Солярии, используемые в Шотландии: исследование их излучения и особенностей использования

J. McGinley, C. J. Martin и R. M. MacKie

Отделения клинической физики и биоинженерии, а также дерматологии, Университет Глазго, Glasgow G12 8QQ, Великобритания.

British Journal of Dermatology, 1998; 139: 428–438. Принято к публикации 21 апреля 1998 года.

Примечание к переводу. Переведены предоставленные десять страниц, 428–437: основной текст, таблицы, подписи к рисункам и видимая часть списка литературы. Графики не перерисованы. Утверждения и рекомендации передают содержание статьи 1998 года. В оригинале имеются расхождения: в аннотации указаны 200 опрошенных и 17% пользователей с более чем 100 сеансами в год; в основном тексте — 205 анкет и 16%. Эти значения сохранены без исправления.

Аннотация

Измерена спектральная облучённость от 100 находящихся в эксплуатации коммерческих соляриев. Рассчитаны дозы ультрафиолетового излучения диапазонов UVA и UVB при использовании соляриев и сопоставлены с дозами, которые можно получить от солнечного излучения. В большинстве соляриев для облучения тела используются люминесцентные трубчатые лампы UVA, а для лица — металлогалогенные лампы с фильтрами, в излучении которых выше доля UVA1.

Средняя доза за сеанс составляет 0,80 минимальной эритемной дозы, однако облучённость у отдельных аппаратов одной модели различалась в два-три раза, главным образом вследствие снижения излучения ламп по мере старения. Доза UVA за один сеанс в солярии сопоставима с дозой, которую можно получить за 20–30 минут солнечных ванн на средиземноморском курорте или за один час в солнечный день в Глазго, тогда как доза UVB составляет 20–25% соответствующей солнечной дозы.

Ответы 200 пользователей соляриев показали, что у 38% кожа относится к I или II типу, 17% посещают солярий более 100 раз в год, а 35% редко или никогда не пользуются предоставляемыми защитными очками.

Введение

Высказывались опасения относительно возможного отдалённого риска воздействия ультрафиолетового (УФ) излучения при использовании соляриев для косметического загара. Четыре исследовательские группы, включая нашу, в исследованиях меланомы методом «случай — контроль» установили, что использование соляриев является фактором риска

последующего развития меланомы [1–5]. Однако все эти исследования опирались на воспоминания пациентов об использовании соляриев, иногда много лет назад, и ни в одном из них невозможно было количественно определить излучение использовавшихся аппаратов.

Ранее отсутствовали количественные данные об УФ-экспозиции от современных моделей соляриев в спортивных центрах и центрах загара, а также о том, как соотносятся дозы UVA и UVB с воздействием естественного УФ-излучения. В опубликованных ранее исследованиях применяли радиометры с широкополосными детекторами, которые не позволяют точно измерить облучённость в отдельных участках УФ-спектра. Кроме того, результаты измерений не сопоставляли с реальными режимами использования обследованных соляриев [6].

Поэтому в 1997 году в Шотландии было проведено обследование коммерческих соляриев. УФ-излучение измеряли спектрорадиометром, а в центрах, где проводились измерения, распространяли анкеты, чтобы получить сведения о фактических особенностях использования этих аппаратов. Данные двух частей исследования объединили для оценки типичных УФ-экспозиций пользователей.

Материалы и методы

Спектры УФ-излучения зарегистрировали у 100 соляриев в центральной Шотландии. Аппараты находились в муниципальных спортивных центрах, бассейнах и частных салонах. Измерения проводили непосредственно в каждом центре с помощью спектрорадиометрической системы Glen Spectra SpectRad 1680, включавшей двойной монохроматор и фотоэлектронный умножитель; для удобства перемещения система была установлена на тележке DemTruck.

Спектр регистрировали в центральной части каждого солярия с помощью интегрирующей сферы, входная апертура которой располагалась на 200 мм ниже верхней поверхности солярия. Дополнительное измерение проводили в положении лица, непосредственно под специальным лицевым блоком, если он имелся, либо на расстоянии 750 мм от центра. Если позволяло время, выполняли также измерения на расстоянии 250 и 500 мм от центра в направлении головного конца аппарата.

Данные регистрировали с шагом 1 нм: в центре солярия — в диапазоне 280–700 нм, в положении лица — 280–550 нм, в остальных точках — 280–400 нм. Излучение UVC, 100–280 нм, отсутствовало. Перед измерениями солярии включали на три минуты для прогрева и стабилизации максимальной мощности излучения, поскольку время достижения максимума у разных аппаратов может различаться [6].

Спектральное пропускание средств защиты глаз, рекомендованных производителями соляриев, измеряли тем же спектрорадиометром, используя в качестве источника аппарат для ПУВА-терапии кистей Waldmann PUVA 180. Его спектр излучения был сходен со спектром люминесцентных трубчатых ламп соляриев.

Спектрорадиометр был откалиброван компанией Glen Spectra перед поставкой и повторно на месте через шесть месяцев, в середине проекта, с использованием дейтериевой лампы мощностью 45 Вт для диапазона 200–300 нм и вольфрамовой галогенной лампы мощностью 1000 Вт для диапазона 300–850 нм. Лампы имели калибровку Американского национального института стандартов.

