

С.Г. Абрамович

---

# ФОТОТЕРАПИЯ

---



S.G. Abramovich

# PHOTOTHERAPY

Irkutsk – 2014

С.Г. Абрамович

# ФОТОТЕРАПИЯ

Иркутск – 2014

УДК 615.831

ББК 53.54

А 16

Абрамович, С. Г. Фототерапия / С.Г. Абрамович. – Иркутск: РИО ФГБУ «НЦРВХ» СО РАМН, 2014. – 200 с.

ISBN 978-5-98277-XXXX-X

В монографии изложены современные методы и технологии фототерапии; приведены новые разработки в области светолечения, лазеротерапии, фотодинамической терапии; отражены современные представления об их лечебно-профилактическом применении. Приводится информация о механизмах действия, аппаратном оснащении. Изложены методики лечения. Описаны показания и противопоказания к дифференцированному применению. Предназначена физиотерапевтам, специалистам по медицинской реабилитации и курортологии, врачам общей практики, студентам медицинских вузов и слушателям институтов усовершенствования, а также всем, кто интересуется проблемами и успехами физической медицины.

**Рецензенты:**

*К.Б. Петров* – д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой восстановительной медицины ГБОУ ДПО НГИУВ

*В.А. Дробышев* – д-р мед. наук, профессор кафедры госпитальной терапии и медицинской реабилитации ГБОУ ВПО НГМУ

Abramovich S.G. Phototherapy / S.G. Abramovich. – Irkutsk: SC RRS SB RAMS, 2014. – 200 p.

ISBN 978-5-98277-XXXX-X

This monograph embraces modern approaches and techniques of phototherapy, it includes new solutions in the area of chromotherapy, laser therapy, photodynamic therapy, and reflects present-day ideas of their application for treatment and prevention of various diseases. The book contains information about mechanisms of action of these techniques, necessary equipment, methods of treatment. It also describes indications and contra indications for differentiated application.

The monograph is meant for physiatrists, specialists in medical rehabilitation and balneotherapy, general practitioners, students of medical colleges and Physicians' Continuing Education Institutes, as well as for everyone who is interested in issues and march of physical medicine.

**Readers:**

*K.B. Petrov* – M.D., professor, head of the department of rehabilitation medicine of Novokuznetsk State Institute of Physicians' Continuing Education

*V.A. Drobishev* – M.D., professor of the department of hospital therapy and medical rehabilitation of Novosibirsk State Medical University

**Без объявления**

ISBN 978-5-98277-172-8



© Абрамович С.Г., 2014

© РИО ФГБУ «НЦРВХ» СО РАМН, 2014

# ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ .....	11
ПРЕДИСЛОВИЕ .....	13
СВЕТОЛЕЧЕНИЕ .....	15
Биофизические основы светолечения .....	15
Инфракрасное излучение .....	21
Лечебные эффекты .....	22
Аппаратура .....	22
Видимое излучение (хромотерапия) .....	24
Неселективная хромотерапия .....	24
Лечебное действие .....	24
Аппаратура. Техника проведения процедур и дозиметрия .....	25
Применение полихроматического некогерентного поляризованного света в дерматологии, косметологии и эстетической медицине .....	26
Показания .....	27
Противопоказания .....	27
Практические рекомендации .....	28
Селективная хромотерапия .....	33
Лечебное действие .....	33
Аппаратура .....	36
Ультрафиолетовое излучение .....	38
Длинноволновое излучение .....	40
Применение общего ультрафиолетового облучения для получения загара .....	46
Применение местного ультрафиолетового облучения для получения загара .....	54

Средневолновое излучение .....	58
Лечебное действие .....	59
Дозиметрия .....	62
Коротковолновое излучение .....	68
Классификация аппаратуры для ультрафиолетового облучения .....	69
Лечебные методики ультрафиолетового облучения .....	71
Показания к общему УФ-облучению .....	80
Показания к местному УФ-облучению .....	81
Противопоказания для местных и общих УФ-облучений .....	81
Отрицательные проявления ультрафиолетового облучения .....	82
Диагностика меланомы кожи .....	83
Применение ультрафиолетового облучения при заболеваниях, приводящих к косметическим дефектам .....	84
Применение ультрафиолетового облучения при себорее, обыкновенных угрях и угревой сыпи .....	84
Применение ультрафиолетового облучения при простом герпесе или пузырьковом лишае .....	86
Применение ультрафиолетового облучения при алопеции .....	87
Применение ультрафиолетового облучения при витилиго .....	89
<b>ЛАЗЕРОТЕРАПИЯ</b> .....	93
Введение .....	93
История развития лазерной терапии .....	94
Основные свойства лазерного излучения .....	96
Физические основы лазеротерапии .....	97
Классификация лазеров .....	105
Основные энергетические параметры лазеротерапии. Дозирование .....	107
Механизм действия лазеротерапии .....	111
Лечебное действие .....	117
Сочетанные и комбинированные методы лазеротерапии .....	121
Лазерная терапевтическая аппаратура .....	131
Техника проведения процедур .....	133
Документы, регламентирующие применение лазеров в медицине .....	159
Санитарные нормы, правила устройства и эксплуатации лазеров .....	160
Показания .....	168

---

Противопоказания .....	169
Особенности лазерной терапии в педиатрии .....	170
Особенности лазерной терапии в гериатрии .....	171
Лазерная рефлексотерапия и лазерная пунктура .....	172
Метод лазерного облучения крови .....	175
<b>ФОТОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ</b> .....	180
История развития фотодинамической терапии .....	180
Общая характеристика и механизм фотодинамической терапии .....	181
Техника и методика проведения фотодинамической терапии .....	184
Клиническое применение фотодинамической терапии .....	184
Фотодинамическая терапия неопухолевых образований .....	185
Направления развития фотодинамической терапии .....	187
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	188
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК</b> .....	189

# CONTENTS

LIST OF ABBREVIATIONS .....	11
FOREWORD .....	13
PHOTOTHERAPY .....	15
Biophysical basics of phototherapy .....	15
Infrared radiation .....	21
Therapeutic benefits .....	22
Equipment .....	22
Visible radiation (chromotherapy) .....	24
Nonselective chromotherapy .....	24
Therapeutic action .....	24
Equipment. Techniques of procedures and dosimetry .....	25
Application of polychromatic noncoherent polarized light in dermatology, cosmetology and esthetic medicine .....	26
Indications .....	27
Contra indications .....	27
Recommended practices .....	28
Selective chromotherapy .....	33
Therapeutic action .....	33
Equipment .....	36
Ultraviolet radiation .....	38
Long-wave radiation .....	40
Application of whole-body UV radiation for indoor tanning .....	46
Application of local UV radiation for indoor tanning .....	54
Medium wave radiation .....	58
Therapeutic action .....	59



---

Dosimetry	62
Short-wave radiation	68
Classification of equipment for UV radiation	69
Therapeutic techniques of UV radiation	71
Indications for whole-body UV radiation	80
Indications for local UV radiation	81
Contra indications for local and whole-body UV radiation	81
Negative manifestations of UV radiation	82
Diagnostics of skin melanoma	83
Application of UV radiation for diseases leading to cosmetic defects	84
Application of UV radiation for seborrhoea, acne vulgaris and acneiform rash	84
Application of UV radiation for herpes simplex	86
Application of UV radiation for alopecia	87
Application of UV radiation for vitiligo	89
LASER THERAPY	93
Introduction	93
History of development of laser therapy	94
Main features of laser radiation	95
Physical basics of laser therapy	97
Classification of lasers	105
Main energetic parameters of laser therapy. Dosimetry	107
Mechanism of action of laser therapy	111
Therapeutic action	117
Combined methods of laser therapy	121
Equipment for laser therapy	131
Technique of procedures	133
Documents regulating application of lasers in medicine	159
Sanitary norms, regulations on installations and safe operation of lasers	160
Indications	168
Contra indications	169
Peculiarities of laser therapy in pediatrics	170
Peculiarities of laser therapy in geriatrics	171

---

Laser reflexotherapy and laser acupuncture .....	172
Method of laser blood irradiation .....	175
PHOTODYNAMIC THERAPY .....	180
History of development of photodynamic therapy .....	180
General characteristics and mechanism of action of photodynamic therapy .....	181
Techniques of photodynamic therapy .....	184
Clinical application of photodynamic therapy .....	184
Photodynamic therapy of nonneoplastic masses .....	185
Directions of development of photodynamic therapy .....	187
CONCLUSION .....	188
REFERENCES .....	189

# СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АД	артериальное давление
АЛОК	аутотрансфузия лазером облученной крови
АТФ	аденозинтрифосфорная кислота
БАВ	биологически активные вещества
БАТ	биологически активные точки
ВЛОК	внутривенное лазерное облучение крови
Вт	ватты
ВЧ-излучение	высокочастотное электромагнитное излучение
Д	доза лазерного облучения
ДОФА	дезоксифенилаланин
ДУФ-излучение	длинноволновое излучение
ЖКТ	желудочно-кишечный тракт
ИБС	ишемическая болезнь сердца
ИК-лучи	инфракрасные лучи
ИК-излучение	инфракрасное электромагнитное излучение
КУФ-излучение	коротковолновое излучение
ЛП	лазеропунктура
ЛРТ	лазерная рефлексотерапия
мВт	милливатты
МП	магнитное поле
МЦ	микроциркуляция
МФД	минимальная фототоксическая доза

---

МЭД	минимальная эритемная доза
НИЛТ	низкоинтенсивная лазерная терапия
НЛИ	низкоинтенсивное лазерное излучение
НЛОК	надсосудистое лазерное облучение
НЭЛТ	низкоэнергетическая лазерная терапия
ОФМЛА	остеомиофасциальная лазероакупунктура
ПеМП	переменное магнитное поле
ПМП	постоянное магнитное поле
ПОЛ	перекисное окисление липидов
ППМ	плотность потока мощности
СВЧ излучение	сверхвысокочастотное электромагнитное поле
СУФ излучение	средневолновое излучение
УФ излучение	ультрафиолетовое электромагнитное излучение
УФИ	ультрафиолетовое излучение
УФО	ультрафиолетовое облучение
ФДТ	фотодинамическая терапия
ФС	фотосенсибилизатор
ФХТ	фотохимиотерапия
ЦНС	центральная нервная система
ЧСС	частота сердечных сокращений
Э	энергия лазерного облучения
ЭДС	электродвижущая сила

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В начале XXI века методы физиотерапии получили значительное развитие в реализации различных лечебных, оздоровительных и реабилитационных программ. Анализ приоритетов развития современной медицины свидетельствует о неуклонном возрастании удельного веса лечебных физических факторов в структуре видов медицинской помощи. Подтверждением этого явилось включение методов физиотерапии в стандарты оказания первичной медико-санитарной помощи в соответствии со статьей 37 Федерального закона от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» у больных с различной патологией.

Очевидно, что достижение эффективного результата, на который нацелено большинство программ медицинской реабилитации, сегодня невозможно без высокопрофессиональной работы специалистов, которая требует конкретных знаний. Подготовка современного врача наряду с изучением анатомо-физиологических основ патогенеза и клиники заболеваний включает в себя обязательное изучение методов их лечения. По сложившейся за последние десятилетия традиции мировоззрение медиков формируется в русле преимущественного использования фармакотерапии. Между тем в арсенале врача имеется не менее мощный потенциал – лечебные физические факторы, среди которых одно из ведущих мест занимают методы лечебно-профилактического применения электромагнитных излучений оптического диапазона (фототерапия).

К ним относятся: инфракрасное излучение, видимое излучение (поли- и монохроматическое), ультрафиолетовое излучение (длинноволновое, средневолновое и коротковолновое), лазерная и фотодинамическая терапия. В структуре физиотерапевтических методов на долю этих методов приходится не менее 20–25 %. Это диктует необходимость соблюдения рекомендаций по применению технологий фототерапии, что подразумевает знание и понимание физических основ и механизмов взаимодействия данных физических факторов с живым организмом.

Судя по возрастающему количеству публикаций в медицинской литературе, частоте и уровню проводимых международных симпозиумов, научных конференций и конгрессов, год от года возрастает интерес к фотодинамической терапии. Фотодинамическая терапия стала более доступной благодаря ряду достижений. Это, прежде всего, внедрение в клиническую практику фотосенсибилизаторов второго и третьего поколений, отличающихся высокой терапевтической эффективностью и селективностью при коротком периоде выведения из организма. Не меньшее значение имеют и успехи, достигнутые в области развития фотоники и полупроводниковой лазерной техники.

Написание данной монографии было продиктовано отсутствием доступной для практических врачей литературы, в которой были бы систематизированы материалы в области теоретических и клинических исследований по лечебному применению методов светолечения, низкоэнергетического лазерного излучения и фотодинамической терапии. Цель настоящего труда состоит в том, чтобы дать в одной книге наиболее цельное представление о современных тенденциях развития фототерапии и сделанных в последние годы разработках.

Книга рассчитана на широкий круг читателей. Она, прежде всего, предназначена всем специалистам, интересующимся проблемами физической медицины, а также физиотерапевтам, которым должна помочь более осмысленно использовать методы фототерапии в своей повседневной практике. Автор надеется, что книга будет доброжелательно встречена и оценена специалистами и с благодарностью примет любые конструктивные критические замечания по структуре, содержанию и оформлению настоящего издания.

# СВЕТОЛечение

История светолечения начинается в XIX веке. В этот период произошли важные события, которые во многом изменили представления об электромагнитном излучении оптического диапазона. К этим событиям относятся открытие немецкого ученого Риттера и англичанина Волластона в 1801 г. УФ излучения с длиной волны 200–400 нм; открытие бактерицидного действия коротковолнового УФ-излучения А. Дюоном и А. Блаунтом в 1877 г.; описание и выяснение механизмов образования УФ-эритемы А.Н. Маклаковым (1889) и многие другие научные достижения. Закономерным позитивным итогом этих исследований явилось присуждение в 1903 г. датскому ученому Н. Финзену Нобелевской премии за признание его заслуг в деле лечения больных в организованном им институте светолечения.

Светолечение сегодня – один из наиболее востребованных методов физиотерапии. Это совокупность различных по своей физической сущности и механизму действия медицинских технологий. Методы фототерапии, несмотря на многовековую историю, постоянно находятся в динамическом развитии: качественно обновляется методология процедур, совершенствуется аппаратное оснащение. Это требует постоянного обучения медицинского персонала и совершенствования знаний о возможностях использования этого физического фактора в деле лечения и профилактики заболеваний.

## БИОФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СВЕТОЛечения

Свет – одна из форм материи, обладающая одновременно свойствами частиц (фотонов) и волн. Волновые свойства света преимущественно проявляются при его распространении, и с ними связывают явления отражения, преломления, дифракции, интерференции и поляризации.

Поглощение света в основном определяется его корпускулярными свойствами и зависит от энергии частиц света, длины волны, а также от среды, через которую проходит свет.

Естественным источником света на планете является Солнце, в спектре излучения которого инфракрасные лучи составляют 47 %, лучи видимого спектра – 48 %, ультрафиолетовые лучи – 5 % (от 289 до 400 нм).

В природе, технике и медицине применяются электромагнитные поля различных диапазонов, совокупность которых образует спектр электромагнитных излучений. В соответствии с Международным регламентом радиосвязи (1976) и ГОСТ 24375-80 он разделен по длинам волн и частотному диапазону на различные области. В физиотерапии используют не все из них, а преимущественно электромагнитные поля радиоволнового и оптического диапазонов (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Методы лечебного применения  
электромагнитных излучений оптического диапазона

Характер излучений	Методы лечебного применения
Инфракрасное излучение	ИК-облучение
Видимое излучение	Неселективная и селективная хромотерапия
Ультрафиолетовое излучение	УФ-облучение
- длинноволновое	ДУФ-облучение
- средневолновое	СУФ-облучение
- коротковолновое	КУФ-облучение
Монохроматическое когерентное излучение	Лазеротерапия

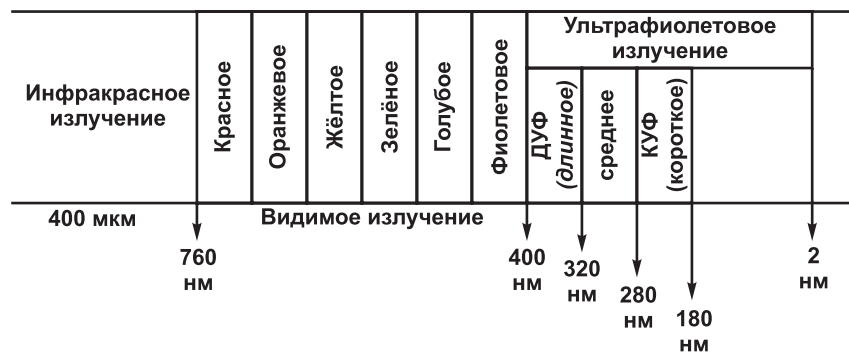


Рис. 1. Диапазоны оптического диапазона.

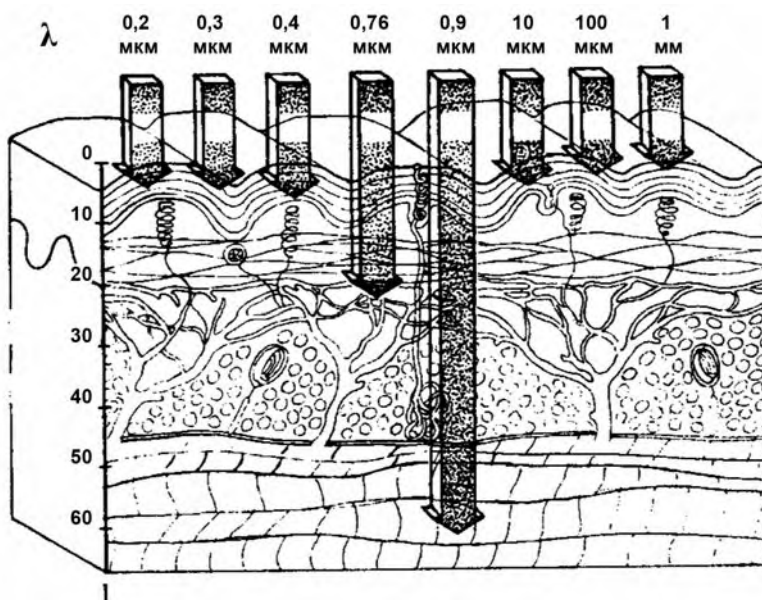
Излучение и поглощение света происходят отдельными порциями или квантами. Квант – это минимальная порция электромагнитного излучения, а его



энергия прямо пропорциональна частоте колебаний электромагнитной волны и обратно пропорциональна ее длине. В связи с этим энергия кванта возрастает от длинноволнового к коротковолновому излучению, то есть от инфракрасного к ультрафиолетовому.

Биологическое действие оказывает только поглощенная энергия. Известно, что при попадании на кожу до 60 % инфракрасных лучей (ИК-лучей) отражается. Для видимого и ультрафиолетового излучений (УФИ) эта цифра составляет соответственно 40 % и 10 %. Отражательная способность непигментированной кожи почти в 2 раза выше, чем пигментированной. Примерно такие же соотношения характерны для светлой и темной кожи.

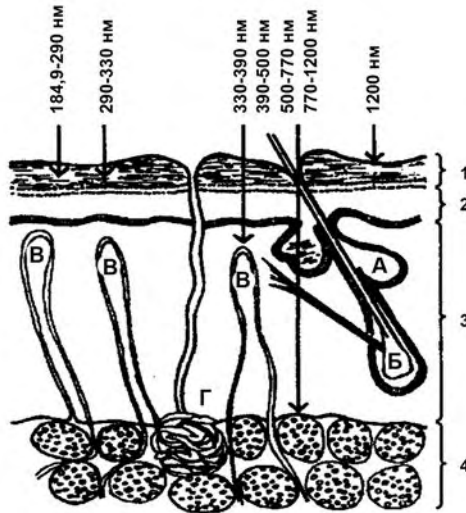
Глубина проникновения света нарастает при переходе от УФ-излучения до оранжевого с 0,7–0,8 до 2,5 мм, а для красного излучения составляет 20–30 мм. В ближнем диапазоне ИК излучения (на длине волны 950 нм) проникающая способность достигает максимума и составляет 60–70 мм, а в среднем и дальнем ИК-диапазонах резко снижается до 0,3–0,5 мм (рис. 2, 3).



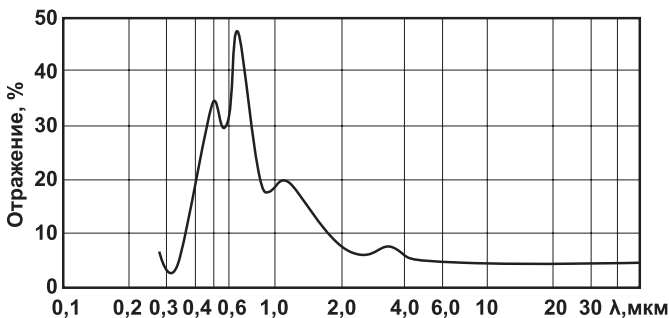
**Рис. 2.** Проникающая способность оптического излучения в различные слои кожи человека: по оси абсцисс – длина оптического излучения, мкм; по оси ординат – проникающая способность, мм.

Пигментация и отек кожи уменьшают ее отражательную способность в отношении оптического излучения этого диапазона. Способность ИК-лучей проникать вглубь тканей зависит от их оптических свойств и длины волны падающей лучистой

энергии. Ориентировочное представление об ослаблении светового потока в толще кожи дает данная диаграмма. Длинноволновое ИК-излучение поглощается большей частью в эпидермисе, в то время как видимые и ближние ИК-лучи – в дерме и подкожной жировой клетчатке.



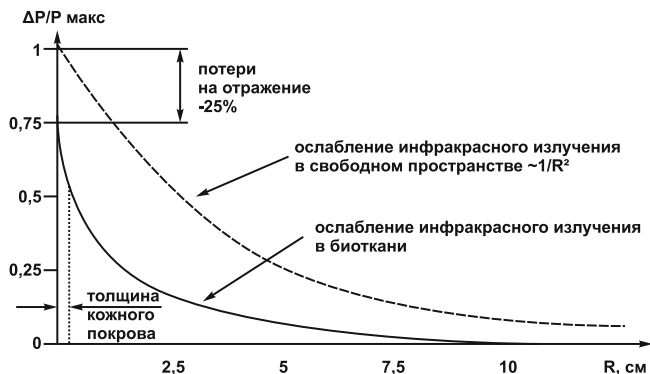
**Рис. 3.** Проникновение в кожу лучей с различными длинами волн: 1 – поверхностный слой эпидермиса; 2 – глубокий слой эпидермиса; 3 – собственно дерма; 4 – собственная пластинка дермы: А – сальная железа; В – волос; В – кровеносные сосуды; Г – потовая железа.



**Рис. 4.** Спектральная характеристика отражения инфракрасных лучей кожным покровом человека.

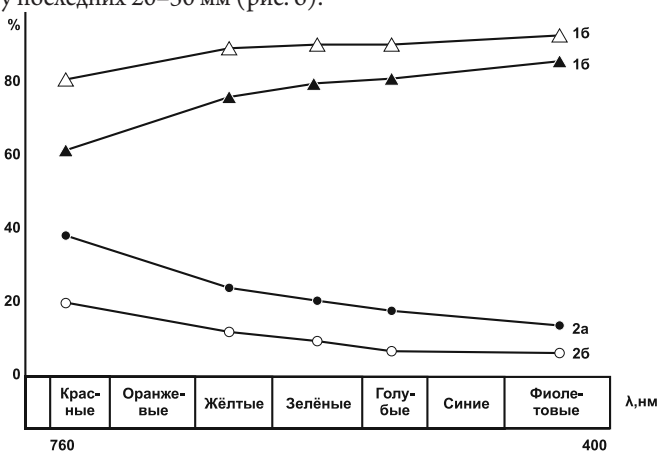
ИК-лучи (760–5400 нм) различной длины волны неодинаково отражаются кожными покровами человека, что хорошо иллюстрирует спектральная кривая, обобщенная К. Buttner в 1938 г. (рис. 4).

График ослабления инфракрасного диапазона в зависимости от глубины проникновения представлен на рисунке 5. Видно, что примерно 25 % мощности излучения отражается от кожного покрова, далее происходит достаточно быстрое поглощение излучения биологической тканью. На глубину 5 см от поверхности тела приходит не более 20 % излученной мощности. В 1996 г. А. А. Ушаковым экспериментально было установлено, что ИК-излучение проникает даже через костные ткани.



**Рис. 5.** Ослабление инфракрасного излучения в биоткани в зависимости от глубины проникновения.

Видимые лучи (760–400 нм) поглощаются кожей сильнее, чем инфракрасные. Отражение уменьшается, а поглощение возрастает с уменьшением длины волны и при пигментации кожи. Глубина проникновения видимых лучей увеличивается в направлении от фиолетовых (390–450 нм) к красным (620–760 нм), максимально достигая у последних 20–30 мм (рис. 6).



**Рис. 6.** Поглощение (1) и отражение (2) видимых лучей пигментированной (б) и непигментированной (а) кожей человека.

УФ-лучи (400–180 нм) лишь в минимальной степени отражаются кожными покровами (8–13 %), особенно пигментированной кожей (6–8 %). Благодаря достаточной толщине, высокому содержанию поглощающих свет веществ, а также гетерогенности кожа плохо проницаема для УФ-лучей. Эффекты поглощения, отражения и рассеивания приводят к быстрому падению УФ-излучения при прохождении через кожу. Лучи почти полностью поглощаются в толще эпидермиса и лишь в минимальных количествах могут достигать сосочкового слоя собственно кожи и сосудов поверхностного сплетения. Поэтому в развитии биологической реакции организма на УФО более важное значение играет эпидермис, а не дерма (табл. 2).

ТАБЛИЦА 2

Поглощение кожей лучей различной длины, %  
(толщина слоя кожи в мм указана в скобках)

Длина волны, нм	Слой кожи			
	роговой (0,3)	мальпигиев (0,5)	собственно кожа (2,0)	подкожная клетчатка (2,5)
200	81	8	11	0
280	85	6	9	0
300	66	18	16	0
40	20	23	56	1
550	13	10	72	5
750	22	13	44	20
1000	29	6	48	17
1400	56	16	20	8

Ультрафиолетовое излучение				Видимое излучение				Инфракрасное излучение			I, нм
100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1, нм	
19,9		6,6		4,0		2,8		2,2	2,0	E, 10 <sup>-19</sup> Дж	
C-H C=O C=C				-C-C-C=N							-H-H-
17,8	10,1	7,0		4,0	3,4					E, 10 <sup>-19</sup> Дж	
Ионизация биомолекул		Диссоциация биомолекул		Электронное возбуждение			Тепловые колебания биомолекул				

Рис. 7. Характер первичных фотобиологических реакций определяется энергией квантов оптического излучения.

Характер первичных фотобиологических реакций определяется энергией квантов оптического излучения (рис. 7). В ИК-области энергии фотонов достаточно только для увеличения энергии колебательных процессов биологических молекул. Видимое излучение, энергия фотонов которого в полтора раза больше, уже способно вызвать их электронное возбуждение и фотолитическую диссоциацию. Наконец, кванты УФ-излучения с энергией  $(6,4-9,6) \times 10^{-19}$  Дж вызывают ионизацию молекул и разрушение ковалентных связей.

Степень появления фотобиологических эффектов в организме зависит от интенсивности оптического излучения, которая обратно пропорциональна квадрату расстояния от источника до облучаемой поверхности. Исходя из этого, в клинической практике определяют не интенсивность, а дозу облучения на определенном расстоянии от источника путем измерения времени облучения.

В механизме фотобиологического действия оптического излучения определяющим является поглощение энергии световых квантов атомами и молекулами биологических тканей (закон Гротгуса – Дрейпера). В результате образуются электронно-возбужденные состояния молекул с переносом энергии кванта (внутренний фотоэффект) и происходит электролитическая диссоциация и ионизация биологических молекул.

### ИНФРАКРАСНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

Источником ИК-излучения является любое нагретое тело. Интенсивность и спектральный состав такого излучения определяется температурой тела. Организм человека также является мощным источником ИК-излучения (максимум в сплошном спектре его излучения лежит на длине волны 9,3 мкм) и хорошо поглощает их (феномен радиационного теплообмена). ИК-излучение составляет до 45–50 % солнечного излучения, падающего на Землю. В искусственных источниках света (лампах накаливания с вольфрамовой нитью) на его долю приходится 70–80 % энергии всего излучения.

Поскольку энергия ИК-лучей относительно невелика, то при их поглощении наблюдается в основном усиление колебательных и вращательных движений молекул и атомов, броуновского движения, электролитической диссоциации и движения ионов, ускоренное движение электронов по орбитам. Все это в первую очередь приводит к образованию тепла, поэтому ИК-лучи еще называют калорическими или тепловыми.

Образование тепла приводит к локальному повышению температуры облучаемых кожных покровов на 1–2 °С и вызывает местные терморегуляторные реакции поверхностной сосудистой сети. Сосудистая реакция развивается, фазно-кратковременный (до 30 с) сосудистый спазм сменяется увеличением кровотока. В результате возникает гиперемия облученных участков тела. Она проявляется красными пятнами на коже, которые появляются уже к концу процедуры, не имеют четких границ и ис-

чезают бесследно через 20–30 мин. после окончания облучения. Пигментации, как правило, после себя ИК-лучи не оставляют, за исключением случаев многократных воздействий (профессиональная красновато-бурая пигментация у рабочих леса, металлургов и др.).

### *Лечебные эффекты*

*Противовоспалительный и метаболический (противоотечный, регенеративно-пролиферативный).* Нагревание тканей существенно ускоряет метаболические процессы, активирует миграцию нейтрофилов и лимфоцитов в очаг воспаления в подострой и хронической фазах. Активация микроциркуляции (МЦ) русла и повышение проницаемости сосудов способствует удалению из него продуктов аутолиза клеток. Часть перфузируемой жидкости выделяется с потом и испаряется, что приводит к дегидратации воспалительного очага. Усиление дифференцировки фибробластов и дегрануляции моноцитов приводят к активации пролиферативных процессов в очаге воспаления, ускорению грануляции ран и трофических язв. Для стимуляции репаративной регенерации ИК-облучение в настоящее время используется редко.

*Местный анальгетический эффект.* Указанные процессы индуцируются и выделяющимися в воспалительном очаге биологически активными веществами – простагландинами, цитокинами и калликреином. Последний вызывает также блокаду проводимости афферентных проводников болевой чувствительности.

*Вазоактивное действие.* Местные терморегуляторные реакции поверхностной сосудистой сети проявляются изменением тонуса сосудов МЦ русла и расширением сосудов.

*Антиспастическое действие.* Это свойство ИК-лучей используется для снятия спазма скелетных мышц, гладких мышц органов брюшной полости, расширения сосудов при спазмах и атеросклеротическом поражении сосудов конечностей, облитерирующем эндартериите, болезни Рейно, диабетических ангиопатиях.

Спектральный состав ИК-излучателя и его интенсивность определяется температурой нити накаливания ламп и их мощностью. Чем они выше, тем в более коротковолновой области находится максимум спектральной плотности ИК-излучения ламп.

### *Аппаратура*

Классическим источником ИК-излучения является нихромовый нагревательный элемент ЛИК-5М с максимумом излучения на длине волны 1 мкм. Температура нихромовой спирали составляет 700–800 °С, она излучает преимущественно средневолновые и коротковолновые ИК-лучи.

Источники сочетанного видимого и ИК-излучений: рефлектор медицинский (Минина), имеющий лампу накаливания с колбой синего цвета из кобальтового стекла мощностью 25–60 Вт (максимум ее излучения находится на границе коротко- и средневолнового диапазонов ИК-излучения, что обуславливает возможность ее использования для прогревания поверхностных слоев кожи); лампы Соллюкс

– стационарную («ЛСС-6»), передвижную «ПАС-6М» (500–1000 Вт) и настольные «ОСН-70», «ОСТН-1» и «ЛСН-1М» (150–200 Вт). У высокоомощных ламп Соллюкс (с температурой вольфрамовой нити накаливания 2800 °С), максимум спектральной плотности излучения составляет 2 мкм. Испускаемое такой лампой коротковолновое ИК-излучение обладает высокой проникающей способностью и вызывает прогревание глубокорасположенных тканей. В конце прошлого столетия пользовались популярностью местные светотепловые ванны для конечностей (рис. 9).



Рис. 8. Инфракрасная кабина.

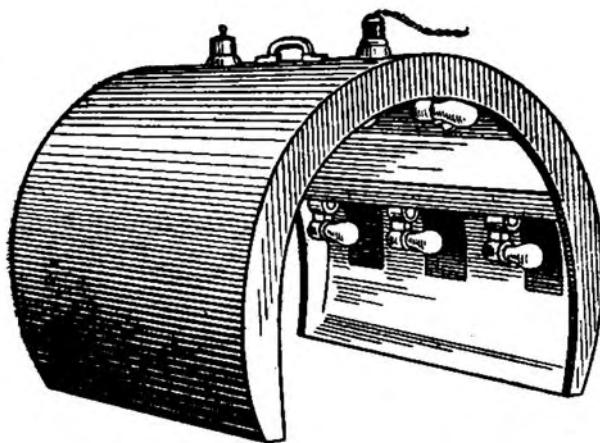


Рис. 9. Местная светотепловая ванна.

За рубежом выпускают ИК-излучатели «Infratherap», «Т-300/500», «S-300/S-500», «S-300/S-500 Theralux Heart Therapy Unit», «Sollux 500», «I.R.Lamp», «IR-radiator» (максимум излучения 2 мкм). В последние годы широко стали использоваться инфракрасные капсулы (сауны) «SunWell», «Infra Therapist», «Infradoc» с инфракрасными излучателями (рис. 8). Такое излучение нагревает воздух в кабине до 40–65 °С. Оно обладает высокой проникающей способностью и вызывает нагревание глуболежащих тканей с потерей 600 кал за процедуру (30 мин.).

### ВИДИМОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ (ХРОМОТЕРАПИЯ)

На долю видимого излучения приходится до 48 % излучения Солнца и 15 % излучения искусственных источников.

#### *Неселективная хромотерапия*

Информационная функция видимого излучения реализуется путем передачи импульсации от возбужденных зрительных рецепторов по специфическим сенсорным путям в зрительную кору головного мозга. Белый свет (интегральное излучение видимого диапазона) активирует светочувствительные супрахиазматические ядра гипоталамуса, что приводит к повышению синтеза тропных гормонов гипофиза (соматотропного гормона, меланотропина, кортикотропина и пролактина) и снижению темновой секреции серотонина и мелатонина пинеалоцитами эпифиза.

#### **Лечебное действие**

Неселективная хромотерапия способствует повышению содержания меланотропина (что особенно важно в осенне-зимний период, в период снижения продолжительности светового дня), предупреждает проявления сезонной эмоциональной депрессии (seasonal affective disorder), основными симптомами которой являются гиперсомния, анергия, булимия или анорексия.

Меланотропин активирует адренергические нейроны ствола мозга, в результате чего нормализуются фазы сна и бодрствования у больных. Нарастание меланотропина в этот период поддерживает синтез витаминов D и A и повышает неспецифическую адаптационную реактивность.

Интегральное видимое излучение вызывает в коже выделение тепла, активирует сегментарно-рефлекторные и местные реакции микроциркуляции (МЦ) русла, активирует иммуногенез кожи. При воздействии на глаза и кожу оказывает многостороннее действие, влияя на психические функции, настроение, поведение, циркадные ритмы, половое созревание.

Интегральное видимое излучение (аналог солнечного) повышает гаметогенез, рост организма. Видимое излучение вызывает в коже конформационные перестройки элементов дермы, активирует иммуногенез кожи и локальную гуморальную регуляцию обменных процессов в коже.



Биологические эффекты биофототерапии определяются как прямым влиянием поляризованного полихромного света на светочувствительные структуры кожи, так и рефлекторно формирующимися реакциями. Одним из важнейших эффектов данного лечения является ее биостимулирующее действие, проявляющееся в базальных слоях кожи и выражающееся в активизации митозов клеток, накоплении богатых энергией фосфатов, ускорении потребления кислорода и глюкозы тканями. В их основе лежит повышение температуры тканей на 1–1,5 °С и улучшение МЦ. Биофототерапии присуще противовоспалительное действие, обусловленное улучшением регионарного кровотока и лимфооттока, усилением метаболизма в воспаленных тканях. Отмечается противоотечное действие, эффект стимуляции иммунной системы, болеутоляющее действие.

Полихроматический поляризованный свет используется для лечения кожных болезней (угреватая сыпь, экзема, атопический дерматит, аллергическая кожная сыпь, герпес, псориаз, аллопеция, целлюлит), хирургических заболеваний (трофические язвы, длительно незаживающие раны, пролежни, ожоги), болезней опорно-двигательного аппарата (бурсит, растяжение связок, пяточная шпора, ушибы и травмы суставов, вывихи, артрозы и артриты, миозиты, спортивные травмы), патологии ЛОР-органов (ринит, фронтит, тонзиллит, отит, ларингит), стоматологических заболеваний (гингивит, альвеолит, пародонтоз).

Биофототерапию (кроме общих противопоказаний) не рекомендуется применять на фоне приема большими гормональных, иммуномодулирующих и цитостатических препаратов.

Показаниями для назначения интегрального видимого излучения являются сезонная эмоциональная депрессия, депрессивные состояния, расстройства сна, вегетососудистая дистония, острые нарушения мозгового кровообращения и их последствия, заболевания кожи, раны, ожоги, пролежни.

#### **Аппаратура. Техника проведения процедур и дозиметрия**

Прибор БИОПТРОН излучает полихроматический поляризованный свет в волновом диапазоне от 480 до 3400 нм. Этот свет линейно поляризован и движется лишь в одном направлении, длина его волн выше, чем у УФ-лучей, а энергетический диапазон ниже, чем у лазерного луча, что обеспечивает его безопасность для организма. Свет, излучаемый прибором БИОПТРОН, проникает в ткани на глубину до 2,5 мм, стимулирует регенеративные процессы, нормализует кровообращение, обладает противовоспалительным эффектом.

Как изделия медицинской техники приборы БИОПТРОН зарегистрированы Минздравсоцразвития России (№ 2006/372, срок действия до 30 марта 2016 г.). Приборы серии БИОПТРОН запатентованы, сертифицированы как медицинские приборы в странах ЕС (согласно Директивы 93/42 ЕЕС), имеют международный сертификат подтверждения качества ISO 9001/12.2000 от DEKRA ITS, сертификат соответствия качества производства ISO 13485:2003+AC:2007 от DEKRA ITS, а также сертификат соответствия Госстандарта России.

В качестве источника полихроматического поляризованного света с длиной волны от 400 до 2000 нм используются аппараты «Биоптрон» («Бионик», «Биптрон-компакт», «Биоптрон-2»), разработанные и выпускаемые компанией Biopttron-AG (Швейцария). Источником излучения в них служит галогеновая лампа мощностью от 20 до 100 Вт. Особенностью света этих ламп является его высокая (до 95 %) степень поляризации.

Техника и дозиметрия. Фототерапию с использованием портативной лампы «Биоптрон-компакт» проводят с расстояния 5 см, а с использованием стационарного аппарата «Биоптрон-2» – 20 см. При этом обоими аппаратами обеспечивается плотность потока мощности около  $40 \text{ мВт/см}^2$ , которая вызывает умеренный нагрев в области воздействия. Облучаемая поверхность кожи должна быть чистой и обезжиренной, поток света направлен строго перпендикулярно. Продолжительность облучения одного участка от 4 до 8 мин. Процедуры проводятся ежедневно, можно 2–3 раза в день, курс лечения – от 3–5 до 15–20 процедур.

#### **Применение полихроматического некогерентного поляризованного света в дерматологии, косметологии и эстетической медицине**

Физические характеристики, биологические эффекты и преимущества полихроматического некогерентного поляризованного света прибора БИОПТРОН:

1. Свет БИОПТРОН состоит из наиболее полезного для клеток кожи видимого фрагмента солнечного света (длиной волны 480–760 нм) и небольшой части инфракрасного (760–3400 нм), без ультрафиолета, что делает его безопасным для глаз и кожи, а также исключает возможность появления пигментаций в результате лечения. Высокая степень поляризации света (свыше 95 %) оказывает положительное воздействие на структуру клеточной мембраны, способствуя ее стабилизации и улучшению функционирования.

2. Свет БИОПТРОН обладает противовоспалительным, иммуномодулирующим, трофическим, липолитическим, спазмолитическим и лимфодренирующим эффектами, уменьшает зуд и болевые ощущения в очагах поражения.

3. Свет БИОПТРОН способствует восстановлению нормального состояния эпидермиса благодаря активации процессов выделения факторов роста кератиноцитов, ускорению деления кератиноцитов и обновления эпидермиса.

4. Свет БИОПТРОН способствует активации регенерационных процессов в дерме благодаря стимуляции обменных процессов, нормализации синтеза эластина и коллагена, улучшению микроциркуляции и уменьшению образования свободных радикалов.

5. Свет БИОПТРОН повышает эффективность применяемых косметических средств и лечебных топических медикаментов (нанесенных после проведения процедуры), способствуя их проникновению в более глубокие слои кожи.

6. Лечение поляризованным светом прибора БИОПТРОН хорошо переносится больными и не вызывает каких-либо побочных реакций и осложнений.

7. Достоинством прибора БИОПТРОН является возможность его применения в домашних условиях на завершающих этапах комплексного лечения дерматозов.

#### **Показания**

##### Дерматология

1. Заболевания сальных желез (акне, себорейный дерматит, розацеа);
2. Инфекционные дерматозы (пиодермии, простой герпес, микроспория гладкой кожи);
3. Контактный дерматит (простой и аллергический);
4. Аллергодерматозы (атопический дерматит, экзема);
5. Эрозивно-язвенные поражения (простой герпес, ангииты кожи, трофические язвы, липоидный некробиоз);
6. Псориаз, красный плоский лишай;
7. Очаговая алопеция.

##### Косметология

1. Преждевременное старение кожи;
2. Коррекция возрастных изменений;
3. Морщины (мелкие и средние);
4. Рубцовые изменения (в т.ч. келоиды);
5. Стрии;
6. Себорея.

##### Эстетическая медицина (в т.ч. пластическая хирургия)

1. Блефаропластика;
2. Маммопластика;
3. Ринопластика;
4. Пластика сухожилий;
5. Дермабразия;
6. Перманентный макияж губ;
7. Перманентный макияж век, бровей;
8. Предоперационная подготовка;
9. Реабилитационная программа.

#### **Противопоказания**

##### *Общие:*

1. Злокачественные новообразования любой локализации.
2. Все формы туберкулеза в активной стадии (БК+).
3. Острые нарушения мозгового кровообращения (головного и спинного мозга).
4. Наличие абсолютных показаний к оперативному вмешательству или применению других специальных методов лечения.

##### *Относительные:*

1. Фотодерматозы.
2. Заболевания внутренних органов в стадии декомпенсации.

3. Индивидуальная непереносимость метода и негативное отношение пациента к методике лечения.

### **Практические рекомендации**

#### *Дерматология*

##### Акне

Методика лечения:

Воздействие прибором БИОПТРОН проводят ежедневно 1–2 раза в день, продолжительностью 8–10 мин. на каждое поле. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой поверхности, на заранее очищенную кожу. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 5–10 см. Продолжительность лечения – не менее 2 недель, перерыв – 2–3 недели. Длительность курса – не менее 6 недель.

##### Себорейный дерматит

Методика лечения:

Воздействие прибором БИОПТРОН проводят ежедневно 1–2 раза в день, продолжительностью 8–10 мин. на каждое поле. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой поверхности, на заранее очищенную кожу. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 5–10 см. Длительность курса в зависимости от состояния кожи, но не менее 2–3 недель с перерывом 1 мес. Периодически в процессе лечения перед сеансом светотерапии целесообразно очистить кожу с помощью отшелушивающих средств.

##### Стероидная розацеа

Методика лечения:

Воздействие прибором БИОПТРОН проводят ежедневно 1–2 раза в день, продолжительностью 6–8 мин. на каждое поле. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой поверхности, на заранее очищенную кожу. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 5–10 см. Продолжительность лечения – 12–16 сеансов.

##### Простой герпес

Методика лечения:

Воздействие прибором БИОПТРОН необходимо начинать как можно раньше (в период предвестников заболевания или сразу после появления симптомов заболевания). Ежедневно 2 раза в день в течение 8–10 дней. Продолжительность процедур – 6–8 мин. на каждое поле. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой поверхности. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 5–10 см. При своевременном начале лечения после 3–4 сеансов светотерапии процесс полностью регрессирует.

##### Пиодермии

Методика лечения:

Воздействие прибором БИОПТРОН проводят ежедневно 1–2 раза в день в течение 10–12 дней. Продолжительность процедур 8–10 мин. на каждое поле. Свет

направляют под прямым углом к обрабатываемой поверхности. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 5–10 см.

#### Микроспория гладкой кожи

Методика лечения:

Воздействие прибором БИОПТРОН проводят 1–2 раза в день, продолжительностью 8–10 мин. на каждое поле до исчезновения клинических симптомов и получения отрицательных результатов микроскопического исследования. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой поверхности. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 5–10 см.

#### Экзема

Методика лечения:

Воздействие прибором БИОПТРОН проводят ежедневно 1–2 раза в день, продолжительность сеанса – 4–6 мин. на каждое поле. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой поверхности. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 5–10 см. Продолжительность лечения – до исчезновения симптомов заболевания.

#### Атопический дерматит

Методика лечения:

Регулярное профилактическое применение прибора БИОПТРОН на места наиболее частой индивидуальной локализации проявлений заболевания по 2 мин. на проблемную зону, 1–2 раза в день. Во время рецидива заболевания продолжительность сеансов по 2–4 мин. на проблемную зону до 3 раз в день. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой поверхности. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 5–10 см. Продолжительность лечения – 10–14 дней, после перерыва в течение 2 недель целесообразно повторение курса.

Для получения более быстрого и выраженного терапевтического эффекта сеансы светотерапии на очаги поражения при атопическом дерматите следует дополнять воздействием на рефлекторно-сегментарные зоны шейно-грудного или пояснично-крестцового отделов позвоночника, в зависимости от места локализации процесса

#### Контактный дерматит

Методика лечения:

После прекращения действия раздражителя применение прибора БИОПТРОН по 2–4 мин. 1–2 раза в день до полного исчезновения симптомов заболевания. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой поверхности. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 5–10 см.

#### Псориаз

Методика лечения:

Во время рецидива заболевания продолжительность сеансов по 2–4 мин. на проблемную зону, до 3 раз в день. Воздействие проводят только после удаления чешуек с поверхности очага кератолитическими средствами. Свет направляют под

прямым углом к обрабатываемой поверхности. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 5–10 см. Длительность курса – 3–4 недели.

#### Красный плоский лишай

Методика лечения:

Во время рецидива заболевания продолжительность сеансов по 2–4 мин. на проблемную зону, до 3 раз в день. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой поверхности. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 5–10 см. Длительность курса – 3–4 недели.

#### Эрозивно-язвенные поражения

Методика лечения:

Воздействие прибором БИОПТРОН проводят ежедневно 2 раза в день, продолжительность сеанса – 6–8 мин. на каждое поле. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой поверхности. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 5–10 см. Продолжительность лечения – до эпителизации очагов.

#### Очаговая алопеция

Методика лечения:

Воздействие прибором БИОПТРОН проводят ежедневно 2 раза в день, продолжительность сеанса – 8–10 мин. на каждое поле. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой поверхности. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 5–10 см. Длительность курса – 30–40 дней.

Сочетанное применение светотерапии БИОПТРОН с соответствующим местным и системным медикаментозным лечением дерматоза позволяет получить более быстрый и выраженный терапевтический эффект.

#### *Косметология*

#### Профилактика старения кожи

Методика лечения:

Начиная с 25–30 лет – 1 раз в месяц курсом 8–10 дней, ежедневно по 6–8 мин. на проблемные зоны (зоны наиболее частого возникновения мимических морщин) 2 раза в день. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой поверхности. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 5–10 см.

#### Коррекция возрастных изменений кожи

Методика лечения:

Ежедневно в течение 8–10 дней на проблемные зоны по 8–10 мин. 2 раза в день, частота повторения в зависимости от состояния кожи. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой поверхности. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 5–10 см.

Морщины (мелкие и средние, носогубные складки, область вокруг рта, «гусиные лапки» около глаз и др.)

Методика лечения:

Один раз в 3 месяца ежедневно в течение 8–10 дней на места локализации морщин по 8–10 мин. 2 раза в день. Свет направляют под прямым углом к обра-

батываемой поверхности. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 5–10 см.

Рубцы различного происхождения (последствия ожогов, угревой сыпи, травм, после пластических операций)

Методика лечения:

Ежедневно по 8 мин. на поле 2 раза в день в течение 10 дней. Повторение курса через 2–3 недели в зависимости от состояния рубцов. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой поверхности. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 5–10 см.

Келоиды

Методика лечения:

Применение света БИОПТРОН целесообразно лишь на келоидные рубцы со сроком возникновения до 5 месяцев. Ежедневно по 8–10 мин. 2 раза в день, длительность курса не менее 14 дней. Повторение курса через 2–3 недели. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой поверхности. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 5–10 см.

Стрии (растяжение кожи после прибавки веса или беременности)

Методика лечения:

Ежедневно 1–2 раза в день по 4 минуты на каждую проблемную зону, длительность курса не менее 14 дней. Повторение курса через 2–3 недели. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой поверхности. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 5–10 см.

Сочетанное применение светотерапии БИОПТРОН и традиционных косметических средств (после сеанса светотерапии) позволяет получить более быстрый и выраженный терапевтический эффект.

*Эстетическая медицина (интраоперационная обработка)*

*Применение светотерапии БИОПТРОН при блефаропластике, коррекции ушных раковин, маммопластике, подтяжке кожи лица и др.*

Обработка раневой поверхности

Методика:

Во время операции в течение 4–8 мин. свет направляют под прямым углом к раневой поверхности. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 5–10 см.

В процессе наложения кожных швов (с целью уменьшения геморрагического отделяемого)

Методика:

Продолжительность – 4–8 мин. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой части тела. Оптимальное расстояние между прибором и поверхностью тела – 5–10 см.

На следующий день после операции (с целью уменьшения боли, отечности, гематом)

Методика:

По 6–8 мин. 1–2 раза в день. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой части тела. Оптимальное расстояние между прибором и поверхностью тела – 5–10 см.

В течение 5–10 дней после операции (с целью уменьшения отечности и гематом)

Методика:

Ежедневно по 6–8 мин. 1–2 раза в день. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой части тела. Оптимальное расстояние между прибором и поверхностью тела – 5–10 см.

*Эстетическая медицина (послеоперационная обработка)*

Блефаропластика (с целью уменьшения боли, отека, гематомы)

Методика лечения:

По 2–4 мин. ежедневно 2–3 раза в день в течение 3 дней на область операции и места оттока лимфы. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой поверхности. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 5–10 см.

Маммопластика (с целью уменьшения боли, гиперемии, отека)

Методика лечения:

По 4 мин. ежедневно 2–3 раза в день в течение 10 дней на область операции и места оттока лимфы. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой части тела. Оптимальное расстояние между прибором и поверхностью тела – 5–10 см.

Фейслифтинг (с целью уменьшения боли, отека, гематомы)

Методика лечения:

Ежедневно по 4 мин. на височную, скуловую, околоушную, заднешейную зоны 3–4 раза в день в течение 10 дней. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой поверхности. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 5–10 см.

Липосакция (с целью уменьшения боли, отека, гематомы)

Методика лечения:

Ежедневно по 4–6 мин. на каждую зону липосакции 3–4 раза в день в течение 10 дней. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой поверхности. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 5–10 см.

Ринопластика (с целью уменьшения боли, отека, гиперемии, ускорения процессов регенерации)

Методика лечения:

По 4 мин. ежедневно 2–3 раза в день в течение 4 дней. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой поверхности. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 5–10 см.



Пластика сухожилий (с целью уменьшения боли, отека, гематомы)

Методика лечения:

По 4 мин. ежедневно 2–3 раза в день в течение 7 дней. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой поверхности. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 5–10 см.

Дермабразия (с целью уменьшения боли, отека, гематомы, ускорения процессов регенерации)

Методика лечения:

По 2–4 мин. на поле 2–3 раза в день в течение 10 дней. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой поверхности. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 10 см.

Перманентный макияж губ (с целью уменьшения отечности, гиперемии, предотвращения рецидива герпеса)

Методика лечения:

Биоптронпрофилактика герпеса проводится за 1–2 дня до операции по 4 мин. 1–2 раза в день на области возможного появления высыпаний. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой поверхности. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 5–10 см.

Перманентный макияж век, бровей (с целью уменьшения боли, отека, ускорения процессов регенерации)

Методика лечения:

Ежедневно однократно по 6 мин. на участок процедуры и места оттока лимфы. Свет направляют под прямым углом к обрабатываемой поверхности. Оптимальное расстояние между прибором и участком воздействия – 5–10 см.

### *Селективная хромотерапия*

Благодаря появлению светодиодной техники в последнее десятилетие сформировался новый метод физиотерапии – селективная хромотерапия, то есть лечебное применение монохроматического видимого электромагнитного излучения.

Видимое излучение представляет гамму различных цветовых оттенков, которые оказывают избирательное действие на возбудимость корковых и подкорковых нервных центров и модулируют психоэмоциональные процессы в организме. В 1910 г. академик В.М. Бехтерев установил, что красное и оранжевое излучения возбуждают корковые центры и подкорковые структуры, синее и фиолетовое – угнетают их, а зеленое и желтое – уравнивают процессы торможения и возбуждения в коре головного мозга.

**Лечебное действие**

**Красный цвет** обладает мощным противовоспалительным действием, стимулирует пролиферацию и эпителизацию различных язв, ран.

При воздействии на глаза стимулирует функцию центральной нервной системы (ЦНС) (психостимулирующий, антидепрессивный, антиапатический, антиастенический эффекты), гонадотропную функцию гипофиза, повышает функцию яичников, надпочечников, сексуальную активность, потенцию. Красный цвет стимулирует периферическую нервную систему, иммунитет (повышает антителообразование), улучшает кровоснабжение заднего отдела глаза при дистрофии сетчатки, повышает артериальное давление (АД), увеличивает число и силу сердечных сокращений, усиливает перистальтику кишечника, повышает аппетит.

При воздействии на кожу, рефлексогенные зоны и биологически активные точки (БАТ) стимулирует костно-мышечную систему, кроветворение в костном мозге (повышает содержание эритроцитов и гемоглобина), улучшает функциональную способность печени, восстанавливает ее паренхиму, угнетает агрегацию тромбоцитов. Он также способствует расширению сосудов, образованию легкой гиперемии кожи, повышает температуру тканей, активизирует репарацию, устраняет застойные явления в органах, стимулирует надпочечники, регулирует деятельность почек.

**Оранжевый цвет** близок по лечебным эффектам к красному, но действует мягче. Способствует уменьшению усталости, депрессии, снимает ощущение тревоги и страха. Полезен при функциональных нарушениях в деятельности желудочно-кишечного тракта, почек и мочевого пузыря, улучшает аппетит.

При воздействии на глаза повышает умственную работоспособность, функциональное состояние щитовидной, поджелудочной, предстательной и половых желез, повышает моторную и секреторную функцию желудка, усиливает выделительную функцию почек, оказывает желчегонное действие, увеличивает частоту сердечных сокращений (ЧСС), но не оказывает существенного влияния на АД. Применяется при заболеваниях органов дыхания – оказывает отхаркивающее, бронхолитическое действие.

Его воздействие на кожу ускоряет заживление ран, регенерацию костной, мышечной и нервной тканей, повышает мышечную силу.

**Желтый** и особенно его оттенок в виде золотистого цвета стимулирует интеллектуальную деятельность, повышает концентрацию внимания, улучшает настроение и память.

Желтый цвет способствует стимуляции когнитивных функций, улучшает оперативную память, помогает быстро усваивать информацию, способствует концентрации мыслительных процессов. Его влияние очень благотворно при нарушениях функции печени, оказывает слабительное и желчегонное действие. Нормализует сексуальные дисфункции.

