроциркуляции в различных органах при тех или иных заболеваниях (например, при сахарном диабете, гипертонии беременных, что

может быть использовано для определения степени тяжести этой патологии); в целях освещения, микрофотографирования и киносъемок внутренних полостей сердца и других полых органов (О. К. Скобелкин и соавт., 1979; T. Polanyi, 1976; M. Strong, 1976); индикации иммунологических реакций антиген-антитело, нефелометрической оценки уровня специфического для беременности бета-гликопротеина в плазме крови и определения других веществ в биологических средах организма человека (V. Letokov, 1973; P. J. Wood и соавт., 1978; и др.).

Использование лазеров для диагностических исследований пока затруднено из-за сложностей, связанных с созданием лазерной аппаратуры.

Более широко лазерное излучение применяют в лечебных целях для воздействия на различные патологические образования и процессы.

По характеру биологического действия ОКГ, применяемые в лечебной медицине, целесообразно условно подразделить на 2 группы:

1. Высокоэнергетические лазеры (неодимовые, рубиновые, работающие на углекислом газе — CO₂-лазеры, аргоновые и др.), излучение которых вызывает повреждающие эффекты в биоструктурах, в основном термического характера (коагуляционный некроз, некробиоз, разъединение и склеивание тканей, нарушения микроциркуляции и др.). Такого рода воздействие можно использовать в хирургии, онкологии, оперативной гинекологии и онкогинекологии для разрушения и удаления опухолей, других патологических очагов, в качестве «светового скальпеля» для рассечения тканей или коагулятора для выполнения «сварки» тканей.

2. Низкоэнергетические лазеры, генерирующие излучение в видимой и ультрафиолетовой областях спектра. Среди лазеров этой группы исследуют преимущественно гелий-неоновые лазеры, дающие низкоинтенсивное излучение в красной области спектра, реже гелий-кадмиевые, сапфировые и др. Излучение этих лазеров не вызывает термических эффектов в тканях, лишено выраженного деструктивного влияния, не оказывает существенного влияния на биологические реакции, активность обменных процессов (стимуляцию либо угнетение последних, в зависимости от длины волны, дозы и способа облучения). Наибольший интерес для медиков представляют данные о биостимулирующем действии низкоинтенсивного лазерного излучения, которые позволяют обосновать возможность применения лазеров как нового физиотерапевтического средства для активации

обменных процессов и механизмов саногенеза больного организма.

Ниже мы более подробно остановимся на характеристике повреждающих и биостимулирующих эффектов излучения приведенных выше двух групп лазеров и возможностях использования последних в акушерстве и гинекологии.

1.1. Биологическое действие излучения высокоэнергетических лазеров и их использование в экспериментальной гинекологии и онкогинекологии

Исследования, посвященные определению целесообразности применения высокоэнергетических лазерных источников в лечебных целях, ведутся с начала 70-х годов в основном по 2 направлениям:

1) изучение разрушающей активности лучей лазеров на твердом теле (например, рубинового, неодимового) с импульсным режимом генерации при воздействии на различные патологические очаги, чаще всего опухоли;

2) выяснение возможностей использования излучения высокоэнергетических газовых лазеров непрерывного и квазинепрерывного действия (например, на аргоне, CO_2), как «лазерного скальпеля», фотокоагулятора для «сварки» различных тканей или разрушения опухолевых тканей.

В ходе многочисленных экспериментов еще на заре исследования биологических эффектов излучения лазерных источников импульсного и непрерывного действия было установлено, что оно не оказывает ионизирующего влияния на организм. Это положение не могло не заинтересовать онкологов, поскольку открывало новые перспективы применения лазерного излучения в онкологии, хирургии, особенно в случаях, когда лучевая терапия оказывалась неэффективной или вызывала значительные изменения гемоцитогаммы больного.

Повреждающие эффекты излучения высокоэнергетических лазеров импульсного действия (рубинового, неодимового) с энергией в импульсе от 4 до 800 Дж обусловлены прежде всего воздействием высокой температуры, возникающей в тканях ударной волны (Н. Ф. Гамалея, 1969—1981; Б. В. Огнев и соавт., 1972—1973; L. Goldman, R. Rockwell, 1966; A. Ketchmetal, 1967, и др.).

Исследуя в эксперименте действие лазеров большой мощности, Б. В. Огнев и соавторы (1972), Б. М. Хромов (1973), А. Friedmann (1968), W. L. Wolbarst (1971) и другие обнаружили локальное повышение температуры (до не-

скольких сот градусов) в тканях, что вызывало в них изменения, аналогичные термическому ожогу. Гистологическими исследованиями установлено, что при воздействии лучей лазера импульсного режима (в диапазоне суммарных мощностей излучения от 20 до 1000 Дж) на различные ткани и органы в них, как правило, определяются три зоны поражений: зона поверхностного коагуляционного некроза; зона кровоизлияния и отека; зона различной степени выраженных дистрофических изменений. Поражение после воздействия лучей лазера имеет своеобразные морфологические особенности, резко отличающие его от обычного ожога, поражения биоструктур электрическим током или ионизирующей радиацией (Р. Е. Кавецкий и соавт., 1967—1971; Н. Ф. Гамалея, 1967—1972; S. Fine и соавт., 1966; E. Klein и соавт., 1966, и др.). Эти особенности следующие:

- 1) резкая ограниченность очага поражения от необлученных участков ткани;
- 2) повреждение (разрыв) кровеносных сосудов и частое возникновение внутритканевых кровоизлияний;
- 3) частое появление внутритканевых пустот в связи с испарением тканевой жидкости;
- 4) более интенсивное поражение пигментосодержащих клеток и структур в связи с избирательной их способностью поглощать лазерное излучение;
- 5) во многих случаях более быстрый темп регенерации поврежденных тканей.

Частота, степень и характер проявлений этих особенностей зависят от длины волны, энергии излучения, ее плотности, непрерывности излучения, длительности импульсов и скорости их повторения, диаметра светового пучка и других энергетических и спектральных параметров излучения, а также от особенностей облучаемых тканей: их пигментации, строения, консистенции и толщины, степени избирательности поглощения излучения клетками.

Вследствие чрезвычайно быстрого закипания и испарения жидкой субстанции облучаемых тканей при воздействии излучения импульсных лазеров (длительность импульсов не превышает 10^{-3} — 10^{-8} с) происходит мгновенное и резкое повышение внутритканевого давления, что индуцирует значительный динамический эффект с выраженным разрушительным действием — эффект ударной волны (Н. Ф. Гамалея, 1969, 1972, 1981; E. Klein, 1964; V. Tomberg, 1964, и др.). Давление испарения на поверхности объекта может быть огромным и достигать величин, значительно превышающих тысячи и сотни тысяч килопаскалей. В результате

реактивного давления потоков испаряющегося вещества на поверхность облучаемого объекта (например, опухоль) клетки последнего могут внедряться в здоровые ткани, сосудистые русла, что крайне нежелательно, так как может способствовать диссеминации опухолевых клеток (Н. Ф. Гамалея, 1972; В. Л. Исаков и соавт., 1976; I. G. Polanyi и соавт., 1970; J. G. Ready, 1974; W. Artz, 1975, и др.). Поэтому, в последние годы все чаще стали использовать для разрушения опухолей не импульсные лазеры на твердом теле, а менее мощные газовые лазеры непрерывного действия, чаще всего работающие на CO_2 (С. Д. Плетнев и соавт., 1978, и др.).

Разрушение опухолей лучами CO_2 -лазера достигается за счет действия главным образом термического фактора; возникновение ударной волны со всеми ее последствиями в тканях имеет небольшое значение, поэтому морфологические изменения в этих случаях значительно более подобны тем, которые отмечаются при термическом ожоге, чем повреждения при воздействии лучей импульсных лазеров — рубинового, неодимового (Б. М. Хромов, 1973; S. Fine и соавт., 1971, др.).

В ряде работ исследовано действие высокоэнергетического лазерного излучения на опухолевые клетки, различные перевиваемые и индуцированные опухоли животных, а также поверхностно расположенные опухоли человека. Установлено, что факторами, приводящими к гибели опухолевых клеток при лазерном облучении, является коагуляционный некроз цитоплазмы, паранекроз, разрушение клеточных мембран, изменение биосинтетических и ферментативных процессов, нарушение кровообращения в опухоли и др. (Р. Е. Кавецкий, В. Е. Лихтенштейн, 1968; H. Rosotoff и соавт., 1964—1966; Р. Е. McGuff, 1965, и др.).

Показано, что лазерное излучение воздействует как на опухоль, так и на организм опухоленосителя, что подтверждается, например, наступлением регрессии не только облучаемой опухоли, но и опухолевых узлов, непосредственно не подвергавшихся облучению и другими фактами (Б. М. Леонов, В. В. Шиходыров, 1966; S. Fine и соавт., 1964; J. Helsing и соавт., 1964; E. Klein и соавт., 1965, и др.). Возможно, что в организме животного-опухоленосителя при этом проявляется действие определенных иммунных факторов (E. Klein и соавт., 1965, и др.); нельзя исключить и влияние эндотоксинов, освободившихся из разрушенного лучами лазера опухолевого очага (Б. В. Леонов, В. В. Шиходыров, 1966; А. П. Скачков, 1977, и др.).

Тем не менее, главенствующим в механизме разрушающего опухоль действия лучей газового лазера непрерывного действия является термический эффект, зависящий, в частности, от степени поглощения опухолью фотонов энергии лазерного излучения. Чем глубже в тканях создается высокая температура, тем больше глубина деструкции (Н. Ф. Гамалея, 1972—1981, и др.). Поэтому для усиления противоопухолевого эффекта излучений лазерных источников ряд авторов предлагают вводить в нее красители-фотосенсибилизаторы, которые увеличивают поглощение опухолью лазерного излучения, индуцируют различные фотохимические процессы, вызывающие генетические повреждения, изменения активности ферментов, что приводит к нарушению процессов метаболизма и роста опухоли, способствует ее регрессу и резорбции (Р. Е. Кавецкий, В. Е. Лихтенштейн, 1968; И. Р. Лазарев, 1965, 1977; С. Д. Плетнев и соавт., 1978—1981; S. Fine, E. Klein, 1965; J. Minton и соавт., 1965, и др.).

Вот почему особого внимания заслуживают исследования, направленные на подбор и введение определенных красящих веществ, избирательно накапливающихся в опухолевых клетках, в организм опухоленосителя, но не в опухоль, поскольку последнее может явиться фактором, провоцирующим ее диссеминацию (С. Д. Плетнев и соавт., 1978).

Важное значение для клинической онкологии, онкогинекологии и других областей прикладной медицины имеет то обстоятельство, что в биоструктурах даже при воздействии светом лазерных установок, работающих в непрерывном режиме, тепло распространяется в сторону от очага непосредственного воздействия излучения очень незначительно. Так, например, по данным И. Р. Лазарева (1977), при облучении расфокусированным пучком CO_2 -лазера (плотность потока мощности — ППМ — 7,7—15,4 Вт/см², экспозиция облучения 30—60 с) коагуляционный некроз тканей ниже границы обугливания распространяется не более чем на 0,5—1 мм, а по периферии — на 0,1—0,2 мм от зоны непосредственного облучения, причем чем больше мощность излучения и плотность потока мощности, тем меньше распространяется тепло в стороны. Это обстоятельство позволяет целенаправленно воздействовать на патологический очаг при минимальном поражении окружающих тканей.

Не меньший интерес представляет использование в клинической медицине сфокусированных лучей газовых лазеров непрерывного действия для рассеечения тканей, то есть в качестве «светового скальпеля». Первые работы в этом на-

правлении были посвящены исследованию на макро- и микроскопическом уровнях реакций различных тканей на их разрез сфокусированным лучом CO_2 -лазера. А. А. Вишневский и С. Н. Брайнес (1963) первыми в отечественной литературе указали на перспективность использования лазеров в оперативной хирургии. Развивая это направление, Б. В. Огнев и соавторы (1969—1973), О. К. Скобелкин и соавторы (1979) обосновали в эксперименте, а позднее и апробировали в клинике применение «лазерного ножа» для выполнения целого ряда хирургических вмешательств на коже, полых и паренхиматозных органах. Скорость рассечения тканей, равно как и эффект деструкции патологических очагов, во многом зависит от мощности излучения (чем больше мощность, тем быстрее режется ткань), а также от структуры рассекаемых биологических объектов. Наиболее легко рассекаются органы с обильным кровенаполнением, например, паренхиматозные: печень, селезенка и др. В этих же органах наблюдается и наибольшая скорость и глубина деструкции патологических очагов при облучении их расфокусированным пучком CO_2 -лазера. Более резистентны к облучению кожа, соединительная, костная и мышечная ткани (Б. М. Хромов, 1973; С. Д. Плетнев и соавт., 1978, 1981, и др.).

В многочисленных исследованиях, проведенных как у нас в стране (Б. М. Хромов и соавт., 1967—1973; С. Д. Плетнев и соавт., 1978, 1981; О. К. Скобелкин и соавт., 1979, 1981, и др.), так и за рубежом (L. Goldman 1967, 1973; F. Herper, P. Ascher 1977; J. Globet и соавт., 1978, и др.), показаны преимущества разрезов, произведенных с помощью лучей лазера, по сравнению с разрезами обычным хирургическим скальпелем или электроножом. Эти преимущества прежде всего заключаются в минимальной травматизации тканей из-за отсутствия действия механического фактора (давления) и минимальной кровопотере, поскольку «лазерный нож», рассекая кровеносные сосуды, тут же «сваривает» их концы. Благодаря этому «лазерный скальпель» может явиться ценным инструментом при выполнении операции на обильно васкуляризованных органах, включая и матку, так как обеспечивает надежный гемостаз во время и после операции. Учитывая это действие лазерного излучения, Ю. М. Панцырев и соавторы (1976) разработали теоретические и экспериментальные основы применения лазеров для остановки кровотечения под контролем эндоскопа (например, из желудка и кишечника). Доказано, что использование лучей CO_2 -лазера позволяет оперировать абластично, что важно при иссечении опухолевых образований. Кроме

того, при помощи «лазерного скальпеля» получают идеально ровные разрезы заданной глубины, что само по себе важно для послеоперационного заживления ран.

В ряде экспериментальных исследований наряду с преимуществами отмечаются и недостатки лазерного луча как инструмента для рассечения и коагуляции тканей, а именно: частое обугливание тканей, малая скорость их рассечения, небольшая глубина разреза (Б. М. Хромов, 1973; А. А. Вишневский, 1973, и др.)

Таким образом, следует отметить, что в настоящее время уже имеется достаточное число работ, посвященных обоснованию возможности внедрения лазерной аппаратуры в хирургию и онкологию. В то же время вопрос о целесообразности применения высокоэнергетических лазерных установок в гинекологии до настоящего времени мало исследован. Имеются лишь единичные сообщения о биологических эффектах воздействия излучения высокоэнергетических лазеров на внутренние половые органы животных.

Так, Б. В. Огнев и соавторы (1973—1976), Е. Г. Шварев (1976—1979), С. Н. Давыдов и соавторы (1979) изучали влияние излучения рубинового и неодимового импульсных лазеров, а также СО₂-лазера непрерывного действия (мощностью до 20 Вт) на яичники в эксперименте. С. Н. Давыдов и соавторы (1979) установили, что однократное воздействие сфокусированного на центр яичника пучка излучения неодимового лазера (выходная энергия 30 Дж, продолжительность импульса 0,001 с, диаметр светового пятна на яичнике 1 мм) вызывало в ткани яичника и околожичниковой клетчатке появление ограниченных очагов кровоизлияний в месте воздействия лучами. Через 3 сут после облучения выявлена пролиферация клеточных элементов, организация гематом в клетчатке. Через 7 сут в толще околожичниковой клетчатки обнаружены небольшие участки разрастания соединительной ткани и диффузная круглоклеточная инфильтрация, а спустя 17 сут и в более поздние сроки (до 60 сут) после облучения какие-либо патоморфологические изменения в ткани яичников не выявлены (Е. Г. Шварев, 1976; О. М. Карпенко, 1977; С. Н. Давыдов и соавт., 1979). Важно отметить, что указанным умеренно выраженным морфологическим изменениям сопутствовали значительные и устойчивые нарушения функции яичников по типу их гипофункции, наблюдавшиеся и на 23-й день опыта, когда патоморфологические изменения уже не выявлялись. В отличие от импульсных лазеров, сфокусированное облучение светом СО₂-лазера выходной мощностью до 20 Вт, используемое для рассечения яичников по длиннику органа, не вызывало

столь выраженных функциональных изменений (Е. Г. Шварев, 1976—1979; С. Н. Давыдов и соавт., 1979). Напротив, авторы выявили щадящее действие «лазерного скальпеля» на морфофункциональное состояние яичников по сравнению с действием обычного скальпеля. Это подтверждено исследованиями показателей функционального состояния яичников в динамике, данными морфологического изучения генеративных элементов и желтых тел яичника в различные сроки после его рассечения, изучением особенностей заживления ран на яичниках при оперировании их «лучевым скальпелем» и обычным. Авторы отмечают также, что разрезы, произведенные лазерным лучом, имеют ряд преимуществ: бескровность, асептичность, быстрота образования и более узкая зона пограничного повреждения по сравнению с разрезами, произведенными скальпелем. Весьма существенным является то, что заживление операционной раны в зоне лазерного воздействия протекает как обычный процесс регенерации после операции и завершается формированием полноценного соединительнотканного рубца к 21—30-м суткам наблюдения.

По ходу разреза, нанесенного «лучевым скальпелем», образуется строго локализованная зона коагуляционного некроза, причем премордиальные, зреющие и зрелые фолликулы, непосредственно прилегающие к разрезу, не претерпевают патологических изменений. Временно нарушенное функциональное состояние яичника при полном его рассечении восстанавливается в те же сроки, что и при использовании обычного скальпеля.

Имеются только единичные исследования, обосновывающие целесообразность использования CO_2 -лазера мощностью 20 Вт для рассечения стенки матки (П. А. Троицкий и соавт., 1976). При этом показана возможность быстрого и бескровного рассечения стенки органа, заживление первичным натяжением и образование хорошего рубца на месте разреза. К положительным результатам оперирования с использованием лазерного излучения относятся: отсутствие нагноений и значительное уменьшение спаечных процессов (Я. Е. Быховецкий и соавт., 1971; Б. М. Огнев, А. К. Полонский, 1974). Отмечено, что при оперировании электрокаутером термические поражения тканей дислоцируются в более глубоких слоях, а сам процесс заживления происходит в течение более длительного времени, чем при использовании лазерного скальпеля.

В последние годы начаты клиничко-экспериментальные исследования возможностей использования излучения CO_2 -лазера как коагулятора для наложения реанастомозов на

маточные трубы с целью восстановления их проходимости (F. Klink и соавт., 1978; F. Klitzing и соавт., 1978). Показана перспективность применения лучей лазера в микрохирургии маточных труб для лечения бесплодия, обусловленного их непроходимостью. Внимания клиницистов, включая и акушеров-гинекологов, заслуживает тот факт, что «лазерный скальпель» абсолютно стерилен, и лазерное излучение оказывает выраженное бактерицидное действие (К. А. Макаров и соавт., 1970; E. Klein и соавт., 1965, и др.).

«Лазерный скальпель» позволяет быстро удалять на ограниченном участке гнойные и некротические ткани, добиться стерилизации раны и подготовить ее к наложению вторичных швов (О. К. Скобелкина и соавт., 1981). Это открывает большие перспективы применения лазеров в гнойной хирургии, включая санацию послеродовых и послеоперационных ран, лечение лактационного мастита и других нагноительных процессов.

В последние годы появились отдельные сообщения о рассечении тканей (кожи и подкожной основы) над гнойником и его опорожнении методом «испарения» гноя и некротических тканей сфокусированными лучами CO_2 -лазера В. Н. Кошелев и соавт., 1978; В. И. Стручков и соавт., 1979; О. К. Скобелкин и соавт., 1981), что может быть использовано в акушерско-гинекологической практике при опорожнении или удалении гнойников в подкожной основе или в брюшной полости. Расфокусированное излучение CO_2 -лазера с успехом начали использовать в эксперименте и клинике для стерилизации раневой поверхности в сочетании с хирургической или лазерной некрэктомией либо как самостоятельный метод лечения инфицированных ран (О. К. Скобелкин и соавт., 1981).

Точность разреза, минимальная травматизация окружающих тканей, образование на поверхности разреза коагуляционной пленки, способствующей гладкому заживлению раны, хороший косметический эффект после оперативного вмешательства, произведенного «лазерным скальпелем», безусловно свидетельствуют в пользу применения этого уникального хирургического инструмента для экспериментальных и клинических целей.

Все вышеприведенные данные указывают и на возможность и необходимость использования лазерного излучения при оперативных вмешательствах в гинекологии и онкогинекологии.

1.2. Биостимулирующая активность излучения низкоэнергетических лазеров и перспективы их применения в акушерстве и гинекологии

В настоящее время уже накоплены сведения об использовании в медицине низкоинтенсивного лазерного излучения как физиотерапевтического фактора. По аналогии с термином физиотерапия в этом случае более всего подходит термин лазеротерапия, поскольку используется не разрушающее, а стимулирующее действие лазерного излучения на биологические процессы и организм в целом. Тем не менее в литературе нередко встречается не совсем обоснованный, на наш взгляд, термин лазеротерапия онкологических больных, когда речь идет о разрушении опухоли, или термин лазерный терапевтический комплекс, когда используют термические эффекты высокоэнергетических лазерных установок. По-видимому, разграничение указанных понятий в связи с накоплением данных о биотических эффектах лазерного излучения весьма полезно, так как при этом заранее определяют цели воздействия на биообъекты и характер лечебных мероприятий.

Наибольшее распространение в качестве физиотерапевтического средства получили ОКГ гелий-неонового типа, излучающие поток световой энергии в красной области спектра. Интенсивность потока составляет 2—35 мВт/см², λ — 632,8 нм. Значительно реже для целей биоэнерготерапии используют низкоинтенсивное излучение, генерируемое другими типами лазеров импульсного и непрерывного действия (например, рубиновыми с минимальной энергией импульса 0,5—1 Дж/см², λ — 694,8 нм, гелий-кадмиевыми, работающими в непрерывном режиме в синей области спектра, λ — 0,44 мкм (мощность излучения до 35 мВт и др.), но биологическая активность (нетермические эффекты) этого излучения намного слабее. Так, сравнение действия небольших и эквивалентных энергий излучения гелий-неонового, неодимового и рубинового лазеров показало, что, по данным индуцированных общих изменений в организме животного, однократное облучение светом гелий-неонового лазера равносильно многократным воздействиям эквивалентной энергии импульсных ОКГ (А. И. Семенов, В. А. Сынгаевская, 1969). Как показали экспериментальные исследования С. Д. Плетнева и соавторов (1978), красное монохроматическое излучение гелий-неоновых лазеров в небольших дозах способствует повышению переживаемости и стимуляции роста опухолевых трансплантатов, тогда как при облучении гелий-неоновым лазером в идентичных дозах эффект значительно



менее выражен. Аналогичных примеров можно привести немало. Биостимулирующая активность низкоэнергетического лазерного излучения в красной области спектра, получаемого главным образом с помощью гелий-неоновых лазеров, подтверждена экспериментальными и клиническими исследованиями, хотя природа этого явления пока не выяснена. Здесь уместно упомянуть об одном твердо установленном в настоящее время факте: красный свет проникает в биологические ткани лучше, чем излучение других участков видимого и ультрафиолетового диапазонов спектра.

Еще задолго до создания первых гелий-неоновых лазеров (1960 год) были известны стимулирующие свойства красной радиации (С. В. Вермель, 1926; И. Ф. Ковалев, 1953; Ж. Гизе, 1959). Эти и другие акторы (J. N. Ott, 1974; L. Y. Cheng, L. Packer, 1979) приводят данные, согласно которым красная радиация ускоряет рост и регенерацию тканей, усиливает функцию эндокринных желез, активизирует газообмен. В литературе имеются данные, указывающие на то, что биологическая активность лазерного излучения значительно выше, чем обычного монохроматического света (В. М. Инюшин, 1972; С. М. Зубкова, В. И. Попов, 1976; В. А. Безбородов, О. В. Тарасов, 1978; П. В. Волошин и соавт., 1979; Е. П. Фролов и соавт., 1979, и др.). Исследованиями отечественных авторов было выявлено, что при определенных условиях и дозах облучения гелий-неоновым лазером наблюдается выраженная активация энергообразующих процессов, повышение активности альдолазы, холинэстеразы, трансаминаз и других ферментов в тканях облученных органов (И. Я. Шахтмейстер и соавт., 1973, и др.), снижение коэффициента потребления кислорода клетками наряду с повышением фосфорилирующей активности митохондрий и обогащением их энергией (С. М. Зубкова, О. А. Крылов, 1976, 1978; Т. А. Аджимолаев и соавт., 1976, 1979), усиление интенсивности гликолиза в тканях, непосредственно подвергнутых облучению, и в отдаленных органах (А. М. Мороз, 1980). Вследствие разнообразных стимулирующих эффектов излучения в клетках, тканях, органах и в целом организме, связанных с интенсификацией обмена веществ, улучшается функциональное состояние различных органов и систем, ускоряются репаративные процессы, активируются механизмы саногенеза в больном организме, что и объясняет механизм лазерной биоэнерготерапии (В. М. Инюшин, 1970; П. Р. Чекуров, 1972, и др.).

Вопрос о причинах более высокой биологической активности лазерного излучения красной области спектра по сравнению с активностью обычного монохроматического све-

та пока остается открытым. Бесспорно лишь, что механизм биостимуляции связан с чрезвычайно высокой степенью монохроматичности лазерного излучения, которую не дают никакие другие источники света; роль когерентности, поляризованности и других специфических свойств излучения лазеров пока не доказана. Одна из попыток объяснения биостимулирующего действия низкоинтенсивного излучения гелий-неоновых лазеров, сделанная В. М. Инюшиным, П. Р. Чекуровым (1975), основана на предположении о наличии в биологических структурах организма собственных электромагнитных полей и свободных зарядов, которые перераспределяются под влиянием фотонов излучения гелий-неонового лазера, способствуя прямой «энергетической подкачке» облучаемого организма.

Другие исследователи (С. М. Зубкова, 1976—1978; Н. Ф. Гамалея, 1981) объясняют механизм биостимуляции, исходя из положений современной фотобиологической науки. Допуская существование у животных, равно как и у растений и микроорганизмов, системы фоторегуляции, подобной фитохромной системе зеленых растений и фитохромной системе регуляции микроорганизма (Л. Б. Рубин и соавт., 1973; W. Briggs, H. Rice, 1972), авторы предполагают, что биостимулирующее действие излучения гелий-неонового лазера связано с попаданием излучения длиной волны 632,8 нм в область поглощения определенного световоспринимающего соединения такой фоторегуляторной системы (последним может быть или известный уже метаболит животной клетки, или какое-то новое, пока не изученное вещество, или несколько веществ). С. М. Зубковой (1976, 1978) были представлены убедительные данные о роли каталазы как одного из первичных акцепторов излучения гелий-неоновых лазеров. Один из спектральных максимумов поглощения каталазы (628 нм) очень близок к длине волны излучения гелий-неонового лазера (632,8 нм). В условиях облучения значительно повышается пероксидазная активность этого фермента, в результате чего перекисные соединения вовлекаются в реакцию окислительного фосфорилирования. Учитывая ключевую роль каталазы во многих звеньях энергообразования, автор придает большое значение факту активации этого фермента в механизмах стимулирующего влияния лазерного излучения на организм. Кроме того, известно, что каталаза активизирует ферменты, разлагающие цитотоксические агенты (гидро- и липоперекиси). И. Б. Лапрун (1978), С. М. Зубкова (1978) указывают на значительное уменьшение количества продуктов липоперекисления и интенсивности свободнорадикальных реакций в клетках и в клеточных

органеллах под влиянием облучения гелий-неоновым лазером. Это, возможно, обуславливает повышение устойчивости организма, облученного гелий-неоновым лазером, к действию целого ряда агентов, активирующих свободнорадикальные процессы, таких, как, например, ионизирующая радиация. Установлен факт значительного повышения резистентности животных организмов к рентгеновскому, гамма-излучению под влиянием низкоэнергетической радиации красной области спектра и особенно излучения гелий-неонового лазера (В. М. Инюшин, 1965; И. В. Лапрун, 1978; И. Г. Ильясова, М. Ф. Попова, 1980). В. В. Радионова, В. А. Тарасова (1969) впервые обнаружили, что при воздействии лучей гелий-неонового лазера как до, так и после рентгеновского облучения уменьшается число хромосомных аномалий в растительных клетках почти до величины его в контроле. В этой связи представляется перспективным исследование комбинированного влияния лазерного излучения и известных в настоящее время внешнесредовых повреждающих факторов физической и химической природы, поскольку такие данные помогут вскрыть некоторые неисследованные интимные механизмы индуцированного мутагенеза и тератогенеза, а возможно, и наметить совершенно новые пути антенатальной охраны плода.

Имеет значение также изучение роли мембранных структур клеток в сложной цепи взаимодействия лазерного излучения с биообъектами. В ряде работ установлено изменение функционального состояния мембранных структур цитоплазмы, как, например, увеличение проницаемости клеточных оболочек митохондрий, лизосом под влиянием лазерного облучения (Н. Ф. Гамалея, 1972; В. М. Инюшин, П. Р. Чекуров, 1975; И. Б. Лапрун, Т. А. Аджимолаев, 1976; И. О. Кутателадзе, 1977). Это, по-видимому, связано с резонансным ответом макромолекул мембран, имеющих в собственном спектре поглощения полосы, совпадающие с длиной волны лазерного излучения. Хотя интимные механизмы взаимодействия лазерного излучения с биологическими мембранами далеко не изучены, очевидна высокая чувствительность этих структур к излучению различных лазеров, особенно гелий-неоновых.

Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что свет гелий-неонового лазера может усиливать энергообразующие процессы в патологически измененных тканях (где имеются резкие сдвиги метаболизма, обусловленные гипоксией), улучшать кровоснабжение и активировать регенерацию, повышать иммунные силы организма и нормализовать гуморально-гормональную регуляцию, оказывать анальгезиру-

щее, сосудорасширяющее и противовоспалительное действие. Это послужило основанием для изучения возможностей внедрения лазеротерапии в клиническую практику (И. Г. Железников, В. М. Инюшин, 1970; Б. М. Хромов, 1974; И. Н. Данилова, Т. М. Каменецкая, 1977; И. Г. Шеметило, М. Г. Воробьев, 1980, и др.).

Необходимо более детально остановиться на имеющихся экспериментальных данных об эффектах излучения гелий-неонового лазера, индуцированных в органах репродукции, и влиянии этого фактора на некоторые патологические процессы, так как они вскрывают возможности использования лазеров в акушерстве и гинекологии.

При исследовании морфофункционального состояния яичников мышей в условиях многократного тотального облучения животных светом гелий-неонового лазера по 30 с ежедневно был установлен достаточно четкий стимулирующий эффект — выраженное полнокровие сосудов, появление блютпунктов и созревающих фолликулов в яичниках инфантильных и достоверное удлинение периода эструса у половозрелых животных (А. С. Соколова, 1975).

Активацию функционального состояния яичников животных наблюдали и при направленном воздействии излучения гелий-неонового лазера на кожные рефлексогенные зоны внутренних половых органов (Е. Г. Шварев, 1979; С. Н. Давыдов и соавт., 1979).

Данные литературы свидетельствуют о том, что в действии лазерного излучения на организм имеется очень сложная зависимость «энергия — длительность воздействия — эффект». Так, например, лазерное облучение в течение 1 мин интенсивностью 10 мВт/см^2 не дает того же эффекта, что облучение в течение 10 мин интенсивностью в 1 мВт/см^2 (К. Смит, Ф. Хэнеуолт, 1972). При анализе данных экспериментальных исследований обнаружена весьма существенная особенность: ответная реакция организма, облученного низкоэнергетическими лазерными источниками, зависит не столько от интенсивности облучения, сколько от продолжительности экспозиций. Так, в опытах по изучению полового цикла и процессов созревания генеративных элементов яичника у половозрелых крыс, в которых дозирование осуществляли путем изменения интенсивности облучения при постоянной экспозиции 5 мин, было отмечено, что даже уменьшение вдвое интенсивности облучения ($12,5 \text{ мВт/см}^2$ по сравнению с 25 мВт/см^2) не оказало существенного влияния на результаты воздействия (Е. Г. Шварев, 1979). В то же время при изучении влияния излучения гелий-неонового лазера на рост культуры клеток *in vitro* в

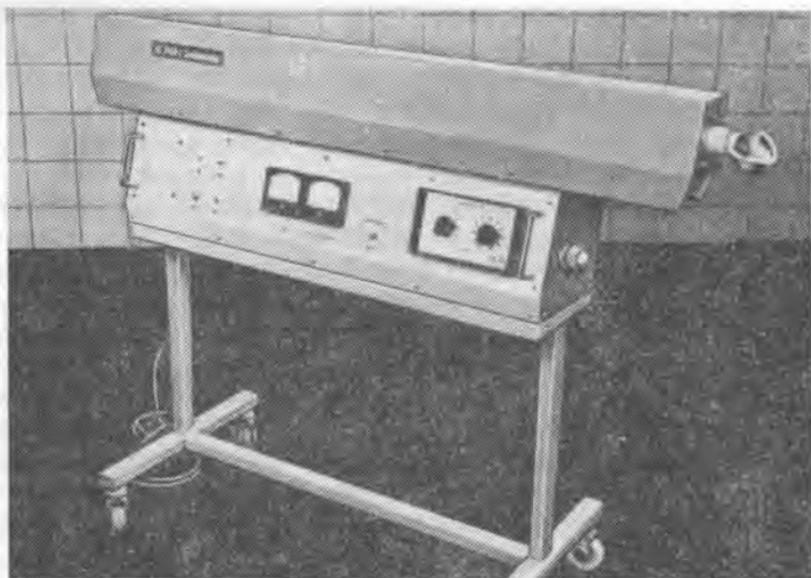


Рис. 1. Общий вид оптического квантового генератора типа ЛГ-75 (генератор включен)

зависимости от экспозиции облучения постоянной интенсивности установлено, что воздействие лазерным излучением в течение 1 мин вызывает заметную стимуляцию роста культуры клеток *in vitro*, тогда как при пятиминутной экспозиции отмечен противоположный эффект (Р. Д. Корытная, 1976). По данным Г. Я. Ярковой и соавторов (1980), однократное облучение тканей шейки матки и яичников гелий-неоновым лазером (экспозиция 2 мин) перед трансплантацией стимулирует процессы последующей регенерации эпителия в культурах тканей этих органов, имплантированных в организм животных, и нормализует процессы клеточного деления, в то время как облучение продолжительностью 10 мин вызывает торможение процессов регенерации, уменьшение количества метафаз, увеличение числа патологических митозов. Экспозиционная доза подводимой энергии определяет скорость течения репаративных процессов в кожной ране (Е. Mester и соавт., 1972; М. М. Авербах и соавт., 1976). В исследованиях А. М. Мороз (1980) установлено, что при экспозиции облучения 1—3 мин происходит интенсификация обменных процессов в тканях, тогда как при увеличении экспозиции до 10 мин и более наблюдается уменьшение активности многих ферментов (фосфорилирующей активности и интенсивности гликолиза), общего энергетического потенциала клеток. Вероятно, избыточная

активация лазерным светом влечет за собой ослабление энергетической регуляции в организме.

В связи с вышеизложенными фактами, а также данными о выраженных изменениях полового цикла под влиянием различных агентов внешней среды (И. В. Лопушан, 1976—1981) была проведена серия экспериментов по изучению влияния экспозиционной дозы излучения гелий-неонового лазера на морфофункциональное состояние яичников небеременных животных.