Каждые три месяца спектрорадиометр проверяли по кварцевой галогенной лампе QH3 мощностью 100 Вт, работавшей при токе 8 А и откалиброванной по эталону Национальной физической лаборатории в диапазоне 280–610 нм. Ежемесячно калибровку проверяли по второй кварцевой галогенной лампе QH4, работавшей в тех же условиях, что и QH3. Наконец, до и после каждого перемещения прибора в другое место его проверяли с помощью контрольного источника с кварцевой галогенной лампой мощностью 20 Вт, чтобы убедиться, что отклонение калибровки не превышает ±10%.

Полученные спектры интегрировали для определения облучённости в различных участках УФ-спектра. В результатах используются следующие диапазоны: УФ — 280–400 нм; UVB — 280–315 нм; UVA — 315–400 нм; UVA1 — 340–400 нм; UVA2 — 315–340 нм; синий свет — 400–550 нм.

Спектральные измерения также выполняли в двух соляриях с лежащими в них испытуемыми, одетыми только в шорты, чтобы определить влияние поглощения и уменьшения отражений при наличии тела. Интегрирующую сферу размещали между ногами испытуемого в центре солярия, при этом апертура находилась на уровне поверхности кожи. Эти результаты сравнивали со значениями, полученными в тех же аппаратах без человека, когда сфера находилась в обычном положении для измерений. Так определяли поправочный коэффициент для расчёта дозы, поступающей на кожу пользователя.

Скорость накопления минимальных эритемных доз (МЭД) в центральной точке каждого солярия рассчитывали, взвешивая спектральные данные по спектру действия эритемы Маккинлея — Диффи, принятому Международной комиссией по освещению [7]. Одна МЭД — доза, необходимая для появления слабого покраснения кожи II типа через 16–24 часа после облучения; здесь она принята равной 200 Дж/м². К данным применяли поправку на присутствие тела, затем облучённость умножали на продолжительность сеанса соответствующего аппарата, чтобы получить дозу за сеанс в единицах МЭД.

Центры распространяли анкеты среди пользователей соляриев. В них спрашивали о количестве сеансов в год, отношении к соляриям, причинах их использования, наличии в прошлом нежелательных реакций и регулярности ношения защитных очков. Также собирали сведения о возрасте, цвете кожи, её реакции на естественный солнечный свет и привычках во время отпуска.

Для сравнения УФ-экспозиции в соляриях и от естественных источников определяли возможные уровни воздействия в каждом участке УФ-спектра. Результаты измерения облучённости объединяли с данными о продолжительности сеансов в соответствующих аппаратах, получая УФ-экспозицию за один сеанс. Применяли поправку на присутствие тела; результаты использовали для оценки экспозиции тела и лица при разных режимах посещения солярия.

Национальный совет по радиологической защите (NRPB) предоставил спектральные данные УФ-излучения, зарегистрированные в Глазго летом 1997 года. Среднюю облучённость в солнечные дни за интервалы 12:00–14:00, 10:00–16:00 и 09:00–17:00 по британскому летнему времени (BST) определяли усреднением спектров, записанных через каждые 30 минут при безоблачном небе в течение десяти дней, распределённых по периоду с мая по август.

Среднее значение за период 12:00–14:00 составляло 98% максимума. За период 10:00–16:00 оно составляло 85% для UVB, 88% для UVA2 и 90% для UVA1. Для расчёта воздействия в

солнечный день с 10:00 до 16:00 применяли дополнительный коэффициент 75%, учитывающий некоторую облачность. Анализ показал, что его применение даёт уровни воздействия, соответствующие среднему для 35 наиболее солнечных дней четырёх летних месяцев. Десять таких дней пришлись на выходные; для сравнения рассчитали дозы, которые можно было получить за десять двухчасовых или шестичасовых солнечных ванн в Глазго. Все экспозиции относятся к геометрии измерительного устройства, то есть к горизонтальной поверхности.

Для сравнения также рассчитали среднюю экспозицию лица у людей, работающих на открытом воздухе. Средняя облучённость при безоблачном небе за период 09:00–17:00 BST составляла соответственно 74%, 80% и 83% пиковых значений для UVB, UVA2 и UVA1. Дни с мая по август разделили на пять категорий по средней УФ-облучённости. На этой основе рассчитали, что средний уровень УФ-воздействия за лето составлял 47% уровня солнечного безоблачного дня. Поэтому для получения средней облучённости типичного дня использовали коэффициент 0,5.

Эти данные применяли для расчёта экспозиции человека, работающего на улице по восемь часов в день, пять дней в неделю в течение четырёх месяцев. Дополнительно вводили коэффициент 0,5, учитывающий долю общего излучения, падающую на одну сторону лица.

УФ-экспозицию во время недельного отпуска на Средиземном море оценивали по спектральным данным, зарегистрированным в Салониках, Греция, 4 июля 1997 года, в один солнечный день, в 13:30 GMT — солнечный полдень — и в 15:00. Рассчитывали пиковую облучённость в солнечный полдень и экспозицию за двухчасовой интервал вокруг полудня, вновь принимая среднюю облучённость за этот период равной 98% максимума.