В офтальмологии применяется при заболеваниях сетчатки и сосудов глаз у слабовидящих. Этот цвет при воздействии на глаза оказывает психостимулирующее, антидепрессивное, антиспастическое, вегетостабилизирующее действие. Он уравнивает процессы возбуждения и торможения в ЦНС. Нормализует межполушарные взаимодействия, стимулирует задний отдел глаза, двигательную функцию желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), оказывает желчегонное, отхар-

квивающее, бронхолитическое действие, повышает экскреторную и инкреторную функцию поджелудочной железы, усиливает выделительную функцию почек.

При воздействии на кожу, рефлексогенные зоны и БАТ желтый цвет тонизирует мышцы, стимулирует лимфатическую систему, способствует выделению желчи, обладает умеренным гипотензивным действием.

**Зеленый цвет** способствует нормализации уровня АД, диастолической и систолической функции миокарда левого желудочка, уменьшает внутриглазное давление, оказывает умеренное противовоспалительное и противоаллергическое действие, может быть использован при хронических цереброваскулярных заболеваниях с явлениями дисциркуляторной дистонии, повышенной возбудимости функции ЦНС, головных болях.

Повышает работоспособность, понижает свертывающую систему крови.

Зеленое излучение избирательно поглощается индоламинами и флавопротеидами, а синее – молекулами пиридиннуклеотидов и гематопорфирина. С учетом незначительной проникающей способности зеленого и синего излучения фотоактивирующие процессы наиболее выражены в эпидермисе и поверхностных слоях дермы. В связи с этим зеленый цвет широко применяется при кожной патологии (уменьшает зуд при нейродерматитах, удлиняет период ремиссии при псориазе).

При воздействии на глаза оказывает седативное, вегетостабилизирующее, обезболивающее действие, нормализует функциональное состояние сердечно-сосудистой системы, способствует урежению ЧСС, снижению АД. С его помощью можно лечить начальные стадии глаукомы, иридоциклиты, помутнение стекловидного тела. Оказывает противовоспалительное, отхаркивающее действие при заболеваниях бронхов и легких.

При воздействии на кожу, рефлексогенные зоны и БАТ зеленый цвет снижает тонус сосудов, расширяет капилляры, стабилизирует АД. Усиливает регенерацию костно-мышечной системы, соединительной ткани. Оказывает противовоспалительное, антисептическое, противомикробное действие.

Хороший эффект цвета отмечен при лечении больных тромбофлебитом с трофическими язвами. У этих больных обычно используют следующую схему лечения: вначале назначается 5–6 процедур с помощью матрицы зеленого цвета, а последующие 10 процедур – красной.

Зеленый цвет, кроме того, уменьшает спазм сосудов и отек при ларингитах, применяется в проктологии (при наличии геморроидальных узлов), близорукости, болезнях сетчатки и зрительного нерва.

**Голубой цвет** успокаивает, оказывает иммунокорректирующее действие, оказывает противовоспалительный, седативный и антиболевоый эффекты, благоприятно влияет на работу щитовидной железы. Голубой цвет оказывает положительное влияние при стрессах и психоэмоциональных перенапряжениях, способствует снижению АД и ЧСС. Обладает обезболивающим и бактериостатическим действием. Можно использовать как средство для уменьшения боли при ишиасе, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки.

При воздействии на глаза вызывает седативный, обезболивающий, противовоспалительный, миорелаксирующий эффекты. Снижает аппетит, внешнесекреторную функцию поджелудочной железы, оказывает спазмолитическое, бронхолитическое действие, гипотензивный эффект, ослабляет моторику ЖКТ, регулирует функцию щитовидной железы, урежает ЧСС.

При воздействии на кожу, рефлексогенные зоны и БАТ обладает релаксирующим, противовоспалительным, бактерицидным, противоотечным, обезболивающим, эпителизирующим действиями. Разрушает билирубин, понижает агрегацию тромбоцитов и вязкость крови при надвечном облучении.

**Синий цвет** давно признан (среди видимого спектра света) как один из наиболее сильных болеутоляющих средств. В последние годы все шире применяют фототерапию с длиной волны 450 нм (облучатель «ВОД-11») при неонатальной гипербилирубинемии. Свет поглощается билирубином и переводит его в водорастворимую нетоксичную форму. При этом у новорожденных применяют продолжительное непрерывное облучение от 12–24 до 48–96 ч (ориентируясь на содержание билирубина в сыворотке крови) с расстояния 50–70 см от поверхности тела. Для лечения больных ишемической болезнью сердца (ИБС), атеросклерозом сосудов ног, миокардитами применяют экстракорпоральное облучение крови люминесцентным синим светом с длиной волны 420–490 нм.

Синий цвет вызывает ощущение комфорта и покоя, снимает психоэмоциональное напряжение, снижает артериальное давление, успокаивает дыхание. Он облегчает течение заболеваний эндокринной системы (особенно показан женщинам с нарушениями менструального цикла и во время климакса), снижает аппетит, ухудшает работоспособность.

Синий цвет при длительном (более 2 недель) и частом (более 1 раза в день) применении может вызвать апатию, заторможенность, сонливость, что иногда наблюдается при лечении флегматиков, пациентов со скрытой депрессией. Нежелательный эффект можно устранить дополнительным применением желтого цвета.

**Фиолетовый цвет** обладает сильным тормозящим эффектом, замедляет ЧСС, снижает мышечную активность, нормализует функциональное состояние ЦНС, состояние лимфатической системы, повышает творческую активность, иммунитет, помогает при мигренях. Фиолетовый цвет может быть эффективен при воспалительных заболеваниях, в том числе при кожной патологии, сопровождающихся болевым синдромом, зудом. Показан при астенических состояниях, при физическом и умственном переутомлении. Сиреневый тон (разбавленный фиолетовый) повышает эстрогенную функцию яичников.

### Аппаратура

Существует два варианта селективной хромотерапии:

1. Воздействие на орган зрения (визуальная цветостимуляция, латеральная цветостимуляция, иридофототерапия).

2. Непосредственное воздействие на кожу (хромотерапия, хромопунктура, селективная импульсная фототерапия).

**Визуальная цветостимуляция.** Для ее проведения отечественная промышленность выпускает аппараты «АСИР», «АПЭК-ОАО НИИПП», «АСО-4», «АЦЛ-01-Стрела», «АДФТ-4 РАДУГА» и др., создающие определенный цветовой диапазон с помощью светофильтров или светодиодов.

Аппарат комплексной терапии АПК «Андро-Гин» снабжен блоком для проведения цветоимпульсной терапии.

Аппарат «АСИР» состоит из индивидуальной маски-очков, набора цветофильтров, небольшого электронного блока, в котором заложены 152 программы в 19 режимах. Цель такого обширного диапазона программ – обеспечение широкого выбора параметров: ритма, цвета, уровня и равномерности освещенности в зависимости от темперамента, состояния здоровья пациента и целей цветостимуляции.

Комплект аппарата «АПЭК-ОАО» включает: электронный блок и три универсальных сменных оправы со светодиодами (зеленого, желтого, оранжевого, синего, фиолетового или красного цветов на выбор).

«АДФТ-4 РАДУГА» – аппарат фототерапии (бегущая световая волна), отличающийся от известных аналогов использованием динамического воздействия световым потоком по типу бегущей волны.

Аппараты «АСИР», «АПЭК-ОАО НИИПП», «АЦЛ-01-Стрела» предназначены для индивидуального использования. Безопасность, простота и удобство применения позволяют применять их как в лечебных учреждениях, так и дома.

*Методика проведения процедуры.* Длительность сеанса – от 3 до 15 мин., курс – 10–20 процедур. Ежедневно можно проводить от 1 до 3 сеансов. Курс лечения может длиться от 7 до 21 дня. Необходимый биоритм и спектр «очков» подбираются в зависимости от выявленного у пациента психофизиологического или психосоматического расстройства.

Одним из вариантов индивидуального выбора цвета является метод цветопредпочтений. Пациент сам перед каждой процедурой выбирает наиболее приятный для него цвет, которым и проводится в дальнейшем воздействие.

К методам, оказывающим лечебное действие через глаза, относятся также: латеральная цветостимуляция – воздействие светом с различными длинами волн для раздельно направленного действия на правое и левое полушарие; иридофототерапия – метод коррекции функции внутренних органов при помощи воздействия на соответствующие им рефлекторные проекционные зоны радужки глаза фокусированным светом определенного цвета и интенсивности.

Относительные противопоказания для визуальной цветостимуляции: возраст до 1 года и старше 75 лет, фотофобия, пигментная дистрофия сетчатки, судорожные приступы и эпилепсия, беременность; заболевания и травмы, требующие неотложной врачебной помощи, психические заболевания, острые воспалительные заболевания глаз, лихорадочные состояния.

*Воздействие светом определенного цвета на кожу или ткани*

Среди селективных источников излучения выделяют аппараты: «Хромоджей», устройство для облучения красным светом «УЛОКС», аппараты спектральные офтальмологические «АСО» (АСО-1, 2, 4) и их модификации – «Амулет», «Агат», «Спектр», «Геска-1», «Геска-2», «Полицвет», «Иволга», «Гном-альфа», «Менуша», «Радуга-П», «Цветоритм», «Изумруд», «Настроение», «Анна». Они содержат источники видимого излучения с различными светофильтрами. Кроме того, имеются специальные сенсорные комнаты с источниками белого и сочетаниями других цветов; аппараты аудиовизуальной релаксации «Sound Soother» и «Dream Light»; современные гидротехнические устройства – ванны с каскадом ламп различных цветов, где предусмотрена последовательность их включения, которая диктуется функциональным состоянием ЦНС.

Дозирование: по ощущениям пациентом легкого и приятного тепла, спектру излучения и времени процедуры.

*Методика лечения.* При проведении процедур хромотерапии можно воздействовать на БАТ, рефлекторные зоны (сегменты позвоночника, рефлексогенные зоны, область суставов), проекцию сосудов, пораженные участки кожи, раны, язвы и т.д.

*Общие рекомендации:* при острых воспалительных заболеваниях и травмах сначала следует назначать холодные цвета (зеленый, голубой), а затем теплые. При хронических заболеваниях и дистрофических процессах следует применять теплые цвета – красный, оранжевый, желтый.

Оптимальное время воздействия на БАТ и рефлексогенные зоны – 2 мин., на сегменты позвоночника – 3–7 мин., на пораженные участки кожи – 10–15 мин. Процедуры могут быть и более продолжительными (30–60 мин.). Оптимальный курс лечения проводят через 10–30 дней. Повторный курс – через 1 месяц. Возрастные ограничения – детям с 1 года.

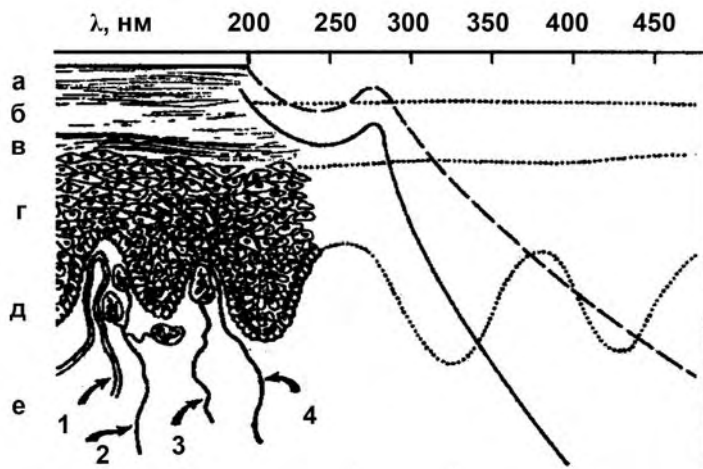
Противопоказания для хромотерапии: фотоэритема, фотоофтальмия.

## УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

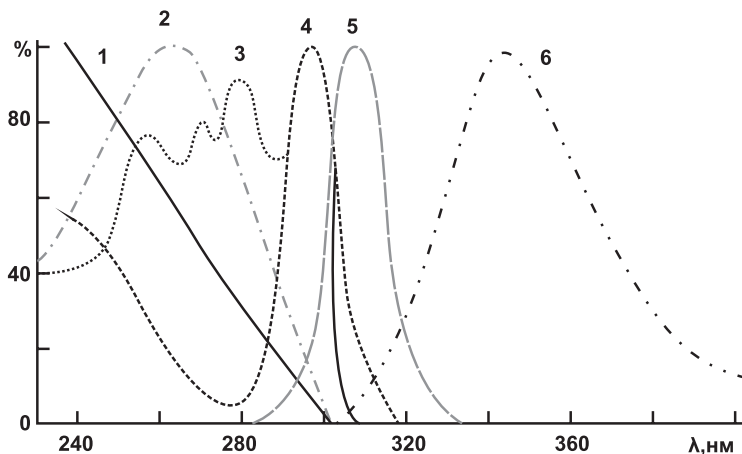
На долю УФ-лучей в солнечном спектре приходится до 4 %, а в искусственных источниках – до 70 %. Интенсивность УФ-радиации быстро растет с высотой местности: в среднем, на каждые 100 м подъема в гору интенсивность УФ-радиации увеличивается на 3–4 %.

Наибольшую проникающую способность имеет ДУФ-излучение (рис. 10). В то же время КУФ лучи превосходят другие виды излучений в энергетическом отношении. Наиболее активным и разнообразным биологическим действием обладают средневолновые УФ-лучи. В целом УФ-лучи характеризуются малой проникающей способностью, поглощаясь в основном поверхностными слоями кожи.

Механизм первичного взаимодействия УФ-лучей с биотканью – это сложный внутримолекулярный физический процесс. Он связан со способностью некоторых атомов и молекул избирательно поглощать энергию света.



**Рис. 10.** Проникновение в кожу ультрафиолетовых лучей: а – stratum corneum; б – stratum lcidum; в – stratum granulosum; г – stratum malpighi; д – слой базальных клеток; е – дерма; 1 – капилляр, 2 – нерв с луковицами Краузе, 3 – тельце Мейснера, 4 – нерв со свободным нервным окончанием.



**Рис. 11.** Спектральная зависимость важнейших биологических эффектов ультрафиолетового излучения: 1 – конъюнктивит, 2 – бактерицидный эффект, 3 – антирадиационный эффект, 4 – эритема, 5 – канцерогенный эффект, 6 – образование пигмента.

В результате поглощения кванта атомы и молекулы тканей переходят в возбужденное состояние, характеризующееся усилением движения электронов по орбитам, переходами их с одной орбиты (ближней по отношению к ядру атома) на

другую (более отдаленную). В возбужденном состоянии молекула может находиться очень недолго (около  $10^{-8}$  с), после чего она должна возвратиться в исходное (невозбужденное состояние). При этом избыток энергии инициирует (кроме выработки тепла, эффекта флуоресценции) фотохимические реакции, прежде всего в наиболее чувствительных к УФ-излучению белковых молекулах, ДНК и РНК.

Для УФ-лучей характерна спектральная зависимость ведущих биологических эффектов (рис. 11), поэтому в настоящее время УФ-терапию не рассматривают как единый метод лечения. Требуется отдельное рассмотрение каждого диапазона: длинноволнового, средневолнового и коротковолнового. Каждый из них имеет специфику как механизма действия, так и лечебных эффектов.

### Длинноволновое излучение

УФ-лучи длинноволнового диапазона стимулируют процессы декарбокксилирования тирозина с последующим образованием меланина в клетках шиповидного слоя эпидермиса (меланоцитах). Они расположены среди клеток базального слоя эпидермиса и имеют множество отростков, расходящихся в разных направлениях, что обуславливает пигментацию (быстрый загар) кожи. Меланин является мощным антиоксидантом и подавляет активацию перекисного окисления липидов токсичными метаболитами кислорода. Меланоциты секретируют и выделяют гранулы меланина в ближайшие эпидермоциты, что обуславливает пигментацию (загар) кожи. УФ-излучение вызывает пролиферацию клеток мальпигиевого слоя эпидермиса и стимулирует продукцию меланина. Меланин (*греч.* «черный») – пигмент, структуру которого составляет полимер индольных групп с неупорядоченной структурой (рис. 12).

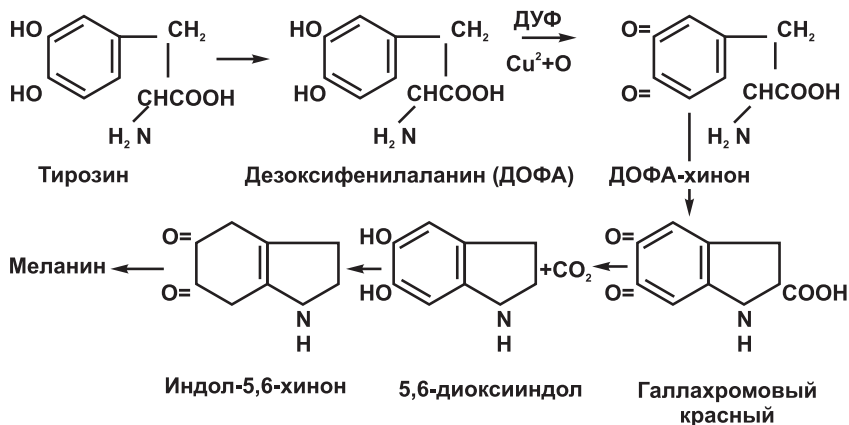


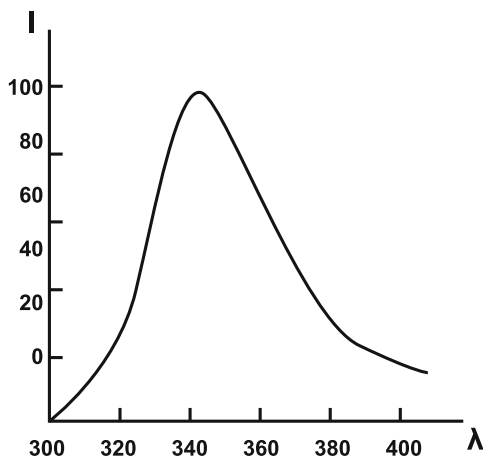
Рис. 12. Схема образования меланина.

Максимальное пигментообразующее действие оказывает излучение с длиной волны 340–360 нм (рис. 13). Наибольшее его количество образуется в коже на трети



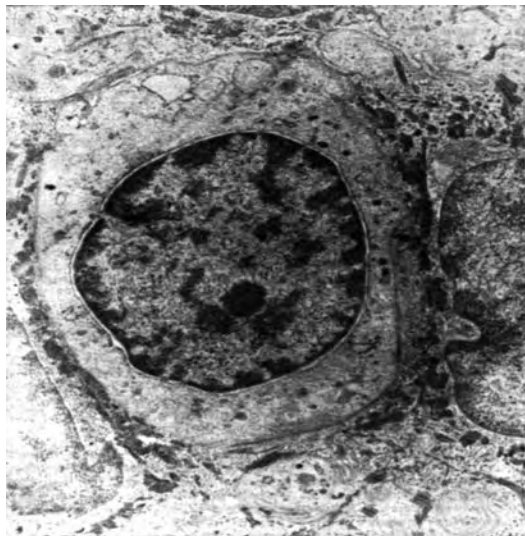
сутки от момента облучения. Меланин является основным пигментом, от которого зависит цвет кожи, глаз и волос.

Пигментация кожи человека – сформировавшаяся защита от УФ-лучей, которая за долгие годы эволюции вышла на генетический уровень (люди и животные на Африканском континенте имеют черную кожу, при их переезде на другие континенты цвет кожи не меняется). Для лиц с белой кожей факторы внешней среды и сезонные колебания имеют большое значение. В коже происходит быстрое обновление меланинов, которые теряются при слущивании эпидермиса, затем вновь синтезируются на солнечном свете. Различают 2 типа черных пигментов – эумеланины и желто-коричневые феомеланины. Эумеланины, имеющие черный цвет, поглощают свет во всем видимом и в значительной части УФ-спектра, а феомеланины – только в диапазоне 500–550 нм, что и обуславливает их красноватую окраску. Распространение феомеланинов ограничивается волосами и веснушками, которые чаще наблюдаются у блондинов. Пигментация кожи косметически привлекательна и ее «бронзировку» широко используют в практике.

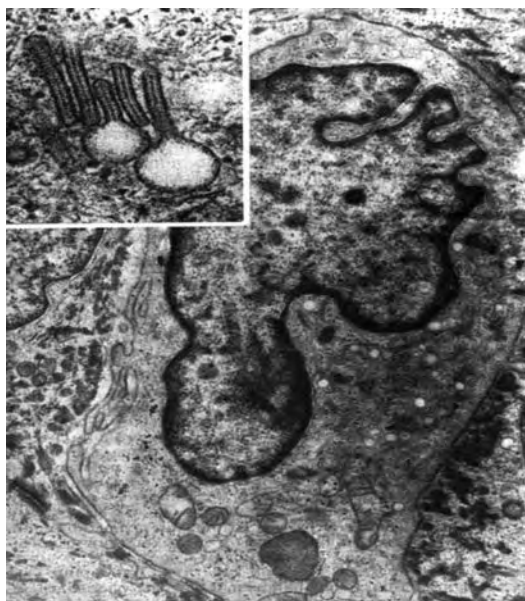


**Рис. 13.** Зависимость интенсивности образования меланина в коже человека от длины волны ультрафиолетового излучения: по оси абсцисс – длина волны оптического излучения, мкм; по оси ординат – интенсивность образования меланина, %.

Клетки эпидермиса очень пигментированной кожи заполнены меланоцитами (рис. 14). Они локализуются в околядерной зоне эпидермальных клеток и как «зонтик» прикрывают легко повреждаемое, содержащее ДНК ядро клетки от прямого действия фотонов. Усиление меланогенеза приводит к компенсаторной активации синтеза меланостимулирующего гормона гипофиза, который регулирует секреторную деятельность надпочечников. Важную роль играет также тирозиназа, которая катализирует окисление тирозина в ДОФА (дезоксифенила-



**Рис. 14.** Меланоцит со слабовыраженной функциональной активностью («истощенный»), характеризуется малым количеством меланосом и высоким содержанием гликогена в межклеточных промежутках.



**Рис. 15.** Клетка Лангерганса с характерным ядром лопастной формы.

ланин), а также способствует интенсивному потемнению ДОФА в присутствии кислорода. Биологическая защита кожи от УФ-лучей связана также с фотозащитными свойствами урुकаниновой кислоты, которая находится в потовом секторе кожи и представляет собой природный экран, поглощающий лучи с длиной волны 290–310 нм.

При ДУФ-облучении образуются продукты фотодеструкции, которые взаимодействуют с Т-лимфоцитами дермы через клетки – эпидермальные макрофаги надбазального слоя эпидермиса, открытые Лангергансом в 1868 г. (рис. 15). Их активация приводит к пролиферации В-лимфоцитов, дегрануляции моноцитов и тканевых макрофагов, образованию иммуноглобулинов А, М, G. В результате выделяется большое количество неспецифических гуморальных факторов и лимфокинов. Они создают условия для проникновения активированных Т-лимфоцитов (CD<sup>4+</sup>) – хелперов – через эндотелий сосудов в эпидермис. В эпидермисе активированные Т-лимфоциты (CD<sup>4+</sup>) выделяют цитокины (ИЛ-10), пролиферируют и дифференцируются в цитотоксичные Т-лимфоциты (CD<sup>8+</sup>).

Экспонирование продуктов фотодеструкции белков приводит к активации гуморального и клеточного иммунного ответа, имеющего значительное сходство с реакцией гиперчувствительности замедленного типа. Запуск описанных выше процессов происходит через 15–16 ч и достигает максимума через 24–48 ч после инициации антигена (иммуностимулирующий эффект). Если терапия ДУФ-лучами осуществляется в разумных дозах (и с учетом индивидуальных особенностей больного), то такая тренировка иммунной системы повышает неспецифическую резистентность организма.

Вместе с тем, длительное УФ-облучение приводит к практически полному исчезновению клеток Лангерганса из эпидермиса и ослаблению процессов презентирования продуктов фотодеструкции, которые начинают осуществляться уже через клетки Грэнстэйна (то есть через УФ-индуцированные антигены). ДУФ-индуцированные антигенные пептиды, проникая в дерму, вызывают супрессию пептида, ассоциированного с геном кальцитонина CGRP, активируют дегрануляцию лаброцитов тучных клеток и антигенспецифические Т-супрессоры. Последние блокируют инициацию Т-хелперов и вызывают мутации ДНК в клетках дермы с образованием пиримидиновых димеров, «ожоговых» клеток, индуцируют ген белка апоптоза p53, выход ферритина в базальные и надбазальные слои эпидермиса и теназеина в межклеточные пространства дермы, которые могут вызвать бласттрансформацию клеточных элементов кожи.

Фотохимиотерапия (ФХТ), известная также под названием ПУВА-терапия, в последние десятилетия получила широкое распространение в мировой дерматологической практике. Она основана на сочетанном использовании фотосенсибилизаторов группы псораленов (таблетки, кремы, спиртовые растворы) и общего индивидуального ДУФ-облучения с длиной волны 320–400 нм с максимумом эмиссии 365 нм в специальных установках «УУД-1», «УУД-1А», «ОУГ-1», «ОУК-

1» (Россия), «Waldmann UV-7001 K», «Waldmann UV-1000 K», «Waldmann PUVA-180», «Waldmann PUVA-200» (Германия). Впервые очищенный псораленовый фотосенсибилизатор был применен в Египте в 1948 г. В России метод начал использоваться с конца 70-х годов прошлого столетия.

При предварительном пероральном приеме некоторые химические соединения фуранокумаринового ряда (фотосенсибилизаторы) способны sensibilizировать кожу больных к ДУФ-излучению и стимулировать синтез меланина. Принимаемые перорально препараты при последующем облучении вступают в фотоокислительные реакции с образованием свободных радикалов, синглетного кислорода, вступающих в реакции липидной перекисидации, активации циклогеназы и метаболизма арахидоновой кислоты. Такие реакции тормозят патологическую пролиферацию клеток дермы и обладают выраженным иммуносупрессивным действием. Наряду с ними, фотосенсибилизаторы вступают в кислород-независимые реакции фотоприсоединения к тимидиновым (пиримидиновым) основаниям ДНК и не насыщенным липидам дермы с образованием циклобутановых соединений – поперечных швов между цепями ДНК – моно – диадуктов. Эти продукты подавляют митозы быстроделющихся клеток дермы и дифференцировку кератиноцитов базального слоя эпидермиса. В результате у больных псориазом и витилиго возникает пигментация кожи и исчезают бляшки на пораженных участках кожи, происходит восстановление ее структуры (табл. 3).

*Дозирование.* Проводится по интенсивности и продолжительности облучения с учетом фототипа кожи или путем определения индивидуальной минимальной фототоксической дозы для кожи без приема фотосенсибилизатора. В первом варианте облучение начинают с плотности энергии 15–25 Дж/м<sup>2</sup>, а затем через каждые 2–3 процедуры увеличивают на 15–25 Дж/м<sup>2</sup>, доводя кумулятивную дозу до 250 Дж/м<sup>2</sup>. Во втором варианте начальная доза ДУФ-излучения составляет у больных с 1–2-м фототипами 25–30 % минимальной фототоксической дозы (МФД), у больных с 3–4-м типами – 30–50 % МФД. В течение курса разовую дозу увеличивают через процедуру на 20–50 % МФД. Продолжительность курса – 20–25 процедур; повторный курс через 6–8 недель.

*Методика.* Облучению подвергают часть или все тело больного (рис. 16). При местном воздействии облучают непигментированный участок тела. Кожа больного должна быть очищена от различных мазей и кремов. Облучают поочередно различные поверхности тела или одновременно все тело (за исключением половых органов, которые защищают экраном) по круговой методике. Перед облучением больные принимают перорально фотосенсибилизаторы: аммифурин, метоксален, меладенин и специальные мази. Их назначают из расчета 0,6 мг/кг. На ограниченных участках втирают раствор или аналог витамина D<sub>3</sub> – мазь кальципотриол – в очаги поражения.

ТАБЛИЦА 3

Основные патогенетические пути лечебного воздействия фотохимиотерапии при различных заболеваниях кожи

Зона, достигаемая ДУФ	Фотохимическая реакция: псоралены + ДУФ. Образование шивок в ДНК, моноаддуктов с РНК, ДНК, белками, липидами; взаимодействие с плазматическими и внутриклеточными мембранными комплексами		Заблевание
	Клетки-мишени	Биологические эффекты	
Эпидермис	Базальные клетки	Подавление пролиферации	Псориаз, парапсориаз, красный плоский лишай
	Клетки Лангерганса	Модификация первичного иммунного ответа кожи	Псориаз, витилиго, алопеция
	Тучные клетки	Депарнуляция, гистаминемия	Мастоцитоз, почесуха
	Меланоциты	Меланизация кожи	Витилиго
	Кератиноциты переходной кератогенной зоны	Антикератотическое действие	Болезнь Дарье
Дерма	Клетки дермального инфильтрата (нейтрофилы, макрофаги, Т- и В- лимфоциты)	Дегенерация клеток, разрешение инфильтрата	Псориаз, грибовидный микоз, диффузный нейродермит, красный плоский лишай
	Эндотелий капилляров	Уменьшение васкуляризации	Псориаз
Периферическая кровь	Сегментоядерные нейтрофилы, лимфоциты	Угнетение хемотаксиса и фагоцитоза, изменение соотношения субпопуляций лимфоцитов	Псориаз (обнаружено и у здоровых добровольцев)

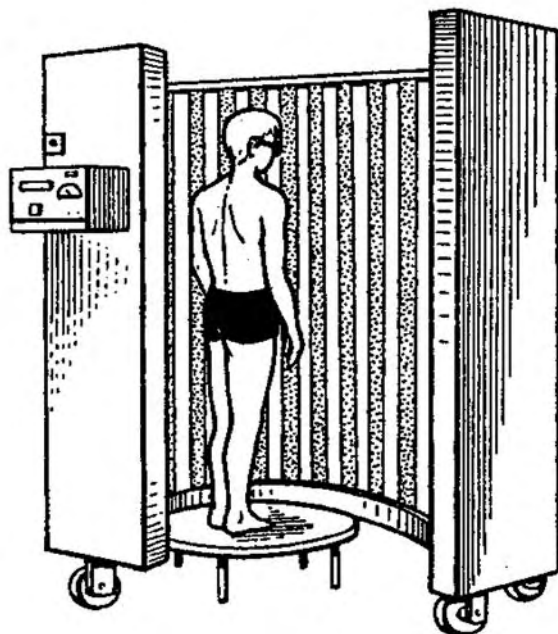


Рис. 16. Проведение ПУВА-терапии.

#### Применение общего ультрафиолетового облучения для получения загара

Солнечные лампы первого поколения излучали преимущественно ультрафиолет области В (280–315 нм). Эта область способствует наиболее интенсивному образованию витамина D. Однако она же вызывала болезненные ожоги и другие отрицательные эффекты. В связи с этим сейчас в большинстве стран преимущественно используют лампы с УФ излучением области А (315–400 нм). В тоже время в нашей стране нередко в соляриях применяются итальянские лампы «SOLANO BRILIANT SUN», испускающие излучение в диапазоне 280–400 нм, то есть охватывающие обе области.

Возникновение загара в виде приятного золотисто-коричневого («бронзового») цвета кожи связано с приемом солнечных ванн, которые широко использовались в Европе в течение всего XX столетия. Следует отметить, что солнечные ванны должны применяться под строгим медицинским контролем с учетом противопоказаний.

Наиболее целесообразным и благоприятным для организма способом получения загара является использование искусственных источников УФ-излучения, применяемых в соляриях. В противоположность экологическому ультрафиолету, который не отличается постоянством физических параметров, УФ-излучение со-

ляриев характеризуется высокой стабильностью спектрального состава и мощности. Кроме того, медицинский персонал, обслуживающий солярий, может контролировать дозу облучения по экспозиции, количеству процедур и их периодичности. Персонал солярия учитывает светочувствительность кожи клиента к УФ излучению для назначения необходимой дозы облучения, особенно при первых воздействиях.

По конструкции солярии разделяют на горизонтальные, вертикальные и сидячие. Преимущественное распространение в Европе получили горизонтальные солярии. В них осуществляется наиболее стабильная работа УФ-ламп, а также их равномерное охлаждение. В горизонтальных соляриях человек располагается во время облучения лежа в максимально комфортных условиях, находясь, как во время отдыха, в расслабленном состоянии, получая положительные эмоции и удовольствие от проведения процедуры. В настоящее время рынок соляриев на 90–95 % формируется за счет горизонтальных моделей.

В последнее время определенной популярностью стали пользоваться вертикальные солярии, модели которых распространены в Америке. По сравнению с горизонтальными соляриями, они дешевле и компактнее, дают возможность получить загар в более короткое время за счет увеличения дозы УФ-излучения. Данный тип солярия используется при необходимости получения ускоренного загара в связи с дефицитом времени. Однако вертикальный солярий не имеет достаточных сервисных устройств и комфортных условий, характерных для горизонтальных моделей, так как облучение проводят в положении стоя.

Наконец, имеются сидячие солярии, которые используют для загара отдельных частей тела. Эти импортные и отечественные лампы-солярии, которые применяют для загара области декольте, лица, шеи, рук преимущественно у людей с наличием противопоказаний к проведению общих облучений.

Наряду с различной конструкцией соляриев учитывают их основное назначение. В связи с этим выделяют личные, или так называемые домашние модели, а также профессиональные – студийные солярии. «Домашние» солярии предназначены для облучения отдельных людей, чаще всего в домашних условиях. Они имеют небольшое количество УФ-ламп, в них отсутствуют специальные системы кондиционирования и устройства, повышающие комфорт и сервис обслуживания. Упрощены режимы включения и выключения установки, экспозиция облучения, что осуществляется с помощью панели управления, встроенной в солярий. В России около 80 % соляриев относятся к «домашним» моделям. В отличие от них, студийные (профессиональные) солярии устанавливаются в салонах или студиях, работая круглосуточно как коммерческое (хозрасчетное) предприятие. Они снабжены системой охлаждения и кондиционирования, имеют различную мощность в зависимости от количества установленных ламп, отличаются друг от друга элементами дизайна, удобством и комфортом при проведении облучений, особенностями устройства.

Известно, что максимально выраженное загарное действие оказывает УФ-излучение в диапазоне волн 340–365 нм, что проявляется пигментацией кожи очень

красивого, бронзово-коричневого цвета. УФ-излучение этого диапазона является наиболее мягким, хорошо переносимым, не вызывает значительных деструктивных изменений в коже. Поэтому данное излучение широко используется в косметологии для загарного действия, улучшения состояния и внешнего вида кожи. Однако наблюдения последних лет доказали, что в процессе образования загара важную роль играет также УФ-излучение области В (преимущественно диапазона 295 нм), которое является катализатором загарного действия. Поэтому лампы загарного действия дают комбинированное УФ-излучение области А и В. Доля последних (УФВ) относительно общей мощности УФ-излучения «загарных» ламп составляет разные величины от 0,7 до 3,3 %. При этом в «домашних» соляриях УФ-излучение области В колеблется в пределах 0,7–1,0 %, в студийных – 1,4–3,0 %. Относительно малое содержание излучения УФВ в «домашних» соляриях компенсируется более длительным облучением лиц при их использовании.

Наличие УФ-излучения области В при общих УФ-облучениях в соляриях, кроме загарного действия, дает определенный лечебный эффект. Оно приводит к образованию витамина D<sub>3</sub>, улучшает кинетику витаминов С и А, нормализует фосфорно-кальциевый обмен, стимулирует общие обменные процессы в организме, оказывает общеукрепляющее и тонизирующее действие, усиливает иммунитет, повышает регенерацию красной крови. Кроме того, УФ-излучение благоприятно влияет на состояние кожного покрова и является эффективным лечебным фактором при некоторых кожных заболеваниях типа угревой болезни, фурункулеза, инфильтратов, гнойничкового поражения, очагового облысения, витилиго, гипергидроза и др.

Во всех соляриях источником УФ-излучения являются УФ-лампы высокого и низкого давления, отличающиеся друг от друга способом их изготовления. В современных установках чаще всего используются УФ-лампы низкого давления, внутренняя поверхность которых покрыта слоем люминофора. Оба типа УФ-ламп дают преимущественно селективный спектр излучения области А (400–320 нм) с определенным содержанием диапазонов волн УФ-области В (320–285 нм), в пределах 0,7–3,3 %. Ряд производителей выпускает лампы комбинированного ультрафиолетового и разноцветного излучения в области видимого участка спектра, что создает видимое свечение. Срок службы большинства ламп определяется потерей исходной мощности на 30–35 %, что составляет примерно 500–600 ч работы (в последнее время – 800 и более часов). Важными частями солярия являются системы охлаждения и кондиционирования. Основание и крышка солярия покрыты акриловыми стеклами, прозрачность которых сохраняется при длительном многолетнем воздействии УФ-излучения. В современных соляриях может применяться дистанционный контроль основных параметров работы, а также устройство для записи индивидуальных данных клиента на чип-карту.

В настоящее время в косметических целях широко применяют солярии импортных фирм, из которых одно из первых мест принадлежит установкам из ФРГ. Выставка «Solaria-2003» (Кельн) выявила приоритет немецких фирм Ergolaine:



установки KBL, UWE, а также Kettler. Активно занимаются выпуском продукции фирмы Нарго (Голландия), Solana (Швеция) и др. К селективным ДУФ-облучателям принадлежат отечественные установки «УУД-1-А» и «УУД-1» для ПУВА-терапии. Они могут использоваться и в косметических целях при общих облучениях в положении стоя. В качестве примеров сидячих ламп-соляриев можно назвать отечественные облучатели селективного спектра УФ-излучения области А – «ОУН-1», «ОУГ-1», «ОУК-1».

В качестве примера приводим описание устройства горизонтального солярия фирмы Solana, часто применяющегося в РФ, и методики общего облучения для получения загара с его использованием (рис. 17).



**Рис. 17.** Горизонтальный солярий «Solana».

Солярий состоит из лежака и смонтированной с ним верхней части – крышки. На верхней и нижней частях гелиотерапевтической установки на плексиновой основе расположены соответственно 16 люминесцентных УФ-ламп. Количество источников УФ-излучения может быть и большим, о чем указано в паспорте установки. Человек располагается в солярии в положении лежа, расстояние между кожей и люминесцентными трубками составляет 15–20 см, экспозиция каждого воздействия чаще всего равняется 30 мин. Шведские специалисты рекомендуют также соблюдать определенные правила при проведении облучения для образования равномерной пигментации на передней и задней поверхностях тела. При 30-минутном облучении необходимо 20 мин. лежать на спине, а последние 10 мин. после поворота тела – на животе. При неподвижном лежании на спине в течение всей процедуры давление тела в области лопаток и таза на топчан нарушает кровоснабжение кожи в этих участках, а также свободную циркуляцию воздуха и кислорода, что приводит к неровному загару за счет образования более светлых пятен в местах сдавления. После облучения

целесообразно принять душ и нанести на кожу лосьон или крем, сохраняющий влагу. Ровный интенсивный загар получают за 5–6 облучений, проводимых с различными интервалами в зависимости от реакции кожи на ДУФ-излучение. Последующие облучения проводят 1–2 раза в неделю при общем их количестве 10–12 на курс.

*Методика.* Схемы УФ-облучения составляются согласно паспорту облучателя, инструкция которого рекомендует дозировать воздействия в минутах, необходимо определять или иметь представление о чувствительности кожи клиента к УФ-излучению. В связи с этим используют ориентировочные данные о типах кожи, в соответствии которым приняты три схемы общего ДУФ-облучения: замедленная (для светлой кожи), основная (для нормальной кожи) и ускоренная (для смуглой кожи). Расстояние от источника ДУФ-излучения до тела составляет не менее 10–15 см. Дозирование процедур проводят с учетом интенсивности, продолжительности облучения и типа кожи пациента (табл. 4, 5, 6) по минимальной фототоксической дозе. Ее определяют по плотности энергии ДУФ-излучения, вызывающей минимальную равномерную эритему с четкими границами в 6 подвергнутых облучению участках кожи площадью 1 см<sup>2</sup> (биодозиметр Горбачева – Данфельда) на внутренней поверхности предплечья через 72 ч после облучения. Величина 1 МФД составляет 40 мДж/см<sup>2</sup>. Максимально допустимой кумулятивной дозой курса ДУФ-облучения является 40 МФД.

ТАБЛИЦА 4

Фототипы здоровой кожи

Тип кожи	Описание	Реакция на солнечное излучение	Схема облучения
1. Кельтский (2 %)¹	Кожа очень светлая. Много веснушек. Волосы рыжего оттенка, глаза голубые или светло-карие	Загар «не прилипает». Покрасневшая на солнце кожа шелушится и бледнеет через 1–2 дня. Часто бывают солнечные ожоги, почти всегда болезненные	0,5 МФД + 0,5 МФД через процедуру. До 10 МФД
2. Североевропейский (12 %)	Кожа немного темнее, чем у 1-го типа. Веснушки бывают редко, волосы русые или светло-коричневые. Глаза голубые, зеленые или серые	Загар происходит с трудом. Склонность к шелушению кожи. Солнечные ожоги болезненные, возникают часто	1 МФД + 1 МФД через процедуру. До 20 МФД
3. Южноевропейский (78 %)	Кожа светлая или светло-коричневая, веснушек нет. Волосы темно-русые или светло-коричневые, глаза серые или коричневые	Загар умеренный. Солнечные ожоги возникают редко и легко переносятся	1,5 МФД + 1,5 МФД каждую процедуру. До 30 МФД
4. Средиземноморский (8 %)	Кожа смуглая. Веснушек нет. Волосы темные или черные. Глаза карие	Загар возникает легко и быстро. Ожоги бывают очень редко	2 МФД + 2 МФД каждую процедуру. До 40 МФД

Примечание: ¹Кельтский тип распространен у жителей средней Европы.

Таблица 5

Схемы проведения ультрафиолетового облучения в солярии «Solana»

Сутки	Продолжительность облучения, мин		
	1-я группа (II тип)	2-я группа (III тип)	3-я группа (IV тип)
1-е	30	30	30
2-е	0	0	30
3-е	0	0	30
4-е	0	30	0
5-е	30	0	0
6-е	0	0	30
7-е	0	30	30
8-е	0	0	0
9-е	30	0	0
10-е	0	30	0
11-е	0	0	30
12-е	0	0	0
13-е	30	0	0
14-е	0	30	0
15-е	0	0	30
16-е	0	0	0
17-е	30	0	0
18-е	0	0	0
19-е	0	0	0
20-е	0	0	0
21-е	0	30	0

**Примечание:** Здесь и в табл. 3: 1-я группа (II тип) – незначительная эритема, небольшая пигментация; 2-я группа (III тип) – незначительная эритема, интенсивная пигментация; 3-я группа (IV тип) – отсутствие эритемы, интенсивная пигментация (смуглая кожа).

При светочувствительной коже после облучения образуется незначительная эритема, после которой на коже возникает небольшая по интенсивности пигментация. При нормальной коже (2-я группа) облучение приводит к образованию незначительной эритемы и последующей интенсивной пигментации. При смуглой коже, малочувствительной к УФ-излучению (3-я группа), облучение не дает образования заметной эритемы, но люди при этом очень быстро, легко и интенсивно загорают. Шведские

Таблица 6

Схема проведения общего длинноволнового ультрафиолетового облучения

Сутки	Продолжительность облучения, мин.		
	Светлая кожа	Нормальная кожа	Смуглая кожа
1-е	15	15	20
2-е	0	0	0
3-е	20	25	25
4-е	0	0	0
5-е	25	25	30
6-е	30	30	30
7-е	30	30	30
8-е	30	30	30
9-е	30	30	30
10-е	30	30	0
11-е	30	30	0
12-е	30	30	0

специалисты для каждой из этих групп людей предлагают свои схемы облучений в индивидуальных соляриях «Solana», незначительно отличающиеся друг от друга.

Приведенные схемы для людей с различной реакцией кожи на УФ-облучение, безусловно, должны быть индивидуализированы.

В косметологии для получения загара можно использовать специальные облучатели и установки отечественного и импортного производства, дающие комбинированное селективное излучение (ДУФ+СУФ, 400–280 нм), полностью исключающие коротковолновую часть спектра (область С).

К подобным облучателям принадлежат отечественные модели «ОЭП-46», «ЭГД-5» для общих групповых облучений и новая модель «ЭОД-10», предназначенная для общих индивидуальных воздействий. Для оптимизации эффекта в конструкцию ряда облучателей вмонтированы лампы Соллюкс (мощность 300 Вт), дающие ИК и видимое излучение. Наряду с образованием загара эти комбинированно-селективные УФ-облучатели оказывают и выраженное лечебно-профилактическое действие. Поэтому их применение с лечебными целями предпочтительнее по сравнению с ДУФ-облучателями. В то же время важно отметить, что деструктивные явления в клеточных структурах кожи, вызываемые в большей степени КУФ-излучением, здесь выражены незначительно из-за отсутствия УФ излучения области С.

Для установки комбинированных селективных передвижных УФ-облучателей для групповых облучений («ОЭП-46», «ЭГД-5» и др.) можно использовать любое

небольшое помещение. Вокруг облучателя в радиусе 80–100 см от него располагаются стоя 5–6 человек, которые одновременно получают общее УФ-облучение по выбранной схеме. При индивидуальных общих облучениях излучениями областей А и В их дозируют обычным методом биодозометрии.

В физиотерапевтическом отделении медицинского учреждения общее УФ-облучение при отсутствии облучателей селективного спектра действия (область А, области А + В) можно проводить с помощью обычных стационарных УФ-установок («ОКР-21М», ОУШ-1» и др.), дающих интегральный спектр излучения (400–180 нм). Техника и методика проведения общих индивидуальных и групповых облучений с помощью источников интегрального спектра УФ-излучения описаны выше.

При проведении общего УФ-облучения в соляриях, фотариях или при использовании различных облучателей существуют основные правила, которые необходимо соблюдать при выполнении процедур. При наличии на коже мазей, кремов, нанесенных медикаментов они должны быть удалены перед облучением. Глаза больного защищают с помощью специальных очков, на волосы надевают косынку. Наружные половые органы не облучаются. За одну процедуру облучают переднюю и заднюю поверхности тела в зависимости от конструкции аппарата одновременно или поочередно. Расстояние от тела пациента до источника интегрального УФ-излучения – 75–100 см; ДУФ + СУФ излучения – 50–75 см; ДУФ-излучения – не менее 15–20 см. Дозирование процедур осуществляют разными методами: по биодозе, по интенсивности (плотности) энергии в Дж/м<sup>2</sup> или по продолжительности облучения, указанной в инструкции облучателя и выбранной с учетом чувствительности кожи к УФ-излучению. В период облучения, особенно в зимне-весенний сезон, рекомендуется прием поливитаминов, особенно витамина С. Не показано также проведение УФ-облучения непрерывно, в течение круглого года. Между курсами облучений в соляриях или фотариях необходимо делать интервалы для восстановления оптических свойств кожи и нормализации реактивности организма.

Необходимо знать и учитывать противопоказания к назначению УФ-облучения. Следует учитывать также повышенную чувствительность кожи к УФ-излучению, развивающуюся при приеме фотосенсибилизирующих средств (салициловых и сульфаниламидных препаратов, многих антибиотиков, медикаментов фуранокумаринового ряда, тяжелых металлов, красящих веществ), а также при наличии повышенной чувствительности к УФ-излучению вследствие различных заболеваний. В этих случаях при использовании обычных, указанных выше доз УФ-лучей можно получить чрезмерную эритемную реакцию, доходящую до ожога кожи. Поэтому необходимо проводить индивидуальное дозирование или отказаться от облучения на этот период.

Солярии, фотарии и светолечебные кабинеты должны быть оборудованы в хорошо вентилируемых помещениях, где соблюдаются необходимые санитарно-гигиенические правила и нормы поведения. После каждого посетителя лежаки дезинфицируются средствами, не содержащими спирт. Пол помещений, если по-

сетители ходят босиком, также обрабатывается дезинфицирующими растворами. Правила дезинфекции относятся и к защитным очкам.

#### Применение местного ультрафиолетового облучения для получения загара

Наряду с образованием загара на поверхности всего тела, можно получить пигментацию на ограниченных участках кожи. В косметологии с этой целью наиболее часто применяют УФ-облучение области лица, зоны открытой поверхности шеи и верхней части груди (зона декольте). Для получения эффекта загара целесообразно использовать ДУФ-облучатели в виде портативных моделей отечественного и импортного производства. В качестве отечественных приборов, удобных для облучения зоны декольте, следует назвать портативные настольные модели «ОУН-1». Менее удобно, но возможно использовать для загара дерматологические ДУФ-облучатели для головы «ОУГ-1» или конечностей «ОУК-1». Дозирование при локальных облучениях обычно осуществляют соответственно инструкции, изложенной в паспорте УФ-облучателя, и выражают чаще всего в минутах. Учитывая особую чувствительность кожи лица, при ДУФ-облучениях этой области целесообразно предварительно определять индивидуальную биодозу на кожных участках, подлежащих воздействию. В этих случаях при первых процедурах применяют небольшие субэритемные дозы ( $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{2}$  биодозы), которые в процессе лечения постепенно увеличивают на первоначальную дозу, доходя в конце лечения до 2–3 биодоз. Курс УФ-облучения составляет 6–8–10 процедур.

В настоящее время имеются многочисленные импортные ДУФ-облучатели для получения загара на ограниченных участках тела. Примером может служить импортный ДУФ-облучатель – немецкая модель специализированной лампы-солярия для загара лица «GARDA SUN-UVA» (рис. 18).



Рис. 18. Лампа-солярий для загара лица «GARDA SUN-UVA».

Лампа выполнена в двух вариантах: без автоматического часового выключателя и при его наличии с продолжительностью хода на 30 мин. Оборудована 4 люминесцентными ультрафиолетовыми лампами, дающими ДУФ-излучение (область А). Прибор представлен портативной моделью, которая устанавливается на столе. При проведении облучения клиента усаживают таким образом, чтобы его лицо находилось на расстоянии 10 см от лампы. Нередко при этом шея и верхняя часть груди могут быть обнажены. Глаза защищаются очками, на голову одевают косынку. Перед воздействием ДУФ-лучей лампы с облучаемых поверхностей лица, шеи и зоны декольте удаляют косметические средства и светозащитные кремы. Дозирование осуществляют по инструкции, изложенной в паспорте облучателя. При этом учитывают индивидуальную чувствительность кожи к УФ-излучению по определению биодозы. Ориентировочные данные соответствуют правилам, подробно описанным при общем облучении тела для загарного действия в импортных соляриях.

В зависимости от светочувствительности кожи первоначальная доза составляет 5 или 10 мин., максимальная – 15–30 мин. (табл. 7). При автоматическом часовом механизме время облучения (процедуры) устанавливают поворотом ручки регулятора по часовой стрелке до необходимого деления. Выключение облучателя происходит автоматически. Курс лечения обычно составляет 10 облучений, проводимых ежедневно или через день. После курсовой УФ-терапии для поддержания загара возможно дополнительное проведение 2–3 сеансов облучения – 1 раз в неделю.

В течение года можно назначить несколько курсов ДУФ-облучения лица и зоны декольте, перерыв между курсами должен составлять не менее 6–8 недель.

Таблица 7

Схемы проведения ультрафиолетового облучения при использовании установки «GARDA SUN-UVA» для получения загара лица

Сутки	Продолжительность облучения, мин.		
	1-я группа (II тип)	2-я группа (III тип)	3-я группа (IV тип)
1-е	5	10	10
2-е	10	15	15
3-е	15	20	20
4-е	15	25	25
5-е	15	25	30
6-е	15	25	30
7-е	15	25	30
8-е	15	25	30
9-е	15	25	30
10-е	15	25	30

В летний период проведение облучений лица нецелесообразно, так как дополнительное воздействие солнечной радиации может вызвать раздражение кожи, ее сухость, появление морщин. Не следует проводить облучение людям с аллергической или чрезмерной реакцией на солнечную радиацию, а также после приема медикаментов, повышающих чувствительность организма к УФ-излучению. Важно помнить, что при местном УФ-облучении, как и при общем, необходимо защищать глаза темными очками и закрывать плотной хлопчатобумажной тканью участки кожи, не подлежащие облучению.

Таким образом, проводя местное ДУФ-облучение, мы добиваемся определенного косметического эффекта – образования на облученных участках тела красивой золотистой, желто-коричневой пигментации. Однако наряду с этим ДУФ-облучение оказывает выраженное лечебное действие при себорее, угревой сыпи, гнойничковых заболеваниях, герпетических высыпаниях, локализующихся в области лица и шеи.

Местное облучение области лица можно проводить своеобразным способом, накладывая на лицо в виде маски некоторые вещества, предварительно облученные УФ-излучением. Дело в том, что ряд веществ, поглощая УФ-лучи, приобретают способность к люминесценции и сами становятся своеобразными источниками излучения, т.е. «фотоактивными». Указанное свойство характерно, прежде всего, для веществ, хорошо поглощающих УФ-излучение и непрозрачных для него. К ним относятся многие растительные масла (оливковое, кукурузное, подсолнечное и др.). После воздействия на эти вещества УФ-лучей они начинают испускать оптическое световое излучение с длинами волн, превышающими те, которые были использованы для их облучения. Для этого обычно применяют УФ-облучатель, дающий интегральный спектр излучения. После облучения растительных масел, жиров указанными источниками они начинают излучать в малых дозах ДУФ-лучи.

Ф.М. Ротштейн, Л.Д. Пахорукова и Е.Т. Залькиндсон и И.И. Шиманко описали процесс приготовления таких фотоактивных веществ. В кювет размером 24 на 30 см наливают слоем до 2 см растительное масло (подсолнечное, оливковое, кукурузное) или рыбий жир, после чего его устанавливают под стационарным или портативным УФ-облучателем, дающим интегральное излучение, на расстоянии соответственно 50 или 25–30 см. УФ-облучение масла проводят в течение 1–1,5–2 ч, периодически его помешивая. Значительная фотоактивность облученных масел сохраняется в течение 5–6 сут.

Исходя из указанных наблюдений, можно предложить для косметологии использование «фотоактивных» масел (оливкового, кукурузного, рафинированного подсолнечного) с нанесением их на лицо в виде масок на 6–8 ч. После многократных воздействий на лице появляется загар небольшой интенсивности, улучшается трофика кожи, быстрее регенерирует эпителиальная ткань, что особенно важно для людей с сухой кожей, при наличии преждевременного ее старения, избыточного шелушения и образования морщин. Подобный способ получения пигментации и трофического действия может быть альтернативой обычному использованию



солнечных ванн или УФ-облучения искусственными источниками, не показанных или даже противопоказанных людям с сухой кожей, а также для людей пожилого возраста.

Следует заметить, что длинноволновый ультрафиолет не всегда безвреден для организма. В европейских странах посещение солярия невозможно без заполнения специальной карты, в которой отмечается, сколько раз в неделю тот или иной человек может воспользоваться услугами солярия и сколько минут может длиться процедура.

Если человек все-таки решается на посещение солярия, то ему следует учитывать рекомендации по использованию солнечных ламп и солнечных кроватей, которые были разработаны еще в 1991 г. International Radiation Protection Association. Их можно сформулировать следующим образом:

- Людям с кожей 1-го и 2-го типа не следует посещать солярий.
- Использовать солнечные кровати для косметических целей не рекомендуется.
- Люди с большим количеством родимых пятен, тенденцией к образованию веснушек, перенесшие тяжелый солнечный ожог (особенно в детстве) или имеющие в семье случаи меланомы, не должны облучаться искусственным ультрафиолетом.
  - Люди, имеющие злокачественные новообразования, не должны посещать солярии.
  - При наличии кожных заболеваний нужно посоветоваться с врачом перед использованием солнечной кровати.
  - При приеме фотоактивных медикаментов, противозачаточных лекарственных средств нельзя облучаться ультрафиолетом.
  - Не следует пользоваться солнечной кроватью, если в этот день применялись косметические средства (духи, лосьоны для кожи и т.д.).
  - Нельзя посещать солярии при туберкулезе, нарушениях порфиринового обмена, при поражениях ДНК, при дефиците витаминов (С, В, Е и др.), белков, особенно содержащих ароматические аминокислоты. Не рекомендуется загорать в солярии при заболеваниях, вызванных вирусами, бактериями, паразитами, низшими грибами. Нельзя загорать при анемиях, заболеваниях иммунной системы. Запрещается загорать при заболеваниях глаз, язвенной болезни.
  - Перед каждой процедурой облучения необходимо удалить с кожи все косметические средства, принять душ и тщательно вытереть тело.
  - Не использовать в солярии солнцезащитные кремы.
  - Дети, подростки до 18 лет и беременные женщины не должны облучаться УФ-лампами.
  - Во время процедуры надо надевать надежные защитные очки (стеклянные или из специальных синтетических материалов, задерживающих ультрафиолет). Очки должны иметь лицензии и сертификаты.
  - Начинать облучение надо с минимальных доз, постепенно их увеличивая. Продолжительность первой процедуры нужно сократить в 2 раза, чтобы проверить

кожную чувствительность. Если после первой процедуры возникают неблагоприятные реакции, дальнейшее использование солнечной кровати не рекомендуется.