В опытах использовано 111 белых половозрелых крыс-самок линии Вистар массой 150 г из питомника АМН СССР «Рапполово». Источником облучения служил гелий-неоновый лазер серийного производства типа ЛГ-75 (λ —632,8 нм, выходная мощность —25 мВт; рис. 1). Мощность лазерного облучения контролировали ежедневно во всех опытах при помощи прибора ИМО-2. Плотность потока мощности составляла 1,5 мВт/см². Поток лазерного излучения направляли на кожу гипогастрия, захватывая зоны проекций обоих яичников. Световое пятно диаметром 4,5 см получали при помощи установленного на выходе из трубки квантового генератора окуляра (Ув. 10) от микроскопа. В момент облучения иммобилизации животных в положении на спинке достигали фиксацией крыс в станке (рис. 2). Облучаемый участок кожи предварительно эпилировали для уменьшения явлений отражения и потерь направленной на ткани энергии потока. Животных контрольной группы фиксировали аналогичным образом на время, равное продолжительности сеанса облучения. Облучение проводили ежедневно в течение 14 дней по 0,5, 5 и 10 мин. Изменения полового цикла исследовали кольпоцитологическим методом, для чего до начала опыта отбирали животных с регулярной сменой фаз эструса и диэструса, наступающих каждые 4—5 дней. Влагалищные мазки исследовали ежедневно за 28—30 дней до курса облучения, во время и после него, то есть в течение не менее чем

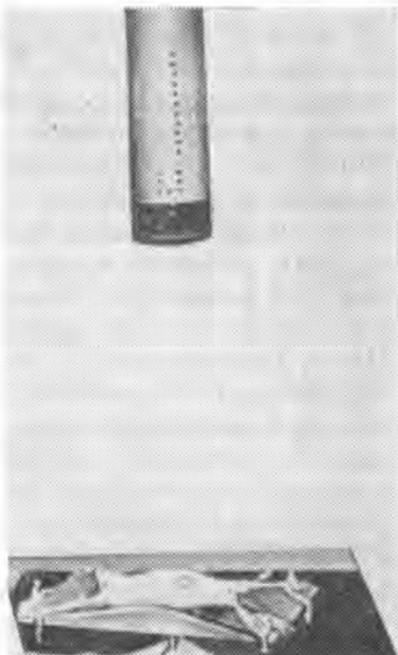


Рис. 2. Облучение лазерным светом гипогастриальной рефлексогенной зоны белой крысы

60 дней у каждого животного. Забор и анализ мазков проводили по методу Я. М. Кабака (1968), определяли общую продолжительность полового цикла и соотношение отдельных его фаз до, во время и после воздействия. Для гистологических и гистохимических исследований яичников часть животных умерщвляли путем декапитации на 3-, 10- и 17-й день после курсового воздействия. Извлеченные из брюшной полости яичники взвешивали, фиксировали в смеси Чиаччио для выявления липидов или импрегнировали серебром для выявления аскорбиновой кислоты (Э. Пирс, 1972). Часть препаратов окрашивали гематоксилин-эозином. Выбор липидов и аскорбиновой кислоты в качестве гистохимических показателей биостимулирующих эффектов воздействия излучения гелий-неонового лазера на яичники белых крыс был обусловлен следующим. Липиды, как известно, участвуют в обмене стероидных гормонов в тканях и расходуются как пластический материал в процессе синтеза последних (F. Romano, P. W. Collins, 1964), поэтому уменьшение липидных включений является косвенным признаком преобладания процессов синтеза над распадом, усиленного образования эстрогенов, а значит, и активации фолликулярного аппарата яичников. Роль аскорбиновой кислоты как катализатора многих окислительно-восстановительных реакций в тканях общеизвестна. Под влиянием этого витамина происходит усиленная продукция эстрогенов (И. Р. Уланова, Б. Н. Яновская, 1959). По мнению этих авторов, увеличение расхода аскорбиновой кислоты компенсаторно стимулирует ее биосинтез, поэтому увеличение содержания этого вещества является положительным фактором и может служить одним из признаков усиления обменных процессов и активации фолликулярного аппарата яичников.

Воздействие различных доз чрескожного облучения гелий-неоновым лазером на половой цикл животных. Данные об изменениях средней длительности полового цикла и его отдельных фаз представлены в табл. 1, 2 и на рис. 3.

Средняя продолжительность полового цикла крыс до воздействия лазерного света составляла ($4,7 \pm 0,04$) дня (табл. 1). Уже к концу курса облучения с ежедневной экспозицией 0,5 мин (1-я группа опыта) отмечалось укорочение полового цикла у ряда животных, однако средняя его продолжительность за период облучения существенно не изменялась — ($4,6 \pm 0,12$) дня, $P > 0,05$. После окончания курсового воздействия лазерным светом у крыс этой группы установлено достоверное укорочение общей продолжительности цикла до ($4,0 \pm 0,07$) дня, $P < 0,05$. Наряду с этим, начиная со 2-й недели облучения, у большинства животных за-

Таблица 1. Изменение длительности полового цикла белых крыс под влиянием 14-кратного облучения гелий-неоновым лазером

Продолжительность облучения, мин	Число животных	Число дней наблюдения во время (после) воздействия	Средняя продолжительность полового цикла ($M \pm m$), дни	
			во время воздействия	после воздействия
0,5	10	120(136)	$4,6 \pm 0,12$	$4,0 \pm 0,07^*$
5	10	109(133)	$4,7 \pm 0,16$	$5,1 \pm 0,17$
10	10	105(119)	$5,0 \pm 0,22$	$5,7 \pm 0,14^*$

В контроле средняя продолжительность полового цикла составляла ($4,7 \pm 0,04$) дня.

* $P < 0,05$.

Таблица 2. Изменение продолжительности отдельных фаз полового цикла у белых крыс после 14-кратного облучения гелий-неоновым лазером

Продолжительность облучения, мин	Число животных	Продолжительность фаз полового цикла, дни ($M \pm m$)%			
		Фаза эструса		Фаза диэструса	
		во время облучения	после облучения	во время облучения	после облучения
0,5	10	$2,1(45 \pm 4,5)^*$	$2(50 \pm 4,3)^*$	$1,3(29,2 \pm 4,1)$	$1(25 \pm 3,7)^*$
5	10	$1,6(33,9 \pm 4,5)$	$2(39,8 \pm 4,2)^{**}$	$1,5(32,1 \pm 4,5)$	$1,5(29,3 \pm 3,9)$
10	10	$1,7(34,3 \pm 4,6)$	$1,7(29,4 \pm 4,2)$	$1,8(37,1 \pm 4,7)$	$2,5(43,7 \pm 4,5)^*$

В контроле продолжительность фазы эструса составляла 1,5 дня ($31,1 \pm 1,3$)%, фазы диэструса 1,6 дня ($34 \pm 1,3$)%.

* — $P < 0,05$

** — $0,1 > P > 0,05$.

метно увеличилась фаза эструса. Средняя продолжительность этой фазы во время курса облучения составляла ($45 \pm 4,5$) % общей продолжительности цикла, что было достоверно больше, чем у животных контрольной группы — ($31,1 \pm 1,3$) %, $P < 0,05$ (табл. 2). Еще большие различия показателей у животных опытной и контрольной групп наблюдались в период последствия: продолжительность фазы эструса увеличилась до ($50,0 \pm 4,3$) % от общей продолжительности цикла. В то же время длительность фазы покоя, составляющая до облучения ($34,0 \pm 1,3$) %, после курсового воздействия сократилась до ($25,0 \pm 3,7$) %, $P < 0,05$.

Таким образом, ежедневное в течение 14 дней воздействие на организм лазерным светом с экспозицией 30 с оказало выраженное стимулирующее действие на функцию

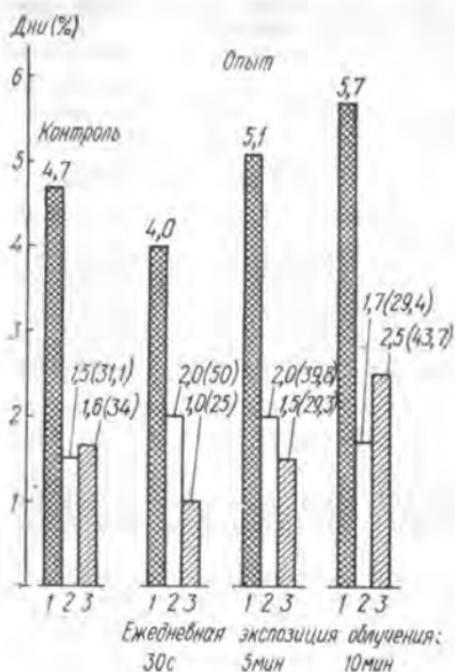


Рис. 3. Данные изменения длительности полового цикла (1), фаз эструса (2) и диэструса (3) у белых крыс в зависимости от экспозиции облучения

$\pm 4,2$) % общей продолжительности цикла, тогда как в контроле — $(31,1 \pm 1,3)$ %, $0,1 > P > 0,05$ (см. табл. 2). Таким образом, изменения относительной длительности фазы эструса в этой группе опытов были менее значительными, чем в первой.

При удлинении ежедневной экспозиции облучения до 10 мин после 14 сеансов наблюдали статистически достоверное удлинение общей продолжительности цикла. Как представлено в табл. 1, этот показатель составлял $(5,7 \pm 0,14)$ дня, тогда как до облучения средняя продолжительность полового цикла соответствовала $(4,7 \pm 0,04)$ дня. Такое изменение происходило не за счет удлинения фазы эструса, как в предыдущей группе опытов, а за счет удлинения фазы диэструса, продолжительность которой после 14 сеансов облучения достигла $(43,7 \pm 4,5)$ % общей продолжительности полового цикла, тогда как до воздействия лазерным светом величина ее составляла $(34 \pm 1,3)$ % (см. табл. 2); разница статистически достоверна: $P < 0,05$. Следовательно, имеется определенная зависимость изменений общей про-

яичников, проявившееся достоверным удлинением периода эструса и укорочением общей продолжительности цикла.

При увеличении ежедневной экспозиции воздействия лазерным светом до 5 мин стимулирующее действие облучения на функциональное состояние яичников проявлялось слабее. При этом общая продолжительность полового цикла не изменялась (см. табл. 1). В период последействия этот показатель соответствовал $(5,1 \pm 0,17)$ дня, в контроле — $(4,7 \pm 0,04)$ дня, разница статистически не достоверна: $P > 0,01$. Отмечена тенденция к удлинению фазы эструса у крыс 2-й группы, как и у животных 1-й группы. Ее продолжительность после 14 пятиминутных сеансов облучения составляла $(39,8 \pm$

должительности полового цикла и соотношения его отдельных фаз (эструса и диэструса) от экспозиционной дозы облучения, что свидетельствует о том, что лазерный свет вызывает противоположные эффекты: стимуляцию или угнетение функциональной активности яичников.

Иммобилизация контрольных животных в станке на время, равное продолжительности облучения в соответствующих группах опыта, не оказывала сколько-нибудь существенного влияния на продолжительность полового цикла и соотношение его отдельных фаз.

Таким образом, многократное облучение потоком света гелий-неонового лазера кожных рефлексогенных зон оказывало выраженное влияние на функциональную активность яичников, при этом вызываемый эффект зависел от экспозиционной дозы облучения. При облучении по 0,5—5 мин ежедневно в течение 14 дней наблюдалось активизирующее действие лазерного света на функциональное состояние яичников по типу эффекта эстрогенной стимуляции. По мере увеличения экспозиции облучения этот эффект был менее выражен, и после курсового воздействия лазерным светом с ежедневной экспозицией 10 мин выявлено торможение функциональной активности яичников.

Результаты наших исследований являются еще одним доказательством того, что ответная реакция организма при облучении светом гелий-неонового лазера весьма ощутимо зависит от длительности облучения.

Становится очевидным, что лазерное излучение даже минимальной интенсивности при многократном воздействии может привести к значительным функциональным изменениям в организме, оказывает в зависимости от продолжительности облучения стимулирующее либо угнетающее влияние на различные органы и биологические процессы. Поэтому при апробации лазеротерапии в клинической, в том числе и в акушерско-гинекологической практике, необходим тщательный подбор оптимальных лечебных доз облучения.

Морфологические и некоторые гистохимические особенности яичников крыс, подвергавшихся влиянию излучения гелий-неонового лазера. При микроскопическом изучении яичников крыс, подвергавшихся воздействию лазерного излучения по приведенной выше методике, было обнаружено полнокровие сосудов, расширение капилляров, увеличение количества фолликулов на разных стадиях созревания. Указанные изменения наблюдались на 3-и и 10-е сутки после двухнедельных курсов облучения по 0,5, 5 и 10 мин ежедневно, однако к 17-му дню они практически полностью

исчезали. Дистрофических и деструктивных изменений в тканях яичника не обнаружено.

На 3-и сутки после многократного лазерного облучения указанными выше экспозициями выявлено увеличение содержания аскорбиновой кислоты в тканях яичника. В цитоплазме яйцеклетки увеличилось количество гранул аскорбиновой кислоты, они стали крупнее, располагались преимущественно по периферии.

Значительно возросло количество гранул аскорбиновой кислоты в цитоплазме зернистых клеток, в клетках теки фолликула (рис. 4, 5), в интерстиции яичника, где они располагались в виде компактно лежащих небольших групп (рис. 6, 7). Заметное увеличение размеров и количества гранул наблюдали и в клетках желтых тел яичников, здесь встречались значительные скопления гранул аскорбиновой кислоты (рис. 8, 9, 10).

На 10-е сутки все вышеописанные изменения были максимально выражены после многократного облучения по 0,5 мин ежедневно, минимально — после сеансов продолжительностью 10 мин. На 17-е сутки после курсового облучения содержание аскорбиновой кислоты во всех структурных элементах яичника уменьшалось до уровня его в контроле. Лишь в некоторых препаратах отмечалось незначительное преобладание количества ее в клетках желтых тел и в интерстиции яичников животных, подвергавшихся облучению с экспозицией 0,5 мин.

При гистохимическом определении содержания липидов в тканях яичников установлено их незначительное содержание на 3-и сутки после многократного облучения продолжительностью 5 и 10 мин. В то же время отмечалось заметное исчезновение липидов из соединительнотканых элементов теки фолликула, иногда обнаруживались клетки, полностью лишенные их. В этот же срок после курса облучения с экспозицией 0,5 мин снижение содержания липидов из соединительнотканых элементов стромы и теки фолликулов было более выраженным, чем после курсов облучения продолжительностью 5 и 10 мин. На 17-е сутки уровень липидов у животных всех групп приближался к данным в контроле. Из этого следует, что содержание липидов в тканях яичника изменялось иначе, чем содержание аскорбиновой кислоты.

Таким образом, многократное облучение гелий-неоновым лазером в исследованном режиме не вызывало развития деструктивных и дистрофических процессов в тканях яичников. Полученная совокупность данных первой серии опытов (укорочение длительности полового цикла наряду с

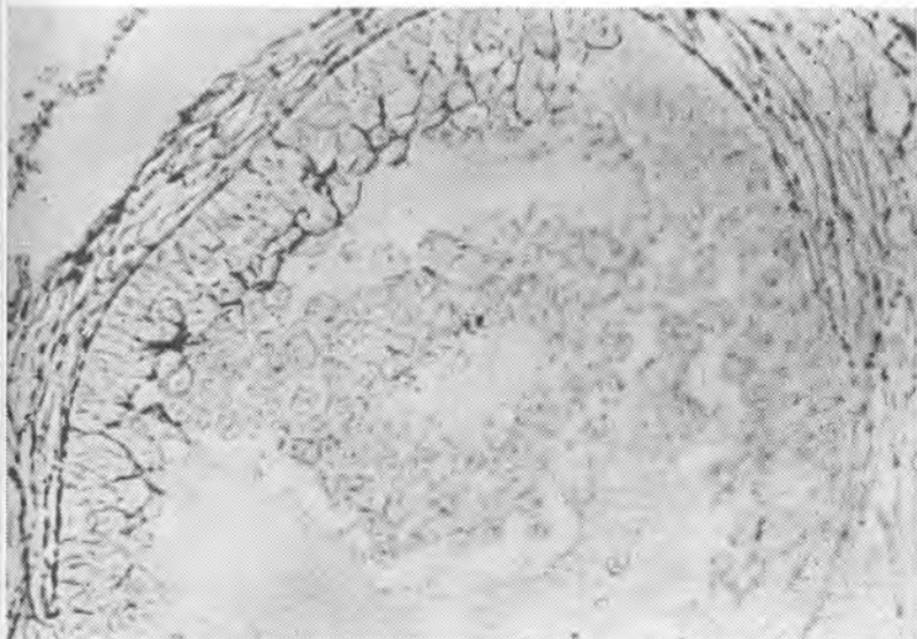


Рис. 4. Растущий фолликул яичника контрольной крысы. Небольшое содержание аскорбиновой кислоты в клетках теки фолликула. Импрегнация серебром. Микрофото. Об. 20, ок. 10

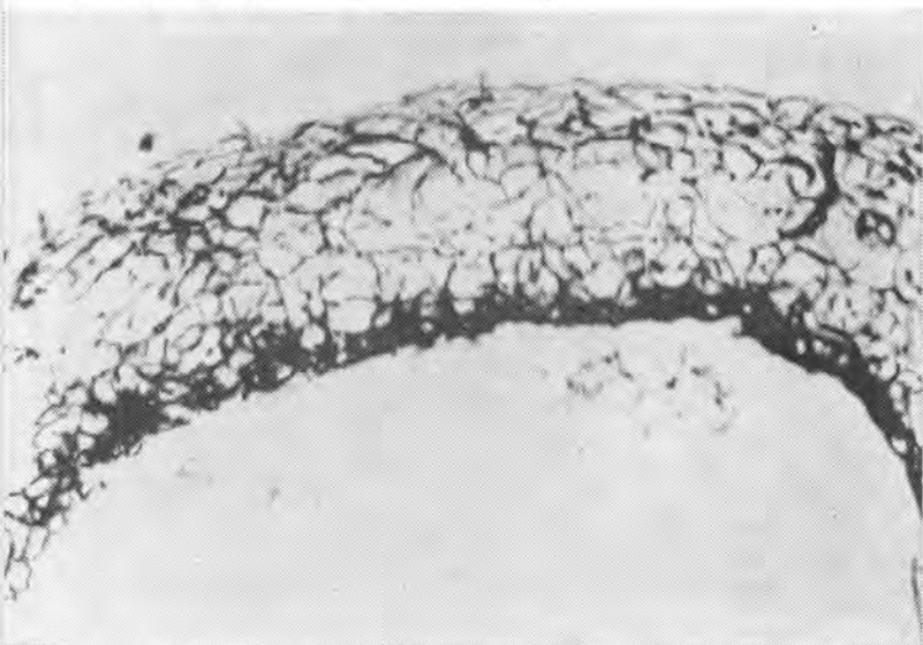


Рис. 5. Тека фолликула яичника крысы, подвергавшейся влиянию лазерного облучения (экспозиция 30 с). Значительное увеличение содержания аскорбиновой кислоты в зернистых клетках. Импрегнация серебром. Микрофото. Об. 40, ок. 10

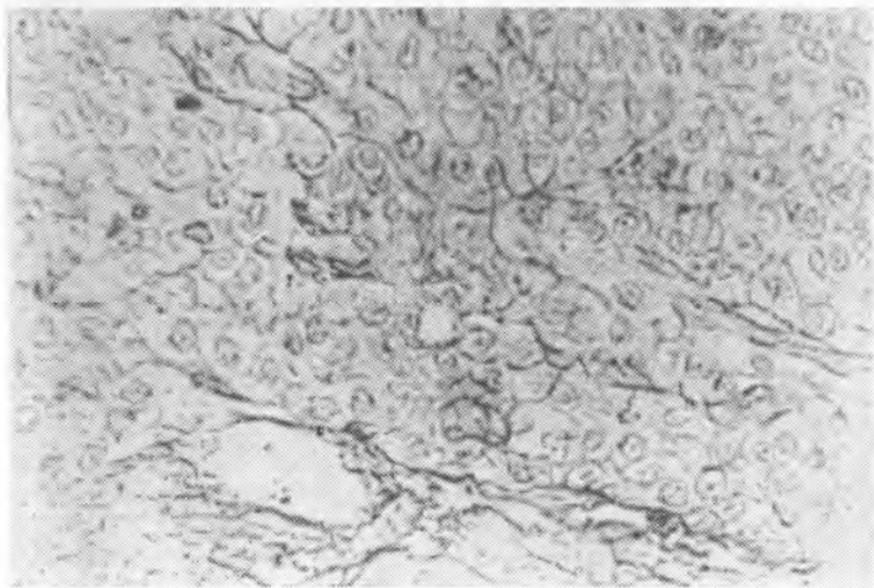


Рис. 6. Интерстициальная ткань яичника контрольной крысы. Минимальное содержание аскорбиновой кислоты. Импрегнация серебром. Микрофото. Об. 40, ок. 10

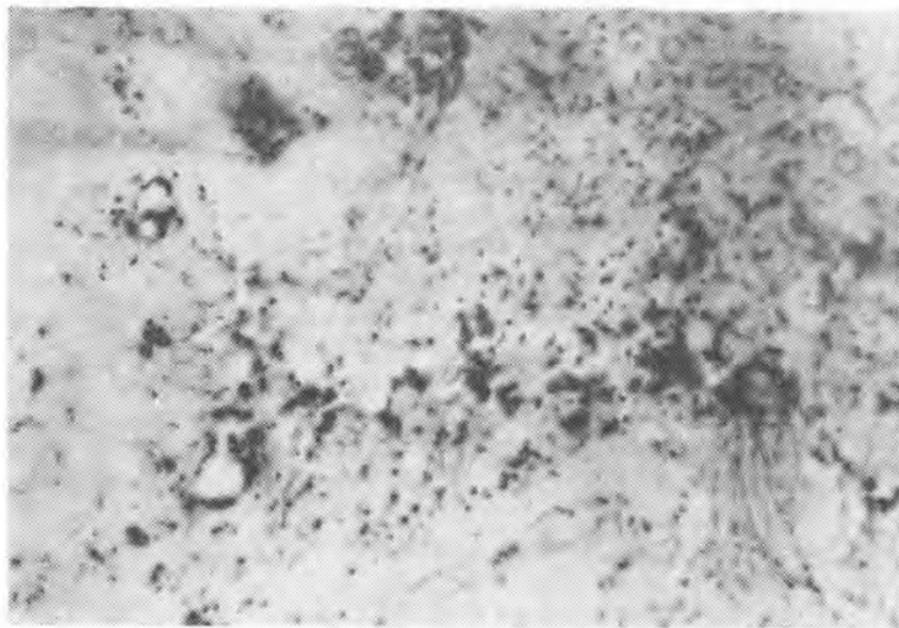


Рис. 7. Интерстициальная ткань яичника крысы, подвергавшейся действию лазера (экспозиция 5 мин). Очаговое увеличение содержания аскорбиновой кислоты в ее структурах. Импрегнация серебром. Микрофото. Об. 40, ок. 10

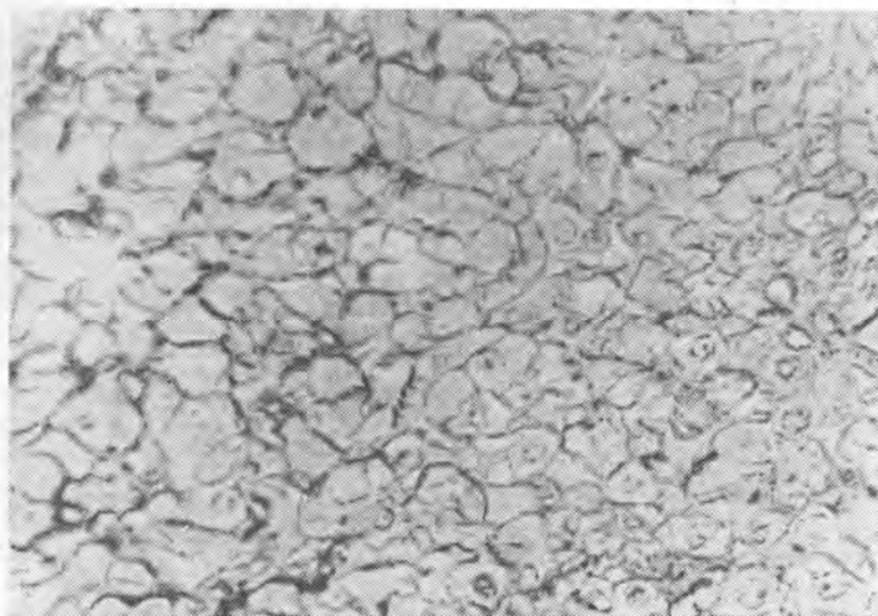


Рис. 8. Желтое тело яичника контрольной крысы. Минимальное содержание аскорбиновой кислоты. Импрегнация серебром. Микрофото. Об. 40, ок. 10

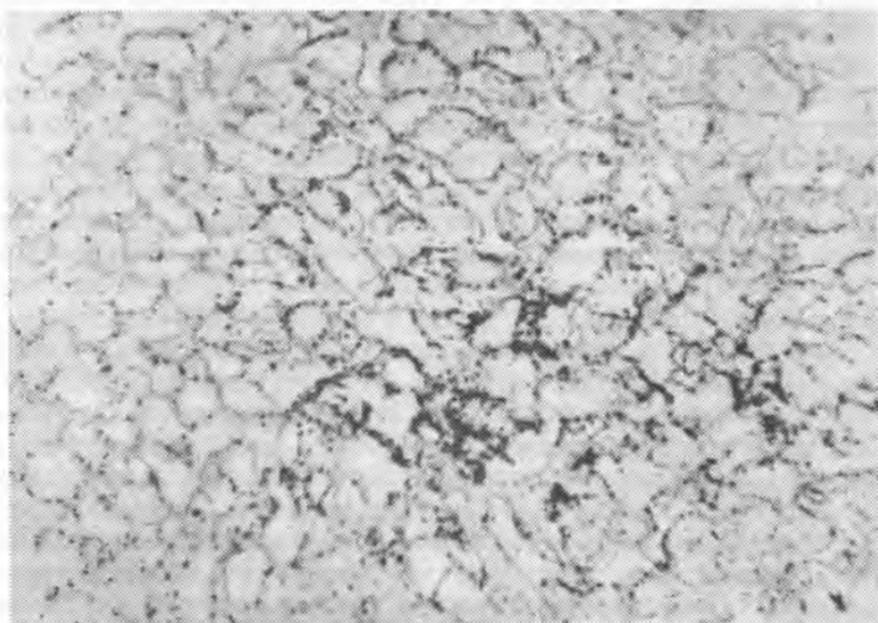


Рис. 9. Желтое тело яичника крысы, подвергавшейся действию лазера (экспозиция 5 мин). Увеличение содержания аскорбиновой кислоты в лютеоцитах. Импрегнация серебром. Микрофото. Об. 40, ок. 10

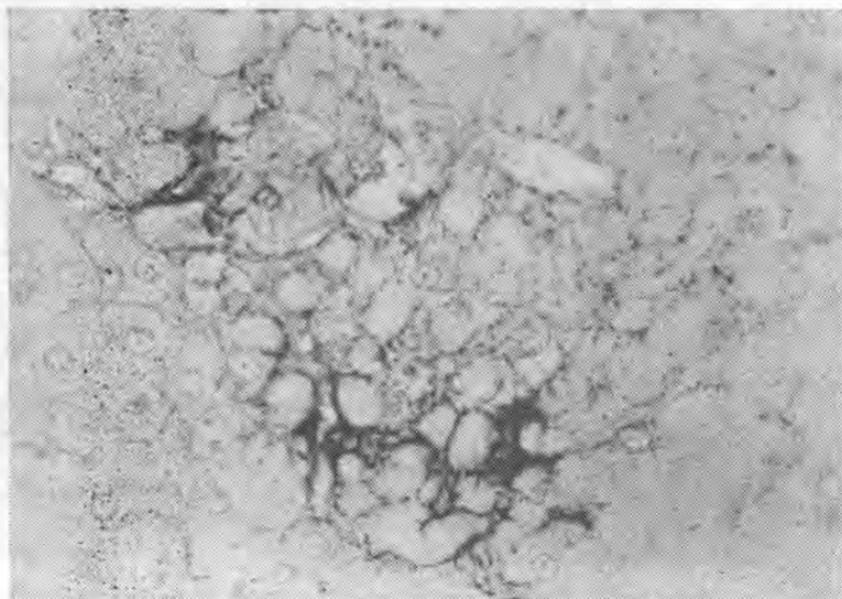


Рис. 10. Желтое тело яичника крысы, подвергавшейся действию лазера (экспозиция 30 с). Значительное очаговое увеличение содержания аскорбиновой кислоты в его структурах. Импрегнация серебром. Микрофото. Об. 40, ок. 15

относительным удлинением фазы эструса, увеличение количества фолликулов на разных стадиях созревания и желтых тел в яичнике, усиление гемодинамики в них, увеличение содержания аскорбиновой кислоты и уменьшение липидов в тканях органа) свидетельствует о стимуляции фолликулярного аппарата яичников, усилении продукции эстрогенов. Аналогичные изменения наблюдались и при 14-кратном ежедневном облучении светом гелий-неонового лазера по 0,5—5 мин, причем по мере увеличения экспозиционной дозы их выраженность уменьшалась.

Учитывая, что циклические изменения в организме осуществляются под действием сложной, тонко реагирующей на разные внешнесредовые воздействия системы регуляции, можно предположить, что наблюдаемые эффекты обусловлены общими нейро-гуморальными сдвигами в организме, опосредованными изменениями гипоталамо-гипофизарной системы. Последней, как известно, принадлежит определяющее значение в регуляторной деятельности функционального состояния яичников (Б. В. Алешин, 1973; S. Milcu, A. Danila-Muster, 1973; К. Н. Жмакин, 1980).

Высказанное мнение подтверждают данные В. И. Грищенко и соавторов (1977), Ю. С. Паращука (1978) об увеличении экскреции с мочой гонадотропинов (фоллитропина и лютропина) после курсового воздействия света гелий-неонового лазера на биологически активные точки (БАТ) половых органов, что указывает на дополнительный выброс этих гормонов в кровяное русло в результате облучения. Можно согласиться с мнением приведенных авторов, что изменения менструальной функции при воздействии излучения гелий-неонового лазера наступают в результате рефлекторных реакций, возникающих в специфических центрах половой системы, ответственных за регуляцию менструального цикла. Возможно, что, кроме участия в этих процессах гипоталамо-гипофизарной системы, параллельно изменяется активность и некоторых других органов и нервных центров, участвующих в регуляции функции яичников (например, корковых центров, эпифиза). Так, В. И. Грищенко и соавторы (1977) сообщили, что в условиях облучения наступает уменьшение продукции мелатонина, указывающее на снижение функциональной активности эпифиза. Причем эти изменения предшествуют увеличению экскреции гонадотропинов и поэтому могут явиться дополнительным звеном, активизирующим функциональное состояние гипофиза. Таким образом, авторы предполагают возможность осуществления двух путей воздействия света лазера на процессы активации выработки гонадотропинов. Тем не менее вопросы реализации эффектов облучения пока остаются неизученными.

Биологические эффекты излучения гелий-неонового лазера, равно как и воздействия излучения высокоэнергетических лазерных установок, зависят не только от экспозиционной дозы и интенсивности облучения, но и от многих других факторов, как, например, от способа подведения луча, пигментированности кожных покровов, способности тканей к поглощению излучаемого света (И. Б. Лапрун и соавт., 1977), характера применяемых фотосенсибилизаторов (S. Fine, E. Klein, 1965; Н. Ф. Гамалея, 1972; Л. В. Тимошенко и соавт., 1980) и других. Эти факторы также необходимо учитывать при экспериментальном обосновании и апробации в клинической практике нового вида лечения — лазерной биоэнерготерапии.

Изучение действия излучения гелий-неоновых лазеров на экспериментальные модели патологических процессов. Для обоснования возможности применения излучения гелий-неонового лазера с лечебной целью в акушерстве и гинекологии проводится изучение влияния этого фактора на экспериментальные модели патологических процессов. К сожалению,

такие исследования, несмотря на их актуальность, пока весьма немногочисленны.

Так, С. Н. Давыдов и соавторы (1980) исследовали лечебное действие гелий-неонового лазера на животных с искусственно нарушенным процессом овуляции. Проведению этих исследований предшествовало создание авторами модели ановуляторных состояний у крыс путем помещения их в условия длительного непрерывного освещения. В результате воздействия гипериллюминации в яичниках крыс появлялись в значительном количестве кистозно измененные фолликулы и фолликулярные кисты, а также отмечалось патологическое изменение их функции в виде состояния перманентной течки. Из 29 крыс, использованных в экспериментах, 17 были подвергнуты облучению лазером ОКГ ЛГ-75 с выходной мощностью 25 мВт. Воздействие потока излучения лазера направляют на предварительно эпилированный участок кожи пояснично-крестцовой области животного (место проекции яичников и их рефлексогенные зоны). Диаметр светового пятна на коже составлял 5 см. Плотность потока мощности излучения не указана. Облучение проводили в течение 15 дней по 5 мин ежедневно. У 8 крыс отмечен спонтанный выход из состояния перманентной течки, органы 4 крыс исследованы на высоте смоделированного патологического процесса. Животных умерщвляли через 18 сут после воздействия излучения гелий-неонового лазера. Морфологические исследования яичников производили на срединных срезах, окрашенных гематоксилин-эозином и по методу Ван-Гизона.

Наиболее быстрый выход из состояния перманентной течки был отмечен у животных со спонтанным обратным развитием патологического процесса (по кольпоцитологическим и гистологическим данным).

При подсчете фолликулов на разных стадиях развития и желтых тел на срединных срезах яичников у животных, подвергавшихся лазерному облучению, было отмечено уменьшение среднего количества функционирующих желтых тел и преобладание кистозно измененных фолликулов и желтых тел по сравнению с их количеством у крыс, спонтанно выходивших из состояния перманентной течки, что авторы объясняют неблагоприятным влиянием излучений гелий-неонового лазера на функциональное состояние яичников у животных с данной экспериментальной патологией.

Полученные результаты опытов представляются нам вполне закономерными, поскольку гипериллюминация вызвала у животных состояние относительной гиперэстрогении, проявившееся перманентной течкой, а лазерное облучение,

оказывая стимулирующее влияние на функциональное состояние фолликулярного аппарата яичников, еще более усугубило этот процесс, то есть в данном случае имело место потенцирование эффекта за счет однонаправленности действия двух внешнесредовых факторов (лазерного излучения и гипериллюминации). Поэтому выход животных из состояния перманентной течки после облучения гелий-неоновым лазером оказался более длительным, чем у крыс, спонтанно вышедших из состояния течки. Проведенные исследования имеют важное клиническое значение, поскольку указывают на зависимость биологических эффектов лазерного облучения от исходного функционального состояния подвергшихся этому воздействию органов, тканей и организма в целом.

Определенный интерес с точки зрения обоснования возможности применения гелий-неоновых лазеров для лечения истинных эрозий и трофических язв шейки матки представляют исследования В. В. Стежковой и соавторов (1981), разработавших экспериментальную модель этой патологии у крыс и изучивших течение регенеративных процессов в условиях облучения. Авторы исследовали оптимальные режимы и дозы облучения, необходимость использования тех или других витальных красителей для усиления биологического эффекта, изучили сроки и полноту регенерации при воздействии излучения гелий-неонового лазера.