Чтобы оценить воздействие при шестичасовом загорании вокруг солнечного полудня в начале июля, предполагали, что изменения облучённости UVB, UVA2 и UVA1 подчиняются зависимостям, сходным по форме с наблюдавшимися в Великобритании. Значения, полученные из двух наборов спектральных данных Салоник, подгоняли к этой зависимости для определения изменения облучённости во времени в течение шести часов. Средние значения составили 87% максимума для UVB, 90% для UVA2 и 93% для UVA1. Для учёта облачности применяли дополнительный коэффициент 75%. Полученные значения использовали для оценки УФ-экспозиции за недельный отпуск, существенную часть которого составляли солнечные ванны.

Таблица 1. Типы соляриев, обследованных в исследовании

Код	Модель	Тип трубчатых ламп	Количество аппаратов	Число металлогалогенных ламп	Мощность металлогалогенных ламп	Обозначение
1	ALISUN Q 28F	1	4	1	Не указана	Ali

2	JK Ergolin e 26	1	7	1	400 Вт	JKE26
3	JK Ergolin e 38	1	12	3	400 Вт	JKE38
4	Jomi Seabre eze	1	11	2	400 Вт	JSB
5	Miami Sun-Power House	1	6	1	500 Вт	PH
6	Spectru m Profess i	1	2	3	Не указана	SP
7	Ultrabro nz 300 Series	1	3	1	1000 Вт	UB300
8	Ultrabro nz 400 Series	1	3	3	1000 Вт	UB400
9	Ultrasu n Professi onal	1 (2)	26	1, 2 или 3	500 Вт	UP
10	Ultrasu n Professi onal High	1 (2)	7	3 или 4	500 Вт	UPHI
11	Ultrasu n Professi onal Magnu	2 (1)	8	5	1000 Вт	UPMP
12	Ultrabro nz 800 Series	Только металлогал огенные	5	10	1000 Вт	UB800
13	Ultrasu n Professi onal High	Только металлогал огенные	5	10	1000 Вт	UPHP
13	Ultrasu n Professi onal	Только металлогал огенные	1	10	1000 Вт	UPTP

Тип 1 — обычная мощность; тип 2 — повышенная мощность, см. текст. Металлогалогенные лампы снабжены фильтрами. Повтор кода 13 сохранён по оригиналу.

Результаты

Сто обследованных соляриев представляли 13 моделей семи производителей (таблица 1). В 85 аппаратах для облучения тела применяли люминесцентные трубчатые лампы, а в верхней части имелись дополнительные панели с металлогалогенными лампами высокого давления с фильтрами, иногда называемыми горелками, для облучения лица. В четырёх аппаратах использовались только люминесцентные трубчатые лампы, в одиннадцати — только металлогалогенные лампы с фильтрами.

Солярии с люминесцентными трубчатыми лампами

Типичное измерение в центре солярия с люминесцентными трубчатыми лампами показывает широкий спектр, преимущественно в диапазоне UVA, с характерными пиками при 313 и 365 нм. Используемые трубчатые лампы относятся к двум типам. Их спектры сходны по форме, но у типа 2 спектр сдвинут на 1 нм в сторону более коротковолнового UVB, а относительная величина пика 313 нм выше (рисунок 1a). Доля UVB в излучении составляет 0,6% для типа 1 и 1,2% для типа 2.

Трубчатые лампы типа 1 — главным образом Philips Cleo Performance P мощностью 100 Вт, хотя в некоторых аппаратах используются Philips мощностью 80 Вт, Cosmolux UVA мощностью 100 Вт и JK Ergoline. К типу 2 относятся лампы Sunfit мощностью 100 и 140 Вт. Их устанавливают в некоторые модели Professional Magnum Power и другие аппараты Ultrasun, хотя аналогичные модели встречаются и с лампами типа 1.

Облучённость в диапазонах UVA и UVB, измеренная в центре соляриев с люминесцентными трубчатыми лампами, показана на рисунке 2. У отдельных аппаратов одного типа значения UVA и UVB обычно различаются в два-три раза; диапазон UVB шире у моделей, в которых могут быть установлены лампы как типа 1, так и типа 2.

Облучённость UVA составляет 54–244 Вт/м² для соляриев с лампами типа 1 и 113–295 Вт/м² для типа 2. Облучённость UVB составляет соответственно 0,2–1,2 и 1,1–2,8 Вт/м².

Стандартные отклонения измеренной доли UVB у отдельных соляриев сходных моделей с лампами типа 1 составляли ±2–8%, за исключением одного аппарата Ali, двух JKE38 и трёх UP, где доля UVB отличалась на 20–40% от средних значений остальных аппаратов. При удалении от центра солярия облучённость уменьшается: в 25 см от центра среднее значение составляло 95 ± 5% центрального, а в 50 см — 81 ± 10%.

Излучение УФ-люминесцентных трубчатых ламп снижается с увеличением времени эксплуатации. Поэтому значительная часть различий облучённости у соляриев одного типа, вероятно, связана с разным возрастом ламп. Хотя сведения о количестве часов работы аппаратов отсутствовали, для соляриев, эксплуатируемых городским советом Глазго, удалось получить даты замены трубчатых ламп.

Рисунок 3 показывает устойчивое снижение УФ-облучённости с увеличением времени после замены ламп в аппаратах UP. Он демонстрирует, что различия облучённости в три раза обусловлены возрастом ламп. Разброс данных соответствует ожидаемому при различной интенсивности использования соляриев в разных центрах.

