

ВЛИЯНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ЛАЗЕРОВ НА СИСТЕМУ ИММУНИТЕТА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

После катастрофы на ЧАЭС возникла опасность хронического воздействия малых доз радиации на наиболее радиочувствительные категории населения: женщин во время беременности и детей всех возрастных групп.

Проведенные в БФНИИ ОМД исследования показали, что даже у практически здоровых детей, рожденных на загрязненных радионуклидами территориях более 5 Ки/км^2 по цезию-137, уже начиная с периода новорожденное™ отмечаются изменения в показателях, характеризующих гемолейкопозитическую функцию и иммуногенез.

Многогранность изменений показателей иммунитета при воздействии ионизирующего излучения значительно затрудняет проведение корректирующей терапии. В связи с этим, разработка новых методов коррекции нарушений иммунитета с помощью немедикаментозных средств, обладающих воздействием на различные звенья иммуногенеза, нормализующих показатели иммунитета и не приводящих к побочным реакциям, является актуальной не только медицинской, но и социальной проблемой.

Полупроводниковые лазеры принадлежат к самым перспективным в настоящее время лазерным приборам, обладающим широкими техническими возможностями, основанными на регулировке параметров мощности, частоты и типа излучения. Существенным является и то, что полупроводниковые лазеры, излучающие в ближней ИК области спектра, обладают почти на порядок большей проникающей способностью по сравнению с лазерами, излучающими в видимой и ультрафиолетовой области.

Цель настоящего исследования - установить влияние излучения полупроводниковых лазеров с длинами волн 877 нм и 822 нм на показатели иммунной системы экспериментальных животных в динамике облучения.

Эксперимент выполнялся на интактных белых кроликах породы шиншилла. В 1-ой опытной группе животных облучали полупроводниковым лазером с длиной волны излучения 877 нм; во 2-ой опытной группе - полупроводниковым лазером с длиной волны излучения 822 нм.

Облучение производилось в проекции печени и селезенки. Суммарная доза облучения каждого животного в обеих группах 0.74 Дж/см^2 за сеанс. Количество сеансов облучения - 14. Забор крови для иммунологических исследований осуществлялся из ушной вены кроликов до начала эксперимента, после 3, 7 и 14 сеансов облучения, на 4 и 11 сутки после окончания курса облучения.

Контрольную группу составили кролики, забор крови у которых производился параллельно забору крови у животных, подвергавшихся лазер-

ному облучению.

Исследование показателей системы иммунитета экспериментальных животных включало определение общей гемолитической активности классического пути активации системы комплемента (CH_{50}) и числа эффективных молекул C_3 , C_4 и C_5 -компонентов классического и факторов В и D альтернативного путей активации системы комплемента, определение фагоцитарной активности нейтрофилов и содержания иммуноглобулина G в сыворотке крови кроликов.

В результате исследований, проведенных до начала эксперимента установлено, что как показатели фагоцитарной активности нейтрофилов (фагоцитарный показатель ФП и фагоцитарное число ФЧ), так и содержание сывороточного IgG у кроликов породы шиншилла не имели значительных колебаний. Исследование же системы комплемента показало существенные различия не только в уровне общей комплементарной активности, но и в показателях классического и альтернативного путей его активации. На основании этого животные в каждой группе были разделены на подгруппы - с исходно низкими (1.57 - 4.49 у.е., 1-ая подгруппа) и исходно высокими (8.8 - 35.81 у.е., 2-ая подгруппа) уровнями CH_{50} (табл.1).

После 3-х сеансов облучения лазером с длиной волны 877 нм у кроликов 1-ой подгруппы выявлено повышение уровня CH_{50} и числа эффективных молекул C_3 , C_4 и C_5 -компонентов классического пути активации системы комплемента (табл.2). У животных 2-ой подгруппы наблюдалось достоверное повышение уровней CH_{50} , C_3 , C_4 и C_5 -компонентов классического пути активации системы комплемента.