Истинная эрозия шейки матки в приведенных исследованиях формировалась путем нанесения скарификации специальной кюреткой с последующим введением во влагалище крыс-самок в течение трех дней тампонов с 0,1 М раствором NaOH для изменения рН влагалищного содержимого. В качестве источника лазерного излучения авторы использовали экспериментальную установку, состоящую из ЛГ-75, фокусирующих линз, гибкого световода и специального наконечника типа гинекологического зеркала. Таким способом достигалось избирательное облучение экспериментальной эрозии. Воздействие лучами лазера осуществляли с 6-го дня от начала моделирования процесса, когда воспалительные изменения охватывали и глубокие слои шейки матки. По мнению авторов, предложенная ими экспериментальная модель адекватна истинной эрозии шейки матки. Было установлено, что воздействие лазерного излучения мощностью 8 мВт с экспозицией от 1 до 5 мин приводит к полному заживлению экспериментальной истинной эрозии шейки матки после 6—8 сут ежедневного облучения. Интересно, что при увеличении ежедневной экспозиции облучений до 10 мин в клетках эпителия, покрывающего эрозированную поверхность, появлялись дистрофические изменения, отмечалась тенденция

к случаю изменения их, имелись выраженные изменения в строении. Эти данные являются еще одним подтверждением существования зависимости «энергия — длительность воздействия — эффект» при действии лазерного излучения на различные биологические структуры и процессы.

Немногочисленные экспериментальные данные посвящены изучению действия лазерного излучения на воспалительный процесс (в основном кожных покровов) и заживление экспериментальных ран (М. М. Авербах и соавт., 1976; З. Ф. Бойко и соавт., 1976; В. Н. Кошелев и соавт., 1978, и др.).

Установлено, что излучение гелий-неоновых лазеров в определенных режимах и дозах понижает вирулентность стафилококков и их лекарственную устойчивость путем элиминации генетических детерминант резистентности — плазмидного типа (Т. Н. Агуркова, 1979).

Вышеприведенные теоретические и экспериментальные данные в какой-то мере служат основанием к применению лазеротерапии в гинекологической практике. Однако следует заметить, что результаты ряда исследований, посвященных использованию низкоэнергетических лазеров в экспериментальной и клинической медицине, противоречивы, зачастую их нельзя объяснить, подвергнуть сравнительному анализу и тем более воспроизвести. Причина этого — неполное и некачественное описание методик облучения (способов и режимов воздействия). В работах нередко отсутствуют важные сведения о дозировании лазерной энергии: не указываются ППМ на облучаемом объекте, экспозиция воздействия и другие необходимые сведения. Однако известно, что доза лазерной энергии, воздействующая на ткани и в значительной мере определяющая биологический эффект облучения, даже в случаях применения одного и того же источника и объекта облучения может варьировать в довольно широких пределах в зависимости от ППМ, экспозиции, частоты и количества сеансов воздействия и других факторов.

1.3. Влияние лазерного излучения на процессы репродукции и внутриутробное развитие плода

Экспериментальные и клинические данные о влиянии лазерного излучения на процессы репродукции, течение беременности и внутриутробное развитие плода крайне малочисленны.

S. Fine и соавторы (1965) одними из первых сообщили об отдаленных последствиях облучения высокомоощными лазерами половых органов животных. После облучения яич-

ников и яичек мышей было отмечено отсутствие у потомства облученных родителей каких-либо существенных отклонений в развитии. Направленное воздействие сфокусированного луча рубинового лазера на эмбрионы (область бластодермы) при облучении через скорлупу, оболочки и белка глубиной в несколько миллиметров с последующей инкубацией яиц вызывало появление врожденных аномалий развития у зародышей — вывернутых наружу изуродованных лап, бугристости внутренних органов (К. R. Lang и соавт., 1964). Аномалии развития наблюдали и в том случае, когда эмбрионы облучали через стерильное покрывное стекло, помещенное над небольшим отверстием в скорлупе.

J. Edlow и соавторы (1964, 1965) воздействовали на развивающиеся зародыши рубиновым лазером с энергией от 20 до 40 Дж, непосредственно облучая выведенный наружу рог матки крысы в конце беременности. При этом разрывы стенки матки не наблюдали, целостность амниотической сумки также сохранялась, однако у эмбрионов развивались очаги поражения (разрывы, фрагментация ткани, некротические изменения) различной локализации, проявляющиеся особенно резко на границе между разнородными тканями. В ряде случаев имели место и поражения внутренних органов (некроз гепатоцитов, локальные поражения легких). Несмотря на значительную вариабельность данных, в целом поражения у зародышей были более выражены при облучении на более поздних стадиях развития, что в определенной мере связано с толщиной стенки матки, мембран плаценты (Н. Ф. Гамалея, 1972).

Приведенные экспериментальные исследования свидетельствуют об избирательности воздействия лазерного излучения на биологические ткани, а также о его способности повреждать глубоколежащие ткани при значительной деструкции поверхностных.

В работах по изучению влияния излучения лазеров на эмбриогенез использовали в основном лишь лазеры относительно высокой мощности импульсного режима генерации.

Обстоятельные данные о влиянии различных типов лазерного излучения на процессы репродукции и внутриутробное развитие в доступной нам литературе отсутствуют, тем не менее исследования такого рода необходимы, так как известна высокая чувствительность этих процессов к лучевым факторам.

В связи с наиболее широкими возможностями применения в самых различных областях медицины, включая и акушерство, излучения лазеров гелий-неонового типа (как нового физиотерапевтического средства) исследования

процессов репродукции, эмбриогенеза, функционально-физиологического состояния беременных, течения родов, состояния плода и новорожденного в условиях облучения этими ОКГ представляют особый интерес. Такие немногочисленные исследования выполнены преимущественно отечественными авторами (К. В. Чачава и соавт., 1974, 1976; И. В. Лопушан и соавт., 1976; Г. Г. Джвобенана, 1980; Л. В. Тимошенко и соавт., 1980; И. Р. Барилляк, И. В. Лопушан, 1981).

Представляет интерес краткое сообщение К. Г. Кайдаулова (1976) о влиянии излучения гелий-неонового лазера на процессы репродукции у птиц. Автор отметил увеличение яйценоскости и стимуляцию сперматогенеза в результате лазерного облучения. При многократном облучении самцов низкоинтенсивным потоком монохроматического красного света гелий-неонового лазера ЛГ-75 (дозы, режимы и способы воздействия не указаны) наблюдалось увеличение объема эякулята более чем в 2 раза, повышение активности сперматозоидов, а при искусственном обсеменении — повышение оплодотворения яиц на 17 %.

Начиная с 1974 г., стали появляться немногочисленные сообщения о влиянии низкоинтенсивного излучения гелий-неонового лазера (выходной мощностью до 25 мВт) на течение беременности у крольчих (К. В. Чачава и соавт., 1974; Г. Г. Джвобенана и соавт., 1974—1981; Ц. Г. Дидия и соавт., 1976, и др.). Во всех этих исследованиях облучение животных проводилось только во II половине беременности; условия и дозировка воздействия была одинаковой: проводили ежедневное 10-минутное облучение животных потоком лазерного света, направленного на область шейных рефлексогенных зон (ППМ составляла 20—25 мВт/см²). При таком воздействии нарушений течения беременности авторами не обнаружено. Клеточный состав периферической крови беременных был в пределах нормы (Г. Г. Джвобенана и соавт., 1974; К. В. Чачава и соавт., 1974). Показатели коагулограммы крови в целом также были в физиологических пределах, отмечалось лишь незначительное понижение коагулирующих свойств крови (Г. Г. Джвобенана, 1981).

У облученных беременных животных по сравнению с контрольными увеличивался рН. Последнее происходило под влиянием накопления щелочных радикалов, что подтверждалось увеличением буферных оснований, истинных и стандартных бикарбонатов. Было также установлено повышение рО₂ перед родами вследствие улучшения легочного газообмена (Г. Г. Джвобенана и соавт., 1976, 1980; К. В. Чачава и соавт., 1974). Заметных изменений в морфологическом составе костного мозга обнаружено не было. Незначи-

тельное увеличение количества базофильных и полихроматофильных нормобластов не выходило за пределы нормы. Не было также обнаружено структурно-функциональных изменений паренхиматозных элементов гипофиза, надпочечников и яичников облученных крольчих (Г. С. Данелия и соавт., 1976; Г. Г. Джвобенана и соавт., 1975). Некоторые изменения сосудистых элементов по типу гиперемии и стаза выявлялись главным образом на уровне капилляров и в целом были выражены в незначительной степени. Беременность у облученных кроликов во всех случаях протекала нормально. Роды нормальными крольчатами наступили в срок. Отставания и отклонений от нормального развития у потомства облученных животных не выявлено. Эти экспериментальные данные в какой-то мере послужили основанием к клиническому применению гелий-неонового лазерного излучения для лечения нефропатии беременных и другой акушерской патологии (Г. Г. Джвобенана, 1979, 1980).

Однако приведенных данных явно недостаточно для суждения о характере влияния лазерного излучения на процессы репродукции и эмбриогенез, а без этого невозможны широкое внедрение лазеротерапии в акушерско-гинекологическую практику и оценка излучения гелий-неонового лазера как нового профессионально-гигиенического фактора.

Учитывая вышесказанное, нами проведено изучение влияния гелий-неонового лазерного излучения на внутриутробное развитие плода, включая до- и постимплантационные стадии эмбриогенеза; тератогенного действия излучения в дозах, в 5—6 раз превышающих оптимальные терапевтические, рекомендуемые для клинического применения при акушерской патологии; комбинированного воздействия излучения гелий-неоновых лазеров и некоторых химических тератогенов на эмбриональное развитие, а также цитогенетических эффектов этого фактора в эксперименте на животных.

Согласно поставленным задачам, нами было выполнено 3 серии экспериментов:

I — исследование влияния излучения гелий-неонового лазера на беременных самок и внутриутробное развитие плода;

II — изучение комбинированного действия лучей лазера и некоторых тератогенов на эмбриональное развитие;

III — исследование цитогенетических эффектов гелий-неонового излучения в клетках костного мозга крыс.

Опыты проводили на белых крысах-самках линии Вистар питомника АМН СССР «Рапполово» (всего было

использовано 182 половозрелые крысы и 1259 крысиных плодов).

Источником облучения служил гелий-неоновый лазер ЛГ-75 (λ 632,8 нм, выходная мощность, контролируемая в процессе проведения опытов при помощи прибора ИМО-2, составляла 25 мВт). ППМ излучения во всех сериях составляла 25 мВт/см², площадь облучения — 1 см², экспозиция одного сеанса — 5 мин. Проводили ежедневное местное транскутанное облучение эпилированной области кожи; количество сеансов, место облучения и другие условия опытов определялись задачами каждой серии исследований и указаны ниже.

В настоящем разделе главы представлены результаты исследований I и II серии опытов.

Для получения датированной беременности половозрелых крыс-самок массой 160—200 г подсаживали к самцам в фазе течки, а день обнаружения спермиев во влагалищных мазках считали 1-м днем беременности.

Облучение иммобилизованных животных проводили ежедневно с 1-го по 2-й день беременности (I серия опытов) или с 9-го по 13-й день беременности (II серия опытов). Концентрированный пучок лазерных лучей направляли на переднюю брюшную стенку в области проекции только правого маточного рога. Животным II серии опытов на 13-й день беременности вводили внутривенно антималярийный препарат хлоридин в дозе 50 мг/кг или противоопухолевый препарат меркаптопурин в дозе 60 мг/кг.

Установлено, что эти препараты, будучи введенными в организм беременных в период активного органогенеза (13-й день беременности), в указанных концентрациях вызывают уродства развития у 100 % зародышей крыс (А. П. Дыбан, И. М. Акимова, 1965; Ю. С. Вишняков, 1968).

Животных контрольной группы иммобилизовали на модифицированной доске Ренауда аналогичным образом, кроме того, группе животных вводили тератогены в те же сроки и в тех же дозах, что и опытным крысам II серии опытов. Всех беременных крыс забивали на 20-й день беременности бескровным методом (путем перерывания спинного мозга), производили лапаротомию, извлекали и рассекали рога матки, подсчитывали число мест имплантации, количество погибших, мацерированных, резорбированных) и живых зародышей. Половину зародышей фиксировали в жидкости Буэна для последующего анализа состояния внутренних органов при помощи модифицированной микроанатомической методики Вильсона (И. Р. Барияк, 1967), остальных — в 96 % спирте этиловом с целью изучения состояния костной

системы на тотальных просветленных препаратах, окрашенных ализариновым красным (А. П. Дыбан и соавт., 1970). Учет результатов опытов проводили раздельно для правого (облученного) и левого (необлученного) рогов матки у каждого опытного животного.

Печень самок, эмбриональную печень и плаценту фиксировали в жидкости Буэна или 10 % водном растворе формальдегида и впоследствии подвергали гистологической и гистохимической обработке. При этом использовали следующие методы: окраску гематоксилином и эозином по Маеру, выявление ДНК — по Фельгену, РНК — по Элквисту, гликогена — ШИК-реакцией с амилазным контролем (Э. Пирс, 1962). На препаратах, окрашенных по методу Фельгена, подсчитывали число делящихся клеток и соотношение отдельных фаз митоза.

В опытах по изучению влияния лазерного излучения на внутриутробное развитие плода при воздействии концентрированного пучка света ежедневно по 5 мин на протяжении всей беременности (I серия опытов) установлено отсутствие тератогенной активности излучения. Тем не менее, как представлено в табл. 3, такое воздействие обусловило выраженный эмбриолетальный эффект: общая гибель зародышей достигла ($35,1 \pm 4,2$) %, в контроле — ($9,3 \pm 1,8$) %, разница статистически достоверна, $P < 0,05$. Причем этот эффект реализовался, как правило, на доимплантационной стадии, когда гибель зародышей составляла ($34,4 \pm 4,2$) %. После имплантации отмечена гибель лишь 1 из 131 зародышей, что составило ($1,2 \pm 1,2$) %, в контроле — ($4,9 \pm 1,4$) %, $P < 0,05$. Заслуживает внимания тот факт, что гибель зародышей наблюдали не только в правом, находившемся на стороне облучения роге матки, но и в левом, не подвергавшемся непосредственному действию лучевого фактора и служившим относительным контролем (различия в показателях до- и постимплантационной эмбриолетальности между обоими рогами матки были статистически не достоверны, $P > 0,05$). Это указывает на то, что наблюдаемый эффект облучения реализовался не путем местных реакций в зоне воздействия излучения, а был опосредован общими изменениями в организме беременной, индуцированными гелий-неоновым светом.

Таким образом, в результате лазерного воздействия погибла $\frac{1}{3}$ крысиных зародышей, в 98,8 % случаев — на доимплантационных стадиях эмбриогенеза.

Наблюдаемый эмбриолетальный эффект не связан с ежедневной иммобилизацией крыс на протяжении всего

Таблица 3. Влияние излучения гелий-неонового лазера на внутриутроб-

Группа животных, воздействие	Число животных	Число живых плодов	Погиб-
			до им- число
Облучение светом лазера по 5 мин (1—20-й день беременности)	10	46	18
опытный рог матки			27
контрольный рог матки			45
оба рога		85	
Иммобилизация по 5 мин (1—20-й день беременности)	11	113	11
Иммобилизация 2,5 ч (на 13-й день беременности)	10	74	5
Контроль	26	234	12

периода беременности, так как, согласно представленным в табл. 3 данным, такая кратковременная иммобилизация не влияет на внутриутробное развитие крысы (показатели до- и постимплантационной гибели эмбрионов иммобилизованных животных статистически достоверно не отличаются от таковых у животных контрольной группы), $P > 0,05$. Более того, даже 2,5-часовая иммобилизация (см. табл. 3) на 13-й день беременности (период активного органогенеза) только незначительно повышала постимплантационную гибель зародышей и не вызывала каких-либо отклонений от нормального морфогенеза.

Учитывая результаты собственных исследований и вышеприведенные данные литературы о повышении активности фолликулярного аппарата яичников под влиянием лучей гелий-неонового лазера в условиях эксперимента и клиники, можно предположить, что рост доимплантационной эмбриолетальности обусловлен эффектом временно индуцированной гиперпродукции эстрогенных гормонов в организме беременных самок, наступившим в результате облучения.

Если исходить из общих положений о регуляции полового цикла, вероятный механизм наблюдаемого явления нам представляется следующим.

Низкоинтенсивное лазерное излучение красной области спектра путем воздействия на кожную рефлексогенную зону активизирует функцию гипоталамуса, следствием чего является максимальный выброс либеринов (рилизинг-факторов), поступающих в аденогипофиз. Последнее усиливает деятельность прежде всего тех гормон-продуцирующих гонадотрофных клеток, клеток гипофиза, которые к моменту

ное развитие плодов крыс

шие зародыши

плантации ($M \pm m$)%	после имплантации		всего	
	число	($M \pm m$)%	число	($M \pm m$)%
(28,1 ± 3,6)	0	0	18	(28,1 ± 3,6)
(40,3 ± 6,0)	1	(2,5 ± 2,5)	28	(41,8 ± 5,9)
(34,4 ± 4,2)	1	(1,2 ± 1,2)	46	(36,1 ± 4,2)
(8,3 ± 2,4)	8	(6 ± 2,1)	19	(14,4 ± 3,1)
(5,2 ± 2,2)	18	(19,5 ± 5,2)	23	(23,7 ± 4,3)
(4,7 ± 1,3)	12	(4,9 ± 1,4)	24	(9,3 ± 1,8)

овуляции и оплодотворения находились в состоянии наибольшей функциональной активности. Это ведет к дополнительному биосинтезу и выбросу гонадотропинов в кровяное русло, что в свою очередь стимулирует фолликулярный аппарат яичников и продукцию эстрогенов. В таких условиях временно создается относительная гиперэстрогения, которая оказывает существенное влияние на начальный период внутриутробного развития: задерживаются процессы созревания и функционирования желтого тела, что ведет к относительной прогестероновой недостаточности. При таком гормональном фоне возможно нарушение имплантации в стенку матки оплодотворенной яйцеклетки, в связи с чем наступает ее гибель. Известно, что повышенное содержание в организме эстрогенов или пониженная секреция прогестерона приводят к гиперплазии эндометрия (при отсутствии секреторной его перестройки), к интерстициальным геморрагиям, увеличению относительной плотности соединительной ткани, понижению содержания в эндометрии гликогена (Е. С. Hughes и соавт., 1950), что в конечном итоге ведет к нарушению процессов имплантации (G. Töndury, В. Cagianut, 1951; J. Martinio-Dubousguet, 1953), в частности к «поверхностной» имплантации (J. H. Mulvany, 1956) или невозможности ее осуществления и, следовательно, гибели зародышей на ранних стадиях эмбриогенеза. Кроме того, гормональные дискорреляции, в частности гиперэстрогения, могут способствовать так называемому перезреванию яйцеклеток (А. П. Дыбан, 1959; А. П. Дыбан, В. С. Баранов, 1978), что также может обуславливать высокую частоту хромосомных аномалий в раннем эмбриогенезе человека и

животных, быть причиной гибели оплодотворенных яйцеклеток.

Поэтому можно согласиться с авторами, которые считают, что в патогенезе эмбриотоксических эффектов различных повреждающих агентов внешней среды большое значение имеют нейроэндокринные дискорреляции в материнском организме, возникающие под влиянием этих факторов (А. П. Дыбан, 1959; В. И. Бодяжина, 1963; Г. И. Лазюк, 1979, и др.).

Относительная гиперэстрогения, индуцированная лазерным излучением, продолжается недолго: по принципу обратной связи (В. Н. Бабичев, С. А. Осиповский, 1977; V. Schreider, 1963; J. Szentagothae, 1965, и др.) включаются регуляторные механизмы, нормализующие гормональный баланс в организме, и, если к этому времени не наступает гибель плодного яйца, в дальнейшем беременность развивается нормально.

Организм как бы «привыкает» к действию нового раздражителя, и развитие зародышей на постимплантационной стадии эмбриогенеза протекает нормально. Так, несмотря на то, что животных продолжали облучать в том же режиме в течение всей беременности, гибель зародышей после имплантации была такой же, как и у животных контрольной группы, не подвергавшихся облучению, врожденные пороки развития и отставание в развитии у новорожденных животных не наблюдались.

При наружном осмотре плодов под бинокулярной лупой и исследовании состояния внутренних органов по микроанатомической методике было установлено, что лазерное облучение не оказывало тератогенного эффекта: ни у одного из живых зародышей не были обнаружены аномалии развития. Размеры плодов, определяемые по теменно-копчиковому индексу, у облученных и контрольных животных были идентичными и составляли в среднем ($30 \pm 0,8$) мм, некоторые различия показателей отдельных опытных и контрольных групп животных статистически недостоверны.

При изучении костной системы плодов на тотальных просветленных препаратах, окрашенных ализариновым красным, также не выявлено каких-либо аномалий развития.

Как известно, в настоящее время при выяснении механизмов действия внешнесредовых факторов на эмбриональное развитие широко используют опыты с печенью зародышей (И. Р. Бариляк, Л. П. Калиновская, 1979; Ю. И. Савченков, К. С. Лобынцев, 1980; В. Н. Dvorchik, 1978). Как показали проведенные нами (И. Р. Бариляк, И. В. Лопушан,

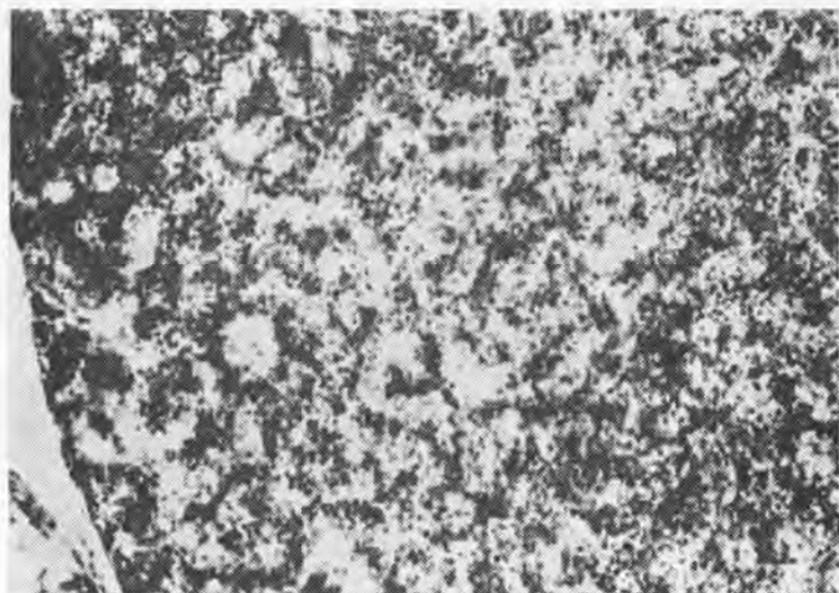


Рис. 11. Печень 20-дневного зародыша крысы, подвергавшейся влиянию излучения гелий-неонового лазера. Наличие большого количества кровяных островков, сформированных гемопоэтическими клетками. Окраска гематоксилин-эозином. Микрофото. Об. 10, ок. 10

Л. П. Калиновская) морфогистохимические исследования, излучение гелий-неонового лазера в течение всего периода беременности не вызывает деструкции гепатоцитов эмбрионов, и вместе с тем при этом происходит стимуляция экстрамедуллярного кроветворения (рис. 11, 12, 13), метаболических процессов в клетках печени зародышей крыс, в них снижается содержание гликогена (рис. 14, 15, 16), повышается уровень РНК (рис. 17, 18), увеличивается кровенаполнение печени зародышей. Проницаемость сосудистого барьера в условиях опыта не нарушается. Следует отметить, что все эти изменения, так же как и результаты тератологических методов исследования, были однотипны как на стороне облучения, так и на противоположной интактной стороне. Это еще раз подтверждает представление о том, что наблюдаемый у плодов эффект облучения реализуется опосредованно, через изменения в организме беременных самок.

Влияние излучения гелий-неонового лазера на митотическую активность эмбриональных клеток. Действие лазерного излучения на митотическую активность исследовали на печеночных клетках плодов 20-го дня беременности. Опре-

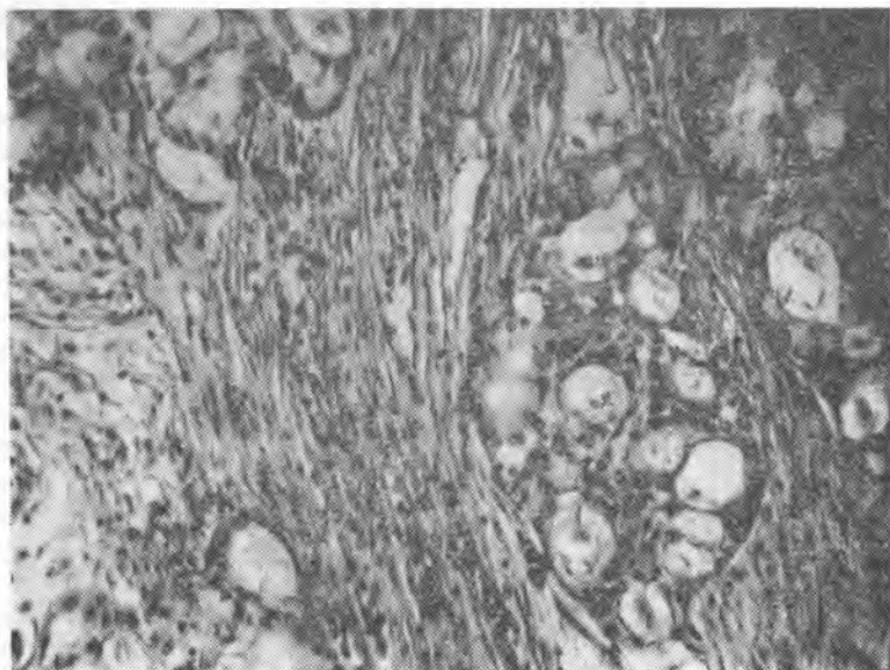


Рис. 12. Печень 20-дневного зародыша контрольной крысы. Формирование кровяных островков. Окраска гематоксилин-эозином. Микрофото. Об. 20, ок. 10

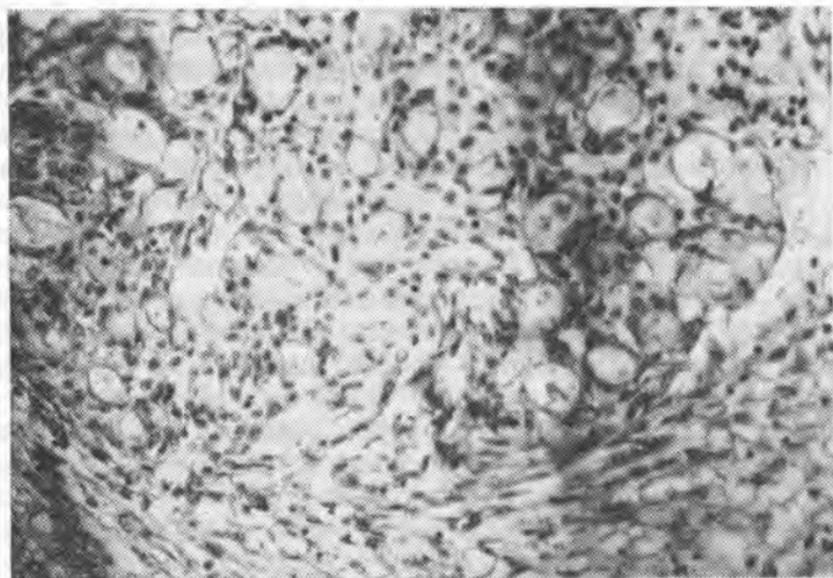


Рис. 13. Печень 20-дневного зародыша крысы, подвергавшейся действию излучения гелий-неонового лазера. Гепатоциты без деструктивных изменений. Окраска гематоксилин-эозином. Микрофото. Об. 20, ок. 10

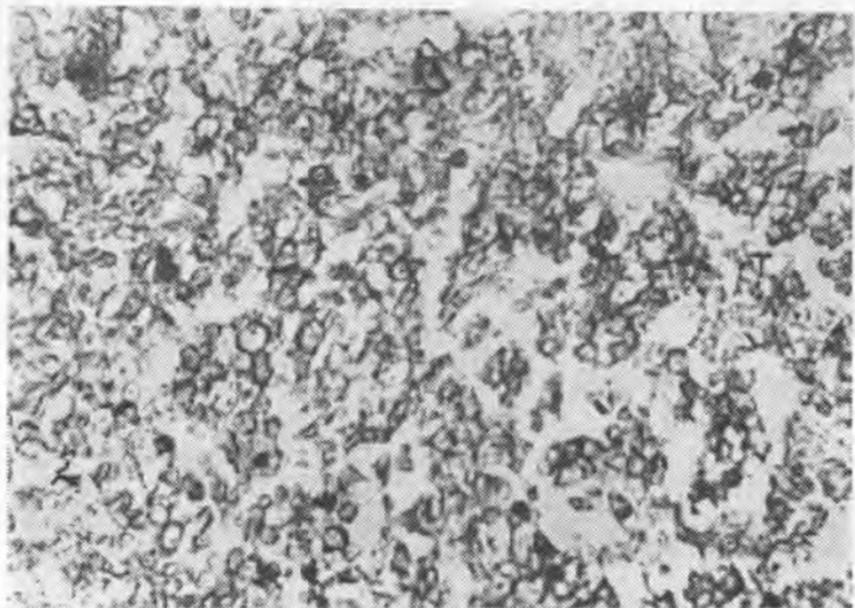


Рис. 14. Печень 20-дневного зародыша контрольной крысы. Низкий уровень гликогена в цитоплазме гепатоцитов, ШИК-реакция. Микрофото. Об. 20, ок. 10

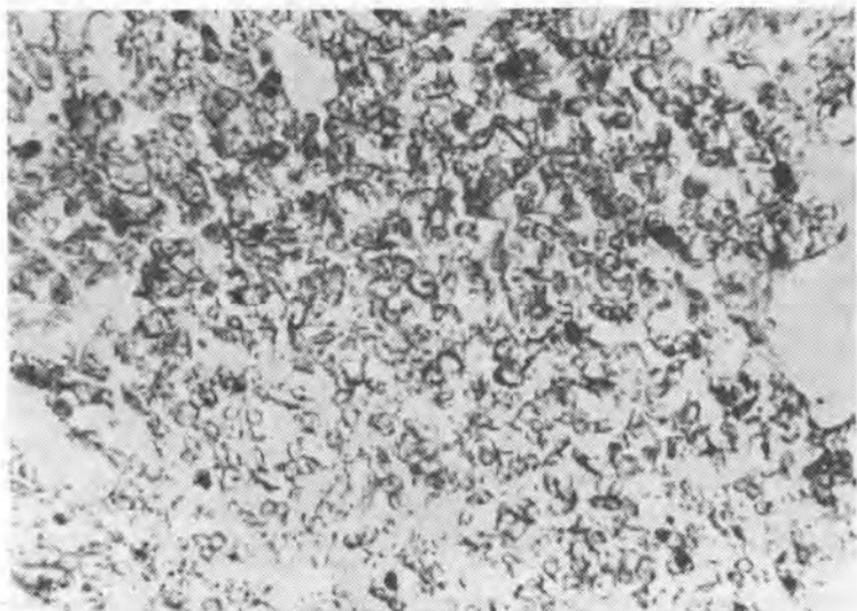


Рис. 15. Печень 20-дневного зародыша крысы, подвергавшейся влиянию лазера. Незначительное содержание гликогена в единичных гепатоцитах ШИК-реакция. Микрофото. Об. 20, ок. 10

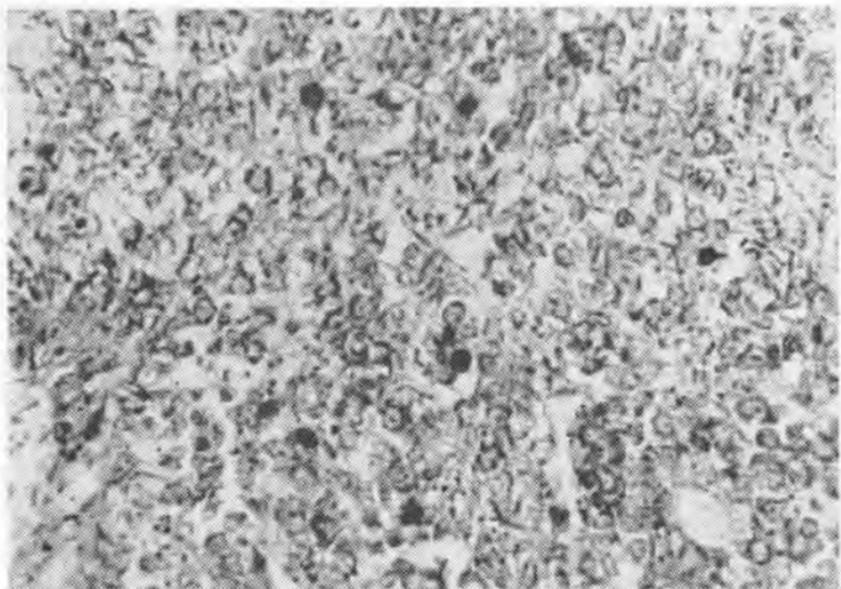


Рис. 16. Печень 20-дневного зародыша контрольной крысы. Распределение РНК в цитоплазме гепатоцитов. Окраска по Элквисту. Микрофото. Об. 20, ок. 10

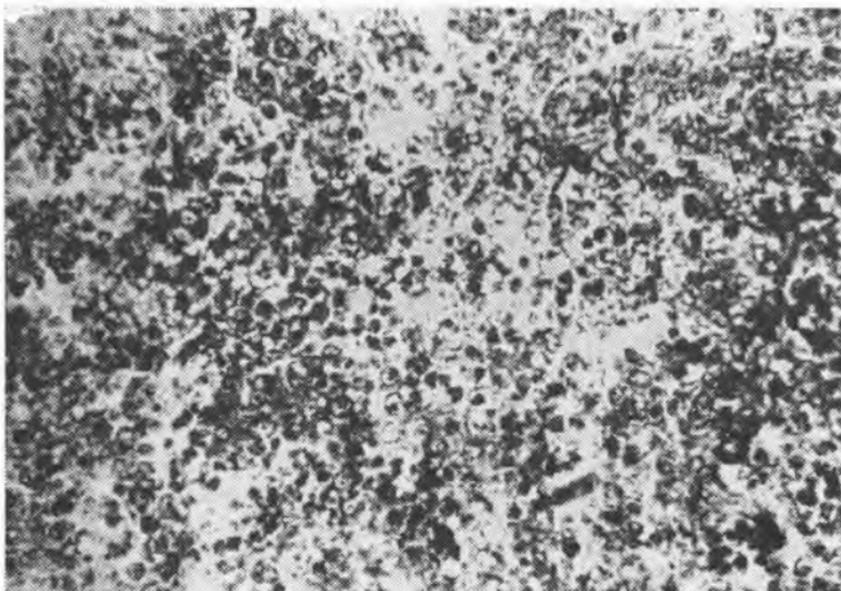


Рис. 17. Печень 20-дневного зародыша крысы, подвергавшейся влиянию лазера (со стороны облучения). Значительное увеличение содержания РНК в цитоплазме гепатоцитов, в зрелых гемопоэтических клетках кровяных островков РНК отсутствует. Окраска по Элквисту. Микрофото. Об. 20, ок. 10

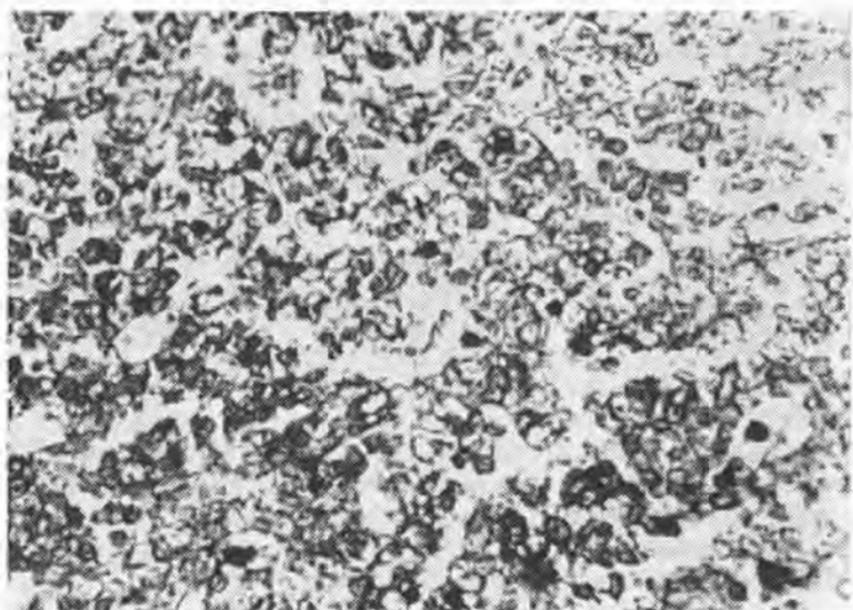


Рис. 18. Печень 20-дневного зародыша крысы, подвергавшейся влиянию лазера (с противоположной стороны). Незначительное нарастание содержания РНК в цитоплазме гепатоцитов (по сравнению с контролем). Окраска по Элквисту. Микрофото. Об. 20, ок. 10

деляли митотический индекс (количество делящихся клеток на 1000 исследованных), а также соотношение клеток, находящихся в различных фазах митоза. Всего изучено 61 000 клеток в опыте и 39 500 — в контроле. Результаты исследований представлены в табл. 4.