Солярии с металлогалогенными лампами высокого давления с фильтрами

В одиннадцати обследованных соляриях использовались только металлогалогенные лампы высокого давления с фильтрами; ещё в 85 аппаратах такие лампы применялись в лицевых блоках. На рисунке 1б показан типичный спектр солярия с металлогалогенными лампами высокого давления Philips HPA 400/30S с фильтрами, работающими при мощности 400 Вт.

У лампы без фильтра 12,5% облучённости приходится на UVB, но фильтр практически полностью устраняет эту составляющую. В аппаратах UB800 и UPHP 99% излучения металлогалогенных ламп приходится на UVA1; в аппарате UPTP — 96%.

Облучённость от металлогалогенных ламп с фильтрами для различных типов соляриев показана на рисунке 4. Суммарное излучение UVA таких ламп обычно выше, чем у люминесцентных трубчатых. Обычное максимальное значение UVA составило 450 Вт/м², хотя у одного лицевого блока было зарегистрировано 850 Вт/м². Для сравнения: максимальная облучённость UVA у соляриев с люминесцентными трубчатыми лампами составляла 295 Вт/м².

Средняя облучённость в различных участках УФ-спектра для соляриев, облучающих тело люминесцентными трубчатыми и металлогалогенными лампами, сопоставлена в таблице 2. В диапазоне UVA1 облучённость от аппаратов с металлогалогенными лампами с фильтрами вдвое выше, чем у аппаратов с люминесцентными лампами. Однако в диапазонах UVA2 и UVB она составляет лишь 10% и 30% соответственно от уровней люминесцентных ламп.

Примечание переводчика: в предыдущем предложении оригинал указывает 30% для UVB, хотя средние значения таблицы 2 — 0,022 и 0,75 Вт/м² — дают примерно 3%. Исходная цифра сохранена; расхождение не устранено предположением.

Облучённость от металлогалогенных ламп у аппаратов одной модели различается в два-пять раз (рисунок 4), то есть сильнее, чем облучённость от люминесцентных трубчатых ламп в тех же соляриях. Связи между излучением металлогалогенных ламп и временем, прошедшим после обслуживания аппаратов, не обнаружено.

Минимальные эритемные дозы за сеанс в солярии

Сравнение измерений в двух соляриях с присутствием и отсутствием тела дало поправочные коэффициенты 0,82 и 0,83, сходные с коэффициентами для аппаратов ПУВА-терапии [8]. Поэтому к измеренной облучённости применяли коэффициент 0,825, чтобы определить облучённость кожи и дозы.

Скорость накопления МЭД рассчитывали для каждого солярия; на рисунке 5 она представлена в зависимости от суммарной УФ-облучённости. Видны выраженные различия

между аппаратами с люминесцентными трубчатыми лампами типа 1, типа 2 и с металлогалогенными лампами с фильтрами. Последние обеспечивают более высокие УФ-дозы, но меньшую скорость накопления МЭД.

Для солярия UPTP значение МЭД на единицу облучённости было выше, чем у других аппаратов с металлогалогенными лампами, вследствие большей доли UVB и UVA2. У 82 соляриев с трубчатыми лампами типа 1 разброс скорости накопления МЭД на единицу УФ-облучённости составлял ±20% вследствие различий в количестве UVB.

Умножая рассчитанные значения на продолжительность сеанса, определяли долю МЭД, получаемую за один сеанс в каждом аппарате. В муниципальных учреждениях посетитель приобретает жетон на сеанс стандартной продолжительности, обычно 20 минут для соляриев с лампами типа 1 и 10 минут для типа 2.

В большинстве обследованных аппаратов продолжительность соответствовала этой схеме. Однако семь соляриев работали с 15-минутными сеансами, пять — с 25-минутными, а в девяти фиксированной продолжительности не было. Для последних в расчёте использовали 20 минут.

На рисунке 6 представлены дозы для кожи за один сеанс различных соляриев в единицах МЭД. Общая средняя доза за сеанс составила 0,80 МЭД; для аппаратов с люминесцентными трубчатыми лампами — 0,84, для аппаратов с металлогалогенными — 0,48. В 22 аппаратах доза за сеанс превышала 1 МЭД; максимальное значение составляло 1,32 МЭД.

Опрос пользователей

Всего собрано 205 анкет пользователей соляриев в центрах, включённых в исследование. Основные результаты приведены в таблице 3. Большинство опрошенных составляли женщины; 73% пользователей были моложе 35 лет. Самыми частыми причинами посещения были желание получить «базовый загар» перед отпуском и расслабиться.

Около 38% респондентов описали реакцию своей кожи на солнце как соответствующую типу I — всегда обгорает, никогда не загорает — или типу II — обычно обгорает, загорает с трудом. Также 38% сообщили о нежелательных реакциях при использовании соляриев в прошлом.

У 31% респондентов было более десяти курсов в год, каждый из которых включал свыше пяти сеансов; у 16% общее число посещений превышало 100 в год. На вопрос о сравнительной безопасности соляриев и солнечного излучения 56% ответили, что риск примерно одинаков, а 26% считали УФ-излучение соляриев более вредным, чем естественный солнечный свет.

Защитные очки обычно доступны в помещении солярия либо на стойке регистрации, однако 35% пользователей сообщили, что никогда или почти никогда ими не пользуются. Проверяли следующие виды очков, поставляемых производителями соляриев: Sunbed Goggles (Jomi Ltd); SunGlobes, Sunbed Goggles, EZ Eyes (Australian Gold); Super Sunnies (Herts Sunbeds); Sunbed Goggles, Super Sunnies (JK Ergoline); UVAMED (Helionova).