- Регулярное облучение не должно превышать 2 раза в неделю или 30 процедур в год, или 30 минимальных эритемных доз. Время от времени необходимо делать перерыв на месяц-полтора, чтобы дать возможность коже восстановиться.

- Изготовитель солнечных кроватей должен указать схему облучения и рекомендуемую длительность процедур на основании технических характеристик солнечной кровати.

- После процедуры надо обрабатывать кожу «послесолнечными» кремами.

- Нельзя находиться под действием солнечных лучей после посещения солярия, так как допустимая общая дневная доза ультрафиолета может быть превышена.

- В период курсового лечения в солярии нельзя применять физиотерапевтические процедуры, ведущим физическим фактором которых являются электромагнитные волны.

### *Средневолновое излучение*

Лечебное применение средневолнового УФ-излучения (280–320 нм), которое обладает значительной энергией, связано с формированием УФ-эритемы. Первое описание УФ-эритемы было сделано русским врачом А.Н. Маклаковым в 1889–1891 гг. на Коломенском заводе. Его внимание привлекли ожоги конъюнктивы глаз и кожи у рабочих, занятых электросваркой железа с помощью мощной угольной дуги.

Максимальным эритемообразующим действием обладают СУФ-лучи с длиной волны 297 нм и КУФ-лучи с длиной волны 254 нм (этот максимум в 2 раза меньше). Облучение участка кожи приводит к образованию продуктов фотодеструкции – продукты фотолиза белков и фоторадикалы (продукты ПОЛ, токсические метаболиты кислорода). Они транспортируются клетками Лангерганса в дерму и по лимфатическим сосудам попадают в регионарные лимфоузлы. Там происходит активация системы мононуклеарных фагоцитов, дегрануляция тучных клеток, базофилов и эозинофилов с выделением БАВ (плазмокининов, простагландинов, дериватов арахидоновой кислоты, гепарина) и вазоактивных медиаторов (ацетилхолина и гистамина). Последние через  $M_1$ -холинорецепторы и  $H_1$ - и  $H_2$ -гистаминовые рецепторы оказывают активное влияние на проницаемость и тонус сосудов.

При этом гистамин в образовании УФ-эритемы и сосудорасширяющем эффекте играет большую роль, чем ацетилхолин, так как гистамин имеет ведущее значение в реализации вазодилатации в сосудах МЦ на тканевом уровне (в отличие от ацетилхолина, который реализует свои эффекты на уровне крупных сосудов).

Отмечается также повышение температуры облучаемого участка кожи на 2,8–3,6 °С. Через молекулярные рецепторы происходит активация лигандоуправляемых ионных каналов нейтрофилов и лимфоцитов, стимуляция гормонов эндотелия (эндотелины, оксид азота, супероксид азота,  $H_2O_2$ ), что приводит к существенному

увеличению локального кровотока. Результатом этого является формирование эритемы (лат. *erythema* – краснота).

Ультрафиолетовая эритема возникает через 4–12 ч после облучения (латентный период), сохраняется до 3 суток, имеет четкие границы и ровный красно-фиолетовый цвет (иногда с еле видной белой каймой вокруг эритемы). Она представляет собой участок асептического воспаления. Максимальная яркость эритемы наблюдается на 2-е сутки, когда наступает некроз и некробиоз клеток эпителия.

К 3–4-му дню эпидермис утолщается и начинается обратное развитие эритемы – она исчезает, эпидермис слущивается, отслаивается, и на месте эритемы появляется слабовыраженная нестойкая пигментация. Ее следует рассматривать не как исход эритемы, а как самостоятельный феномен. Он связан не с меланогенезом (как при ДУФ-излучении), а с отторжением наружных клеток рогового слоя эпидермиса, что приводит к более поверхностному расположению меланобластов и изменению цвета кожи. Пигментация не является специфической ответной реакцией на СУФ-излучение.

### Лечебное действие

#### *Витаминостимулирующее действие СУФ излучения*

При облучении СУФ (280–310 нм) в субэритемных дозах липидов поверхностных слоев кожи содержащийся в их составе 7-дегидрохолестерин (7-ДГХ, провитамин  $D_3$ ) неферментативно превращается в превитамин  $D_3$ , который путем термической трансформации (при температуре кожи 37 °С) превращается в холекальциферол (витамин  $D_3$ ). С током крови он переносится в печень, где при участии фермента 25-гидроксилазы превращается в промежуточный транспортный прегормон кальцидиол (25-гидроксиголекальциферол, 25-ОН- $D_3$ ). После образования комплекса с  $Ca^{2+}$ -связывающим белком, он регулирует всасывание ионов кальция и фосфатов в кишечнике. Наряду с мобилизацией неорганического фосфора в метаболические процессы, он активирует щелочную фосфатазу крови, инициирует гликолиз в эритроцитах, его продукт (2,3-дифосфоглицерат) повышает насыщение кислородом гемоглобина.

В проксимальных отделах канальцев коркового вещества почек кальцийдиол подвергается повторному гидроксилированию и превращается в гормон кальцитриол, который регулирует экскрецию ионов кальция и фосфатов с мочой и стимулирует накопление кальция в костях и в внутренних органах (рис. 19а). Количество образующегося витамина  $D_3$  составляет 0,4–1,0 МЕ/(см<sup>2</sup>×сут), 17 000 МЕ на все тело. При переоблучении СУФ-излучением с длиной волны более 290 нм из 7-ДГХ образуются продукты переоблучения провитамина – люмистерин, а при СУФ-облучении с длиной волны менее 290 нм – токсичный тахистерин, которые регулируют уровень витамина  $D_3$  и защищают организм от D-гипервитаминоза.

Молекулярные механизмы действия витамина  $D_3$  аналогичны воздействию механизмов других стероидных гормонов и основаны на взаимодействии со спец-

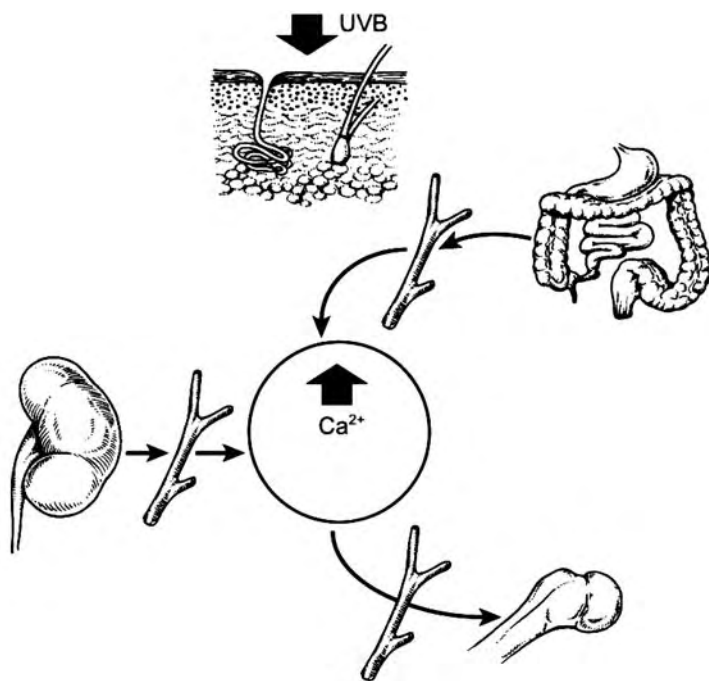
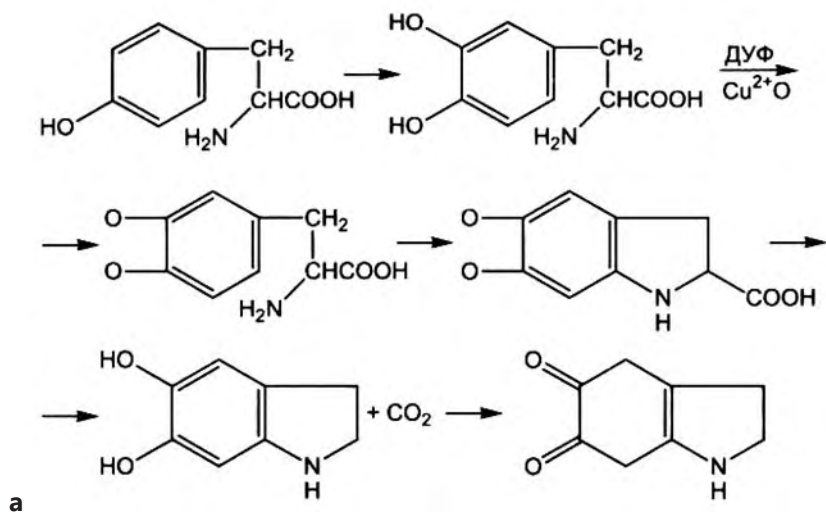


Рис. 19. Схема синтеза (а) и метаболизма (б) витамина D<sub>3</sub> в организме.

ифическими клеточными витамин D-рецепторами (VDR – vitamin D-receptors), расположенными в клеточном ядре или плазмолемме клеток различных органов и тканей. Через последние регулируются «быстрые» (в течение минут) процессы всасывания ионов кальция в кишечнике и их экскреции с мочой; через ядерные VDR – происходит «медленная» (в течение часов, суток) модуляция транскрипции генов в клетках-мишенях, которая приводит к активации синтеза белков-регуляторов кальций-фосфорного обмена в организме. Этот обмен определяет формирование скелета, ремоделирование и минерализацию костей, нарушение которых ведет к развитию рахита у детей и остеопороза у взрослых (рис. 196).

Кроме витамина D<sub>3</sub>, СУФ-излучение модулирует кинетику витамина С, нормализует синтез витамина А в организме и вызывает активацию метаболических процессов в облученных тканях. Необходимо учитывать, что для образования витамина D<sub>3</sub> необходим сбалансированный белковый и жировой обмен в организме, продукты которого являются исходными субстанциями для образования холестерина. При выраженном истощении организма витамин D<sub>3</sub> под действием СУФ-лучей не образуется.

УФ-лучи в малых дозах улучшают процессы высшей нервной деятельности, активизируют мозговое кровообращение и тонус мозговых сосудов. Изменение тонуса вегетативной нервной системы зависит от дозы УФ-облучения: большие дозы снижают тонус симпатической части ВНС, а малые – стимулируют симпатoadrenalную систему, гипофиз, функцию коркового слоя надпочечников, щитовидной и половых желез.

Анальгезирующее действие СУФ-излучений связано с центральными и периферическими (локальными) механизмами. В период формирования эритемы локальное повышение проницаемости сосудов МЦ русла и выделение БАВ в интерстиций приводят к нарастанию периневрального отека, компрессии нервных проводников соматосенсорной системы и уменьшению чувствительности механорецепторов. Возникающий в области облучения парабиоз распространяется по всему волокну и может блокировать импульсацию из местного очага боли. Активация огромного механосенсорного поля кожи вызывает интенсивный поток афферентной импульсации в ЦНС, который вызывает растормаживание дифференцировок корковых процессов, ослабляет болевую доминанту.

*Чувствительность кожи к УФ-излучению.* Кожа различных областей тела человека обладает неодинаковой чувствительностью к УФ-лучам. Весной она повышается, а осенью снижается. У женщин эритемная реакция слабее, но в предменструальный период она повышается. С возрастом чувствительность к УФО уменьшается. Степень проявления эритемы увеличивается после приема антибиотиков, сульфаниламидов, психотропных средств, диуретиков, препаратов висмута, мышьяка, ртути, после переливаний крови и эритроцитарной массы, снижается после приема препаратов кальция, серы, витаминов, при комбинированном действии некоторых физических факторов. Кожа различных областей тела человека обладает неодинаковой чувствительностью

к ультрафиолетовому излучению. Максимальная чувствительность зафиксирована в верхних отделах спины и нижней части живота, а минимальная – на коже кистей рук и стоп.

Ультрафиолетовая эритема возникает через 4–12 ч после облучения (латентный период), сохраняется до 3 суток, имеет четкие границы и ровный красно-фиолетовый цвет (иногда с еле видной белой каймой вокруг эритемы). Она представляет собой участок асептического воспаления. Максимальная яркость эритемы наблюдается на 2-е сутки, когда наступает некроз и некробиоз клеток эпителия (рис. 20).

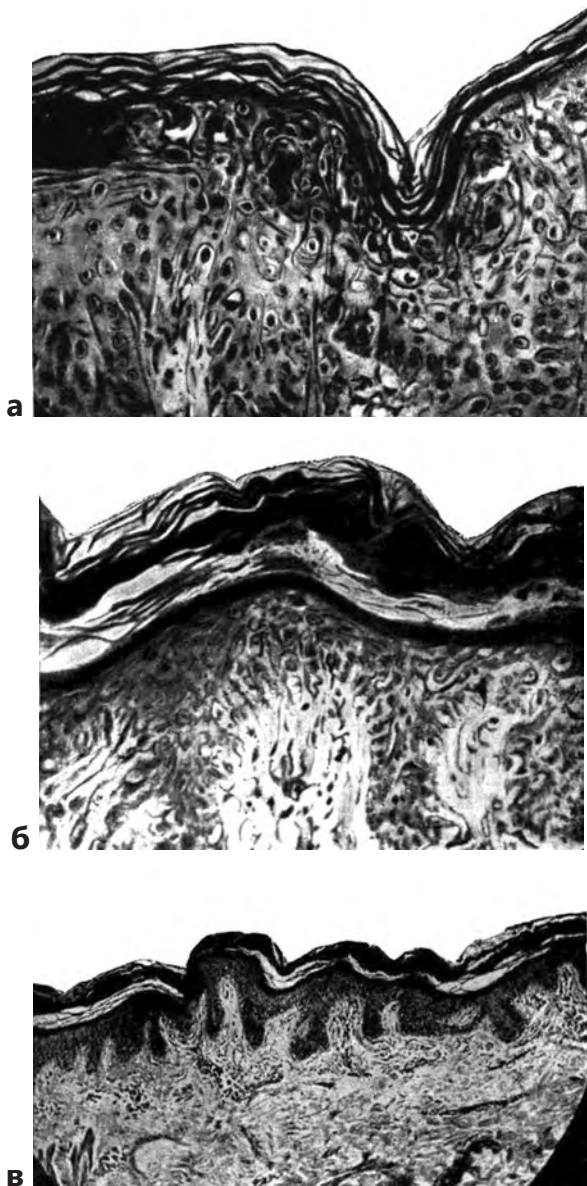
К 3–4-му дню эпидермис утолщается и начинается обратное развитие эритемы, она исчезает, эпидермис слущивается, отслаивается и на месте эритемы появляется слабовыраженная нестойкая пигментация. Ее следует рассматривать не как исход эритемы, а как самостоятельный феномен. Он связан не с меланогенезом (как при ДУФ-излучении), а с отторжением наружных клеток рогового слоя эпидермиса, это приводит к более поверхностному расположению меланобластов, что изменяет цвет кожи. Пигментация не является специфической ответной реакцией на СУФ-излучение.

Возникающий в области облучения парабиоз претерминальных участков кожных афферентов распространяется по всему волокну и блокирует импульсацию из болевого очага. Ультрафиолетовое облучение зон сегментарно-метамерной иннервации и зон Захарьина – Геда вызывает выраженное уменьшение болевых ощущений в соответствующих внутренних органах и приводит к гипогидратации и снижению отека, уменьшению альтерации и подавлению инфильтративно-экссудативной фазы воспаления в них.

### Дозиметрия

Существует два способа дозирования лечебных процедур.

*Фотометрический метод.* Реализуется применением УФ-радиометров, с помощью которых измеряются энергетические характеристики источников УФ-излучения. УФ-радиометр «Эрметр» предназначен для измерения эффективной эритемной освещенности кожи человека и определения дозы излучения от любого искусственного, а также естественного источника УФ-излучения вне зависимости от широты местности и состояния озонового слоя Земли. УФ-радиометры «УФ-А», «УФ-В» и «УФ-С» предназначены для измерения интенсивности и дозы УФ-излучения в спектральных диапазонах А, В и С; УФ-радиометр «Бактметр» – для измерения бактерицидной УФ-освещенности от бактерицидных ламп. «Multitester» представляет собой стандартизированную тестовую систему для оценки дозированного излучения и для выполнения фототестирования. Используется специальный встроенный дозиметр для контроля источника УФ-излучения (диапазон А и В) и цифровой регулятор интенсивности. Позволяет получать автоматически выдаваемый набор интенсивностей УФ-излучения с коротким временем экспозиции. «Medtester Mini» (рис. 22) – устройство



**Рис 20.** Динамика состояния эпидермиса после УФО: *а* – обратное развитие эритемы, восстановление эпидермиса, отслойка дегенерированных слоев эпидермиса; *б* – восстановление эпидермиса после эритемы, слущивание прежнего эпидермиса; *в* – слущивание эпидермиса через 7 дней после облучения.



**Рис. 21.** «Multitester». Дозиметр ультрафиолетового излучения фирмы Saalmanн GmbH (Германия).

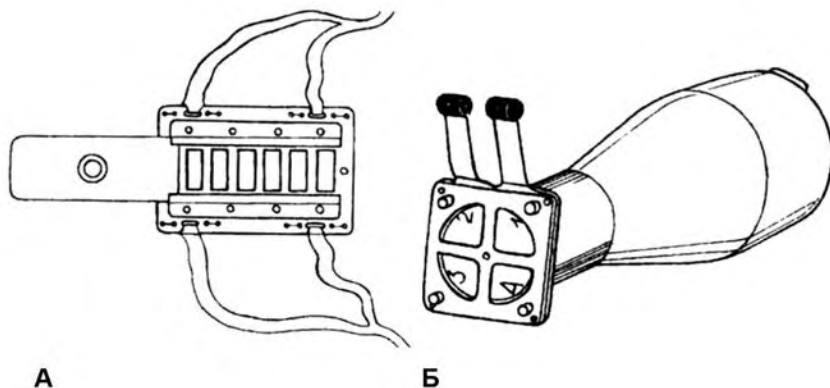


**Рис. 22.** «Medtester Mini». Дозиметр ультрафиолетового излучения фирмы Saalmanн GmbH, (Германия).



для определения дозировки как широкополосного, так и узкополосного УФ-излучения (311 нм). Для изучения фоточувствительности необходимо прижать пластиковую акриловую пластину к коже (на тыльную часть предплечья или на ягодицы) и включить на одну минуту. В этот момент свет проходит через десять квадратных отверстий, которые специально экранированы, создавая различные препятствия для прохождения света. Оптимальная исходная доза УФ-излучения подсчитывается через 16–24 ч. При использовании данного тестера врач может точно определить максимальную начальную дозу для конкретного пациента, оптимизируя при этом результат лечения.

Радиометры (рис. 21 и 22) состоят из электронного блока с цифровым выходом и фотоприемной головки, спектральная чувствительность которой в разных типах радиометров скорректирована под табулированную чувствительность в соответствии с рекомендациями ВОЗ. С помощью УФ-радиометров можно определять и пороговую дозу УФ-излучения, необходимую для последующих лечебных воздействий. Например, средняя пороговая эритемообразующая доза (с максимумом чувствительности при 297 нм), согласно некоторым зарубежным стандартам (German Standart Din 5031, part 10) будет составлять 250–500 Дж/м<sup>2</sup>.



**Рис. 23.** Биодозиметры: А – И.Ф. Горбачева и Р. Дальфельда («БД-2»); Б – В.Н. Ткаченко («БУФ-1»). Определение биодозы для кожных покровов производят специальным прибором биодозиметром «БД-2» (рис. 23а), представляющим собой пластинку с 6 прямоугольными отверстиями, закрывающимися заслонкой. Биодозиметр фиксируют на коже живота (обычно в мезогастррии справа или слева от пупка) и направляют на него ультрафиолетовое излучение от источника, расположенного на расстоянии 50 см от облучаемого участка. Последовательно, с интервалом в 30 с, открывают по одному отверстию пластины. В результате кожа в первом отверстии облучается 3 мин., в последнем – 30 с. Через 12–24 ч по пороговой эритеме (розовая полоска с четырьмя четкими углами) устанавливают биодозу, которая равна времени облучения кожи в секундах над этим отверстием.

*Биологический метод.* Основан на биологической реакции больного на УФО. Необходимость его применения в физиотерапии продиктована тем, что для оценки УФ-излучения важно ориентироваться не только на физические величины, отражающие энергетическую облученность или интенсивность излучения, но учитывать и характер вызываемого им биологического эффекта. В этой связи большое распространение в практике получил биологический метод Р. Дальфельда, при котором определяют минимальную продолжительность времени облучения, необходимого для получения пороговой эритемной реакции кожи (рис. 23).

За одну биодозу или минимальную эритемную дозу (МЭД) принимают минимальное время (в секундах или минутах) облучения больного на определенном участке его тела (обычно в мезогастрии справа или слева от пупка) и фиксированном расстоянии от облучателя (обычно 50 см), которое обуславливает развитие минимальной, но четко очерченной эритемы через 12–24 ч. Облучение можно проводить с любого расстояния, но при этом следует учитывать правило квадрата расстояния, согласно которому при увеличении расстояния между пациентом и источником излучения вдвое, биодозу необходимо увеличить в 4 раза. И, соответственно, с уменьшением расстояния в 2 раза, биодоза уменьшается в 4 раза. Для пациентов с первым типом кожи 1 МЭД составляет 10 мДж/см<sup>2</sup>, со вторым – 25 мДж/см<sup>2</sup>, с третьим – 50 мДж/см<sup>2</sup>.

Чувствительность слизистых оболочек к СУФ-излучению определяют по методу В.Н. Ткаченко с помощью биодозиметра «БУФ-1» (рис. 23б). Он представляет собой пластину с четырьмя отверстиями, которую надевают на тубус излучателя, расположенного контактно над соском, где чувствительность кожи приближается к чувствительности слизистых оболочек. Отверстия пластины открывают по одному с интервалом 30 с, а биодозу определяют через 12 ч по минимальной эритеме.

В зависимости от интенсивности облучения различают эритемные дозы: малые (1–2 биодозы), средние (3–4 биодозы), большие (5–8 биодоз) и гиперэритемные (свыше 8 биодоз).

Методика ультрафиолетового облучения. Используют две основные методики УФО: местную и общую. Приняты три основные схемы общего ультрафиолетового облучения в субэритемных постепенно нарастающих дозах: основная, ускоренная и замедленная (табл. 8). Продолжительность курса облучения составляет 15–25 суток.

При местном воздействии применяют средневолновое облучение в эритемных дозах на участке кожи площадью не более 600 см<sup>2</sup>. Повторное облучение проводят через 2–3 дня с повышением дозы облучения на 25–50 %. Один и тот же участок облучают 3–4 раза. Курс лечения обычно составляет 3–6 процедур, проводимых через каждые 2–3 дня; повторный курс через 2 месяца.

В 2003 г. сотрудниками кафедры физиотерапии и курортологии ИГМАПО было проведено изучение МЭД у 130 здоровых людей и у 51 больного артериальной гипертонией разного возраста, представляющие коренное население Иркутской области. Фототестирование проводили с помощью интегрального источника УФ-

Таблица 8

Схемы общих облучений ультрафиолетовыми лучами

Основная		Ускоренная		Замедленная	
Доза облучения, биодоза	Расстояние от лампы до поверхности тела, см	Доза облучения, биодоза	Расстояние от лампы до поверхности тела, см	Доза облучения, биодоза	Расстояние от лампы до поверхности тела, см
1/4	100	1/2	100	1/8	100
1/4	100	1/2	100	1/4	100
1/2	100	1	100	3/8	100
1/2	100	1	100	1/2	100
3/4	100	1 1/2	100	5/8	100
3/4	100	2	100	3/4	100
1	100	2 1/2	100	7/8	100
1	100	3	70	1	100
1 1/4	100	3 1/2	70	1 1/8	100
1 1/2	100	4	70	1 1/4	100
1 3/4	100	4	70	1 3/8	100
2	100	4	70	1 1/2	100
2 1/4	100	4	70	1 5/8	100
2 1/2	100	4	70	1 3/4	100
2 3/4	100	4	70	1 7/8	100
3	70	–	–	2	100
3	70	–	–	2 1/8	100
3	70	–	–	2 1/4	100
3	70	–	–	2 3/8	100
3	70	–	–	2 1/2	100
–	–	–	–	2 5/8	100
–	–	–	–	2 3/4	100
–	–	–	–	2 7/8	100
–	–	–	–	3	70
–	–	–	–	3	70

излучения «ОРК-21М» на коже живота по стандартной методике биодозиметром И.Ф. Горбачева – Р. Дальфельда. В результате УФ-облучения у всех обследованных

на коже проявилась эритема, которая имела четкие границы и ровный красно-фиолетовый цвет. Случаев отсутствия появления эритемы в результате использования стандартных временных диапазонов УФ-облучения (от 30 до 180 с) обнаружено не было. Среднее значение одной биодозы ультрафиолета для всей группы здоровых людей составило  $75,0 \pm 2,3$  с.

При изучении МЭД у здоровых людей в зависимости от национальной принадлежности не было получено данных, свидетельствующих о различиях. На наш взгляд, это было связано с тем, что в настоящее исследование были включены лица, относящиеся к светлому и смуглому европейским этническим фототипам кожи и, в силу этого, имеющих общие характеристики степени ее пигментированности.

Представляют интерес полученные данные о различиях реактивности кожи к УФ-излучению у здоровых лиц в зависимости от возраста и пола. У молодых людей МЭД составила  $72,6 \pm 1,6$  с, тогда как время одной биодозы у обследуемых среднего возраста было равно  $78,3 \pm 1,7$  с, т.е. на больше на 7,3 % ( $p < 0,02$ ). Эти данные подтверждают известные ранее научные данные о том, что с увеличением возраста чувствительность кожи к УФ-излучению снижается. Было обнаружено, что у лиц мужского пола, возраст которых не превышал 40 лет, чувствительность к УФ-излучению была ниже на 8,2 % ( $p < 0,05$ ), чем у ровесниц. Сдвиги противоположной направленности обнаружены у представителей старшего возраста: у мужчин 40-60 лет фотореактивность оказалась более высокой, чем у женщин ( $p < 0,02$ ). Следует также отметить характерную особенность: по мере старения у женщин МЭД возрастала на 12,5 % ( $p < 0,001$ ), тогда как у мужчин подобных изменений не наблюдалось.

При изучении реактивности кожи к УФ-излучению у здоровых и у больных АГ (без учета половой принадлежности) статистически достоверных различий МЭД в сравниваемых группах обнаружено не было. Между тем анализ данного показателя у здоровых и у страдающих артериальной гипертензией женщин и мужчин показал существенные различия в виде повышения фоточувствительности кожи у последних: время одной биодозы УФ-излучения у мужчин оказалось меньше, чем у женщин, на 28,8 % ( $p < 0,001$ ).

### *Коротковолновое излучение*

В естественных условиях КУФ-излучение почти полностью поглощается озоновым слоем атмосферы. Существуют два метода применения коротковолнового УФ-излучения – это облучение слизистых и раневых поверхностей и аутотрансфузия ультрафиолетом облученной крови (АУФОК). УФ-излучение коротковолнового диапазона (180–280 нм) вызывает денатурацию и фотолиз нуклеиновых кислот и белков за счет избыточного поглощения энергии его квантов молекулами ДНК и РНК. Это приводит к инактивации генома и белоксинтетического аппарата клеток.

Происходящие при этом летальные мутации с ионизацией атомов и молекул приводят к инактивации и разрушению структуры микроорганизмов и грибов. Бактериостатическое действие – при длине волны 265 нм, бактерицидное – при 253,7 нм. Высокочувствительны к КУФ стрептококки, кишечная палочка, вирусы

гриппа, разрушаются токсины дифтерии, дизентерии, столбняка, брюшного тифа, золотистого стафилококка. КУФ-облучение кожи вызывает превращение провитамина  $D_3$  в токсистерин и бихolestадиенолы, а витамина  $D_3$  – в супрастерины и другие соединения и в лечебных целях сегодня не применяются.

Коротковолновые ультрафиолетовые лучи вызывают в начальный период облучения кратковременный спазм капилляров с последующим более продолжительным расширением субкапиллярных вен. В результате на облученном участке формируется коротковолновая эритема, которая имеет следующие особенности: быстрое появление (уже через 4–6 ч); красноватый цвет с синюшным оттенком; быстрое исчезновение (в течение 1–2 суток); слабая выраженность; отсутствие (после 2–3 процедур) пигментации.

Лечебные возможности КУФ-лучей в настоящее время могут быть использованы более широко благодаря методике аутоотрансфузии облученной УФ крови (АУФОК) с помощью ламп «ЛБ-8», излучающих УФ-лучи в диапазоне 200–280 нм (максимум – 265 нм) в аппаратах «Гелиос», «МД-73М Изольда», «Надежда» и «ОВК-03» с источником ультрафиолетового излучения лампой низкого давления «ЛБ-8». При воздействии на кровь развивается бактерицидное, иммуностимулирующее действие, происходит улучшение реологических свойств крови и МЦ, стимулируется кроветворение, повышается усвоение тканями кислорода, активизируется система антиоксидантной защиты организма.

*Методика.* Используют местное облучение пораженных участков кожи или слизистых оболочек, пораженных органов по принципам и схемам для средневолнового ультрафиолетового излучения. Облучение слизистой оболочки носа проводят в положении больного на стуле со слегка отклоненной назад головой. Тубус излучателя вводят поочередно в правую и левую половины носа на небольшую глубину. При облучении миндалин излучение направляют сначала на одну, а затем на другую миндалины. Во время процедуры больной удерживает высунутый язык с помощью марлевой салфетки и добивается того, чтобы корень языка не мешал облучению миндалин.

В первых процедурах АУФОК кровь облучают из расчета 0,5–0,8 мл на кг массы больного в течение 10–15 мин., а затем количество крови увеличивают до 1–2 мл/кг.

Дозирование лечебных процедур осуществляют путем определения биодозы так же, как и для средневолнового ультрафиолетового облучения слизистых оболочек. При остром воспалении облучение обычно начинают с 1–1,5 биодозы, увеличивают на 1 биодозу и доводят до 3. Продолжительность облучения крови не превышает 10–15 мин., курс состоит из 7–9 процедур. Повторные местные коротковолновые облучения назначают через 2 мес., АУФОК – через 3–6 мес.

### КЛАССИФИКАЦИЯ АППАРАТУРЫ ДЛЯ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ

Источники для УФ-излучений подразделяются на 2 группы: интегральные и селективные (коротковолновые, средневолновые и длинноволновые):



**Рис. 24.** Ультрафиолетовый облучатель «ОКН-11М».



**Рис. 25.** Бактерицидный облучатель портативный «БОП-4».

Источником *интегрального* УФ-излучения являются дуговые ртутные трубчатые лампы (ДРТ) мощностью от 100 до 1000 Вт. Это лампы высокого давления, изготовленные из кварцевого стекла, пропускающего УФ-лучи; они заполнены парами ртути и аргоном, электроды выполнены из вольфрама. Излучение имеет следующую спектральную характеристику: ИК – 40 %, видимые лучи – 13 %, УФ – 47 % (область А – 18–20 %, область В – 10–12 %, область С – 15 %). Горелки ДРТ являются важнейшей частью облучателей различных типов: для групповых «УГД-2», «УГД-3», для индивидуальных общих и местных «ОРК-21М», «ОУН-250», «ОУН-500», для индивидуальных местных облучений «ОКН-11М» (рис. 24), «ОН-80», «ОН-82», «УГН-1», для общих групповых и индивидуальных облучений «ОМУ», «УФО-1500».

*Селективным* источником для ДУФ-лучей служат люминесцентные эритемные лампы (ЛЭ) – лампы низкого давления, изготовленные из увиолевого стекла, покрытого внутри люминофором (фосфат кальция, активированный таллием). Чаще это газоразрядная лампа ЛУФ-153. Ее используют в установках для PUVA-терапии «ОУК-1», «ОУГ-1», «ОУН-1», «УУД-1», «УФО-1500», «УФО-2000», «PUVA-22», «Psorylux». Кроме того – в облучателе «ОУН-1» (настольном) и «ОУШ-1» (на штативе). Лампы этого типа имеют максимум излучения – 310–320 нм.

Селективным источником для КУФ-лучей служат дуговые бактерицидные лампы (ДБ) – лампы низкого давления, изготовленные из увиолевого стекла, заполненные парами ртути и аргоном. 80 % их спектра – 253,7 нм. С этими лампами выпускают аппараты для обеззараживания помещений ОБН, ОБРН (настенные), настенно-потолочные (ОБРНП), на штативе (ОБШ), передвижные (ОБП, ОБОВ, ОББР, ОББН). Для облучения ограниченных участков кожи и слизистой – «ОКУФ-5М», «БОП-4» (рис. 25) и «БОД-9».

### ЛЕЧЕБНЫЕ МЕТОДИКИ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ

При множественных очагах поражения волосистой части голова должна быть побрита, при единичных очагах волосы разводят и обнажают облысевшие участки. При облучении теменной области больной сидит на низкой табуретке. При облучении височной области он лежит на спине, голова повернута в сторону противоположную облучаемой. При облучении затылочной области пациент лежит на животе, лбом упирается на сложенные кисти рук. При облучении волосистой части головы лицо, шею, обнаженные участки тела покрывают простыней (рис. 26). Доза в зависимости от характера патологического процесса – от 2–3 до 10–12 биодоз. На курс назначают 5–6 облучений каждого участка. Процедуры повторяют через 1–2 дня.

Положение больного сидя с несколько откинутой назад головой. Стерильный малый тубус вводят в каждый носовой ход поочередно на глубину 1 см (рис. 27).

Доза облучения – от 1 до 3 биодоз (облучатель «БОП-4») и до 4 биодоз (облучатель носоглотки). Облучают ежедневно или через день. На курс лечения назначают 3–6 облучений.



Рис. 26. Облучение волосистой части головы.

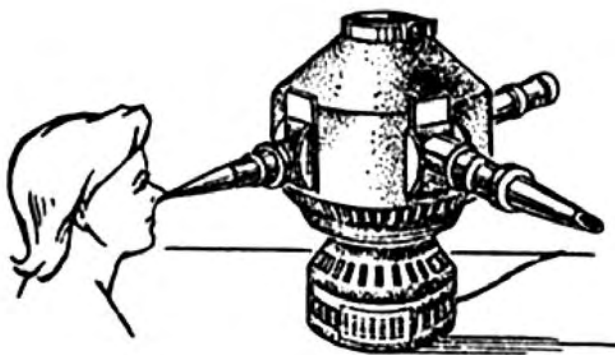


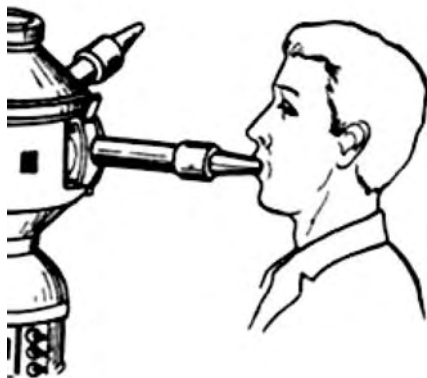
Рис. 27. Облучение слизистой оболочки носа.





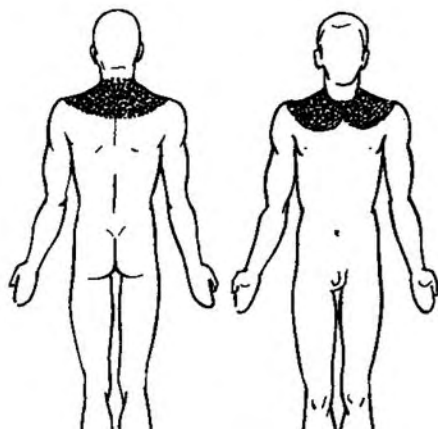
**Рис. 28.** Облучение области лица.

Облучают лицо спереди или правую и левую половины поочередно в зависимости от локализации очага поражения (рис. 28). Закрытые глаза защищают очками или марлей. Положение больного – сидя (облучатель настольный) или лежа на спине при опущенном изголовье кушетки (облучатель стационарный). Доза облучения – от  $\frac{1}{2}$  до 3 биодоз. Процедуры проводят ежедневно. За курс лечения проводят 6 облучений.



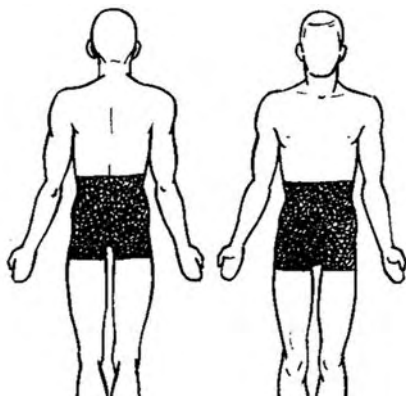
**Рис. 29.** Облучение слизистой оболочки миндалин.

Положение больного сидя. В рот вводят стерильный тубус с косым срезом на глубину до 5 см; чаще кончик высунутого языка больной удерживает рукой через салфетку (рис. 29). Облучение достигает до 3 биодоз (облучатель «БОП-4») и до 4 биодоз (облучатель носоглотки). Процедуры проводят ежедневно или через день. На курс лечения назначают 6–10 облучений.



**Рис. 30.** Облучение воротниковой зоны.

Облучают три поля. Первое поле – задняя поверхность шеи и верхняя часть спины до середины лопаток (рис. 30). Положение больного – на животе, под грудную клетку подкладывают валик, голова несколько опущена, лоб опирается на сложенные кисти рук. Второе и третье поля – над- и подключичные области до 2 ребра справа и слева. Положение больного – лежа на спине, голова повернута в сторону, противоположную облучаемой. Облучение колеблется от 2 до 5 биодоз. В первый день облучают первое поле, а на следующий день – второе и третье поля. Процедуры проводят ежедневно. На курс лечения назначают 3–4 облучения каждого поля.

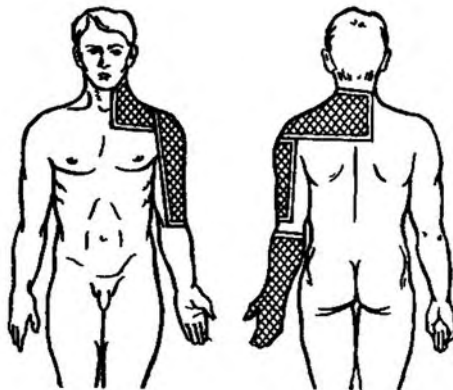


**Рис. 31.** УФ-облучение трусиковой зоны.

Применяют две методики облучения (рис. 31). Первая методика. Облучают 5 полей. При воздействии на первое поле больной лежит на животе. Под живот

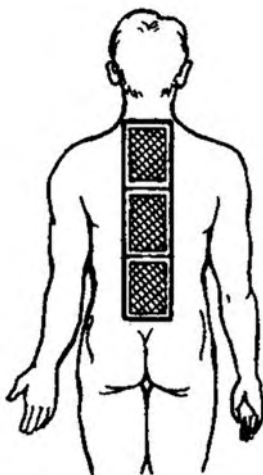
подкладывают валик. Облучают пояснично-ягодичную область от 2 поясничного позвонка до ягодичных складок. Облучение колеблется от 3 до 6 биодоз. При воздействии на второе и третье поле больной лежит сначала на правом, затем на левом боку. Облучают наружную поверхность бедер от гребешка подвздошной кости до уровня ягодичных складок. Доза – от 3–4 до 6 биодоз. При облучении четвертого и пятого полей больной находится в положении на спине. Облучают переднюю поверхность верхней трети каждого бедра. Доза облучения – от 3 до 6 биодоз. Облучают ежедневно по 1–2 поля в день. На курс лечения – 3–4 облучения каждого поля.

Вторая методика. Облучают 6 полей. При воздействии на первое и второе поля облучают переднюю поверхность верхней трети каждого бедра. При облучении третьего и четвертого полей облучают заднюю поверхность верхней трети каждого бедра, при воздействии на пятое поле – пояснично-крестцовую область от 2 поясничного позвонка до ягодичных складок. При облучении шестого поля положение больного – на спине. Облучают нижнюю половину передней брюшной стенки. Облучают ежедневно 1–2 поля в день. Доза – от 3 до 4 биодоз. Каждое поле облучают 2 раза. Между облучением полей делают перерыв – 2–4 дня.



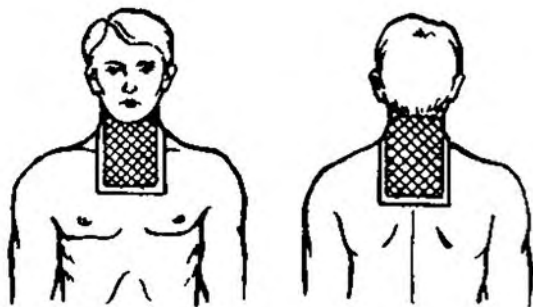
**Рис. 32.** Облучение области плечевого сплетения.

Облучают 4 поля (рис. 32). Первое поле – шея, верхняя часть спины до середины лопатки пораженной стороны с захватом позвоночника. Положение больного – на животе. Доза облучения – от 3 до 5 биодоз. Второе поле – правая или левая передняя поверхность воротниковой зоны. Положение больного – на спине; голова повернута в противоположную от облучаемого поля сторону. Доза облучения – от 2–3 до 4 биодоз. Третье поле – наружная поверхность плеча. Положение больного – на боку. Доза облучения – от 4 до 6 биодоз. Четвертое поле – наружная поверхность предплечья и тыльная поверхность кисти. Доза облучения – от 5–6 до 8 биодоз. Процедуры проводят ежедневно по 1–2 поля в день. Каждое поле облучают 3–4 раза.



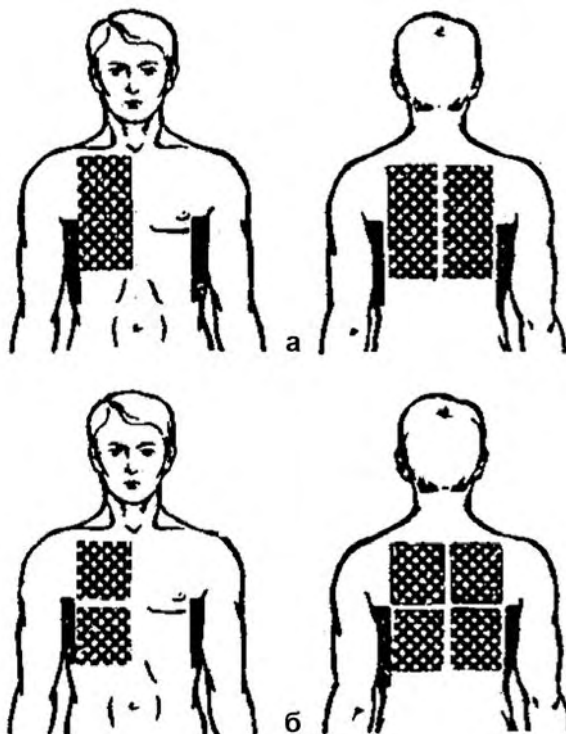
**Рис. 33.** Облучение позвоночника.

Положение больного – на животе. Облучают три поля шириной до 15 см по одному полю в день: первое поле – от затылка до середины лопаток; второе поле – от середины лопаток до поясницы; третье поле – от 1-го поясничного позвонка до копчика (рис. 33). Облучение колеблется от 3 до 6 биодоз. Процедуры проводят ежедневно. На курс лечения назначают 3–4 облучения каждого поля.



**Рис. 34.** Облучение области трахеи и бронхов.

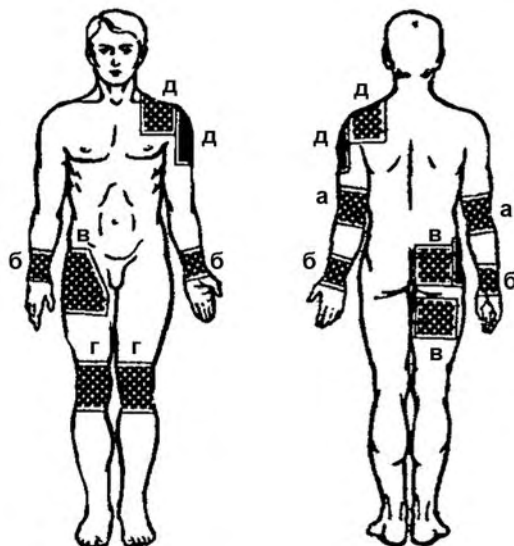
Облучают в один день два поля. Первое поле представлено передней поверхностью шеи и верхней половиной грудины; второе поле – задней поверхностью шеи и верхней половиной межлопаточной области (рис. 34). Доза облучения колеблется от 3 биодоз (первое поле) и 2–3 биодоз (второе поле) до 4–5 биодоз. Процедуры проводят через 1–2 дня. На курс лечения – 3–4 облучения каждого поля.



**Рис. 35.** Облучение грудной клетки: а – 5 полями; б – 8 полями.

Облучение грудной клетки при пневмонии (рис. 35а) проводят 5 полями. Первое и второе поля – половина задней поверхности грудной клетки (правая или левая, верхняя или нижняя). Положение больного – на животе, лоб опирается на сложенные кисти рук, под грудную клетку подложен валик. Третье и четвертое поля – боковые поверхности грудной клетки. Положение больного – на боку, рука закинута за голову. Пятое поле – передняя поверхность грудной клетки справа. Положение больного – лежа на спине. Доза облучения от 3–4 до 5–6 биодоз. В один день облучают одно поле. Облучение проводят ежедневно. Каждое поле облучают 2–3 раза.

При бронхиальной астме (рис. 35б) грудную клетку облучают 8 полями или фракционированным методом: первое, второе, третье и четвертое поля – облучают заднюю поверхность грудной клетки; пятое, шестое поля – боковые поверхности грудной клетки; седьмое, восьмое поля – переднюю поверхность грудной клетки справа. Доза облучения – от 3 до 5 биодоз. Облучают одно поле в день. Процедуры проводят ежедневно. Каждое поле облучают 2–3 раза.



**Рис. 36.** Облучение суставов.

При необходимости облучают два сустава в день.

**Локтевые суставы** (рис. 36а). Облучают два поля в один день. Первое поле – наружная поверхность локтевого сустава и прилежащая треть предплечья и плеча. Положение больного – на спине. Рука согнута в локтевом суставе, больной лежит на животе. Облучение колеблется от 4–5 до 7–8 биодоз. Второе поле – задняя поверхность локтевого сустава и прилежащие трети плеча и предплечья. Положение больного – на боку. Рука вытянута вдоль туловища. Облучение проводят от 3–4 до 5–6 биодоз. Процедуры проводят с интервалом 1–2 дня. Каждое поле облучают 3–4 раза.

**Лучезапястные суставы** (рис. 36б). Положение больного – сидя; на его колени укладывают подушку. Руки размещают на подушке сначала ладонями вверх (первое поле), затем ладонями вниз (второе поле). Облучают кисти рук, лучезапястные суставы и нижнюю треть предплечья. Облучение колеблется от 6–8 до 10–12 биодоз. Оба поля облучают в один день. Всего за курс проводят 5 облучений.

**Тазобедренные суставы** (рис. 36в). Облучают три поля в один день. Первое поле – верхняя треть бедра (паховую складку защищают). Положение больного – на спине. Доза – от 3 до 6 биодоз. Второе поле – наружная поверхность тазобедренного сустава. Положение больного – на боку. Доза облучения – от 3–4 до 6 биодоз. Третье поле – соответствующая ягодица и верхняя треть задней поверхности бедра. Положение больного – на животе. Доза облучения – от 3–4 до 6 биодоз. Процедуры проводят через 1–2 дня. На курс лечения проводят 3–4 облучения каждого поля.

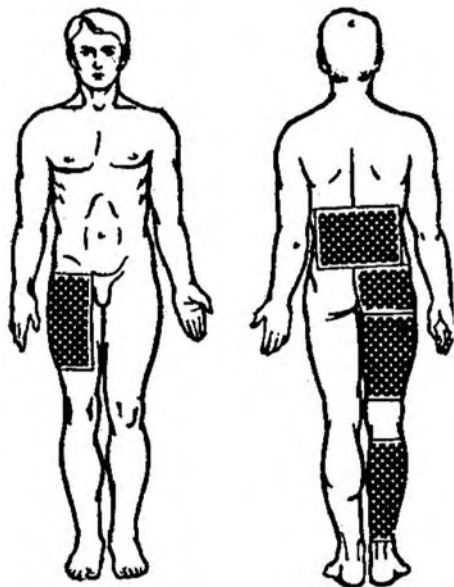
**Коленные суставы** (рис. 36г). Облучают три поля в один день. Первое поле – передняя поверхность коленных суставов и прилежащие трети бедер и голеней. Положение больного – на спине, под коленные суставы подкладывают валик или мешочек с песком. Доза облучения – от 6 до 10 биодоз. Второе и третье поля – боковые поверхности суставов. Положение больного – на боку (правом и левом поочередно). Ноги, согнутые в коленных суставах, лежат в одной плоскости. Облучают у одного сустава внутреннюю, у другого наружную поверхность и прилегающие трети бедер и голеней. Доза облучения – от 4 до 7 биодоз.

**Плечевые суставы** (рис. 36д). Облучают три поля в один день. Первое поле – передняя поверхность сустава, над- и подклюичная зона. Положение больного – на спине. Под плечо подкладывают мешочек с песком. Облучение колеблется от 2–3 до 6 биодоз. Второе поле – наружная поверхность сустава и верхняя треть плеча. Положение больного – на боку. Облучение проводят от 3–4 до 6 биодоз. Третье поле – задняя поверхность сустава и область лопатки. Положение больного – на животе. Под грудь подкладывают подушку. Голова слегка повернута в противоположную сторону, опирается на сложенные кисти рук. Доза облучения колеблется от 4 до 6 биодоз. Процедуры проводят с интервалом в 1–2 дня. На курс лечения проводят 5 облучений.



**Рис. 37.** Облучение подошвенной поверхности стоп.

Облучают одновременно две стопы (рис. 37). Положение больного – на животе. Под стопы подкладывают подушку. Лампу устанавливают на расстоянии 25 см от стоп. Облучение составляет 10–20 биодоз. Процедуры проводят через день. На курс лечения проводят 2–3 облучения.



**Рис. 38.** Облучение пояснично-крестцовой области и по ходу седалищного нерва.

Облучают 4–5 полей: первое, второе, третье, четвертое поля в положении больного на животе. Первое поле – пояснично-крестцовая область до межъягодичной складки; доза – от 3–4 до 6 биодоз. Второе поле – ягодичная область до ягодичной складки; доза – от 3–4 до 7 биодоз. Третье поле – задняя поверхность бедра до подколенной ямки; доза – от 3–4 до 7 биодоз. Четвертое поле – задняя поверхность голени; доза – от 4–5 до 8 биодоз. Пятое поле (при поражении верхних нервных корешков пояснично-крестцового сплетения) – передняя поверхность бедра; положение больного – на спине; доза – от 3–4 до 6–7 биодоз. При повторных облучениях дозу увеличивают на 1–2 биодозы. На курс лечения назначают 2–4 облучения каждого поля.

#### ПОКАЗАНИЯ К ОБЩЕМУ УФ-ОБЛУЧЕНИЮ

- повышение сопротивляемости организма к различным инфекциям, в том числе гриппозной, закаливание;
- профилактика и лечение рахита у детей, беременных и кормящих женщин;
- лечение распространенных гнойничковых заболеваний кожи и подкожной клетчатки;
- нормализация иммунного статуса при хронических вялотекущих воспалительных процессах;



- стимуляция гемопоэза;
- компенсация УФ (солнечной) недостаточности.

### Показания к местному УФ-облучению

Лечебный эффект ДУФ-излучения: пигментообразующий, иммуностимулирующий, фотосенсибилизирующий. Показания: хронические воспалительные заболевания внутренних органов (особенно дыхательной системы), заболевания суставов и костей различной этиологии, ожоги и отморожения, вялозаживающие раны и язвы, псориаз, экзема, грибвидный микоз, витилиго, себорея, нарушения нормальной пигментации кожи, атопический дерматит.

Лечебный эффект СУФ-излучения: витаминостимулирующий, противовоспалительный, трофикостимулирующий, иммуномодулирующий (субэритемные дозы), анальгетический, десенсибилизирующий (эритемные дозы). Показания: острые и подострые воспалительные заболевания внутренних органов, последствия ранений и травм опорно-двигательного аппарата, заболевания периферической нервной системы вертеброгенной этиологии с выраженным болевым синдромом, заболевания суставов и костей, недостаточность солнечного облучения, вторичная анемия, нарушения обмена веществ, рожа.

Лечебный эффект КУФ-излучения: бактерицидный и микоцидный (для поверхностного облучения), иммуностимулирующий, трофикостимулирующий, коагулокорректирующий (для УФ-облучения крови). Показания: острые и подострые воспалительные заболевания кожи, носоглотки (слизистых носа, задней стенки глотки, миндалин), ушей, раны с опасностью присоединения анаэробной инфекции, туберкулез кожи.

### Противопоказания для местных и общих УФ-облучений

- общие противопоказания для физиотерапии;
- проблемная кожа с склонностью к пролиферативным проявлениям, доброкачественные опухоли кожи;
- системная красная волчанка;
- лихорадочные состояния;
- склонность к кровотечению;
- гипертиреоз;
- заболевания почек и печени с недостаточностью функции;
- кахексия;
- малярия;
- повышенная чувствительность к УФО;
- активные формы туберкулеза;
- острые воспалительно-гнойные заболевания (для ДУФ).

### ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ

При длительном пребывании на солнце происходит уплотнение и дегидратация кожных покровов, что приводит к преждевременному появлению складок и морщин («солнечный эластоз»), дегенеративные изменения кожи – дерматогелиоз, кератозы, телеангиэктазии).

Дегенеративные изменения вызывают лучи с длиной волны 290–320 нм и, в меньшей степени, с длиной волны 320–400 нм. В постоянно повреждаемом солнечным излучением эпидермисе укорачиваются и уплощаются складки, он истончается за счет уменьшения числа мальпигиевых клеток, большого числа аномальных клеток. Дегенеративные изменения прогрессируют в сосочковом слое и подсосочковом слоях дермы. К другим изменениям следует отнести: сосудистые эктазии, увеличение аномальных форм фибробластов, утрату коллагена, дегенерацию эластических элементов, дезорганизацию соединительной ткани в виде образования аморфных скоплений. В пораженной коже увеличивается количество эластина на фоне уменьшения содержания коллагена.

При интенсивном загораении ухудшается состояние иммунологической реактивности. Под влиянием чрезмерных доз солнечной радиации у здоровых людей после приема 2-часовых солнечных ванн в течение 12–24 дней происходят существенные сдвиги в иммунологической реактивности. Страдает клеточное звено иммунитета – на 25–35 % снижаются Т- и В-лимфоциты (причем уровень Т-хелперов уменьшается в 2 раза), возрастает общий уровень лимфоцитов. Отмечается также снижение IgG и уровень лизоцима.

Не менее важным является способность ультрафиолета оказывать негативное влияние на молекулы ДНК, являющиеся носителем наследственной структуры и информации. Изменения молекул ДНК в клетках приводят к тому, что клетки начинают перерождаться и беспорядочно размножаться, вызывая развитие рака кожи. Утолщение кожи и образование меланина (загара) как раз и есть процесс защиты клеток ДНК от действия солнечного излучения. Длительное действие УФ-лучей приводит к почти полному исчезновению эпидермальных макрофагов – клеток Лангерганса – активно участвующих в организации иммунного ответа, и нарушению процессов презентирования продуктов фотодеструкции. Попав в дерму, УФ-индуцированные антигены могут вызвать бласттрансформацию клеточных элементов кожи.