Как видно из таблицы, под действием излучения гелий-неонового лазера происходит уменьшение количества делящихся клеток в печени эмбриона: митотический индекс гепатоцитов после облучения был в пределах $(8,5 \pm 0,2) \%$ и $(9,4 \pm 0,5) \%$, тогда как в контроле этот показатель составлял $(13,0 \pm 0,7) \%$, разница статистически достоверна, $P < 0,001$. Причем следует отметить, что антимитотический эффект лазерного облучения, равно как и эмбриолетальный, был выражен примерно одинаково с облученной (в гепатоцитах плодов, извлеченных из правого рога матки) и с интактной стороны (левого рога матки); различия показателей митотических индексов с обеих сторон статистически недостоверны ($P > 0,05$). Учитывая это, можно полагать, что антимитотическое влияние лазерного облучения на эмбриональные клетки, как и эмбриолетальная активность, реализуются в организме опосредованно через общие изменения гомеостаза.

Таблица 4. Влияние лазерного облучения на митотическую активность гепатоцитов плода

Воздействие	Количество исследованных клеток	Митотический индекс (на 1000 клеток), $M \pm m$	Соотношение клеток, находящихся в различных фазах митоза, %			
			про-фаза	мета-фаза	ана-фаза	тело-фаза
Контроль	12 500	13,0 \pm 0,7	64,3	21,5	10,8	3,4
Опыт (сторона облучения)	13 000	8,5 \pm 0,2	55,0	24,3	14,4	6,3
(интактная сторона)	14 000	9,4 \pm 0,5	55,3	24,2	15,9	4,6

Из данных той же таблицы следует, что лазерное облучение хотя и обладает антимиотической активностью, тем не менее не изменяет соотношения клеток, находящихся в различных фазах митоза.

Способность лазерного облучения уменьшать уровень митотически делящихся клеток зародышей крыс за счет равномерного уменьшения числа клеток, находящихся на разных фазах митоза, свидетельствует о том, что эмбриональные клетки, по-видимому, одинаково чувствительны в разных фазах митотического цикла к действию агента. С другой стороны, однозначность изменений клеточного деления у зародышей и проявления эмбриолетального действия исследуемого фактора указывают на то, что в механизме реализации эмбриолетального действия возможное значение имеет антимиотическая активность облучения, а также на важную роль изменений гормонального баланса (гиперэстрогении) в генезе антимиотического и эмбриолетального действия лазерного облучения. В пользу такого предположения свидетельствуют данные о том, что эстрогены обладают антимиотическим эффектом и способны в больших дозах вызывать повреждение хромосом (И. А. Алов, 1964; О. И. Епифанова, 1965).

Следовательно, можно предположить, что изменения деления клеток зародышей и эмбриогенеза в целом под влиянием лазерного света являются результатом нарушения гормонального баланса в организме беременной и могут быть отнесены к категории неспецифических ответных реакций на отклонения его гомеостаза.

Изучение комбинированного действия излучения гелий-неонового лазера и некоторых химических тератогенов на эмбриогенез. Известно, что на плод чаще действует не один, а несколько повреждающих факторов внешней среды.

По мнению М. Ripper (1967), возможны 4 варианта взаимодействия тератогенов: а) эффект комбинированного действия меньше, чем активность каждого агента в отдельности; б) комбинация оказывает такой же эффект, как и воздействие отдельных агентов; в) результат равен сумме действий отдельных тератогенов; г) эффект комбинированного действия превышает эту сумму. Исходя из этих положений, необходимо было выяснить вопрос о влиянии лазерного излучения (которое само по себе лишено тератогенной активности) на повреждающую активность химических тератогенов. Выяснению этого вопроса была посвящена 2-я серия опытов. В качестве тератогенов мы избрали вещества с хорошо изученной в эксперименте на белых крысах повреждающей эмбриогенез активностью (хлоридин и меркаптопурин).

Результаты этой серии исследований отражены в табл. 5, 6.

После воздействия хлоридина (табл. 5) в дозе 50 мг/кг в период активного органогенеза гибель зародышей достигла $(25,2 \pm 2,4)$ %, а тератогенный эффект отмечен в 100 % случаев (все 243 извлеченных живыми плода имели аномалии развития). При этом наиболее характерны были повреждения центральной нервной системы (микроцефалия, менингоцеле, анэнцефалия, гидроцефалия, недоразвитие коры больших полушарий головного мозга), скелета (микроче-

Таблица 5. Влияние облучения гелий-неоновым лазером на проявление тератогенной и эмбриолетальной активности хлоридина (50 мг/кг), введенного крысам на 13-й день беременности

Воздействие	Число животных	Число мест имплантации	Зародыши, погибшие после имплантации		Число живых плодов	Плоды с уродствами развития	
			число	($M \pm m$)%		число	($M \pm m$)%
Контроль	26	246	12	$(4,9 \pm 1,4)$	234	0	0
Лазер	10	86	1	$(1,2 \pm 1,2)$	85	0	0
Хлоридин	35	325	82	$(25,2 \pm 2,4)$	243	243	(100)
Лазер+хлоридин	10						
опытный рог матки		46	3	$(6,5 \pm 3,6)$	43	20	$(46,8 \pm 7,6)$
контрольный рог матки		30	0	0	30	11	$(36,7 \pm 8,8)$
всего		76	3	$(4,0 \pm 2,3)$	73	31	$(42,5 \pm 5,7)$

Таблица 6. Влияние облучения гелий-неоновым лазером на проявление тератогенной и эмбриолетальной активности меркаптопурина, введенного крысам на 13-й день беременности в дозе 60 мг/кг

Воздействие	Число животных	Число мест имплантации	Зародыши, погибшие после имплантации		Количество живых плодов	Плоды с уродствами развития	
			число	($M \pm m$)%		число	($M \pm m$)%
Контроль	26	246	12	(4,9 ± 1,4)	234	0	0
Лазерное облучение	10	86	1	(1,2 ± 1,2)	85	0	0
Меркаптопурин	25	229	26	(11,4 ± 2,1)	203	203	(100)
Лазерное облучение + меркаптопурин	10						
облученный рог матки		42	4	(9,5 ± 4,5)	38	3	(7,9 ± 4,4)
контрольный рог матки		50	10	(20,0 ± 5,6)	38	4	(10,5 ± 4,9)
всего		92	14	(15,2 ± 3,8)	76	7	(9,2 ± 3,4)

лия, эктро-, брахи- и синдактилия, фокомелия, гипогнатия, расщелина твердого нёба, нарушение процессов оссификации грудины, ребер, лицевого черепа, плюсневых и пястных костей), мочеполовой системы (гидронефроз, гидроуретер, крипторхизм). Таким образом, наблюдался типичный для действия хлорида симптомокомплекс уродств, описанный в литературе (А. П. Дыбан, И. М. Акимова, 1965).

У крыс, которым вводили в тот же период беременности меркаптопурин (табл. 6), эмбриолетальность достигла (11,4 ± 2,1) %, а тератогенный эффект, как и в предыдущей группе, — 100 % (аномалии развития были обнаружены у всех 203 живых зародышей). В отличие от действия хлорида, меркаптопурин вызывал в основном пороки развития скелета и мочеполовой системы, что также согласуется с данными литературы (Ю. С. Вишняков, 1968).

При комбинированном воздействии облучения и хлорида (табл. 5) гибель зародышей после имплантации снижалась с (25,2 ± 2,4) % до (4,0 ± 2,1) %, а тератогенный эффект — со 100 % до (42,5 ± 5,7) %, $P < 0,05$. Следует отметить, что у аномальных плодов при этом редко обнаруживался типичный «хлоридиновый» симптомокомплекс уродств, наблюдавшийся у подавляющего большинства зародышей крыс, которые не подвергались воздействию ла-

зерного облучения. Вместе с тем, значительно чаще после облучения встречались единичные пороки развития, например, расщелина твердого неба в заднем отделе или только укорочение хвоста при отсутствии каких-либо других аномалий развития, характерных для этого тератогена, то есть «хлоридиновые» поражения у плодов носили как бы редуцированный характер.

Эмбриолетальная активность меркаптопурина в условиях облучения существенно не изменялась (различия между показателями постимплантационной эмбриолетальности у животных опытной и контрольной групп статистически не достоверны, $P > 0,05$ (см. табл. 6). Тем не менее тератогенная активность этого препарата снижалась еще более значительно: аномалии наблюдались лишь у $(9,2 \pm 3,4)$ % плодов, тогда как в группе необлученных животных, получавших меркаптопурин, они наблюдались у всех 100 % живых зародышей. При этом лишь у одного плода были обнаружены множественные пороки развития, в остальных случаях наблюдались единичные или системные пороки (например, укорочение хвоста, эктро- или синдактилия). Очевидно, что при действии меркаптопурина, как и при действии хлорида, в условиях облучения наблюдалось уменьшение тяжести аномалий развития плодов.

Таким образом, результаты опытов показали, что излучение гелий-неонового лазера в определенном режиме воздействия значительно уменьшает эмбриотоксическое и тератогенное действие хлорида и меркаптопурина. При этом отмечена выраженная антитератогенная активность облучения.

Согласно данным литературы, аналогичными свойствами обладают некоторые химические препараты, а именно: димексид, этоний, инсулин, пентоксил и др. (И. Р. Барияк, 1967, 1977; И. Р. Барияк и соавт., 1978; I. R. Barilyak, L. V. Timoshenko, 1978). По мнению ряда авторов, в механизме тератогенеза важное значение имеют индуцированные нарушения морфофункционального состояния лизосом эмбриональных клеток (И. Р. Барияк, 1976; И. Р. Барияк, А. М. Забара, 1979). Эти клеточные органеллы принимают участие в реализации механизма гибели клеток (D. Zaccaro, A. Riva, 1968), имеющего важное значение как для процессов нормального морфогенеза, так и его нарушений.

Вполне возможно, что отсутствие тератогенной активности у ряда химических агентов при действии лазерного света связано с влиянием последнего на морфофункциональное состояние лизосом зародышевых клеток. Это предположение подтверждают данные о высокой чувствительности

мембранных структур клетки (в том числе и лизосом) к воздействию лучей лазера (В. М. Инюшин, 1972; Н. Ф. Гамалея, 1972; В. М. Инюшин, П. Р. Чекуров, 1975; И. Б. Лапрун, Т. А. Аджимолаев, 1976; И. А. Кутателадзе, 1977; О. В. Егоров и соавт., 1979), то есть в этих условиях может увеличиваться проницаемость мембран лизосом.

Как известно, исследованные нами тератогены (хлоридин и меркаптопурин), напротив, вызывают значительную стабилизацию мембран лизосом (И. Р. Барияк, А. М. Забара, 1979) и при этом повышают активность лизосомных ферментов деполимерного действия, в частности кислой ДНКазы (И. Р. Барияк, Л. П. Калиновская, 1977, 1979). Стабилизация мембраны органеллы приводит к ее хрупкости, генерализованным разрывам и выходу активных ферментов в гиалоплазму (И. Р. Барияк, Л. П. Калиновская, 1980), с чем, по мнению авторов, и связана антимиотическая и цитогенетическая активность тератогенов и их влияние на внутриутробное развитие плода.

Таким образом, вполне возможен выбор средств, обладающих антитератогенными свойствами, которые дестабилизируют мембрану лизосом и не изменяют активности их ферментов (И. Р. Барияк, 1976). Именно таким действием обладают инсулин, этоний, димексид, пентоксил. Возможно, что таков же механизм антитератогенной активности облучения гелий-неоновым лазером.

1.4. Цитогенетические последствия лазерного облучения

Тот факт, что излучение гелий-неонового лазера, как показали описанные выше результаты проведенных нами двух серий опытов, не оказывает тератогенного влияния и даже обладает антитератогенным действием, еще не значит, что этот фактор заведомо лишен мутагенного действия. Известно, что между тератогенной и цитогенетической активностью далеко не всегда существует параллелизм. Некоторые внешнесредовые агенты, как, например, вирус гриппа, 2-меркаптобензимидазол и другие, способны индуцировать хромосомные aberrации, хотя и лишены тератогенной активности (И. Р. Барияк и соавт., 1972; И. Р. Барияк, 1974; Т. Ф. Бышовец, 1975; И. Р. Барияк, Т. Ф. Бышовец, 1976). Исходя из этого, нам представлялось необходимым исследовать цитогенетические последствия излучения гелий-неонового лазера. Целесообразность таких экспериментов становится очевидной, если учесть, что данные по изучению цитогенетического действия лазерного излучения на клетки животного и человека крайне немногочисленны и носят фрагментарный

характер. Они проводились на культуре клеток китайского хомяка (при облучении неодимовым лазером, λ 265 нм) и эмбрионов человека (при облучении рубиновым лазером, λ 347 и 694,8 нм) (М. В. Хохлов и соавт., 1979; Т. Okigaki, D. E. Rounds, 1972). Авторы обнаружили изменение митотической активности, увеличение выхода хромосомных аберраций. Степень выраженности цитогенетических эффектов зависела от мощности, экспозиционной дозы, длины волны излучения.

Исследования цитогенетической активности излучения гелий-неоновых лазеров на животных клетках не проводились. Наряду с этим уже имеются сообщения о возможностях использования гелий-неонового лазерного излучения для индукции мутагенеза у растений (В. В. Родионова, В. Н. Тарасова, 1969; Г. Д. Немцов, Н. Н. Федорова, 1972; В. Б. Плохих, Г. А. Рейм, 1976; И. И. Канивец и соавт., 1976; Г. Я. Рудь и соавт., 1976).

Цитогенетическая активность лазерного облучения была изучена нами в клетках костного мозга крыс после прицельного трехкратного облучения внутренней поверхности бедра животного в области проекции диафиза бедренной кости концентрированным потоком излучения ЛГ-75 (ППМ 25 мВт/см²) по 5 мин ежедневно. Через 48 ч после курсового воздействия животных умерщвляли бескровным методом путем перерывания спинного мозга; препараты костного мозга готовили по методу С. Е. Ford, J. H. Hamerton (1956). Производили цитогенетический анализ метафазных пластинок, используя соответствующие методы (Н. П. Бочков и соавт., 1972).

Произведено исследование хромосом клеток костного мозга у 10 опытных и 12 интактных животных. У каждой крысы учитывали по 50—150 метафазных пластинок. Всего проанализировано 562 метафазные пластинки на препаратах у животных опытной и 1012 — у животных контрольной групп. В кариотипе крыс при изучении большинства препаратов животных опытной и контрольной групп определяли нормальное диплоидное число хромосом, равное 42.

При анализе результатов исследований учитывали как структурные нарушения хромосом (хроматоидного и хромосомного типов), так и числовые изменения (анеуплоидия, полиплоидия).

В связи с тем что некоторые исследования оценивают пробелы (щели) как возможную предпатологию структурных аберраций хромосом (Н. У. Evans, 1966), их учитывали в данном исследовании отдельно.

Таблица 7. Влияние облучения гелий-неонового лазера на хромосомный аппарат клеток костного мозга крыс

Клетки	Число клеток ($M \pm m$)%		P
	контроль	опыт	
Анеуплоидные	137 ($13,5 \pm 1,1$)	66 ($11,9 \pm 1,4$)	$>0,05$
Полиплоидные	4 ($0,39 \pm 0,19$)	15 ($2,7 \pm 0,7$)	$<0,001$
Со структурными аберрациями:			
хроматидными	0 0	2 ($0,4 \pm 0,2$)	$<0,01$
хромосомными	0 0	0 0	
всего	0 0	2 ($0,4 \pm 0,2$)	$<0,01$
Со щелями:			
хроматидными	5 ($0,49 \pm 0,2$)	13 ($2,3 \pm 0,6$)	$<0,001$
хромосомными	4 ($0,4 \pm 0,2$)	6 ($1,1 \pm 0,4$)	$>0,05$
всего	9 ($0,89 \pm 0,3$)	19 ($3,4 \pm 0,7$)	$<0,001$
С ассоциациями акроцентрических хромосом	56 ($5,5 \pm 0,7$)	25 ($4,4 \pm 0,6$)	$>0,05$

Результаты, полученные в этой серии исследований, представлены в табл. 7.

Облучение гелий-неоновым лазером не способствовало увеличению анеуплоидии: количество анеуплоидных клеток в контроле и опыте находилось примерно на том же уровне, соответственно ($13,5 \pm 1,1$) % и ($11,9 \pm 1,4$) %, разница статистически недостоверна, $P > 0,05$. Анеуплоидия в обеих группах исследований была представлена лишь гипоплоидными наборами хромосом. Гиперплоидных клеток мы не наблюдали ни в опыте, ни в контроле. Поскольку источником гипоплоидии может быть не только нерасхождение хромосом (как при гиперплоидии), но и утрата их, что может быть связано прежде всего с методическими приемами приготовления препаратов (Н. П. Бочков, В. М. Козлов, 1966), число истинных гипоплоидных клеток в какой-то мере должно коррелировать с числом клеток с гиперплоидным набором хромосом. В связи с отсутствием последних в условиях эксперимента, а также отсутствием существенной разницы в количестве гипоплоидных наборов в опыте и контроле мы также склонны расценивать гипоплоидию как артефакт методики.

У облученных животных по сравнению с животными контрольной группы достоверно увеличилось количество полиплоидных клеток, соответственно ($2,7 \pm 0,7$) % и ($0,39 \pm 0,19$) %, $P < 0,001$. Наряду с этим в опыте также были обнаружены единичные случаи структурных аберраций

хромосом, составившие $(0,4 \pm 0,2)$ %, тогда как у животных контрольной группы они не наблюдались (данные статистически достоверны: $P < 0,01$).

Структурные aberrации были представлены в виде терминальных ацентрических фрагментов хроматидного типа. Перестройки хромосомного типа в условиях эксперимента не наблюдались. Как известно, воздействие на клетки, находящиеся в предсинтетической стадии, приводит к образованию лишь хромосомных aberrаций, на клетки, находящиеся в синтетической стадии, — хромосомных и хроматидных, а в постсинтетической стадии — хроматидных aberrаций (Н. П. Бочков, 1974). Последнее, по-видимому, имело место в условиях эксперимента.

Следует отметить, что, наряду с появлением хроматидных aberrаций, при облучении у животных более чем в 4 раза увеличилось количество клеток со щелями (хроматидного типа). У животных контрольной группы они составляли $(0,49 \pm 0,2)$ %, опытной — $(2,3 \pm 0,6)$ %, разница статистически достоверна, $P < 0,005$. Как и фрагменты, щели обнаруживались лишь в терминальных отделах хроматид, что, по-видимому, позволяет их расценивать как раннее проявление потенциального цитогенетического эффекта исследуемого фактора.

В препаратах животных опытной и контрольной групп обнаруживали также ассоциации малых и больших акроцентрических хромосом, соответственно в $(4,4 \pm 0,6)$ % и $(5,5 \pm 0,7)$ % препаратов — разница статистически недостоверна, $P > 0,05$.

Таким образом, свет гелий-неонового лазера проявляет определенную, хотя и слабо выраженную цитогенетическую активность. Цитогенетическая активность лазерного излучения, наблюдаемая в условиях наших опытов, могла быть связана либо с непосредственным его влиянием на наследственную активность клеток, либо, что нам представляется более вероятным, она опосредована общими изменениями в организме, и прежде всего гормональными сдвигами. Как уже отмечалось, согласно данным литературы и результатам проведенных опытов, многократное облучение гелий-неоновым лазерным потоком оказывает выраженный эстрогенный эффект.

Кроме того известно, что при гиперэстрогении возникают глубокие изменения в структуре веретена деления, астроферы и хромосом — отмечается слипание их в метафазе (M. Teti, M. Langlois, 1954) или рассеивание в цитоплазме (H. U. Debrunner, 1953), то есть происходит нарушение

образования экваториальной пластинки. Эти изменения впоследствии индуцируют полиплоидию, структурные аберрации хромосом, анеуплоидию (В. Cagianut, 1965).

Аналогичные изменения хромосомного аппарата имели место и при воздействии малыми дозами сероуглерода и сероводорода (И. Р. Барилляк, И. А. Васильева, 1974), что авторы также связывают с опосредованным действием агентов через эндокринную систему и прежде всего с нарушением в организме баланса половых гормонов, сопровождающимся гиперэстрогенией. Поэтому можно считать весьма вероятным, что цитогенетический эффект светового потока гелий-неонового лазера реализуется опосредованно путем изменений гормонального баланса в организме.

Следовательно, согласно экспериментальным данным, излучение гелий-неонового лазера обладает определенной цитогенетической активностью, которая проявляется увеличением полиплоидии, частоты хроматидных аберраций и хроматидных щелей. Эффект индуцированного мутагенеза в соматических клетках, по-видимому, реализуется путем воздействия на клетки, находящиеся в постсинтетической стадии.

В связи с тем, что индуцированные структурные аберрации хромосом наблюдались лишь в единичных соматических клетках экспериментальных животных, можно полагать, что исследуемый нами фактор относится к группе слабых мутагенов и опасность повреждения генома человека при его воздействии незначительна.

ПЕРВЫЙ ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ

2 ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЛАЗЕРОВ В ОПЕРАТИВНОЙ ГИНЕКОЛОГИИ И ОНКОГИНЕКОЛОГИИ

Впервые о клиническом применении высокоэнергетических лазеров в гинекологии сообщил J. Kaplan (1973), который использовал СО₂-лазер для лечения эрозии шейки матки у 11 больных. Лазерный пучок подвели к шейке матки при помощи эндоскопа. У всех больных наблюдалось полное заживление эрозии через 8—16 дней после лазерной коагуляции. Сроки заживления зависели от распространенности патологического процесса и глубины поражения тканей шейки матки. Авторы отметили значительные преимущества лазерной коагуляции перед электро- и криовоздей-

вием: быстроту и безболезненность воздействия, возможность точной аппликации луча на заданную глубину и ширину, отсутствие кровотечения, воспалительной реакции, образование струпа после облучения и ускорение сроков заживления эрозии. Однако методика облучения и объем воздействия представлены в данном сообщении весьма кратко и остаются неясными.

В нашей стране применение высокоэнергетических лазеров в гинекологической практике для лечения предраковых изменений (эпителиальных дисплазий) и преинвазивного рака шейки матки было осуществлено Е. В. Коханевич, И. Р. Лазаревым, Б. П. Копцевым, В. П. Дорофеевой (1976). Приоритет авторов защищен удостоверением № 196 на рационализаторское предложение «Способ лечения дисплазий и начального рака шейки матки лазерным излучением», 1976 г. Одновременно в печати появились сообщения А. И. Миляновского и соавторов (1976), Г. К. Степанковской и соавторов (1976) о лечении предраковых состояний шейки матки с помощью лазерного излучения. В работах были использованы отечественные СО₂-лазеры, а для подведения потока лазерной энергии непосредственно к шейке матки — зеркально-призматические световоды, перемещающиеся в трех плоскостях. При этом использовали несфокусированное излучение СО₂-лазера мощностью 2—6 Вт, производили сканирование поверхности шейки матки концентрическими движениями манипулятора, начиная от канала шейки матки с захватом участков здоровой ткани, длительность облучения составляла 2—7 мин. Воздействие лучевого фактора на патологический очаг матки проводили под контролем невооруженного глаза, оно было безболезненным, кровотечения во время лечения не наблюдалось. Полная и стойкая эпителизация в очаге, как правило, наступала через 4—6 нед после облучения.

Применению лазерного луча в клинической практике предшествовали исследования, выполненные авторами на послеоперационных препаратах маток, удаленных по поводу различных заболеваний. Морфологические исследования после воздействия лазерного излучения на ткани шейки матки, удаленной при операции, а также на очаги дисплазии у больных перед экстирпацией матки по поводу фибромиомы показали, что лазерное излучение мощностью 15—30 Вт при экспозиции 2—3 мин обеспечивает разрушение патологических клеточных структур в пределах очага поражения. Повреждения подлежащей соединительной и мышечной тканей при этом не наблюдали. Авторы отметили, что воздействие на ткани шейки матки лучей лазера в сравнении

с обычным скальпелем, электрокоагулятором, ножом Хеймса—Роговенко было щадящим. Доказано, что при электрокоагуляции, электроконизации и электроэксцизии наблюдаются более глубокие и обширные термические поражения тканей, обуславливающие образование в последующем грубых стенозирующих рубцов, приводящих к истмико-цервикальной недостаточности или нарушениям рецепторного аппарата шейки матки, что отрицательно сказывается на генеративной функции женщины. При действии лазерного луча в отличие от скальпеля не нарушается трофика тканей, происходит термическая деструкция более поверхностных слоев тканей, в связи с чем после лазерного облучения и образования струпа отторжение кусочков ткани минимально, а процесс заживления протекает быстрее и завершается образованием более нежного рубца.

Для более точного определения поля поражения на шейке матки и прицельного воздействия лазерного луча на патологический очаг сотрудниками Киевского научно-исследовательского рентгенорадиологического и онкологического института А. И. Позмоговым, И. Р. Лазаревым, Е. В. Коханевич, М. М. Милюковым, Б. И. Копцевым в 1976 г. сконструировано устройство для лазерной терапии, в котором совмещены источник лазерного излучения, кольпоскоп и система изменения мощности излучения лазера.

Е. В. Коханевич был предложен метод целенаправленного лечения лучами лазера предрака и преинвазивного рака шейки матки с помощью этого прибора.

Создание прибора привело к разработке качественно нового способа лазерного воздействия на очаг патологического процесса в области шейки матки, включающего одномоментное проведение кольпоцервикоскопического исследования, целенаправленного сканирующего воздействия пучка излучения на патологический очаг, регуляцию дозы лазерного облучения путем изменения диаметра пучка в зависимости от локализации патологического очага и наблюдение за процессом его разрушения. Метод целенаправленной лазерной терапии в дальнейшем был апробирован нами в клинической практике. При этом изучены эффективность лечения и результаты воздействия не только на первый очаг, но и на состояние клеточного и гуморального иммунитета, а также основных функций женского организма (Е. В. Коханевич и соавт., 1980; Л. Л. Щербицкая, 1981; Л. В. Тимошенко и соавт., 1981).

В литературе нет аналогичных сообщений о целенаправленном методе воздействия лазерного излучения на патологический очаг шейки матки с использованием специаль-

ных устройств для подведения лазерного пучка строго к патологическому очагу, точного дозирования лазерной энергии и одновременного контроля за процессом его разрушения при помощи эндоскопической оптики, поэтому считаем необходимым здесь подробнее остановиться на описании использованного устройства, методе лечения и проведенных клинических исследованиях.

Лазерная эндоскопическая установка для целенаправленного лечения предрака и преинвазивного рака шейки матки. Использованное нами устройство для целенаправленного воздействия лазерного излучения на патологический очаг состоит из CO₂-лазера непрерывного действия выходной мощностью 20—60 Вт, шарнирного световода, трансфокатора — системы изменения диаметра луча лазера и направления пучка излучения, бинокулярного кольпоскопа, включающего подсветку и позволяющего вести наблюдения при 12—20-кратном увеличении, съемного щупа-фиксатора, обеспечивающего точное подведение луча к патологическому очагу и отсос продуктов распада (рис. 19).

Лазерный луч, лучи системы подсвета и канал наблюдения перекрещиваются в центре полуокружности щупа-фиксатора.

Трансфокатор (система изменения диаметра и направления луча) состоит из полой трубки, внутри которой помещена линза, перемещаемая вдоль оси трубки и фиксируемая винтом. На трубке нанесена шкала. Изменение диаметра луча лазера осуществляют путем перемещения указанной линзы в пределах 0,1—5 мм. Изменение направления луча лазера осуществляют с помощью зеркала.

На конце полой трубки имеется штуцер, с помощью которого трубка соединяется со шлангом системы отсоса, создающий вакуум в 101 кПа (2 атм).

Щуп-фиксатор предназначен для точного подведения лазерного луча и фиксации его путем соприкосновения подковообразного упора с заданной точкой плоскости облучаемого объекта. С помощью трубки, расположенной в щупе-фиксаторе гибкого шланга и компрессора, производят отсасывание продуктов распада, образованных при воздействии луча лазерного излучения на ткань шейки матки.

Щуп-фиксатор выполнен съемным, что позволяет производить его стерилизацию.

Фиксатор соединен с бинокулярным кольпоскопом. Луч лазера от источника излучения проходит через подвижный шарнирный световод, систему изменения диаметра и направления луча лазера, далее через трубку съемного щупа-фиксатора и попадает в плоскость патологического очага, освещенного кольпоскопом и подвергнутого оптическому 12—20-кратному увеличению.

Направление лазерного луча в центр патологического очага обеспечивается положением зеркала, диаметр луча устанавливают с помощью линзы трансфокатора. Видимость операционного поля обеспечивается системой подсвета кольпоскопа. Необходимое увеличение с целью выяснения характера, степени выраженности и локализации патологического очага достигается с помощью оптической системы кольпоскопа.

Таким образом, устройство для целенаправленной лазерной терапии позволяет точно определить характер и локализацию патологического очага на шейке матки, целенаправленно подвести лазерный луч мощностью 20—30 Вт к патологическому очагу и сканировать по нему с целью разрушения патологических клеточных структур. Продукты распада, образующиеся при взаимодействии лазерного луча с тканью

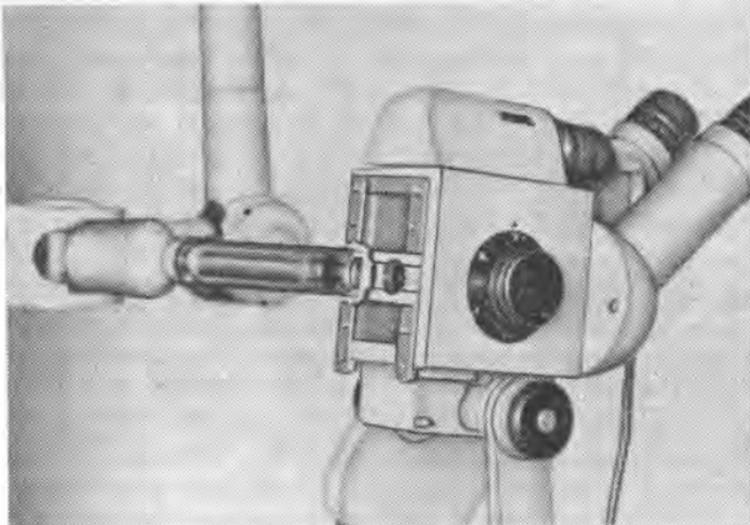


Рис. 19. Устройство для целенаправленного лазерного лечения патологии шейки матки (рабочая деталь)

шейки матки, непрерывно устраниаются из операционной зоны, что обеспечивает хорошую видимость в области операционного поля.

Методика и результаты лечения предрака и преинвазивного рака шейки матки. Лечение с помощью описанного устройства было подвергнуто 209 больных с дисплазией эпителия и 43 — с интраэпителиальным раком шейки матки. Возраст больных — от 19 до 70 лет; диагноз заболевания устанавливали на основании комплексного обследования — изучения жалоб, данных анамнеза, гинекологического осмотра, результатов расширенной кольпоцервикоскопии и прицельной биопсии тканей с последующим гистологическим их исследованием.

Подготовка больных к лечению: после определения степени чистоты влагалища при необходимости проводят соответствующую его санацию или комплексную противовоспалительную терапию (в случае воспалительного процесса внутренних половых органов).

Лазерную коагуляцию производят на 7—21-й день менструального цикла при 28-дневном цикле, на 7—18-й день — при 24-дневном.

Методика лечения: больную укладывают в гинекологическое кресло, шейку матки обнажают в зеркалах Симса, обрабатывают 3 % раствором уксусной кислоты. Во влагалище вводят щуп-фиксатор, шейку матки исследуют с помощью кольпоскопа при обычном и цветном освещении и 12—20-кратном увеличении. Затем путем оценки эпители-

альных и сосудистых тестов определяют характер, степень выраженности и распространенности патологического процесса. Рассчитывают мощность и время экспозиции лазерного излучения. Продолжительность экспозиции в зависимости от характера и распространенности процесса колеблется от 2 до 8 мин.

Коагуляцию лучами лазера осуществляют без анестезии, так как она происходит безболезненно и бескровно, поэтому не отражается на общем состоянии больных. Это позволяет проводить ее в амбулаторных условиях.

Благодаря точному подведению лазерного луча к облучаемому объекту и регулированию глубины воздействия его удаётся полностью разрушить патологический очаг, не повреждая неизмененную ткань шейки матки.

После коагуляции к шейке матки прикладывают тампон с индифферентной мазью на 6—8 ч. В последующий месяц наряду с половым воздержанием больной рекомендуют регулярные гигиенические мероприятия. Отторжение струпа наступает на 7—10-й день бескровно, а полная эпителизация коагулированного участка завершается к 4—6-й неделе.

Результаты лечения. Полная эпителизация после однократного лазерного воздействия наступила у 248 из 252 больных (98,4 %), у 4 (1,6 %) больных была произведена повторная лазерная коагуляция в связи с отсутствием полного эффекта.

Отдаленные результаты лечения лучами лазера изучены у 200 (79,4 %) больных. Установлено, что у 180 (71,4 %) наступила полная регенерация тканей шейки матки. Безрецидивное течение процесса отмечено на протяжении 2—4 лет.

У всех больных, которым проведена лазерная терапия по поводу различных степеней дисплазии эпителия шейки матки и преинвазивного рака, на протяжении от 3 мес до 4 лет исследована менструальная функция, при этом у 220 (87,3 %) больных не отмечено изменений в характере менструальной функции, у 32 (12,7 %) женщин характер менструальной функции не изучен в связи с переменой места жительства больных и невозможностью продолжения диспансерного наблюдения.

Больных после лазерной терапии подвергали клиническому исследованию, производили эндоскопическое исследование шейки матки, проводили повторные цитологические исследования мазков отделяемого из канала шейки матки. В процессе комплексного исследования после лазерной терапии конглотинации наружного зева не отмечено ни у одной больной, не обнаружено также сужения канала шейки

Таблица 8. Эффективность лечения и осложнения при различных методах лечения дисплазий эпителия и преинвазивного рака шейки матки

Метод лечения	Результаты и последствия лечения							
	положительный первичный, %	рецидивы, %	утрата трудоспособности	вторичное бесплодие, %	истинно-цервикальная недостаточность, %	стеноз цервикального клапана, %	эндометриоз, %	обострение воспалительных процессов, %
Консервативная, лекарственная терапия	22—72	12—38	от 3 до 8 нед не изучалась		не изучалась	16—18	24,6	12—18
Диатермокоагуляция	48—74	12—26	от 3 дней до 3 нед без утра-ты	2,1—4	33	33	24,6—46,9	30
Хирургическое и диатермохирургическое лечение	94	6		0	0	0	1,2	0
Целенаправленная лазерная терапия	98,4	4						

матки; развитие субэпителиального эндометриоза наблюдалось лишь у 5 (1,9 %) первично леченых больных, у повторно леченых — не установлено. Обострения сальпингоофорита, метрита, параметрита после проведенного лечения не отмечалось.