Британский стандарт BS EN 60335-2-27 (1992) устанавливает, что пропускание не должно превышать 0,1% в диапазоне 210–320 нм, 1% в диапазоне 320–400 нм и 5% в диапазоне 400–550 нм. Все испытанные очки соответствовали этим требованиям.

Таблица 2. Облучённость от соляриев и естественного солнечного света, Вт/м²

Источник УФ-излучения	UV B	UV A2	UV A1	UV
Солярий с люминесцентными трубчатыми лампами, среднее	0,75	20	110	130
Солярий с люминесцентными трубчатыми лампами, максимум	2,3	40	200	240
Солярий с металлогалогенными лампами, среднее	0,02	2,0	240	240
Солярий с металлогалогенными лампами, максимум	0,23	6,2	330	330
В положении лица, среднее	0,17	6,2	160	160
В положении лица, максимум	1,6	23	700	700
Глазго, лето: безоблачное небо, 13:00 BST	0,89	8,5	34	42
Глазго: безоблачное небо, среднее за 10:00–16:00	0,76	7,5	31	38
Глазго: среднее за 35 дней с наибольшей УФ-облучённостью, 10:00–16:00	0,57	5,6	23	28
Глазго: облучение лица, средняя дневная облучённость, 09:00–17:00	0,33	3,4	14	17
Средиземноморский отпуск, Салоники: безоблачное небо, солнечный полдень	3,0	21	82	103
Салоники: безоблачное небо, среднее за 10:00–16:00	2,6	19	76	95
Салоники: с поправкой 75% на облачность, среднее за 10:00–16:00	2,0	14	57	71

Уровни воздействия естественного ультрафиолета

Для сравнения естественного солнечного света и УФ-излучения соляриев рассчитали средние и максимальные значения облучённости от соляриев в разных участках спектра (таблица 2). Для сопоставления рассчитали солнечную облучённость в солнечные дни в Глазго и во время отпуска на Средиземном море.

Как и ожидалось, облучённость UVA в соляриях выше, чем от естественного солнечного света. Средняя облучённость UVB в соляриях сходна с облучённостью в солнечный день в Глазго, а у наиболее мощных аппаратов — с уровнями средиземноморского солнца. Однако время воздействия в солярии относительно невелико. Аппараты с металлогалогенными

лампами дают вдвое большую дозу UVA1, но значительно меньшую дозу более коротковолнового УФ-излучения.

По значениям облучённости рассчитали дозы за сеанс солярия и за разные периоды солнечных ванн. Средняя доза UVA за сеанс в солярии сопоставима с дозой за один час солнечных ванн в солнечный день в Глазго или за 20–30 минут на Средиземном море. При этом дозы UVB от соляриев составляют лишь 20–25% доз, которые можно получить от естественного солнечного света за эти интервалы.

Дозы УФ-излучения, которые человек может получить за год от солнечных ванн, сопоставлены в таблице 4. Рекомендуемый максимум — 20 сеансов солярия в год по 1 МЭД каждый. Это даёт дозу UVA, сходную с дозой за суммарные 20 часов солнечных ванн в Глазго или за неделю на Средиземном море при загорании по одному-два часа в день. Доза UVB от солярия в этом случае составляла бы лишь 20–30% солнечной.

При более частом посещении накопленная доза UVA может быть намного выше. Доза за 100 сеансов в год значительно превысит дозу за недельный средиземноморский отпуск, большую часть дней которого человек проводит загорая, хотя доза UVB останется ниже.

Поскольку в большинстве соляриев лицо облучается металлогалогенными лампами, экспозицию лица проанализировали отдельно (таблица 4). Суммарная экспозиция UVA от этих ламп была выше, чем от люминесцентных трубчатых, но экспозиция UVA2 составляла лишь около 10% соответствующего значения для люминесцентных ламп.

Для сравнения: максимальная доза UVA при работе на улице по восемь часов в день, пять дней в неделю в течение четырёх летних месяцев выше дозы за 20 сеансов солярия (таблица 4). Однако угол падения солнечного излучения на лицо может уменьшать эту экспозицию на 50%. Поэтому экспозиция UVA1 за 20 сеансов солярия была бы сходна с экспозицией при работе на улице, тогда как экспозиции UVA2 и UVB были бы намного меньше.

Таблица 3. Ответы на анкеты пользователей соляриев

Всего: 35 мужчин и 170 женщин, соответственно 17% и 83%. В отдельных разделах количество ответов различается.

Показатель	Количество респондентов	% ответи вших
Возраст: младше 25 лет	66	32
Возраст: 25–34 года	84	41
Возраст: 35–44 года	43	21
Возраст: старше 45 лет	11	5

Причина посещения: получить базовый загар перед отпуском	103	50
Причина: дольше сохранить отпускной загар	66	32
Причина: расслабиться	94	46
Другие причины	23	11
Тип кожи I: никогда не загорает, всегда обгорает	18	9
Тип кожи II: обычно обгорает, затем загорает	59	29
Тип кожи III: загорает, но иногда обгорает	94	46
Тип кожи IV: никогда не обгорает, обычно загорает	33	16
Нежелательная реакция в прошлом: покраснение/солнечный ожог и покалывание	6	3
Нежелательная реакция: покраснение и солнечный ожог	28	14
Нежелательная реакция: покалывание и дискомфорт	44	21
Использование: 1–4 курса в год	41 (40)	32 (31)
Использование: 5–10 курсов в год	35 (15)	28 (12)
Использование: более 10 курсов в год	51 (39)	40 (31)
Защита глаз: никогда	45	24
Защита глаз: нечасто	22	11
Защита глаз: обычно	34	18
Защита глаз: всегда	89	47

В строках о числе курсов значения в скобках относятся к курсам, включавшим более пяти сеансов.