О канцерогенном действии ультрафиолетового излучения (УФИ) известно давно. Спектральные пределы канцерогенного действия УФИ у человека – 280–340 нм с максимумом 290–320 нм. В результате исследований по эпидемиологии рака кожи выявлена определенная связь с интенсивностью и длительностью инсоляции. Не подлежат сомнению канцерогенные свойства чрезмерных доз солнечной радиации и УФИ в процессе возникновения рака кожи и базалиом. Более сложная связь между УФИ солнца и заболеваемостью меланомой. В эксперименте воспроизвести процесс

возникновения меланомы при УФИ не удается. Предполагается, что УФИ в этиологии меланом выступает в качестве коканцерогена, стимулируя процесс злокачественной трансформации клеток под влиянием других канцерогенов.

Существует несколько гипотез механизма канцерогенного действия УФИ. Первая гипотеза исходит из факта избирательного поглощения УФИ нуклеиновыми кислотами с максимумом в области 254–265 нм и белками (280 нм) и из высокой мутагенной активности УФИ. Вторая гипотеза основывается на том, что при длительной инсоляции в коже человека и животных образуется эндогенный химический канцероген – продукт фотохимического превращения холестерина. Третья гипотеза предполагает существование активизирующего действия УФИ на латентный онкогенный вирус.

Существует также концепция, что УФ-канцерогенез связан с воздействием УФИ на иммунокомпетентную систему организма. Концепция иммунного надзора включает в себя предположение, что атипичные трансформированные клетки с определенной частотой возникают в каждом организме в различных его тканях. При нормальной функции иммунокомпетентной системы они устраняются. И лишь на фоне иммунодепрессии система надзора может оказаться неэффективной.

### ДИАГНОСТИКА МЕЛАНОМЫ КОЖИ

Риск развития меланомы кожи имеет место у представителей 1–2-го фототипа, то есть у тех, у кого после 30 мин. пребывания на солнце загар не образуется или с трудом возможен, но всегда бывают ожоги. Чаще болеют лица с белой кожей, веснушками, светлыми волосами, голубыми глазами, с синдромом множественных невусов, который передается по наследству; увеличивают риск развития меланомы и редкие врожденные фотодерматозы. Отмечается тенденция увеличения числа больных с возрастом, особенно у женщин.

Меланома возникает на открытых участках кожи, не защищенных от постоянного воздействия физических, метеорологических и химических раздражителей, более чем в 90 % случаев – на кожных покровах головы, туловища, конечностей. Метастазирует в основном лимфогенным путем (возможен лимфогематогенный, имплантационный) в легкие, мозг, печень, кишечник. Возможно метастазирование меланомы нодулярного типа в сердце и перикард.

При осмотре кожи больного физиотерапевт должен обращать внимание на кожные образования, имеющие интенсивную черную или неровную (от черной до серой) окраску, неровный фестончатый край, инфильтрированную поверхность. Меланомы могут долго оставаться плоскими, с течением времени на фоне пятна образуется узелок, быстро увеличивающийся в размерах, с различными оттенками коричневого, черного, красного, синеватого и белого цвета.

Врачу необходимо знать и вовремя оценить признаки трансформации пигментного образования: увеличение площади; изменение пигментации (как в сторону

усиления, так и в сторону ослабления); уплотнение или инфильтративный рост опухоли; изъязвление опухоли, мокнутие, контактную кровоточивость; зуд, жжение в области опухоли. Онкологическая настороженность позволяет выявить опухоль кожи на ранней стадии и своевременно направить больного к онкологу.

#### ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ, ПРИВОДЯЩИХ К КОСМЕТИЧЕСКИМ ДЕФЕКТАМ

##### *Применение ультрафиолетового облучения при себорее, обыкновенных угрях и угревой сыпи*

Себорея (seborrhea) характеризуется повышенным выделением кожного сала, которое, как правило, имеет измененный по сравнению с нормой химический состав. Заболевание связано с гиперфункцией сальных желез, обусловленной различными факторами – нарушением функционирования ряда желез внутренней секреции (гипофиза, щитовидной железы, коры надпочечников и др.), вегетативных отделов нервной системы, органов пищеварения. Важную роль в этиопатогенезе себореи играет дисфункция эндокринно-полового аппарата с выделением чрезмерного количества андрогенов. Заболевание часто возникает в период полового созревания.

Различают сухую и жирную себорею. При сухой себорее кожное сало отличается тугоплавкостью, в связи с чем на волосистой части головы появляются сухие чешуйки в виде перхоти, а кожа лица становится сухой, легко шелушится. При жирной себорее выделяется большое количество кожного сала жидкой или густой консистенции. При этой форме заболевания устья сальных желез и волосяных фолликулов расширены, поверхность кожи приобретает маслянистый вид из-за растекающегося жидкого сала, волосы на голове становятся сальными, склеиваются и редеют. В устье волоса и выходного отверстия сальной железы образуются сальные пробки – комедоны, имеющие из-за роговых чешуек и пыли вид черных точек. При жирной себорее, особенно в области лица, кожа становится шероховатой, эритематозной, с расширенными порами, напоминая апельсиновую корку.

В качестве осложнения при жирной себорее на коже лица, шеи, верхних частях спины и груди, богатой сальными железами, образуются обыкновенные угри (*acne vulgaris*) – воспалительные узелки с гнойничком в центре, возникающие вокруг комедонов. При их вскрытии выделяется гной, затем образуется корка – инфильтрат – рубец. Образование большого количества угрей, ощелачивание кожной поверхности приводит к размножению гнойной микрофлоры, фолликулярному гиперкератозу, что является причиной возникновения угревой сыпи и воспалительных инфильтратов, которые сливаются друг с другом, уплотняются, превращаясь в индуративные или абсцедирующие образования.

УФ-облучение применяют при жирной себорее, угревой сыпи и воспалительных инфильтратах. При сухой себорее УФ-излучение не дает достаточно выраженного терапевтического эффекта. При жирной себорее назначают методику общего

или местного УФ-облучения в зависимости от клинической картины заболевания. Обязательно определение индивидуальной биодозы.

При жирной себорее, а также при угревой сыпи, поражающей значительные площади кожной поверхности, большое значение имеет применение общего УФ-облучения с использованием источников, дающих интегральный или комбинированный селективный (ДУФ + СУФ) спектры излучения. Это УФ-облучатели моделей «ОКР-21 М», «ОКБ-30», «УГД-3», «ОМУ», «ОЭП-46», «ЭОД-10» и др. Чаще всего применяют основную схему общего УФ-облучения, начиная их с  $\frac{1}{4}$  биодозы и прибавляя по  $\frac{1}{4}$  биодозы, доходя в конце курса лечения до 3,0–3,5 биодоз. Курс лечения составляет 19–20 ежедневных сеансов облучения. У относительно крепких, молодых людей можно использовать ускоренную схему общего УФ-облучения, при которой воздействия начинают с  $\frac{1}{2}$  биодозы, прибавляя в последующем ту же дозу и доходя в конце лечения до 4,0–4,5 биодоз. При этом курс лечения укорачивается, составляя 14–15 дней.

При себорее и угревой сыпи, поражающих преимущественно верхнюю часть груди и спины, переднюю и заднюю поверхность шеи, облучают интегральным или ДУФ+СУФ-излучением верхнюю половину туловища. Учитывая различную регионарную чувствительность к УФ-излучению этих участков тела, переднюю поверхность шеи и груди облучают, начиная с  $\frac{1}{4}$  биодозы и доходя до 3,0 биодоз. Менее чувствительные области спины и задней поверхности шеи подвергаются воздействию большей дозы излучения – с  $\frac{1}{2}$  биодозы до 4,0–4,5 биодоз. Курс лечения составляет 8–10–12 сеансов облучения.

При наличии угревой сыпи, осложненной стафилококковой инфекцией и воспалительным инфильтратом на ограниченном участке кожи, эффективно применение местного УФ-излучения (источники «ОКН-11 М», «ЭОД-10» и др.) на очаг поражения эритемной дозой 2–3 биодозы. Место заболевания облучают 3–4 раза с интервалом в 2–3 дня с увеличением на 50 % дозы каждого последующего облучения. Указанная методика оказывает выраженное рассасывающее, бактериостатическое, кератолитическое действие. При наличии очага поражения на одной половине лица облучают той же дозой и вторую (непораженную) половину, исходя из косметических соображений.

При систематическом многолетнем появлении угревой сыпи, воспалительных инфильтратов, нагноений применение обычной методики УФ-облучения может быть неэффективным. В подобных случаях целесообразно использовать фотохимиотерапию (ФХТ) сенсибилизирующими лекарственными веществами: 0,1–1% раствором пувалена; 0,1% раствором псоралена или 0,5% раствором бероксана, которые наносят тонким слоем на очаг поражения за 20–30 мин. или за 1 ч до облучения. Смазанные фотосенсибилизирующими лекарственными препаратами пораженные участки кожи облучают селективным ДУФ-излучением (ПУВА-терапия). При угревой сыпи и ее осложнениях, поражающих большие площади тела, можно использовать установки для ПУВА-терапии, в том числе

отечественные облучатели «УУД-1-А» для общих облучений. Первое облучение проводят в течение 30 секунд, увеличивая через 2 процедуры дозу на 30 секунд и доводя ее в конце лечения до 4–5 мин. Курс лечения состоит из достаточно большого количества процедур (10–15), проводимых через день.

Если угри, инфильтраты занимают небольшие участки тела, целесообразно применять ДУФ-облучатели для местных воздействий: модели «ОУН-1», «ОУГ-1», «ОУК-1» или любой импортный облучатель, предназначенный для загара лица, шеи, зоны декольте. Участки кожи, смазанные фотосенсибилизирующими мазями или растворами, облучают с помощью указанных ДУФ-облучателей с расстояния чаще всего в 50 см.

Дозируют облучение с помощью биодозиметра, начиная с 0,5 биодозы (0,5 Дж/см<sup>2</sup>), постепенно увеличивая интенсивность воздействия до 4–5 биодоз.

#### *Применение ультрафиолетового облучения при простом герпесе или пузырьковом лишае*

Простой герпес (*herpes simplex*) является частой патологией, возникающей при острых респираторных и других простудных заболеваниях, при стрессовых ситуациях, иммунодефицитных состояниях и в других случаях. Заболевание вызывается вирусом простого герпеса (ВПГ-1 или ВПГ-2) и склонно к рецидивированию. Оно проявляется возникновением небольших пузырьков, наполненных прозрачным, а затем мутным экссудатом, которые через несколько дней ссыхаются и превращаются в желтовато-серую корку. Последняя отпадает или вскрывается, вызывая кровоточивость или образуя эрозию. Характерна локализация простого герпеса – участки кожи с высыпаниями располагаются около естественных отверстий: углы рта и красная кайма губ, крылья носа, половые органы, полость рта и др. Высыпание пузырьков вызывает гиперемию и отек окружающих тканей, покалывание, жжение и боль и может осложняться вторичной инфекцией. Общее состояние пациента удовлетворительное, однако заболевание ослабляет процессы иммунитета, вызывает ряд неудобств, неприятных ощущений и является косметическим дефектом, особенно при его локализации в области лица.

В комплексном лечении одним из основных методов терапии является УФ-облучение, проводимое прежде всего на очаги пузырьковых высыпаний. Применяют УФ-облучатели интегрального спектра («ОРК-21М», «ОКН-11М и др.) или портативные ДУФ-облучатели («ОУН-1»). Очаги пузырьковых высыпаний облучают дозой 2–3 биодозы при использовании УФ-облучателей интегрального спектра и 3–4 биодозы при использовании ДУФ-облучателей, повторное облучение назначают соответственно через день или на следующий день после первого. Каждый очаг высыпаний облучают 3–4 раза с увеличением дозы на 1 биодозу при каждом последующем воздействии, после чего можно дополнительно облучать очаг (очаги) поражения КУФ-облучателем («БОД-9», «БОП-4») 3–4 раза 2–3 биодозами для оказания бактериостатического действия.

Воздействия на очаги высыпаний целесообразно сочетать с УФ-облучением интегрального спектра рефлекторно-сегментарных зон. При пузырьковом лишае в области лица облучению (1–2 биодозы) подвергают шейно-грудной отдел позвоночника, включая паравerteбральные зоны; при поражении половых органов – пояснично-крестцовую область (2–3 биодозы). Облучение каждого поля осуществляют 3–4 раза с увеличением интенсивности воздействия на 1 биодозу.

### *Применение ультрафиолетового облучения при алопеции*

Алопеция (алоресия) – патологическое выпадение волос, чаще всего на волосистой части головы, реже в области лица (ресницы, брови, борода), туловища, конечностей, развивающееся в результате поражения волосяных фолликулов. Этиология заболевания неизвестна, хотя многие авторы придают значение генетическим факторам, эндокринным и иммунным нарушениям, наличию жидкой себореи, тяжелым кожным или другим системным заболеваниям, токсическим инфекционно-аллергическим влияниям. Алопецию разделяют на две клинические формы: нерубцовую и рубцовую, которые характеризуются отсутствием или наличием рубца в очаге облысения.

Применение УФ-излучения наиболее эффективно при нерубцовой алопеции, которая проявляется очаговой, диффузной, себорейной и андрогенетической ее разновидностями. В области волосистой части головы появляются одиночные или множественные очаги облысения круглой формы. В некоторых случаях они увеличиваются в размерах и, сливаясь друг с другом, приводят к суб- или тотальной алопеции. В последние годы появился термин «андрогенетическая» алопеция, которая характеризуется наличием очагов облысения в лобной и теменной областях преимущественно у мужчин.

Одним из основных составляющих комплексного лечения очаговой (гнездовой) алопеции является местное УФ облучение очагов облысения. Обычно используют УФ облучатели, дающие интегральное излучение (400–180 нм) с максимумом спектра в области «В» («ОРК-21 М», «ОКН-11»).

При единичных очагах алопеции раздвигают волосы и облучают лишь участки облысения. При наличии множественных очагов или при диффузной алопеции бреют голову и облучают всю ее волосистую часть, разделив на 4 поля: 2 височных (левое и правое), теменное, начиная с линии роста волос на лбу, и затылочное. Ежедневно облучают 2 поля, не превышающих по площади 300–400 см<sup>2</sup>. Обычно применяют эритемные дозы УФ-излучения (2–3 биодозы), увеличивая дозу при каждом последующем облучении на 25–50%. Каждый пораженный участок головы облучают 3–4 раза с интервалами между процедурами в 2–3 дня. Эритемотерапия расширяет сосуды, улучшает регионарное кровообращение, стимулирует рост волос, снижает избыточную секрецию сальных желез, снимает зуд в области волосистой части головы, нормализует нервную и сосудистую трофику, витаминный и минеральный обмен веществ, оказывает общее стимулирующее действие. При

облучениях головы необходимо закрывать кожу лица, шеи, груди и спины, а глаза защищать темными очками.

Результаты лечения значительно улучшаются при воздействии излучения от УФ-облучателей селективного спектра в области А (400–320 нм) в сочетании с наружным применением фотосенсибилизирующих средств в виде мазей (0,1% 8-метоксипсораленовой, 0,1% пувалена и др.), эмульсий или спиртовых растворов псоралена (0,1%) и бероксана (0,5%), бергамотового масла (10%), меладинина и др. В качестве ДУФ-облучателей используют отечественные модели для облучения головы «ОУГ-1», портативные приборы «ОУН-1» или любые импортные установки для локального загарного действия. При отсутствии ДУФ-облучателей можно применять источники комбинированного селективного спектра (ДУФ + СУФ) или любые приборы, дающие интегральное УФ-излучение («ОКН-11 М»). Фотосенсибилизирующие средства наносят тонким слоем на очаги облысения за 30 мин. или 1 ч до облучения, которое осуществляют с расстояния 15–20 см (иногда 50 см) от облучателя.

Учитывая применение лекарственных препаратов, повышающих чувствительность кожи к УФ-излучению, облучение ДУФ-источниками начинают с небольших субэритемных доз ( $1/2$  биодозы или меньше) с их постепенным увеличением через 1–2 дня, доходя в конце курса лечения до 4–5 биодоз. При этом обязательно определение индивидуальной биодозы.

Наиболее осторожное дозирование рекомендуется при использовании УФ-облучателей интегрального или комбинированного селективного (ДУФ + СУФ) спектра. В последних случаях ФХТ проводят с назначением минимальных субэритемных доз ( $1/8-1/4$  биодозы), с постепенным их увеличением через 1–2 дня на первоначальную дозу, доходя до 3–4 биодоз. Необходимо учесть, что интегральное УФ-излучение оказывает на кожу более мощное действие, которое проявляется выраженной эритемной реакцией и даже явлениями дерматита. Во избежание этих осложнений интегральное УФ-облучение в сочетании с фотосенсибилизирующими средствами целесообразно проводить в осенний или ранний зимний период, когда сезонная чувствительность кожи к УФ-лучам значительно снижена.

При ФХТ дозирование облучений может осуществляться по интенсивности энергии. Первоначальные воздействия рекомендуется проводить дозами 15–25 кДж/м<sup>2</sup>, увеличивая их через каждые 2–3 процедуры на 15 кДж/м<sup>2</sup> и доходя в конце курсового применения до 100–150 кДж/м<sup>2</sup>. При использовании ряда УФ-облучателей для проведения ФХТ интенсивность энергии пересчитана на время воздействия и дана в минутах. Курс лечения при ФХТ составляет 15–20–25 процедур. При очаговой (гнездной) алопеции достаточно проведения 1–2 курсов лечения. При обширных повреждениях, субтотальном или тотальном облысении необходимо назначение 4–6 курсов. Повторные курсы облучений проводят не ранее чем через 1,5–2 мес. Лечебный эффект нередко наблюдается после первого или в начале второго курса лечения, когда в очагах облысения появляются пушковые волосы или отдельные длинные волосы тем-



ного цвета. Если после 2 курсов ФХТ никаких изменений в области очагов облысения не отмечается, то данное лечение следует прекратить из-за его неэффективности.

В интервалах между локальными курсовыми воздействиями целесообразно проведение общих УФ-облучений по общей схеме, оказывающих общеукрепляющее, закалывающее действие, улучшающих витаминный баланс, обмен веществ и процессы иммунитета. Повышение терапевтического эффекта достигается также облучением воротниковой зоны (сегменты  $C_4$ - $Th_2$ ) минимальными, постепенно возрастающими эритемными дозами: 1–1,5 биодозы +  $\frac{1}{2}$ – $\frac{3}{4}$  биодозы до 2–3 биодоз. Обычно воздействуют на 4 зоны: 2 поля сзади в надлопаточной области с правой и левой стороны от позвоночника и 2 поля справа и слева в над- и подключичной зоне. Поочередно каждый день облучают по одному полю указанными дозами. Курс лечения составляет 8–12 облучений. Облучение воротниковой зоны оказывает выраженное нервно-рефлекторное действие на кожно-мышечные структуры головы. Интенсификация обменных процессов и кровообращения в этой зоне улучшает сосудистую и нервную трофику волосяных фолликулов, активизируя митотическую активность клеток их матрикса и нормализуя фазы роста волос.

#### *Применение ультрафиолетового облучения при витилиго*

Витилиго (vitiligo) представляет собой заболевание, связанное с нарушением пигментации кожи, так называемой дисхромией, которая проявляется недостаточностью пигментации – гипохромией. В отличие от врожденной ахромии – альбинизма, витилиго является приобретенным заболеванием. Этиология его до сих пор неясна. В развитии заболевания имеют значение наследственные факторы, нейроэндокринные расстройства в виде недостаточной функции гипофиза, надпочечников, щитовидной железы, а также снижение содержания в крови микроэлементов (железа, меди), дефицит витамина  $B_{12}$ . Заболевание характеризуется исчезновением пигмента на любом участке кожного покрова, что приводит к появлению ограниченных или распространенных белых пятен, нередко расположенных симметрично и окруженных каймой гиперпигментации.

Из физиотерапевтических методов наиболее показано применение УФ-облучения, стимулирующего меланогенез и сниженную функцию ряда эндокринных желез. Достаточно эффективной является ФХТ, которая проводится в нескольких вариантах соответственно клинической картине заболевания: 1) прием внутрь фотосенсибилизирующих препаратов и последующее УФ-облучение очагов депигментации; 2) наружное применение фотосенсибилизирующих средств и последующее УФ-облучение депигментированных участков; 3) прием внутрь фотосенсибилизирующих средств и последующее общее УФ-облучение. Как указывалось ранее, при ФХТ целесообразно использовать селективные источники ДУФ-излучения.

В дерматологической практике при витилиго с обширными и множественными депигментированными участками рекомендуют прием внутрь фотосенсибилизи-

рующих препаратов (бероксана, псоберана, аммифурина, псоралена) из расчета 0,8 мг/кг массы тела, а также пувалена и 8-метоксипсоралена в дозах 0,6 мг/кг. Пациенты принимают препараты 1 раз в день проведения процедуры после еды за 2 ч до УФ-облучения, придерживаясь данной тактики в течение всего курса лечения.

Учитывая значительное повышение чувствительности кожи к УФ-лучам после приема фотосенсибилизаторов, обязательно определение биодозы при использовании длинноволнового или интегрального УФ-облучателя, желательны – на депигментированных участках кожи. Воздействие ДУФ-излучением на участки витилиго начинают с  $\frac{1}{4}$  биодозы, увеличивая ее через каждые 2 процедуры на  $\frac{1}{4}$  биодозы до 4–5 и более биодоз, ориентируясь на появление выраженной эритемы и сохранение ее на депигментированных участках кожи. При наличии в установке ПУВА-терапии устройств, позволяющих дозировать ДУФ-излучение в Дж/м<sup>2</sup>, облучение начинают с минимальных субэритемных доз ( $1,5-2,0 \times 10^4$  Дж/м<sup>2</sup>), повышая дозу через каждые 2–3 процедуры на первоначальную величину и доходя в процессе лечения до  $6-8 \times 10^4$  Дж/м<sup>2</sup>). В дальнейшем последняя (максимальная) доза применяется до конца курсового лечения. В редких случаях конечную дозу увеличивают более значительно. Курс лечения составляет 15–20 облучений, которые назначают 3 раза в неделю (понедельник, среда, пятница).

В процессе лечения после 10–15 ДУФ-облучений на фоне эритемной реакции на депигментированных участках тела начинают появляться очаги пигментации, которые постепенно увеличиваются в размерах, заполняя белые пятна витилиго. Процесс восстановления пигментации у ряда пациентов идет с центра витилигиозного пятна, у других лиц – со стороны окружающей пигментированной кожи, а в некоторых случаях одновременно с центра и с периферии. Полная репигментация пятен чаще всего наступает после 3–5 курсов лечения, которые можно назначать с интервалом в 4–6 недель один после другого. При проведении лечения необходимо рекомендовать больному в летний период года в течение 6–8 ч после приема внутрь фотосенсибилизирующих препаратов носить солнцезащитные очки во избежание развития конъюнктивита.

При наличии у пациента единичных очагов витилиго, вместо приема фотосенсибилизаторов внутрь, целесообразнее использовать их наружное применение, смазывая депигментированные участки в день облучения 0,3% раствором аммифурина, 0,1% растворами псоберана или псоралена, спиртовым раствором меланина (1:1,1:2) или 0,25% 8-метоксипсораленовой или псоберановой мазями. Через 30 мин. или 1 ч после смазывания пораженных очагов фотосенсибилизирующими средствами депигментированные, смазанные участки кожи облучают ДУФ-излучением по местной (локальной) методике. Дозирование ДУФ-лучей осуществляют аналогично тому, что описано выше при приеме фотосенсибилизаторов внутрь, доходя в процессе лечения до более высоких доз  $10-15 \times 10^4$  Дж/м<sup>2</sup>), и продолжая облучение в дальнейшем теми же дозами. Курс лечения составляет 15–20–25 облучений, назначенных 3 раза в неделю. При недостаточном лечебном

эффекте ФХТ курсы лечения повторяют несколько раз (2–4), делая интервалы между ними в 1,0–1,5 мес.

При отсутствии установок для ПУВА терапии сочетанное использование наружного применения фотосенсибилизирующих средств и местных УФ-облучений на депигментированные участки кожи можно проводить с помощью обычных УФ-облучателей, дающих интегральное излучение. Необходимо учесть при этом более выраженную эритемную реакцию кожи, чем при ДУФ-облучениях. Поэтому нужно осуществлять индивидуальное дозирование биологическим методом с определением биодозы у каждого больного. При обычной методике ФХТ УФ-облучение источниками интегрального спектра проводят через 30 мин. или 1 ч после смазывания витилигинозных пятен фотосенсибилизирующим веществом, применяя первоначальные дозы  $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{2}$  биодозы, увеличивая их через процедуру на  $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{2}$  биодозы и доводя и конце курса лечения до 5–6–8 биодоз. Курс лечения составляет 20–25 процедур, назначаемых через день. При курсовом применении УФ облучения необходимо добиваться сохранения эритемы на участках депигментации после разовых воздействий эритемными дозами. Учитывая повышенную чувствительность кожи к УФ-излучению после использования фотосенсибилизаторов, ФХТ целесообразно проводить в осенний период или в начале зимы, когда реакция кожи на УФ-лучи наиболее слабая по сравнению с реакцией весной и в конце зимы.

При наличии множественных депигментированных пятен на разных участках тела применяют ФХТ – прием фотосенсибилизирующих препаратов внутрь (дозы указаны выше) и последующее общее УФ-облучение селективными (ДУФ) или интегральными источниками. Общее УФ-облучение проводят через 2 ч после приема фотосенсибилизаторов, воздействуя в течение одной процедуры на переднюю и заднюю поверхность тела. После определения индивидуальной биодозы через 2 ч после приема фотосенсибилизирующих препаратов начинают облучение с  $\frac{1}{4}$  или  $\frac{1}{2}$  биодозы, постепенно увеличивая ее так же на  $\frac{1}{4}$  или  $\frac{1}{2}$  биодозы и доходя в процессе лечения до 4–6 биодоз, которые затем повторяют до конца лечения, сохраняя эритемную реакцию в области депигментированных пятен. Курс лечения состоит из 20–25 облучений, проводимых через день. По мере надобности повторяют курс лечения с интервалом между ними не менее 1,5 мес. При оценке различных способов ФХТ при витилиго наиболее популярными и эффективными считаются методы локального УФ-облучения депигментированных участков открытых поверхностей тела (лица, шеи и др.). При этом фотосенсибилизирующие препараты могут приниматься внутрь или наноситься на витилигинозные пятна. ФХТ с использованием общего УФ-облучения находит не столь широкое применение.

После проведения ФХТ по любой из описанных выше методик целесообразно использовать средства для защиты облученной кожи лица и других участков тела от солнечного излучения путем их нанесения на кожный покров примерно за 30 мин до выхода из помещения. Эти средства в виде кремов, так называемых

---

фильтров маркируются латинскими буквами SPF (sun protection factor – фактор солнечной защиты). Рядом с показателем стоит цифра, указывающая степень или группу защиты. Многие косметологи считают, что фильтры SPF 15–20 обеспечивают достаточную антиэритемную защиту в течение всего времени нахождения солнцезащитного средства на коже.

# ЛАЗЕРОТЕРАПИЯ

## ВВЕДЕНИЕ

Лазеротерапия – это использование с лечебно-профилактическими целями низкоэнергетического лазерного излучения.

Лазер (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (англ.) – *усиление света в результате вынужденного излучения*) – это техническое устройство, генератор или усилитель лазерного излучения.

На методы лазерной терапии приходится не менее 10 % от общего количества процедур физиотерапии, проводимых больным с различными заболеваниями и патологическими состояниями. Это диктует необходимость соблюдения правил проведения лазерной терапии, основанных на знаниях физических основ этого преформированного физического фактора, а также механизма его взаимодействия с живым организмом.

В настоящее время в большинстве стран мира наблюдается интенсивное внедрение лазерного излучения в биологические исследования и практическую медицину. Уникальные свойства лазерного луча открыли широкие возможности его применения в различных областях: хирургии, терапии и диагностике. Клинические наблюдения показали эффективность лазера ультрафиолетового, видимого и инфракрасного спектров для местного применения на патологический очаг и воздействия на весь организм.

В России лазеры применяются в биологии и медицине уже более 30 лет. За эти годы механизмы действия во многом раскрыты и уточнены. Воздействие низкоинтенсивных лазеров приводит к быстрому стиханию острых воспалительных явлений, стимулирует репаративные (восстановительные) процессы, улучшает микроциркуляцию тканей, нормализует общий иммунитет, повышает резистентность (устойчивость) организма.

В настоящее время доказано, что низкоинтенсивное лазерное излучение обладает выраженным терапевтическим действием.

Лазер или оптический квантовый генератор – это техническое устройство, испускающее свет в узком спектральном диапазоне в виде направленного сфокусированного, высококогерентного монохроматического, поляризованного пучка электромагнитных волн.

В зависимости от характера взаимодействия лазерного света с биологическими тканями различают три вида фотобиологических эффектов:

1. Фотодеструктивное воздействие, при котором тепловой, гидродинамический, фотохимический эффекты света вызывают деструкцию тканей. Этот вид лазерного взаимодействия использует в лазерной хирургии.

2. Фотофизическое и фотохимическое воздействия, при которых поглощенный биотканями свет возбуждает в них атомы и молекулы, вызывает фотохимические и фотофизические реакции. На этом виде взаимодействия основывается применение лазерного излучения как терапевтического.

3. Невозмущающее воздействие, когда биосубстанция не меняет своих свойств в процессе взаимодействия со светом. Это такие эффекты, как рассеивание, отражение и проникновение. Этот вид используют для диагностики (лазерная спектроскопия, лазерная доплеровская флоуметрия).

В лазеротерапии применяются световые потоки низкой интенсивности (плотность мощности обычно не превышает  $100 \text{ мВт/см}^2$ ). В англоязычной литературе существуют следующие определения: Low Level Laser Therapy (LLLT) – низкоинтенсивная лазерная терапия (НИЛТ) или Low-Level Laser Therapy (LELT) – низкоэнергетическая лазерная терапия (НЭЛТ) – это такое воздействие низкоинтенсивным (низкоэнергетическим) лазерным излучением, когда поглощенная участком тела световая энергия не повышает его температуру более чем на  $1^\circ \text{C}$ .

### ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ

Использование естественного света в лечебных целях, вероятно, так же старо, как само человечество. Солнечный свет и вода всегда были для человека максимально близкими и доступными средствами оздоровления, но терапевтические возможности практической медицины намного опережают теоретические познания. Многими исследователями были сделаны важные выводы о неспецифическом влиянии света, о различии механизмов действия разных частей спектра и процессов, происходящих под воздействием света, другими словами, широко изучалось то, что впоследствии будет предметом исследований ученых, получивших более современную экспериментальную аппаратуру и более совершенный инструмент воздействия на биологический объект – лазерный луч.

#### *Исторические вехи*

И. Ньютон (1643–1727) – теория истечения световых корпускул в свете господствующей тогда «корпускулярной» теории света;

Дж.К. Максвелл (1831–1879) – математическое обоснование, что свет есть явление электромагнитное, а световые волны являются электромагнитными;

Г. Герц (1888) – экспериментальное подтверждение существования электромагнитных волн;

А.Г. Столетов (1888) – исследования фотоэлектрического эффекта;

П.Н. Лебедев (1900) – определение светового давления на твердые тела и газы;

М. Планк (1900) – гипотеза, что электромагнитное излучение испускается не непрерывно, а в виде конечных порций энергии – квантов;

Э. Резерфорд (1911) – создание модели атома, получившей название ядерной или планетарной;

Н. Бор (1913) – создание квантовой теории атома и соединение представления об атоме Э. Резерфорда с теорией квантов;

А. Эйнштейн (1916) – изучение процессов спонтанного испускания и поглощения, а также процесса вынужденного излучения. Эта работа явилась ключевым моментом развития квантовой оптики, заложила теоретические основы квантовой электроники и открыла путь к изобретению лазеров;

В.А. Фабрикант, Ф.А. Бутаева и М.М. Водынский (1939–1951) – доказана возможность усиления света посредством стимулированного (вынужденного) излучения, формулировка необходимых для этого условий. Получение экспериментальных подтверждений, что позволило вплотную приблизиться к практическому созданию лазерных генераторов оптического диапазона.

В 1952 г. появились работы Н.Г. Басова и А.М. Прохорова в СССР; Ч. Таунса, Т. Меймана, Дж. Гордона и Х. Цайгера в США; Дж. Вебера в Канаде, в которых был предложен принцип генерации и усиления электромагнитных колебаний, основанный на использовании индуцированного излучения. Были созданы «мазеры» – квантовые усилители и генераторы излучения сверхвысокочастотного электромагнитного диапазона (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation) – то есть усиление микроволн в результате вынужденного излучения.

В 1955–1957 гг. коллективы вышеназванных ученых создали лазеры, за что в 1964 г. получили Нобелевскую премию. Н.Г. Басов, возглавивший в тот период Физический институт РАН, увидел перспективу применения лазеров в медицине и инициировал серию первых фундаментальных научно-исследовательских работ в этом направлении.

Первые исследования биологической активности излучения низкоэнергетических лазеров в красном диапазоне, датированные 1964 г., были проведены в Казанском университете под руководством проф. В.М. Инюшина.

Начиная с середины 70-х годов прошлого века, лазерная терапия значительно расширяет область своего применения. Монохроматический красный свет гелий-неоновых лазеров с успехом используют в лечении заболеваний опорно-двигательного аппарата воспалительного и дегенеративно-дистрофического характера, переломов костей с замедленной консолидацией. Издаются первые методические рекомен-

дации по применению лазеров в травматологии и ортопедии. Лазерная терапия также широко используется для лечения ран и язв, дерматологических заболеваний, ишемической болезни сердца и многих других патологических состояний.

В 1992 г. с целью координации фундаментальных исследований и методических разработок в Москве создан институт лазерной медицины во главе с академиком О.К. Скобелкиным. Ежегодно проводятся международные симпозиумы по лазерной медицине, основными направлениями которой являются лазерная терапия, лазерная хирургия и фотодинамическая терапия. В 1994 г. образована Международная ассоциация по лазерной терапии – The World Association for Laser Therapy (WALT).

### ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В отличие от излучения Солнца, являющегося постоянно действующим экологическим фактором окружающей среды, лазерное излучение получают искусственным путем. Лазерный свет имеет следующие свойства, которые существенно отличаются от обычного света.

Лазерный свет обладает свойством монохроматичности, то есть имеет фиксированную длину волны. Эта особенность сейчас присуща не только лазеротерапии – в последнее десятилетие в физиотерапии сформировалось новое направление светолечения – селективная хромотерапия. Ведущий физический фактор этих аппаратов – монохроматическое, но не когерентное электромагнитное излучение оптического диапазона. В качестве иллюстрации данного свойства можно привести следующие примеры аппаратов для лазеротерапии: гелий-неоновый лазер работает на длине волны 632,8 нм (красный свет видимого спектра), аргоновый лазер – 510,6 нм (зеленый цвет на границе с голубым), гелий-кадмиевый – 440 нм (фиолетово-синий цвет) лазер на парах меди – 578,2 нм (желтый), галлий-арсенидовые полупроводниковые лазеры работают в ближнем ИК оптическом диапазоне («Узор» – 0,89 мкм, «АЛТТ-2» – 0,85 мкм, «АМЛТ» – 0,8 мкм, «АЛТО-05» – 0,8 мкм, «Изель» – 0,86 мкм, «АФДЛ-2» – 0,63 или 0,84, или 0,96 мкм, «Адепт» – 0,63 или 0,85, или 1,3 мкм.

Когерентность – упорядоченность распределения и совпадение фаз электромагнитных колебаний как во времени, так и в пространстве, усиливающих друг друга. Когерентность, в переводе с английского языка (coherence), означает связь, согласованность. А это значит, что в различных точках пространства в одно и то же время или в одной и той же точке в различные отрезки времени световые колебания координированы между собой. В обычных световых источниках кванты света выпускаются беспорядочно, хаотически. В лазере излучение носит вынужденный характер, поэтому генерация фотонов происходит согласованно и по направлению, и по фазе.

Высокая поляризация – закономерное изменение направления и величины вектора излучения в плоскости, перпендикулярной световому лучу, фиксированная ориентация векторов электромагнитного поля в пространстве.



Высокая направленность, то есть лазерное излучение, обладает параллельным, а не радиальным распространением лучей, что обеспечивает ничтожные потери за счет малого угла расхождения и рассеивания при распространении в пространстве. Так, на дистанции 1 км расхождение потока лазерного излучения составляет 20 см. При распространении обычного (некогерентного) излучения эти величины равны 20–25 м. Математически рассчитано, что если подать лазерный луч с Земли на Луну, то его расходимость будет равна всего 1 км. Благодаря оптической фокусировке лазерного излучения (если таковая существует в лазерном приборе) на малой площади можно получить значительную энергетическую плотность – высокую концентрацию энергии в микроскопически малом объеме вещества. При этом лазерное излучение можно использовать и в виде расфокусированного луча, когда есть необходимость облучения участков тела значительной площади.

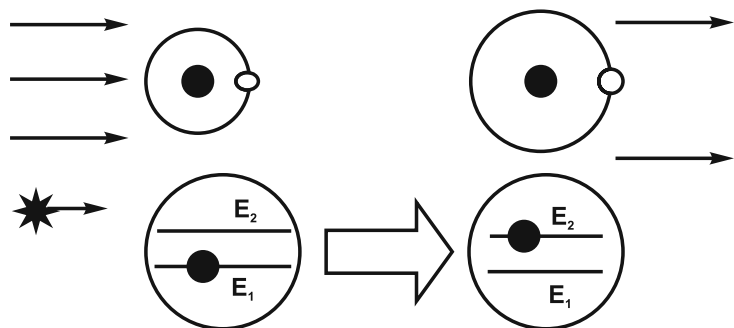
### ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛАЗЕРОТЕРАПИИ

В основе действия квантового генератора лежит открытый А. Эйнштейном тип взаимодействия электромагнитного излучения с веществом – вынужденное испускание.

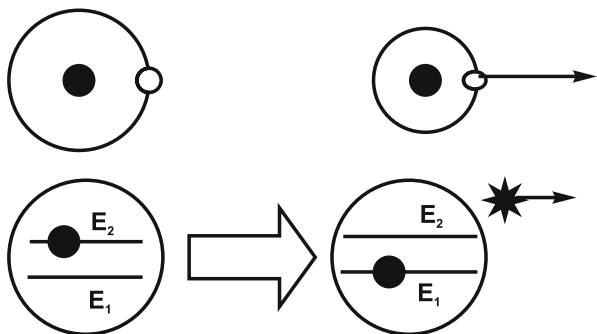
В соответствии с планетарной моделью Э. Резерфорда атомы представляют собой квантово-механические системы, состоящие из ядра и вращающихся вокруг него по определенным орбитам электронов. Начиная со второго элемента периодической системы Д.И. Менделеева, с атома гелия, на каждой заполненной электронной орбите (энергетическом уровне) имеется как минимум два электрона с противоположными спинами. На атомном уровне существует три типа взаимодействия электромагнитного излучения с веществом.

Первый тип взаимодействия – поглощение света заключается в следующем. Атом находится в основном (спокойном, невозбужденном) состоянии. При этом электроны внешней орбиты находятся на ближнем от ядра расстоянии. При воздействии на данный атом светового потока (электромагнитного излучения оптического спектра) один из электронов с энергией  $E_1$  может поглотить пролетающий фотон, квант энергии, и этот электрон перейдет на более удаленную от ядра орбиту. Произойдет акт поглощения света веществом (рис. 39а), атом перейдет в электронно-возбужденное состояние, уровень его энергии повысится и станет  $E_2$ . Число атомов, находящихся в электронно-возбужденном состоянии и обладающих энергией  $E_2$ , называется населенностью энергетического уровня данного вещества.

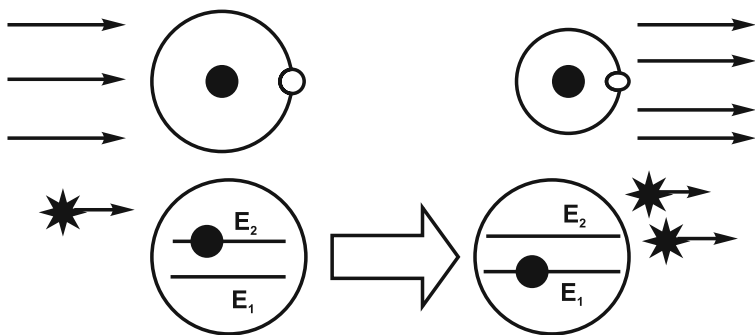
В реальных условиях атом не может постоянно находиться в электронно-возбужденном состоянии, он стремится перейти в основное, отдавая в окружающую среду часть энергии в виде испускания при переходе фотона. При этом происходит второй тип взаимодействия излучения с веществом – акт спонтанного испускания (рис. 39б), а электрон перейдет на ближнюю к ядру орбиту.



а) поглощение света



б) спонтанное испускание света



в) вынужденное испускание света

Рис. 39. Процессы взаимодействия света с веществом.

При третьем типе взаимодействия (рис. 39в) атом исходно находится в электронно-возбужденном состоянии. Попадая под действие светового потока, фотоны которого обладают энергией, равной разнице энергии данного атома в возбужденном и невозбужденном состоянии, этот атом может перейти в основное состояние, испустив соответственно фотон. Испущенный фотон по всем параметрам (энергия, направление движения и др.) будет идентичен фотону, который стимулировал переход. Этот процесс называется вынужденным испусканием, а действующий световой поток фотонов при этом усиливается.

Следовательно, если через вещество, атомы которого находятся в электронно-возбужденном состоянии пропустить световой поток определенной длины волны, энергия фотонов которой равна разнице энергетических уровней атомов данного вещества, то произойдет усиление светового потока в результате вынужденного испускания.

Однако вероятность поглощения фотона атомом, находящимся на нижнем энергетическом уровне (в основном состоянии), равна вероятности того, что этот фотон вызовет вынужденное испускание в атоме, находящемся в электронно-возбужденном состоянии. Для усиления света необходимо, чтобы в среде (веществе) было превышение населенности верхнего энергетического уровня ( $E_2$ ) над нижним ( $E_1$ ), то есть следует создать инверсную заселенность. Процесс ее создания называется накачкой, а среда, в которой создана инверсная заселенность, называется активной.

В квантовом генераторе нет внешнего потока фотонов, инверсная заселенность создается внутри него с помощью различных источников накачки. Существуют следующие способы накачки:

1. Оптический способ. Использование мощной лампы-вспышки.
2. Использование газового разряда в рабочем веществе (активной среде).
3. Использование инжекции (переноса) носителей тока в полупроводниках.
4. Использование электронного возбуждения с помощью облучения в вакууме чистого полупроводника потоком электронов.
5. Тепловой способ. Использование нагревания газа с последующим его резким охлаждением.
6. Химический способ. Использование энергии химических реакций.

Для того, чтобы активная среда излучала когерентный монохроматический свет, необходимо внести обратную связь, то есть часть излученного этой средой светового потока направить обратно в среду для осуществления вынужденного излучения. Положительная обратная связь осуществляется с помощью оптических резонаторов, которые в элементарном варианте представляют собой два соосно (параллельно и по одной оси) расположенных зеркала, одно из которых полупрозрачное, а другое – «глухое», то есть полностью отражает световой поток. Рабочее вещество (активная среда), в котором создана инверсная заселенность, располагают между зеркалами. Вынужденное излучение проходит через активную среду, усиливается,

отражается от зеркала, вновь проходит через среду и еще более усиливается. Через полупрозрачное зеркало часть излучения испускается во внешнюю среду, а часть отражается обратно в среду и снова усиливается. При определенных условиях поток фотонов внутри рабочего вещества начинает лавинообразно нарастать с генерацией монохроматического когерентного света.

На рис. 40 схематично представлен принцип работы оптического резонатора.

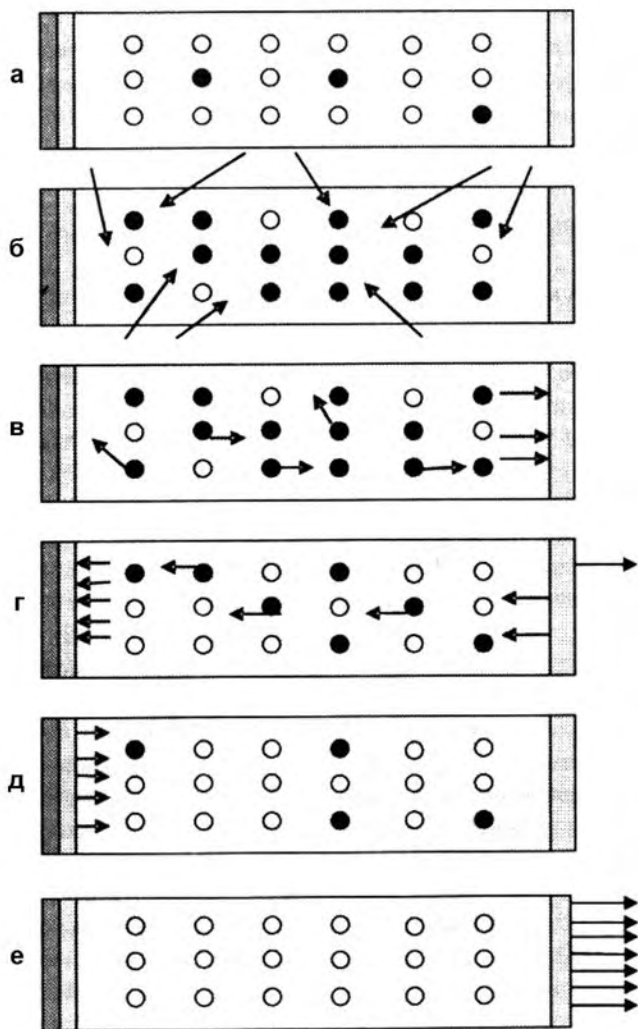
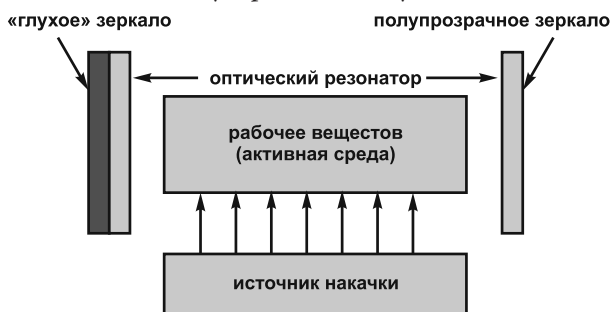


Рис. 40. Принцип работы оптического резонатора.

Преобладающее количество частиц рабочего вещества (рис. 40а), представленные светлыми кружками, находятся в основном состоянии, то есть на нижнем энергетическом уровне. Лишь небольшое количество частиц, представленные темными кружками, находятся в электронно-возбужденном состоянии. При воздействии на рабочее вещество источником накачки (рис. 40б) основное количество частиц переходит в возбужденное состояние (возросло количество темных кружков), создана инверсная заселенность. Далее (рис. 40в) происходит спонтанное излучение некоторых частиц, находящихся в электронно-возбужденном состоянии. Излучение, направленное под углом к оси резонатора, покинет рабочее вещество и резонатор. Излучение, которое направлено вдоль оси резонатора, подойдет к зеркальной поверхности. У полупрозрачного зеркала (рис. 40г) часть излучения пройдет сквозь него в окружающую среду, а часть отразится и снова направится в рабочее вещество, вовлекая в процесс вынужденного излучения частицы, находящиеся в возбужденном состоянии.

У «глухого» зеркала весь лучевой поток отразится и вновь пройдет рабочее вещество, индуцируя излучение всех оставшихся возбужденных частиц (рис. 40д). На рисунке 40е отражена ситуация, когда все возбужденные частицы отдали свою запасенную энергию, а на выходе резонатора, на стороне полупрозрачного зеркала образовался мощный поток индуцированного излучения.



**Рис. 41.** Принципиальная схема устройства лазера.

Основные конструктивные элементы лазеров включают в себя рабочее вещество с определенными энергетическими уровнями составляющих их атомов и молекул, источник накачки, создающий инверсную заселенность в рабочем веществе, и оптический резонатор. Существует большое количество различных лазеров, однако все они имеют одну и ту же достаточно простую принципиальную схему устройства, которая представлена на рис. 41.

Исключение составляют полупроводниковые лазеры из-за своей специфики, поскольку у них все особенное: и физика процессов, и методы накачки, и конструкция. Полупроводники представляют собой кристаллические образования. В отдельном атоме энергия электрона принимает строго определенные дискретные

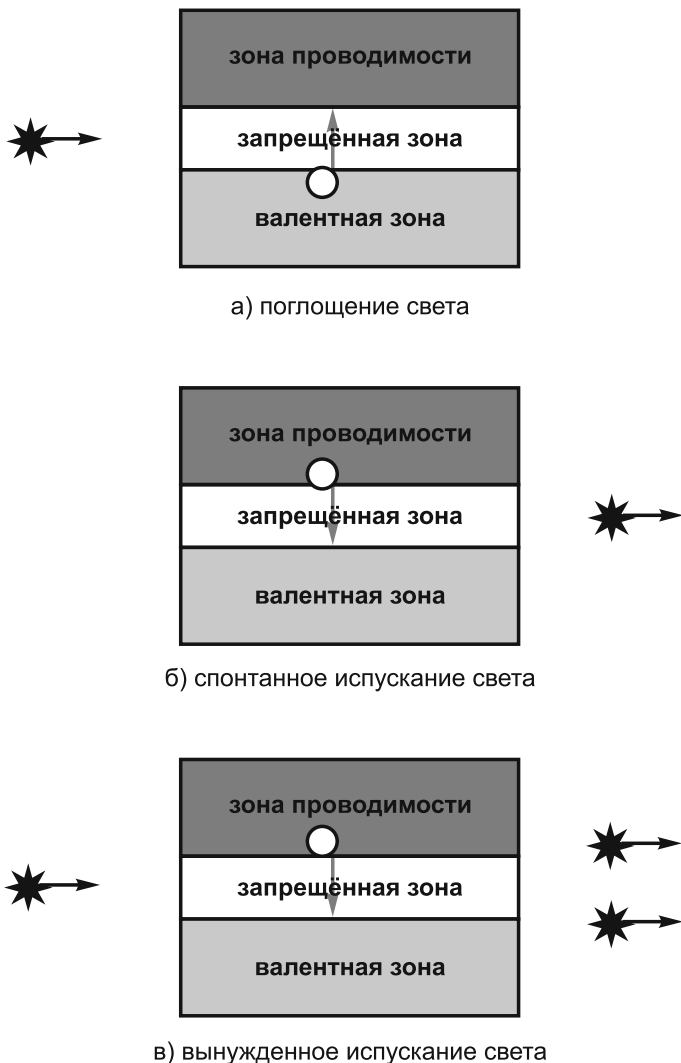
значения, и поэтому энергетические состояния электрона в атоме описываются на языке уровней. В кристалле полупроводника энергетические уровни образуют энергетические зоны. В чистом, не содержащем каких-либо примесей полупроводнике имеются две зоны: так называемая валентная зона и расположенная над ней (по шкале энергий) зона проводимости. Между ними имеется промежуток запрещенных значений энергии, который называется запрещенной зоной. При температуре полупроводника, равной абсолютному нулю, валентная зона должна быть полностью заполнена электронами, а зона проводимости должна быть пустой. В реальных условиях температура всегда выше абсолютного нуля. Но повышение температуры приводит к тепловому возбуждению электронов, часть из них перескакивает из валентной зоны в зону проводимости. В результате этого процесса в зоне проводимости появляется некоторое (относительно небольшое) количество электронов, а в валентной зоне до ее полного заполнения будет не хватать соответствующего количества электронов. Электронная вакансия в валентной зоне представляется положительно заряженной частицей, которая именуется дыркой. Квантовый переход электрона через запрещенную зону снизу вверх рассматривается как процесс генерации электронно-дырочной пары, при этом электроны сосредоточены у нижнего края зоны проводимости, а дырки – у верхнего края валентной зоны. Переходы через запрещенную зону возможны не только снизу вверх, но и сверху вниз. Такой процесс называется рекомбинацией электрона и дырки.

При облучении чистого полупроводника светом, энергия фотонов которого несколько превышает ширину запрещенной зоны, в кристалле полупроводника могут совершаться три типа взаимодействия света с веществом: поглощение, спонтанное испускание и вынужденное испускание света (рис. 42). Первый тип взаимодействия возможен при поглощении фотона электроном, находящимся вблизи верхнего края валентной зоны. При этом энергетическая мощность электрона станет достаточной для преодоления запрещенной зоны, и он совершит квантовый переход в зону проводимости (рис. 42а). Спонтанное испускание света возможно при самопроизвольном возвращении электрона из зоны проводимости в валентную зону с испусканием кванта энергии – фотона (рис. 42б). Внешнее излучение может инициировать переход в валентную зону электрона, находящегося вблизи нижнего края зоны проводимости. Результатом этого, третьего типа взаимодействия света с веществом полупроводника будет рождение вторичного фотона, идентичного по своим параметрам и направлению движения фотону, инициировавшему переход (рис. 42в).

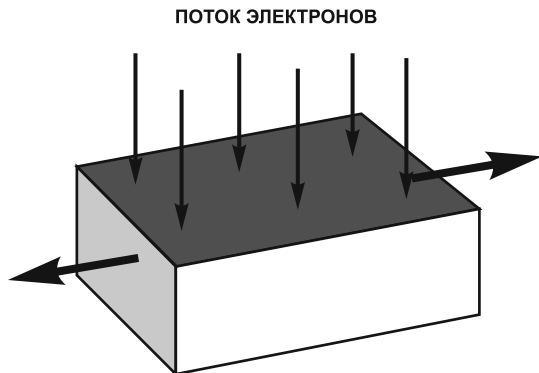
Для генерации лазерного излучения необходимо создать в полупроводнике инверсную заселенность «рабочих уровней» – создать достаточно высокую концентрацию электронов у нижнего края зоны проводимости и соответственно высокую концентрацию дырок у края валентной зоны.

Для этих целей в чистых полупроводниковых лазерах обычно применяют накачку потоком электронов (рис. 43). Зеркалами резонатора являются отполиро-

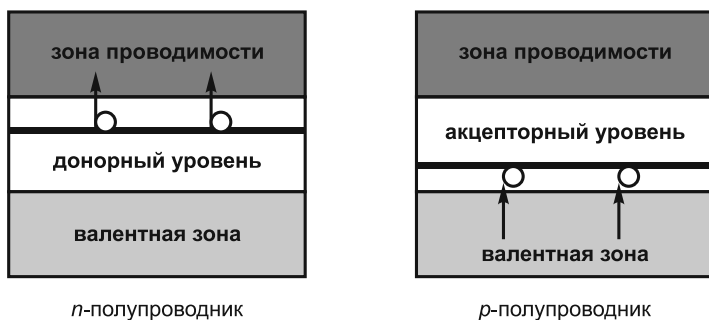
ванные грани кристалла полупроводника. Недостатком таких лазеров является то, что многие полупроводниковые материалы генерируют лазерное излучение лишь при очень низких температурах, а бомбардировка кристаллов полупроводников потоком электронов вызывает его сильное нагревание. Это требует наличия дополнительных охлаждающих устройств, что усложняет конструкцию аппарата и увеличивает его габариты.



**Рис. 42.** Процесс взаимодействия света с веществом чистого полупроводника.



**Рис. 43.** Схема работы чистого полупроводникового лазера с электронной накачкой.



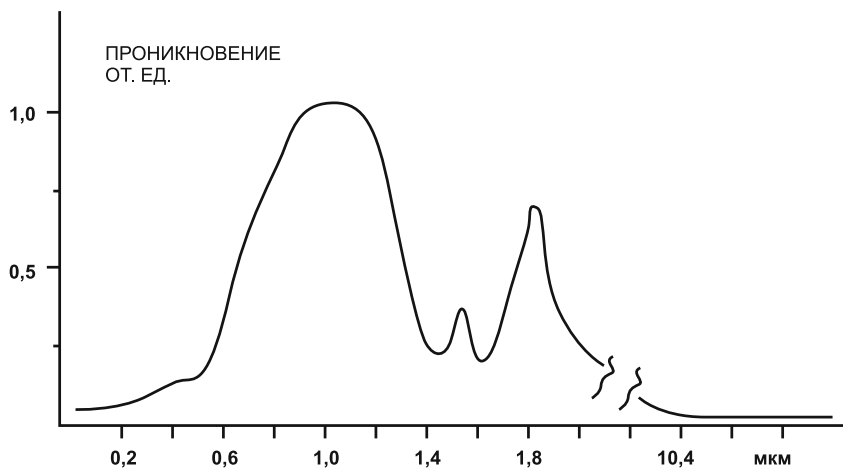
**Рис. 44.** Схема энергетических переходов в примесных *p*- и *n*-полупроводниках.