Детородная функция прослежена у 120 (47,6 %) больных, при этом установлено, что 42 (16,7 %) женщины применяли различные контрацептивы; беременность наступила у 78 (30,9 %) женщин. Из них 47 (18,7 %) женщин искусственно прервали беременность, самопроизвольных абортов у обследованных не наблюдалось. У 31 (12,3 %) женщины наступили роды, беременность и роды протекали без осложнений, лишь в 1 случае роды закончены операцией кесарева сечения в связи с экстрагенитальной патологией.

Анализ непосредственных и отдаленных результатов лечения больных дисплазиями эпителия и преинвазивным раком шейки матки свидетельствует о том, что метод целенаправленного лазерного воздействия является

высокоэффективным, атравматичным, бескровным, безболезненным, и может быть использован для лечения больных в амбулаторных условиях. При лечении этим методом не наблюдается обострений хронических воспалительных процессов, не нарушается трудоспособность больных, сохраняются менструальная и детородная функции женщин. Ниже приведены сравнительные данные эффективности лечения дисплазий эпителия и преинвазивного рака шейки матки различными методами (табл. 8).

Полученные результаты исследования позволяют дать высокую оценку методу целенаправленного лазерного лечения предрака и преинвазивного рака шейки матки. Однако оценка эффективности лечебного фактора не может основываться лишь на данных его положительного воздействия на первичный очаг, но должна учитывать и его влияние на организм в целом. В связи с этим особое значение приобретает систематический контроль за состоянием иммунореактивности у больных с учетом активности клеточно-опосредованного и гуморального иммунитета. Поэтому для решения вопроса о целесообразности широкого внедрения нового метода лечения в практику здравоохранения был изучен не только непосредственный клинический эффект, но и состояние иммунокомпетентных систем организма женщин, подвергшихся лечению излучением CO_2 -лазера.

Влияние лазерного облучения на иммунитет у больных предраком и преинвазивным раком шейки матки. В настоящем разделе представлены данные изучения состояния клеточного и гуморального иммунитета у больных с предраковыми состояниями и преинвазивным раком шейки матки, а также влияния лучей CO_2 -лазера на иммунный ответ организма в процессе целенаправленной лазерной коагуляции очагов дисплазии и преинвазивного рака шейки матки.

Нами совместно с лабораторией иммунологии КНИРРОИ проведено исследование состояния системы иммунитета у 64 больных, в том числе 44 — с дисплазией эпителия и 20 — с преинвазивным раком шейки матки. Изучали показатели клеточного и гуморального иммунитета у больных до и после целенаправленного лазерного воздействия на патологический очаг шейки матки.

О состоянии клеточного иммунитета судили на основании изучения процентного содержания и абсолютного количества тимусзависимых лимфоцитов (Т-клеток) по тесту спонтанного розеткообразования в крови, а также их функциональных возможностей по кожной реакции гиперчувствительности замедленного типа (РГЗТ) на 2,4-динитрохлор-

бензол (ДНХБ) и по реакции торможения миграции лейкоцитов (РТМЛ).

Для определения состояния гуморального иммунитета производили подсчет числа В-лимфоцитов, содержание их определяли как в процентном, так и в абсолютном количестве.

Выбор этих методик исследования обусловлен данными литературы, свидетельствующими об их высокой информативности, отражающей состояние защитных сил организма как при различных злокачественных и предраковых заболеваниях, так и при использовании различных лечебных факторов (М. Halili и соавт., 1976; W. Chiang и соавт., 1976; А. М. Savage и соавт., 1978, и др.).

Все указанные тесты выполняли согласно методическим рекомендациям Ю. А. Гриневича (1979).

Анализ результатов исследования клеточного иммунитета при предраковых дисплазиях и преинвазивном раке шейки матки свидетельствует о том, что при дисплазиях наблюдается снижение активности клеточного иммунитета, что проявляется в уменьшении числа Т-клеток и снижении их функциональной активности по данным РТМЛ. Активность РГЗТ не изменялась, хотя тенденция к снижению ее была выражена. При инвазивном раке аналогичные изменения были более выражены, что свидетельствует об угнетении клеточного иммунитета по мере прогрессирования процесса.

В результате исследований выявлено также, что у больных с дисплазией имеет место тенденция к уменьшению числа В-клеток, а при преинвазивном раке — достоверное уменьшение их количества.

Следовательно, можно утверждать, что при преинвазивном раке шейки матки имеет место снижение активности не только клеточного, но и гуморального иммунитета.

С целью определения характера воздействия лазерного излучения, использованного в качестве лечебного фактора при дисплазиях и преинвазивном раке шейки матки, на иммунореактивность описанные выше исследования показателей клеточного и гуморального иммунитета у больных с положительным клиническим эффектом лечения проведены спустя 2 мес после лечения.

Показатели состояния клеточного иммунитета у больных дисплазиями и преинвазивным раком шейки матки после лечения методом целенаправленного лазерного воздействия на патологический очаг представлены в табл. 9, 10, 11. Как свидетельствуют данные табл. 9, после лазерной терапии намечается тенденция к уменьшению числа Т-клеток у боль-

Таблица 9. Изменение показателей числа Т-клеток после лазерного воздействия при предраке и преинвазивном раке шейки матки

Характер процесса	Число обследованных до лечения	Показатель количества Т-клеток до лечения, М±m		Число обследованных после лечения	Показатель количества Т-клеток после лечения, М±m		Р
		%	абсолютная величина		%	абсолютная величина	
		Дисплазия	44		34,5±2,7	542,6±60,9	
Преинвазивный рак	20	24,7±4,2	489,7±103,3	15	26,8±7,6	418,2±27,5	>0,05

Таблица 10. Изменение показателей РГЗТ после лазерного воздействия при предраке и преинвазивном раке шейки матки

Характер процесса	Показатель РГЗТ				Р
	до лечения		после лечения		
	п	М±m	п	М±m	
Дисплазия	25	3,4±0,17	15	3,3±0,1	>0,05
Преинвазивный рак	17	2,9±0,6	10	2,5±0,4	>0,05

Таблица 11. Изменения показателя РТМЛ после лазерного воздействия при предраке и преинвазивном раке

Характер процесса	Показатель РТМЛ				Р
	до лечения		после лечения		
	п	М±m	п	М±m	
Дисплазия	28	70,6±5	15	93,9±4	<0,05
Преинвазивный рак	12	56,6±4,5	10	78,5±10,6	>0,05

ных преинвазивным раком по сравнению с исходным (до лечения) уровнем.

Показатели РГЗТ на ДНХБ после проведенного лечения (см. табл. 10) сохранялись на уровне исходных данных, то есть применяемый лечебный фактор не оказал существенного влияния на ее активность.

Изменение РТМА при дисплазии после лазерного воздействия свидетельствует о благоприятном влиянии лечебного фактора на изучаемый показатель. При преинвазивном раке этого не отмечалось. Характерно, что при указанных состояниях наблюдали только выраженное торможение РТМЛ, усиления ее не отмечали, что свидетельствует об отсутствии блокирующего фактора в крови. Последнее еще раз подтверждает отсутствие отрицательного влияния лазерного воздействия на клеточный иммунитет.

Таблица 12. Изменение количества В-клеток после лазерного воздействия при предраке и преинвазивном раке шейки матки

Характер процесса	Число обследованных до лечения	Показатель количества В-клеток, $M \pm m$		Число обследованных после лечения	Показатель количества В-клеток, $M \pm m$		P
		%	абсолютная величина		%	абсолютная величина	
Дисплазия	29	$10,9 \pm 1,5$	$214,3 \pm 48,6$	21	$5,5 \pm 0,8$	$124,1 \pm 20,3$	$>0,05$
Преинвазивный рак	8	$6,4 \pm 1,2$	$95,2 \pm 46,7$	5	$12,0 \pm 5,2$	$134,6 \pm 93,5$	$>0,05$

Показатели состояния гуморального иммунитета у больных при воздействии на патологический очаг лучами представлены в табл. 12. Установлено отсутствие выраженного влияния лазерного излучения на количество В-клеток. Тем не менее при дисплазиях намечается тенденция к снижению их числа, а при преинвазивном раке к повышению.

Суммируя полученные данные, можно заключить, что применяемое в качестве лечебного фактора лазерное воздействие не оказывает отрицательного влияния на состояние системы иммунитета больных. Содержание Т- и В-клеток, а также их функциональная возможность сохранились на уровне исходных данных, а показатель РТМЛ при дисплазиях даже существенно повышался. Таким образом, лазерная терапия оказывает щадящее влияние на показатели клеточного и гуморального иммунитета.

Проведенные нами исследования свидетельствуют о высокой эффективности метода целенаправленного лечения лучами CO_2 -лазера предрака и преинвазивного рака шейки матки и позволяют рекомендовать его для внедрения в практику здравоохранения, особенно для лечения женщин детородного периода.

Имеются пока немногочисленные сообщения об успешном использовании CO_2 -лазера для удаления новообразований шейки матки и влагалища, рассечения спаек во время миомэктомий и реконструктивных операций на маточных трубах, а также для произведения экстирпации матки как в эксперименте, так и в клинической практике (Б. В. Огнев, А. К. Полонский, 1973; А. И. Миляновский и соавт., 1978, 1981; Е. В. Қоханевич и соавт., 1981, 1983; А. Staffl и соавт., 1977; А. David и соавт., 1977; Н. Schelhas, 1978; R. Carter и соавт., 1978; J. Adducci, 1978; F. Klink и соавт., 1978; L. Klitzing и соавт., 1978). При этом подчеркивается, что при использовании лазерного излучения отсутствуют нагное-

ния в послеоперационный период, наблюдаются хороший гемостатический эффект, значительное уменьшение частоты спаечных процессов по сравнению с частотой их после оперативных вмешательств, производимых при помощи скальпеля и электрокаутера.

Однако следует отметить, что, невзирая на появление экспериментальных и клинических данных, указывающих на явные преимущества новых методов лечения различных заболеваний половых органов с использованием высокоэнергетических лазеров, внедрение последних в гинекологическую практику происходит пока весьма медленно. Это обусловлено в первую очередь несовершенством конструкции современных лазерных медицинских установок, их несоответствием требованиям гинекологической и онкологической практики, отсутствием серийно производимой лазерной аппаратуры специального назначения для гинекологических и онкологических операций. Такая аппаратура пока лишь разрабатывается. В частности, проводится работа по созданию специальных лазерных манипуляционных кольпоскопов с телевизионным экраном и других установок, которые будут весьма полезными в практической работе гинекологов и онкогинекологов. Следует отметить также, что, помимо необходимости создания лазерной аппаратуры целевого назначения, требуется дальнейшее проведение углубленных клинико-экспериментальных исследований для отработки самих методик лечения и определения показаний к их применению.

Таким образом, вопрос о применении повреждающего действия лазерного излучения для лечения патологических состояний в онкогинекологии, хирургической и консервативной гинекологии представляет значительный научный и практический интерес. Пока еще в этом вопросе много неясного, вместе с тем имеющиеся экспериментальные данные и первый опыт применения лазеров в клинике свидетельствуют о том, что в недалеком будущем лазерное излучение получит применение как новое и высокоэффективное средство лечения гинекологических заболеваний.

3 НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЛАЗЕРНЫХ ИСТОЧНИКОВ В АКУШЕРСКО- ГИНЕКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

3.1. Лазерная акупунктура и рефлексотерапия при лечении некоторых гинекологических заболеваний и патологии беременности

Последние годы ознаменовались резко возросшим интересом акушеров и гинекологов к разработке новых и усовершенствованию давно известных немедикаментозных (физиотерапевтических) методов лечения заболеваний женских половых органов. Это обусловлено учащением аллергических реакций на применяемые лекарственные препараты и возникновением других осложнений после лечения, отрицательным влиянием целого ряда современных лекарственных средств на процессы репродукции и внутриутробный плод, их недостаточной эффективностью. Как известно, физиотерапевтические методы во многих случаях позволяют исключить или значительно уменьшить дозы сильнодействующих препаратов, неблагоприятно воздействующих на генеративную функцию женщин, течение беременности, здоровье матери и будущего ребенка (В. И. Бодяжина и соавт., 1973, 1977; Л. С. Персианинов, 1971; В. Петков, 1976; А. П. Кирющенко, 1978, и др.). Одним из таких физиотерапевтических методов является акупунктура и рефлексотерапия. Хотя классическая китайская акупунктура (иглотерапия) известна не менее 5 тыс. лет, в последние десятилетия этот метод немедикаментозного лечения поставлен как бы на качественно новую ступень в связи с активной разработкой научного обоснования его применения, а также использованием не только игл, но и современных физических средств воздействия на активные точки — электрического тока, ультразвука и, наконец, лазерного излучения (Н. К. Липгарт и соавт., 1974; J. Bischo, 1976—1978, и др.).

Метод рефлексотерапии и акупунктуры надежно зарекомендовал себя как эффективный метод лечения многих нервных, психических, сердечно-сосудистых и других заболеваний, его используют для снятия болевого синдрома различного генеза и локализации, включая обезболивание родов и операций. М. Nyodo, O. Geda (1977), G. Rauthе и соавторы (1977), P. C. Damascann (1978) и другие отмечали хороший обезболивающий эффект в родах при применении акупунктуры и электроакупунктуры.

Ж. Setecleiv (1974) выполняло обезболивание с помощью электроакупунктуры у 800 женщин во время операции кесарева сечения, при этом премедикацию не проводили. Автор отметил, что примененная методика анестезии оказалась эффективной в 97 % случаев. Проблема применения комбинированной анестезии, включающей электроакупунктуру при операции кесарева сечения, всесторонне обсуждалась на V Европейском конгрессе анестезиологов (Мадрид, 1974) и на V Всемирном конгрессе по акупунктуре (Токио, 1977). Интерес к ней в значительной степени обусловлен отсутствием отрицательного влияния электроакупунктуры на сократительную функцию матки и плод.

Этот метод все чаще применяют для родовозбуждения, стимуляции родовой деятельности, с целью сохранения беременности при угрозе ее преждевременного прерывания или для лечения ранних токсикозов беременных (А. А. Грингер, 1961; А. С. Селиверстова и соавт., 1976; Е. Kubista, Н. Kucega, 1973, 1975, и др.). Проведено исследование иглорефлексотерапии поздних токсикозов беременных как метода, оказывающего непосредственное воздействие на функцию нервной системы и вызывающего нормализацию нарушенной адаптации организма беременной (А. А. Жаркин, А. Г. Ионкина, 1981). С помощью иглорефлексотерапии лечили 40 беременных, у 26 из них была нефропатия беременности I степени. Результаты лечения иглорефлексотерапией сравнивали с данными лечения другими средствами. Применяли серебряные иглы. При определении биологически активных точек (БАТ) учитывали канальные и сегментарные связи: точки каналов «почек», «перикарда» и «мочевыводящего пузыря». Авторы отметили достаточную эффективность иглорефлексотерапии как самостоятельного метода лечения при поздних токсикозах беременных на ранних их стадиях и малую эффективность — при тяжелых и сочетанных формах токсикозов. По мнению этих исследователей, иглорефлексотерапию можно использовать либо как самостоятельный метод, либо при недостаточной его эффективности в комбинации с лекарственными средствами, которые при этом можно назначать в меньших дозах и менее продолжительное время.

Данные литературы убеждают в том, что применение акупунктуры и рефлексотерапии способствует снижению частоты возникновения слабости родовой деятельности, кровотечений в родах, необходимости оперативных вмешательств, асфиксии плода, мертворождаемости и послеродовых осложнений (Т. В. Воронцова и соавт., 1978, и др.), поэтому эти методы лечения несомненно заслуживают

внедрения в акушерскую практику. К сожалению, работы разных авторов выполнены на небольшом клиническом материале и в связи с тем, что методики электроакупунктуры и чрескожной стимуляции зачастую выбирались чисто эмпирически, полученные результаты нередко несравнимы или противоречивы, поэтому прежде чем рекомендовать метод к широкому применению, необходимо углубленно исследовать различные аспекты влияния иглорефлексотерапии на организм матери и плода и разработать оптимальные научно обоснованные методики с четким определением показаний, противопоказаний и наиболее эффективных способов воздействия на организм при различной акушерской патологии.

Акупунктуру применяют и в гинекологической практике для лечения альгодисменореи, гипоменструального синдрома и аменореи, гиперменореи, меноррагии и других нарушений менструального цикла (А. Ф. Жаркин, Л. В. Ткаченко, 1981; Л. В. Тимошенко и соавт., 1981, М. Тапi и соавт., 1977); хронических воспалительных заболеваний женских половых органов (О. С. Жукова, 1982); бесплодия (А. Могi и соавт., 1977); климактерического синдрома (Т. А. Соболева, А. Ф. Жаркин, 1981). Изданы методические рекомендации по применению иглорефлексотерапии при некоторых гинекологических заболеваниях¹.

До настоящего времени механизм положительного действия акупунктуры во многом остается неясным.

В настоящее время известно, что на поверхности тела человека имеется около 800 БАТ, воздействие на которые (иглой, электрическим током или лазерным излучением) ведет к изменению функционального состояния того или иного органа, системы органов или организма в целом. Эти изменения осуществляются при посредстве нервных окончаний, расположенных в коже, через которые возбуждение передается в центральную нервную систему, а затем к соответствующему органу или системе организма. В передаче возбуждения принимают участие ионы и биохимические медиаторы. Е. Khalatbari и соавторы (1977), М. Lei и соавторы (1977) и другие высказывают мнение, что БАТ функционируют как «полупроводники». А. К. Подшибякин (1960) установил, что места анатомического входа нервов в кожу по своим физиологическим характеристикам резко отличаются

¹ Тимошенко Л. В., Мачерет Е. Л., Самосюк И. З., Зозуля И. С., Прохоров В. Т. Иглорефлексотерапия некоторых гинекологических заболеваний: Метод. рекомендации.— К.: Б. и., 1981.— 22 с.

от окружающих их кожных полей. В БАТ обнаружен повышенный электрический потенциал, усиленное поглощение кислорода, повышенная температура, более интенсивное инфракрасное излучение, максимальная болезненность и другие особенности. По определению этого автора, под точкой акупунктуры понимают ограниченный по размерам участок кожи, находящийся в наиболее выраженной нервно-регуляторной связи с определенным внутренним органом или отделом головного мозга. При острой патологии электрическое сопротивление в БАТ намного меньше, чем в прилегающих участках кожи; при хронических же заболеваниях — оно превышает электрическое сопротивление кожи. Возбуждение точек при акупунктуре увеличивает степень нарушения энтропийного баланса в них и, следовательно, увеличивает возбуждение акцепторов, связанных с этими точками. Связи между акцепторами имеют, как известно, одностороннюю проводимость для сигналов возбуждения и торможения. Усиление возбуждения приводит к увеличению тормозного сигнала, нормализующего условие баланса в самой точке и в органе. Излечение сопровождается восстановлением электрического сопротивления точки (Б. З. Шуйская, 1970; Е. С. Вельховер, 1977). В последние годы в целях воздействия на БАТ, в том числе и при заболеваниях половых органов и акушерской патологии, все шире применяют изучение низкоэнергетических лазерных источников и в первую очередь монохроматического красного света гелий-неонового лазера.

По мнению многих исследователей (В. М. Инюшин, И. Г. Железнов, 1973; Н. К. Либгарт и соавт., 1974; Г. Г. Джвобенана и соавт., 1976—1980; В. И. Грищенко и соавт., 1978—1980; О. С. Жукова, 1982; J. Miklanek, V. Kriz, 1978; J. Bischo, 1978, и др.), точки традиционной китайской акупунктуры являются наилучшими участками приложения низкоэнергетического лазерного излучения. Поэтому в клинике нервных и внутренних болезней, акушерско-гинекологической практике и ряде других отраслей клинической медицины физиотерапия низкоинтенсивным лазерным излучением чаще всего проводится в виде так называемой лазерной акупунктуры, лазерной рефлексотерапии, или лазеропунктуры.

Излучение гелий-неонового лазера для воздействия на БАТ и рефлексогенные зоны человека в целях биоэнерготерапии и активации механизмов саногенеза в больном организме начали впервые применять в нашей стране с середины 70-х годов (В. И. Инюшин, 1965—1973; Я. Е. Быховский и соавт., 1972—1977; Ю. Д. Дрейзин и соавт., 1972—1977,

и др.). Здесь же новый метод лечения получил наибольшее развитие.

По данным упомянутых авторов, результаты применения биостимулирующей лазерной терапии, включая акупунктуру и рефлексотерапию, в большинстве случаев положительны.

Механизмы лазерной биостимуляции как при непосредственном воздействии на патологический очаг, так и при воздействии излучения на БАТ и рефлексогенные зоны (J. Miklanek, V. Kriz, 1978) остаются на сегодняшний день во многом неясными, а методики лазеротерапии — эмпирическими. Это побуждает осторожно относиться к вопросам широкого внедрения нового метода в практику здравоохранения.

Необходимо отметить следующий установленный факт: лазеропунктура не является альтернативой классической акупунктуры (Н. К. Липгарт и соавт., 1974; Н. W. Rölke, 1978; R. Weissmann, 1979, и др.). Эти методы не исключают, а дополняют друг друга, поскольку каждый из них имеет свои преимущества и показания к применению.

О существующих различиях этих методов свидетельствует, например, тот факт, что биологические эффекты при воздействии лазерного излучения и акупунктурных игл на одни и те же БАТ и рефлексогенные зоны отличаются различными местными и общими реакциями на организм (J. Bischko, 1978; R. Weissmann, 1979). Последнее обусловлено, по-видимому, существенными различиями механизмов этих влияний.

По мнению R. Weissmann (1979), энергетические и спектральные параметры излучения лазеров обуславливают возникновение специфических ответных реакций в БАТ, отличающихся от реакций, возникающих при раздражении акупунктурными иглами, электрическим током.

В результате сравнительного анализа реакций большого организма при классическом и лазерном акупунктурных методах лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы, некоторых неврастенических расстройств, мигрени, фантомных болей, вертеброгенных расстройств, болевых синдромов при одних состояниях выявлен лучший эффект от лазеротерапии, при других — от иглорефлексотерапии (J. Miklanek, V. Kriz, 1978; R. Weissmann, 1979).

Известно, что БАТ кожи располагаются в местах ветвления нервных стволов и в области околосоудистых нервных сплетений. Поэтому при воздействии на эти точки иглой возможны кровоизлияния или болезненность в связи с попаданием иглы в сосуд или нерв, а также внесение инфекции. Этих недостатков лишена лазеропунктура.

Как показали данные исследований, преимущества лазеропунктуры перед иглоукалыванием состоят в следующем: простота и удобство манипуляции; безболезненность и отсутствие каких-либо неприятных ощущений при достаточно глубокой (3—10 мм) проникающей способности лазерного излучения — наибольшим проникающим действием среди низкоэнергетических источников обладает красное монохроматическое излучение гелий-неонового лазера, наименьшим — синее излучение гелий кадмиевого лазера, ультрафиолетовое излучение занимает промежуточное положение (С. Д. Плетнев и соавт., 1978); абсолютная атравматичность, бескровность и стерильность воздействия на БАТ; значительное сокращение времени процедуры — в 10—20 раз (J. Bischo, 1978; Г. Г. Джвевенава, 1980, и др.).

Благодаря указанным преимуществам лазеропунктуру можно применять при гнойных заболеваниях, она является методом выбора при лечении тучных больных, а также детей и беременных женщин с повышенной нервно-психической лабильностью. Вместе с тем лазеропунктура оказывает более мягкое раздражение и имеет меньшую глубину проникновения, чем классическая акупунктура. Здесь уместно упомянуть о существующей разнице между акупунктурной аналгезией и акупунктурной терапией: при акупунктурной терапии минимальное раздражение дает максимальную реакцию, тогда как при акупунктурной аналгезии наибольшее раздражение дает наибольший эффект. Поэтому в ситуациях, при которых требуется местный эффект раздражения, или для достижения хорошего аналгезирующего эффекта необходима большая глубина проникновения раздражителя, лазеропунктура при помощи современных аппаратов воздействия не может заменить классическую акупунктуру (J. Bischo, 1978; H. Rölke, 1978; J. Miklanek, V. Kriz, 1978; R. Weissmann, 1979).

Излучение лазера гелий-неонового типа интенсивностью до 25 мВт/см² впервые в гинекологической практике было применено для лечения неспецифических воспалительных заболеваний маточных труб и яичников путем воздействия на кожные рефлексогенные зоны и соответствующие БАТ (Я. Е. Быховский, 1972; Е. С. Екимова, Я. Е. Быховский, 1972; Ю. В. Дрейзин, А. М. Мошьева, 1975; Ю. В. Дрейзин и соавт., 1977; Л. С. Алисултанова, 1977). Дозы облучения в избранных авторами схемах лечения варьировали в значительных пределах: интенсивность — от 1 до 25 мВт/см², экспозиция однократного воздействия — от 30 с — 1 мин до 10—15 мин, курс лечения 10, 20 и более процедур. При этом медикаментозную терапию больные не получали. Положи-

тельный клинический эффект состоял в быстром купировании болевого синдрома, нормализации температуры, гемоцитограммы, белковых фракций сыворотки крови, экскреции эстрогенов и кольпоцитологических показателей в динамике (Ю. В. Дрейзин, А. М. Мошечева, 1975; Ю. В. Дрейзин и соавт., 1977). Новый метод был особенно эффективен при гипофункции яичников, так как при его применении увеличивалась эстрогенная насыщенность организма, отмечалась быстрая и стойкая нормализация менструальной функции (Ю. В. Дрейзин и соавт., 1977). Было установлено также нарастание фагоцитарной активности крови по отношению к стафилококкам (Е. С. Якимова, Я. Е. Быховский, 1972), что было оценено авторами как повышение сопротивляемости организма к инфекции под влиянием лазеротерапии.

В. И. Грищенко и соавторы (1977), В. И. Парашук (1979) применили излучение гелий-неонового лазера в гинекологии для лечения дисфункциональных маточных кровотечений путем воздействия на рецепторный аппарат шейки матки. Излучение гелий-неонового лазера мощностью от 3 до 20 мВт направляли на область наружного зева канала шейки матки с экспозицией облучения до 1 мин. Курс лечения включал 6—9 сеансов ежедневного облучения. В динамике лечения проводили изучение функционального состояния яичников, экскреции гонадотропинов, стероидных гормонов, мелатонина, кожногальванической реакции. Установлено, что в результате лазерной терапии наблюдается повышение экскреции фоллитропина, увеличение экскреции эстрогенов, гормонов коркового вещества надпочечников — 17-кетостероидов (при их пониженном исходном уровне), другие положительные гормональные сдвиги, указывающие на нормализацию нейрогуморальной регуляции менструальной функции. Нормализация соотношения гормонов в организме сопровождалась быстрым и стойким клиническим эффектом: уже после проведенных 2—3 процедур в 7—10 % случаев отмечался выраженный гемостатический эффект. Еще более эффективной оказалась комплексная терапия, при которой лазерное облучение сочетали с назначением фармакологических препаратов — положительный результат лечения был отмечен в 90 % случаев. Гемостатический эффект по срокам наблюдения от 6 мес до 1 года наблюдался у большинства (38 из 43) леченых больных. По мнению авторов, вероятный механизм положительного эффекта лечения гелий-неоновым лазером связан с нормализацией нейрогуморальных взаимоотношений между гипоталамусом, гипофизом и эпифизом в системе регуляции функционального состояния яичников. Проведенные исследования подтвержда-

ют перспективность применения лазерной рефлексотерапии в гинекологической практике как метода, стимулирующего функцию половых желез.

В ряде работ изучены возможности применения лазерной акупунктуры для стимуляции эндогенной продукции гормонов и овуляции при бесплодии эндокринного генеза (С. Драмман, 1980; В. И. Грищенко и соавт., 1981). Использовали излучение гелий-неонового лазера типа ЛГ-75 (λ 632,8 нм, выходная мощность 25 мВт); облучение проводили, как и при лечении дисфункциональных маточных кровотечений, путем воздействия на рецепторную зону шейки матки. Лазерную энергию подводили от источника облучения к обнаженной в зеркалах шейке матки либо непосредственно в виде концентрированного параллельного пучка света без каких-либо оптических систем, либо при помощи световодов. К сожалению, в работах не указаны плотности потоков мощности излучения. Время сеанса при использовании максимальной мощности (25 мВт) соответствовало 1 мин. Курс лечения в каждом межменструальном периоде, начиная с 5-го дня менструального цикла, составлял 7—9 ежедневных сеансов. Всего проводили 2—3 курса облучения. Была изучена эффективность лазерной рефлексотерапии по сравнению с воздействиями электрического тока на ту же рефлексогенную зону, то есть по сравнению с электростимуляцией шейки матки, а также со стимулирующим эффектом кlostильбегита. Изучали также эффективность комбинированного метода лечения: применение кlostильбегита в сочетании с лазерной акупунктурой по приведенной схеме (препарат назначали ежедневно, начиная с 5-го дня менструального цикла, по 50 мг 2 раза в день в течение 5 дней; курсовая доза составляла 500 мг, при повторных курсах в случае недостаточного эффекта курсовую дозу увеличивали до 1000 и 1500 мг). Результаты лечения оценивали, помимо клинических данных, по тестам функциональной диагностики состояния яичников и по динамике экскреции прегнадиола. Было установлено, что лазерная рефлексотерапия как самостоятельный вид лечения и в сочетании с кlostильбегитом вызывает наиболее существенные в сравнении с другими методами стимуляции продукции гормонов и овуляции гормональные изменения в организме женщин, страдающих эндокринными формами бесплодия. У больных с ановуляторными циклами лазеротерапия как в самостоятельном виде, так и в сочетании с кlostильбегитом оказывала выраженный стимулирующий эффект: после терапии устанавливался двухфазный менструальный цикл, однако с недостаточной второй фазой. При лечении большинства женщин с

неполноценной лютеиновой фазой восстанавливался нормальный менструальный цикл, о чем свидетельствовало наступление в дальнейшем беременности (в 20,8 % случаев — при лечении одним лишь излучением лазера, в 22,7 % — при сочетании последнего с кlostильбегитом, в 16,6 % случаев — после лечения одним кlostильбегитом; у женщины, которым была проведена электростимуляция шейки матки, наступления беременности не наблюдали (В. И. Грищенко и соавт., 1981). Эти данные указывают на то, что лазерная рефлексотерапия имеет ряд преимуществ по сравнению с другими медикаментозными и физическими методами стимуляции овуляции при бесплодии эндокринного генеза, что еще раз подтверждает перспективность применения лазеротерапии в гинекологической практике.

В акушерской практике лазерную акупунктуру применяют для лечения нефропатии беременных. Принципиально новый метод комплексного лечения поздних токсикозов беременных с применением лазеропунктуры разработан в НИИ перинатальной медицины, акушерства и гинекологии МЗ ГССР (Г. Г. Джвобенава, 1979, 1980) на основании предварительно проведенных здесь экспериментальных исследований характера влияния данного вида световой энергии на течение второй половины беременности, ее исход, внутриутробное развитие плода и состояние потомства, а также многочисленных клинических данных о результатах лечения гипертонической болезни, ряда неврологических и терапевтических заболеваний с применением классической и лазерной акупунктуры (В. В. Шур и соавт., 1972; Н. Н. Воронина, 1972; J. Bischko, 1978; J. Miklanek, V. Kriz, 1978, и др.).

Лазеропунктура в комплексном лечении нефропатии беременных. Впервые в акушерстве лучи гелий-неонового лазера были применены в качестве лечебного средства при нефропатии беременных. Поиск и разработка немедикаментозных методов лечения нефропатии беременных обусловлены рядом факторов.

1. Указанная патология является одной из самых частых форм токсикозов второй половины беременности, приводящей к большому числу осложнений в родах, материнской и перинатальной смертности, несмотря на проводимую комплексную медикаментозную терапию.

2. Все существующие методы лечения нефропатии беременных либо малоэффективны, либо оказывают неблагоприятное влияние на организм матери и плода. Даже новейшие гипотензивные и диуретические препараты не лишены побочных эффектов (А. П. Кирющенков, 1977), что обусловле-

но легкой ранимостью организма плода при воздействии лекарственных средств из-за незрелости печени эмбриона и в связи с этим минимальной способностью метаболизма лекарственных веществ (В. И. Бодяжина и соавт., 1973; В. Петков, 1976). С другой стороны, вследствие неполноценности выделительной функции плодов в постнатальный период у новорожденных в значительном проценте случаев отмечаются нарушения структуры органов и метаболические отклонения (А. М. Чернух, П. Н. Александров, 1965).

Разработанная нами (Г. Г. Джвевенава, 1979, 1980) комплексная схема лечения нефропатии беременных основана на ограничении приема лекарственных средств и проведении лазеропунктуры путем рефлекторного воздействия на определенные БАТ. Аппарат для лазеропунктуры, условия работы и методика лечения нефропатии беременных. Для воздействия на БАТ кожи мы использовали ОКГ отечественного производства типа ЛГ-75 (λ 632,8 нм, выходная мощность 20—25 мВт).

Процедуры лазеропунктуры проводили в экранированной кабине (рис. 20) площадью 8 м², внутренняя поверхность которой окрашена в темно-зеленый цвет. Лазерная трубка была закреплена горизонтально на внутренней поверхности кабины, генератор — вне ее. В кабине установлена кушетка, тумбочка, имеются темно-зеленые очки, темно-зеленое покрывало для изоляции беременной от воздействия отраженного и рассеянного лазерного луча на другие части тела и глаза. Персонал проводил лазерную процедуру также в темно-зеленых очках. Сеанс лазеропроцедуры проводили вечером, между 21—22 ч, после 10-минутной темновой адаптации беременной. Лазерный луч подводили к БАТ кожи с помощью гибкого стекловолоконистого световода, соединенного с лазерной трубкой при помощи переходника (рис. 21). Симметричные БАТ облучали по 10—15 с еже-



Рис. 20. Экранированная кабина для проведения лазеропунктуры. Источник облучения — лазер типа ЛГ-75



Рис. 21. Лазерный луч подводится к месту облучения с помощью гибкого стекловолоконного световода, соединенного с лазерной трубкой переходником

дневно. Колебания длительности экспозиции облучения (10—15 с) были связаны с колебаниями величины электрического сопротивления в симметричных точках. В случаях низкой величины электропроводности БАТ экспозицию увеличивали, и наоборот. Этим приемом достигалось выравнивание электрического сопротивления в точках, отражающих состояние сосудистого тонуса. После окончания процедуры беременная находилась в затемненном кабинете в течение 10 мин.

Облучали следующие точки: Ней-гуань, Цзу-сань-ли, Шень-мэнь (рис. 22), воздействие на которые обычно производят при гипертонической болезни, психической лабильности, бессоннице и перевозбуждении (В. Г. Вогралик, 1961; М. К. Усова, С. М. Морохов, 1974; Э. Д. Тыкочинская, 1979).

Анатомическое положение вышеупомянутых точек:

1. Ней-гуань располагается на 2 пропорциональных цуня (цунь — 1/12 часть расстояния от второй складки запястного сустава до локтевой складки) выше складки лучезапястного сустава между сухожилиями лучевого сгибателя запястья и длинного сгибателя большого пальца кисти.

2. Цзу-сань-ли располагается на 4 цуня (цунь — 1/14 часть расстояния от верхнего края медиальной лодыжки до складки подколенной ямки) ниже центра подколенного, несколько ниже головки малоберцовой кости, между передней большеберцовой мышцей и длинным разгибателем пальцев.

3. Шень-мэнь находится в области проксимальной складки лучезапястного сустава, во впадине между гороховидной и локтевой костями.

После нахождения точек последние маркируют тушью. БАТ кожи лучше определять при помощи специальных приборов — Элап, Пэп-1—2 и др.