Таблица 4. Годовая экспозиция тела при различных видах активности по участкам УФ-спектра, кДж/м²

Источник / режим	UV	UVA2	UVA1	UVA

20 сеансов: люминесцентные трубчатые лампы, среднее	15	440	2300	2800
20 сеансов: люминесцентные трубчатые лампы, максимум	27	760	4400	5200
20 сеансов: металлогалогенные лампы, среднее	0,33	42	5400	5400
20 сеансов: металлогалогенные лампы, максимум	3,3	89	7900	8000
20 сеансов: в положении лица, среднее	3,7	140	3500	3600
100 сеансов: люминесцентные трубчатые лампы, среднее	80	2200	12 00	14 00
100 сеансов: металлогалогенные лампы, среднее	1,6	210	27 00	27 00
100 сеансов: в положении лица, среднее	18	680	17 00	18 00
Глазго, солнечные летние дни: по 2 часа с 12:00 до 14:00, 10 дней	47	450	1800	2200
Глазго: солнечные ванны по 6 часов в день, 10 дней	120	1200	4900	6200
Глазго: работа на улице по 8 часов в день, 5 дней в неделю, май–август	113	1170	4800	6000
Средиземноморский отпуск: по 2 часа с 12:00 до 14:00, 7 дней	115	810	3100	3900
Средиземноморский отпуск: по 6 часов с 10:00 до 16:00, 7 дней	290	2200	8600	10 80

Обсуждение

Мы обнаружили широкий диапазон УФ-облучённости у соляриев, находящихся в коммерческой эксплуатации в центральной Шотландии. Облучённость в аппаратах с только что заменёнными трубчатыми лампами втрое выше, чем в аналогичных аппаратах, где лампы установлены год назад. По этой причине производители рекомендуют заменять люминесцентные трубчатые лампы каждые 500–600 часов.

Облучённость от металлогалогенных ламп высокого давления с фильтрами, используемых для лица и в небольшой части аппаратов для всего тела, у соляриев одной модели различается в два-пять раз. Этому могут способствовать несколько факторов: возраст ламп, стабильность электропитания и различия материала фильтров.

Различия скорости накопления МЭД в зависимости от УФ-облучённости для разных ламп отчётливо видны на рисунке 5. Более высокая скорость и большая доля UVB и UVA2 у солярия UPTP, вероятно, обусловлены меньшей степенью фильтрации по сравнению с другими аппаратами с металлогалогенными лампами.

Разброс результатов для аппаратов с трубчатыми лампами типа 1 связан с различиями доли UVB, которые, вероятно, вызваны неодинаковой фильтрацией пластиковых крышек разных моделей. Отклонения доли UVB на 20–40% у нескольких отдельных аппаратов одного типа

могут объясняться применением другого фильтра, изменением его свойств со временем или недостаточной очисткой.

Облучённость от соляриев сравнивали с солнечной облучённостью в Глазго и на Средиземном море. Основное различие заключается в том, что большая часть воздействия соляриев приходится на UVA, особенно UVA1. Поэтому относительный риск воздействия соляриев и естественного солнечного света зависит от относительных рисков UVA и UVB.

При сравнении UVA средняя облучённость от соляриев с люминесцентными трубчатыми лампами в три-четыре раза выше, чем от естественного солнечного света в солнечный день в Глазго, и в один-два раза выше, чем на Средиземном море (в оригинале дана ссылка на таблицу 3).

Облучённость UVB в солярии с люминесцентными трубчатыми лампами сходна с облучённостью в солнечный летний день в Глазго и составляет 30–50% облучённости средиземноморского солнца. Поэтому скорость накопления МЭД в солярии значительно ниже, чем при солнечном облучении (рисунок 6).

Применение металлогалогенных ламп высокого давления с фильтрами для облучения лица означает, что скорость накопления МЭД для лица намного ниже, чем для тела, но экспозиция UVA1 может быть выше.

Экспозиция UVA за 20 сеансов в солярии с люминесцентными трубчатыми лампами сходна с дозой, которую можно получить, загорая по несколько часов в Глазго в течение десяти летних дней. Однако она, вероятно, ниже дозы за недельный средиземноморский отпуск, посвящённый солнечным ваннам (таблица 4). Экспозиция UVB от соляриев в обоих случаях была бы намного меньше.

У участников опроса, посещавших солярий 100 раз в год, его использование, вероятно, составляло наибольшую часть дозы UVA для тела и лица. Следует, однако, отметить, что наши расчёты не учитывают защиту, обеспечиваемую солнцезащитными средствами при воздействии естественного солнечного света.

Относительные риски UVA и UVB для здоровья пока установлены недостаточно хорошо. Большинство соответствующих исследований выполнено на бесшёрстных мышах-альбиносах [9–12]. Спектр действия повреждения эластина и коллагена дермы, приводящего к фотостарению, имеет максимум в области UVB и резко снижается в UVA [10]. Однако UVA проникает в дерму глубже, чем UVB [12,13].