Неоднозначные изменения показателей классического пути активации системы комплемента выявлены у животных с исходно - низкими уровнями CH_{50} после 7 сеансов лазерного облучения, заключающиеся в тенденции к увеличению CH_{50} , C_3 , C_4 и C_5 -компонентов, снижению C_2 и C_5 -компонентов, по сравнению с результатами 3 сеансов. В дальнейшем, после 14 кратного воздействия лазером у кроликов этой же подгруппы наблюдался достоверный рост показателей, как классического, так и альтернативного путей активации системы комплемента. I

Облучение животных с исходно более высоким уровнем CH_{50} привело после 7 и 14 сеансов к постепенному повышению большинства изучаемых показателей комплементарной активности сыворотки крови.

кроме факторов альтернативного пути активации системы комплемента.

Таблица 1.

ПОКАЗАТЕЛИ СИСТЕМЫ КОМПЛЕМЕНТА ЖИВОТНЫХ ДО НАЧАЛА ЭКСПЕРИМЕНТА

длина волны	под-группа	СН ⁵⁰ У-е.	Число эффективных молекул *10 ⁰ /МЛ)						
			С ₁	С ₂	С ₃	С ₄	С ₅	ФВ	ФБ
877 нм	1	4.02	3,51	1.63	4.09	1.59	7.15	0,67	0,87
		+0.99	±1.56	+0.14	+0.93	+0,19	+3,16	+0.24	+0,17
	2	10.31*	10.65*	3.73*	30,36*	6.01*	33.54*	1.02	1.06
		+1.01	+2,58	+1.ю	+6.56	+3,39	+5.62	+0,28	+0.32
822 НМ	1	3.23	4.51	1.51.	5,88	2.09	10,51	0,50	0,67
		+0.51	±2.40	±0.22	+1,63	±0.19	±3.21	±0.05	±0.14
	2	21,90*	44,40*	20.80*	37.76*	31.17*	43.22*	1,15*	1.01*
		+4.14	±6.97	±8.59	±6,52	±9,22	±6,23	±0.23	±0,22

Примечание : * - P<0.05-0.001

После 14 сеансов лазерного облучения и через 3 дня после окончания курса облучений уровень СН⁵⁰ и компонентов и факторов комплемента в обеих подгруппах не имели достоверных различий.

Вместе с тем через 10 дней после окончания курса лазерного облучения у животных 1 подгруппы наблюдалось снижение С[^]-С⁵ показателей классического пути активации системы комплемента, оставаясь при этом выше исходного уровня.

Согласно средним данным, у кроликов 2 подгруппы через 10 дней после последнего сеанса облучения попупроводниковым лазером с длиной волны 877 нм почти все показавшие характеризующие классический путь активации систем[^] комплемента, не отличались от таковых до проведения эксперимента. Показатели альтернативного пути в обеих подгруппах достоверно снижались, достигая исходного уровня токовых у животных 1 подгруппы.

Таблица 2.

ПОКАЗАТЕЛИ ХИМЫ КОМПЛЕМЕНТА ЖИВОТНЫХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ
ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ДЛИНОЙ ВОЛНЫ 877 НМ