Свойства полупроводников с примесями существенно отличаются от свойств беспримесных, чистых полупроводников. Это обусловлено тем, что атомы одних примесей легко отдают в зону проводимости по одному из своих электронов. Эти примеси называются донорными, а полупроводник с такими примесями – *n*-полупроводником. Атомы других примесей, напротив, захватывают по одному электрону из валентной зоны, и такие примеси являются акцепторными, а полупроводник с такими примесями – *p*-полупроводником. Энергетический уровень примесных атомов располагается внутри запрещенной зоны: у *n*-полупроводников – недалеко от нижнего края зоны проводимости, у *p*-полупроводников – вблизи верхнего края валентной зоны (рис. 44).

Если в этой области создать электрическое напряжение так, чтобы со стороны *p*-полупроводника был положительный полюс, а со стороны *n*-полупроводника отрицательный, то под действием электрического поля электроны из *n*-полупроводника и дырки из *p*-полупроводника будут перемещаться (инжектироваться) в область *p-n*-перехода.



При рекомбинации электронов и дырок будут испускаться фотоны, а при наличии оптического резонатора возможна генерация лазерного излучения.



**Рис. 45.** Схема конструкции и работы инжекционного полупроводникового лазера: 1 – анод; 2 – *p*-полупроводник; 3 – зона *p-n*-перехода; 4 – *n*-полупроводник; 5 – катод.

Зеркалами оптического резонатора являются отполированные грани кристалла полупроводника, ориентированные перпендикулярно плоскости *p-n*-перехода (рис. 45). Такие лазеры отличаются миниатюрностью, поскольку размеры полупроводникового активного элемента могут составлять около 1 мм.

### КЛАССИФИКАЦИЯ ЛАЗЕРОВ

В зависимости от рассматриваемого признака все лазеры подразделяются следующим образом.

*Первый признак.* Принято различать лазерные усилители и генераторы. В усилителях на входе подается слабое лазерное излучение, а на выходе оно соответственно усиливается. В генераторах нет внешнего излучения, оно возникает в рабочем веществе за счет его возбуждения с помощью различных источников накачки. Все медицинские лазерные аппараты являются генераторами.

*Второй признак.* Физическое состояние рабочего вещества. В соответствии с этим, лазеры подразделяются на твердотельные (рубиновые, сапфировые и др.), газовые (гелий-неоновые, гелий-кадмиевые, аргоновые, углекислотные и др.), жидкостные (жидкий диэлектрик с примесными рабочими атомами редкоземельных металлов) и полупроводниковые (арсенид-галлиевые, арсенид-фосфид-галлиевые, селенид-свинцовые и др.).

*Третий признак.* Способ возбуждения рабочего вещества. В зависимости от источника возбуждения различают лазеры с оптической накачкой, с накачкой за счет газового разряда, электронного возбуждения, инъекции носителей заряда, с тепловой, химической накачкой и некоторые другие.

*Четвертый признак.* Спектр излучения лазера. Если излучение сосредоточено в узком интервале длин волн, то принято считать лазер монохроматичным и в его технических данных указывается конкретная длина волны; если в широком интервале, то следует считать лазер широкополосным и указывается диапазон длин волн.

*Пятый признак.* По характеру излучаемой энергии различают импульсные лазеры и лазеры с непрерывным излучением. Не следует смешивать понятия импульсный лазер и лазер с частотной модуляцией непрерывного излучения, поскольку во втором случае мы получаем по сути дела прерывистое излучение различной частоты. Импульсные лазеры обладают большой мощностью в одиночном импульсе, достигающей  $10^6$  Вт, тогда как их среднеимпульсная мощность, определяемая по соответствующим формулам, сравнительно невелика. У непрерывных лазеров с частотной модуляцией мощность в так называемом импульсе ниже мощности непрерывного излучения.

*Шестой признак.* По средней выходной мощности излучения. В соответствии с этим лазеры подразделяются на:

- высокоэнергетические (создаваемая плотность потока мощности излучения на поверхности биообъекта – свыше  $10 \text{ Вт/см}^2$ );
- среднеэнергетические (создаваемая плотность потока мощности излучения на поверхности биообъекта – от  $0,4$  до  $10 \text{ Вт/см}^2$ );
- низкоэнергетические (создаваемая плотность потока мощности излучения на поверхности биообъекта – менее  $0,4 \text{ Вт/см}^2$ ).

Есть мнение, что низкоэнергетическое лазерное излучение подразделяют на:

- мягкое (плотность потока мощности на облучаемой поверхности – до  $4 \text{ мВт/см}^2$ );
- среднее (плотность потока мощности на облучаемой поверхности – от  $4$  до  $30 \text{ мВт/см}^2$ );
- жесткое (плотность потока мощности на облучаемой поверхности – более  $30 \text{ мВт/см}^2$ ).

*Седьмой признак.* В соответствии с «Санитарными нормами и правилами устройства и эксплуатации лазеров № 5804-91» по степени опасности генерируемого излучения для обслуживающего персонала лазеры подразделяются на четыре класса. В физиотерапевтических отделениях разрешено использовать аппаратуру 1–2–3А классов. Лазеры 3В и 4 классов запрещены для применения в лечебных целях.

К лазерам первого класса относятся такие технические устройства, выходное коллимированное (заклученное в ограниченном телесном угле) излучение которых не представляет опасность при облучении глаз и кожи человека. Это лазерные изделия, безопасные при предполагаемых условиях эксплуатации

*Лазеры второго класса* – это устройства, выходное излучение которых представляет опасность при облучении глаз прямым и зеркально отраженным излучением. Это лазерные изделия, генерирующие видимое излучение в диапазоне волн от 400 до 700 нм. Защита глаз обеспечивается естественными реакциями, включая рефлекс мигания.

*Лазеры третьего класса* – это устройства, выходное излучение которых представляет опасность при облучении глаз прямым и зеркально отраженным, а также диффузно отраженным излучением на расстоянии 10 см от диффузно отражающей поверхности, и (или) при облучении кожи прямым и зеркально отраженным излучением. Класс 3А. Это лазерные изделия, безопасные для наблюдения незащищенным глазом. Для лазерных изделий, генерирующих излучение в диапазоне длин волн от 400 до 700 нм, защита обеспечивается естественными реакциями, включая рефлекс мигания. Для других длин волн опасность для незащищенного глаза не больше, чем для класса 1. Класс 3В. Непосредственное наблюдение таких лазерных изделий всегда опасно.

*Лазеры четвертого класса* – это устройства, выходное излучение которых представляет опасность при облучении кожи диффузно отраженным излучением на расстоянии 10 см от диффузно отражающей поверхности. Это лазерные изделия, создающие опасное рассеянное излучение. Они могут вызвать поражение кожи, а также создать опасность пожара. При их использовании следует соблюдать особую осторожность.

### ОСНОВНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЛАЗЕРОТЕРАПИИ. ДОЗИРОВАНИЕ

$W$  – мощность лазерного излучения (мВт). В аппаратуре наиболее часто (для лазеров непрерывного действия) – от 2–5 до 50 мВт. Замер мощности с помощью специальных приборов – измерителей мощности ИПМ-1, ИПМ-2 и др. должен осуществляться не реже 1 раза в год.

ППМ – плотность потока мощности (мВт/см<sup>2</sup>).

$$\text{ППМ} = W/S,$$

где:  $W$  – мощность лазерного излучения;  $S$  – площадь облучаемой поверхности.

В зависимости от области воздействия и характера патологического процесса ППМ лазерного излучения в физиотерапии колеблется от 0,3 до 100 мВт/см<sup>2</sup>. Для стимуляции регенерации тканей чаще используют ППМ 10–25 мВт/см<sup>2</sup>, для стимуляции микроциркуляции (МЦ) и создания противовоспалительного эффекта – ППМ 30–50 мВт/см<sup>2</sup>, для создания анальгезирующего действия – 50–100 мВт/см<sup>2</sup>. На рефлексогенные зоны и акупунктурные точки рекомендуется использовать энергетическую облученность не более 30 мВт/см<sup>2</sup>.

Доза облучения ( $D$ ) за одну процедуру (Дж/см<sup>2</sup>) вычисляется по формуле

$$D = \text{ППМ} \times t,$$

где: ППМ – плотность потока мощности (мВт/см<sup>2</sup>), t – продолжительность процедуры (с). Нормативом Δ за одну процедуру является 40 Дж.

Доза облучения за курс лечения (Δ курс). Вычисляется по формуле

$$\Delta \text{ курс} = \Delta \times n,$$

где: Δ – доза облучения за одну процедуру, n – количество процедур в курсе лечения.

Максимальная энергетическая нагрузка на курс лечения не должна превышать 600 Дж.

При применении красных и ИК-лазеров с непрерывным режимом генерации излучения используют единые принципы дозирования и расчеты, а также методики контактные и дистанционные. Однако при лечебных воздействиях ИК-лазерными излучениями имеются некоторые особенности. Преимущественно при использовании ИК-лазеров применяют контактные методики, хотя возможны и дистанционные. В отличие от красных гелий-неоновых лазеров у ИК-полупроводниковых лазеров расходимость лазерного пучка достаточно высокая, поэтому не требуется специальных оптических расфокусирующих насадок. Причем при дистанционном облучении ИК-полупроводниковым лазером форма лазерного пучка эллипсоидная.

Сложность дистанционной методики при использовании ИК-лазерных излучений заключается в том, что они не видимы. В этом случае исключается визуальный контроль во время процедуры и затрудняется более точная локализация воздействия на патологический очаг. Поэтому при применении дистанционных методик (облучение инфицированных ран, нагноившихся язв и т.п.), рекомендуется устанавливать расстояние от излучателя до объекта не более 1–2 см (с учетом эллипсоидной формы лазерного расфокусированного пучка и уменьшения ППМ при увеличении расстояния).

Установлено, что при дозе облучения, равной 0,5 Дж/см<sup>2</sup>, наиболее отчетливо проявляется стимуляция репаративных процессов в поврежденных тканях. При дозе 1–2 Дж/см<sup>2</sup> проявляется обезболивающее, седативное действие, стимулируется МЦ. При дозе 2–3 Дж/см<sup>2</sup> выражено противовоспалительное действие. Дозу равную 4 Дж/см<sup>2</sup> и более на одно поле применять не рекомендуется.

При использовании лазеров с импульсной генерацией излучения расчеты интенсивности воздействия более сложные. Необходимо знать максимальную мощность лазерного излучения в импульсе, длительность импульса, а также частоту следования импульсов.

Поглощенную дозу лазерного излучения можно определить с помощью специального прибора – биофотометра. Это наиболее точный способ дозирования лазерной энергии, все другие способы не позволяют рассчитать индивидуальные, эффективные параметры. В связи с этим организм может получать значительно большую энергетическую нагрузку, чем требуется. При этом следует подчеркнуть, что вопросы биофотометрии еще недостаточно разработаны, нет промышленного

серийного выпуска биофотометров. По мнению В.Е. Илларионова (1992), перспективным является метод оптико-акустической спектрофотометрии, которая имеет большие технические возможности. Указанный метод имеет достаточно широкий диапазон восприятия длин волн отраженного луча – от 430 до 1100 нм.

Расчет интенсивности низкоэнергетического лазерного излучения с импульсной генерацией осуществляется следующим образом. Вначале рассчитывается энергия излучения ( $\mathcal{E}$ ).

$$\mathcal{E} = f \times W \times t,$$

где:  $f$  – частота (Гц),  $W$  – мощность в импульсе на данной частоте (Вт),  $t$  – средняя длительность импульса ( $n \times c$ ).

Далее рассчитываем дозу облучения ( $\Delta$ ):

$$\Delta = \mathcal{E} \times t,$$

где  $\mathcal{E}$  – энергия излучения,  $t$  – время процедуры (с).

Для гелий-неонового лазера воздействие на одно поле не должно превышать 5 мин., общая продолжительность процедуры – 25 мин. (не более 5 полей с площадью каждого не более 80 см<sup>2</sup>). Общая площадь воздействия до 400 см<sup>2</sup>.

Для ИК-лазера – воздействие на одно поле не должно превышать 3 мин., общая продолжительность процедуры – 15 мин. (не более 5 полей с площадью каждого не более 80 см<sup>2</sup>). Общая площадь воздействия до 400 см<sup>2</sup>.

Для всех типов лазеров среднее количество процедур на курс лечения составляет 12–14, но при необходимости их число можно доводить до 20. Повторный курс возможен через 6 месяцев.

Дозирование импульсных лазеров от частоты. Низкие частоты следования импульсов (от 1 до 50 Гц) оказывают стимулирующее влияние на репаративные процессы и функцию клеток; стимуляция МЦ наиболее эффективна при частоте 10 Гц; частоты от 50 до 100 Гц оказывают гипотензивное действие; частоты 100–150 Гц – обезболивающее и стимулирующее влияние; частоты 1000–3000 Гц – выраженный противовоспалительный эффект. Излучение выше 1000 Гц нежелательно, так как воспринимается биологической тканью как непрерывное.

Процедуры лазеротерапии проводят в удобном для больного положении – лежа или сидя. Участок тела, подлежащий облучению, обязательно обнажают. При лечении ран иногда прибегают к инфракрасному лазерному облучению через перевязочный материал, коэффициент пропускания излучения которого составляет 15–18 %. Во время процедуры больной в месте воздействия может ощущать слабое тепло.

При лазеротерапии облучают непосредственно очаг поражения, кожную проекцию пораженного органа или сосуда, рефлексогенные зоны или точки акупунктуры (лазеропунктура). Процедуры проводят расфокусированным или сфокусированным лазерным лучом. Различают контактную, дистантную и зеркально-контактную методики. Во многих методиках лазеротерапии используется компрессия мягких тканей, которая повышает глубину проникновения и терапев-

тическую эффективность лазерного излучения. Если требуется облучить большой участок, его разделяют на несколько полей площадью не более 80 см<sup>2</sup> каждый. Воздействие на них осуществляют расфокусированным лучом поочередно или, при лабильной методике, излучатель медленно перемещают по спирали к центру с захватом здоровых участков кожи на 3–5 см по периметру патологического очага (сканирование лазерным лучом). При проведении лазеропунктуры излучение направляют на акупунктурные точки, рекомендуемые при соответствующем заболевании в классической рефлексотерапии. Время воздействия на каждую точку от 20 (возбуждающая методика) до 60 с (тормозная методика), суммарная продолжительность процедуры – не больше 5–10 мин.

Облучение чаще проводят с расстояния 25–30 см от поверхности тела или контактно (с компрессией или без нее) через световод. На рефлексогенные зоны и акупунктурные точки рекомендуется использовать энергетическую облученность не более 30 мВт/см<sup>2</sup>, чаще – до 5 мВт/см<sup>2</sup>. Курс лечения составляет обычно до 10–15 процедур, проводимых ежедневно. При соответствующих показаниях повторные курсы лечения низкоэнергетическим лазерным излучением можно проводить не раньше, чем через 2–3 месяца.

В выборе дозы облучения сегодня большинство авторов придерживаются следующего подхода. «Предел насыщения» биологических тканей для электромагнитного излучения с длиной волны 632,8 нм составляет около 5 Дж/см<sup>2</sup>. При приближении к дозе 10 Дж/см<sup>2</sup> и превышении ее наблюдается ингибирующий эффект, а в области 30–40 Дж/см<sup>2</sup> – повреждающее действие. Для инфракрасного излучения поглощенные дозы излучения, вызывающие ингибирующий и повреждающий эффекты, существенно сдвинуты в сторону больших значений, что обусловлено более низкой энергетической мощностью фотонов.

Согласно многочисленным данным, эффективность лазеротерапии зависит от длины волны излучения. В отношении выбора рабочей длины волны лазерного воздействия можно высказать следующие соображения.

При воспалительных процессах в стадии альтерации и экссудации наиболее целесообразно применение лазерного излучения в ультрафиолетовом диапазоне; в стадии пролиферации и регенерации, а также при вялотекущих воспалительных и дегенеративных процессах – лазерное излучение красного и инфракрасного диапазонов.

Длина волны лазерного излучения исходно определяет глубину проникновения действующего фактора. Поэтому при поверхностном расположении патологического очага воздействуют лазерами видимого или ультрафиолетового диапазонов, а при глубокой локализации патологического процесса используют инфракрасные лазеры. Инфракрасному лазерному излучению отдают предпочтение и при наружном лазерном облучении крови. В последние годы все большее распространение получает многоцветная лазерная терапия, основанная на последовательном использовании лазерного излучения нескольких длин волн.

Весьма перспективным являются методики внутриорганных (внутриполостных) лазерных воздействий, когда излучение подводят к очагу поражения посредством эндоскопической аппаратуры при помощи световода либо оптических насадок в полостные органы, а также внутритканевая (внутрикостная, периостальная, миофасциальная) лазеротерапия, при которой доставка излучения осуществляется через полую иглу с использованием световода. Все большее распространение получают различные варианты биоуправляемой лазеротерапии. При биосинхронизированной лазеротерапии для воздействия используется лазерное излучение, подвергнутое амплитудной модуляцией частотой пульса и (или) дыхания. Лазерная хромотерапия основана на учете биоритмов пациента при выборе времени воздействия.

### МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРОТЕРАПИИ

Взаимодействие с биообъектом НЛИ сопровождается отражением, рассеиванием и поглощением лазерной энергии. Первыми на пути проникновения лазерной энергии в биообъект лежат кожные покровы. Коэффициент отражения кожей может достигать 55 % и зависит от различных причин: охлаждение участка воздействия < отражение на 10–15 %; у женщин отражение на 5–7 % выше, чем у мужчин; у лиц старше 60 лет отражение меньше по сравнению с молодыми; увеличение угла падения луча ведет к возрастанию отражения в десятки раз. Существенное влияние на отражение оказывает цвет кожных покровов: чем темнее, тем отражение ниже.

Проникающее в ткань НЛИ подвергается многократному рассеиванию и поглощению различными биологическими структурами. Биологические ткани в большинстве случаев являются интенсивно рассеивающими средами, толщина и структура их сильно влияет на поглощение НЛИ. Максимум пропускания тканями излучения находится в области 1,1 мкм (кожа человека на длине волны 1,06 мкм отражает 36 % излучения).

Глубина проникновения НЛИ в биообъект зависит от длины электромагнитной волны. В области диапазона длин волн 650–1200 нм наблюдается так называемая оптическая прозрачность биологических тканей. При этом наибольшей проникающей способностью обладают волны ближнего ИК-диапазона (при длине волны 950 нм – до 70 мм). Для волн от 450 до 590 нм (аргоновый лазер) – глубина проникновения лазерного луча составляет 0,5–2,5 мм. Сигнал излучения красного лазера (0,63 мкм) проникает до 15–20 мм. Резкое уменьшение проникающей способности отмечается в дальнем ИК-диапазоне волн (более 1,5 мкм) – до долей миллиметра. Глубина проникновения НЛИ зависит не только от длины волны, но и от поглощающих свойств различных тканей. Так, в диапазоне от 600 до 1400 нм кожа поглощает 25–40 % излучения, мышцы и кости – 30–80 %, паренхиматозные органы – до 100 %.

В механизме лечебного действия НЛИ имеется несколько последовательных фаз и первая из них – поглощение энергии – организм человека является физическим телом. В этой фазе все процессы подчиняются физическим законам. При поглоще-

нии световой энергии возникают различные **физические процессы**, основными из которых являются внешний и внутренний фотоэффекты, электролитическая диссоциация молекул, образование свободных радикалов и так называемое многофотонное поглощение.

При поглощении веществом кванта света один из электронов, находящихся на нижнем энергетическом уровне атома переходит на верхний энергетический уровень и переводит атом или молекулу в возбужденное (синглетное или триплетное) состояние.

При внешнем фотоэффекте электрон, поглотив фотон, покидает вещество. Чаще при воздействии НЛИ мы имеем дело с внутренним фотоэффектом, когда электрон, захватив фотон, остается в веществе и переходит на более высокие энергетические уровни. Основными его проявлениями являются изменение электропроводности полупроводника под действием света (явление фотопроводимости) и возникновение разности потенциалов между участками освещаемого биообъекта (возникновение фотоэлектродвижущей силы – фото ЭДС). В результате перехода в возбужденное состояние части атомов или молекул облучаемого вещества происходит изменение диэлектрической проницаемости этого вещества (фотодиэлектрический эффект).

Внутренний фотоэффект бывает нескольких видов, основные из которых: 1) возникновение вентильной (барьерной) фото ЭДС в зоне перехода; 2) возникновение диффузной фото ЭДС (эффект Дембера); 3) фотомангнетический эффект Кикоина – Носкова – возникновение фото ЭДС при освещении полупроводника, помещенного в постоянное магнитное поле. Эффект Кикоина – Носкова наиболее продуктивен – возникает наибольшая ЭДС – в несколько десятков вольт, что является основой повышенной терапевтической эффективности при магнитолазерной терапии.

Кроме указанных явлений НЛИ нарушает слабые взаимодействия атомов и молекул облученного вещества (ионные, ион-дипольные, водородные, гидрофильные связи), при этом проявляются свободные ионы, то есть происходит электролитическая диссоциация. При больших интенсивностях и особенно при импульсном лазерном воздействии может происходить ионизация биологических молекул, образование в тканях свободных радикалов. Обладая значительной химической активностью, они индуцируют различные биохимические изменения в клетках и тканях.

При большей энергетической плотности НЛИ можно получить еще одно физическое явление – многофотонное поглощение. При этом, в отличие от обычного поглощения света два или более фотонов участвуют в едином акте светоабсорбции. Облучаемый материал как бы испытывает воздействие радиации с длиной волны вдвое, втрое, вчетверо и т.д. Меньшей, чем длина волны исходного лазерного излучения. Так, при 2-фотонном поглощении излучения неодимового лазера (длина волны 1060 нм) в тканях будут наблюдаться изменения, характерные для зеленого света (длина волны 530,0 нм), а при 4-фотонном поглощении возникающие эффекты будут соответствовать действию УФ излучения с длиной волны 265 нм.



Представляют интерес и ряд механических эффектов, которые имеют место при значительных интенсивностях энергии и импульсном характере воздействия:

1. Давление света обусловлено тем, что фотон обладает определенным количеством движения.

2. Электрострикция возникает в результате контакта электрического поля световой волны и диэлектрика, что создает дипольный момент и приводит к возникновению механического вращательного момента.

3. Давление отдачи возникает в результате извержения частиц материала с поверхности облучаемого объекта, что ведет к механическому импульсу направленного по ходу луча лазера.

4. Тепловое объемное расширение связано с быстрым нагревом облученного участка и локальным объемным увеличением ткани, что ведет к импульсу давления.

5. Внутреннее парообразование.

Значительная часть энергии НЛИ превращается в тепло. Причем больше страдают ткани, прилегающие к волосяным фолликулам, где находятся скопления меланиновых гранул. Эти интенсивно пигментированные микроучастки поглощают больше энергии НЛИ и обуславливают их более интенсивное повреждение.

Дальнейшая миграция и трансформация энергии электронного возбуждения тканей биообъекта при НЛИ запускает ряд **физико-химических** процессов в организме.

- Образование электронных возбужденных состояний, что приводит к образованию электронных возбужденных состояний молекул и изменению энергетической активности клеточных мембран, роль которых неоспорима во всех функциях клетки.

- Эти процессы повышают биоэнергетику клетки за счет стимуляции окислительного фосфорилирования (идет усиленная наработка в митохондриях клетки АТФ, нормализуется работа  $K^+ - Na^+$  насосов клетки со всеми вытекающими последствиями для организма человека в целом.

- Влияние НЛИ на конформационные переходы макромолекул. Это особенно касается клеточных мембран. Под действием НЛИ изменяется форма их двойного липидного слоя.

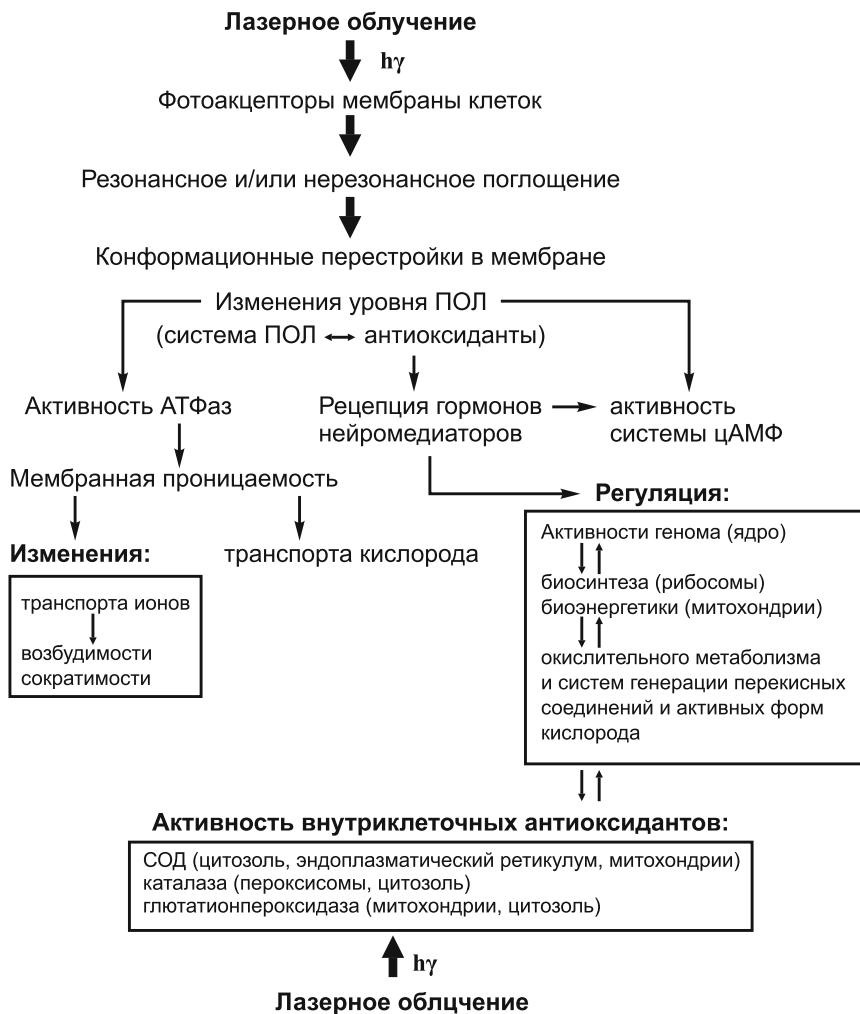
- Структурная альтерация вещества. Биожидкости обладают структурной альтерацией («памятью») – лазер индуцирует в них структурно-оптические эффекты, при этом биораствор играет роль матрицы, на которой протекают биохимические реакции.

- Образование продуктов фотолиза, изменение вследствие этих и других реакций рН среды.

- Антиоксидантные физико-химические эффекты лазерной терапии (рис. 46).

Изменения в мембранах под влиянием видимого и ИК лазерного излучения способствует изменению спектра их фосфолипидных компонентов. В результате мембраны обогащаются фракциями фосфолипидов с более низкой температурой

фазового перехода, благодаря чему повышается их антиокислительная активность. Таким образом, создается физико-химическая основа антиоксидантного действия НЛИ, которое можно рассматривать как структурный антиоксидант физической природы, не отличающийся по конечному результату своего действия от химических антиоксидантов естественного и искусственного происхождения.



**Рис. 46.** Механизмы антиоксидантного действия лазеротерапии.

Рассмотренные выше антиоксидантные ферменты находятся в плазме крови и также меняют свою активность при лазерных воздействиях (особенно при внутривенной

лазеротерапии), регулируя свободнорадикальные процессы, обеспечивая стабильный уровень перекисного окисления (ПОЛ) в ней. Важно влияние НЛИ на образование и активность плазменных компонентов, регулирующих релаксацию сосудов: кининов, гистамина, серотонина и оксида азота, которые либо сами обладают антиоксидантными свойствами, либо их функционирование сопряжено с участием антиоксидантов.

Медьсодержащая оксидаза плазмы крови – церулоплазмин обладает свойствами антиоксиданта, предотвращая ПОЛ и защищая от деградации ДНК и клеточные мембраны.

При НЛИ меняются физико-химические свойства мембран эритроцитов, система транспорта кислорода и в итоге оксигенация тканей. Супероксиддисмутаза и каталаза эритроцитов выступают в роли мощных ингибиторов свободно-радикальных процессов, предотвращая лизис клеток и участвуя в поддержании стабильности их мембраны и формы самих клеток.

По мнению многих исследователей именно антиоксидантный эффект лежит в основе лечебного действия НЛИ, так как развитие большинства патологических состояний организма сопровождается активацией процессов свободнорадикального окисления, в том числе и процессов ПОЛ. Многие виды патологических состояний, в особенности связанные с нарушениями липидного обмена, отнесены к свободно-радикальным.

Эта схема предусматривает возможность одновременного взаимодействия НЛИ не только с акцепторами мембраны клетки, но и с акцепторами, которые находятся в цитозоле и внутриклеточных органеллах. В частности, это мембраны последних и природные антиоксиданты, сосредоточенные в митохондриях, пероксисомах, эндоплазматическом ретикулуме и цитозоле. Благодаря наличию нескольких путей взаимодействия НЛИ с клеткой рассмотренные биостимулирующие эффекты могут многократно усиливаться.

### *Биологические реакции*

- Под действием НЛИ отмечается увеличение биосинтеза нуклеиновых кислот в ядрах клеток различных тканей человека, что свидетельствует об активации системы ДНК-РНК-белок и биосинтетических процессов в клетках.
- НЛИ стимулирует активность аденилатциклазные и АТФ-азные системы, что ведет к усилению биосинтетических процессов.
- Усиливается кислородный обмен.
- Повышается скорость кровотока, увеличивается количество функционирующих капилляров.
- Уменьшается интерстициальный и внутриклеточный отек, что связано с повышением кровотока в тканях, нормализацией мембранной проницаемости. Укорачиваются фазы воспалительного процесса, подавляются эксудативные и инфилтративные реакции.

- Увеличивается количество новых сосудистых коллатералей.
- Активируется транспорт веществ через сосудистую стенку.
- Стимулируется митотическая активность клеток.
- НЛИ понижает рецепторную чувствительность тканей, что является следствием уменьшения их отечности, а также прямым действием лазерного луча на нервные окончания.

При поглощении тканями организма НЛИ уже на расстоянии 250–300 мкм его когерентность и поляризация исчезают. Далее вглубь тканей распространяется поток монохроматического излучения. Он вызывает избирательную активацию молекулярных комплексов биологических тканей (фотобиоактивация). Избирательное поглощение НЛИ биомолекулами обусловлено совпадением длины волны лазерного излучения и максимумов спектра поглощения биомолекул.

В связи с этим максимальное поглощение красного лазерного излучения (0,632 мкм) осуществляется преимущественно молекулами ДНК (0,620 мкм), цитохромоксидазы (0,6 мкм), цитохрома А (0,605 мкм), супероксидадисмутазы (0,63 мкм). Красная хемилюминесценция с полосой 634,8 нм свойственна возбужденному кислороду. В области 500–700 нм находятся полосы испускания продуктов рекомбинации перекисных радикалов, а также максимумы хемилюминесценции липидов с ненасыщенными связями. Самый близкий к полосе испускания He-Ne лазера максимум имеет фермент каталазы (0,628 мкм).

Лазерное излучение ближнего ИК-диапазона (длина волны 0,8–1,2 мкм) поглощается преимущественно молекулами нуклеиновых кислот и кислорода (0,82 мкм), что индуцирует репаративную регенерацию тканей и усиливает их метаболизм и молекулами воды (0,7–0,9 мкм). Есть точка зрения, что основным поглощающим компонентом при облучении биологических тканей НЛИ с длиной волны 0,89 мкм является кровь. При этом после ИК-облучения образуется небольшое количество энергии, что способно вызвать выраженный фотохимический эффект. Поглощаясь тканями, ИК-излучение целиком превращается в тепловую энергию вибрации молекул. Происходит кратковременное тепловое расширение протоплазмы клеток, что может способствовать изменению конформационного, структурного состояния мембраны клетки. Значительная энергия квантов НЛИ видимого диапазона достаточна для активации многих химических реакций. Крут возможных фотохимических реакций при этом расширяется, а тепловое действие уменьшается.

Если суммировать имеющиеся данные о воздействии НЛИ на уровне клетки, то можно заключить, что поглощение лазерного излучения компонентами дыхательной цепи приводит к увеличению наработки в митохондриях АТФ, а это, в свою очередь, ведет к подъему биоэнергетического статуса клетки и организма, что является толчком для формирования многих лечебных эффектов (рис. 47).

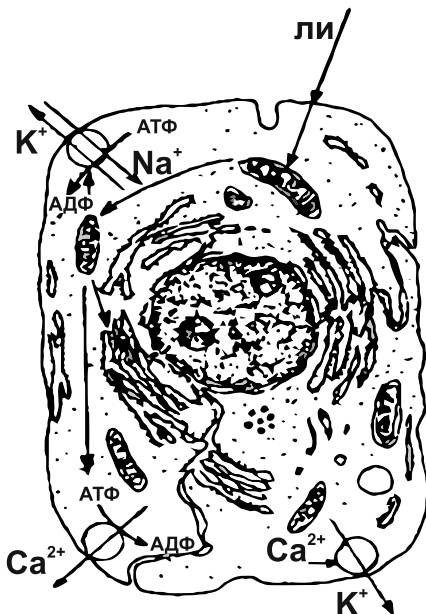


Рис. 47. Стимуляция биоэнергетического уровня клетки под влиянием лазеротерапии.

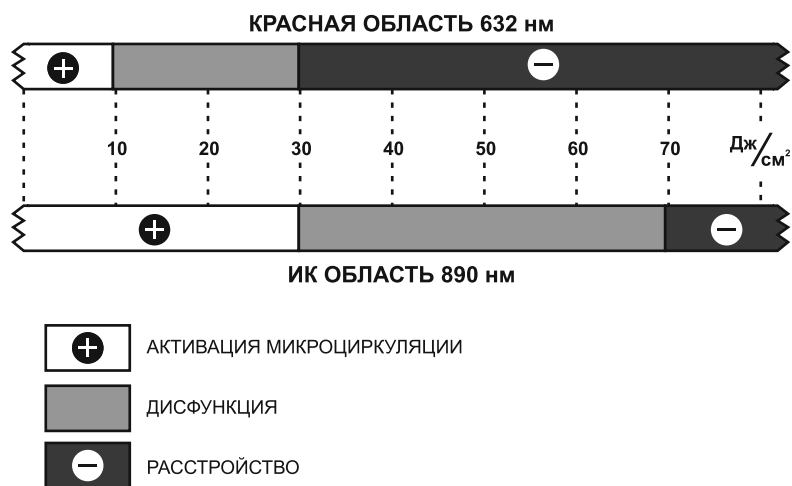
### ЛЕЧЕБНОЕ ДЕЙСТВИЕ

**Основные клинические эффекты:** противовоспалительный, обезболивающий, регенераторный, иммуномодулирующий, нормализующий региональное кровообращение, нормализующий нарушения реологии крови. Клинические эффекты НЛИ зависят от дозы воздействия: Стимулирующее действие имеет место при воздействии малыми дозами. Эти эффекты проявляются в эпителиальных клетках, костной и нервной ткани, органах кроветворения, в системе иммунитета, микрокровотока, органах эндокринной системы. Тормозные процессы реализуются при воздействии большими дозами НЛИ. Клинически – это обезболивающий эффект, бактериостатическое и бактерицидное действие.

*Противовоспалительный эффект.* Действие НЛИ красного и, особенно, ИК-диапазона волн характеризуется противовоспалительным эффектом, который проявляется в различной степени при различных фазах воспалительного процесса. Наибольший эффект имеет место в инфильтративной стадии воспаления, что соответствует подострой клинической фазе. Его основой является:

1. Улучшение регионального кровообращения за счет расширения сосудов, увеличения скорости кровотока, раскрытия новых сосудистых коллатералей, ожив-

ления МЦ (рис. 48). При длительном воздействии наряду с локальной дилатацией венул и артериол появляются признаки сильной деформации их стенки, а также регистрируются аневризматические расширения микрососудов, обусловленные локальной атонией сосудистой стенки и адгезия лейкоцитов, набухание эндотелиоцитов, обтурация просвета за счет наложения фибрина. За счет улучшения трофики, уменьшения гипоксии и отечности в очаге воспаления, усиления процессов регенерации. Многие исследователи отмечают укорочение фаз течения воспалительного процесса очага воспаления: быстрое подавление фазы экссудации (выравнивание осмотического давления и снижение отечности тканей), а также значительную активацию и быстрое завершение фазы пролиферации.



**Рис. 48.** Зависимость реакций микроциркуляторного русла от дозы лазерного излучения.

2. Активация антиоксидантных механизмов и подавление ПОЛ.
3. Изменение уровня простагландинов – увеличение продукции простагландинов «Е» и «F». Известно, что они выполняют разные функции на клеточном, межклеточном и мембранном уровнях, выполняют функцию катализаторов в различных процессах метаболизма.

4. Повышение процессов клеточного и гуморального иммунитета за счет увеличения выработки иммунных тел и фагоцитарной активности лейкоцитов, стимуляция надпочечников и общее десенсибилизирующее действие.

*Анальгезирующее действие.* Он обусловлен активацией метаболизма нейронов, повышением уровня эндорфинов и повышением порога тактильной и болевой чувствительности.

*Регенераторный эффект.* В результате избирательного поглощения энергии активируются системы мембранной организации биомолекул. К их числу относятся белоксинтетический аппарат клеточного ядра, дыхательная цепь, внутренние мембраны митохондрий, антиоксидантная система, комплекс микросомальных гидроксилаз гепатоцитов, а также система вторичных мессенджеров (циклических нуклеотидов, фосфотидилинозитидов и ионов кальция). Активация этих комплексов стимулирует синтез белков и нуклеиновых кислот, гликолиз, липолиз и окислительное фосфорилирование клеток. Сочетанная активация пластических процессов и накопление макроэргов приводит к усилению потребления кислорода и увеличению внутриклеточного окисления органических веществ, то есть усиливает трофику облучаемых тканей.

Непосредственному действию лазерного излучения подвергаются прежде всего наружные покровы тела – кожа и слизистые оболочки, где особенно значительно разворачиваются указанные выше процессы. Усиление трофических и пластических функций, процессов регенерации под влиянием лазеротерапии особенно ярко проявляются при различных заболеваниях и повреждениях кожи и слизистых оболочек: трофических язвах, долго незаживающих ранах, ожогах, язвенных дефектах слизистых оболочек полости рта, желудка и кишечника. При этом в ране значительно повышается синтез белка, в эпидермисе и дерме активируется пролиферация фибробластов; изменяется клеточный состав тканей в области раны или трофической язвы за счет увеличения количества нейтрофилов.

Образующиеся при поглощении энергии НЛИ продукты денатурации белков, аминокислот, пигментов и соединительной ткани действуют как эндогенные индукторы репаративных и трофических процессов в тканях, активируют их метаболизм. Возрастает активность многих ферментов, в частности, протеолитическая активность щелочной фосфатазы раневого отделяемого. Поверхность раны или язвы очищается, чему способствует также и некоторый бактериостатический эффект НЛИ относительно стафилококка, синегнойной палочки, вульгарного протейя. Правда последнее возможно только при ППМ более 20 мВт/см<sup>2</sup>. Наиболее выраженное усиление процессов регенерации различных тканей при облучении очага поражения отмечается при использовании малых доз (1–10 мВт/см<sup>2</sup>) и недельной экспозиции.

Многочисленные данные литературы свидетельствуют также об усилении регенерации костной ткани под влиянием НЛИ. Доказано стимулирующее влияние НЛИ на репаративный остеогенез. Это явилось основанием для широкого применения красного и ИК лазера в комплексном лечении открытых и закрытых переломов костей при замедленной их консолидации.

*Иммунотулирующее действие.* В клинических исследованиях установлено нормализующее влияние НЛИ на функциональное состояние иммунной системы. В большей степени изменялись количественные показатели, характеризующие клеточный иммунитет – после курса НЛИ исходно сниженный уровень Т-лимфоцитов

повышался. При этом после курса НЛИ отмечена стимуляция Т-хелперов, тогда как уровень Т-супрессоров уменьшался или не изменялся. Сведения об изменении количества В-лимфоцитов в процессе лазеротерапии разноречивы, хотя можно сказать об устранении дисбаланса содержания сывороточных иммуноглобулинов под влиянием НЛИ.

При оценке сравнительной эффективности использования НЛИ красной и ИК-части спектра в коррекции иммунологических дефектов у больных бронхиальной астмой было доказано, что активность Т-супрессоров после лазеротерапии красным лазером совпадала с динамикой показателей у больных, леченных ИК-лазером. Относительное количество Т-лимфоцитов-супрессоров увеличилось при воздействии как ИК, так и гелий-неоновым лазером. Немногочисленные клинические исследования свидетельствуют о стимуляции макрофагов с помощью НЛИ, некоторые авторы отмечают снижение концентрации аутоантител и циркулирующих иммунных комплексов после лазеротерапии.

Таким образом, имеющиеся экспериментально-клинические данные свидетельствуют о влиянии НЛИ на иммунную систему. В небольших дозах НЛИ стимулирует рецепторный аппарат иммунокомпетентных клеток, их пролиферативную активность, оказывает иммуномодулирующее действие, направленность которого зависит от локализации воздействий, исходного функционального состояния иммунной системы и дозы НЛИ. Доказано, что антисрессорное действие НЛИ, наиболее выраженный иммунореабилитирующий эффект отмечен при локализации воздействий на область тимуса.

### **Эффекты нормализации регионального кровообращения, нарушений реологии крови, свертывающей и антисвертывающей систем крови**

Характерной ответной реакцией лазеротерапии является сосудорасширяющий эффект, ускорение кровотока, увеличение числа функционирующих капилляров и значительное улучшение микрокровотока. Характер вазомоторных реакций может носить фазовый характер (спазм сосудов и последующее их расширение) и часто зависит от удельной мощности излучения и других параметров воздействия. Под влиянием НЛИ происходит увеличение количества эритроцитов и ретикулоцитов, наблюдается усиление митотической активности клеток костного мозга, активируется эритропоэз, выявлена активация кровяных телец.

НЛИ оказывает различное действие на показатели свертывающей и антисвертывающей системы в зависимости от дозы воздействия и состояния организма. Большинство клинических наблюдений у больных ИБС, инфарктом миокарда свидетельствует о снижении гиперкоагуляционных свойств крови и улучшении реологических свойств крови в виде уменьшения общего холестерина и нормализации липидных фракций крови. Данный эффект наиболее ярко проявляется при внутривенном облучении крови и при аутоотрансфузии лазером облученной крови (АЛОК). При этом наблюдается снижение скорости агрегации тромбоцитов и со-



держания фибриногена в сочетании с нарастанием уровня свободного гепарина и фибринолитической активности сыворотки крови. Указанные процессы приводят к существенному снижению скорости тромбообразования.

### СОЧЕТАННЫЕ И КОМБИНИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ЛАЗЕРОТЕРАПИИ

В лечебной практике последних лет врачи проявляют большой интерес к сочетанным методам лазеротерапии, при которых чаще всего используют лазерное излучение и физические факторы однонаправленного действия. При этом происходит суммирование или потенцирование положительных сторон их действия, что повышает эффективность терапии, нередко уменьшает длительность воздействия и сокращает количество процедур, назначенных на курс, снижает энергетическую нагрузку на больного.

В физиотерапии часто используют сочетанное применение различных видов некогерентного светового излучения (инфракрасного, видимого и ультрафиолетового спектра).

Примером этого служат облучения людей в фотариях и действие на организм лучистой энергии Солнца. В связи с этим целесообразно предположить возможность сочетанного (одновременного) применения лазерного излучения различного диапазона волн. При этом следует учитывать свойства каждого вида лазерного излучения и их взаимное влияние друг на друга.

Существует мнение об антагонистическом действии некогерентных ИК-лучей и видимого излучения – с одной стороны, и ультрафиолетового – с другой. Оно подтверждается тем, что эритемная реакция кожи или ожог, полученные от УФ-лучей или рентгеновского, радиоактивного облучения, ослабляются или исчезают при одновременном действии их и ИК, видимого излучений. Этот феномен, связанный с усилением процессов восстановления или репарации при лучевых повреждениях кожи, получил название фотореактивации (Ковалев И.Ф., 1949).

Данный эффект проявляется и при взаимодействии различных видов лазерного излучения. Примером таких положительных комбинаций является сочетанное применение ИК и красного (гелий-неонового) излучений, что и используется в лечебной практике. При этом терапевтические эффекты усиливаются. Кроме того, подобное сочетание дает возможность влиять как на поверхностно расположенные участки тела (в коже, под кожей), так и на глубоко расположенные органы. Это связано с разной глубиной проникновения красного и ИК лазерного излучения – соответственно на 20–30 и 50–70 мм.

Использование ИК или видимого лазерного излучения с ультрафиолетовыми лучами нецелесообразно, так как:

- одновременное их применение не вызывает выраженных явлений интерференции, дает ее минимум (наблюдается погашение терапевтических эффектов одного излучения от другого);

▪ УФ-лазер эффективен в стадиях альтерации и экссудации воспалительного процесса, а ИК и видимое лазерное излучение хорошо и целесообразно при переходе воспаления в стадию пролиферации и регенерации.

К сочетанным способам лечения может быть отнесено применение лазерного излучения одного и того же диапазона волн на наружные покровы тела и эндокорпорально. Так, при ревматоидном полиартрите 2–3-й степени активности процесса с периартикулярным отеком и скоплением экссудата в полости сустава, наряду с облучением кожи, одновременно проводят облучение через световод синовиальной оболочки сустава (Тупикин Г.В., 1984).

Примерно таким же образом сочетают лазерное облучение кожи в области пораженных суставов при ревматоидном артрите с эндоваскулярным 2–3-кратным облучением крови (Зимен И.Н. и соавт., 1989). Представляет интерес и является перспективным сочетание когерентного лазерного излучения одновременно с некогерентным ИК монохроматическим излучением (лазеры «Изель», «Милта»).

Удачным и научно обоснованным можно считать такой физиотерапевтический метод, как *магнитолазерная терапия*, которая представляет собой сочетание воздействия лазеротерапии с постоянной или импульсной магнитотерапией. В этом случае происходит суммирование однонаправленного действия двух физических факторов, их взаимное потенцирование, следствием чего является значительное повышение терапевтического эффекта. Нередко возникают качественно новые сдвиги, а также устраняются нежелательные побочные реакции, возникающие от изолированного воздействия лазерным излучением.

Магнитное поле (МП) представляет собой особый вид энергии, осуществляющий взаимодействие между движущимися электрическими зарядами и влияющий на тела с магнитным моментом, независимо от их движения. Первичные биофизические и биохимические механизмы действия МП связаны, в основном, с наведением электродвижущей силы (ЭДС) индукции, возникновением магнитомеханического эффекта и омагничивания воды. В результате этих процессов происходит перемещение и осцилляция ионов, ориентация полярных молекул и заряженных радикалов, следствием чего является повышение активности ионов, высвобождение их из связи с макромолекулами белка и воды, образование свободных форм вещества.

Магнитомеханические силы проявляются конформационными изменениями сложных органических молекул, входящих в состав биологических мембран, усилением процессов свободно-радикального окисления и активности важнейших ферментов, повышением избирательной проницаемости клеточных мембран. На уровне клеточных и тканевых структур организма МП, вызывая изменения мембран нервных, мышечных и других клеток, приводит к явлениям деполяризации и реполяризации, к изменениям, к изменениям их электрофизиологической активности и функциональных свойств.

Описанные биофизические процессы в тканях происходят под влиянием МП различного характера: постоянного МП, переменного МП и импульсного МП.

Однако, при сочетанном действии лазерного и магнитного поля взаимное усиление эффекта, а также проявление новых качественных сдвигов наблюдается, в основном, при действии постоянного МП (ПМП). Под его влиянием в живых тканях возникает ЭДС, пропорциональная величине напряженности МП. Одновременно действующее лазерное излучение нарушает электронные связи между молекулами и ионами, а ПМП препятствует рекомбинации ионов и способствует лучшей диссоциации частиц.

В связи с этим при сочетании ПМП и лазерного излучения возникают новые качественные сдвиги, которые приводят к повышению эффективности лечения. К ним относят:

- Фотомангнитоэлектрический эффект Кикоина – Носкова. Проявляется в виде возникновения ЭДС до нескольких десятков вольт в облучаемом лазерным светом полупроводнике (тело человека), помещенном в постоянное магнитное поле, направление силовых линий которого перпендикулярно световому потоку.

- В отличие от ПеМП, ПМП приводит к ориентации полярных молекул и заряженных радикалов, способствует своеобразной поляризации ионов, изменяя их ориентацию у полупроницаемых мембран соответственно полюсам магнитного поля. Следовательно, электрически заряженные активные частицы и основная масса диполей упорядоченно располагаются вдоль силовых линий магнитного поля, которые направлены вглубь облучаемой ткани. Это приводит к увеличению глубины проникновения в ткани лазерного излучения (Илларионов В.Е., 1992).

- Сочетанное магнитолазерное воздействие расширяет спектры поглощения вещества, перераспределяет и усиливает их в сторону более длинноволнового излучения. Максимум поглощения при сочетанной процедуре приходится на ИК-излучение. Следовательно, применение ПМП наиболее целесообразно сочетать с одновременным воздействием на организм ИК лазерного излучения, что и осуществляется в аппаратах АМАТ, МИАТА и др.

- ПМП является для человеческого организма раздражителем слабого, мягкого действия, которое усиливается при сочетанном применении лазеротерапии, давая более выраженные стимулирующие эффекты.

- За счет магнитолазерного воздействия изменяется энергетическая активность клеточных мембран в количественно большем отношении, происходят конформационные изменения жидкокристаллических структур, в первую очередь, внутриклеточной воды.

- Увеличение энергоемкости сочетанного магнитолазерного воздействия позволяет уменьшить дозу облучения лазером при проведении лечения соответствующего заболевания, не снижая при этом терапевтическую эффективность (Илларионов В.Е., 1990).

Высокой чувствительностью к магнитным полям обладают центральная нервная и эндокринная системы. Определенные изменения условно-рефлекторной деятельности говорят о возникновении преимущественно тормозных процессов

и появлении седативного действия, улучшении сна, эмоционального состояния. Седативные эффекты подтверждаются данными электроэнцефалографии. Сочетанное применение ПМП и лазеротерапии, являясь более энергоемким методом, значительно стимулирует энергетическую и пластическую функции нейронов и клеток нейроглии, повышает толерантность мозга к гипоксии. ПМП отличается слабо выраженным обезболивающим действием при заболеваниях периферической нервной системы. Однако, при лазеромагнитотерапии обезболивающий эффект усиливается, что проявляется при лечении невралгических синдромов.

Сочетанная магнитолазерная терапия повышает иммунологическую реактивность иммунокомпетентных органов. Положительное влияние на тимусзависимые иммунодефицитные состояния оказывает также инфракрасное излучение. Таким образом, сочетанное применение магнитного поля и ИК-излучения лазера суммирует иммунокорректирующее действие.

Согласно имеющимся данным, магнитолазерная терапия обладает выраженным противовоспалительным, обезболивающим, противоотечным, трофико-регенераторным и антиспастическим действиями.

Многочисленные исследования свидетельствуют о благоприятном влиянии магнитного поля и лазерного излучения на сердечно-сосудистую систему, реологические свойства крови и процессы гемостаза. Особой «специфичностью» в этом отношении обладает магнитное поле, которое оказывает сосудорасширяющее действие, особенно на сосуды микроциркуляторного русла, улучшает микроциркуляцию. Расширение сосудов, улучшение гемодинамики, активизация противосвертывающей системы крови, явления гипокоагуляции, возникающие под влиянием сочетанного лечения, лежат в основе магнитолазерной терапии больных ишемической болезнью сердца, диабетических микро- и макроангиопатий, облитерирующих заболеваний сосудов нижних конечностей.

При лечении коронарной болезни сердца сочетанный метод имеет определенные преимущества перед лазеротерапией. Последняя, как правило, дает усиление приступов стенокардии через 6–7 облучений в течение 1–2 дней, что требует увеличения доз антиангинальных средств или временного прекращения лазеротерапии. При сочетанном применении ПМП и лазерного излучения обострений в процессе лечения в виде усиления болей в сердце не отмечается. Больные хорошо переносят процедуры (Будкарь Л.Н., 1990).

Преимущества сочетанного метода магнитолазерной терапии проявляются также при заболеваниях периферических сосудов конечностей (артерий и вен). Одна лазеротерапия не приносит успеха у больных со значительным нарушением кровообращения и выраженными трофическими расстройствами. Незначительный терапевтический эффект наблюдается также при хронической венозной недостаточности, вызывающей отек конечности. Сочетанное воздействие ПМП и лазерного излучения улучшает кровообращение, уменьшает нарушения трофики и быстро рассасывает отек.

При сравнительной оценке терапевтической эффективности применения магнитолазерного и одного лазерного излучения при трофических язвах, инфицированных ранах и открытых переломах костей получены лучшие результаты при сочетанном воздействии (Полонский А.К. и соавт., 1981). Они выражались в сокращении заживления дефектов кожи в 1,5 раза и ускорении консолидации костей. Лечебная эффективность магнитолазерной терапии у больных деформирующим остеоартрозом была также выше, чем при назначении одних лазерных воздействий (Илларионов В.Е. и соавт., 1988).

Таким образом, сочетанное применение низкоэнергетического лазерного излучения и ПМП в настоящее время достаточно научно обосновано и может применяться в лечебной практике.

Отечественная промышленность выпускает магнитолазерные терапевтические аппараты (табл. 9).

Подходы к дозировке и выбору других биотропных параметров магнитного поля и лазерного излучения при магнитолазерной терапии такие же, как и при их раздельном использовании. Как правило, процедуры проводятся при плотности потока мощности лазерного излучения не выше  $10 \text{ мВт/см}^2$  и напряженности магнитного поля в пределах 20–50 мТл. Экспозиция воздействия на одно поле составляет 3–5 мин., а общая продолжительность – 15–20 мин. Курс лечения – 8–15 процедур.

Магнитолазерная терапия с успехом используется при самых различных заболеваниях: ишемическая болезнь сердца, артериальная гипертония, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, остеоартроз, раны и трофические язвы, переломы костей, хронический бронхит и хроническая пневмония и др.

Повысить эффективность лазеротерапии можно за счет ее сочетания с физио-фармакологическими воздействиями, в частности, с методами лекарственного электрофореза, что некоторые специалисты условно называют *электрофорезом*. Экспериментальную и клиническую основу метода составляют наблюдения А.А. Миненкова (1989, 1992). Было установлено, что ряд лекарственных веществ (апрессин, ганглерон, никотиновая кислота, инозин, карбохромен) низкоэнергетическое излучение в терапевтических дозировках (1,5–37,5 Дж) не разрушает, сохраняя и структурную устойчивость, и подвижность их в электрическом поле.

Сравнительные исследования по количественной характеристике лекарства, введенного в организм методом традиционного электрофотофореза, выявили значительное увеличение электрогенного переноса фармакологического препарата под влиянием лазерного излучения с длиной волны 0,6 мкм. Наблюдения на людях при электрофотофорезе никотиновой кислоты (0,5% раствор) и его сочетания с лазерным воздействием также показали достоверное увеличение количества введенного вещества более чем в 2 раза. Очевидно, что это обусловлено повышением проницаемости кожи, а также увеличением диссоциации и активности молекул, электрофоретической подвижности электрически заряженных активных частиц.