Наряду с лазеропунктурой беременные получали также комплексную общеукрепляющую терапию без гипотензивных медикаментозных средств по следующим схемам:

1. При лечении нефропатии легкой формы (I степень) — постельный режим, затемненная палата, стол № 7 (100—150 г отварного мяса, рыбы, творога, поваренной соли до 2—3 г и жидкости до 800 мл в сутки), теплая грелка на область почек на 30 мин 3 раза в день, вдыхание увлажненного кислорода в течение 30 мин 3 раза в день, 40 мл 40 % раствора глюкозы совместно с 2 мл 5 % раствора аскорбиновой кислоты внутривенно 1 раз в день, инсулин 4 ЕД внутримышечно 1 раз в день, гендевит по 2 драже 3 раза в день, метионин по 0,5 г 3 раза в день, липокаин по 0,3 г 3 раза в день, фуросемид по 0,04 г 1 раз в день, калия хлорид по 1 г 3 раза в день, сеанс электросна продолжительностью 60—120 мин 1 раз в день, кокарбоксилаза по 0,1 г внутримышечно 2 раза в день.

2. При лечении нефропатии тяжелой формы (II—III степень) — строгий постельный режим, затемненная палата, стол № 7 (с ограничением жидкости до 600 мл в сутки) и разгрузочными днями (1 раз в неделю — яблочно-творожный день), вдыхание увлажненного кислорода в течение 30 мин 3 раза в день, теплая грелка на область почек на 30 мин 3 раза в день, 40 мл 40% раствора глюкозы с 10 мл 0,5 % раствора новокаина и 2 мл 5 % раствора аскорбиновой кислоты внутривенно 1 раз в день, инсулин 4 ЕД внутримышечно

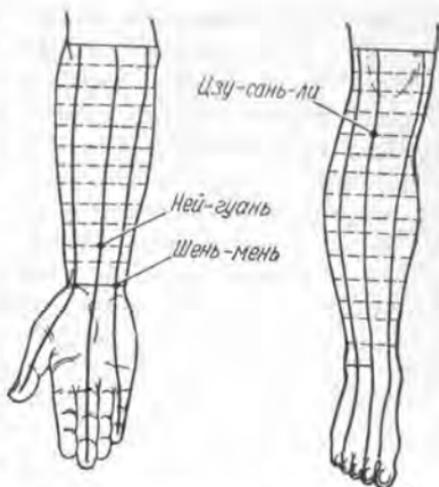


Рис. 22 БАТ для воздействия лазеропунктурой при лечении нефропатии беременных

Таблица 13. Наименование и функциональное назначение БАТ кожи, применяемых при комплексном лечении нефропатии беременных

Наименование точек	Меридианный индекс	Показания к применению
1. Ней-гуань	МС-6	Повышение артериального давления (АД), перевозбуждение
2. Цзу-сань-ли	Е-36	Повышение АД, психическая лабильность, перевозбуждение, бессонница
3. Шень-мень	С-7	Повышение АД, перевозбуждение, сердцебиение

шечно, фуросемид по 40 мг 2—3 раза в сутки (или лазикс по 0,04—1—2 раза в сутки) в зависимости от выраженности отеков, но в течение не более 3 дней, хлорид калия по 1 г 3 раза в день, сеанс электросна 2 раза в день продолжительностью 80—120 мин, 2 мл 2 % раствора но-шпы внутримышечно 1—2 раза в день, концентрированный бикарбонатно-плазменный раствор (150 г сухой плазмы, растворенной в 100 мл 5 % раствора бикарбоната натрия) капельно внутривенно под контролем показателей кислотно-основного состояния (КОС) крови, кокарбоксилаза по 0,1 г 2 раза в день внутримышечно, метионин 0,5 г 3 раза в день, липокаин 0,3 г 3 раза в день, гендевит по 2 драже 3 раза в день.

Курс лечения при нефропатии легкой формы составлял в среднем 6—8, а при тяжелой — 14—16 процедур.

Лазеропунктуру применяли только при «чистых» формах нефропатии.

Противопоказаниями к применению лазеропунктуры во время беременности, на основании анализа данных литературы и собственных исследований, по нашему мнению, являются следующие состояния: сочетанные формы нефропатии, опухоли любого характера, острые инфекционные заболевания, органические заболевания сердца и почек и др.

Клиническое течение и исходы беременности при применении лучей лазера в комплексном лечении нефропатии беременных. Для оценки эффективности лечебного действия лазеропунктуры в комплексном лечении нефропатии беременных Г. Г. Джвевенава (1980) было выделено 396 беременных женщин, страдающих «чистой» нефропатией при беременности более 32 нед. Все больные на основании клинико-лабораторных данных были условно распределены на группы: страдающие нефропатией легкой формы — АД до 20/13,3 кПа (150/100 мм рт. ст.), протеинурия не более 1 г/л, отеки I—II степени — и нефропатией тяжелой формы — АД выше 20/13,3 кПа (150/100 мм рт. ст.), протеинурия выше 1 г/л, отеки различных степеней. В зависимости от тяжести заболевания и метода проводимого лечения все больные, кроме того, были распределены на 4 группы: больные 1-й группы (118 беременных с нефропатией легкой формы) получали вышеописанный комплекс лечебных мероприятий, в который была включена лазеропунктура; больные 2-й группы (117 беременных с нефропатией легкой формы) получали тот же комплекс медикаментозных средств, включая гипотензивные препараты; больным 3-й группы (83 женщины с нефропатией тяжелой формы) назначался комплекс лечебных мероприятий и лазеропунктура; больных 4-й группы

(78 женщин с нефропатией тяжелой формы) лечили комплексом медикаментозных средств с применением гипотензивных препаратов. В зависимости от тяжести токсикоза больным 2-й и 4-й групп в вышеприведенные комплексы лечебных средств вводили различные сочетания гипотензивных препаратов в общепринятых дозировках (магния сульфат, аминазин, рауседил, дибазол, папаверин и др.).

В динамике исследовали: АД, суточный диурез, степень выраженности отеков, гемограмму, протеинограмму, КОС, концентрацию ионов калия и натрия в плазме и эритроцитах, то есть те показатели, которые наиболее изменяются при нефропатии беременных. обстоятельно изучено также течение родов, осложнения при них, исходы родоразрешения и состояние новорожденных. Помимо этого, проведены катamnестические исследования в течение первого года жизни 53 детей, родившихся от матерей, страдавших нефропатией. Полученные результаты исследования сравнивали с аналогичными показателями соответствующих групп больных (результатов, полученных при обследовании больных 1-й группы, с результатами, полученными при обследовании больных 2-й группы и соответственно — 3-й и 4-й).

При изучении действия лазеропунктуры на артериальную гипертензию, протеинурию и интенсивность выраженности отеков (триада Цангемейстера) установлены позитивные сдвиги в степени их выраженности.

Так, под влиянием лазеропунктуры обнаружено статистически достоверное ($P < 0,001$) снижение как максимального, так и минимального АД, что указывало на нормализацию тонуса артериальных сосудов и уменьшение вазоконстрикции. При нефропатии легкой формы максимальное АД снижалось с $(19,29 \pm 0,1)$ кПа — $(144,7 \pm 1)$ мм рт. ст. до $(16,13 \pm 0,1)$ кПа — $(121,3 \pm 1)$ мм рт. ст., минимальное — с $(12,14 \pm 0,14)$ кПа — $(91,4 \pm 1,3)$ мм рт. ст. до $(10,4 \pm 0,11)$ кПа — $(75,3 \pm 0,8)$ мм рт. ст., при нефропатии же тяжелой формы эти показатели снижались соответственно с $(23,15 \pm 0,48)$ кПа — $(173,4 \pm 3,6)$ мм рт. ст. до $(18,75 \pm 0,35)$ кПа — $(140,4 \pm 2,6)$ мм рт. ст. и с $(14,55 \pm 0,35)$ кПа — $(109,4 \pm 2,6)$ мм рт. ст. до $(12,51 \pm 0,29)$ кПа — $(93,8 \pm 2,2)$ мм рт. ст. Уменьшение АД под влиянием лазеропунктуры — максимального на 2,7—5,3 кПа — (20—40 мм рт. ст.) и минимального — на 1,3—2 кПа (10—15 мм рт. ст.) — является доказательством эффективности проводимых мероприятий. Необходимо отметить, что при лечении нефропатии легкой формы лазеропунктурой гипотензивный эффект был более выражен. Уменьшение обоих показателей АД было более значительно, чем в группах

больных, в которых применялись традиционные гипотензивные препараты ($P < 0,05$).

Уменьшение АД под влиянием лазеропунктуры является результатом реализации локального облучения периферических окончаний центростремительных нервов, расположенных в БАТ. Возникший при этом центростремительный импульс нормализует нарушенные взаимоотношения между корой и подкорковыми образованиями и действует опосредованно на сосудистый тонус. По механизму действия лазеропунктура является методом патогенетической терапии нефропатии беременных, поскольку генерализованный спазм периферических сосудов с нарушением периферического кровообращения и развитием циркуляторной гипоксии — ведущее звено в генезе позднего токсикоза (М. А. Репина, О. Т. Садовый, 1979). Снижение АД, снятие сосудистого спазма, улучшение кровоснабжения органов и тканей ликвидируют имеющуюся гипоксию и приводят к нормализации обмена веществ.

При изучении гемограммы у беременных с нефропатией обнаружено умеренное снижение концентрации гемоглобина, пропорциональное тяжести токсикоза, свидетельствующее о развитии у них анемии. В результате лазеротерапии отмечают статистически достоверное увеличение ($P < 0,05$) концентрации гемоглобина крови по сравнению с показателями его у беременных, получавших гипотензивные препараты. Установлено, что лазерное облучение оказывает стимулирующее влияние на эритропоэз и вместе с тем практически не влияет на состояние белой крови и СОЭ.

При развитии позднего токсикоза функциональное состояние почек играет исключительно важную роль, поскольку почки участвуют в экскреции продуктов резко повышенного обмена веществ материнского организма и продуктов обмена веществ организма плода (R. L. Burt, 1973). Вместе с тем, почки подвергаются воздействию гипоксии, характерной для нефропатии, и повреждаются больше, чем другие органы, и в более ранние сроки (А. П. Николаев, 1972). Известна также роль почек в регуляции водно-солевого баланса, коллоидно-осмотического давления крови и КОС организма.

При нефропатии характерными проявлениями изменения функции почек являются: олигурия, протеинурия, появление в моче (при кислой ее реакции) гиалиновых и зернистых цилиндров (M. D. Simmowitz, W. I. Mc Gregor, 1973, и др.).

Протеинурия, по мнению J. Brood (1962), является выражением несоответствия между поступлением белков к клеткам канальца нефрона и обратной их реабсорбцией.

Нами установлено, что до лечения у больных отмечалось

уменьшение суточного диуреза и повышение концентрации белка в моче, причем при тяжелой форме нефропатии отмечалась также цилиндрурия. Степень изменения показателей суточного диуреза и концентрации белка была пропорциональна степени тяжести заболевания и зависела от нарушения фильтрационно-реабсорбционной способности почек и выраженности дегенеративных изменений в канальцах нефрона.

Под влиянием лазеропунктуры у больных всех групп происходило значительное увеличение суточного диуреза ($P < 0,001$) и уменьшение концентрации белка в моче ($P < 0,001$). Содержание гиалиновых и зернистых цилиндров у больных нефропатией тяжелой формы также уменьшалось. Следует отметить, что у больных 1-й и 3-й групп, которых лечили с использованием лазеропунктуры, позитивные изменения были более выражены, чем у больных 2-й и 4-й групп, леченных гипотензивными препаратами.

Уменьшение АД и снятие сосудистого спазма под влиянием лазеропунктуры улучшает почечный кровоток, клубочковую фильтрацию и увеличивает диурез. Параллельно с повышением диуреза у больных с легкой формой нефропатии после лечения отмечено исчезновение отеков, а у больных с тяжелой формой — их значительное уменьшение.

Нефропатия беременных сопровождается значительными нарушениями белкового обмена (G. M. Stark, 1978, и др.). Общее содержание белка снижается за счет уменьшения содержания альбуминов, уровень глобулинов возрастает, меняется также соотношение белковых фракций. Степень нарушения белкового обмена зависит от тяжести токсикоза, что соответствует данным литературы (И. М. Грязнова и соавт., 1976; T. Chatterju, 1978, и др.).

Выявленные изменения белкового обмена способствуют понижению онкотического давления в сосудах, повышению содержания Na_+ в клетках, возникновению отеков (М. М. Шехтман, 1978; G. M. Stark, 1978, и др.).

Сдвиг протеинограммы в сторону увеличения крупномолекулярных белков при снижении общего белка крови уменьшает коллоидно-осмотическое давление плазмы, увеличивает сопротивление току крови в сосудах и тем самым поддерживает гипертензию. Как кислые основания, грубодисперсные белки увеличивают количество кислых групп крови, в результате чего нарастает ацидоз и нарушается КОС в организме.

В результате лечения нефропатии лазеропунктурой отмечена тенденция к нормализации белкового обмена как у беременных с легкой формой токсикоза, так и с тяжелой.

Изменения протеинограммы характеризовались увеличением в крови количества альбуминов и возрастанием величины альбумино-глобулинового коэффициента, а также снижением общего количества глобулинов за счет альфа-глобулиновых фракций. Обнаруженная положительная динамика состояния белкового обмена при лазеропунктуре объясняется, как нам кажется, прежде всего позитивными изменениями АД. Понижение АД способствует уменьшению гипоксии органов и улучшению функционального состояния печени и почек, следствием чего являются нормализация белково-синтетической функции печени и снижение уровня протеинурии. Изменения концентрации белка и соотношения белковых фракций у больных 2-й и 4-й групп, которых лечили гипотензивными препаратами, имели сходную направленность, однако позитивные сдвиги были выражены у них в меньшей мере, чем у больных 1-й и 3-й групп, леченных лазеропунктурой.

При обследовании больных с нефропатией легкой степени было обнаружено, что концентрация Na^+ в плазме крови до лечения составляла $(155,7 \pm 4,8)$ ммоль/л, в эритроцитах — $(35,6 \pm 1,2)$ ммоль/л, а содержание K^+ в плазме крови — $(4,5 \pm 0,2)$ ммоль/л, в эритроцитах — $(72,5 \pm 2,4)$ ммоль/л. Под влиянием лазеропунктуры концентрация натрия у больных с легкой формой заболевания достоверно ($P < 0,001$) снижалась как в плазме крови — до $(133,5 \pm 3,2)$ ммоль/л, так и в эритроцитах — до $(26,8 \pm 0,7)$ ммоль/л. Содержание же K^+ при этом практически не менялось ($P > 0,05$). При лечении больных с легкой формой нефропатии гипотензивными препаратами также отмечалось снижение уровня Na^+ в плазме крови до $(138,1 \pm 3,3)$ ммоль/л и эритроцитах — до $(29,7 \pm 0,9)$ ммоль/л ($P < 0,01$) при отсутствии изменений концентрации K^+ ($P > 0,05$). У больных с нефропатией тяжелой формы концентрация Na^+ в плазме крови до лечения составила $(164,8 \pm 12,5)$ ммоль/л, в эритроцитах — $(36,4 \pm 2,1)$ ммоль/л, концентрация же K^+ в плазме крови — $4,9$ ммоль/л, в эритроцитах — $(63,6 \pm 0,9)$ ммоль/л. Лазеропунктуротерапия больных с нефропатией тяжелой формы достоверно снижала концентрацию Na^+ в плазме крови до $(133,0 \pm 2,2)$ ммоль/л ($P < 0,02$) и в эритроцитах — до $(28,2 \pm 1,1)$ ммоль/л ($P < 0,001$), отмечено повышение K^+ в эритроцитах до $71,5$ ммоль/л ($P < 0,05$). В противоположность этому у больных с тяжелой формой заболевания, леченных гипотензивными препаратами, имело место лишь уменьшение Na^+ в плазме крови до $(141,2 \pm 11,1)$ ммоль/л ($P < 0,05$) и в эритроцитах — до $(30,5 \pm 2,2)$ ммоль/л ($P < 0,02$) (концентрация K^+ не изменялась). Обнаруженные изменения ионного баланса при

лазеропунктуре, по нашему мнению, связаны прежде всего с понижением АД и улучшением почечного кровотока, следствием чего является увеличение выделения Na^+ . Несомненно важным моментом нормализации ионного баланса является улучшение функционального состояния печени, эндокринных органов и плаценты вследствие снятия сосудистого спазма и улучшения кровоснабжения.

Проводимое лечение у больных всех групп вызвало уменьшение метаболического ацидоза, что прежде всего выразилось в статистически достоверном уменьшении дефицита буферных оснований и компенсаторного напряжения всей буферной системы.

Так, у больных, которым проводили лазеротерапию, положительные изменения КОС были более выражены, чем у больных, леченных лишь гипотензивными препаратами. Наблюдавшаяся при лазеропунктуре самостоятельная коррекция нарушений КОС крови без специфической регуляции метаболического ацидоза щелочными растворами связана, по-видимому, с устранением тканевой гипоксии и улучшением условий тканевого обмена вследствие снижения АД.

Проводимая при нефропатии легкой формы лазеротерапия мало влияла на процесс свертывания крови. Отмечено лишь статистически достоверное увеличение протромбинового индекса и укорочение времени образования фибринового сгустка, что свидетельствует о некоторой активации системы свертывания крови под влиянием облучения лазером. Подобные изменения коагулограммы отмечены и у больных нефропатией тяжелой формы, также леченных лазеропунктурой. Подобные факты мы объясняем прежде всего улучшением функционального состояния печени и более выраженной нормализацией белкового обмена под влиянием лазеропунктуры.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что применение лазеропунктуры в комплексной терапии нефропатии беременных оказывает более выраженное нормализующее действие на белковый состав, КОС крови и систему свертывания крови, чем гипотензивные лекарственные препараты.

Общую эффективность лечения оценивали по совокупности клинических и лабораторных данных. Результаты лечения больных 1-й группы оказались следующими: в 107 (90,69 %) случаях наступило выздоровление, в 7 (5,93 %) — значительное улучшение, в 4 (3,38 %) — улучшение состояния больных. Во второй группе аналогичные результаты выявлены соответственно у 105 (88,75 %), 5 (4,27 %) и 7 (6,98 %) больных. Анализ эффективности лечения больных

нефропатией тяжелой формы показал следующее: среди больных, леченных лазером (3-я группа), значительное улучшение отмечалось в 56,62 % случаев, улучшение — в 31,31 %, отсутствие эффекта — в 12,06 % случаев. У беременных 4-й группы, которых лечили с применением гипотензивных препаратов, значительное улучшение наблюдалось в 41,02 % случаев, улучшение — в 37,17 %, не отмечено эффекта в 21,81 % случаев.

Следовательно, применение лазеротерапии повышает эффективность лечения при нефропатии как легкой, так и тяжелой формы.

Одним из важных критериев оценки адекватности проводимого при нефропатии лечения является течение родов и их исход для матери и плода. Мы проанализировали данные о течении родов, осложнениях и исходах родоразрешения у рожениц обследованных нами четырех групп. При оценке течения родов исследовали динамику изменений АД, длительность родовой деятельности, общую кровопотерю, другие показатели.

Средние величины и колебания АД в родах у рожениц 1-й и 2-й, а также 3-й и 4-й групп практически не отличались ($P > 0,05$) и зависели лишь от степени тяжести токсикоза. Однако в ряде случаев у больных АД повышалось значительно выше средних для соответствующей группы величин. У рожениц 1-й группы мы отмечали это в 27 случаях, что составляет 22,9 %, 2-й группы — в 32 (27,4 %), 3-й — в 21 (25,3 %) и 4-й — в 26 (33,3 %) случаях. При сравнении этих показателей в соответствующих группах выявлена более устойчивая стабилизация АД у рожениц тех групп, которые получали комплекс лечебных мероприятий и лазеропунктуру.

При сравнении характера родовой деятельности и величины кровопотери у больных, леченных лазеропунктурой, по сравнению с больными, которых лечили без ее применения, существенных различий не выявлено. Лишь у рожениц 1-й группы установлена меньшая продолжительность родов.

Однако если продолжительность родов и кровопотеря при них существенно не различались, то количество осложнений в родах у больных каждой из групп оказалось различным. При этом четко прослеживалась зависимость их от примененного метода лечения нефропатии. Несвоевременное отхождение вод отмечалось у 24 (20,3 %) рожениц 1-й группы, у 26 (22,3 %) рожениц 2-й группы, у 29 (34,9 %) — 3-й и 33 (42,3 %) рожениц 4-й группы. Таким образом, несвоевременное отхождение околоплодных вод реже наблюдалось среди рожениц, леченных лазеропунктурой. Аналогичная

зависимость частоты осложнений от методов лечения прослеживалась и при анализе других осложнений (преждевременных родов, слабости родовой сил, кровотечений в послеродовый и ранний послеродовой периоды и др.). Причиной несвоевременного излития околоплодных вод так же, как преждевременных родов и слабости родовой деятельности у женщин, перенесших поздний токсикоз, является аномалия сократительной деятельности матки, которая проявляется в дискоординации маточных сокращений (Л. В. Тимошенко, 1965; Е. Т. Михайленко, 1980, и др.).

Длительность и тяжесть токсикоза определяют развитие гипоксии органов и тканей матери и плода, что имеет исключительное значение в генезе перинатальной смертности. Осложнения в родах при поздних токсикозах усугубляют кислородное голодание плода, его гипоксию. Начавшаяся гипоксия плода в 1-й группе отмечена в 4,2 %, во 2-й — в 7,7 %, в 3-й — в 3,3 %, в 4-й — в 9 % случаях. При сравнении данных в группах рожениц, леченных лазеропунктурой (1-й и 3-й групп), с данными 2-й и 4-й групп выявляется уменьшение осложнений в состоянии плодов и новорожденных после лазеропунктуры почти в 2 раза. Перинатальная смертность в 3-й группе составила 2,4 % тогда как в 4-й — 6,4 %. Из этих данных видно, что при применении в комплексном лечении лазеропунктуры перинатальная смертность снижалась более чем в 2,5 раза.

При сравнительном анализе результатов изучения состояния новорожденных детей всех групп на первой и пятой минутах жизни обнаружена прямая зависимость показателей оценки состояния новорожденных по шкале Апгар от тяжести токсикозов у матерей и способов лечения (табл. 14).

По данным оценки по шкале Апгар выявлено несколько лучшее состояние детей 1-й группы в первую минуту жизни по сравнению с состоянием детей 2-й группы, тогда как при оценке состояния новорожденных 3-й и 4-й групп эти показатели почти одинаковы, однако у детей 3-й группы на пятой минуте после рождения эти показатели значительно улучшились (по сравнению с показателями у новорожденных 4-й группы).

Таким образом, новорожденные, матери которых перенесли нефропатию беременных и получали лазеропунктуру, более высоко оценивались по шкале Апгар, чем новорожденные, матери которых лечили гипотензивными медикаментами.

У новорожденных детей от матерей с нефропатией тяжелой формы, леченных лазеропунктурой, по сравнению

Таблица 14. Оценка по шкале Апгар состояния новорожденных детей от матерей, леченных по поводу нефропатии беременных

Показатель	Новорожденные от матерей с нефропатией легкой формы			Новорожденные от матерей с нефропатией тяжелой формы		
	1-я группа	2-я группа	Р	3-я группа	4-я группа	Р
	Величина показателя $M \pm m$			Величина показателя $M \pm m$		
На 1-й минуте	7,3±0,1	6,6±0,1	< 0,01	7,1±0,1	7,0±0,1	> 0,05
На 5-й минуте	8,3±0,1	8,1±0,1	> 0,05	8,1±0,1	7,7±0,1	< 0,02

с детьми от матерей, получавших общепринятое медикаментозное лечение, все показатели физического развития оказались более высокими.

Катамнестические сведения о физическом и нервно-психическом развитии детей в течение первого года жизни показали, что у детей, матери которых получали комплексную терапию с применением лазеропунктуры, отмечалась более интенсивная прибавка массы и роста в течение первого полугодия после рождения, хотя к концу года темпы прироста выравнивались. Следует отметить, что на физическое развитие детей оказывала прямое влияние и степень тяжести токсикоза у беременных. Нарушения статических функций и отклонения нервно-психического развития были также менее выражены в группах детей, матери которых получали лазеропунктуру. Эти дети реже болели пневмонией, рахитом, анемией, воспалительными заболеваниями дыхательных путей, желудочно-кишечного тракта.

Это свидетельствует о том, что у них была более высокая реактивность организма, чем у детей сопоставляемых групп.

Таким образом, наши клинические исследования показали, что лазеропунктура, проводимая в комплексе терапевтических мероприятий при нефропатии беременных, является патогенетическим методом лечения и не только не уступает по эффективности современным гипотензивным средствам (о чем свидетельствуют: градиент снижения у больных АД, степень и скорость уменьшения отеков, увеличение суточного диуреза, прекращение протеинурии, уменьшение цилиндрурии и нормализация нарушений водно-солевого обмена), но и превосходит их. Так, лазеропунктура более интенсивно нормализует белковый состав, КОС и свертывание крови, существенно влияет на уменьшение количества осложнений в родах и перинатальную смертность, снижая

последнюю более чем в 2,5 раза. Дети от матерей, которых лечили лазеропунктурой, рождаются в лучшем состоянии и с более высокими показателями по шкале Апгар, имеют лучшие антропометрические данные, показатели нервно-психического статуса и более адаптированы к внеутробной жизни. Они отличаются лучшими показателями физического и нервно-психического развития и меньшей заболеваемостью в течение первого года жизни по сравнению с детьми от матерей, леченных гипотензивными препаратами.

3.2. Использование лазерного излучения для стимуляции тканевой регенерации при некоторых патологических состояниях и травмах половых путей

Биостимулирующее действие лазерного излучения может быть достигнуто не только при лазеропунктуре и лазерной рефлексотерапии, но и при прямом воздействии излучения на патологический очаг, локализованный на коже или слизистой оболочке половых органов женщины. Такое воздействие излучения может быть использовано для стимуляции регенерации эпителия при доброкачественных патологических состояниях шейки матки (истинная эрозия, эктропион, эктопия и др.) либо для ускорения заживления ран шейки матки (после электрокоагуляции, диатермокоагуляции или других воздействий), а также с целью стимуляции заживления ран при разрывах или рассечении тканей промежности у родильниц, при трещине соска у кормящей женщины.

В экспериментальных и клинических исследованиях, посвященных изучению особенностей течения воспалительного процесса, заживления трофических и ожоговых язв было установлено, что низкоинтенсивное лазерное излучение красной области спектра вызывает усиленное образование и потребление энергии в клетках и тканях, способствующее интенсификации белковосинтетических и других метаболических процессов, улучшению трофики тканей и элиминации продуктов распада из патологического очага, ускорению роста его клеточного деления, что в целом проявляется усилением способностей тканей к регенерации (М. Е. Зельцер и соавт., 1967; Е. Mester и соавт., 1972; В. В. Шур и соавт., 1972; В. М. Инюшин и соавт., 1975, 1978; А. П. Ракчеев и соавт., 1976, 1981; У. Я. Богданович и соавт., 1976, 1978; А. А. Шортанбаев, 1977; А. Я. Гуца и соавт., 1977; В. В. Чаплинский и соавт., 1978; А. М. Морозов, 1980; Ю. Н. Мохнюк и соавт., 1981; С. А. Счастливый и соавт., 1981, и др.). В результате облучения отмечается

быстрое исчезновение отека, сокращение дегенеративно-деструктивной фазы воспалительного процесса, ускорение развития активных грануляций и эпителизации раневой поверхности. Наблюдается также лучшее восстановление органоспецифичности тканей (А. А. Гуляев и соавт., 1976) и почти постоянный анальгезирующий эффект облучения (А. Л. Гуца и соавт., 1976; Н. Р. Иванов и соавт., 1976, и др.).

В экспериментальных исследованиях кожа наиболее часто подвергалась воздействию лазерных лучей. По данным В. М. Медведева и соавторов (1979), кожа способна поглощать 39—51 % падающего монохроматического света гелий-неонового лазера. При изучении реакции кожи на многократное (5—10 сеансов) лазерное облучение (λ 632,8 нм) небольшой мощности (5—25 мВт) при непродолжительном воздействии (однократная экспозиция 0,05—5 мин) выявлены четкие биохимические изменения в ней, указывающие на усиление обменных и репаративных процессов. С другой стороны, при длительном облучении кожи (одноразовая экспозиция 10—20 и более минут) гелий-неоновым потоком обнаружены существенные нарушения в системе ДНК—РНК—белок, торможение обменных процессов (В. В. Чаплинский и соавт., 1978; А. М. Мороз, 1980, и др.). В этих исследованиях получены убедительные данные о том, что усиление энергообразующих процессов наблюдается лишь при определенных однократных и курсовых экспозициях облучения (при использовании облучения лазера типа ЛГ-75 продолжительность однократного воздействия не превышает 3—5 мин и курсового — 30—40 мин). Аналогичная зависимость биологических эффектов от экспозиционных доз облучения гелий-неоновым лазером отмечена многими авторами (П. Р. Чекунов, 1970—1972; А. С. Соколова, З. Ф. Бойко, 1973; П. И. Боровик, А. А. Трошков, 1974; Е. П. Ченских и соавт., 1974, и др.). В дополнение к сказанному о роли фактора времени при воздействии на биологические ткани низкоинтенсивного лазерного излучения приведем данные С. Д. Плетнева (1978). Им установлено, что ежедневное фракционное облучение участков кожи продолжительностью 10 мин в течение 5 или 10 дней не идентично по биологическим эффектам однократному воздействию того же лучевого фактора длительностью соответственно 50 или 100 мин, хотя и в том и в другом случаях организм получает одну и ту же суммарную экспозиционную и энергетическую (30 Дж) дозу облучения. Эффекты оказались более выраженными при фракционных воздействиях.

Имеются данные литературы о том, что более неблагоприятные изменения в тканях и органах наблюдаются не при усилении интенсивности облучения, а при увеличении экспозиции воздействия монохроматического красного света (М. М. Авербах и соавт., 1976; Ф. Д. Корытная, 1976; А. М. Мороз, 1980; Г. Я. Яркова и соавт., 1980; E. Mester и соавт., 1972).

Таким образом, невзирая на то, что биологическое действие излучения низкоэнергетических лазеров зависит не только от величины суммарной дозы облучения, но и от распределения ее во времени, мы сочли необходимым здесь еще раз подчеркнуть этот факт, так как недооценка его нередко приводит к неверной трактовке полученных результатов, их противоречивости, а подчас и к неоправданным (даже вредным) практическим рекомендациям. Так, например, в работах У.Я. Богдановича и соавторов (1974, 1976), И. Г. Шеметило, И. Г. Воробьева (1980) и ряда других авторов для стимуляции регенеративных и репаративных процессов рекомендуется проводить облучение продолжительностью однократной экспозиции 10, 20, 30 мин и более. Учитывая приведенные данные литературы, а также результаты собственных исследований, считаем нецелесообразным проводить облучение гелий-неоновым лазером продолжительностью более 5 мин.

При изучении влияния излучения гелий-неонового лазера на раневую инфекцию показано отсутствие действия монохроматического красного света на микрофлору ран (В. В. Шур и соавт., 1972; А. П. Ракчеев, 1973; П. Р. Чекуров, 1972; Т. В. Кошлаков, 1975; В. В. Чаплинский и соавт., 1978, и др.). Исследования состояния микробной флоры патологического очага, проведенные Д. Л. Корытным (1969), показали, что после курса облучений гелий-неоновым лазером длительно незаживающей раны количество микроорганизмов уменьшилось почти в 4 раза. Это сопровождалось утратой гиалуронидазной активности и вирулентности. Параллельное облучение этих кокков на чашках Петри не оказывало действенного влияния на культуральные, морфологические и биологические свойства патогенных стрептококков и стафилококков, в связи с чем автор делает вывод об отсутствии прямого воздействия лазерного света на свойства кокков. Причиной изменений свойств этих микробов при облучении макроорганизма, по мнению автора, является положительное влияние лучевого фактора на защитные реакции организма. Считаем такое объяснение вполне логичным и не разделяем мнение У. Я. Богдановича и соавторов (1973) и некоторых других авторов о бактериостати-

ческом действии излучения гелий-неонового лазера, поскольку оно противоречит известным данным о том, что излучение в терапевтических дозах обладает биостимулирующим эффектом.

В целом изложенные данные служат предпосылкой для обоснования целесообразности локального воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения с целью стимуляции заживления ран, лечения воспалительного или другого патологического процесса.

В ряде работ лазерное излучение применяли для стимуляции тканевой регенерации при травмах и некоторых патологических состояниях половых путей. Впервые Н. Г. Богдашкин и соавторы (1976) сообщили об успешном применении излучения гелий-неонового лазера (λ 632,8 нм, выходная мощность 25 мВт) для стимуляции регенерации при эрозии шейки матки, а также для лечения сочетанной патологии: эрозии шейки матки и хронических воспалительных заболеваний маточных труб и яичников путем локального воздействия излучения на влагалищную часть шейки матки. Непосредственное воздействие на патологический очаг достигалось с помощью световодов, фокусирующей оптики. Однако в работе не указаны ни плотность потока мощности излучения, ни энергия излучения, поэтому трудно дать сравнительную оценку полученным результатам и воспроизвести их.

Л. В. Ковач и соавторы (1978, 1981) применяли излучение гелий-неонового лазера типа ЛГ-8 (изделие ВНР, мощность 5 мВт) при эритроплакии, псевдоэрозии, эндоцервиците и эктропионе, протекающих на фоне старых разрывов шейки матки у многорожавших женщин. Аппарат устанавливали на расстоянии 124 см от больной так, чтобы на 1 см² облучаемой поверхности приходился 1 Дж энергии. К сожалению, в этих работах не указаны экспозиционные дозы воздействия, плотность потока мощности излучения, не ясно и количество сеансов облучения. Процесс регенерации прослеживали в динамике до и во время лечения с помощью серии кольпоснимков по методу Папаниколау. Полученные данные свидетельствуют об эффективной регенерации многослойного плоского эпителия при перечисленных видах патологии и полном клиническом выздоровлении больных. При наблюдении за перенесшими лазеротерапию женщинами в течение 7 лет выявлено, что генеративная функция у них после такого воздействия была нормальной.

Заслуживает особого интереса работа В. В. Стежковой (1981), посвященная лазеротерапии больных с эрозией шейки матки. Автор предложила методику облучения, вклю-

чающую способ расчета оптимальной дозы лазерного излучения для каждой больной до начала лечения. В эксперименте предварительно была определена оптимальная для стимуляции эпителия плотность энергии лазерного излучения (E), равная $0,024$ Дж/мм². Правильность расчета этого показателя подтверждена результатами клинических исследований. Время облучения определяли по формуле:

$$T = \frac{E \cdot S}{P},$$
 где T — время облучения, P — мощность лазера

(в данном исследовании — 25 мВт), E — плотность энергии ($0,024$ Дж/мм²), S — площадь эрозии.

Таким образом, экспозицию воздействия подбирали индивидуально для каждой больной в зависимости от площади патологического очага, однако важно отметить, что она не превышала 5 мин (наиболее часто составляла 2 мин). Это согласуется с данными литературы и нашими исследованиями о наличии оптимального диапазона биостимулирующих экспозиционных доз излучения гелий-неонового лазера. Курс лечения составил 6 — 10 ежедневных процедур. Лазерный луч подвели к шейке матки с помощью фокусирующей линзы. Путем изменения диаметра светового луча добивались облучения только области патологического очага. Проведено лечение у 90 больных с эрозиями шейки матки (псевдоэрозиями, истинными эрозиями, кубитальными язвами), у которых кольпоскопическими и гистологическими методами были исключены дисплазия эпителия и преинвазивный рак шейки матки. В результате проведенного лечения у 88 больных наступила полная эпителизация шейки матки в сроки от 10 до 21 дня от начала лечения, подтвержденная методом расширенной кольпоскопии. Вся эрозированная поверхность покрывалась многослойным плоским эпителием, богатым кровеносными сосудами. Заслуживает внимания тот факт, что при сочетании с хроническим воспалением внутренних половых органов наступило клиническое излечение и сопутствующей патологии. В дальнейшем (при наблюдении за больными в течение 1 — 6 мес) отмечено восстановление менструальной функции, что наблюдали также Н. Г. Богдашкин и соавторы (1976), а также другие авторы. В работе дано экспериментально-клиническое обоснование целесообразности разработки нового метода лечения патологических состояний шейки матки с применением низкоинтенсивного лазерного излучения. На созданной адекватной модели патологического процесса отработаны оптимальные режимы лечебного действия лазерного излучения, разработана методика лазерной биоэнерготерапии, которая затем апробирована в условиях клиники.