ЧИСЛО сеан- сов	N под- груп	CH ₅₀		ЧИСЛО эффективных молекул (*10 ¹⁰ /мл)					
		У-е.	С, q	ФВ					
3 сеан- с облуч.	1	9.86*	5.07	3.16	30.38*	13.34*	29.38*	1.09	1.18
	2	18.67*	21.27*	10.43*	43.10*	35.58*	35.69*	1.87	1.79
		+2.13	+1.67	+0.81	+8.22	+4.20	+9.05	+0.20	+0.18
		+3.72	+6.85	+4.01	+2.10	+9.20	+8.26	+0.16	±0.15
7 сеан- сов	1	14.70*	7.86	5.80	15.88*	8.24*	16.29*	1.30*	1.33*
	2	22.39*	22.00*	10.14*	47.72*	20.76*	3и. 50*	1.19	1.27
		+4.26	+4.50	+3.91	+4.34	+3.00	±4.91	±0.19	±0.18
		+4.18	+6.76	+4.56	±6.28	±8.68	±7.93	±0.21	±0.24
14 сеан- сов	1	24.83*	21.44*	12.88*	36.43*	15.07*	27.54*	1.40*	1.31*
	2	29.44*	28.42*	14.36*	37.02	27.70*	38.05	1.31	1.48
		±5.36	±5.87	±3.47	±8.37	±5.11	±8.24	±0.15	±0.17
		±0.74	±5.12	±5.25	±2.91	±8.39	±9.15	±0.11	±0.17
конец экспе- римен- та	1	10.00*	9.32*	3.36*	23.71*	14.87*	12.55	0.82	0.76
	2	16.17	15.94	9.63	24.77	9.20	26.81	0.64	0.60
		±1.42	±2.24	±0.76	±9.99	±5.03	±5.07	±0.11	±0.07
		±7.52	±6.41	±5.77	±9.15	±3.26	±.46	±0.01	±0.02

Примечание : * - P<0,05-0.001

После 3 сеансов облучения лазером с длиной волны 822 нм у кроликов 1 подгруппы наблюдалось достоверное повышение уровня CH₅₀, а также числа эффективных молекул С, q. С₂, С₃, С₄ и С₅-компонентов классического, общей альтернативной активности и факторов В и D альтернативного путей активации системы комплемента (таблица 3).

Проведение 7 сеансов лазерного облучения привело к еще большему повышению показателей системы комплемента у кроликов 1 подгруппы, причем, как уровень CH^{50} , так и все показатели комплементарного каскада достигли значений, обнаруживаемых у животных 2 подгруппы.

После 14 сеансов облучения лазером с длиной волны 822 нм по сравнению с показателями, полученными после 7 сеансов, у кроликов 1 подгруппы наблюдалось лишь снижение CH^{50} и числа эффективных молекул C^{1q} . Однако эти показатели так же, как и количество эффективных молекул C^2 , C^3 , C^4 и C^5 -компонентов, OA и факторов B и D , оставались значительно более высокими, чем их исходные значения перед началом эксперимента.

У животных 2 подгруппы достоверные колебания показателей системы комплемента сыворотки крови отсутствовали на протяжении всего курса облучения.

На 4 день после окончания курса облучения у животных 1 подгруппы наблюдалось дальнейшее снижение CH^{50} . Как в 1 так и во 2 подгруппах отмечалось достоверное повышение показателей альтернативного пути активации системы комплемента, по сравнению с данными на день окончания курса облучения, причем их значения находились на одинаковом уровне.

Не установлено достоверной динамики уровня CH^{50} и количества эффективных молекул классического и альтернативного путей его активации у кроликов с исходно высокой комплементарной активностью сыворотки крови на 11 сутки после окончания курса облучения. Тогда как у кроликов 1 подгруппы данные показатели, несмотря на определенные колебания в течение курса лазерного облучения, значительно превышали исходный уровень. Достоверные различия между показателями системы комплемента у кроликов 1 и 2 опытных подгрупп на 11 сутки после окончания курса облучения полупроводниковым лазером с длиной волны 822 нм наблюдались только в уровне CH^{50} (табл.3).

Исследованием фагоцитарной активности нейтрофилов установлена однотипная тенденция изменений $ФП$ и $ФЧ$ в течение эксперимента в группах животных, облучаемых лазером с длиной волны 877 нм, так и с длиной волны 822 нм. Фагоцитарный показатель повышался после 14 сеансов ($62,00 \pm 3,48$; $P < 0,01$) и снижался до исходного уровня через 10 дней после окончания курса облучений ($47,2 \pm 3,17$). Фагоцитарное число

до всех подгрупп не изменялось в течение всего эксперимента.