ТАБЛИЦА 9

Физиотерапевтические аппараты для магнитолазерной терапии

Модель аппарата	Длина волны излучения (мкм)	Режим генерации излучения		Частота повторения импульсов (Гц)	Мощность излучения: для непрерывного (мВт), для импульсного (Вт/имп)	
		непрерывный	импульсный		на выходе аппарата	на выходе световода
Аппарат магнито-лазерной терапии АМПТ-01 с магнитной насадкой	0,8–0,88	+	-	-	5 мВт	-
	0,85	+	-	-	3 мВт	-
	0,95	+	-	-	40 мВт	-
Аппарат магнито-оптический лазерный «Изель»	0,85	+	-	-	20 мВт	-
	0,95	+	-	-	40 мВт	-
Аппарат лазерный терапевтический АЛТО-05М (с магнитной насадкой)	0,82–0,85	+	-	0–625	-	0–200 мВт
	0,83	+	-	-	15 мВт	-
Аппарат магнитолазерной терапии «Млада»	0,8–1,2	-	+	1–9999	3 Вт/имп	-
	0,8–0,95	-	+	80–3000	2 Вт/имп	-
Терапевтический магнитолазерный аппарат «Светоч-1»	0,83	-	+	5–5000	4 Вт/имп	-
	0,83–0,89	+	-	-	30 мВт	-
Аппарат лазерный терапевтический «Узор-2К»	0,89	-	+	1–1000	4–6 Вт/имп	-
	0,82	+	-	2–1024	0–40 мВт	-

Для реализации нового сочетанного метода лечения было сконструировано специальное устройство по проведению воздействий электрическим током, лазерным излучением и лекарственным препаратом (Миненков А.А. и соавт., 1989). Однако, само устройство по кА не выпускается нашей промышленностью. Предполагая такую ситуацию, авторы апробировали близкий к электрофотофорезу метод последовательного воздействия низкоэнергетическим лазерным излучением и лекарственным электрофорезом: область кожного покрова облучают при помощи терапевтического лазерного аппарата (длина волны 0,63 или 0,8–0,9 мкм), затем без временного интервала проводят на этот участок лекарственный электрофорез.

Терапевтическая эффективность такой разновидности воздействия несколько ниже, чем при электрофотофорезе, но существенно выше, чем при традиционном лекарственном электрофорезе. Для электрофореза, при этом, можно брать любые лекарственные препараты, обладающие электрофоретичностью.

Наряду с указанным методом электрофореза существует, также, более простой способ лечения – «*фотофорез*» или *лазерная фотохимиотерапия* (Данилова И.И., 1983). Суть метода проста: на ограниченный участок кожи (до 80 см<sup>2</sup>) с помощью пипетки и стеклянной палочки равномерно наносится и распределяется в рамках указанной площади до 1 мл раствора лекарственного препарата. Затем, на этот участок воздействуют низкоэнергетическим лазерным излучением красного или ИК диапазона расфокусированным пятном в течение 15 мин при дозе около 10 Дж. Авторами этой методики были апробированы такие лекарства как аппресин, ганглерон, никотиновая кислота, псоберан и др. При этом, благодаря повышению тканевой проницаемости, увеличивается скорость проникновения в кровь лекарственного препарата в достаточных количествах, обеспечивая высокую эффективность лечения.

Хорошая совместимость и оптимизация терапевтического эффекта отмечается при последовательном применении в один день на одну и ту же область тела лазерного излучения и *ультразвука* при частоте его от 0,8 до 4 МГц. При воздействии на биоткани ультразвук в терапевтических дозах (интенсивность 0,05–0,8 Вт/см<sup>2</sup> при частоте 0,8–3 МГц) в них происходят следующие основные физико-химические процессы:

- генерация электронных возбужденных состояний – за счет (в основном) взаимодействия ультразвука с водными структурами и проявляется феноменом ультразвукового свечения;
- конформационные изменения, которым подвергаются жидкие среды, коллоиды, различные белковые молекулы и клеточные мембраны;
- изменения рН среды. Для действия ультразвука характерно то, что за счет активации потовых и сальных желез на поверхности кожи имеет место снижение рН (подкисление), а в подкожно-жировой клетчатке и в крови рН изменяется в сторону алкалоза;

- под влиянием ультразвука образуются биологически активные вещества, увеличивается активность ионов вследствие перехода их в свободное состояние;
- озвучивание тканей биообъекта вызывает микровибрацию, своеобразный микромассаж на клеточном и субклеточном уровнях, что приводит к стимуляции микроциркуляции, повышению проницаемости клеточных мембран, гистогематических барьеров.

При совместном использовании с лечебной целью низкоэнергетического лазерного излучения и ультразвука (обычно низкочастотного) происходит суммирование и потенцирование положительного влияния на воспалительный процесс, микроциркуляцию и репарацию. Метод может и в сочетании с лекарственными веществами – антибиотиками, тренталом и др. (фотофонофорез). При этом целесообразно последовательное назначение этих методов (ультразвук и лазера) друг за другом почти без временного интервала. При использовании этого метода рекомендуют первоначально проводить лазеротерапию для повышения проницаемости кожи для медикамента, а затем (почти без интервала) – фонофорез. Дозирование физических факторов при этом осуществляется обычным способом, как при раздельном их применении.

Пока метод фотофонофореза находится на стадии расширенной клинической апробации, но уже получены весьма обнадеживающие результаты при лечении гнойных ран, трофических язв, облитерирующих заболеваний сосудов, генерализованного пародонтита и др.

Необходимо учесть, что подобное комбинирование целесообразно преимущественно при использовании красного и ИК лазерного излучения. Недопустимо последовательное применение ультразвука и лазерного излучения УФ-диапазона волн (Илларионов В.Е., 1992).

Перспективным является разработка сочетанного применения низкоэнергетического лазерного излучения и *постоянного электрического поля*. По-видимому, это сочетание удачно, так как в электрическом поле происходит расщепление спектральных линий поглощения и излучения электромагнитных волн веществом (эффект Штарка), расширяется диапазон восприятия света и увеличивается поглощенная веществом энергия.

Как и при воздействии постоянным магнитным полем происходит ориентационная перестройка диполей, то есть при электролазерном воздействии возникают физико-химические процессы, аналогичные тем, которые есть при магнитолазерном лечении (но в большей степени выраженности). При этом возможна соответствующая коррекция течения этих процессов за счет точного дозирования напряжения постоянного электрического поля, что затруднено при использовании постоянного магнитного поля.

При комплексном лечении больных лазеротерапия совместима с приемом различных лекарственных препаратов, однако, нецелесообразно проведение лазерной терапии при регулярном приеме пациентом ваготонических средств. Работами



профессора В.В. Скупченко (1988–1991 гг.) определено, что терапевтическое действие низкоинтенсивного лазерного излучения проявляется при преобладании в организме влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы и слабо выражено или отсутствует при ваготонии.

Несовместимы воздействия на одну область лазерного излучения УФ и близкого к нему диапазона и таких физических факторов, как гальванизация и лекарственный электрофорез, диадинамотерапия, амплипульстерапия, электростимуляция местная дарсонвализация, ультразвук, индуктотермия, СВЧ электромагнитные волны и переменное магнитное поле.

Воздействие лазерного излучения красного или ИК диапазона несовместимы с облучением этой же области источниками некогерентного УФ-излучения, а также с общими УФ-облучениями: в разные дни следует проводить воздействие на одну область красным или ИК лазерным излучением и СВЧ-терапией.

Последовательное, близкое к сочетанному применение переменных токов и низкоэнергетического лазерного излучения нецелесообразно в связи с тем, что переменные, особенно высокочастотные токи или поля, надолго создают нарушение осевой симметрии и направленности биологических диполей. И если сразу после этого начинается лазерное воздействие, то существенно уменьшается глубина проникновения излучения в ткани, изменяется течение многих физических процессов, которые обеспечивают эффективность лазерной терапии. Поэтому между процедурами необходим временной интервал для стабилизации положения молекулярных диполей, а также для затухания физических реакций, вызванных воздействием переменными токами или полями. Этот интервал должен быть не менее 2–4 ч.

*Гидролазерная терапия.* В этом методе вода используется в качестве «световода» для проведения лазерного излучения к телу пациента. Метод обеспечивает сочетание бальнеологического воздействия (душа) и лазеротерапии («лазерный душ»). Как полагают некоторые авторы, гидролазерная терапия – это сочетанное воздействие на организм механического массажа и температуры водной струи, а также всего комплекса факторов лазерного излучения, сопровождающееся местными и генерализованными реакциями организма. В зависимости от температуры и давления воды, времени, интенсивности и области воздействия гидролазерная терапия оказывает стимулирующий или седативный эффект. В результате лечения улучшается психоэмоциональное состояние пациента, повышается иммунитет и содержание гемоглобина в крови, нормализуется деятельность внутренних органов.

Чаще всего гидролазерное воздействие применяется в виде общего лазерного душа с использованием красного диапазона лазерного излучения. При астеноверотических состояниях, цефалгиях его проводят при температуре 35–37 °С; время воздействия – 10–15 мин., мощность излучения – 10–15 мВт, на курс лечения – 10–12 процедур. При астенодепрессивных состояниях применяют тонизирующую методику: температура воды – 33–34 °С, экспозиция – 3 мин. Применяют также воздействия на рефлексогенные зоны: при расстройствах сердечно-сосудистой системы – на зону каротидного синуса; при поражении центральной нервной системы – на шейно-во-

ротниковую зону и паравертебрально; при патологии органов пищеварения – на зону солнечного сплетения. При заболеваниях суставов применяют и местные процедуры, воздействуя на зону поражения.

Перспективными для разработки и внедрения считаются также такие сочетанные методы, как *криолазеротерапия* – сочетанное воздействие холодом и лазерным излучением; *вакуумлазеротерапия* – воздействие лазерным излучением в условиях пониженного атмосферного давления.

**Совместимость с другими физическими методами.** Как монотерапия лазерное излучение используется сравнительно редко; обычно его применяют в комплексе с другими терапевтическими средствами, в том числе и физическими методами лечения. При этом руководствуются общими принципами, принятыми в физиотерапии в отношении комбинирования лечебных физических факторов.

По методике чередования или в один день с временным интервалом в 1–2 ч низкоинтенсивное лазерное излучение можно комбинировать с многими физическими факторами. Наиболее часто и успешно лазеротерапию комбинируют с такими методами, как грязелечение, гидро- и бальнеотерапия, фонотерапия, магнитотерапия, аэроионотерапия, франклинизация, миллиметровая терапия и др. При лечении заболеваний, не склонных к обострению, лазеротерапию можно комбинировать с массажем и лечебной физкультурой.

Что касается несовместимости физиопроцедур с лазерным излучением, то следует придерживаться следующих рекомендаций:

- Внутривенное лазерное облучение крови (ВЛОК) и надсосудистое лазерное облучение крови (НЛОК) не совместимы с такими процедурами, как общие ванны, общая гальванизация, электросон, четырехкамерные гальванические ванны, общее грязелечение, душ Шарко и шотландский душ, подводные кишечные промывания, индуктотермия и ВЧ электромагнитная терапия в термических дозировках.

- Лазерное излучение не совместимо в один день с другими физическими факторами на одну и ту же рефлексогенную зону.

- В один день (в общепринятых дозировках) не применяют НИЛИ и физические факторы сходной природы (облучение ИК, видимыми и УФ-лучами).

- Не рекомендуется использовать в один день НИЛИ с физио- и бальнеопроцедурами разнонаправленного действия (тепловые и холодовые).

- Лазеротерапию не проводят в дни, когда производится переливание крови, а также сложные диагностические исследования (рентгенологические, радиоизотопные, гастроскопия, дуоденальное зондирование, определение основного обмена и др.).

С лазерной терапией (кроме внутрисосудистого облучения крови) совместимо назначение водных процедур: сначала проводят водолечение, затем 30 минутный отдых, далее местное лазерное облучение.

Совместимо с местным лазерным воздействием проведение массажа и лечебной физкультуры. В данном случае первым осуществляется лазерное облучение, затем массаж или лечебная физкультура, длительность временного интервала не

имеет значения. Возможно проведение лазерной терапии и после указанных процедур, тогда временной интервал должен быть не менее 2 ч.

### ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПЕВТИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА

В настоящее время выпускается около 200 различных марок лазерных терапевтических аппаратов. Многие из них являются аналогами, поскольку в своей основе имеют общие источники генерации лазерного излучения и отличаются друг от друга компоновкой составляющих частей, габаритами, дополнительными приспособлениями и дизайном.

Чтобы правильно оценить медико-технические возможности лазерного терапевтического аппарата в соответствии с предполагаемым перечнем заболеваний и методами воздействия с помощью этого аппарата, необходимо знать следующие исходные данные:

- длину волны излучения лазера;
- режим генерации излучения;
- частотные характеристики при наличии импульсного или частотно-модулированного излучения;
- мощность излучения на выходе излучателя или световода;
- наличие устройства, фокусирующего излучение;
- пределы регулирования диаметра лучевого пятна на биообъекте;
- количество каналов (облучателей) для одновременного воздействия при помощи данного аппарата;
- габариты и массу аппарата;
- электропитание аппарата (сетевое или автономное);
- длина волны излучения данного аппарата определяет энергетическую мощность фотонов и глубину проникновения электромагнитных волн в ткани биообъекта;
- для лечения наочно или поверхностно расположенных патологических очагов целесообразно воздействовать излучением с длиной волны 0,3–0,6 мкм;
- для облучения тканей и органов, расположенных на глубине до 70 мм применяют излучение с длиной волны 0,8–1,3 мкм.

С режимом генерации излучения связаны хронобиологические аспекты лазерной терапии. Дискретная (фиксированная) частотная модуляция излучения исходно предопределяет возможности синхронизации воздействия с ритмами функциональных систем организма, а наличие в аппарате устройства для плавного регулирования частоты излучения существенно повышает его лечебные свойства и качество.

Выходная мощность излучения аппарата – очень важная техническая характеристика, позволяющая клиницисту судить о лечебных возможностях данного аппарата. Если предусмотрена плавная или дискретная регулировка мощности, то это значительно расширяет спектр применения этого аппарата при различной патологии.

При фиксированной выходной мощности излучения лечебные возможности аппарата зависят от угла расхождения излучения или от наличия фокусирующей (расфокусирующей) оптической насадки. Отсутствие таковой и минимальная расходимость луча лишают возможности регулировать энергетическую облученность (плотность потока мощности) на участке воздействия, а эта величина должна меняться при лечении различных патологических состояний.

Пределы регулирования лучевого пятна на облучаемой поверхности дают представление о возможных минимальных и максимальных площадях одновременного воздействия при соответствующей энергетической облученности.

Наличие нескольких каналов (облучателей) для одновременного воздействия при помощи данного аппарата позволяют уменьшить длительность процедуры и увеличить пропускную способность кабинета лазерной терапии.

Габариты и масса аппарата позволяют судить о портативности и возможности его использования в амбулаторно-поликлинической практике при выезде к пациенту на дом, у постели больного в других отделениях больницы, а также в экстремальных ситуациях и в полевых условиях.

#### Классификация лазерных терапевтических аппаратов

1. Гелий-неоновые лазеры, работающие в непрерывном режиме генерации излучения с длиной волны 0,63 мкм и выходной мощностью 1–200 мВт: «УФЛ-01 Ягода», «АФЛ-1», «АФЛ-2», «ШАТЛ-1», «АЛТМ-01», «ЛЮЗАР», «ФАЛМ-1», «Атолл», «Раскос», «АЛОК-1», «АЛОК-2».

2. Полупроводниковые лазеры, работающих в непрерывном режиме генерации излучения с длиной волны 0,67–1,3 мкм и выходной мощностью 1–50 мВт: «АЛТП-1», «АЛТП-2», «Колокольчик», «Млада», «Изель», «Мустанг», «Азор-2К», «Вита», «Вита-1», «Мазик», «Леер», «АДЕПТ-S (АДЛТ-01)», «АЛ-010 Профессионал», «Рубин», «БИОЛАЗ», «АКПР-01 М», «ДОБРЫЙ СВЕТ (2,95 мкм)», «ШАТЛ-комби», «АЛТП-4-1 Кабинет-М», «СЕМИКОН-ДЛ», «СЛСФ-01.20К (СКАЛА)», «СЛСФ-03.2ИК (СКАЛА)», «ГЕММА», «МИЛТА».

3. Полупроводниковые лазеры, работающих в импульсном режиме генерации излучения с длиной волны 0,8–0,9 мкм, мощностью импульса 2–15 Вт и длительностью импульса 10–7–10–9 с: «Узор», «Узор-2К», «МИЛТА», «Лита-1», «ЭЛАТ», «Мустанг», «Азор-2К», «Лазурит-3М», «Люзар-МП», «Нега», «Родник-1», «Эффект», «Рикта 01,02,04,05», «Орион», «БИНОМ», «Альфа-1», «ЛАЗУРЬ», «СОФТ-ЛАЗЕР», «СПЕКТР-ЛЦ-М», «Малыш», «ЯХРОМА-2», «АЛТД-ОВ-01/02 ПРОМИНЬ».

4. Аппараты для магнитолазерной терапии: «Млада», «АМЛТ-01», «Светоч-1», «Лазурь», «Эрга», «МИЛТА-Ф-8-01», «Изель-М», «РИКТА-04 (М1)», «РИКТА-04/4», «РИКТА-04/4 (МР)», «РИКТА-05», «ВИКТОРИЯ плюс».

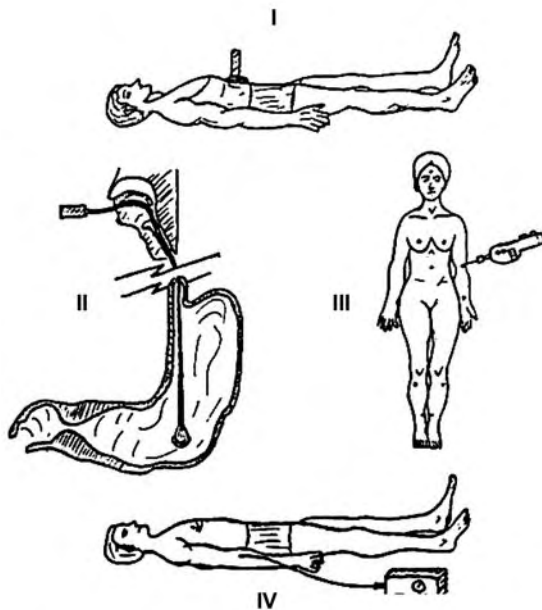
5. Аппараты для внутривенной лазеротерапии: «Азор-ВЛОК», «Муравей», «МУЛАТ».

*Зарубежные лазерные аппараты:* Chinesport (Италия) – Physiolaser co-2, Physiolaser-1, Physiolaser-2; EMILDUE (Италия) – COSMOGAMMA BEAM 904; ENRAF-NONIUS (Нидерланды) – ENDOLASER 476; FYSIOMED (Бельгия) – Las 50 Hi-Tech; Gbo AG (Германия) – BodyLaser; HERBERT WALDMANN GmbH & Co,KG – METEC SUNNY UV 2000; WALDMANN PLN 1200 (Германия); PHYSIOMED ELEKTROMEDIZIN AG – LAS-Expert (Германия).

#### ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕДУР

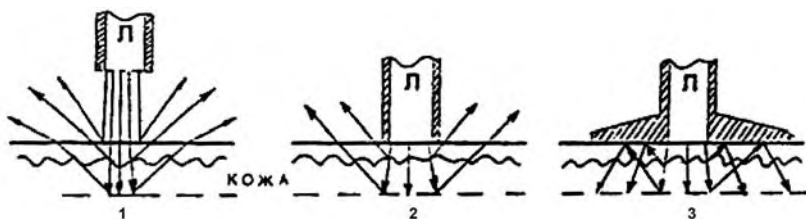
##### Способы доставки лазерного излучения к объекту (рис. 49).

1. Чрескожное воздействие – на проекцию органа, болевую точку или зону Захарьина – Геда.
2. Подведение лазерного излучения к патологическому очагу через эндоскопическую аппаратуру с помощью световода, вводимого в рабочий канал эндоскопа.
3. Воздействие лазерным излучением на зоны акупунктуры – лазерная рефлексотерапия.
4. Внутривенное облучение крови с помощью световода, вводимого в вену.



**Рис. 49.** Способы воздействия при лазеротерапии: 1 – чрескожное воздействие; 2 – воздействие на стенку желудка с помощью световода, вводимого через эндоскоп; 3 – воздействие на точки акупунктуры; 4 – внутривенное облучение крови.

Лазерное излучение может быть передано на объект как дистантно, когда луч проходит в открытом пространстве между излучателем и объектом, так и контактно – в случае плотного прилегания излучателя или световода к поверхности кожи. Прямое отражение гелий-неонового лазера составляет примерно 50 %, ИК-лазера – около 38 %. При контактном лазерном воздействии глубина проникновения света увеличивается. Она (в отличие от дистантной) повышает интенсивность проходящего через ткани лазерного света с длиной волны 0,63 мкм в 10 раз, а ИК-излучения (0,83 мкм) – более чем в 3 раза. Уменьшение отраженной от поверхности кожи лазерной энергии может быть достигнуто путем использования специальных отражателей или зеркал (рис. 50). В таком случае говорят о контактном-зеркальном способе воздействия НЛИ. Этот способ используется в аппарате «Узор».



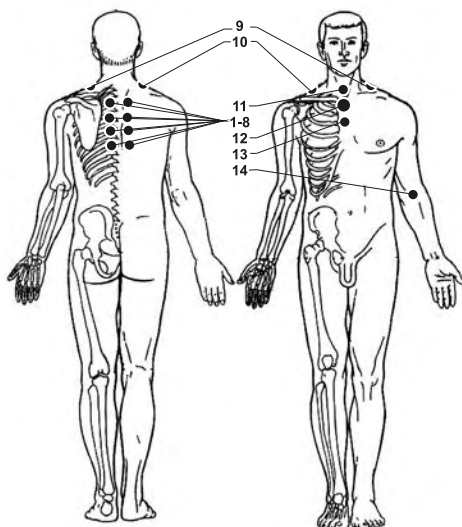
**Рис. 50.** Методики воздействия при лазеротерапии: 1 – дистантное воздействие; 2 – контактное воздействие; 3 – контактном-зеркальное воздействие.

### *Частные методики лазерной терапии основных заболеваний и патологических состояний лазерной терапии*

*Патогенетическая обусловленность воздействия:* противовоспалительный, противоотечный, бронхолитический эффекты, улучшение местного кровообращения.

*Способы воздействия:*

- наочно по соответствующим полям на грудной клетке;
- эндобронхиально с помощью световода, пропущенного через биопсийный канал бронхоскопа;
- лазерное облучение крови;
- лазерная пунктура.



**Рис. 51.** Лазеротерапия при заболеваниях бронхов.

*Поля воздействия (рис. 51):*

1–8 – паравerteбрально по три-четыре поля справа и слева на уровне  $D_3$ – $D_9$ ;

9–10 – область надплечий (поля Кренига);

11 – область яремной ямки;

12 – по средней линии грудины между ее рукояткой и телом;

13 – по средней линии в области средней трети тела грудины;

14 – область локтевого сгиба.

Возможно сочетание и проведение в один день процедур кожного и эндо-бронхиального облучения, лазерного облучения крови и кожного воздействия.

*Патогенетическая обусловленность воздействия:* противовоспалительный, противоотечный, десенсибилизирующий, бронхолитический эффекты, улучшение местного кровообращения.

*Способы воздействия:*

- кожно по соответствующим полям на грудной клетке;
- лазерное облучение крови;
- лазерная пунктура.

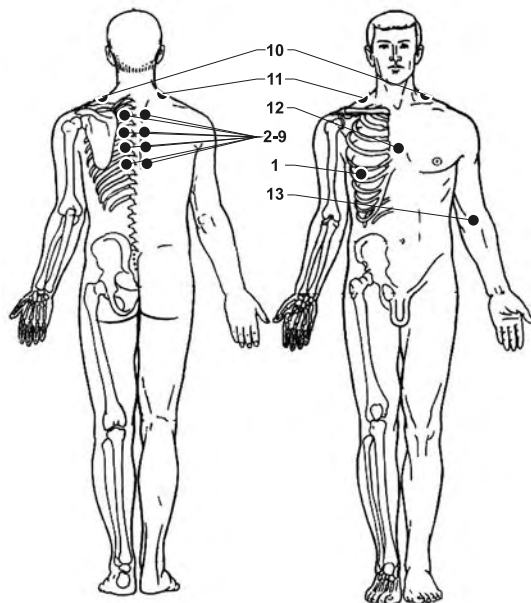
*Поля воздействия (рис. 52):*

1 – проекция области воспалительного инфильтрата легочной ткани, максимально приближенной к грудной клетке;

2–9 – паравerteбрально по три-четыре поля справа и слева на уровне  $D_3$ – $D_9$ ;

10–11 – область надплечий (поля Кренига);

- 11 – область яремной ямки;  
 12 – по средней линии в области средней трети тела грудины;  
 13 – область локтевого сгиба.



**Рис. 52.** Лазеротерапия при затяжном течении правосторонней пневмонии.

При лихорадочном состоянии (температура свыше  $38^{\circ}\text{C}$ ) начало процедур – сутки после нормализации температуры тела пациента. Лазерное облучение крови целесообразно проводить при затяжном течении острых пневмоний и при хронической пневмонии, при обычном течении острых пневмоний можно ограничиться накожным способом лазерного воздействия. Лазерное облучение крови можно комбинировать с накожным по принципу чередования в разные дни.

*Патогенетическая обусловленность воздействия:* противовоспалительный, десенсибилизирующий, иммунокорректирующий эффекты, бронхолитическое и разжижающее мокроту действие.

*Способы воздействия:*

- накожно по соответствующим полям на грудной клетке;
- эндобронхиально с помощью световода, пропущенного через биопсийный канал бронхоскопа;
- лазерное облучение крови;
- лазерная пунктура.



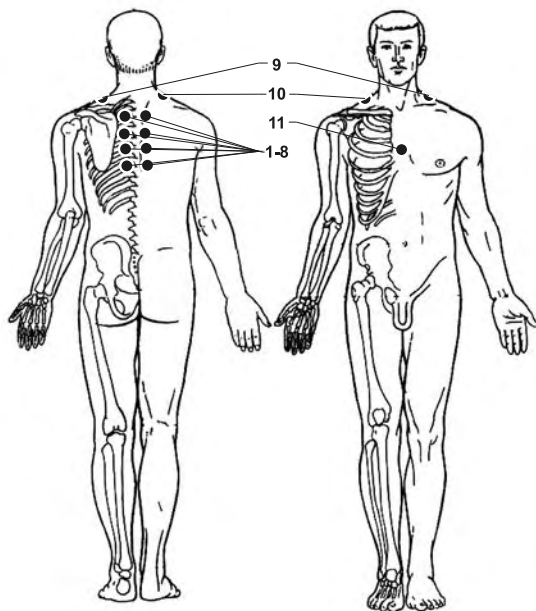
*Поля воздействия (рис. 53):*

1–8 – паравертебрально по три-четыре поля справа и слева на уровне  $D_3$ – $D_9$ ;

9–10 – область надплечий (поля Кренига);

11 – по средней линии в области средней трети тела грудины;

12 – по средней линии грудины между ее рукояткой и телом.



**Рис. 53.** Лазеротерапия при бронхиальной астме.

Лечение данного заболевания только одним каким-либо методом лазерного воздействия нецелесообразно ввиду недостаточной эффективности. Оптимально сочетание и проведение в один день процедур кожного и эндобронхиального облучения, лазерного облучения крови и кожного воздействия, лазерного облучения крови и лазерной пункциры.

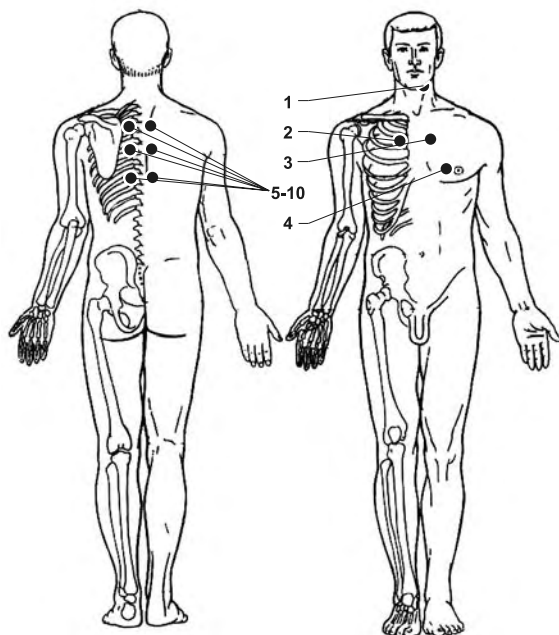
*Патогенетическая обусловленность воздействия:* обезболивающий, сосудорасширяющий и гипохолестеринемический эффекты, улучшение реологических свойств крови, гемодинамики и контрактильной способности миокарда, активация антиоксидантной системы.

*Способы воздействия:*

- кожно по соответствующим полям на грудной клетке;
- лазерное облучение крови;
- лазерная пункцира.

*Поля воздействия (рис. 54):*

- 1 – середина левой грудино-ключично-сосцевидной мышцы;
- 2 – второе межреберье справа от грудины;
- 3 – второе межреберье слева от грудины;
- 4 – четвертое межреберье по левой среднеключичной линии;
- 5–10 по три поля паравертебрально слева и справа на уровне D<sub>3</sub>–D<sub>7</sub>.



**Рис. 54.** Лазеротерапия при ишемической болезни сердца.

Комбинация полей воздействия: без нарушений сердечного ритма – 2, 3, 4 поля; при сопутствующем остеохондрозе позвоночника с корешковым синдромом и кардиалгиями – 2–10 поля. Как правило, применяют какой-либо один из вышеперечисленных методов лазерного воздействия, однако в зависимости от выраженности заболевания возможно сочетание накожного и лазерного облучения крови.

*Патогенетическая обусловленность воздействия:* лечебный эффект достигается за счет облучения рефлексогенных зон воротниковой области и улучшения микроциркуляции, за счет раздражения зон Захарьина – Геда и точек акупунктуры.

*Способы воздействия:*

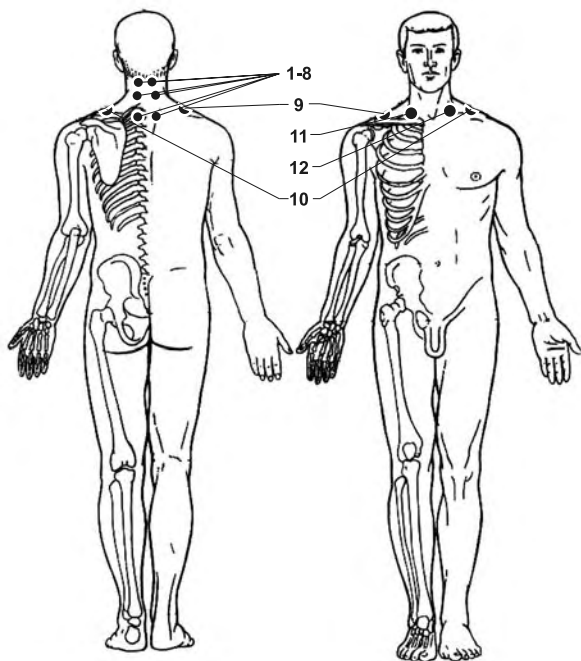
- накожно по соответствующим полям воротниковой области;
- лазерная пунктура.

*Поля воздействия (рис. 55):*

1–8 – паравертебрально по три-четыре поля справа и слева на уровне  $C_3$ – $D_3$ ;

9–10 – область надплечий;

11–12 – надключичные области на уровне середины ключицы.



**Рис. 55.** Лазеротерапия при артериальной гипертонии.

Лечение целесообразно проводить каким-либо одним способом лазерного воздействия; возможно использование в один день кожного облучения и лазерной пунктуры, но с временным интервалом в 2–4 ч; более оправдано их чередование в разные дни: один день кожное облучение, другой – лазерная пунктура и т.д.

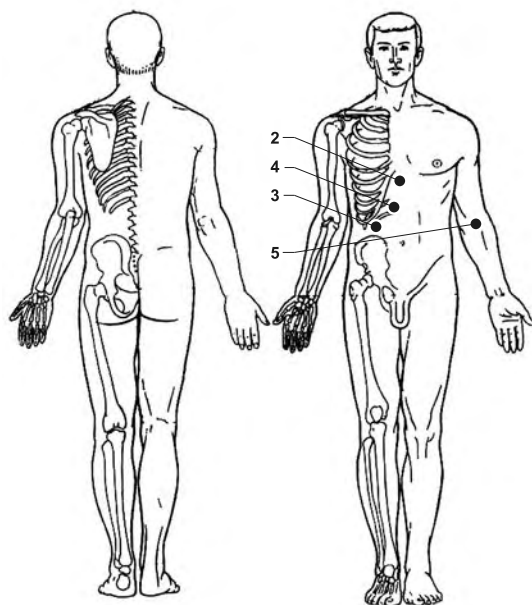
*Патогенетическая обусловленность воздействия:* противоотечный, спазмолитический, регенераторный эффекты, стимуляция секреторной и кислотообразующей функции, улучшение местного кровообращения.

*Способы воздействия:*

- кожно по соответствующим полям на передней брюшной стенке;
- внутрисуставное непосредственное облучение язвенного дефекта с помощью световода, пропущенного через биопсийный канал гастроскопа;
- лазерное облучение крови.

*Поля воздействия (рис. 56):*

- 1 – область язвенного дефекта при внутриполостном методе облучения;
- 2 – эпигастральная область непосредственно под мечевидным отростком грудины;
- 3 – область проекции пилорического отдела желудка на передней брюшной стенке;
- 4 – область проекции язвенного дефекта на передней брюшной стенке;
- 5 – область локтевого сгиба.



**Рис. 56.** Лазеротерапия при язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки.

Возможно проведение в один день накожного облучения по полям и лазерного облучения крови по неинвазивной методике; возможно применение накожного облучения по полям и лазерной пунктуры с временным интервалом в 2–4 ч. С внутриполостным облучением другие методы лазерной терапии не сочетаются в один день.

*Патогенетическая обусловленность воздействия:* противоотечный и спазмолитический эффекты, улучшение местного кровообращения.

*Способы воздействия:*

- накожно по соответствующим полям на передней брюшной стенке;
- лазерное облучение крови;

- лазерная пунктура.

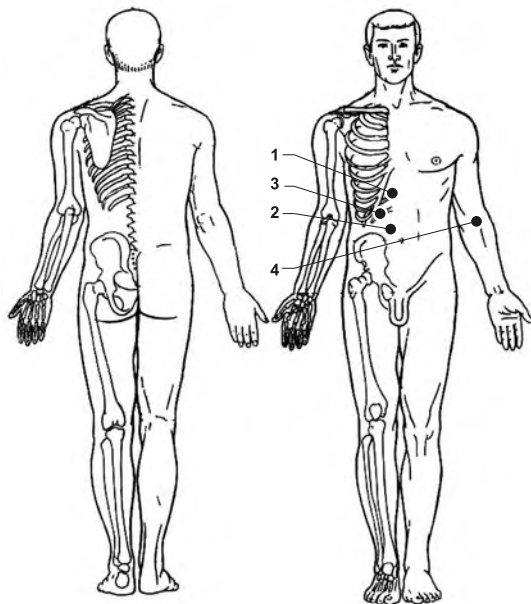
*Поля воздействия* (рис. 57):

1 – наружный край правой прямой мышцы живота на 3 см ниже края правой реберной дуги;

2 – 1/3 расстояния от середины правой реберной дуги до пупка;

3 – середина правого подреберья;

4 – область локтевого сгиба.



**Рис. 57.** Лазеротерапия при дискинезии желчевыводящих путей и холециститах.

Возможно проведение в один день процедур кожного лазерного воздействия по полям и лазерного облучения крови как по инвазивной, так и по неинвазивной методике. Возможно проведение в один день лазерной пунктуры и лазерного облучения крови по той или иной методике. Лазерную акупунктуру с кожным облучением по полям следует применять по принципу чередования в разные дни.

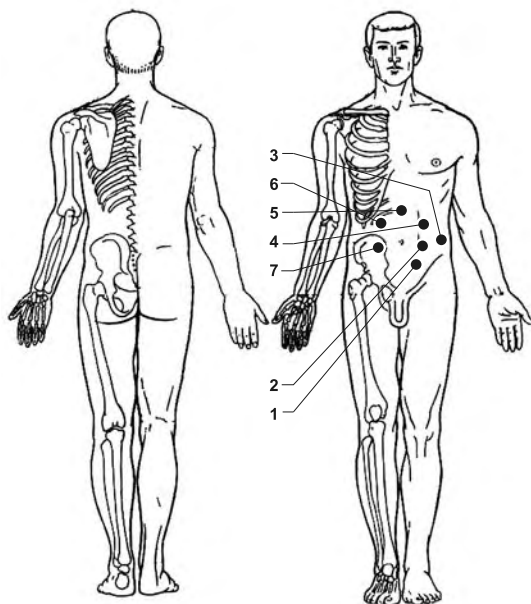
*Патогенетическая обусловленность воздействия:* спазмолитический эффект, улучшение местного кровообращения.

*Способы воздействия:*

- кожно по соответствующим полям на передней брюшной стенке;
- лазерное облучение крови.

*Поля воздействия (рис. 58):*

- 1 – зона сфинктера Пирогова – на 2 см влево от середины расстояния между лобковым сочленением и пупком;
- 2 – зона сфинктера Росси – середина расстояния от крыла левой подвздошной кости до пупка;
- 3 – зона сфинктера Бали – по левой передней подмышечной линии на уровне пупка;
- 4 – 1 см книзу середины левого подреберья;
- 5 – зона сфинктера Хорста – середина расстояния от мечевидного отростка грудины до пупка;
- 6 – 1 см книзу середины правого подреберья;
- 7 – зона сфинктера Бузи и Варолиуса – середина расстояния от крыла правой подвздошной кости до пупка.



**Рис. 58.** Лазеротерапия при заболеваниях толстого кишечника.

Целесообразно последовательное воздействие по полям на передней брюшной стенке с восходящего отдела толстой кишки, затем по поперечноободочному, далее по нисходящему и сигмовидному отделам – от седьмого к первому полю. Не следует проводить в один день процедуры накожного облучения и лазерной пунктуры, целесообразно их чередование даже в разные дни.

*Патогенетическая обусловленность воздействия:* противовоспалительный, обезболивающий, противоотечный, регенераторный, иммунокорректирующий эффекты, улучшение местного кровообращения.

*Способы воздействия:*

- наочно по проекции суставной щели соответствующего сустава сканирующим способом или последовательно по полям;
- внутрисуставное облучение с помощью световода через артроскоп или толстую пункционную иглу;
- лазерное облучение крови;
- лазерная пунктура.

*Поля воздействия (рис. 59):*

**плечевой сустав:**

- 1 – передняя поверхность сустава, ниже большого бугра плечевой кости;
- 2 – верхнебоковая поверхность сустава, между акромиальным отростком лопатки и большим бугром плечевой кости;
- 3 – задняя поверхность сустава, ниже акромиального отростка лопатки;

**локтевой сустав:**

- 4 – наружная поверхность сустава около локтевого отростка;
  - 5 – внутренняя поверхность сустава около локтевого отростка;
  - 6 – середина локтевого сгиба; лучезапястный сустав;
  - 7 – тыльная поверхность сустава, ближе к локтевой стороне;
  - 8 – ладонная поверхность сустава в середине лучезапястной складки;
- пястно-фаланговые суставы кисти:
- 9–10 – тыльные и ладонные поверхности кисти по проекции соответствующей суставной щели;

**межфаланговые суставы кисти:**

- 11–12 – тыльные и ладонные поверхности кисти по проекции соответствующей суставной щели;

тазобедренный сустав:

- 13–15 – сверху, сзади и снизу на 1 см от большого вертела бедренной кости;
- 16 – середина паховой складки;

**коленный сустав:**

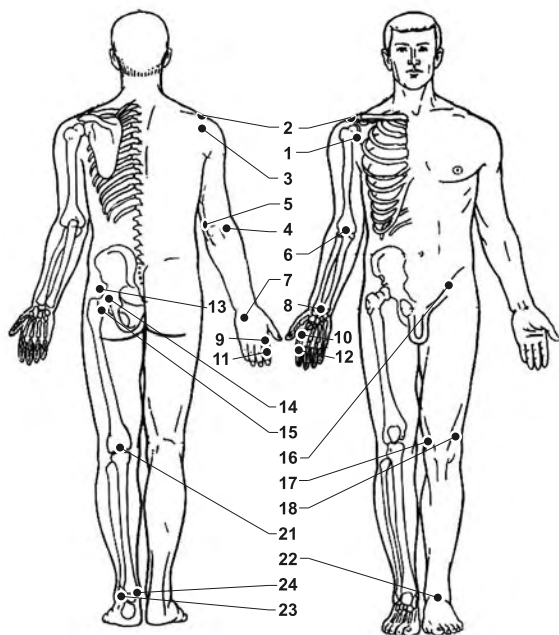
- 17–20 – по одному-два поля (в зависимости от объема сустава) по боковой поверхности (справа и слева) по проекции суставной щели;
- 21 – центр подколенной ямки; голеностопный сустав;
- 22 – тыльный сгиб стопы по проекции суставной щели;
- 23 – область между наружной лодыжкой и ахилловым сухожилием;
- 24 – область между внутренней лодыжкой и ахилловым сухожилием; сустав Шопара (поперечный сустав предплюсны):

- 25–28 – боковые, тыльная и подошвенная поверхности по проекции суставной щели; сустав Лисфранка (предплюсне-плюсневые суставы):

29–32 – по два поля с тыльной и подошвенной поверхностей по проекции суставной щели; плюсне – фаланговые суставы стопы;

33–34 – по одному полю с тыльной и подошвенной поверхностей по проекции суставной щели; межфаланговые суставы стопы;

35–36 – по одному полю с тыльной и подошвенной поверхностей по проекции суставной щели.



**Рис. 59.** Лазеротерапия при заболеваниях суставов.

Внутрисуставное облучение проводится крайне редко. Лазерное облучение крови целесообразно при ревматоидном артрите и вялотекущих специфических и неспецифических артритах. При остеоартрозах достаточно кожного воздействия, возможно комбинирование с лазеропунктурой по принципу чередования в разные дни.

*Патогенетическая обусловленность воздействия:* противовоспалительный, противоотечный, обезболивающий эффекты, улучшение местного кровообращения.

*Способы воздействия:*

- наочно по полям вдоль позвоночника между остистыми отростками позвонков и паравerteбрально слева и справа (по 3 поля на сегмент);
- лазерная пунктура.



*Поля воздействия* (рис. 60):

на каждый сегмент по 3 поля;

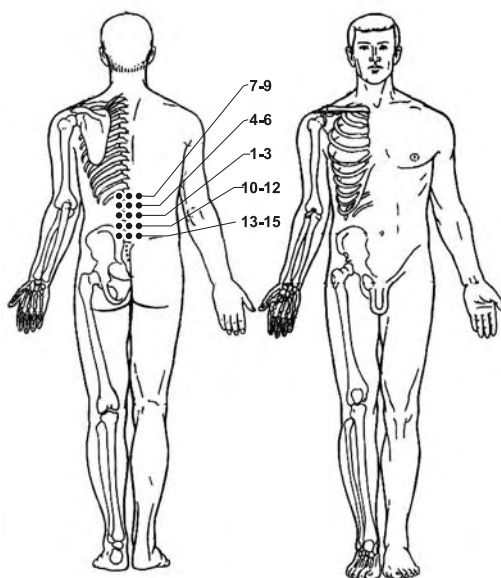
1–3 – область наибольшей болезненности в позвоночнике при пальпации или движении;

4–6 – сегмент позвоночника выше наибольшей болезненности;

7–9 – сегмент позвоночника выше предыдущего;

10–12 – сегмент позвоночника ниже наибольшей болезненности;

13–15 – сегмент позвоночника ниже предыдущего.



**Рис. 60.** Лазеротерапия при дорсопатиях, поясничный отдел, L<sub>3</sub>–L<sub>5</sub>..

Для всех типов лазерных аппаратов, генерирующих излучение в красном и ближнем инфракрасном диапазоне, время воздействия на одно поле в шейном отделе позвоночника – 1 мин., в грудном – до 2 мин., в пояснично-крестцовом – до 4 мин.

Возможно проведение в один день накожного лазерного облучения и лазерной пунктуры, временной интервал между процедурами – не менее двух часов.

*Патогенетическая обусловленность воздействия:* обезболивающий, противовоспалительный и противоотечный эффекты, улучшение местного кровообращения.

*Способы воздействия:*

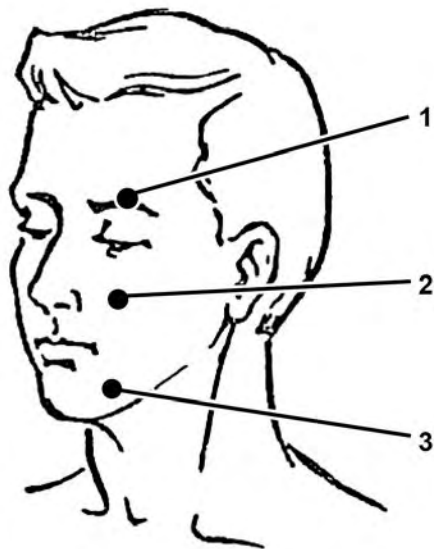
- накожно по полям в области выхода ветвей тройничного нерва из костей черепа;
- лазерная пунктура.

*Поля воздействия (рис. 61):*

1 – при поражении первой ветви тройничного нерва, глазного нерва – на надбровной дуге в области верхней глазничной щели черепа;

2 – при поражении второй ветви тройничного нерва, верхнечелюстного нерва – центр крыло-небной ямки;

3 – при поражении третьей ветви тройничного нерва, нижнечелюстного нерва – область подбородочного отверстия нижней челюсти.



**Рис. 61.** Лазеротерапия при невралгии тройничного нерва.

Облучение проводят лишь пораженной ветви нерва по соответствующим полям. При воздействии на область выхода из черепа первой ветви тройничного нерва (глазного нерва) не следует применять излучение инфракрасных лазеров, чтобы не облучать структуры головного мозга, учитывая большую проникающую способность инфракрасного спектра.

Допустимо проведение в один день кожного облучения по полям и лазерной пунктуры с временным интервалом 2–4 ч.

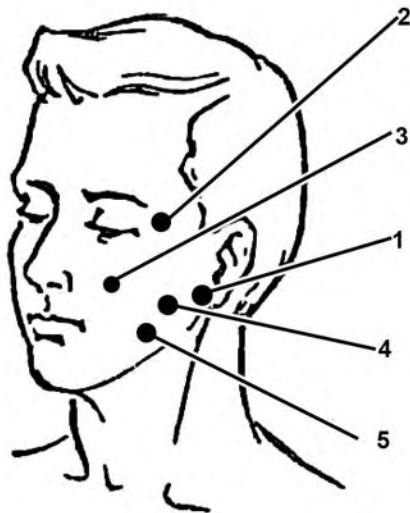
*Патогенетическая обусловленность воздействия:* противовоспалительный и противоотечный эффекты, улучшение местного кровообращения и нервной трофики.

*Способы воздействия:*

- наочно по полям в области выхода из черепа ствола лицевого нерва и по проекции его разветвлений;
- лазерная пунктура.

*Поля воздействия* (рис. 62):

- 1 – непосредственно под сосцевидным отростком височной кости в области выхода из черепа ствола лицевого нерва;
- 2 – на 1 см кнаружи от латерального края глазницы;
- 3 – по внутреннему краю верхней трети жевательной мышцы лица в области крыло-небной ямки;
- 4 – по наружному краю средней трети жевательной мышцы лица;
- 5 – на 1 см вверх и внутрь от угла нижней челюсти.



**Рис. 62.** Лазеротерапия при неврите лицевого нерва.

При любой локализации поражения лицевого нерва обязательным является воздействие на область выхода из черепа ствола нерва (1-е поле). При поражении орбитальных мышц глаз (неполное смыкание век, слезотечение) облучаем 2-е и 3-е поля; при сглаженности носогубной складки, опущении угла рта, неполном его закрытии – 3, 4-е и 5-е поля.

Допустимо проведение в один день кожного облучения по полям и лазерной пунктуры с временным интервалом 2–4 ч.

*Патогенетическая обусловленность воздействия:* противовоспалительный, обезболивающий, противоотечный, регенераторный эффекты, улучшение местного кровообращения.

*Способы воздействия* (при невритах, невралгиях, травматических повреждениях периферических нервов):

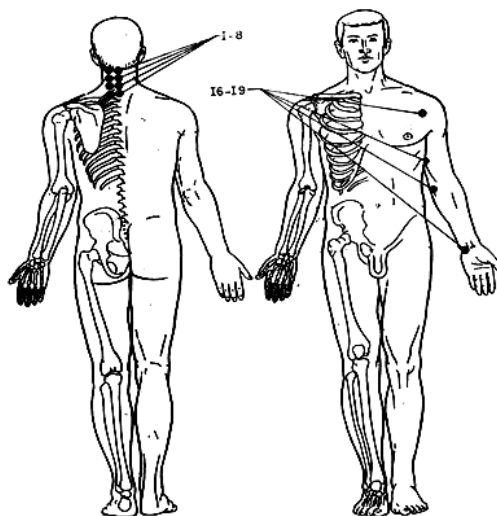
- кожно по соответствующим полям;
- лазерная пунктура.

*Поля воздействия (рис. 63):*

1–15 – по 1–5 сегментов спинного мозга, из нервных корешков которых формируется пораженный нерв (по 3 поля на сегмент: между остистыми отростками соответственно данному сегменту, справа и слева паравертебрально при двустороннем поражении; по 2 поля на сегмент: между остистыми отростками и паравертебрально на стороне пораженного нерва);

16–20 – по два-пять полей по ходу пораженного нерва в местах пальпаторной или самопроизвольной болезненности;

21 – область повреждения нервного окончания.



**Рис. 63.** Лазеротерапия при неврите левого локтевого нерва.

Для всех типов лазерных аппаратов, генерирующих излучение в красном и ближнем инфракрасном диапазоне, время воздействия на одно поле в шейном отделе позвоночника – 1 мин., в грудном и пояснично-крестцовом – 2 мин.; по ходу пораженного нерва и в области повреждения нерва – по 2 мин. на поле. Последовательность воздействия – от центра к периферии.

Возможно проведение в один день накожного лазерного облучения по полям и лазерной пунктуры с временным интервалом не менее 2 ч.

*Патогенетическая обусловленность воздействия:* сосудорасширяющий и спазмолитический эффекты, нормализация вегетативно-трофических расстройств.

*Способы воздействия:*

- накожно по соответствующим полям воротниковой зоны;
- лазерное облучение крови;
- лазерная пунктура.

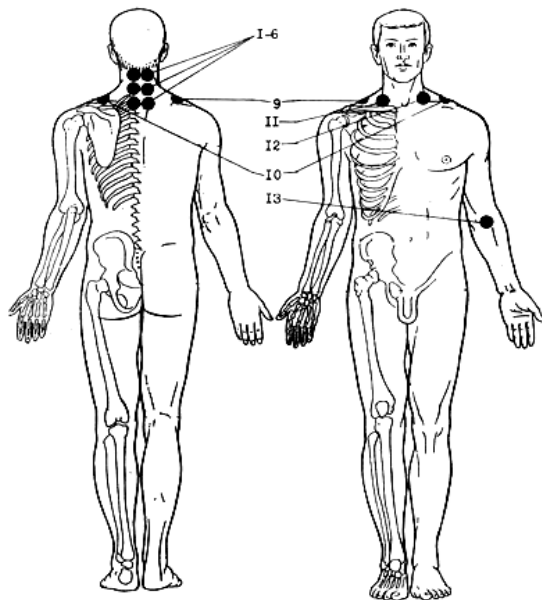
*Поля воздействия* (рис. 64):

1–8 – паравертебрально по 3–4 поля справа и слева на уровне  $C_3$ – $D_3$ ;

9–10 – область надплечий;

11–12 – надключичные области на уровне середины ключицы;

13 – область локтевого сгиба.



**Рис. 64.** Лазеротерапия при нейроциркуляторной дистонии с артериальной гипертензией и симпатоадреналовыми кризами.

При умеренно выраженных симптомах заболевания (невысоких цифрах артериального давления, умеренной тахикардии) целесообразно проводить лечение только накожным облучением по полям с 1-го по 12-е. При выраженной симптоматике следует сочетать накожное воздействие по полям с лазерным облучением крови. Лазерную пунктуру можно сочетать с лазерным облучением крови, накожное облучение по полям можно комбинировать с лазерной пунктурой по принципу чередования в разные дни.

*Патогенетическая обусловленность воздействия:* сосудорасширяющий и спазмолитический эффекты, нормализация центральной регуляции сосудистого тонуса.

*Способы воздействия:*

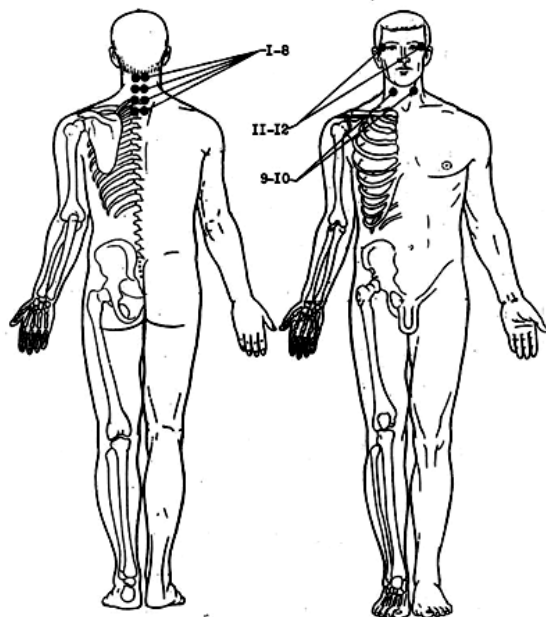
- накожно по соответствующим полям;
- лазерное облучение крови;
- лазерная пунктура.

Поля воздействия (рис. 65):

1–8 – паравerteбрально по 3–4 поля справа и слева на уровне  $C_3$ – $D_3$ ;

9–10 – справа и слева в области середины грудино-ключично-сосцевидной мышцы;

11–12 – справа и слева в височной области по проекции височной артерии.



**Рис. 65.** Лазеротерапия при сосудисто-мозговой недостаточности и мигрени.

При сосудисто-мозговой недостаточности (динамические, преходящие нарушения мозгового кровообращения, ишемический инсульт) целесообразно сочетать накожное облучение по полям (1–8 и 9 или 10 поле на стороне, противоположной очагу поражения в головном мозге) и внутрисосудистое облучение крови. При мигрени любой формы воздействуют накожно по 1–8 полям, при простой форме – дополнительно 11 и 12 поля; лазерное облучение крови при мигрени обычно не применяют. Комбинированное воздействие накожного облучения и лазерной пунктуры применяют по принципу чередования в разные дни. Время воздействия накожно на одно поле при всех заболеваниях – 1 мин.

*Патогенетическая обусловленность воздействия:* сосудорасширяющий и спазмолитический эффекты, улучшение местного кровообращения.

*Способы воздействия:*

- накожно по соответствующим полям и областям;

- лазерное облучение крови;
- лазерная пунктура.

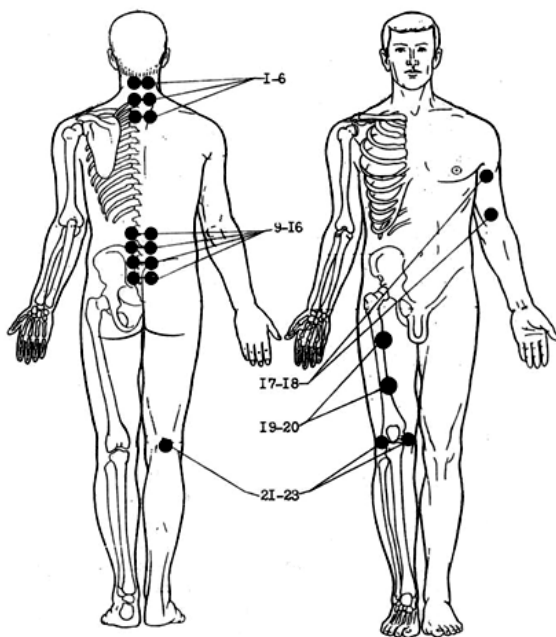
*Поля воздействия* (рис. 66):

1–8 – паравертебрально по 3–4 поля справа и слева на уровне  $C_3$ – $B_3$ ;

9–16 – паравертебрально по три-четыре поля справа и слева на уровне  $L_2$ – $S_3$ ;

17–20 – области спастичных мышц конечностей;

21–23 – по 2–3 поля по проекции суставной щели при контрактуре соответствующего сустава.