В настоящее время вызывает обеспокоенность канцерогенный потенциал UVA. Спектр действия индукции базальноклеточного и плоскоклеточного рака, полученный в исследовании бесшёрстных мышей-альбиносов [11], указывает, что относительная эффективность UVA1 в индукции немеланомного рака кожи в тысячу раз ниже, чем UVB [12].

У человека, который в возрасте от 20 до 40 лет посещает солярий 100 раз в год, каждый раз получая 1 МЭД, к 70 годам, вероятно, существенно повышается риск базальноклеточного и плоскоклеточного рака [12]. При этом воздействие в детстве и подростковом возрасте может быть наиболее важным фактором [14].

Более серьёзную обеспокоенность вызывает риск злокачественной меланомы. Недавние исследования предположили, что воздействие UVA может быть фактором риска. UVA вызывает меланому у рыб с неожиданно высокой эффективностью [15,16] и лишь немного уступает UVB по способности вызывать гиперплазию меланоцитов, рассматриваемую как предшественник меланомы, у опоссумов с выбритой шерстью [17].

Управление по охране труда и технике безопасности [18] рекомендует людям со светлой чувствительной кожей, которая легко обгорает или загорает медленно либо плохо — типы I и II, — не пользоваться соляриями для косметического загара. Эта группа составляла 38% заполнивших анкеты пользователей; сходная доля сообщала о нежелательных реакциях после солярия в прошлом.

Следует активнее отговаривать от использования соляриев таких людей, а также всех, кто подвергается воздействию фотосенсибилизирующих средств. То, что 50% респондентов посещают солярий для получения так называемого «базового загара» перед отпуском, указывает на необходимость дальнейшего просвещения населения.

Защита, возникающая вследствие естественного УФ-облучения, обеспечивается сочетанием увеличения содержания меланина и утолщения эпидермиса; UVA не вызывает такого утолщения [19–21].

Опрос показал, что 16% пользователей признали более 100 сеансов в год, что подтверждает результаты других опросов [22]. Британская фотодерматологическая группа рекомендует при любом типе кожи не превышать 20 сеансов солярия в год [23]. Эта рекомендация удерживает экспозицию UVA от соляриев на уровне, сходном с воздействием естественных источников во время отдыха (таблица 4). Пока не получено больше данных о степени риска UVA, такая рекомендация представляется разумной.

Рекомендации для пользователей предусматривают ношение защитных очков на протяжении всех сеансов [18,24]. Около 35% наших респондентов ими не пользовались. Предполагается, что большинство пользователей закрывают глаза во время сеанса. Толщина кожи века менее 1 мм, но УФ-излучение проникает через неё плохо [25,26], поэтому через закрытое веко проходит мало ультрафиолета.

Однако глаза могут оставаться незащищёнными до одной минуты, если пользователю требуется установить таймер или включить аппарат до того, как лечь в него. Для самого мощного лицевого блока в нашем исследовании максимально допустимая экспозиция UVA [27] была бы превышена за 12 секунд.

Фотоповреждение глаза зависит от длины волны. Воздействие UVB прежде всего поражает роговицу; при повторных воздействиях её чувствительность увеличивается [12]. Хрусталик содержит хромофоры, поглощающие УФ-излучение между 295 и 400 нм. Отсутствие обновления белков в центральной части хрусталика означает, что повреждения, возникающие вследствие поглощения излучения, имеют тенденцию накапливаться со временем [28].

УФ-излучение связывают с развитием некоторых видов катаракты [29]. Высказывались опасения, что повреждение может возникать вследствие накопления эффектов подпороговых экспозиций [30]. Хотя считается, что UVB оказывает более сильное действие, предполагалась и возможная связь с UVA [31]. Разумно соблюдать осторожность, пока не установлено, существует ли связь между UVA и катарактой [32]. В двух исследованиях методом «случай —

контроль» использование ламп для загара было связано с последующим развитием внутриглазной меланомы [33,34].

В заключение: исследование показало, что соляриями широко пользуются люди со светлой кожей, многие посещают их чаще, чем было бы разумно, и более трети не носят защитные очки. Эти факты, наряду с дальнейшим совершенствованием конструкции УФ-кабин для сокращения времени получения загара и увеличением доступности соляриев для покупки частными лицами, должны стимулировать новые исследования опасностей высоких доз UVA для здоровья человека: старения кожи, риска рака кожи и, возможно, иммунологических эффектов.

Только при наличии таких данных можно будет давать потенциальным пользователям соляриев рекомендации и информацию, основанные на доказательствах.

Подписи к рисункам

Рисунок 1. Спектральная облучённость: а — люминесцентные трубчатые лампы типа 1, пунктирная кривая, и типа 2, сплошная кривая, с сопоставимой суммарной УФ-мощностью; б — металлогалогенная лампа высокого давления с фильтром, измеренная в солярии. Горизонтальная ось: длина волны, нм. Вертикальная ось: спектральная облучённость, $Вт \cdot м^{-2} \cdot нм^{-1}$.

Рисунок 2. Облучённость UVA и UVB в центральной точке соляриев с люминесцентными трубчатыми лампами. Номера соответствуют кодам аппаратов в таблице 1. Горизонтальная ось: код модели. Вертикальная ось: облучённость UVA или UVB, Вт/м².