Сотрудники Тюменского мединститута (В. Н. Кожевников и соавт., 1980), организовавшие на кафедре акушерства и гинекологии лабораторию лазерной терапии, вначале создали специальную установку для облучения патологического очага на шейке матки. Затем по единой методике провели серию параллельных экспериментальных и клинических исследований по изучению эффективности использования лазерной биоэнергостимуляции для лечения некоторых видов патологии шейки матки. В экспериментах были изучены особенности превращения в условиях культивирования облученного и необлученного гелий-неоновым лазером эпителия шейки матки и железистого эпителия яичников (Г. А. Яркова и соавт., 1980). Наряду с этим был исследован характер изменений полового цикла животных в зависимости от количества сеансов облучения при постоянной однократной экспозиции (2 мин) (Т. А. Филогус, В. Н. Кожевников, 1980), а также гемокоагуляционные свойства крови при облучении шейки матки животных по той же методике (В. А. Усольцева и соавт., 1980). В условиях клиники проведено изучение особенностей заживления ран шейки матки и общих изменений в организме у женщин после электрокоагуляции и электрокоагуляции диспластических и доброкачественных патологических процессов при местном воздействии лазерной биоэнерготерапии (Р. С. Шабутина, 1980; Н. Ю. Латенкова, М. Р. Лангофер, 1980, и др.). Цитологическим и бактериологическим методами исследовали характер раневого экссудата шейки матки в процессе лазеротерапии (М. Р. Лангофер, 1980), особенности гемоцитогрaмм, изменение коагулирующих свойств крови, уровень белка, белковых фракций сыворотки крови и некоторые другие биохимические показатели крови (Р. С. Шабутина и соавт., 1980), а также менструальную функцию у женщин после указанного лечения (А. А. Бородкин, 1980).

Созданная авторами на базе двух лазеров типа ЛГ-75 и штатива рентгеновского аппарата РУ-375 (фотоустановки) лазерная установка позволяет легко перемещать лазерные излучатели вдоль вертикальной и горизонтальной оси, а также вращать их вокруг поперечной и вертикальной оси, что дает возможность, несмотря на большие размеры установки, производить облучение различных патологических очагов почти в любых условиях: на кушетке, каталке, гинекологическом кресле. Конструкция аппарата предусматривает возможность быстрой и точной наводки лазерного пятна на зону облучения. Для контроля экспозиции воздействия применена система из сигнальных часов ПЧ-2 и электромагнитов с затворами. Выбранная экспозиция облучения зада-

ется по часам, а по истечении времени срабатывает электромагнит и затвор автоматически закрывает луч от выходного отверстия лазера. Это позволяет оставлять установку длительное время в рабочем режиме. По мнению исследователей, проводивших испытание установки в эксперименте и клинике, установка достаточно удобна, надежна в эксплуатации и может быть рекомендована для применения в гинекологической практике.

Отличительной особенностью разработанной авторами оригинальной методики облучения шейки матки является легкость расчета плотности падающей мощности и энергии облучения. При таком способе воздействия излучения гелий-неонового лазера типа ЛГ-75 диаметр светового пятна на объекте составлял 5 мм, поэтому при мощности излучения в 20 мВт плотность падающей мощности излучения на объект составляет $20 \text{ мВт} / 3,14 \times R^2$, где R — радиус лазерного пятна (в знаменателе величина его площади). Легко вычислить и энергию излучения в джоулях, попадающую за сеанс на одно поле (при экспозиции 1 мин доза на одно поле составляет 1,2 Дж), однако такой пересчет вряд ли целесообразен, поскольку в этом случае очень трудно судить о распределении дозы во времени, которое, как нами неоднократно подчеркивалось, имеет решающее значение для получения того или иного эффекта в облученном организме.

В целях унифицирования методического подхода при изучении биоэнерготерапевтического действия лучей гелий-неонового лазера на болезненный очаг шейки матки во всех вышеприведенных исследованиях была использована только одна экспозиция воздействия. Плотность энергии лазерного излучения при заданном режиме воздействия соответствует оптимальному уровню энергетической плотности, необходимому (согласно данным В. В. Стежковой и соавт., 1981, и др.) для стимуляции эпителия шейки матки, то есть $0,024 \text{ Дж/мм}^2$. К тому же, если учесть, что в экспериментальных и клинических исследованиях В. В. Стежковой и соавторов (1981) и В. В. Кожевникова и соавторов (1980) были использованы однотипные источники лазерного излучения — ЛГ-75, то становится очевидным, что полученные ими результаты исследований вполне сопоставимы. При сравнительном изучении этих данных показано, что они не только не противоречат, напротив, подтверждают и дополняют друг друга.

Таким образом, в вышеуказанных исследованиях обоснована целесообразность применения низкоинтенсивного лазерного излучения в гинекологии для стимуляции репаративной регенерации эпителия шейки матки после диатермо-

коагуляции и диатермокоагуляции. Установлено, что лазерная терапия сокращает сроки формирования грануляционной ткани, уменьшает раневую поверхность за счет стимуляции процессов эпителизации. После лазерной терапии отсутствуют грубые деформирующие рубцы на вновь эпителизированной поверхности шейки матки, кольпоскопически не определяется резкой границы между неповрежденным и вновь образованным эпителием. По данным упомянутых выше авторов, лазеротерапия ожоговой раны шейки матки способствует восстановлению органоспецифичности тканей. При исследовании цитограмм раневого экссудата ожоговой раны шейки матки выявлено резкое увеличение в нем числа клеточных элементов за счет увеличения полноценных нейтрофильных гранулоцитов после однократного лазерного облучения, появление в экссудате после 3 сеансов облучения гистиоцитов, усиление фагоцитоза. Отмечалось более быстрое очищение раны от свободно лежащих микроорганизмов через 4—5 сеансов лазеротерапии, ускоренная смена фаз воспалительного процесса, что позволило исследователям сделать вывод об эффективной стимуляции излучением гелий-неонового лазера репаративной регенерации эпителия шейки матки. При бактериологическом исследовании содержимого ран, подвергнутых воздействию лазерного излучения, не обнаружено существенного различия в составе микрофлоры до и после лечения. Не выявлено отрицательного влияния данного режима облучения ожоговых ран на состояние форменных элементов периферической крови, ее белковый состав и систему свертывания крови, а также на менструальную функцию леченых женщин.

В последние годы Г. Г. Гоцадзе, Г. Г. Джвобенава, Н. Н. Орджоникидзе, М. М. Гигинейшвили (1981—1982) изучали эффективность применения лучей низкоэнергетического лазера для стимуляции заживления ран и профилактики расхождения швов в области промежности в послеродовой и послеоперационный период, а также для стимуляции заживления трещины соска у кормящей грудью матери. Авторы применяли гелий-неоновый лазер типа ЛГ-75. Лазерную энергию подводили к облучаемому объекту при помощи световода из волоконно-оптического стекла, что позволило свободно манипулировать лучом лазера. Расстояние световода от раны промежности или другого объекта облучения составляло 20—25 мм. Облучение проводили скользящими движениями пучка лазерного луча вдоль раны.

При облучении раны промежности больная находилась на гинекологическом кресле. Рану высушивали стерильными ватными тампонами. Время начальной экспозиции об-

лучения 1—3 мин при длине раны промежности 1—3 см; 4—6 мин при длине раны 4—6 см; 7—10 мин при длине ее 7—10 см. Ежедневно время облучения увеличивали на 30 с, доводя его до 3,5—5,5 мин при длине раны 1—3 см; до 6,5—8,5 мин при длине раны 4—6 см; до 9,5—12,5 мин при длине раны 7—10 см. Продолжительность курса облучения при ране промежности составляла 6 дней, начинали облучение с 1-го или 2-го дня после родов.

При облучении трещины соска женщина располагалась в удобном для нее положении. Сосок высушивали стерильными тампонами. Время начальной экспозиции составляло от 1 до 1,5 мин в зависимости от степени процесса. Так, при трещине соска I степени — 1 мин, при трещине II и III степеней — 1,5 мин. Ежедневно время облучения увеличивали на 30 с, доводя до 2,5—3 мин при трещине соска I степени, до 3,5—4 мин при трещине соска II степени, до 4—4,5 мин при трещине соска III степени. Курс лечения при трещине соска I степени включал 3—4 процедуры, при трещине II степени — 5—6, при трещине III степени — 6—7 процедур.

Лазерная биоэнерготерапия проведена 100 родильницам с ранами промежности и 118 кормящим матерям с трещинами сосков.

Первичное заживление ран промежности под влиянием лучей гелий-неонового лазера наступило в 99% случаев, заживление трещин сосков I степени — в 99,9% случаев, трещин II степени — в 90% и трещин сосков III степени — в 66,7%. Положительными результатами лечения считали также выраженный анальгезирующий эффект, быстрое исчезновение отека и гиперемии раны, выраженную макрофагальную реакцию, снижение частоты расхождения швов промежности. Вследствие хорошего болеутоляющего эффекта при облучении трещины соска родильницы не прерывали грудного вскармливания; наблюдалось также улучшение процессов молокоотдачи.

Таким образом, эффективность применения низкоинтенсивного лазерного излучения в акушерстве и гинекологии бесспорна. Однако вопрос о широком внедрении лазеротерапии в акушерско-гинекологическую практику находится еще в стадии разработки. Предстоит совместная работа техников и медиков по созданию и налаживанию серийного производства лазерной аппаратуры целевого назначения. Создание такой аппаратуры будет способствовать значительной интенсификации исследований по использованию низкоинтенсивных лазеров в акушерстве и гинекологии. Необходима дальнейшая стандартизация самих методик

лечения, обработка показаний и противопоказаний для проведения лазерной биоэнерготерапии при заболеваниях женских половых органов и различной акушерской патологии.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ 4 РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНО- ГИГИЕНИЧЕСКОМ АСПЕКТЕ

В эпоху стремительных темпов роста лазерного производства, расширения применения лазерной техники в самых различных отраслях народного хозяйства количество работников (в том числе и женщин), которые в силу своей производственной деятельности могут подвергаться воздействию лазерного излучения, постоянно увеличивается. Поэтому излучение лазерных источников следует оценить как новый профессионально-гигиенический фактор, что требует объединенных исследований гигиенистов, профпатологов, окулистов, невропатологов, гинекологов и других специалистов с целью всестороннего изучения действия лазерного излучения на организм обслуживающего персонала и разработки научно обоснованных защитно-профилактических мероприятий. Известно, что нарушения состояния здоровья и трудоспособности работающих с ОКГ могут быть связаны с воздействием ряда факторов, а именно:

прямого, отраженного и рассеянного лазерного излучения, микроволнового электромагнитного поля, интенсивного шума и звуковых импульсов при «выстрелах» лазера, загрязнения помещения продуктами взаимодействия лазерного излучения высоких энергий с облучаемыми тканями (дыма, копоти, обгоревших частей тканей, отдельных клеточных элементов, в том числе злокачественных клеток), значительного нервно-эмоционального напряжения, наблюдающегося при работе с высокоэнергетическими лазерными установками. Следует также упомянуть и повышенную опасность взрывов и электротравм.

На сегодняшний день наиболее полно изучены повреждающие эффекты в различных тканях и органах при воздействии прямого и зеркально отраженного лазерного излучения высокой интенсивности; созданы и, как правило, соблюдаются защитно-профилактические рекомендации при работе с источниками такого излучения (например, неодимовыми, рубиновыми, СО₂-лазерами).

В то же время меры предосторожности при работе с низкоинтенсивным лазерным излучением (например, гелий-неонового типа) зачастую не соблюдаются. Однако следует отметить, что в условиях производства научно-исследовательских лабораторий и медицинских учреждений работающий с лазерными источниками персонал довольно редко подвергается воздействию прямой и зеркально отраженной лазерной энергии большой интенсивности, поскольку последнее возможно лишь при грубых нарушениях правил техники безопасности. Вместе с тем весьма часто в процессах создания или эксплуатации ОКГ, особенно низкоэнергетических, человек в течение длительного времени подвергается действию диффузно отраженной и рассеянной лазерной энергии небольшой интенсивности (А. П. Бутман и соавт., 1968; О. М. Рацбаум, 1977; В. Г. Артамонов, Ю. И. Верткин, 1978; И. М. Суворов и соавт., 1981). Ближайшие и отдаленные для здоровья человека последствия такого излучения изучены весьма недостаточно.

4.1. Влияние прямого, отраженного и рассеянного лазерного излучения на состояние здоровья лиц, обслуживающих ОКГ

Основными органами, в которых реализуется непосредственный повреждающий эффект лазерной радиации и путем изменения в которых лазерное излучение оказывает неблагоприятное действие на другие органы, системы и организм в целом, являются глаза и кожные покровы. Изменения в этих (так называемых критических) органах учитывают при разработке нормируемых параметров облучения лазерным светом.

Известно, что при работе с лазерами различных типов возможны как функциональные, так и органические изменения в зрительном анализаторе. Локализация, характер и степень их выраженности зависят от энергии воздействия, длины волны, режима работы ОКГ. Так, например, излучение в ультрафиолетовой области спектра чаще всего вызывает изменения в роговице глаза, тогда как излучение видимой области спектра — изменения в сетчатке, а инфракрасное излучение — в радужной оболочке, хрусталике и в стекловидном теле (И. М. Суворов и соавт., 1981).

На сетчатке глаз у части работников, обслуживающих импульсные твердотельные лазеры с длиной волны 1,06 мкм и с плотностью энергии излучения 3×10^{-5} Дж/см², выявляются светлые депигментированные очажки (Л. М. Омельяненко и соавт., 1971), у работающих с гелий-неоновыми

лазерами мощностью 2—20 мВт — желтовато-белые очажки (А. Б. Мирошниченко, С. Ф. Кроз, 1974).

При исследовании функционального состояния глаз у работающих с инфракрасным излучением нередко обнаруживалось снижение темновой адаптации (Л. М. Омеляненко и соавт., 1971), тогда как при работе с излучением в видимой области спектра — снижение световой, контрастной, цветовой чувствительности.

Известно, что глаз обладает выраженной способностью к фокусировке света, особенно лазерного, который является когерентным. Поэтому даже при незначительной выходной мощности излучения (порядка нескольких милливатт) возможны серьезные повреждения тканей глазного дна. Кроме того, установлено, что эффект облучения способен кумулироваться во времени: нарастание морфологических и функциональных изменений в тканях глазного дна отмечено при повторных воздействиях, невзирая на то, что плотность энергии каждого сеанса облучения не превышает предельно допустимой величины (А. И. Семенов, В. П. Жохов, 1977). Кроме того, если учесть, что лазеры, генерирующие волны инфракрасной области спектра (невидимой глазом), при низкой мощности излучения не вызывают особых ощущений, а в больших дозах обуславливают неизлечимые поражения глаз, то станет ясным, как важны индивидуальные меры защиты глаз. Авторы считают, что даже боковое отражение луча небезопасно для сетчатки глаза.

Помимо местных специфических расстройств в зрительном анализаторе при воздействии лазерного излучения на глаз (прямого, отраженного и рассеянного) могут возникать и общие изменения в организме, неспецифические реакции других органов и систем (М. Н. Омельченко и соавт., 1971; А. И. Семенов, 1976).

Значительные повреждения возникают при воздействии излучения высокоэнергетических лазеров на незащищенную кожу. Прямое попадание этого фактора на кожные покровы может вызвать значительные ожоги, степень тяжести которых зависит от мощности и времени воздействия. Определенную опасность для кожных покровов, хотя менее значительную, чем для глаз, может представить отраженное и рассеянное лазерное излучение, если его интенсивность в рабочей зоне превышает предельно допустимые уровни. Однако известно, что излучение даже небольшой интенсивности (10^{-5} — 10^{-6} Вт/см²) при длительном хроническом действии может вызвать гистохимические изменения в коже, повысить ее чувствительность к другим факторам, индуцировать спе-

цифические фотохимические реакции, приводящие к общим изменениям в организме (И. Я. Шахтмейстер, 1973; А. Я. Дюшева и соавт., 1981; А. А. Комарова и соавт., 1981).

Уже вскоре после появления первых лазеров было обнаружено избирательное взаимодействие излучения с пигментами (меланином, гемоглобином). Так, в результате нарушений процессов меланогенеза шерсть животных, выросшая на облученном месте, оказалась лишенной пигмента (S. Fine, E. Klein, 1965). Взаимодействием гемоглобина с излучением объясняется повышенная чувствительность эритроцитов к лучам лазера, более интенсивное разрушение их, чем тромбоцитов и лейкоцитов.

При обследовании большой группы лиц, обслуживающих высокоэнергетические оптические квантовые генераторы импульсного действия (выходной мощностью порядка сотен джоулей), Л. М. Омеляненко и соавторы (1971) помимо функциональных и органических изменений зрительного анализатора (микроочаги помутнения в хрусталике, депигментированные очажки в радужной оболочке) обнаружили определенные изменения со стороны нервной и сердечно-сосудистой систем с нарушениями по типу вегетативной дисфункции и нейроциркуляторной дистонии. Эти клинические данные подтверждены результатами специальных инструментальных исследований (электроэнцефалографии, реоэнцефалографии, механокардиографии, электрокардиографии). Причем следует отметить, что фон рассеянного излучения имел плотности энергии, близкие к пороговым ($3 \times 10^{-5} - 6 \times 10^{-6}$ Дж/см²). При обследовании операторов, наладчиков, юстировщиков лазерной аппаратуры с относительно невысокой выходной мощностью (0,05—10 Дж) выявлены однотипные функциональные изменения со стороны тех же органов и систем (А. И. Семенов, В. А. Сынгаевская, 1970; А. Б. Мирошниченко, С. Ф. Кроз, 1974; А. А. Комарова и соавт., 1977, 1978; В. Г. Артамонов, Ю. И. Верткин, 1978). Обнаруженные функциональные нарушения сердечно-сосудистой и нервной систем клинически проявлялись в виде симптомокомплекса, характерного для астеновегетативного синдрома. Последний считается профессиональной патологией, характерной для лиц, работающих в условиях отраженного и рассеянного лазерного излучения (О. М. Рацбаум, 1977). Существует мнение, что этот симптомокомплекс реализуется в результате раздражения светом зрительного анализатора через так называемую оптико-вегетативную систему путем рефлекторного воздействия на вегетативные образования гипоталамуса и сетчатой

части среднего мозга (В. А. Кашуба, 1977; А. А. Комарова, Л. П. Печенина, 1978).

Функциональные изменения зрительного анализатора (снижение цветоощущения, темновой адаптации, повышенная утомляемость глаз), а также нервной и сердечно-сосудистой систем практически полностью исчезают после длительного отдыха. Выраженность и устойчивость этих изменений зависит от энергетических и спектральных параметров лазерной радиации, а также от общих гигиенических условий рабочей среды.

Е. Б. Бабурина и А. А. Комарова (1976) провели исследование функционального состояния вестибулярного анализатора у работающих с инфракрасным лазерным излучением с плотностью энергии 3×10^{-5} — 6×10^{-6} Дж/см². Установлено угнетение вестибулярного анализатора, причем у половины обследованных имелись нарушения в области центрального отдела анализатора. Эти данные, равно как и изменения со стороны зрительного анализатора, нервной, сердечно-сосудистой систем, по мнению ряда авторов (В. Г. Артамонова и соавт., 1975; А. А. Комарова и соавт., 1976, и др.), вызваны, с наибольшей вероятностью, центральными регуляторными расстройствами, обусловленными раздражающим действием лазерного излучения и ярких световых вспышек.

У работающих с лазерами отмечаются также изменения гематологических показателей и ряда обменных процессов. При обследовании представителей различных профессиональных групп, контактирующих с лазерами импульсного режима действия с плотностью энергии от 100 до 400 Дж/см² и от 3×10^{-5} до 6×10^{-6} Дж/см², все исследователи (И. Р. Лазарев и соавт., 1972; Э. А. Петруnek, 1973; Э. А. Петруnek, Л. М. Омеляненко, 1975; А. А. Комарова и соавт., 1976) отмечали выраженные патологические изменения в основном красной крови и системы свертывания крови. М. И. Бурнашовой и соавторами (1977) при обследовании 60 рабочих, контактирующих в течение 1—3 лет с неодимовым лазером в импульсном режиме с энергией в импульсе до 0,5 Дж, установлено повышение у них уровня холестерина в крови и активности щелочной фосфатазы в сыворотке крови и тканях. При изучении активности 6 ферментов у работающих с твердотельными лазерами (А. А. Комарова и соавт., 1977) установлено повышение активности 4 из них (щелочной фосфатазы, аспартатаминотрансферазы, холинэстеразы, ацетилхолинэстеразы). Исследователи объясняют это неспецифическим усилением обменных про-

цессов в организме. Аналогичные изменения были обнаружены авторами и в экспериментальных исследованиях. Многие из наблюдаемых в условиях производства эффектов лазерного излучения могут быть объяснены его стимулирующим влиянием на обменные процессы в организме (А. А. Комарова и соавт., 1977, и др.).

Хроническое воздействие даже небольших уровней энергии ОКГ (10^{-5} — 10^{-6} Вт/см²) вызывают уже достоверные изменения ряда биохимических показателей крови, в то время как, согласно временным санитарным правилам, при работе с ОКГ безопасная освещенность роговой оболочки глаза составляет 10^{-5} Вт/см² при времени воздействия 0,15 с (Э. А. Петрунук, Л. М. Омеляненко, 1975; А. А. Комарова и соавт., 1976, 1977; И. М. Суворов и соавт., 1981).

Таким образом, имеется немало данных, указывающих на необходимость пересмотра существующих норм безопасных уровней лазерного облучения для обеспечения надлежащей охраны здоровья лиц, занимающихся созданием и эксплуатацией источников лазерного излучения. Это повышает требования к дальнейшим обстоятельным научным исследованиям, выдвигает необходимость изучения не только ближайших, но и отдаленных последствий влияния лазерной радиации на здоровье длительно работающих с источниками излучения, включая углубленные исследования характера воздействия генерации различных типов лазеров на генеративную функцию организма, эмбриогенез и генетический аппарат человека. Как упоминалось выше, таких данных пока крайне недостаточно.

Кроме того, необходимо отметить, что большинство приведенных исследований посвящено выяснению вопросов гигиенического значения радиации, генерируемой неодимовым, рубиновым и СО₂-лазерами, тогда как излучение гелий-неоновых лазеров в профессионально-гигиеническом аспекте изучено значительно хуже. По-видимому, это обусловлено тем, что выходная мощность излучения большинства гелий-неоновых лазеров не превышает нескольких единиц и десятков милливатт, что практически исключает возникновение термических эффектов в тканях. Однако известно, что глубина проникновения в ткани и степень поглощения красной радиации гелий-неоновых лазеров значительно выше, чем других видов лазерного излучения, например, с длиной волн в сине-зеленом участке спектра (И. Б. Лапрун и соавт., 1977; А. М. Уразаев и соавт., 1978). Это обуславливает значительно большую биологическую активность лучей гелий-неоновых лазеров по сравнению с лазерными лучами с другими

длинами волн (Е. Mester и соавт., 1971; В. М. Инюшин, П. Р. Чекуров, 1975, и др.).

Данных об изменении половых органов и физиологических функций половой системы организма женщин, длительно работающих с лазерным излучением этого типа, в доступной нам литературе мы не обнаружили.

Тем не менее высокая монохроматичность и когерентность излучения, небольшие мощности питания и то обстоятельство, что долгое время гелий-неоновый лазер был единственным квантовым прибором, с помощью которого получали непрерывное когерентное излучение, способствовали наиболее широкому распространению указанного типа ОКГ в различных отраслях народного хозяйства. Поэтому и занятость женщин в производстве и эксплуатации низкоэнергетических лазерных источников гелий-неонового типа на сегодняшний день значительно выше и с каждым годом растет все быстрее, чем на производствах с другими лазерными источниками. Очевидна необходимость исследования излучения гелий-неонового лазера в профессионально-гигиеническом аспекте, и прежде всего с точки зрения влияния его на здоровье женщины, ее детородную функцию, а значит, и здоровье будущего потомства.

Вышеизложенное послужило основанием для изучения (параллельно с описанными в главе I экспериментами) генеративной функции и гинекологической заболеваемости у женщин, занятых в производстве ОКГ гелий-неонового типа. Данные этих исследований представляют интерес не только для профпатологов и гигиенистов, но и для специалистов, изучающих возможности применения лучей гелий-неонового лазера как нового лечебного фактора в акушерстве и гинекологии.

4.2. Генеративная функция и гинекологическая заболеваемость у работниц производства гелий-неоновых лазеров

В настоящем разделе представлены результаты исследований менструальной, детородной функций и гинекологической заболеваемости у 140 женщин, занятых в промышленном производстве гелий-неоновых лазеров.

В процессе исследований были изучены условия труда работниц различных профессий, занятых в создании лазеров. Установлено, что условия труда в целом отвечают требованиям, предусмотренным соответствующими нормативными документами по технике безопасности при работе с ОКГ и по организации защитно-профилактических меро-

приятый от вредного воздействия лазерной генерации на рабочих местах и в заводских помещениях, где имеются источники такого рода облучения. Это в первую очередь относится к соблюдению безопасных уровней облучения на рабочих местах (что контролировали при помощи радиометрических измерений аппаратом «Измеритель-1» отечественного производства) и применению других организационных, технических средств защиты, о которых речь пойдет в специальном разделе (раздел 4.3.). Однако следует отметить, что при юстировке лазеров или выполнении других производственных процессов в условиях генерации лазерного излучения инструктивные правила работы с источниками такого воздействия соблюдали не всегда; недооценивали необходимость использования средств индивидуальной защиты.

На основании изучения условий и специфики труда женщин различных профессий, занятых в производстве гелий-неоновых лазеров, все обследованные были выделены в 3 профессиональные группы:

1-я — работающие постоянно в условиях излучений (юстировщики, испытатели, некоторые инженерно-технические работники) — 39 человек;

2-я — работницы цеха производства лазеров, занятые преимущественно на участках, где отсутствует генерация излучений (вакуумщицы, клейщицы и др.) — 51 женщина. Работницы этой группы значительно реже и в течение непродолжительного времени подвергаются воздействию лазерной генерации;

3-я — контрольная группа женщин, работающих в аналогичных условиях производства (радиомонтажницы, стеклодувы) — 50 женщин.

Воздействие других профессиональных вредностей на организм работниц в данных группах исключалось.

По возрасту и стажу работы обследуемые распределялись равномерно во всех трех профессиональных группах. Более половины всех женщин были в возрасте 21—30 лет и имели стаж работы по указанным выше специальностям от 1 до 5 лет; 25—30% — в возрасте до 20 лет со стажем работы до 1 г; 11—14% женщин всех трех профессиональных групп были в возрасте 31—40 лет и имели стаж 6—10 лет.

Всех женщин обследовали по комплексной программе, включающей:

1. Подробный сбор и тщательное изучение анамнестических данных о состоянии менструальной, половой и

детородной функций, гинекологической и общесоматической заболеваемости.

2. Повторные гинекологические осмотры с применением методов гормональной кольпоцитодиагностики, определением симптомов зрачка, кристаллизации шейечной слизи, анализом данных базальной термометрии в динамике менструального цикла, исследованием степени частоты влагалища, цитологии слизи канала шейки матки; проведением кольпоскопии (при обнаружении патологически измененной шейки матки).

3. Анализ данных лабораторных методов исследования (крови, мочи, выделений из влагалища и др.).

4. Анализ данных обследования женщины другими специалистами (терапевтом, невропатологом, окулистом, оториноларингологом, профпатологом).

Все вышеперечисленные объективные и анамнестические данные заносили в специальные карты обследования, которые были заведены на каждую работницу. Карты разработаны сотрудниками Киевского НИИ педиатрии, акушерства и гинекологии МЗ УССР и рекомендованы к внедрению при комплексном обследовании женщин промышленных предприятий.

При анализе анамнестических данных о характере менструальной функции у женщин, работающих в условиях постоянного излучения гелий-неонового лазера (1-я группа), было выявлено, что нерегулярные менструации с отклонениями в 6—10 дней отмечались у 2 женщин; полименорея — у 1; альгодисменорея — у 2 обследуемых. Таким образом, в 5 случаях (12,8%) были отмечены нарушения менструальной функции. Однако у всех обследованных указанные изменения наблюдались и до работы на обследуемом предприятии. У остальных работниц менструальная функция, согласно анамнестическим данным, была нормальной. Обращает на себя внимание тот факт, что у 3 женщин 1-й группы до работы на предприятии имели место нерегулярные, болезненные менструации, 1 из них страдала ювенильными кровотечениями. Период работы на предприятии для этих женщин совпал с нормализацией менструальной функции. Одна работница связывает такое улучшение с замужеством, у 2-х — факторы, способствующие нормализации, не установлены. Методами функциональной диагностики у этих больных обнаружен нормальный овуляторный цикл. У 2 женщин с анамнестически установленными нарушениями менструальной функции выявлена относительная недостаточность лютеиновой фазы, у 1 — смещенная форма: эстроген-прогестероновая недостаточность.

Менструальный цикл у всех оказался овуляторным. Ни одна из обследованных не отметила ухудшения менструальной функции за время работы на заводе.

Нарушения менструальной функции отмечены у 9 работниц (17,6%) 2-й группы, подвергавшихся действию лазерной радиации периодически. У 2 из них были нерегулярные менструации, у 2 — гиперполименорея климактерического генеза, у 5 — болезненные менструации. Методами функциональной диагностики у 2 женщин выявлен ановуляторный цикл, у 1 — относительная прогестероновая недостаточность, у остальных женщин — нормальный двухфазный цикл. У 6 из 9 работниц указанные нарушения менструальной функции отмечались и до работы на заводе, у 2 наступили в климактерический период, у одной — без видимой причины. Наряду с этим, у 4 женщин наблюдалось улучшение менструальной функции в период работы на предприятии, причем 2 из них в течение первого года работы на участке с постоянной лазерной генерацией.

В контрольной (3-й) группе, согласно анамнестическим данным, нарушение менструальной функции в период обследования наблюдалось у 10 женщин (20%). Ановуляторный менструальный цикл установлен лишь у 1 обследованной, у 2 женщин обнаружена эстрогенпрогестероновая недостаточность, у 1 — относительная недостаточность лютеиновой фазы, у 3 женщин цикл был непостоянный (то монофазный, то двухфазный).

Таким образом, мы не установили вредного влияния излучения гелий-неонового лазера на менструальную функцию в исследуемых условиях производства. Напротив, у нескольких женщин в период работы на участке с наличием гелий-неоновой лазерной радиации отмечена самостоятельная нормализация ранее нарушенного менструального цикла.

При исследовании репродуктивной функции у всех обследованных женщин детородного возраста бесплодия не обнаружено. Среднее число беременностей на 1 женщину репродуктивного возраста, живущую половой жизнью, составляло в 1-й группе — 2,5; во 2-й — 1,9, в 3-й — 1,8. Это указывает на более высокую способность к зачатию и в определенной мере объясняет наибольшую частоту абортов у женщин 1-й группы. Следует отметить, что у 3 женщин, работающих на участке с наличием постоянной генерации излучений, наблюдалось по одному случаю самопроизвольного прерывания беременности в ранние сроки, что составило 10 % по отношению к общему числу беременностей у женщин 1-й группы. Во всех случаях беременность

была желанной. Выяснено, что одной из них за полгода до наступления указанной беременности произведен искусственный аборт, других заболеваний половых органов, вызывающих самопроизвольное прерывание беременности, не обнаружено. У 1 женщины имелась относительная гиперэстрогения, другой патологии на время обследования у женщин также не выявлено.

Во 2-й и 3-й группах наблюдалось по одному самопроизвольному аборту (в первом или во втором триместре беременности), что составило соответственно 5,2 и 4%.

Следовательно, в группе женщин, постоянно работающих в условиях гелий-неоновой лазерной генерации, наряду с увеличением способности к зачатию, отмечено учащение случаев самопроизвольного прерывания беременности на ранних этапах ее развития. Нельзя исключить, что это обусловлено эндокринными сдвигами в организме, вызванными лазерной радиацией. Однако эти наблюдения немногочисленны и требуют дальнейшего изучения.

Выяснено, что во время беременности все женщины продолжали работать в тех же производственных условиях вплоть до получения дородового декретного отпуска. Они освобождались лишь от посменной работы в ночное время.

Количество беременностей, закончившихся родами, существенно не отличалось во всех трех профгруппах. Роды, как правило, протекали нормально. Осложнения течения беременностей и родов у женщин трех профгрупп встречались в единичных случаях, были нетяжелыми и носили скоропроходящий характер.

Так, в 1-й группе наблюдали в 2 случаях угрозу прерывания беременности в ранний срок, в 1 — ранний токсикоз беременности. Роды и послеродовый период у всех женщин этой группы протекали без осложнений. Во 2-й профгруппе осложнения отмечены у 3 работниц: угроза прерывания беременности, ранний токсикоз и нефропатия I степени (по одному случаю). В 3-й профгруппе отмечены ранний токсикоз в легкой форме (2 случая), отеки беременных (2 случая), нефропатия I степени (1 случай). Роды и послеродовый период у женщин 1-й и 3-й профгрупп протекали нормально. Лишь у 2 женщин 3-й профгруппы наблюдали слабость родовой деятельности, в связи с чем проведена стимуляция родов. Других осложнений в течение родовой деятельности не было.

Общее состояние новорожденных от женщин трех профгрупп было оценено в 9 или 10 баллов по шкале Апгар (в 39 из 41 случая). Лишь в 2 случаях (в 1-й и 3-й профгруппах) состояние новорожденных при рождении оцени-

валось в 8 и 7 баллов. Средняя масса тела детей при рождении составляла: в 1-й группе — 3400 г, во 2-й — 3235 г, в 3-й — 3200 г, причем по возрасту и паритету родов все 3 обследуемые группы рожениц были идентичны.

Гинекологические заболевания, по данным анамнеза и объективного исследования, встречались в единичных случаях. При обследовании женщин 1-й группы в 1 случае выявлен хронический воспалительный процесс маточных труб и яичников (в анамнезе у больной имелись искусственные аборт, вероятно, спровоцировавшие воспаление), а также 2 случая бессимптомной фибромиомы матки. Фибромиомы матки наблюдались у женщин 38 и 42 лет со стажем работы в условиях постоянной генерации излучений свыше 5 лет. Методами функциональной диагностики у них выявлена относительная гиперэстрогения.

Во 2-й группе у 2 женщин обнаружена эрозия шейки матки (эндоскопически — доброкачественная зона трансформации), которая возникла еще до перехода на завод (у обеих стаж работы менее одного года). Одна женщина с десятилетним стажем работы на предприятии 6 лет назад перенесла операцию по поводу фибромиомы матки.

В 3-й группе у 2 женщин обнаружена эрозия шейки матки (эндоскопически — эктопия и доброкачественная зона трансформации), у 1 — хронический сальпингоофорит и латентно протекающий трихомоноз. Опухолевых и опухолевидных заболеваний половой сферы у обследованных 2-й и 3-й групп не выявлено.

При анализе гинекологической заболеваемости с временной утратой трудоспособности за 1974—1978 гг. установлено, что эти показатели были одинаковы как по предприятию в целом, так и в обследуемом цехе. При этом средние показатели заболеваемости, выраженные количеством случаев на 100 работниц, были несколько выше по предприятию, чем по цеху производства ОКГ. Они составляли в среднем по статье 19 (болезни женских половых органов) 1,56 (для предприятия в целом) и 1,31 (для обследуемого цеха), а по статье 20 (осложнения беременности, родов и послеродового периода) соответственно 1,7 и 1,36. В 1-й и 2-й профессиональных группах не зафиксировано ни одного случая потери трудоспособности в связи с гинекологической заболеваемостью за последние 5 лет.