**Рис. 66.** Лазеротерапия при детском церебральном параличе, гипертонусе мышц левого плеча, парезе мышц правого бедра и анкилозе правого коленного сустава.

При накожном облучении на 1–8 поля воздействуют при поражении верхних конечностей, на 9–16 – при поражении нижних конечностей.

Области спастичных мышц облучают по лабиальной методике (сканирование лучом) штриховыми движениями со скоростью движения луча – 1 см/с.

Время воздействия на одно поле – от 30 до 60 с, время облучения соответствующих областей – 3–5 мин. в зависимости от возраста ребенка.

Целесообразно сочетание и проведение в один день процедур накожного воздействия по соответствующим полям и областям с внутрисосудистым облучением

крови; комбинированное воздействие кожного облучения и лазерной пункциры применяют по принципу чередования в разные дни.

*Патогенетическая обусловленность воздействия:* обезболивающий, противовоспалительный, регенераторный эффекты, улучшение местного кровообращения.

*Способы воздействия:*

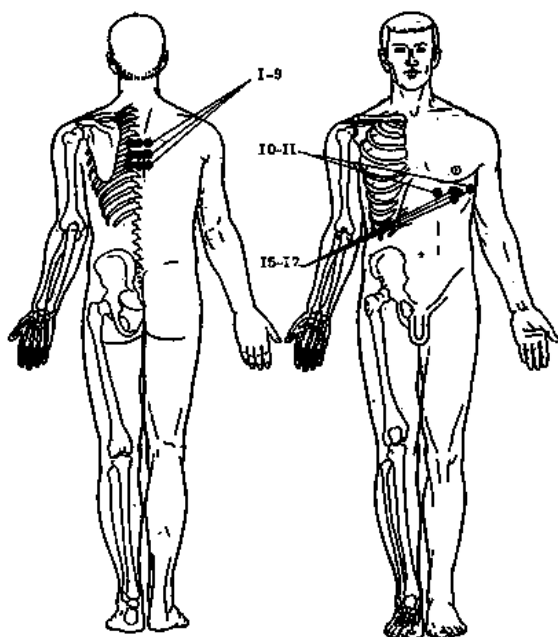
- кожно по соответствующим полям и областям;
- лазерная пункцира.

*Поля воздействия (рис. 67):*

1–9 – по 1–3 сегмента спинного мозга, из нервных корешков которых формируется пораженный герпетическим процессом нерв (по 3 поля на сегмент: первое – между остистыми отростками позвонков соответственно данному сегменту, второе и третье – справа и слева паравертебрально на уровне этого сегмента;

10–14 – по два-пять полей по ходу пораженного нерва в местах герпетических высыпаний;

15–17 – область групповых герпетических высыпаний.



**Рис. 67.** Лазерная терапия при опоясывающем лишае.

Время воздействия на одно поле в области сегмента спинного мозга (паравертебрально и между остистыми отростками позвонков) в шейном отделе позвоночника – 1 мин., в остальных отделах – 2 мин.



При облучении области групповых высыпаний применяется лабиальная методика (сканирование лучом) со скоростью движения луча – 1 см/с до 3–5 мин. воздействия на пораженную область.

Возможно применение в один день накожного облучения по полям и областям с лазерной пунктурой с временным интервалом между ними – не менее 2 ч.

*Патогенетическая обусловленность воздействия:* спазмолитический эффект, улучшение микроциркуляции, нормализация липидного обмена.

*Способы воздействия:*

- наочно по соответствующим полям;
- внутрисосудистое лазерное облучение крови;
- лазерная пунктура.

*Поля воздействия (рис. 68):*

1–6 – паравертебрально по три поля справа и слева на уровне  $L_3-S_2$ ;

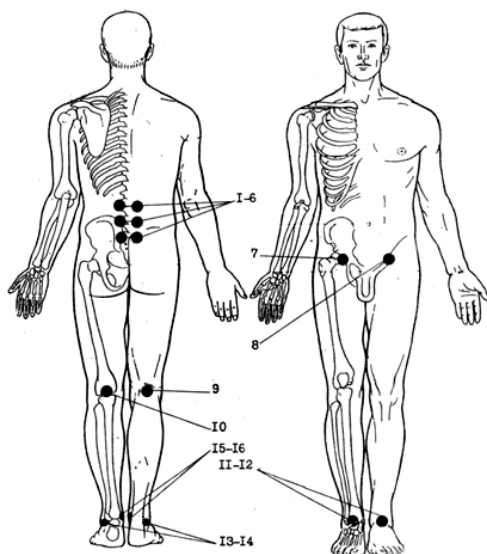
7–8 – середина паховой складки справа и слева;

9–10 – центр подколенной ямки справа и слева;

11–12 – тыльный сгиб стопы по проекции суставной щели голеностопного сустава справа и слева;

13–14 – область между наружной лодыжкой и ахилловым сухожилием справа и слева;

15–16 – область между внутренней лодыжкой и ахилловым сухожилием справа и слева.



**Рис. 68.** Лазеротерапия при облитерирующих заболеваниях сосудов нижних конечностей.

Возможно проведение в один день кожного облучения по полям и внутрисосудистого лазерного воздействия, а также проведение лазерной пунктуры и лазерного облучения крови. Возможно применение кожного облучения по полям и лазерной пунктуры в один день, но с временным интервалом 2–4 ч.

*Патогенетическая обусловленность воздействия:* противовоспалительный, противоотечный, регенераторный эффекты, улучшение местного кровообращения.

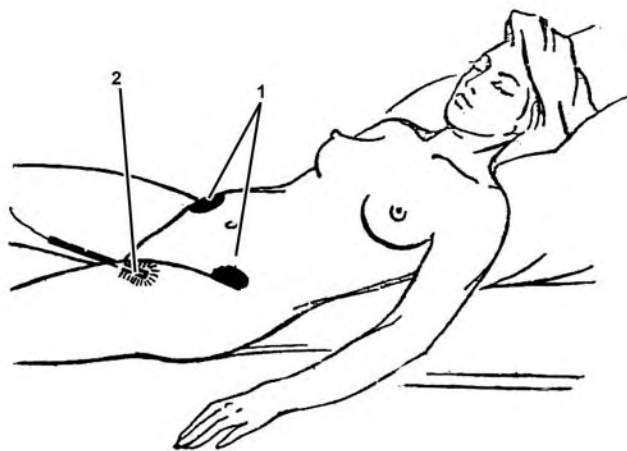
*Способы воздействия:*

- кожно по соответствующим полям;
- комбинированное кожное и внутривлагалищное облучение;
- лазерная пунктура.

*Поля воздействия (рис. 69):*

1 – в подвздошной области на передней брюшной стенке справа или слева (при двустороннем поражении – с обеих сторон) в месте проекции расположения яичников;

2 – слизистая оболочка стенок влагалища, облучаемая одновременно с помощью световодных рассеивающих насадок.



**Рис. 69.** Лазеротерапия при сальпингоофоритах.

При воздействии лазерного излучения красной области спектра необходимо проводить комбинированное кожное и внутривлагалищное облучение. При проведении лечения инфракрасными лазерами достаточно воздействия на область проекции придатков матки на передней брюшной стенке.

При внутривлагалищном облучении световодную насадку вводят в предварительно очищенное от выделений влагалище до упора в шейку матки. При отсутствии возможности полной стерилизации насадок после процедур на них перед введением во влагалище надевают презерватив.

Лазерную терапию данного заболевания начинают с пятого дня менструального цикла.

Лазеротерапия заболеваний кожи

### **Дерматиты, дерматозы**

*Патогенетическая обусловленность воздействия:* противовоспалительный, противоотечный, десенсибилизирующий, иммунокорригирующий, регенераторный эффекты, улучшение местного кровообращения.

*Способы воздействия:*

- наочно по соответствующим полям и областям;
- внутрисосудистое или экстракорпоральное лазерное облучение крови;
- лазерная пунктура.

*Поля воздействия*

Облучение проводят по полям, захватывая всю пораженную поверхность кожи по конфигурации патологического участка от периферии к центру с облучением здоровых тканей в пределах 1–1,5 см; возможно применение сканирования лазерным лучом со скоростью движения 1 см/с.

Перед процедурой пораженную поверхность кожи очищают от влажного серозного или гнойного отделяемого, облучение проводят, как правило, открытого пораженного участка, при использовании импульсных инфракрасных лазеров допустимо воздействие через 2–3 слоя марли или бинта. При наличии на пораженной поверхности чешуек или корочек предпочтительнее воздействовать инфракрасным излучением.

Возможно проведение в один день процедур наочного облучения и лазерной пунктуры, наочного воздействия и облучения крови.

### **Простой и рецидивирующий герпес**

*Патогенетическая обусловленность воздействия:* противовоспалительный, противоотечный, десенсибилизирующий эффекты.

*Способы воздействия:* наочно по соответствующим полям.

*Поля воздействия*

Облучение проводят по полям, захватывая всю пораженную герпетическим процессом поверхность губ лица и наружных половых органов (при генитальном герпесе); при больших площадях поражения воздействуют последовательно полями от периферии к центру с облучением здоровых тканей в пределах 1 см, возможно применение лабильной методики (сканирование лучом) со скоростью движения 1 см/сек.

Лазерное облучение осуществляют на любой стадии патологического процесса. Наибольший эффект воздействия получают при облучении соответствующего участка кожи на ранней стадии возникновения кожных проявлений, при наличии лишь зуда или жжения и отсутствии других элементов герпетического процесса (папул или везикул). Лазерная терапия на этой стадии позволяет прервать дальнейшее развитие заболевания и появление последовательных патологических

кожных элементов. При этом для достижения лечебного эффекта достаточно 4–5 процедур накожного облучения, возможно их проведение два раза в день с интервалом в 6–10 ч.

Даже при наличии патологических кожных элементов к началу лечения процесс их формирования и обратного развития при лазерном облучении протекает менее болезненно и быстрее. При наличии папул в некоторых случаях удается предотвратить возникновение везикул (пузырьков с серозным содержимым), при наличии везикулярного высыпания лазерное воздействие способствует обратному их развитию, быстрой регенерации кожного покрова на пораженном участке.

### **Фурункулез**

*Патогенетическая обусловленность воздействия:* противовоспалительный, противоотечный, десенсибилизирующий эффекты.

*Способы воздействия:*

- накожно по соответствующим полям;
- внутрисосудистое или экстракорпоральное лазерное облучение крови;
- лазерная пунктура.

*Поля воздействия*

Облучение проводят по полям соответственно каждому патологическому элементу с захватом здоровых тканей лазерным лучом в пределах 1 см; воздействуют на все элементы, независимо от стадии их развития. При вскрывшемся фурункуле перед процедурой его поверхность очищают от гнойного содержимого или влажного отделяемого. Облучение проводят, как правило, открытого пораженного участка; при использовании импульсных инфракрасных лазеров допустимо воздействие через 2–3 слоя марли или бинта. При наличии на пораженной поверхности корочек предпочтительнее воздействовать инфракрасным излучением.

При небольшом количестве патологических элементов достаточно накожного воздействия по полям, при генерализованном процессе необходимо проведение в один день накожного воздействия и лазерного облучения крови или лазерной пунктуры и накожного облучения.

Лазеротерапия заболеваний ЛОР-органов

### **Вазомоторный ринит**

*Патогенетическая обусловленность лазерного воздействия при ринитах:* противовоспалительный, противоотечный, регенераторный, десенсибилизирующий эффекты, улучшение местного кровообращения.

*Способы воздействия:*

- накожно по соответствующим полям;
- интраназально;
- лазерная пунктура.

*Поля воздействия:*

▪ при накожном воздействии облучение проводят двумя полями (по одному полю справа и слева) по боковым поверхностям спинки носа;

▪ при интраназальном облучении используют световодные насадки с боковым излучением и воздействуют последовательно одним полем на заднюю, среднюю и переднюю треть нижней носовой раковины в каждой половине полости носа.

Процедуру проводят под местной аппликационной анестезией 3% раствора адреналина.

При остром рините в начальной стадии воспалительного процесса первые две-три процедуры проводят излучением гелий-неонового лазера (при его отсутствии можно использовать методику местного лечения острого ринита на слизистую носа интегральным или КУФ излучением через тубус с помощью аппаратов БОП-4, ОКУФ-5М, УГН-1), затем лечение продолжают излучением инфракрасного спектра. При субатрофическом и вазомоторном рините воздействуют излучением только красного или инфракрасного лазера. При гипертрофическом рините лазерная терапия не показана. При наковом воздействии процедуру проводят с помощью только инфракрасных лазеров.

Возможно сочетание наковом облучения и лазерной акупунктуры.

**Синуситы**

*Патогенетическая обусловленность воздействия:* противовоспалительный, противоотечный и обезболивающий эффекты.

*Способы воздействия:*

- наковом по соответствующим полям;
- внутриволостно с помощью световода, пропущенного через пункционную иглу;
- лазерная пункцира.

*Поля воздействия:*

- при наковом воздействии облучение проводят одним-двумя (при двустороннем процессе) полями области крылонебной ямки;
- при внутриволостном облучении используют тонкий световод, соответствующий диаметру пункционной иглы, которую вводят в гайморову полость на минимальную глубину в целях максимального расфокусирования луча для облучения большей поверхности полости.

При наковом облучении используют только инфракрасные лазеры, при этом процедуры проводятся лишь при отсутствии в полости экссудативного содержимого и гипертрофического процесса слизистой оболочки.

Процедуры внутриволостного облучения проводятся врачом-оториноларингологом. Перед процедурой необходимо удалить из полости все содержимое. При гипертрофии слизистой лазерная терапия не показана.

Возможно сочетание наковом облучения и лазерной пункциры.

**Лазерная терапия ангины, тонзиллитов**

*Патогенетическая обусловленность воздействия:* противовоспалительный и десенсибилизирующий эффект.

*Способы воздействия:*

- наочно по соответствующим полям;
- непосредственное облучение миндалин через ротовую полость;
- лазерная пунктура.

*Поля воздействия:*

- при наочном воздействии облучение проводят двумя полями (по одному полю справа и слева) по переднебоковой поверхности шеи непосредственно ниже угла нижней челюсти;
- при непосредственном облучении миндалин используют специальные световодные насадки; при достаточной расходимости луча с торца световода каждую миндалину облучают одним полем; если расходимость луча незначительная, то воздействием четырьмя-восемью полями, либо сканирующей методикой со скоростью движения луча 0,5 см/с.

Во время процедуры больной сидит с открытым ртом (при пероральном облучении), передние 2/3 языка отжимаются шпателем.

При ангине или обострении хронического тонзиллита в начальных стадиях воспалительного процесса воздействуют излучением красным или инфракрасным спектром.

Возможно сочетание наочного и перорального облучения, перорального облучения и лазерной пунктуры.

Возможно сочетание наочного облучения и лазерной пунктуры.

#### ***Лазерная терапия фарингитов***

*Патогенетическая обусловленность воздействия:* противовоспалительный, противоотечный эффекты.

*Способы воздействия:*

- непосредственное облучение задней стенки глотки через ротовую полость;
- лазерная пунктура.

*Поля воздействия:*

- при пероральном непосредственном облучении задней стенки глотки используют специальные световодные насадки; при достаточной расходимости луча с торца световода воздействуют осуществляются одним полем; если расходимость луча незначительная, облучение проводят двумя-четырьмя полями последовательно, либо сканированием луча по пораженной поверхности со скоростью движения луча 0,5 см/с.

При повышенном глоточном рефлексе у пациента необходимо произвести 1–2-разовую аппликацию корня языка 3% раствором дикаина.

Во время процедуры больной сидит с открытым ртом, передние 2/3 языка отжимаются шпателем.

#### ***Лазерная терапия ларингитов***

*Патогенетическая обусловленность воздействия:* противовоспалительный, противоотечный, спазмолитический эффекты, улучшение местного кровообращения.

*Способы воздействия:*

- наочно по соответствующим полям;
- непосредственное облучение гортани и голосовых связок через ротовую полость;
- лазерная пунктура.

*Поля воздействия:*

- при наочном воздействии облучение проводят двумя полями (по одному полю справа и слева) по боковой поверхности шеи на уровне хрящей гортани;
- при непосредственном облучении гортани и голосовых связок используют специальные световодные насадки; при достаточной расходимости луча с торца световода поверхность гортани и голосовых связок облучают одним полем; если расходимость луча незначительная, то воздействуют одним полем на каждую головую связку и четырьмя полями на слизистую гортани.

При повышенном глоточном рефлексе у пациента производят аппликационную анестезию корня языка 3% раствором дикаина; положение больного и врача (медсестры) во время процедуры – как при непрямой ларингоскопии.

Возможно сочетание наочного облучения и лазерной пунктуры.

### ДОКУМЕНТЫ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРОВ В МЕДИЦИНЕ

В настоящее время медицинские специалисты, работающие с лазерными аппаратами, должны руководствоваться следующими документами.

Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров № 5804-91, утвержденные главным санитарным врачом РФ 31.07.1991.

ГОСТ 8.357-79. Средства измерения параметров лазерного излучения. Диапазоны энергетические, спектральные, временные.

ГОСТ 12.1.040-83 ССБТ. Лазерная безопасность, общие положения.

ГОСТ 244.69-80. Средства измерения параметров лазерного излучения. Общие технические требования.

ГОСТ 12.4.026-76 ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности.

ГОСТ 12.4.013-85 ССБТ. Очки защитные. Общие технические условия.

Приказ МЗ и СР РФ № 302 от 21.09.2011 г. «Порядок проведения обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда».

Методические рекомендации «Гигиена труда при работе с лазерами» МЗ РФ, 1981.

ГОСТ Р-50723-94. Лазерная безопасность.

## САНИТАРНЫЕ НОРМЫ, ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛАЗЕРОВ

### Требования к изготовлению лазерных изделий

1. Технические условия на лазерные изделия согласовываются в обязательном порядке с органами Государственного санитарного надзора.

2. Опытные образцы лазерных изделий должны иметь заключение экспертной комиссии Минздрава СССР о соответствии данным Правилам с последующим решением на серийный выпуск.

3. Конструкция лазерных изделий должна обеспечивать защиту персонала от лазерного излучения и других опасных и вредных производственных факторов.

4. В паспорте (формуляре) на лазерное изделие должно быть указано:

- длина волны излучения,
- выходная мощность (энергия),
- длительность импульса,
- частота следования импульсов,
- длительность серии импульсов,
- начальный диаметр пучка излучения,
- расходимость пучка,
- класс опасности лазера,
- сопутствующие опасные и вредные факторы.

5. За определение класса опасности лазеров ответственность несет предприятие-изготовитель.

Контроль за правильностью установления класса лазера возлагается на органы Государственного санитарного надзора.

6. Лазер, независимо от класса, должен иметь защитный корпус (кожух).

7. Защитный корпус (кожух) или его части, снимаемые при техническом обслуживании и открывающие доступ к лазерному излучению и высокому напряжению в цепях электропитания, должны иметь защитную блокировку.

8. Срабатывание блокировки на работающей лазерном изделии или не полностью разряженной батарее конденсатора должно сопровождаться четким визуальным или звуковым сигналом тревоги.

9. Пульт управления лазерных изделий III и IV классов должен оснащаться съемным ключом.

10. Лазеры III и IV классов, генерирующие излучение в видимом диапазоне, и лазеры IV класса с генерацией в ультрафиолетовом и инфракрасном диапазонах должны снабжаться световыми сигнальными устройствами, работающими с момента начала генерации и до ее окончания. Световой предупредительный сигнал должен быть хорошо виден через защитные очки.

11. Пульт (панель) управления лазерными изделиями, независимо от класса, должен размещаться так, чтобы при регулировке и работе не происходило облуче-



ния персонала лазерным излучением. Конструкция лазерных изделий III, IV классов должна обеспечивать возможность дистанционного управления.

12. Лазеры III, IV классов должны содержать дозиметрическую аппаратуру.

13. Лазерные изделия III, IV классов должны иметь прерыватель пучка или аттенюатор для ограничения распространения излучения.

14. В лазерных изделиях III, IV классов необходимо предусматривать возможность снижения выходной мощности (энергии) излучения при их техническом обслуживании.

15. Лазерные изделия III, IV классов, генерирующие излучение в невидимой части спектра, должны иметь встроенные лазеры I, II класса с видимым излучением для визуализации основного лазерного пучка.

16. Все оптические системы наблюдения (окуляры, смотровые окна, экраны) должны обеспечивать снижение энергии (мощности) проходящего через них излучения до предельно допустимых уровней.

17. Лазерные изделия медицинского назначения должны быть оборудованы средствами для измерения уровня лазерного излучения, воздействующего на пациента и обслуживающий персонал.

18. Лазерные изделия, в которых используется волоконно-оптическая передача излучения, должны быть обеспечены специальным инструментом для отсоединения систем передачи и механическими ослабителями лазерного пучка на соединителях.

19. В лазерных изделиях, предназначенных для использования в театрально-зрелищных мероприятиях, учебных заведениях, на открытых пространствах (топографическая съемка, лидары, навигационное оборудование, связь), запрещается применение лазеров III, IV класса.

20. Лазеры и лазерные изделия любого класса должны иметь маркировку.

### **Требования к эксплуатации лазерных изделий**

1. При эксплуатации лазерных изделий II–IV класса назначается инженерно-технический работник, прошедший специальное обучение, отвечающий за обеспечение безопасных условий работы.

2. При изменении потребителями технических параметров лазерного изделия, влияющих на характер его работы или выполняемые им функции, лицо или организация, осуществляющие эти изменения, несут ответственность за проведение повторной классификации и изменение знаков и надписей на лазерном изделии.

3. Лазерные изделия III–IV класса до начала их эксплуатации должны быть приняты комиссией, назначенной администрацией учреждения, с обязательным включением в ее состав представителей Госсаннадзора. Комиссия устанавливает выполнение требований настоящих Правил, решает вопрос о вводе лазерных изделий в эксплуатацию. Решение комиссии оформляется актом.

4. Для ввода лазерного изделия III и IV класса в эксплуатацию комиссии должна быть представлена следующая документация:

- паспорт на лазерное изделие;
- инструкция по эксплуатации и технике безопасности;
- утвержденный план размещения лазерных изделий;
- санитарный паспорт.

5. Безопасность на рабочих местах при эксплуатации лазерных изделий должна обеспечиваться конструкцией изделия. В пределах рабочей зоны уровни воздействия лазерного излучения и других неблагоприятных производственных факторов не должны превышать значений, установленных настоящими Правилами и другими нормативными документами.

6. По окончании работы на лазерных изделиях III, IV класса ключ управления должен быть удален из гнезда.

7. Запрещается отключать блокировку и сигнализацию во время работы лазера или зарядки конденсаторных батарей.

8. Пучок излучения лазеров II–IV класса должен ограничиваться на конце своей полезной траектории диффузным отражателем или поглотителем.

9. Для предотвращения пожара при эксплуатации лазерных изделий IV класса в качестве ограничителей следует применять хорошо охлаждаемые неплоские металлические мишени или огнеупорные материалы достаточной толщины. При этом следует соблюдать осторожность, так как оплавление этих материалов может приводить к зеркальному отражению излучения.

10. При использовании лазерных изделий III и IV класса область взаимодействия лазерного пучка и мишени должна ограждаться материалами, непрозрачными для лазерного излучения.

11. При транспортировании излучения от лазеров III, IV класса должны использоваться специальные системы, исключающие попадание в рабочие помещения прямого и зеркально отраженного излучения.

12. Защитные экраны систем транспортирования не должны разрушаться при случайном кратковременном воздействии на них транспортируемого лазерного излучения.

13. Системы транспортирования перед началом эксплуатации должны быть приняты комиссией.

14. Открытые траектории излучения лазеров II класса должны располагаться выше или ниже уровня глаз работающих.

15. Зеркала, линзы и делители пучков должны быть жестко закреплены для предотвращения случайных зеркальных отражений излучения лазерных изделий II–IV класса в рабочую зону; перемещение их может производиться во время работы лазера только под контролем ответственного лица с обязательным применением средств индивидуальной защиты.

16. Запрещается проводить визуальную юстировку лазеров II–IV класса без соответствующих средств защиты.

17. При работе с лазерными изделиями III и IV класса запрещается использовать оптические системы наблюдения (бинокли, микроскопы, теодолиты и др.), не оснащенные средствами защиты от излучения.

18. Безопасное применение лазерных изделий на строительстве, при демонстрациях в учебных заведениях, в театральнo-зрелищных мероприятиях и на открытых пространствах должно обеспечиваться организационно-техническими мероприятиями, включающими предварительную разработку схемы размещения лазеров и траектории лазерных пучков, при строгом контроле за соблюдением настоящих правил. В указанных случаях запрещается применение лазерных изделий III и IV класса.

19. Зоны распространения лазерного излучения должны обозначаться знаками лазерной опасности. Если лазерный пучок выходит за пределы контролируемой зоны, в конце его полезной траектории должен быть ограничитель.

20. Безопасность при работе с открытыми лазерными изделиями обеспечивается путем применения средств индивидуальной защиты.

21. На рабочем месте необходимо иметь инструкцию по технике безопасности для работающих на лазерном изделии, аптечку и инструкцию по оказанию первой помощи пострадавшему.

22. Производственные помещения, в которых эксплуатируются лазерные изделия, должны отвечать требованиям действующих строительных норм и правил и обеспечивать безопасность обслуживания изделий.

23. Для лазерных изделий III, IV класса, исходя из конструктивных и технологических особенностей, должны быть соблюдены следующие нормативы свободного пространства:

- с лицевой стороны пультов и панелей управления не менее 1,5 м при однорядном расположении лазерных изделий и не менее 2 м – при двурядном;
- с задней и боковой сторон лазерных изделий, при наличии открывающихся дверей, съемных панелей и других устройств, к которым необходим доступ – не менее 1,0 м.

24. Стены и выгородки помещений, в которых размещаются лазерные изделия III, IV классов, должны изготавливаться из негорюемых материалов с матовой поверхностью.

25. Естественное и искусственное освещение помещений должно удовлетворять требованиям действующих нормативов. В помещениях или зонах, где используются очки для защиты от лазерного излучения, уровни освещенности должны быть повышены на 1 ступень.

26. Параметры микроклимата и содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов.

27. Помещения, в которых при эксплуатации лазерных изделий происходит образование вредных газов и аэрозолей, должны быть оборудованы общеобменной, а в необходимых случаях и местной вытяжной вентиляцией для удаления

загрязненного воздуха с последующей очисткой его. В случае использования веществ I и II классов опасности и вредности должна быть предусмотрена аварийная вентиляция.

28. Двери помещений, в которых размещены лазерные изделия III, IV класса, должны быть заперты на внутренние замки с блокирующими устройствами, исключающими доступ в помещения во время работы лазеров. На двери должен быть знак лазерной опасности и автоматически включающееся световое табло «Опасно, работает лазер!».

### **Требования к персоналу**

1. Персонал, допускаемый к работе с лазерными изделиями, должен пройти инструктаж и специальное обучение безопасным приемам и методам работы.

2. Персонал, обслуживающий лазерные изделия, обязан изучить техническую документацию, инструкцию по эксплуатации, настоящие Правила; ознакомиться со средствами защиты и инструкцией по оказанию первой помощи при несчастных случаях.

3. Персонал, занятый монтажом, наладкой, ремонтом и эксплуатацией лазеров, должен иметь квалификационную группу по технике безопасности в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭ) и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТБ).

4. При изменении технических параметров лазеров или характера выполняемых работ проводится внеочередной инструктаж по технике безопасности и производственной санитарии.

5. Лица, временно привлекаемые к работе с лазерами, должны быть ознакомлены с инструкцией по технике безопасности и производственной санитарии при работе с лазерами и прикреплены к ответственному лицу из постоянного персонала подразделения.

6. Персоналу запрещается:

- осуществлять наблюдение прямого и зеркально отраженного лазерного излучения при эксплуатации лазеров II–IV класса без средств индивидуальной защиты;
- размещать в зоне лазерного пучка предметы, вызывающие его зеркальное отражение, если это не связано с производственной необходимостью.

7. В случае подозрения или очевидного облучения глаз лазерным излучением следует немедленно обратиться к врачу для специального обследования.

8. Обо всех нарушениях в работе лазера, несоответствии средств индивидуальной защиты предъявленным к ним требованиям и других отступлениях от нормального режима работы персонал обязан немедленно доложить администрации и записать в журнале оперативных записей по эксплуатации и ремонту лазерной установки.

### **Медицинский контроль**

1. К работе с лазерными изделиями допускаются лица, достигшие 18 лет и не имеющие, в соответствии с приказом Министерства здравоохранения СССР № 555 от 27.09.89 г., следующих медицинских противопоказаний:

- хронические рецидивирующие заболевания кожи.
- понижение остроты зрения – ниже 0,6 на одном глазу и ниже 0,5 – на другом (острота зрения определяется с коррекцией). Допускаются следующие пределы аномалий рефракции, устанавливаемые скиаскопически на худшем глазу: близорукость не более 6,0 Д, при нормальном глазном дне – до 10,0 Д; дальновзоркость в зависимости от коррекции – до 6,0 Д; сложный близорукий или дальновзоркий астигматизм в меридианах наибольшего значения
  - не более 3,0 Д; простой близорукий, простой дальновзоркий астигматизм не более 3,0 Д – катаракта.

2. Персонал, связанный с обслуживанием и эксплуатацией лазеров, должен проходить предварительные и периодические медицинские осмотры в соответствии с вышеупомянутым приказом.

Периодичность осмотров – 1 раз в год.

Участие врачей-специалистов: терапевт, невропатолог, офтальмолог, дерматовенеролог, акушер-гинеколог.

Лабораторные и функциональные исследования: эритроциты, тромбоциты, лейкоцитарная формула, ЭКГ.

3. Обследование глаз должно выполняться специально подготовленными офтальмологами с обязательным включением дополнительных методов исследований.

4. В случае очевидного или подозреваемого опасного облучения глаз работающих должно проводиться внеочередное медицинское обследование пострадавшего специально подготовленными специалистами. Медицинское обследование должно дополняться гигиенической оценкой обстоятельств, при которых произошло опасное облучение.

5. При выявлении отклонений в состоянии здоровья персонала, препятствующих продолжению работы с лазерами, администрация, в соответствии с рекомендациями медицинской комиссии, с согласия работающего, решает вопрос о его трудоустройстве.

**Средства индивидуальной защиты от лазерного излучения:** защитные очки: ЗН22-72-СЗС22, ЗНД4-72-СС23, ЗН62-Л17, ЗН62-ОЖ.

### **Инструкция по оказанию первой помощи при повреждении органа зрения и кожных покровов лазерным излучением**

При неблагоприятных условиях лазерное излучение может привести к повреждению глаза. Степень тяжести и характер повреждения зависят от длины волны излучения, его энергии, длительности воздействия и других условий.

Воздействие ультрафиолетового (180–315 нм) или инфракрасного лазерного излучения может привести к повреждению роговицы.

Воздействие лазерного излучения видимого (380–780 нм) или ближнего инфракрасного (780–1400 нм) диапазонов спектра может вызвать повреждение сетчатки.

При повреждении роговицы появляется боль в глазах, спазм век, слезотечение, гиперемия слизистых век и глазного яблока, их отек, отек эпителия роговицы и эрозии. Тяжелые повреждения роговицы сопровождаются помутнением влаги передней камеры.

При повреждении сетчатки легкой степени на глазном дне наблюдается небольшой участок помутневшей сетчатки. В тяжелых случаях имеется участок некроза сетчатки, разрыв ее ткани, возможен выброс участка сетчатки в стекловидное тело. Эти повреждения сопровождаются кровоизлиянием в сетчатку, в пред- или подсетчаточное пространство или стекловидное тело.

Первая помощь при повреждении роговой оболочки заключается в наложении стерильной повязки на пострадавший глаз и направлении пострадавшего в глазной стационар.

В случае повреждении сетчатки своевременно оказанная первая помощь направлена на создание благоприятных условий формирования хориоретинального рубца за счет уменьшения вторичных явлений, сопутствующих повреждению, и в первую очередь на ослабление отека тканей.

Первая помощь при повреждении сетчатки: внутривенное введение 40% раствора глюкозы – 20 мл с добавлением 0,1% раствора супрастина – 1 мл или внутривенное введение 10% хлористого натрия – 10 мл, внутрь димедрол – 0,1 г.

После оказания первой помощи пострадавшего направляют в глазной стационар.

При работе с лазерным излучением опасности подвергаются также открытые участки тела – кожные покровы. Следует учитывать, что энергия мощного лазерного излучения способна воздействовать на кожу и через некоторые текстильные материалы. Кроме того, существует возможность возгорания одежды при контакте с пучком лазерного излучения.

Степень тяжести повреждения кожи, а в некоторых случаях и всего организма зависит от энергии излучения, длительности воздействия, площади поражения, ее локализации, добавления вторичных источников воздействия (горение, тление). При контакте с лазерным излучением появляется ощущение тепла или боли. Интенсивность боли зависит от распространенности очага поражения кожных покровов. Повреждение кожи энергией лазерного излучения ультрафиолетового диапазона спектра (нетепловые уровни энергии) может происходить без возникновения каких-либо ощущений.

Характер поражения кожи при воздействии лазерного излучения аналогичен термическим ожогам. В зависимости от уровня воздействующей энергии на поверхности кожи может появиться эритема, участок побледнения (коагуляционный некроз), сухие и влажные пузырьки (отслойка роговых чешуек и всего эпидермиса),

зона обугливания верхних слоев кожи, воронкообразное углубление (при сфокусированном пучке).

Ожоги кожи лазерным излучением, подобно термическим ожогам, могут быть разделены по глубине поражения на четыре степени:

1-я степень – эритема кожи;

2-я степень – появление пузырей;

степень 3а – некроз поверхностных слоев кожи;

степень 3б – некроз всей толщины кожи;

4-я степень – некроз тканей на различной глубине за пределами кожи.

Характер терапевтических мероприятий при ожоге кожи лазерным излучением определяется не только глубиной, но и распространенностью повреждения кожи. Оказание первой помощи должно быть направлено на предотвращение загрязнения и травматизации ожоговой поверхности.

Мероприятия по оказанию первой помощи при ожогах кожи лазерным излучением:

1) в случае возгорания одежды быстро потушить пламя и удалить тлеющий текстильный материал;

2) незамедлительно охладить участок поражения кожи (вода, лед), на несколько минут, что позволит снизить на одну степень глубину ожога;

3) наложить сухую стерильную повязку;

4) при глубоких и обширных ожогах кожи необходимо ввести обезболивающие средства (промедол 2% – 1 мл);

5) направить пострадавшего к хирургу в ближайшее лечебное учреждение.

**Рекомендации по проведению офтальмологических осмотров лиц, работающих с лазерами**

*Обязательные методы исследования:*

- проверка остроты зрения;
- наружный осмотр глазного яблока с оценкой чувствительности роговой оболочки;

*При медикаментозно расширенных зрачках:*

- скиаскопия;
- исследование преломляющих сред глаза;
- исследование глазного дна.

*Дополнительные методы исследования:*

- исследование полей зрения по показаниям;
- измерение внутриглазного давления;

*При наличии жалоб, подозрительных на глаукому, независимо от возраста обследуемого; лицам в возрасте 40 лет и выше; при указании на глаукому в анамнезе, начиная с 35 лет:*

- биомикроскопия хрусталика;

- исследование изменений глазного дна в бескрасном свете;
- фотографирование изменений глазного дна (по возможности).

Требования к остроте зрения определены в приказе Министерства здравоохранения СССР № 555.

Исследование преломляющих сред выполняется электроофтальмоскопом при пятикратном увеличении, причем отмечают наличие даже единичных точечных, штриховидных и иных помутнений и вакуолей как в центральной, так и в периферической частях хрусталика. При наличии скопления помутнений отмечают, в каких отделах хрусталика они находятся.

Биомикроскопия осуществляется по показаниям; при этом отмечают выраженность зон раздела хрусталика, окраску его ткани, наличие помутнений, их вид и локализацию. Оценивают состояние капсул хрусталика.

Изменение хрусталика, видимые при биомикроскопии в виде точечных, штриховидных помутнений, одиночных вакуолей и зернистости с цветовой переливчатостью на задней капсуле хрусталика, не являются противопоказанием к работе с лазерным излучением. При наличии катаракты описывают ее клинические проявления как в проходящем свете, так и при биомикроскопии.

Осмотр глазного дна выполняется методами прямой и обратной офтальмоскопии, при этом отмечают состояние диска зрительного нерва (границы, окраску, характер васкуляризации), состояние сосудов (ходы, калибр и др.), состояние макулярной области и периферии сетчатки, фиксируя внимание на выраженности макулярного и фовеолярного рефлексов, характере и степени пигментации макулы, наличии даже мельчайших изменений в ней. При наличии изменений осуществляется осмотр в бескрасном свете. По возможности производится фотографирование глазного дна.

Раннее выявление тех или иных начальных изменений позволит начать своевременное лечение, а также обеспечит выполнение профилактических мероприятий. Анализ результатов периодических осмотров должен проводиться с учетом санитарно-гигиенических характеристик условий труда.

## ПОКАЗАНИЯ

### *Хирургические болезни*

Трофические язвы, длительно незаживающие и инфицированные раны, гнойные воспалительные заболевания кожи и подкожной клетчатки, послеоперационные раны, посттравматические язвы, язвенная форма аллергических васкулитов, проктит, парапроктит, трещины заднего прохода, геморрой, простатит, облитерирующий атеросклероз, облитерирующий эндартериит, диабетическая ангиопатия артерий нижних конечностей, флебиты, тромбофлебиты, ожоги, остеомиелиты, переломы костей с замедленной консолидацией.



***Внутренние болезни***

Ишемическая болезнь сердца, артериальная гипертония, хроническая обструктивная болезнь легких, подострые и хронические пневмонии, их затяжное течение, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, хронический некалькулезный холецистит, колиты, деформирующий остеоартроз, ревматоидный артрит, периаартрит, пяточная шпора, эпикондилит.

***Болезни нервной системы***

Неврологические проявления остеохондроза позвоночника, нейропатия лицевого нерва, невралгия тройничного нерва, герпетические симпатоганглиониты, травматические повреждения периферических нервов, вегетативная дисфункция с симпатoadреналовыми кризами, мигрень, детский церебральный паралич, рассеянный склероз, сирингомиелия.

***Гинекологические и урологические заболевания***

Хронические и острые воспалительные заболевания, эрозии шейки матки, дисфункциональные маточные кровотечения, маститы, трещины и отек сосков молочных желез. Хронический простатит. Хронический сальпингоофорит.

***Кожные болезни***

Зудящие дерматозы, экзема, токсикодермия, красный плоский лишай, рецидивирующий герпес, фурункулез, липоидный некробиоз, келоидные рубцы.

***Стоматологические заболевания***

Пародонтоз, пульпиты, альвеолиты, периодонтиты, гингивиты, стоматиты, глоссальгия, травматические повреждения слизистой оболочки полости рта, многоформная экссудативная эритема.

***ЛОР-заболевания***

Тонзиллиты хронические, фарингиты, субатрофический и вазомоторный ринит, гаймориты, отиты, ларингиты.

***Офтальмология***

Кератиты, язвы роговой оболочки.

**ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ**

- Злокачественные новообразования.
- Системные заболевания крови.
- Резкое истощение больного (кахексия).
- Артериальная гипертония 3-й стадии.
- Резко выраженный атеросклероз сосудов головного мозга.
- Заболевания сердечно-сосудистой системы в стадии декомпенсации.
- Кровотечения и склонность к ним.

- Общее тяжелое состояние больного.
- Лихорадочное состояние (температура тела больного свыше 38 °С).
- Активный легочный туберкулез.
- Эпилепсия с частыми приступами.
- Истерия с тяжелыми судорожными припадками.
- Психозы с явлениями психомоторного возбуждения.
- Острые воспалительные заболевания.
- Тиреотоксикоз, сахарный диабет в стадии декомпенсации.
- Функциональная недостаточность почек, печени, цирроз печени.
- Заболевания и состояния, связанные с гиперпластическими реакциями тканей.
- Индивидуальная непереносимость лазерного излучения.

### ОСОБЕННОСТИ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ В ПЕДИАТРИИ

Ответная реакция детского организма на воздействие физиотерапевтического фактора обусловлена следующими особенностями.

1. Особенности состояния кожных покровов у детей:
  - относительная поверхность кожи у детей больше, чем у взрослых;
  - у новорожденных и грудных детей роговой слой эпидермиса тонок, а зародышевый слой развит сильнее;
    - в коже ребенка большое содержание воды;
    - потовые железы полностью не развиты.
2. Повышенная чувствительность ЦНС на воздействие.
3. Распространение раздражения от воздействия на соседние сегменты спинного мозга происходит быстрее и шире.
4. Большая напряженность и лабильность процессов обмена веществ.
5. Возможность извращенных реакций на воздействие физического фактора в период полового созревания.
6. Особенности физиотерапии пациентов детского возраста заключаются в следующем:
  - у новорожденных и детей грудного возраста необходимо применение малой мощности действующего на организм физического фактора, постепенное увеличение с возрастом ребенка интенсивности действующего фактора и достижение этой интенсивности, аналогичной у взрослых, к 18-летнему возрасту;
  - у новорожденных и детей грудного возраста используют наименьшее количество полей воздействия лечебным физическим фактором за одну процедуру с постепенным увеличением с возрастом ребенка;
  - возможность применения различных методов в педиатрии predeterminedена соответствующим возрастом ребенка.

Следует отметить, что выходная мощность практически у всех лазерных терапевтических аппаратов не регулируется. Но по сравнению с традиционной физиотерапевтической аппаратурой выходная мощность лазерных терапевтических аппаратов в десятки раз меньше. Это в полной мере соответствует требованию по энергетическим параметрам, предъявляемым к физиотерапевтическому воздействию в педиатрии. Доза воздействия при лазерной терапии пациентов детского возраста варьируется временем облучения одного поля и количеством полей облучения за одну процедуру.

Следует придерживаться следующих положений лазерной терапии в педиатрии:

1. Возможно применение лазерных излучателей всего оптического спектра в зависимости от соответствующего патологического процесса.

2. Целесообразно использовать излучатели с площадью облучения около 1 см<sup>2</sup>, использование матричных излучателей с площадью облучения 10–40 см<sup>2</sup> возможно при необходимости одновременного облучения большой площади поверхности тела пациента.

3. Плотность потока мощности излучения при контактной методике воздействия в педиатрии аналогична таковой у пациентов взрослого возраста.

4. При лазерной терапии пациентов детского возраста необходимо применять оптимально минимальное количество полей облучения за одну процедуру.

5. Время воздействия на одно поле прогрессивно увеличивается с 40–60 с у новорожденных и детей грудного возраста до 3–5 мин. у детей, начиная с 14-летнего возраста.

6. Количество процедур на курс лазерной терапии в педиатрии аналогично взрослым пациентам для соблюдения хронобиологического принципа физиотерапии.

### ОСОБЕННОСТИ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ В ГЕРИАТРИИ

Старение организма человека – это процесс биохимический, биофизический, физико-химический. Для старения характерны такие процессы, как:

- гетерохронность – различие во времени наступления старения отдельных клеток, тканей, органов и систем;
- гетеротопность – неодинаковая выраженность возрастных изменений в различных структурах одного и того же органа;
- гетерокинетичность – развитие возрастных изменений в структурах и системах организма с различной скоростью;
- гетерокатефтенность – разнонаправленность возрастных изменений, связанная с подавлением одних и активацией других процессов жизнедеятельности в стареющем организме.

Как область клинической медицины гериатрия характеризуется несколькими важными особенностями. *Первая особенность* – это множественность патологических процессов у пациентов пожилого и старческого возраста, что требует детального

изучения организма больного, хорошего знания не только возрастных особенностей течения тех или иных заболеваний, но и симптоматики очень широкого спектра различной патологии. *Вторая особенность* предусматривает необходимость учета особенностей развития и течения заболеваний у пожилых и старых людей, обусловленные новыми качествами стареющего организма. *Третья особенность* заключается в том, что в пожилом и старческом возрасте процессы восстановления после перенесенных заболеваний происходят медленно, менее совершенно, а это обуславливает затяжной период реабилитации и часто меньшую эффективность лечения. Наконец, особенности психологии стареющего человека накладывают особый отпечаток на взаимодействие врача и пациента, на результаты лечения.

Основными особенностями применения физиотерапевтического воздействия в гериатрии являются следующие положения:

- необходимость применения малой выходной мощности действующего на организм физического фактора, то есть малой интенсивности воздействия;
- необходимость уменьшения времени воздействия лечебного физического фактора;
- необходимость использования меньшего количества полей физиотерапевтического воздействия за одну процедуру и меньшее количество процедур на курс лечения.

При назначении лазерной терапии в гериатрии следует руководствоваться следующими положениями.

1. Желательно применение лазерных излучателей красной или ближней инфракрасной части оптического спектра.
2. Плотность потока мощности излучения при контактной методике воздействия в гериатрии аналогична таковой при лазерной терапии соответствующей патологии у пациентов молодого возраста.
3. При лазерной терапии пациентов пожилого и старческого возраста необходимо оптимально возможно уменьшать количество полей облучения за одну процедуру.
4. Время воздействия на одно поле у лиц пожилого и старческого возраста существенно не отличается от такового у лиц молодого возраста.
5. Количество процедур на курс лазерной терапии в гериатрии в целях соблюдения хронобиологического принципа физиотерапии не должно превышать 5–7 ежедневных процедур на курс при лечении острой патологии и 10 процедур при лазерной терапии хронической патологии.

### ЛАЗЕРНАЯ РЕФЛЕКСОТЕРАПИЯ И ЛАЗЕРНАЯ ПУНКТУРА

Последнее десятилетие было ознаменовано широким внедрением лазеров в рефлексотерапию. Значительное распространение получил метод лазеропунктуры (ЛП), сущность которого состоит в стимуляции точек акупунктуры путем накожного воздействия низкоинтенсивным лазерным излучением. Наиболее важным до-

стоинством методов лазерной рефлексотерапии (ЛРТ) является наличие мощного биостимулирующего действия на клеточном и тканевом уровнях, что в значительной мере повышает эффективность лечения широкого круга заболеваний по сравнению с традиционной акупунктурой. ЛП позволяет избежать осложнений, связанных с повреждением покровов тела, прежде всего инфекционного генеза (СПИД, вирусный гепатит и т.п.). Неинвазивность, безболезненность воздействия расширяет показания к применению, в частности, у лиц пожилого возраста, ослабленных больных, детей, гиперсенситивных личностей, отличающихся неадекватной, чрезмерной реакцией на ноцицептивное раздражение. Существенным является также сокращение затрат времени на проведение одной процедуры (до 4–5 минут), что значительно повышает производительность работы врача.

Рефлекторные эффекты лазерной стимуляции по механизму являются общими для всех методов рефлексотерапии. Они обусловлены стимулирующим действием инфракрасного ЛИ на рецепторный аппарат, в частности, на терморепцепторы.

Обобщая данные литературы и результаты собственных исследований, можно выделить следующие основные виды терапевтического действия ЛРТ: стимуляция процессов регенерации в тканях; противовоспалительное; иммуномодулирующее; десенсибилизирующее; вазоактивное; вегетотропное (симпатолитическое, ваголитическое); психотропное (седативное, антидепрессивное); гемопоэтическое (эритропоэтическое, лейкопоэтическое); гипокоагулирующее; анальгезирующее.

#### **Методика лазеропунктуры**

Энергетическая облученность рефлексогенных участков не должна превышать 5 мВт/см<sup>2</sup>, оптимальные величины находятся в пределах 0,3–1 мВт/см<sup>2</sup>. Значительно реже допустимы более высокие значения этого показателя (до 100 мВт/см<sup>2</sup>), но это лишь в тех случаях, когда необходимо получить ингибирующий эффект.

Время воздействия на одно поле при лазерной рефлексотерапии не должно превышать 5 мин.: 5–20 с – для получения стимулирующего (возбуждающего) эффекта, до 60 с – для тормозного эффекта (седативного, релаксирующего, обезболивающего). Количество полей воздействия за одну процедуру при лазерной рефлексотерапии также влияет на ответную реакцию организма:

- по стимулирующему варианту облучают минимальное количество полей при максимальной энергетической облученности (до 5 мВт/см<sup>2</sup>) и минимальном времени воздействия (5–10 с);
- по тормозному варианту – максимальное количество полей облучения при средних величинах энергетической облученности (1–3 мВт/см<sup>2</sup>) и более длительном времени воздействия на одно поле (1–3 мин.).

При акупунктуре в каждой точке игла вводится на определенную глубину. Соответственно при лазерной пунктуре необходим выбор длины волны излучения в зависимости от глубины его проникновения в биоткани: для поверхностного воздействия следует использовать излучение красной части оптического спектра, для воздействия на глубинные структуры – излучение инфракрасной части оптического спектра.

Точки воздействия определяются исходя из принятых в рефлексотерапии принципов для каждой нозологической формы. Особенностью является больший приоритет сегментарных и локальных точек, расположенных в проекции очагов поражения. Запрещается облучать рефлекторные зоны в области пигментных пятен, невусов, ангиом и т.п., а также в проекции орбит. В процессе отбора больных рекомендуется проводить клинический анализ крови, исследование свертывающей – противосвертывающей системы, анализ мочи. До и после сеанса показано измерение артериального давления.

Во время процедуры больной находится в положении лежа или сидя.

Намеченные для воздействия зоны стимулируются последовательно. Кожа в проекции точки предварительно обезжиривается этиловым спиртом. Стимуляцию следует производить контактно, при этом необходимо осуществлять умеренное давление на область воздействия, так как это с одной стороны увеличивает глубину проникновения ЛИ, а с другой оказывает собственное стимулирующее действие на рецепторы.

Лазерное облучение точек акупунктуры осуществляется как в непрерывном, так и в импульсном режиме излучения. Общая доза облучения всех зон на один сеанс не выше 25 Дж. Оптимальная частота импульсного или частотно-модулированного непрерывного излучения для получения стимулирующего эффекта определена в пределах 20–30 Гц, для тормозного эффекта – 50–100 Гц. В каждом конкретном случае доза строго индивидуализируется. Например, для достижения одинакового эффекта на более светлые участки кожи нужно увеличить дозу, на темные – уменьшить. В течение одного сеанса следует облучать не более 10–12 точек. Сеансы лечения обычно проводятся ежедневно или через день, на курс 10–15–25 сеансов. При необходимости второй курс лечения можно назначить через 10–15 дней, а третий не ранее, чем через месяц. При отсутствии положительной динамики в состоянии пациента на исходе второго курса лечения дальнейшее проведение ЛП нецелесообразно.

Сущность лазероакупунктуры заключается в воздействии на глубоко расположенные ткани (костные, фиброзные и мышечные) путем комбинированной механической и лазерной стимуляции, в связи с указанным полное название метода – *остеомиофасциальная лазероакупунктура (ОМФЛА)*. Особенностью ОМФЛА является воздействие не на традиционные точки акупунктуры, а на так называемые «триггерные» пункты в костных, фиброзных и мышечных тканях.

Определение зон воздействия производится по критерию локальной пальпаторной болезненности. При необходимости данный критерий может быть объективизирован методом термографии на основании выделения участков локальной гипертермии. Зоны воздействия выявляются в проекции позвоночно-двигательных сегментов, костно-связочных и мышечных структур пояса верхних или нижних конечностей. Предпочтительными для стимуляции являются зоны, пальпация которых вызывает отраженные болевые ощущения.

При проведении ОМФЛА за один сеанс используется не более четырех, причем приоритетным является воздействие на участки с местными структурными нарушениями по типу узелков эластической или плотной консистенции.

Внутрикостная стимуляция осуществляется соответственно остистым отросткам позвонков, что диктуется необходимостью получения распространенного трофического эффекта в пределах позвоночно-двигательных сегментов. Внутрикостная пункция производится посредством инъекционной иглы с мандреном, насаженной на шприц (игла типа «Рекорд» для внутривенных вливаний). Техника пункции заключается в быстром проколе кожи, после чего медленными вращательными движениями достигается губчатое вещество кости. Критерием достижения необходимой глубины служит возникновение у больного выраженного ощущения «распирания», «наполнения», что обуславливается механическим раздражением внутрикостных барорецепторов. Глубина пункции в зависимости от конкретных топографо-анатомических соотношений составляет от 0,3 до 10 мм. Следует подчеркнуть малую травматичность подобного воздействия, поскольку остистые отростки, обладающие незначительным по толщине слоем компактного вещества, пунктируются тонкой иглой, что с учетом значительных регенерационных возможностей костной ткани не обуславливает актуального морфологического дефекта. Болезненность манипуляции не превосходит болезненности широко применяемых в неврологии методов инъекционной терапии, в частности, разнообразных блокад местными анестетиками.

В проекции других костных выступов осуществляется периостальная пункция с целью непосредственного лазерного облучения участков прикрепления связок, сухожилий и мышц, являющихся наиболее уязвимыми для возникновения дистрофических нарушений. Соответственно зонам мышечной болезненности производится внутримышечный укол с повреждением узелков, глубина которого определяется расположением указанных образований.

После достижения необходимой глубины, мандрен удаляется и в просвет иглы вводится гибкий стерильный световод малого диаметра (0,5–0,6 мм). Доза излучения не более 25 Дж/сеанс.

С целью профилактики вирусных инфекций (гепатит В, СПИД) желательно использование гибких световодов индивидуального применения.

Курс лечения состоит из 3–6 сеансов, проводимых с интервалом в 1–2 дня. Следует подчеркнуть, что соблюдение указанного интервала между сеансами является весьма существенным, поскольку ежедневные процедуры приводят к некоторому обострению болей. При необходимости второй курс лечения можно провести через месяц после первого.

### МЕТОД ЛАЗЕРНОГО ОБЛУЧЕНИЯ КРОВИ

При лазерном облучении крови неспецифическая регуляция биологически значимых процессов наиболее выражена по следующим причинам.

Структурная альтерация водной матрицы биологических жидкостей (крови, лимфы, плазмы крови) при непосредственном воздействии на них низкоэнергетическим лазерным излучением вызывает:

- изменения межмолекулярных взаимодействий (липид-вода, белок-вода, липид-белок, конформационные перестройки в белках);
- изменения физико-химических свойств биожидкостей (реологии, диффузии, фазовой неустойчивости);
- изменения активности биохимических реакций.

В основе биостимулирующего эффекта внутривенной лазерного облучения крови (ВЛОК) лежит его фотобиологическое действие, обусловленное поглощением квантов света различными внутриклеточными компонентами, которые меняют при этом свое состояние. В итоге возникает физико-химическая перестройка белковых полимеров, в частности, изменение активности ферментов и структурно-функциональных свойств клеточных мембран. Один из главных результатов всех этих эффектов – повышение концентрации  $Ca^{2+}$  внутри клеток.

Под влиянием ВЛОК в крови отмечается повышение проницаемости и деформируемости мембран, снижение агрегационной способности, изменение сорбционных свойств, повышение уровня АТФ, увеличение кислородотранспортной функции, повышение активности мембранных рецепторов, активация синтеза ДНК, повышение фагоцитарной активности, секреции бактерицидных катионных белков, ростостимулирующего и реологического факторов, гепарина, серотонина, гистамина и других биологически активных веществ, изменение активности иммунокомпетентных клеток. В плазме крови отмечается повышение активности комплемента, лизоцима, естественных и иммунных антител, бактерицидная и антиоксидантная активность, снижение содержания продуктов перекисного окисления липидов, нормализация антикоагулянтных и фибринолитических свойств, повышение сорбционных свойств альбуминов.