Рисунок 3. УФ-облучённость соляриев UP в зависимости от количества дней после последней замены трубчатых ламп. Горизонтальная ось: дни между заменой и измерением. Вертикальная ось: суммарная УФ-облучённость, Вт/м².

Рисунок 4. Облучённость UVA и UVB от соляриев с металлогалогенными лампами высокого давления с фильтрами, используемыми как в лицевых блоках, так и в качестве единственного источника УФ-излучения. Номера соответствуют кодам в таблице 1. На графиках облучённость указана для положения лица, Вт/м².

Рисунок 5. Скорость накопления минимальных эритемных доз в зависимости от суммарной УФ-облучённости для соляриев с четырьмя типами источников: люминесцентные трубчатые лампы типа 2 — незакрашенные кружки; типа 1 — ромбы; металлогалогенные лампы с фильтрами в UB800 и UPHP — квадраты; в UPTP — треугольники. Горизонтальная ось: УФ-облучённость, Вт/м². Вертикальная ось: МЭД в час.

Рисунок 6. Дозы за сеанс в обследованных соляриях в единицах МЭД: а — для тела; б — для лица. Номера соответствуют кодам в таблице 1. Горизонтальная ось: тип солярия. Вертикальная ось: МЭД за сеанс.

Благодарности

Авторы благодарят Министерство здравоохранения за поддержку проекта и многочисленных операторов соляриев за предоставленный доступ к оборудованию. Они также благодарят доктора Colin Driscoll и госпожу Irene Clark из NRPB за спектральные данные естественного солнечного света, собранные в Глазго, и доктора Ann Webb из UMIST за спектральные данные солнечного излучения, зарегистрированные в Салониках, Греция.

Литература: часть списка, видимая на предоставленных страницах

Названия работ переведены; имена авторов, названия журналов и библиографические данные сохранены по фотографии.

1. Swerdlow AJ, English JSC, MacKie RM et al. Люминесцентное освещение, ультрафиолетовые лампы и риск меланомы. Br Med J 1987; 297: 647–50.

2. MacKie R, Freudenberger T, Aitchison TC. Таблица индивидуальных факторов риска меланомы кожи. Lancet 1989; ii: 487–90.

3. Walter SD, Marrett LD, From L et al. Связь злокачественной меланомы кожи с использованием соляриев и ламп для загара. Am J Epidemiol 1990; 131: 232–43.

4. Autier P, Dore JF, Lejeune F et al. Злокачественная меланома кожи и воздействие ламп для загара или соляриев: многоцентровое исследование EORTC методом «случай — контроль» в Бельгии, Франции и Германии. Int J Cancer 1994; 58: 809–13.

5. Westerdahl J, Olsson H, Masback A et al. Использование соляриев или ламп для загара и злокачественная меланома на юге Швеции. Am J Epidemiol 1994; 140: 691–5.

6. Wright AL, Hart GC, Kernohan E et al. Исследование различий в УФ-излучении соляриев в Брэдфорде. Photodermatol Photoimmunol Photomed 1996; 12: 12–16.

7. McKinlay AF, Diffey BL. Эталонный спектр действия УФ-индуцированной эритемы кожи человека. Commission Internationale de l’Eclairage J 1987; 6: 17.

8. Diffey BL, Hart G. Ультрафиолетовая дозиметрия. B: Ultraviolet and Blue-Light Phototherapy —Principals, Sources, Dosimetry and Safety. Institute of Physics and Engineering in Medicine Report no. 76. York: IPEM, 1997: 23–8.

9. Berger H, Tsambaos D, Mahrie G. Экспериментальный эластоз, вызванный хроническим воздействием ультрафиолета. Arch Dermatol Res 1980; 269: 39–49.

10. Bissett DL, Hannon DP, Orr TV. Зависимость гистологических, физических и видимых изменений кожи бесшёрстных мышей при хроническом УФ-облучении от длины волны. Photochem Photobiol 1989; 50: 763–9.

11. De Gruijl FR, Sterenborg HJCM, Forbes PD et al. Зависимость индукции рака кожи ультрафиолетовым облучением бесшёрстных мышей-альбиносов от длины волны. Cancer Res 1993; 53: 53–60.

12. National Radiological Protection Board. Воздействие ультрафиолетового излучения на здоровье. Documents NRPB 1995; 6: 7–182.

13. IRPA/INIRC. Рекомендации. Вопросы здоровья при использовании соляриев UVA в косметических целях: заявление Международного комитета по неионизирующим излучениям Международной ассоциации радиационной защиты. Health Phys 1991; 61: 285–8.

14. Gallagher RP, Hill GB, Coldman AJ et al. Воздействие солнечного света, особенности пигментации и риск немеланоцитарного рака кожи. Arch Dermatol 1995; 131: 157–63.

15. Setlow RB, Woodhead AD, Grist E. Животная модель меланомы, индуцированной ультрафиолетовым излучением: гибрид пецилии и меченосца. Proc Natl Acad Sci USA 1989; 86: 8922–6.

16. Setlow RB, Grist E, Thompson K et al. «Длины волн, эффективные в…» — запись обрывается на нижнем крае последней предоставленной страницы.

Продолжение библиографического списка, включая записи 17–34, в предоставленном комплекте отсутствует.