Таблица 3.

ПОКАЗАТЕЛИ СИСТЕМЫ КОМПЛЕМЕНТА ЖИВОТНЫХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ
ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ДЛИНОЙ ВОЛНЫ 822 НМ

Число сеансов	N под-груп	C _{H₅O} У-е.	Число эффективных молекул (*10 ¹⁰ /мл)						
			C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	ФВ	ФО
3 сеанса облуч.	1	13.33* +3.05	13.83* +4.04	25.73* +9.29	27.99* +9.08	20.90* +9.98	47.85* +9.35	1.79* ±0.49	1.84* ±0.49
	2	29.16 +3.25	39.58 +4.20	17.59 +6.30	44.10 ±3.60	20.75 +4.32	28.74 ±5.19	0.73 ±0.14	0.80 ±0.13
7 сеансов облуч.	1	26.92* ±1.74	46.22* ±8.20	32.13* ±8.06	38.75* ±1.98	39.26* ±4.86	43.54* ±3.52	1.29* ±0.19	1.24* ±0.18
	2	29.26 ±0.35	46.95 ±7.04	35.67 +6.07	37.78 ±3.28	36.64 ±2.90	39.15 ±4.87	1.02 ±0.16	0.93 ±0.15
14 сеансов облуч.	1	14.27» +3.38	25.56* ±4.99	20.71* ±9.85	34.67* ±0.84	31.43* +4.83	36.45* ±2.16	1.08 ±0.18	1.02 ±0.18
	2	27.91 +1.90	32.75 ±2.86	29.56 38	31.38 ±1.97	29.91 +1.57	33.18 ±3.42	1.18 ±0.22	1.07 ±0.21
конец экспе- римен- та	1	6,22» ±1.03	23.71» ±1.60	19,13» ±3,49	42.80» ±9.49	28.28* ±6.17	31.35* +0,14+0.15	1,19» ±0,11	1.24» ±0,11
	2	22.67 ±3,38	29,41 ±5.61	25.32 ±9.40	32.53 ±3.15	22.92 ±4.98	35.11 ±6.46	1.19 +0.21	1.21 ±0.22

Примечание : « - P<0.05-0.001

Достоверное повышение уровня IgG у кроликов, облучаемых лазером с длиной волны 877 нм. наблюдалось после 7 сеансов облучения (10.73+1.22; P<0.01). Тенденция к повышению IgG сохранялась до 4 дня после окончания курса облучения (15,04+1.86; P<0.001) с последующи¹

снижением его уровня до исходных показателей в конце эксперимента (4,36 ± 1,67).

При облучении животных лазером с длиной волны 822 нм уровень сывороточного IgG в обеих подгруппах повышался уже после 3 сеансов облучений (6,94±0,59; P<0.01) достигал максимума на 4 день после окончания курса и не изменялся до окончания эксперимента (16.48±5.73; P<0,001).

У животных контрольных подгрупп (как с низкими, так и с высокими исходными значениями показателей системы комплемента) в течение эксперимента отсутствовали достоверные изменения уровней CH_{50} и компонентов классического и альтернативного путей активации системы комплемента, фагоцитарной активности нейтрофилов и содержания иммуноглобулина G.

Таким образом, результат воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения ближнего ИК-диапазона на иммунологические показатели экспериментальных животных зависит от длины волны излучения и от исходного состояния иммунологической реактивности организма.

Исходно низкие уровни комплементарной активности и содержания иммуноглобулина G сыворотки крови кроликов при воздействии лазера с длиной волны 877 нм повышаются только в течение курса облучений, а лазерное излучение длиной волны 822 нм приводит к стойкому увеличению комплементарной активности и уровня антител класса G в сыворотке крови экспериментальных животных.

Отмечено благоприятное воздействие полупроводниковых лазеров на состояние фагоцитарной активности нейтрофилов.