#### **Лечебные эффекты ВЛОК:**

- коррекция клеточного и гуморального иммунитета;
- повышение фагоцитарной активности макрофагов;
- усиление бактерицидной активности сыворотки крови;
- снижение уровня С-реактивного белка и токсичности плазмы;
- возрастание в сыворотке крови содержание иммуноглобулинов IgA, IgM, IgG, а также изменение уровня циркулирующих иммунных комплексов, увеличение количества лимфоцитов и изменение их функциональной активности;
- повышение неспецифической резистентности организма;
- улучшение реологических свойств крови и микроциркуляции;
- регуляция гемостатического потенциала крови;
- сосудорасширяющее действие;
- противовоспалительное действие;



- анальгезирующее действие;
- повышение кислородотранспортной функции крови;
- нормализация тканевого метаболизма;
- нормализация протеолитической активности крови;
- повышение антиоксидантной активности крови;
- нормализация процессов ПОЛ в мембранах клеток;
- стимуляция внутриклеточных систем репарации ДНК при радиационных поражениях;
- нормализация обменных процессов (белкового, липидного, углеводного, внутриклеточного энергетического баланса);
- нормализация и стимуляция регенераторных процессов;
- гормоностимулирующий эффект;
- дезинтоксикационный эффект.

#### Противопоказания для ВЛОК:

- фотодерматозы и повышенная чувствительность к солнечным лучам;
- гипогликемия и склонность к ней;
- геморрагический инсульт;
- подострый период инфаркта миокарда;
- почечная недостаточность;
- кардиогенный шок;
- крайне тяжелые септические состояния;
- выраженная артериальная гипотония;
- гипокоагуляционный эффект;
- лихорадочные состояния неясной этиологии;
- повышенная кровоточивость.

#### **Показания для ВЛОК**

##### **Терапевтические заболевания**

- острые и хронические бронхиты, пневмонии;
- астматический бронхит, бронхиальная астма;
- ИБС, стенокардия покоя и напряжения; нарушение ритма сердца;
- язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки. Острые и хронические гастроудениты, гастриты, холецистопанкреатиты;
- цирроз печени;
- заболевания суставов воспалительного характера;
- эндокринологические заболевания;
- сахарный диабет и диабетическое поражение сосудов;
- гнойные осложнения у больных сахарным диабетом;
- снижение функции щитовидной железы, вызванное аутоиммунным тиреоидитом и частичной резекцией щитовидной железы;
- сниженная функция яичников, надпочечников.

**Хирургические заболевания**

- заживление ран, длительно незаживающих язв, ожоговых поверхностей, пролежней без грубых рубцов;
- снижение болевого синдрома при травмах и в послеоперационном периоде, а также при сосудистых заболеваниях нижних конечностей;
- послеоперационные инфильтраты, флегмоны, абсцессы, гнойные маститы, парапроктит, геморрой, хронические анальные трещины;
- замедленная консолидация костной мозоли при переломах костей;
- трофические язвы;
- острый тромбофлебит. Облитерирующий атеросклероз сосудов нижних конечностей;
- ожоговая травма;
- острый и хронический холецистопанкреатит;
- язвенные поражения желудочно-кишечного тракта. Осложнения после резекции желудка.

**Гинекологические заболевания**

- воспалительные заболевания матки и придатков;
- инфильтративные образования в области матки и придатков;
- бесплодие, связанное как со спаечным процессом, так и с инфекционными заболеваниями;
- заболевания молочных желез у кормящих матерей, стимуляция лактации;
- половые расстройства – тонизирующее действие на яичники, надпочечники, молочные и щитовидную железы;

**Урологические заболевания**

- острый и хронический простатит, пиелонефрит, цистит, уретрит;
- нейрогенная дисфункция мочевого пузыря с энурезом; стриктура уретры;
- гломерулонефрит; хроническая почечная недостаточность;
- половые расстройства у мужчин.

**Неврологические заболевания**

- астенизация, неврозы.
- болевой синдром при мигренях, неврите лицевого нерва, корешковом синдроме и т.д.;
- состояния, связанные со спазмом и сужением сосудов головного мозга;
- травмы спинного мозга;
- поражение периферической нервной системы;
- психиатрические заболевания;
- неврозы, депрессивные состояния, эпилепсия и эписиндромы;
- абстинентный синдром при алкоголизме и наркомании.

**ЛОР-заболевания**

- острые и хронические заболевания уха и верхних дыхательных путей, синуситы, тонзиллиты;
- фарингиты;
- вазомоторный ринит, наружный и средний отит;
- ОРВИ;
- нейросенсорная тугоухость.

**Стоматологические заболевания**

- острые и хронические очаговые стоматиты;
- острый и хронический пульпит и периодонтит;
- парадонтиты;
- остеомиелиты.

**Кожные заболевания**

- атопический дерматит;
- псориаз;
- геморрагический васкулит;
- красный плоский лишай;
- витилиго;
- аллергодерматозы;
- герпес;
- фурункулез;
- пиодермия и другие поражения кожных покровов вирусной и бактериальной природы.

Из внутрисосудистых методов облучения наиболее прост и доступен метод внутривенного лазерного воздействия. Для этого используют стерильные разовые иглы со вставленным световодом. Выходная мощность излучения на торце световода не должна превышать 1–2 мВт. Время воздействия за одну процедуру – 15–20 мин. Курс лечения – 7–10 ежедневных процедур, 1 раз в сутки в утренние часы (до 12 ч дня).

Чрескожное надсосудистое облучение крови осуществляют с помощью излучателя, направленного строго перпендикулярно к облучаемому крупному сосуду, по контактной стабильной методике. Выходная мощность на торце излучателя должна быть не менее 20 мВт, но не более 50 мВт. Время воздействия за одну процедуру – 20–30 мин. Курс лечения – 10–15 ежедневных процедур, 1 раз в сутки в утренние часы (до 12 ч дня).

## ФОТОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ

В настоящее время из фотохимиотерапевтических методов, основанных на комплексном применении света и химических соединений различного назначения, наиболее интенсивно и успешно развивается фотодинамическая терапия (ФДТ), которую называют медицинской технологией XXI века. Находясь в начале своего современного развития, она открывает новые возможности в диагностике и лечении различных заболеваний.

Этот метод раньше в физиотерапии не рассматривался, так как использовался исключительно в онкологии. Однако являясь частью фотохимиотерапии, он должен быть знаком и физиотерапевтам, широко использующим в своей практике методы фототерапии, в том числе и в комплексе с различными лекарственными веществами. Кроме того, следует иметь в виду, что сегодня фотодинамическую терапию начинают широко применять при лечении неонкологических заболеваний.

### ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ

Основу метода составляет фотодинамический эффект, изучение которого и привело к созданию ФДТ. Впервые фотодинамический эффект был описан О. Raab, который был аспирантом известного биолога Н. von Tarreiner в Мюнхенском университете в 1900 г. Было доказано, что при освещении солнечным светом в присутствии акридинового и некоторых других красителей парameции погибают, в то время как при освещении светом в отсутствие красителя либо с красителем в темноте парameции выживают. Термин фотодинамическая реакция был введен Н. von Tarreiner в 1904 г. для описания специфической фотохимической реакции, которая приводит к гибели биологических систем в присутствии света, красителя, поглощающего световое излучение, и кислорода.

Справедливости ради следует отметить, что эмпирическое применение ФДТ уходит корнями в глубокую древность. Более 3 тыс. лет назад в Древнем Египте,

Индии и Китае световое облучение в сочетании с экстрактами растений использовали для лечения псориаза, витилиго и опухолей кожи.

Применение фотодинамического эффекта в онкологии берет свое начало с исследований А. Policard (1924), в которых было показано, что при облучении ультрафиолетом некоторые злокачественные опухоли человека флуоресцируют в оранжево-красной области спектра. Данное явление объясняли наличием в опухолях эндогенных порфиринов. Позднее это было подтверждено на экспериментальных опухолях, которые начинают флуоресцировать в красной области спектра, если животным предварительно ввести гематопорфирин.

Современная эпоха применения ФДТ в онкологии началась с публикаций R. Lipson в 60-х годах XX столетия, в которых было показано, что после внутривенной инъекции смеси производных гематопорфирина (HpD) злокачественные опухоли визуализируются за счет характерного флуоресцентного излучения избирательно накопленных порфиринов. В 1966 г. было проведено флуоресцентное детектирование и первое фотодинамическое лечение пациентки с раком молочной железы. В 1976 г. HpD был впервые успешно применен в США для лечения рака мочевого пузыря. В результате ФДТ, проведенной через 48 часов после внутривенного введения производного гематопорфирина, исследователи наблюдали селективный некроз рецидивирующей папиллярной опухоли мочевого пузыря, нормальная слизистая при этом не была повреждена.

При исследовании распределения фотосенсибилизаторов (ФС) в организме было отмечено, что, помимо ткани опухолей кожи, многие из них в высоких концентрациях задерживаются в клетках ретикулоэндотелиальной системы, печени, почках, селезенке, воспаленных тканях и др. Это послужило предпосылкой к изучению возможностей использования ФДТ по новому направлению – для лечения заболеваний неопухоловой природы. Сегодня имеются многочисленные примеры эффективного применения метода при воспалительных процессах, некоторых внутренних и других заболеваниях. Это указывает на то, что метод ФДТ далеко не исчерпал свои потенциальные возможности, и его развитие и совершенствование будут продолжаться.

#### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И МЕХАНИЗМ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ

ФДТ – метод сочетанной терапии, основанный на избирательном накоплении ФС в клетках-мишенях и последующем облучении их светом определенной длины волны. Как видно из определения, ФДТ – двухкомпонентный метод фототерапии. Одним из компонентов его является ФС, преимущественно накапливающийся в патологической ткани (опухоль, быстро пролиферирующая ткань и др.) и задерживающийся в ней дольше, чем в здоровой ткани. Другим компонентом ФДТ является свет (обычно лазерное излучение). Отдельно взятые ФС и световое облучение должное (фотодинамическое) действие не оказывают. Лазерное воздействие проводится

на длине волны, соответствующей максимуму поглощения фотосенсибилизатора. Необходимым участником фотодинамического действия лазерного излучения является молекулярный кислород, присутствующий постоянно во всех органах и тканях.

Условно в практическом применении метода можно выделить несколько этапов. На первом из них пациенту вводят, чаще внутривенно, раствор ФС. Во время второго этапа, продолжающегося от нескольких часов до 3 суток, сенсибилизатор накапливается в опухоли (или другой целевой ткани). По флюоресценции сенсибилизатора можно судить о размерах и локализации опухоли. На третьем этапе пораженный участок тела облучают светом определенной длины волны и интенсивности в течение 15–20 минут. После интенсивного облучения в участках опухоли, содержащих ФС, развиваются фотофизические и фотохимические реакции, которые в конечном счете приводят к гибели раковых клеток. При этом соседние нормальные клетки сохраняются. На четвертом этапе, продолжающемся от 2 до 4 недель, происходит разрушение опухоли и частичное или полное восстановление окружающих ее тканей.

Механизм цитотоксического (противоопухолевого) действия ФДТ достаточно сложен и до конца не выяснен. Предположительно механизм повреждающего действия ФДТ на опухоль можно представить следующим образом. При поглощении света молекулы ФС переходят из основного в возбужденное состояние. Возбужденные светом молекулы либо испускают кванты флюоресценции, либо вступают в фотохимические реакции I или II типа. Реакции II типа доминируют в повреждающем действии большинства ФС, включая порфирины, хлорины, фталоцианины и др.

При I типе молекулы ФС взаимодействуют непосредственно с молекулами опухолевой ткани, образуя промежуточные радикальные продукты, которые затем реагируют с кислородом, что приводит к образованию различных высокоактивных веществ, прежде всего активных форм кислорода, вступающих в дальнейшие окислительно-восстановительные реакции. При этом образуются перекисные радикалы, супероксид-анион, гидроксил-радикал, активируется перекисное окисление липидов, происходит повреждение мембран клеток с нарушением их функций.

В реакциях II типа молекулы ФС реагируют сначала с кислородом, переводя его в высокоактивную синглетную форму. Она взаимодействует с протеинами, нуклеиновыми кислотами и липидами клеток, вызывая их гибель по типу некроза или апоптоза. Характер клеточного повреждения зависит от внутриклеточной локализации ФС: митохондриальная локализация в большей степени приводит к апоптозу, тогда как его локализация в плазматических мембранах или лизосомах чаще вызывает некроз. Важно учитывать, что синглетный кислород может повреждать только биоструктуры, находящиеся в непосредственной близости к молекулам ФС.

Эффективность ФДТ зависит от многочисленных факторов и во многом определяется фотофизическими и химическими свойствами фотосенсибилизатора. ФС, применяемые в ФДТ, должны отвечать определенным требованиям и обладать рядом отличительных свойств:

- избирательно захватываться и длительно задерживаться поврежденными клетками патологического очага;
- существенно повышать чувствительность биологических сред и тканей к свету, лазерному излучению;
- легко определяться с помощью флюоресцентного метода, что позволит одновременно использовать их и в диагностических целях;
- быть не токсичными и вводиться в организм внутривенно;
- возбужденные светом запускать фотохимическую реакцию, сопровождающуюся образованием активных форм кислорода и радикалов;
- иметь неизменный состав и, желательнее, состоять из одного вещества;
- иметь выраженное поглощение в красной части видимого спектра, поскольку такой свет хорошо проникает в ткани.

К сожалению, сегодня трудно найти соединение, обладающее всеми этими свойствами, используемые ФС лишь приближаются к этому стандарту. Таким требованиям в определенной степени отвечает уже большой спектр ФС: порфирины, хлорины, бензопорфирины, фталоцианины и нафталоцианины. Наиболее часто используют «Фотолон» и «Хлорин» – фотосенсибилизаторы из группы хлоринов, получаемых из листьев крапивы или сине-зеленой водоросли. В последние годы для ФДТ активно используют 5-аминолевулиновую кислоту, участвующую в биосинтезе гемма и являющуюся предшественником эндогенного протопорфирина IX, обладающего интенсивной флюоресценцией и фотодинамической активностью. Сведения о наиболее известных ФС приведены в таблице 10.

ТАБЛИЦА 10

Фотофизические свойства наиболее известных фотосенсибилизаторов

Фотосенсибилизатор	Длина волны возбуждения, нм	Кoeffициент экстинкции, $M^{-1}cm^{-1}$	Квантовый выход синглетного кислорода
Haematoporphyrin	628	3800	0,56
HPD, Photofrin II	630	3500-4000	0,11
Benzoporphyrin derivative	695	13000	0,44
Bacteriochlorin	780	150000	0,20
Phthalocyanine (PC)	680	210000	0,17
Mg <sup>2+</sup> - PC	682	223000	0,15
Al <sup>3+</sup> - PC	680	225000	0,34
Zn <sup>2+</sup> - PC octabutoxy	740	260000	0,45
Si <sup>4+</sup> - naphthalocyanin	783	350000	0,18
Фотодиазин, радахлорин	661	300000	0,76
Фотолон	660-670	250000	0,68

Наряду с поиском новых и эффективных ФС, разрабатываются и многочисленные источники света для ФДТ, как лазерные, так и нелазерные. К нелазерным источникам относятся ксеноновые и ртутные лампы, а в последнее время и матрица, состоящая из светодиодов. Выбор источника зависит от спектральных характеристик используемого ФС, а также от локализации и размеров патологического очага. Применяемые ФС сегодня требуют достаточно высокой плотности потока энергии ( $100\text{--}400\text{ мВтсм}^{-2}$ ) и высокой ( $100\text{--}1000\text{ Джсм}^{-2}$ ) плотности энергии. Для ФДТ используются различные лазерные системы: лазеры на красителях с накачкой аргоновым лазером (Innova-200), лазер на парах золота («Ауран», «Томь», «Мехатрон»), лазеры на красителях с накачкой лазером на парах мед («Яхрома», «Металаз»), твердотельные лазеры («Полюс-1», «Полюс-2», «ЛАМИ», «Ламеда») и др. В последние годы все активнее используют диодные лазеры, обеспечивающие выходную мощность в несколько ватт – «Латус-Т», модели «Маска» и «Фара».

#### ТЕХНИКА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ

Фотосенсибилизатор, дозу которого рассчитывают с учетом марки препарата и характера патологического процесса, вводят парентерально за 24–36 ч до начала облучения. С этого момента пациента необходимо поместить в затемненную палату во избежание общих токсических реакций, опасность проявления которых сохраняется продолжительное время. Облучение проводят как непосредственно опухоли, так и на области ее кожной проекции. При значительных размерах опухоли воздействие осуществляют по полям, на которые делят облучаемую патологическую зону с захватом здоровых участков кожи на 3–5 см по периметру проекции опухоли. Используется также эндоскопический способ облучения патологического очага. Дозируют ФДТ по выходной мощности используемых лазеров (или по плотности потока энергии излучения) и времени облучения. Доза, вызывающая гибель опухолевых клеток, составляет около  $10^{10}$  квантов и может быть достигнута при мощности излучения в импульсе 1–5 Вт и частоте следования импульсов 10–50 Гц. Продолжительность процедур ФДТ, как и доза, зависит от вида и стадии развития опухоли, но обычно не превышает 30 мин. Число процедур зависит от размеров и локализации опухоли, ее характера, но часто ФДТ ограничивается однократным воздействием. При необходимости повторный курс ФДТ может быть проведен через 1–2 мес.

#### КЛИНИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ

Несмотря на широкие терапевтические возможности ФДТ, к ней сегодня прибегают преимущественно онкологи. В связи с этим можно подчеркнуть, что ФДТ признана четвертым альтернативным методом лечения злокачественных опухолей



наряду с хирургическими операциями, лучевой терапией и химиотерапией. От традиционных методов лечения ФДТ выгодно отличается малой инвазивностью, высокой избирательностью разрушения опухоли, сочетанием в одном методе диагностики и терапии, отсутствием тяжелых системных и местных осложнений, хорошими функциональными и косметическими результатами.

Применение ФДТ в онкологии прежде всего касается опухолей, к которым возможно подведение света, чаще всего лазерного излучения в красном диапазоне спектра, соответствующем максимуму поглощения большинства ФС. Это могут быть либо поверхностные опухоли, которые можно непосредственно облучать, например, рак кожи, головы или шеи, либо опухолей полых органов, к которым можно доставить свет с помощью волоконного световода. К таким опухолям относятся новообразования полости рта, пищевода, желудка, толстой кишки, легких, головного мозга, шейки матки, предстательной железы и мочевого пузыря.

В тактическом плане можно говорить о следующих направлениях использования ФДТ в онкологии:

- применение ФДТ по радикальной программе, рассчитанной на полное излечение, при ранних стадиях рака кожи, нижней губы, языка, слизистой оболочки полости рта, трахеобронхиального дерева, желудка, пищевода, мочевого пузыря и других органах в качестве альтернативы лучевому и хирургическому методам лечения, при высоком риске оперативного вмешательства или невозможности его выполнения по иным причинам;
- применении ФДТ как компонента комбинированного и комплексного лечения (в сочетании с лучевой терапией и химиотерапией) при распространенных формах и рецидивах рака кожи, языка и слизистой оболочки полости рта, молочной железы, внутрикожных метастазах меланомы;
- использовании ФДТ с паллиативной для реканализации пищевода и желудка, трахеи, крупных бронхов, желчных протоков при далеко зашедших процессах, опухолевых стенозах, а также при некоторых метастатических поражениях.

К ФДТ чувствительны практически все злокачественные опухоли, что является еще одним важным достоинством метода. Многочисленные публикации последних лет свидетельствуют о высокой эффективности метода даже у больных, резистентных к химио- и радиотерапии. ФДТ не показана у больных, страдающих наследственной или приобретенной порфирией, при повышенной кожной фоточувствительности или тяжелых поражениях печени и почек.

#### **ФОТОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ НЕОПУХОЛЕВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ**

Главной областью клинического применения ФДТ в настоящее время является онкология и основные усилия направлены на лечение рака и других злокачественных новообразований. Между тем положительный опыт использования ПУВА-терапии (фотохимиотерапии), т.е. лечебного применения ДУФ-излучения в комбинации со

специальными ФС, в дерматологической практике позволяя думать о перспективности и целесообразности применения ФДТ и при неопухольевых заболеваниях. Обоснованность этого предположения вполне реально, так как ПУВА-терапия также базируется на фотодинамическом эффекте, а в основе лечебных эффектов лежат близкие с ФДТ механизмы.

Основанием для этого явились данные о селективном накоплении и длительной задержке ФС быстро размножающимися клетками и тканями с высокой пролиферативной активностью. Это является важной предпосылкой для использования ФДТ при многих заболеваниях неопухольевой природы. Клинические испытания подтвердили эффективность ФДТ при лечении длительно не заживающих гнойных ран, трофических язв, пролежней, рожистого воспаления и др. Она оказалась эффективной у больных с гнойно-воспалительными заболеваниями мягких тканей, не поддающимися лечению традиционными методами, в том числе с применением антибиотиков.

В настоящее время активно изучается применение ФДТ при инфекционных заболеваниях, формируется отдельное направление – антимикробная фотодинамическая терапия. Доказано бактериальное действие ФДТ на *Streptococcus pyogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *E. Coli*, *Mycoplasma hominis*, грамотрицательные микроорганизмы и дрожжевые грибки. Имеются отдельные сообщения об успешном использовании ФДТ в дерматологии при вульгарных угрях, экземе, розацеа, актиническом кератозе, посттравматических и послеоперационных рубцах и стриях, а также дегенеративно-дистрофических и воспалительных заболеваниях опорно-двигательного аппарата.

Особенно перспективным представляется применение ФДТ при лечении неопухольевых заболеваний с быстрой пролиферацией тканей – эндометриоза, псориаза, фиброзно-клеточной гиперплазии эндотелия сосудов, возрастной дегенерации желтого пятна глаза, ревматоидного и псориатического артрита и др. Основанием для этого являются данные о селективном накоплении и длительной задержке ФС клетками и тканями с высокой пролиферативной активностью, все более подтверждаемые успешными результатами применения ФДТ при некоторых из названных заболеваний.

Весьма перспективным представляется использование ФДТ при сердечно-сосудистой патологии. При этом следует отметить следующее:

- ФДТ во время ангиопластики подавляет процесс развития фиброзно-клеточной гиперплазии эндотелия сосудов, предотвращая таким образом развитие рестеноза.
- ФДТ может играть важную роль в предупреждении и лечении рестеноза после коронарного шунтирования и других реконструктивных операций на сосудах, а также после эндартерэктомии и трансплантации сердца.
- ФДТ может быть использована для предупреждения и лечения атеросклеротических изменений в сосудах.

## НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ

Несмотря на успешность применения ФДТ рака и опухолевых заболеваний, эффективное использование ее и при некоторых неопухолевых болезнях, остается много нерешенных вопросов, важных для совершенствования и дальнейшего развития этого перспективного метода. К таковым можно отнести следующие:

- Разработка фотосенсибилизаторов, что позволит подойти к индивидуальному и наиболее адекватному подбору их для каждого больного.

- Изучение вопросов направленной доставки ФС в патологический очаг или поврежденные клетки. Решение данной проблемы связано, в том числе, с созданием новых носителей и методов, способных доставить или направить ФС к соответствующим мишеням. К числу носителей, способных обеспечить направленный транспорт ФС, относятся полимеры, липосомы, микросферы, конъюгаты с антителами. Для направленного транспорта некоторых ФС могут применяться такие методы как электрофорез и микроэлектрофорез, фонофорез, фоноэлектрофорез, а также магнитоуправляемый транспорт наночастиц с фотосенсибилизатором.

- Попытки стимулирования эндогенного синтеза порфиринов, избыточные количества которых сами будут поступать в опухоль. Естественно, что при этом отпадает необходимость введения в организм внешних ФС. Биосинтез порфиринов, например, можно увеличить введением в организм их метаболитических предшественников.

- Дальнейшее изучение механизмов деструктивного действия ФДТ. Сегодня совершенно очевидно, что кроме цитотоксического влияния синглетного кислорода и свободных радикалов, а также тромбозов кровеносных сосудов в эффектах ФДТ определенную роль играют и другие процессы: цитокиновые реакции, воспаление, активизация макрофагов, лейкоцитов и др. В механизмах и эффектах ФДТ важное значение имеют и параметры лазерного излучения, обладающего многообразным влиянием на организм на всех уровнях его организации.

Таким образом, фотодинамическая терапия является физико-фармакологическим методом, хорошо себя зарекомендовавшим при лечении не только злокачественных новообразований, но и неопухолевых заболеваний. Потенциальные возможности ФДТ далеко не исчерпаны. Для ускорения решения проблемных вопросов и рассмотрения границ использования метода в клинической медицине необходимо объединение усилий физиков, химиков, биофизиков, патофизиологов и врачей различных клинических специальностей.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Среди ученых и клиницистов существуют различные взгляды на будущее физиотерапии. Однако все они едины в том, что эта область медицины имеет хорошие перспективы. Настоящая книга на примере фототерапии достаточно убедительно показала, что одним из плодотворных направлений ее развития в первое десятилетие XXI столетия является разработка новых физических методов лечения и формирование нового взгляда специалистов на давно существующие методики физиотерапии. К таковым однозначно относится фототерапия, которая востребована практическим здравоохранением и, несмотря на свою продолжительную историю, находится в развитии: появляются и новые подходы к осмыслению многогранных механизмов ее действия, и новые технологии.

Совершенно очевидно, что изложенные в данной монографии современные теоретические основы методологии и применение различных методик не исчерпывают круг нерешенных и перспективных проблем фототерапии. Он значительно шире. Автор лишь заострил внимание на тех из них, которые представляют интерес не только для теории, но и для практики. Если заинтересованный читатель серьезно задумается над этими вопросами, а тем более будет использовать данную информацию в своей практической деятельности, свою задачу автор будет считать выполненной.

Хочется надеяться, что настоящая книга поможет не только физиотерапевтам, но и врачам других клинических специальностей. Своевременное и правильное использование описанных в ней методов и методик фототерапии будет способствовать улучшению качества оказываемой медицинской помощи и росту ее эффективности, а также повышению качества жизни пациентов и укреплению их здоровья.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Абрамович С.Г.* Сочетанные и комбинированные методы лазеротерапии: метод. пособие. – Иркутск: РИО ИГИУВа, 1996. – 15 с.
2. *Абрамович С.Г., Щербакова А.В.* Особенности реактивности кожи к ультрафиолетовому излучению у здоровых и больных гипертонической болезнью // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2004. – № 3. – С. 17–20.
3. *Амиров Н.Б., Абдрахманова А.И.* Эффективность низкоинтенсивного лазерного излучения при лечении ишемической болезни сердца // Терапевтический архив. – 2004. – № 8. – С. 79–82.
4. *Андреева И.Н.* Хромотерапия // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2007. – № 4. – С. 39–46.
5. *Базарный В.В., Крохина Н.Б., Исайкин А.И., Щеколдин П.И. и др.* Некоторые клеточные механизмы магнитолазерного воздействия на репаративный остеогенез (экспериментальное исследование) // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2008. – № 5. – С. 33–34.
6. *Белозерова Г.Ф. и др.* Сочетанное применение КВЧ-терапии и красного света в лечении обострений хронического панкреатита // Тезисы докладов VI Всеросс. съезда физиотерапевтов. – СПб., 2006. – С. 167.
7. *Белялова Н.С., Белялов Ф.И.* Факторы риска и профилактика рака различных локализаций (часть 2) // Клиническая медицина. – 2005. – № 12. – С. 20–25.
8. *Боголюбов В.М.* Зависимость цвета кожи человека в различных регионах земли от солнечного ультрафиолета // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2000. – № 2. – С. 37–38.
9. *Боголюбов В.М.* Ультрафиолет: польза и вред // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2003. – № 5. – С. 3–8.
10. *Боголюбов В.М., Комранов В.А., Харитонов В.Ф. и др.* Динамика иммунологической реактивности у здоровых людей под влиянием солнечной радиации // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 1989. – № 2. – С. 6–10.

11. Булякова Н.В. Изменение чувствительности к ионизирующей радиации при действии низкоинтенсивного лазерного излучения // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2004. – № 4. – С. 31–36.
12. Булякова Н.В., Азарова В.С. Эффективность лазерного воздействия на регенерацию скелетных мышц при различной интенсивности механического повреждения (экспериментальное исследование) // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2013. – № 6. – С. 4–8.
13. Бурдули Н.М., Балаян М.М. Влияние низкоинтенсивного внутривенного лазерного облучения крови на функцию эндотелия у больных гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2013. – № 5. – С. 33–35.
14. Варон Д., Бриль Г.Е., Будник И.А., Гаспарян А.В. и др. Влияние лазерного облучения цельной крови IN VITRO на адгезию и агрегацию тромбоцитов // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2008. – № 1. – С. 15–18.
15. Волнухин В.А. Современные подходы к фотохимиотерапии болезней кожи // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2003. – № 3. – С. 43–46.
16. Волнухин В.А., Жилова М.Б., Кочетков М.А., Царегородцева Е.Е. Методика определения минимальной фототоксической дозы длинноволнового ультрафиолетового излучения при бальнеофотохимиотерапии с применением препарата «Аммифурин» // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2002. – № 3. – С. 35–37.
17. Гейниц А.В., Сорокатый А.Е., Ягудав Д.М., Трухманов Р.С. Фотодинамическая терапия. История создания метода и ее механизмы // Лазерная медицина. – 2007. – Т. 11, № 3. – С. 42–46.
18. Герасименко М.Ю., Барыбин В.Ф., Сквородько С.Н., Варавва А.С. и др. Реализация оптического активационного механизма при лазерно-медикаментозном воздействии // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2006. – № 2. – С. 27–31.
19. Герасименко М.Ю., Хрыкова А.Г., Ларионов К.С., Ильин В.С. и др. Сравнительная эффективность методик лазеротерапии у детей с верхнечелюстными синуситами // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2013. – № 6. – С. 9–12.
20. Гилинская Н.Ю., Трунова О.В., Балаков В.Ф. Преимущества применения новой модели аппарата «МИЛТА-Ф-8-01» при лечении и диагностике заболеваний // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2003. – № 4. – С. 43–44.
21. Гончарова В.Г. Сравнительная эффективность различных видов фототерапии в лечении пациентов с астенодепрессивным синдромом невротической природы // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2013. – № 3. – С. 52.
22. Грушина Т.И. Реабилитация в онкологии: физиотерапия. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. – 240 с.
23. Гузалов П.И., Кирьянова В.В., Никищенкова А.С., Юйбо Ц. Светодиодное излучение разной длины волны в лечении острой стадии компрессионно-ишемиче-

ской невралгии лицевого нерва // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2012. – № 4. – С. 18–23.

24. Гуляр С.А., Лиманский Ю.П., Тамарова З.А., Сушко Б.С. Экспериментальные данные об анальгетической эффективности поляризованного поли- и монохроматического и неполяризованного монохроматического света // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2013. – № 3. – С. 49.

25. Двуреченский В.В., Киселева С.С. Применение поляризованного света при герпесе // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2006. – № 2. – С. 37.

26. Диасамидзе Ю.С. Влияние фототерапии на липидный состав крови при ИБС // Клин. медицина. – 2004. – № 7. – С. 34–36.

27. Довганюк А.П. О лазеротерапии // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2003. – № 1. – С. 55.

28. Дронова Т.Г., Колесникова Л.Ю., Карандашев В.И. Экстракорпоральное ультрафиолетовое облучение крови при алкоголизме и сопутствующих заболеваниях печени // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2006. – № 6. – С. 25–27.

29. Егоров Е.А., Каменских Т.Г., Райгородский Ю.М., Колбенин И.О. и др. Результаты применения низкоинтенсивного магнитолазерного воздействия транскраниально в лечении больных первичной открытоугольной глаукомой // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2013. – № 5. – С. 15–18.

30. Елкина Т.Н., Захарова Л.Н., Евстропов А.Н., Маринкин И.О. и др. Опыт применения селективной поляризованной хромотерапии в клинической практике // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2013. – № 6. – С. 42–47.

31. Жеваго Н.А., Самойлова К.А., Давыдова Н.И., Бычкова Н.В. и др. Эффективность полихроматического видимого и инфракрасного излучения в послеоперационной иммунореабилитации больных раком молочной железы // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2012. – № 4. – С. 23–32.

32. Жирнов В.А., Васильев А.К. Фототерапия в травматологии и ортопедии // Тез. докл. 6-го Всеросс. съезда физиотерапевтов. – СПб., 2006. – С. 198.

33. Замотаев Ю.Н., Косов В.А., Папазов И.П., Щегольков А.М. и др. Оценка сочетанного применения цветоимпульсной рефлексотерапии с аутогенной тренировкой у больных мягкой артериальной гипертензией с тревожно-депрессивными расстройствами (сообщение 1) // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2004. – № 5. – С. 17–20.

34. Золотарева Т.А., Олешко А.Я., Олешко Т.И. Экспериментальное исследование антиоксидантного действия низкоинтенсивного лазерного излучения инфракрасного диапазона // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2001. – № 3. – С. 3–5.

35. Зубкова С.М. Биофизические основы лазерной терапии // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2009. – № 1. – С. 3–9.

36. Зубкова С.М. Сравнительный анализ биологического действия микроволн и лазерного излучения // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 1996. – № 6. – С. 31–35.

37. *Зубкова С.М., Панферова Н.Е., Белаковский М.С.* Биологический эффект ультрафиолетового облучения человека // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 1986. – № 5. – С. 66–70.
38. *Иванов Е.М.* Аутоотрансфузия ультрафиолетом облученной крови: проблемы и перспективы // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 1988. – № 6. – С. 66–69.
39. *Илларионов В.Е.* Теория и практика лазерной терапии: учеб. рук-во. – М.: ЛИБРОКОМ, 2010. – 152 с.
40. *Илларионов В.Е.* Техника и методики процедур лазерной терапии: справочник. – М.: Центр, 1994. – 178 с.
41. *Илларионов В.Е.* Техника и методики процедур лазерной терапии: справочник. – М.: Центр, 2001. – 176 с.
42. *Илларионов В.Е., Орловский Ю.В.* Информационно-волновое воздействие как новый метод реабилитации подростков // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2002. – № 2. – С. 36–38.
43. *Ипатова М.В., Уварова Е.В., Маланова Т.Б., Матвеева Н.К. и др.* Возможности лазеротерапии и магнитотерапии аппендикулярно-генитального синдрома у девочек-подростков // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2011. – № 5. – С. 36–40.
44. *Карандашов В.И., Петухов Е.Б., Палеев Н.Р., Диасамидзе Ю.С.* Фототерапия и ее место в современной медицине // Вестник РАМН. – 2004. – № 7. – С. 15–18.
45. *Карелин А.О., Давыдова М.П.* Солярии и здоровье человека // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2006. – № 2. – С. 48–51.
46. *Кирьянова В.В. и др.* Состояние неспецифической резистентности у детей с ожогами кожи, прошедших курс фотохромотерапии // Тезисы докладов VI Всеросс. съезда физиотерапевтов. – СПб., 2006. – С. 230.
47. *Кирьянова В.В., Бабурин И.Н., Гончарова В.Г., Веселовский А.Б.* Фототерапия и фотохромотерапия в комплексном лечении больных с астенодепрессивным синдромом при невротических расстройствах // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2012. – № 1. – С. 3–6.
48. *Кирьянова В.В., Жулев Н.М., Гузалов П.И., Веселовский А.В.* Селективная фотохромотерапия при компрессионно-ишемических невропатиях // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2004. – № 5. – С. 10–16.
49. *Кирьянова В.В., Жулев Н.М., Гузалов П.И., Жулев С.Н.* Применение лазерного излучения и магнитных полей при лечении неврологических заболеваний (учебное пособие) // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2005. – № 3. – С. 38–50.
50. *Кирьянова В.В., Левашов А.Н.* Каротиноидная гипотеза лечебного действия некогерентного монохроматического излучения с длиной волны 470 нм // Тезисы докладов VI Всероссийского съезда физиотерапевтов. – СПб., 2006. – С. 42–43.
51. *Козлов В.И., Буйлин В.А.* Лазеротерапия. – М. – Владивосток: Астр, 1992. – 30 с.



52. Комарова Л.А. О действии ультрафиолетового излучения на организм человека // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2005. – № 5. – С. 36–37.
53. Комарова Л.А., Егорова Г.И. Лечебное применение низкоэнергетического лазерного излучения: пособие для врачей. – СПб.: СПбМАПО, 1994.
54. Комарова Л.А., Егорова Г.И. Сочетанные методы аппаратной физиотерапии и бальнеолечения. – СПб.: СПбМАПО, 1994.
55. Комарова Л.А., Кирьянова В.В. Применение ультрафиолетового излучения в физиотерапии и косметологии. – СПб.: СПбМАПО, 2006. – 184 с.
56. Косов В.А., Замотаев Ю.Н., Папазов И.П., Грубальская Г.В. и др. Результаты применения цветоимпульсной рефлексотерапии у больных мягкой артериальной гипертонией с эмоциональными нарушениями (сообщение 1) // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2004. – № 4. – С. 17–20.
57. Крысюк О.Б., Пономаренко Г.Н., Обрезан А.Г. Персонализированная лазеротерапия в кардиологии. – СПб.: ИИЦ Балтика, 2006. – 176 с.
58. Лазаренко Н.Н., Панкова И.А., Сорокина А.В. Применение фототерапии от аппаратов «Биоптрон» в дерматокосметологии: методические рекомендации. – М., 2009. – 36 с.
59. Лазаренко Н.Н., Панкова И.А., Сорокина А.В. Применение фототерапии от аппаратов «Биоптрон» в дерматокосметологии // Физиотерапевт. – 2011. – № 10. – С. 54–70.
60. Лапушкова Н.Г. Поляризованный свет в лечении дерматозов // Российский журнал кожных и венерологических болезней. – 1998. – № 1. – С. 63–65.
61. Левицкий Е.Ф., Разумов А.Н., Колесникова И.В., Клеменков С.В. и др. Цветофизиопунктурная коррекция вегетативных нарушений // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2002. – № 1. – С. 27–29.
62. Мирютова Н.Ф. Лазеротерапия больных с дискогенными неврологическими проявлениями в послеоперационном периоде дискэктомий // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2012. – № 4. – С. 33–38.
63. Монахов С.А., Перминова М.А., Шаблий Р.А., Корчажкина Н.Б. и др. Методы фототерапии в лечении и профилактике хронических дерматозов // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2012. – № 4. – С. 33–36.
64. Москвин С.В. О первичных механизмах терапевтического действия низкоинтенсивного лазерного излучения // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2012. – № 3. – С. 42–45.
65. Москвин С.В. Подсчет дозы низкоинтенсивного лазерного излучения: необходимость или вред? // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2012. – № 6. – С. 54–55.
66. Москвин С.В. Эффективность лазерной терапии. – М.: Техника, 2003. – 256 с.
67. Москвин С.В., Боткин Н.В., Успенская Т.З. Сравнительная эффективность гемолазеротерапии с использованием красного (635 нм) и фиолетового (405 нм)

спектров у больных облитерирующим атеросклерозом сосудов нижних конечностей // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2012. – № 4. – С. 23–26.

68. *Москвин С.В., Захаров П.И.* Лазерная терапия и профилактика язвенной болезни двенадцатиперстной кишки // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2013. – № 6. – С. 23–26.

69. *Мусаев А.В., Багирова С.А., Мурадов Р.В., Рагимова А.Э.* Лазеротерапия в коррекции иммунных нарушений у больных с невралгией лицевого нерва // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2011. – № 5. – С. 28–32.

70. *Мусаев А.В., Насруллаева С.Н., Зейналов Р.Г.* Влияние солнечной активности на некоторые демографические показатели и заболеваемость в Азербайджане (еще раз об учении А.Л. Чижевского) // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2007. – № 3. – С. 38–42.

71. *Наминов В.А., Кочергин О.Я.* Лазерная терапия в комплексе ранней реабилитации пациентов со спаечной болезнью // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2013. – № 4. – С. 15–17.

72. *Общая физиотерапия: учебник / под ред. Г.Н. Пономаренко.* – Изд. 2-е, перераб. и доп. – СПб.: ВМедА, 2008. – 288 с.

73. *Осипова И.В., Кулишова Т.В., Алиева Н.А., Джумиго М.А.* Хромотерапия в комплексном лечении артериальной гипертонии у работников локомотивных бригад // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2007. – № 5. – С. 6–9.

74. *Отто М.П., Князева Т.А., Кузнецова Л.Н., Никифорова Т.И.* Эффективность хромотерапии у больных гипертонической болезнью // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2006. – № 1. – С. 11–13.

75. *Петров К.Б., Коренева С.Н., Кузьменко О.В., Наливайко Б.А.* Светодиодная офтальмостимуляция как средство повышения адаптивных возможностей организма спортсменов // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2006. – № 6. – С. 35–38.

76. *Петрова И.Н., Герасименко М.Ю.* Инфракрасная лазерная терапия в комплексном лечении межпозвоночных грыж пояснично-крестцового отдела позвоночника // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2012. – № 1. – С. 17–22.

77. *Пономаренко Г.Н.* Доказательная физиотерапия. Изд-е 3-е перераб. доп. – СПб., 2011. – 176 с.

78. *Пономаренко Г.Н.* Общая физиотерапия. – Киев: Куприянова О.О., 2004. – 384 с.

79. *Пономаренко Г.Н.* Физиотерапия в косметологии. – СПб.: ВМедА, 2002. – 356 с.

80. *Пономаренко Г.Н., Воробьев М.Г.* Руководство по физиотерапии. – СПб.: Балтика, 2005. – 400 с.

81. *Пономаренко Г.Н., Улащик В.С.* Инновационные технологии физиотерапии. – СПб., 2012. – 256 с.

82. *Рогаткин Д.А., Гишинская Н.Ю.* Избранные вопросы физики для физиотерапевтов. – М.: МЕДпресс-информ, 2007. – 112 с.

83. *Ромашков А.П.* Особенности кожи и других видов биологической ткани как объекта фотометрии в лазерной терапии // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2005. – № 3. – С. 7–10.

84. *Ромашков А.П., Миненков А.А.* Медико-технические аспекты развития лазерной терапевтической аппаратуры // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 1996. – № 6. – С. 35–38.

85. *Сабилло Е.С., Селезнев А.Н., Зима Л.Н.* Применение светодиодной фотоматричной терапии у больных с хронической рецидивирующей формой дорсалгии // Тезисы докладов VI Всероссийского съезда физиотерапевтов. – СПб., 2006. – С. 144.

86. *Семячкина А.Н., Новикова И.М., Николаева Е.А., Курбатов М.Б. и др.* Применение лазерной терапии у детей с наследственными нарушениями психоречевого развития (методические рекомендации) // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2008. – № 1. – С. 44–49.

87. *Сипкин А.М., Герасименко М.Ю., Никитин А.А., Хрыкова А.Г. и др.* Лазерофорез «Колетекс-АГГДМ» в послеоперационной реабилитации больных верхнечелюстным синуситом // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2013. – № 3. – С. 6–10.

88. *Смирнова И.О.* Фотостарение кожи и базально-клеточный рак: роль тучных клеток // Клиническая медицина. – 2005. – № 7. – С. 55–58.

89. *Странадко Е.Ф.* Исторический очерк развития фотодинамической терапии // Лазерная медицина. – 2002. – Т. 6, № 1. – С. 4–8.

90. *Стржижковский А.Д., Дьяконов А.С., Лазарев А.О.* Использование спектров отражения кожи человека для количественной оценки индивидуальной чувствительности к ультрафиолетовой радиации // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 1998. – № 1. – С. 3–5.

91. *Трунова О.В.* Возможности лазеротерапии и широкополосного электромагнитного излучения в лечении острого остеомиелита у детей // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2011. – № 4. – С. 13–16.

92. *Трунова О.В., Герасименко М.Ю., Машков А.Е., Слесарев В.В.* Возможности лазерной терапии при гематогенном остеомиелите у детей // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2012. – № 6. – С. 22–24.

93. *Тышкевич Т.Г., Гурская О.Е., Гурчин А.Ф., Селиверстов Р.Ю. и др.* Магнитолазеротерапия в реабилитации детей с последствиями перинатальной энцефалопатии // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2013. – № 2. – С. 11–14.

94. *Улащик В.С.* Физиотерапия. Новейшие методы и технологии: Справочное пособие. – Минск: Книжный дом, 2013. – 448 с.

95. Улащик В.С. Фотодинамическая терапия // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2013. – № 1. – С. 36–43.
96. Улащик В.С., Лукомский И.В. Общая физиотерапия: учеб. – Изд. 3-е, стереотип. – Минск: Книжный дом, 2008. – 512 с.
97. Улащик В.С., Митьковская Н.П., Залеская Г.А., Калоша И.И. Участие гемоглобина в терапевтическом действии ультрафиолетового облучения крови // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2010. – № 1. – С. 7–11.
98. Улащик В.С., Морозова И.Л., Нежута А.Ю. Изменения афферентной импульсации периферического нерва под влиянием поляризованного света различной длины волны // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2007. – № 6. – С. 3–6.
99. Ушаков А.А. Практическая физиотерапия. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Медицинское информационное агентство, 2009. – 608 с.
100. Физиотерапия и курортология / под ред. В.М. Боголюбова. Кн. 1. – М.: БИНОМ, 2008. – 408 с.
101. Физиотерапия: национальное руководство / под ред. Г.Н. Пономаренко. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 864 с.
102. Филоненко А.В., Любовцев В.Б. Светотерапия в реабилитации новорожденных и младенцев // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2012. – № 6. – С. 39–46.
103. Хрыкова А.Г., Фомина Е.В., Герасименко М.Ю., Ольтаржевская Н.Д. и др. Новые технологии введения фармпрепаратов при лазерофорезе при лечении детей с аденоидными вегетациями // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2012. – № 6. – С. 25–27.
104. Чернова Н.И., Перламутров Ю.Н., Ольховская К.Б., Москвин С.В. Внутривенное лазерное облучение крови в лечении цитомегаловирусной инфекции уrogenитального тракта у сексуально активных женщин // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2013. – № 5. – С. 19–23.
105. Шарипова М.М., Воронова С.Н., Рукин Е.М., Василенко А.М. Сравнительная оценка ранозаживляющих эффектов при использовании аппаратов «Биоптрон», «Минитаг», «Орион+» и ламп полого катода (экспериментальное исследование) // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2011. – № 4. – С. 42–45.
106. Шахова А.С., Куликов А.Г., Корсунская И.М. Внутривенное лазерное облучение крови в комплексном лечении псориаза // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2012. – № 1. – С. 24–28.
107. Шахова А.С., Куликов А.Г., Корсунская И.М. Возможности гемолазеротерапии в коррекции клинико-функциональных нарушений у больных псориазом // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2011. – № 5. – С. 6–12.
108. Шевченко Е.В., Малов А.Н., Коржуев А.В. Лазерная медицина: физические принципы и проблемы // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2003. – № 2. – С. 93–99.

109. Щербань Н.Н., Склярова Н.П., Звеницкий И.Л. Меланома в практике терапевта // Клиническая медицина. – 2005. – № 11. – С. 73–75.
110. Юлдашева Г.Р., Хамрабаева Ф.И., Хаджиметов А.А. Влияние лазеротерапии на функциональное состояние тромбоцитов и систему фибринолиза у больных хроническим панкреатитом // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2012. – №1. – С. 29–31.
111. Ясногородский В.Г. Об ультрафиолетовом излучении // Вопросы курортологии, физиотерапии и ЛФК. – 2005. – № 1. – С. 30–31.
112. Balchum O.J., Doiro D.R., Huth G.C. Photoradiation therapy for endobronchial lung cancers employing the photodynamic action of hematoporphyrin derivative // Lasers Surg. Med. – 1984. – Vol. 4, N 1. – P. 13–30.
113. Barr H., Krasner N., Boulos P.B., Chatlani P. et al. Photodynamic therapy for colorectal cancer: a quantitative pilot study // Br. J. Surg. – 1990. – Vol. 77, N 1. – P. 93–96.
114. Betz C.S., Stepp H., Janda P., Arbogast S. et al. A comparative study of normal inspection, autofluorescence and 5-ALA-induced PPIX fluorescence for oral cancer diagnosis // Int. J. Cancer. – 2002. – Vol. 97, N 2. – P. 245–252.
115. Boyle R.W., Dolphin D. Structure and biodistribution relationships of photodynamic sensitizers // Photochem. Photobiol. – 1996. – Vol. 64, N 3. – P. 469–485.
116. Braichotte D.R., Wagnières G.A., Bays R., Monnier P. et al. Clinical pharmacokinetic studies of photofrin by fluorescence spectroscopy in the oral cavity, the esophagus, and the bronchi // Cancer. – 1995. – Vol. 75, N 11. – P. 2768–2778.
117. Dougherty T.J. Photoradiation therapy for the treatment of malignant tumours // Cancer Res. – 1978. – Vol. 38, N 8. – P. 2628–2635.
118. Dougherty T.J., Grindey G.B., Fiel R., Weishaupt K.R. et al. Photoradiation therapy II: cure of animal tumors with haematoporphyrin and light // J. Natl. Cancer Inst. – 1975. – Vol. 55, N 1. – P. 115–121.
119. Dougherty T.J., Potter W.R., Weishaupt K.R. The structure of the active component of hematoporphyrin derivative // Porphyrin Localization and Treatment of Tumors; ed. by D.R. Doiron, C.J. Gomer. – New York, 1984. – P. 301–314.
120. Figge F.H.J., Weiland G.S., Manganiello L.O.J. Cancer detection and therapy. Affinity of neoplastic, embryonic and traumatized regenerating tissues for porphyrins and metalloporphyrins // Proc. Soc. Exp. Biol. Med. – 1948. – Vol. 68. – P. 640–641.
121. Fingar V.H. Vascular effects of photodynamic therapy // J. Clin. Laser Med. Surg. – 1996. – Vol. 14, N 5. – P. 323–328.
122. Freitas I. Lipid accumulation: the common feature of photosensitizer-retaining normal and malignant tissues (news) // J. Photochem. Photobiol. B. – 1990. – Vol. 7, N 2. – P. 359–361.
123. Friberg E.G., Cunderliková B., Pettersen E.O., Moan J. pH effects on the cellular uptake of four photosensitizing drugs evaluated for use in photodynamic therapy of cancer // Cancer Lett. – 2003. – Vol. 195, N 1. – P. 73–80.

124. *Hausmann W.* Die sensibilisierende Wirkung des Hematoporphyrins // *Biochem. Zeitung.* – 1911. – Vol. 30. – P. 276–316.
125. *Hill J.S., Kaye A.H., Sawyer W.H., Morstyn G. et al.* Selective uptake of hematoporphyrin derivative into human cerebral glioma // *Neurosurgery.* – 1990. – Vol. 26, N 2. – P. 248–254.
126. *Kennedy J.C., Marcus S.L., Pottier R.H.* Photodynamic therapy (PDT) and photodiagnosis (PD) using endogenous photosensitization induced by 5-aminolevulinic acid (ALA): mechanisms and clinical results // *J. Clin. Laser Med. Surg.* – 1996. – Vol. 14, N 5. – P. 289–304.
127. *Kennedy J.C., Pottier R.H., Pross D.C.* Photodynamic therapy with endogenous protoporphyrin IX: basic principles and present clinical experience // *J. Photochem. Photobiol. B.* – 1990. – Vol. 1, N 1–2. – P. 143–148.
128. *Kessel D., Luo Y.* Mitochondrial photodamage and PDT-induced apoptosis // *J. Photochem. Photobiol. B.* – 1998. – Vol. 42, N 2. – P. 89–95.
129. *Lam S., Müller N.L., Miller R.R., Kostashuk E.C. et al.* Predicting the response of obstructive endobronchial tumors to photodynamic therapy // *Cancer.* – 1986. – Vol. 58, N 10. – P. 2298–2306.
130. *Lipson R.L., Baldes E.J.* The photodynamic properties of a particular hematoporphyrin derivative // *Arch. Dermatol.* – 1960. – Vol. 82. – P. 508–516.
131. *MacDonald I.J., Dougherty T.J.* Basic principles of photodynamic therapy // *J. Porphyrin. Phthalocyanines.* – 2001. – Vol. 5, N 2. – P. 105–129.
132. *Meyer-Betz F.* Untersuchungen über die Biologische (photodynamische) Wirkung des Hamatoporphyrins und anderer Derivative des Blut- und Galenfarbstoffs // *Dtsch. Arch. Klin. Med.* – 1913. – Vol. 112. – P. 476–503.
133. *Policard A.* Etudes sur les aspects offerts par des tumeurs experimentales examinees a la lumiere de Wood // *CR Soc. Biol.* – 1924. – Vol. 91. – P. 1423–1424.
134. *Pushpan S.K., Venkatraman S., Anand V.G., Sankar J. et al.* Porphyrins in photodynamic therapy – a search for ideal photosensitizers // *Curr. Med. Chem. Anti-Canc. Agents.* – 2002. – Vol. 2, N 2. – P. 187–207.
135. *Raab O.* Über die Wirkung fluoreszierender Stoffe auf Infusorien // *O. Zeitung Biol.* – 1900. – N 39. – P. 524–526.
136. *Reed M.W., Wieman T.J., Schuschke D.A., Tseng M.T. et al.* A comparison of the effects of photodynamic therapy on normal and tumor blood vessels in the rat microcirculation // *Radiat. Res.* – 1989. – Vol. 119, N 3. – P. 542–552.
137. *Schweitzer V.G.* Photodynamic therapy for treatment of head and neck cancer // *Otolaryngol. Head Neck Surg.* – 1990. – Vol. 102, N 3. – P. 225–232.
138. *Sibata C.H., Colussi V.C., Oleinick N.L., Kinsella T.J.* Photodynamic therapy in oncology // *J. Expert. Opin. Pharmacother.* – 2001. – Vol. 2, N 6. – P. 917–927.
139. *Tappeiner H., Jesionek A.* Therapeutische Versuche mit fluoreszierenden Stoffen // *Muench. Med. Wochenschr.* – 1903. – Vol. 47. – P. 2042–2044.

140. *Tappeiner H., Jodlbauer A.* Uber Wirkung der photodynamischen (fluoreszierenden) Stoffe auf Protozoan und Enzyme // Dtsch. Arch. Klin. Med. – 1904. – Vol. 80. – P. 427–487.

141. *Wenig B.L., Kurtzman D.M., Grossweiner L.I., Mafee M.F. et al.* Photodynamic therapy in the treatment of squamous cell carcinoma of the head and neck // Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg. – 1990. – Vol. 116, N 11. – P. 1267–1270.

**Научное издание**

**Абрамович** Станислав Григорьевич

## **ФОТОТЕРАПИЯ**

Редактор *Черных О.Л.*  
Оригинал-макет *Черных О.Л.*  
Обложка, иллюстрации *Фалеев К.А.*

---

Сдано в набор 10.02.14. Подписано в печать XX.XX.14. Формат 60x84<sup>1</sup>/16.  
Бумага офсетная. Гарнитура Arno Pro.  
Усл. печ. 11,6 л. Уч.-изд. л. 10,4. Тираж 500 экз. Заказ № 0XX-14.

---

Отпечатано в РИО НЦ РВХ СО РАМН  
Иркутск, ул. Борцов Революции, 1. Тел. (395-2) 29-03-37.  
E-mail: arleon58@gmail.com





## **АБРАМОВИЧ СТАНИСЛАВ ГРИГОРЬЕВИЧ**

**Д**октор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой физиотерапии и курортологии ГБОУ ДПО ИГМАПО МЗ РФ, председатель правления научно-практического общества врачей физиотерапевтов и курортологов Иркутской области, член президиума ассоциации специалистов медицинской реабилитации Иркутской области, член редакционной коллегии журнала «Физиотерапевт» (Санкт-Петербург), член редакционного совета еженедельного научно-практического электронного журнала для специалистов здравоохранения [Rosmedportal.com](http://Rosmedportal.com) / [Rosmedportal.com](http://Rosmedportal.com) (раздел «Восстановительная медицина и реабилитация») и журнала «Физиотерапия, бальнеология и реабилитация», член диссертационного Совета Д.208.100.01 при ФГБУН «Томский НИИ курортологии и физиотерапии ФМБА России». Автор 354 научных работ, среди которых 6 монографий, 88 научных статей в рецензируемых журналах рекомендованных ВАК России, 7 патентов РФ и 40 учебных и методических пособий для врачей. Научные интересы: применение природных и преформированных физических факторов в кардиологии, методология определения биологического возраста и скорости старения человека, геропротекторное действие физических лечебных методов.

ISBN 978-5-98277-173-5



9 785982 771735