Таким образом, излучение гелий-неонового лазера в исследуемых условиях производства, по-видимому, не оказывает выраженного отрицательного влияния на менструальную, детородную функции женщины и гинекологическую заболеваемость. Однако, следует отметить некоторую

тенденцию к учащению случаев самопроизвольного прерывания беременности в ранние сроки, фибромиом матки, относительной гиперэстрогении у женщин, работающих в условиях гелий-неонового лазерного облучения. В проведенных нами экспериментальных исследованиях, представленных в разделе I (1.2., 1.3.), было показано, что многократное облучение гелий-неоновым лазером в небольших экспозициях (0,5—5 мин) оказывает выраженную стимуляцию продукции эстрогенных гормонов у животных, ведущую к гиперэстрогении в организме, что согласуется с данными А. С. Соколовой (1975), Е. Г. Шварева (1979), Ю. Д. Дрейзина и соавторов (1975, 1977), В. И. Грищенко и соавторов (1977, 1981) и других авторов. Наряду с этим было также выявлено достоверное учащение случаев внутриутробной гибели зародышей на доимплантационных стадиях эмбриогенеза, которое мы расценивали как результат гиперэстрогенного эффекта, индуцированного гелий-неоновым облучением. На основании приведенных данных собственных наблюдений и литературы логично предположить, что те же гормональные сдвиги (относительная гиперэстрогения) в организме женщин, работающих в условиях действия лазерной радиации, могли обусловить и появление случаев самопроизвольного прерывания беременности в ранние сроки, а также развитие фибромиомы матки.

Поэтому противопоказаниями для работы женщин с источниками излучения гелий-неонового типа являются беременность ранних сроков, привычное невынашивание беременности, нарушения менструальной функции, гиперпластические состояния эндометрия и другие патологические процессы, возникающие на фоне гиперэстрогении. Кроме того, при лечении женщин репродуктивного возраста лучами гелий-неонового лазера следует рекомендовать контрацепцию на время всего курса лазеротерапии и в течение месяца после него; по тем же причинам следует считать противопоказанием для проведения лазеротерапии беременность ранних сроков.

Вышеизложенные данные литературы и результаты проведенных нами исследований подтверждают необходимость соблюдения защитно-профилактических мероприятий при работе с ОКГ, в том числе и с низкоэнергетическими источниками излучения гелий-неонового типа.

4.3. Мероприятия по защите от неблагоприятного действия лазерного излучения при создании и эксплуатации оптических квантовых генераторов

Защитно-профилактические меры, применяемые в процессе создания и эксплуатации лазеров, подразделяют на индивидуальные и коллективные, а последние — на организационные и технические (Н. Ф. Кошелев и соавт., 1973). К индивидуальным следует отнести в первую очередь средства защиты глаз, поскольку повреждение этого органа вызывают дозы энергии, измеряемые в микро- и миллиджоулях (J. Carpenter и соавт., 1970, и др.). К ним относятся специальные очки, которые отвечают следующим требованиям: имеют высокую поглощающую способность света с длиной волны, излучаемой ОКГ, и в то же время являются достаточно прозрачными в остальных областях видимого спектра; плотно прилегают к коже лица, в связи с чем не пропускают бокового отраженного излучения (это диктует необходимость создания очков различных размеров); являются легкими и удобными в работе (С. Д. Плетнев, 1981).

В настоящее время созданы светофильтры из стекла и пластика для защитных очков, предохраняющие от излучения большинства лазеров. Для этого в СССР используют светофильтры Ж-10, ОС-11, СЗС-21, СЗС-22, СЗС-25, СЗС-26 и др., в США, ГДР, ряде других стран большее распространение получили шоттовские стекла марки В-18,38.

Излучение CO_2 -лазера с длиной волны 10,6 мкм (инфракрасная область спектра) достаточно хорошо поглощается обычными прозрачными стеклами. Для защиты глаз от излучений лазера видимой и ультрафиолетовой области спектра с длинами волн 0,63, 0,44 и 0,33 мкм С. Д. Плетнев и соавторы (1978) использовали темные очки из специального пластика, поглощающие свет указанных длин волн, что было подтверждено специальными измерениями с помощью фотоэлементов и лазерных дозиметров (ДЛ-1).

Использовать защитные очки необходимо при работе с лазерными источниками как в условиях производства, так и в научно-исследовательских лабораториях и лечебных учреждениях во всех случаях, когда существует опасность поражения глаз прямым, отраженным или рассеянным лазерным излучением.

Защиту кожи обеспечивают ношением халата или костюма из плотной, хорошо поглощающей свет ткани, лучше всего темно-синего или темно-зеленого цвета. Для защиты кожи рук используют перчатки из такого же материала или черной кожи. В условиях лечебно-профилактических учре-

ждений и научно-исследовательских лабораторий допустимо работать в обычных медицинских халатах и резиновых перчатках при соблюдении элементарных мер предосторожности, направленных на недопущение попадания прямого или зеркального отражения излучения на кожу.

При использовании высокоэнергетических лазерных излучений в качестве светового ножа или лазерной пули большинство исследователей рекомендует ношение 3—4-слойной марлевой маски для предупреждения попадания в дыхательные пути и пищевой канал вредных примесей, образующихся в результате взаимодействия лазерного излучения с биологическими объектами (дыма, копоти, тканевых и клеточных элементов патологического очага, в том числе и злокачественных клеток, С. Д. Плетнев и соавт., 1978, 1981). Согласно наблюдениям R. Wilkinson (1969), имплантация последних в организм вызывает у 65% животных развитие опухолей, поэтому пренебрегать этим простым средством защиты не следует.

Нельзя забывать и о перечне определенных правил, включающих индивидуальные меры предосторожности, которые должен соблюдать каждый, работающий с источником лазерного излучения. В частности, запрещается смотреть на прямой или зеркально отраженный луч (даже в очках), не следует также при наводке лазерного излучения на мишень смотреть вдоль луча, так как при этом увеличивается опасность поражения глаз отраженным лазерным светом. Следует выполнять и ряд других правил, изложенных в соответствующих инструкциях, имеющихся на промышленных предприятиях и в учреждениях, где создаются и эксплуатируются источники лазерных излучений, и разработанных на основе «Временных санитарных правил при работе с ОКГ» (М., 1972) и «Временных рекомендаций по работе с лазерным излучением в учреждениях здравоохранения» (М., 1978).

Важнейшим организационным мероприятием коллективной профилактики является установление научно обоснованных безопасных уровней лазерного облучения и недопущение их превышения.

Безопасный уровень (БУ) — это максимальная величина нормируемого параметра облучения, безопасная для организма. При облучении прямым и зеркально отраженным лазерным светом нормируемыми параметрами являются: энергетическая освещенность объекта ($\text{Вт}/\text{см}^2$) для непрерывного излучения и энергетическое количество освещения объекта ($\text{Дж}/\text{см}^2$) для импульсного излучения. Нормируемыми параметрами облучения диффузно отраженным

лазерным светом является энергетическая яркость диффузной поверхности ($\text{Вт/см}^2 \cdot \text{Ср}$) для непрерывного излучения и интегральная энергетическая яркость диффузной поверхности ($\text{Дж/см}^2 \cdot \text{Ср}$) для импульсного излучения (где Ср — фактор коррекции).

БУ для прямого и зеркального отраженного облучения глаз определяется как безопасная величина энергетической освещенности на роговице глаза с учетом фактора коррекции на спектральное пропускание глазных сред глаза и поглощение сетчатки. Значения БУ прямого облучения глаз и кожи лазерным светом различной длины волны, а также энергетической яркости диффузно отражающей поверхности представлены в вышеупомянутых документах и являются временными (до утверждения санитарно-гигиенических норм) нормируемыми параметрами, которыми рекомендуется пользоваться при оценке условий труда работающих с лазерным излучением.

Контроль за соблюдением уровней облучения отраженным и рассеянным лазерным светом осуществляет специально обученный методикам радиометрии персонал путем измерения или расчета нормируемых параметров излучения на рабочих местах лиц, контактирующих с этим фактором. На сегодняшний день такая работа значительно облегчается тем, что уже созданы отечественные высокочувствительные измерители малых лазерных мощностей и энергий (лазерные дозиметры), которые могут быть откалиброваны в единицах энергетической освещенности или энергетического количества освещения.

Учитывая приведенные ранее (раздел 3.1.) данные литературы, а также результаты собственных исследований о том, что ряд общих и местных патологических изменений в организме нередко наблюдается при уровне лазерного облучения, не превышающем безопасные нормируемые параметры, становится очевидной острота проблемы гигиенического нормирования лазерного облучения. Решение последней невозможно без проведения широкого комплекса углубленных исследований, направленных на научное обоснование, уточнение или изменение величин БУ нормируемых параметров лазерного облучения, а также на установление предельно допустимых уровней диффузно отраженного лазерного излучения на рабочих местах (И. М. Суворов и соавт., 1981; А. Я. Дюшева и соавт., 1981; А. А. Комарова и соавт., 1981). Необходимость таких исследований особо подчеркивалась в рекомендациях I Всесоюзной конференции «Средства и методы квантовой электроники в медицине» (Саратов, 5—7 октября, 1976).

В настоящее время уже начаты исследования по обоснованию предельно допустимых уровней диффузно отраженного лазерного излучения на рабочих местах. Так, в экспериментальных исследованиях, проведенных А. Я. Дюшевой и соавторами (1981), установлено, что диффузно отраженное лазерное излучение длиной волны 1060 нм энергетической мощности $2 \cdot 10^{-4}$ Дж/см² вызывает неспецифические изменения в организме животных. Этот показатель был оценен авторами как пороговый для хронического действия лазерной радиации, поскольку уровень излучения 10^{-5} Дж/см² уже не вызывал каких-либо изменений в организме животных. Эти данные требуют дальнейшей проверки путем сопоставления их с материалами гигиенических и клинических исследований.

Не менее важным организационным мероприятием, направленным на предупреждение неблагоприятных последствий лазерной радиации, является тщательный профессиональный отбор лиц, допускаемых к работе с лазерами, исходя из особенностей биологического действия лазерного излучения на лиц с заболеваниями сердечно-сосудистой и нервной систем, в том числе с вегетативно-сосудистой дисфункцией, гипертонической болезнью, астеническим синдромом, астеновегетативным синдромом (А. А. Комарова и соавт., 1981), а также с заболеваниями зрительного анализатора, с онкологической патологией, гинекологическими заболеваниями и другими, указанными в дополнении к приказу МЗ СССР № 400 от 30.05.1969 г., а также, учитывая результаты проведенных нами исследований, беременных женщин, лиц, страдающих привычным невынашиванием беременности, нарушениями менструальной функции, гиперпластическими состояниями эндометрия, фибромиомой матки. Поэтому для решения вопроса о допуске к работе женщин в условиях генерации лазерных излучений необходимо помимо общего обследования проводить тщательное гинекологическое исследование с использованием дополнительных (лабораторных, функциональных и других) методов диагностики.

Лиц, работающих в условиях лазерной генерации, следует подвергать регулярным профилактическим осмотрам (не реже 2 раз в год) с осмотром окулиста (контроль глазного дна — 1 раз в квартал), профпатолога, оториноларинголога, невропатолога, гинеколога, а также с проведением лабораторных исследований (анализа крови, мочи, при необходимости — других дополнительных исследований).

А. А. Комарова и соавторы (1981), рассматривающие действие лучей лазеров на организм человека с точки зрения теории стресса и реакций, сопровождающих общий адаптационный синдром, рекомендуют лицам, работающим в условиях лазерной генерации, с профилактической целью применять препараты из группы адаптогенов, повышающих неспецифическую сопротивляемость организма. Однако не все авторы разделяют это мнение, поскольку имеются убедительные данные (Н. Н. Никитин, В. Б. Розен, 1976) об отсутствии сколько-нибудь существенного влияния лазерного излучения на функциональное состояние неспецифической системы адаптации.

С целью поглощения лазерных лучей на производственных предприятиях, в научно-исследовательских лабораториях и лечебных учреждениях стены, окна, полы, столы и другие предметы рекомендуется окрашивать в темные тона (синие или зеленые), использовать, где это возможно, матированные (а не блестящие!) поверхности (Е. В. Калинин, 1979). При размещении лазерной аппаратуры необходимо учитывать результаты расчетов и измерений энергетических освещенностей лазерным излучением рабочих мест и обеспечить БУ параметров облучения. Эффективно применение специальных защитных конструкций, экранирующих рабочую зону и снижающих плотность энергии диффузно отраженного лазерного излучения (В. А. Кашуба, 1977).

В помещениях и на рабочих местах должно быть яркое освещение (не менее 500 лк), при котором зрачки глаз сужены, что уменьшает возможность проникновения лазерного излучения во внутренние среды глаза; хорошая приточно-вытяжная система вентиляции, обеспечивающая 10-кратный в течение рабочего дня обмен воздуха в рабочем помещении.

Опасным производственным фактором является мощное электрическое оборудование лазеров и лазерных установок. Поэтому следует обеспечить безопасность его включения, хорошую изоляцию и заземление. Заземление лазерных аппаратов должно проводиться с помощью специальных контуров, а не через использование системы отопления и других коммуникаций.

Помещения, в том числе и в лаборатории и лечебных учреждениях, в которых используют лазерные источники высоких энергий, должны быть оснащены специальной сигнальной системой, функционирование которой позволяет заблаговременно покинуть помещение или прибегнуть к индивидуальным мерам защиты от лазерного излучения.

Для работы с высокоэнергетическими лазерами импульсного действия (неодимового и других) в клинических условиях целесообразно выделить 3 смежные комнаты: в одной разместить лазер (аппаратная комната), в другой проводить лечение больных (операционная), в третьей осуществлять включение аппарата и наблюдение по телевизионным устройствам за процессом облучения (пультовая) (И. Р. Лазарев, 1977).

Принципы организации специальной лазерной операционной с учетом предъявляемых требований по технике безопасности и мер защиты при работе с высокоэнергетическими лазерами, а также схема такой операционной, организованной в Московском научно-исследовательском онкологическом институте им. А. П. Герцена, подробно изложены в книге «Лазеры в клинической медицине» (Под ред. С. Д. Плетнева — М.: Медицина, 1981.— 400 с.), поэтому мы не останавливаемся на указанных вопросах в настоящей работе.

Многолетний опыт работы С. Д. Плетнева, Н. Д. Девятова, Н. Ф. Гамалеи и других авторов с СО₂-лазерами непрерывного действия свидетельствует о том, что, в отличие от импульсных ОКГ на твердом теле, эти лазеры не требуют специально оборудованных кабинетов или операционных и при соблюдении вышеперечисленных элементарных мер по технике безопасности и защите от лазерной генерации могут быть установлены в обычных операционных. Это же относится и к низкоэнергетическим гелий-неоновым установкам, используемым в медицине для чисто терапевтических целей.

Однако необходимо указать, что в начале разработки методов лазерной физиотерапии и апробации их в клинике В. В. Чаплинский, А. А. Трошков, Н. М. Гусар, О. Н. Рацбаум, В. П. Жохов, А. И. Семенов, Н. Ф. Кошелев и другие рекомендовали при использовании низкоэнергетических гелий-неоновых лазерных установок проводить облучение в специальных экранированных кабинках, гарантирующих надежную защиту от воздействия внешних электромагнитных полей, шумов, обеспечивающих подачу внутрь кабины излучения ОКГ, размещенного вне ее, и включение луча лазера оператором из кабины.

На рис. 23 представлен общий вид такой лазерной кабины, разработанной учеными Львовского мединститута (кафедра ортопедии, травматологии и ВПХ) совместно с инженерами производственного объединения «Электрон» — г. Львов (В. В. Чаплинский, Л. В. Зеланд, И. П. Пискарский,

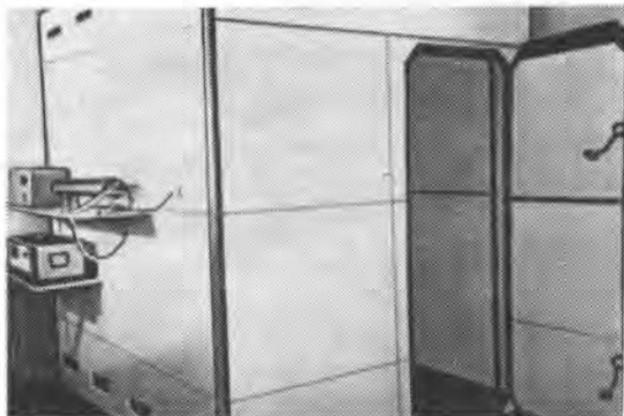


Рис. 23. Общий вид кабины для лазеротерапии

П. М. Гусар). Эта кабина предназначена для проведения сеансов лазерной терапии и биологических исследований в стационарных условиях. В комплект приведенной лазерной установки входят ОКГ ЛГ-75 с блоком питания и модулятором (рис. 24), прибор для нахождения БАТ НТА-1 («щуп») (рис. 25), технический паспорт и инструкция по эксплуатации.

В кабине размещается кушетка и удобное кресло, так как сеансы лазеротерапии проводят в положении больного лежа или сидя.

Подобным образом оборудованные кабинеты лазерной физиотерапии организованы и функционируют уже в течение 5—8 лет в лечебно-профилактических учреждениях, являющихся научно-опорными пунктами Львовского медицинского института по внедрению методов лазерной терапии в лечебную практику.

В настоящее время в учреждениях, применяющих методы физиотерапевтического лечения различных заболеваний с помощью лучей гелий-неоновых лазеров (мощностью до 30 мВт), ограничиваются, как правило, выделением для лазерного физиотерапевтического кабинета отдельной комнаты или, в лучшем случае, двух смежных комнат (одной — для размещения источника облучения и другой — для выполнения манипуляций) и проведением соответствующих технических реконструктивных мероприятий, обеспечивающих минимальное отражение и рассеивание лазерной энергии, а иногда — применением лишь индивидуальных средств защиты (очков с сине-зеленым светофильтром марки СЗС-1, перчаток).

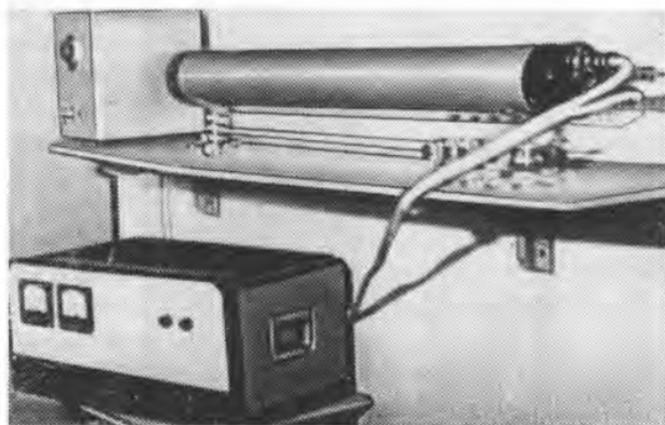


Рис. 24. Оптический квантовый генератор типа ЛГ-75 с блоком питания и модулятором, размещенные вне лазерной кабины. Лазерный луч подводят к облучаемому объекту, находящемуся в кабине, при помощи зеркальнопризменной системы

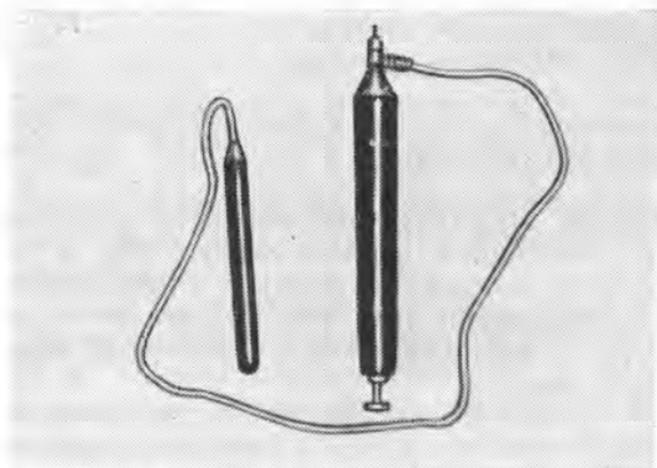


Рис. 25. Прибор НТА-1 («щуп») для нахождения БАТ кожи человека

Следует отметить, что убедительные доказательства необходимости широкого внедрения лазерных кабин в практику здравоохранения в литературе отсутствуют. По-видимому, такие кабин целесообразно использовать при проведении биологических и клинических исследований, при которых необходима тщательная изоляция от влияния других источников света, магнитных и электромагнитных полей, генерируемых многочисленными приборами вспомога-

тельных кабинетов и отделений лечебно-профилактических учреждений (рентгенологического, физиотерапевтического и др.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей работе мы стремились привлечь внимание широких кругов акушеров-гинекологов и специалистов, разрабатывающих вопросы перинатологии, онкогинекологов, эндокринологов и профпатологов к уникальным свойствам лазерного излучения, открывающим широкие возможности его применения как лечебного и диагностического средства при различных заболеваниях женских половых органов и патологии беременности, а также к лазерному излучению как к новому и пока малоизученному профессионально-гигиеническому фактору, его влиянию на процессы репродукции и эмбриогенез.

На основании анализа данных литературы и собственных исследований мы пришли к убеждению в несомненной перспективности применения лазеров в акушерско-гинекологической практике. Однако следует отметить, что в отличие от других отраслей медицины, таких как офтальмология, хирургия, онкология, дерматология, в которых излучение лазеров уже сегодня прочно вошло в арсенал высокоэффективных лечебных и диагностических средств, в акушерстве и гинекологии вопрос о применении лазеров находится пока в стадии разработки. В настоящее время еще только происходит процесс накопления и обобщения экспериментального и клинического материала, критическая оценка и сравнение результатов лечения ряда заболеваний половых органов и патологии беременности лучами лазеров и общепринятыми в настоящее время консервативными и хирургическими методами.

Использование лазеров в этой области в сравнении с другими происходит менее активно. Это обусловлено, с одной стороны, тем, что лазерную аппаратуру, оборудованную гибкой системой передачи излучения, дозиметрическими приборами, другими необходимыми приспособлениями для целенаправленного и строго дозированного воздействия на половые органы, включая шейку матки, только начали разрабатывать и создавать, а также тем, что вопрос о ближайших и отдаленных последствиях действия излучения различных типов лазеров, его влиянии на процессы репродукции, генетический аппарат и эмбриогенез изучен недостаточно.

Последнее обстоятельство побудило нас провести комплекс экспериментальных исследований по изучению влияния излучения одного из наиболее часто применяемых в акушерстве и гинекологии типов ОКГ — гелий-неоновых лазеров — на генеративную функцию и эмбриогенез.

Тем не менее проведенные нами исследования и данные литературы позволяют высказать мнение о перспективности использования лазерного излучения в акушерско-гинекологической практике, как относительно безвредного биостимулирующего физиотерапевтического средства при условии соблюдения уточненных дозировок и техники безопасности.

В гинекологии, равно как и во многих других отраслях клинической медицины, несомненно получит применение излучение высокоэнергетических лазеров (на CO_2 , аргоне и др.), сущность взаимодействия которого с биологическим субстратом в основном уже ясна. Расширение применения излучения этих лазеров в оперативной гинекологии будет зависеть от дальнейшего совершенствования аппаратуры, инструментария и техники проведения операций. Использование высокоэнергетических лазеров в онкогинекологии в значительной степени будет зависеть от дальнейшего исследования механизмов их разрушающего действия на опухоль и выяснения влияния излучения на процессы регенерации тканей после радикальных операций, произведенных с помощью луча лазера.

В настоящее время научный поиск повышения эффективности лечения различных заболеваний половых органов, включая предопухолевые заболевания и преинвазивные формы рака шейки матки, направлен на изыскание таких методов, которые бы не только эффективно воздействовали на патологический очаг, но и не оказывали бы при этом отрицательного влияния на иммунологическое состояние организма. Проведенное Е. В. Коханевич, Л. Л. Щербицкой, Л. В. Тимошенко целенаправленное лечение лучами CO_2 -лазера (мощность 15—30 Вт) 252 больных дисплазиями и преинвазивным раком шейки матки показало, что исследуемый фактор не угнетает клеточный и гуморальный иммунитет больных. При анализе ближайших и отдаленных результатов целенаправленного лечения лучами CO_2 -лазера показано, что лазерное излучение является высокоэффективным, бескровным и безболезненным методом лечения, обеспечивает максимальное щажение окружающих здоровых тканей шейки матки и не нарушает генеративную функцию организма женщины. Это обеспечивает преимущества метода лечения лучами CO_2 -лазера перед хирургическим, электрохирургическим и криогенным

методами лечения предопухолевых состояний и преинвазивного рака шейки матки. Учитывая вышесказанное, вполне правомочно ожидать, что уже в недалеком будущем такое лечение эпителиальных дисплазий и преинвазивного рака шейки матки утвердит себя как метод выбора при лечении женщин репродуктивного возраста.

Прогресс применения лучей низкоэнергетических лазеров в акушерстве и гинекологии в качестве нового физиотерапевтического средства определяется не только дальнейшим усовершенствованием аппаратуры, направленным на обеспечение возможности строго дозированного воздействия на патологический очаг, включая шейку матки, или на БАТ и кожные рефлексогенные зоны, но и успехами фундаментальных исследований, направленных на расшифровку механизмов лазерной биостимуляции. Несмотря на то, что эти вопросы изучены пока недостаточно, сам факт выраженной стимуляции функциональной активности различных органов и процессов, защитных механизмов больного организма под влиянием низкоэнергетического лазерного излучения в настоящее время общепризнан.

В подавляющем большинстве экспериментальных и клинических работ, посвященных исследованию биостимулирующей активности и лечебных свойств низкоинтенсивной лазерной радиации, использовали гелий-неоновый лазер, генерирующий излучение в красной области спектра (λ 632,8 нм).

Результаты наших (И. В. Лопушан, Л. В. Тимошенко, И. Р. Барияк) исследований свидетельствуют о том, что многократное облучение потоком гелий-неонового лазера (ППМ 1,25 мВт/см²) кожных рефлексогенных зон внутренних половых органов (по 0,5—5 мин ежедневно) оказывает стимулирующее влияние на фолликулярный аппарат яичников, проявляющееся эффектом гиперэстрогении, характерными изменениями полового цикла, другими специфическими особенностями. Наряду с этим установлено, что по мере увеличения ежедневной экспозиции облучения наблюдается достоверное снижение эффекта, вплоть до торможения функционального состояния фолликулярного аппарата яичников (при 10-минутных сеансах в диапазоне тех же плотностей мощности облучения). Эту зависимость эффектов облучения от экспозиционной дозы необходимо учитывать при подборе оптимальных доз для лазерной стимуляции функциональной активности яичников в гинекологической практике.

Нашими исследованиями было также установлено, что ежедневное в динамике всей беременности облучение

потоком гелий-неонового лазера (ППМ 25 мВт/см², экспозиция 5 мин) не оказывает тератогенного действия на зародыши крыс, не нарушает процессов оссификации. В этих условиях исследуемый фактор стимулирует экстрамедуллярное кроветворение в печени эмбрионов, повышает метаболические процессы в гепатоцитах, не вызывая их деструктивных изменений. В то же время воздействие облучения гелий-неонового лазера на протяжении всего периода беременности оказывает эмбриолетальный эффект, обуславливая гибель зародышей на доимплантационных стадиях развития. В работе показано, что этот эффект не является результатом непосредственного воздействия лазерного облучения на эмбриогенез, а обусловлен общими эндокринными сдвигами в материнском организме (гиперэстрогенией, индуцированной лазерным облучением). Развитие зародышей на постимплантационных стадиях эмбриогенеза протекает без нарушений. Учитывая эти данные, а также результаты обследования генеративной функции у женщин, обслуживающих источники гелий-неонового лазерного излучения, мы пришли к заключению о необходимости считать противопоказанием для проведения лазеротерапии беременность в ранних сроках, а при лечении женщин репродуктивного возраста лучами гелий-неонового лазера считать необходимым рекомендовать контрацепцию на время всего курса лечения и в течение месяца после него.

В экспериментальных и клинических исследованиях ряда авторов установлено, что низкоинтенсивное лазерное излучение красной области спектра в определенных режимах и дозах облучения оказывает обезболивающее, противовоспалительное и десенсибилизирующее действие, нормализует нейро-гуморальную регуляцию менструальной функции (И. Г. Железнов, В. М. Инюшин, 1970; Ю. Д. Дрейзин и соавт., 1977; В. И. Грищенко и соавт., 1977, 1981; С. Н. Давыдов и соавт., 1979; Л. Ковач и соавт., 1978, 1981, и др.).

В настоящее время наиболее часто в акушерстве и гинекологии применяют прямое воздействие на патологический очаг излучения гелий-неонового лазера для стимуляции тканевой регенерации при истинной эрозии шейки матки, других доброкачественных патологических состояниях или после электрохирургического лечения предопухолевых заболеваний шейки матки, а также для ускорения заживления ран промежности у рожениц и для лечения трещины соска кормящей грудью матери.

Наряду с этим все чаще появляются сообщения об эффективном использовании лазерной акупунктуры и рефлек-

сотерапии для лечения ряда эндокринных и воспалительных гинекологических заболеваний.

Несомненными преимуществами лазерной акупунктуры по сравнению с классической, проводимой с помощью механических игл, является абсолютная асептичность, бескровность, атравматичность и безболезненность воздействия. Однако следует отметить, что лазерная акупунктура не является альтернативой классической акупунктуры, существуют свои показания и противопоказания к применению каждого из методов.

Первый клинический опыт применения лазерной рефлексотерапии путем воздействия на рецепторную зону шейки матки при дисфункциональных маточных кровотечениях, бесплодии эндокринного генеза показал, что этот метод более эффективно стимулирует овуляцию, чем электровоздействие или применение кlostильбегита по общеизвестным схемам (В. И. Грищенко и соавт., 1981).

Лазерную акупунктуру успешно применяли и при акушерской патологии — для лечения поздних токсикозов беременных. Поиск методов эффективного немедикаментозного лечения акушерской патологии направлен на исключение или значительное ограничение назначения лекарственных веществ, оказывающих неблагоприятное действие на организм матери и плода. В этом плане определенного внимания заслуживает проведенное нами (Л. В. Тимошенко, И. Р. Барияк, И. В. Лопушан) изучение комбинированного влияния излучения гелий-неонового лазера и хорошо известных своей повреждающей эмбриогенез активностью факторов химической природы (хлорида и меркаптопурина). Этими исследованиями доказан антитератогенный эффект лучей лазера в определенных условиях облучения. Возможно, защитное действие лучей гелий-неонового лазера проявляется и при воздействии на плод других повреждающих факторов. Изучение этих вопросов представляет несомненный научный и практический интерес, так как может способствовать разработке новых возможностей антенатальной охраны плода и профилактики нарушений эмбриогенеза в условиях воздействия различных альтерирующих эндогенных и экзогенных факторов.

По мере дальнейшего совершенствования лазерной техники возможно и возникновение новых направлений их применения в акушерстве и гинекологии.

Важное значение имеет гигиеническая оценка производственных факторов, существующих в условиях работы лазерных установок, изучение влияния излучения на здоровье и генеративную функцию женщин, обслуживающих ОКГ.

Эти вопросы изучены пока недостаточно. В результате проведенных нами экспериментальных исследований, а также гинекологического обследования женщин, работающих с лазерным излучением гелий-неонового лазера, были уточнены защитно-профилактические мероприятия по охране здоровья женщин.

В заключение следует отметить, что дальнейшие углубленные исследования механизмов биологического действия и отдаленных последствий излучений различных типов ОКГ, совершенствование лазерной диагностической и лечебной аппаратуры целевого назначения для акушерско-гинекологической практики, отработка показаний, противопоказаний, оптимальных дозировок и методик облучения, несомненно, будут способствовать повышению эффективности диагностических, лечебных и профилактических мероприятий, направленных на охрану здоровья женщины, матери и новорожденного.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие (Л. В. Тимошенко, И. В. Лопушан)	3
1 Теоретическое и экспериментальное обоснование применения различных типов оптических квантовых генераторов в акушерстве и гинекологии (И. В. Лопушан, Л. В. Тимошенко, И. Р. Бариляк)	6
1.1. Биологическое действие излучения высокоэнергетических лазеров и их использование в экспериментальной гинекологии и онкогинекологии	9
1.2. Биостимулирующая активность излучения низкоэнергетических лазеров и перспективы их применения в акушерстве и гинекологии	17
1.3. Влияние лазерного излучения на процессы репродукции и внутриутробное развитие плода	36
1.4. Цитогенетические последствия лазерного облучения	54
2 Первый опыт и перспективы применения высокоэнергетических лазеров в оперативной гинекологии и онкогинекологии (Е. В. Коханевич, Л. В. Тимошенко, Л. Л. Щербицкая, Н. Я. Дзюбко)	58
3 Состояние и перспективы применения низкоэнергетических лазерных источников в акушерско-гинекологической практике (Г. Г. Джвобенана, Л. В. Тимошенко)	70
3.1. Лазерная акупунктура и рефлексотерапия при лечении некоторых гинекологических заболеваний и патологии беременности	70
3.2. Использование лазерного излучения для стимуляции тканевой регенерации при некоторых патологических состояниях и травмах половых путей	91
4 Характеристика лазерного излучения различной интенсивности в профессионально-гигиеническом аспекте (И. В. Лопушан)	100
4.1. Влияние прямого, отраженного и рассеянного лазерного излучения на состояние здоровья лиц, обслуживающих ОКГ	101
4.2. Генеративная функция и гинекологическая заболеваемость у работниц производства гелий-неоновых лазеров	106
4.3. Мероприятия по защите от неблагоприятного действия лазерного излучения при создании и эксплуатации оптических квантовых генераторов	113
Заключение (Л. В. Тимошенко, И. В. Лопушан)	121

*Леонид Васильевич Тимошенко
Ирина Владимировна Лопушан
Георгий Георгиевич Джвобенана
Евгения Викторовна Коханевич
Людмила Любомировна Щербицкая
Игорь Романович Барилляк
Нинель Яковлевна Дзюбка*

ПРИМЕНЕНИЕ ЛУЧЕЙ ЛАЗЕРА В АКУШЕРСТВЕ И ГИНЕКОЛОГИИ

Под редакцией
чл.-кор. АМН СССР Л. В. ТИМОШЕНКО
и канд. мед. наук И. В. ЛОПУШАН

Редактор Л. А. Карташева
Оформление художника С. А. Шибалова
Художественный редактор Н. Ф. Кормыло
Технический редактор Е. Г. Вольвах
Корректоры Н. Н. Шрамко, Н. В. Гармаш

Информ. бланк № 2659

Сдано в набор 07.12.84. Подп. к печ. 04.06.85.
БФ 04101. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага тип. № 1.
Гарн. лит. Печ. выс. Усл. печ. л. 6,72. Усл. кр.-
отт. 7,04. Уч.-изд. л. 7,62. Тираж 5000 экз.
Зак. 5-16. Цена 50 к.

Издательство «Здоров'я», 252054, г. Киев-54,
ул. Чкалова, 65.

Киевская книжная фабрика, 252054, г. Киев-54,
ул. Воровского, 24.

Применение лучей лазера в акушерстве и гинеко-
П76 **логии /Тимошенко Л. В., Лопушан И. В., Джвобенана**
Г. Г. и др.; под ред. Л. В. Тимошенко и И. В. Ло-
пушан.— К.: Здоров'я, 1985.— 128 с. ил., 0,50 л. ил.

В пособии приведены данные о механизмах биологического действия лазеров различных типов. Описаны результаты и перспективы использования лазерного излучения в акушерско-гинекологической практике. Дана гигиеническая оценка профессиональных вредностей, воздействующих на работающих с лазерными установками, представлены рекомендации по защите персонала от неблагоприятного действия лазерного излучения.

П $\frac{4123000000-110}{M209(04)-85}$ 96.85

57.1