

компонентами корма.

2. Энтеросорбент «Зооверад®» обладает высокой лечебной эффективностью при диспепсии телят. Включение его в комплексную терапевтическую схему при данном заболевании позволяет сократить длительность лечения почти на сутки. Сорбент препятствует развитию интоксикации и способствует становлению иммунитета у переболевших животных.

**Таблица 3. - Биохимические показатели сыворотки крови опытных и контрольных телят после исчезновения клинических признаков заболевания**

Показатель	Группа животных		
	опытная	базовая	контрольная
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	6,0±0,33	6,1±0,39	5,44±0,37
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л	8,3±0,79	8,7±0,73	10,2±1,38
Тромбоциты, 10 <sup>9</sup> /л	380±32,0	338±28,9	330±30,3
Гемоглобин, г/л	95,3±6,12	94,8±5,02	87,2±4,11
Общий белок, г/л	61,3±3,22	59,7±4,24	55,3±4,9 8
Мочевина, ммоль/л	3,70±0,241*	4,12±0,276*	6,09±0,483
Креатинин, мкмоль/л	77,6±5,16*	75,2±2,90*	65,3±3,68
АлАт, Е/л	43,9±2,35*	45,2±1,98*	57,2±3,09
АсАТ, Е/л	56,2±4,08*	55,3±3,90*	66,1±4,67
СМВ, усл.Ед.	0,105±0,0091*	0,098±0,0075*	0,209±0,0123
Общий билирубин, мкмоль/л	5,66±0,482*	5,04±0,254*	8,29±0,402
БАСК, %	44,9±2,37*	45,1±2,89	38,9±2,12
ФАН, %	65,7±4,48*	63,2±4,03	54,3±3,48

Примечание: \* -  $p \leq 0,05$ ;  $p \leq 0,01$  (по сравнению с контрольной группой)

Список литературы. 1. Абрамов, С.С. Перекисное окисление липидов и эндогенная интоксикация у животных (значение в патогенезе внутренних болезней животных, пути коррекции) / С.С. Абрамов, А.А. Белко, А.А. Мацинович и [др.]. – Витебск: УО ВГАВМ, 2007. – 212 с. 2. Белкин, Б.А. Обеспечение ветеринарного благополучия крупного рогатого скота на специализированных комплексах, фермах и в крестьянских хозяйствах Орловской области [Электронный ресурс] / Орловский агропортал. – Орел, 2007. – Режим доступа: <http://ligras.org.ru/CHARO/1999-01/13/html>. – Дата доступа: 25.09.2007. 3. Кучинский, М.П. Биозлементы в сохранении здоровья и продуктивности животных / М.П. Кучинский. – Минск, 2006. – 264 с. 4. Авцин, А.П. Микроэлементы человека / А.П. Авцин и [др.]. – М.: Медицина, 1991. – 496 с. 5. Беляков, Н.А. Энтеросорбция / Н.А. Беляков. – Л.: ЦСТ, 1991. – 212 с. 6. Ковальчук, А. А. Микроэлементозы и их профилактика в животноводстве / А.А. Ковальчук. – Воронеж: ВГАУ, 1991. – 54 с.

УДК 616.127-005.4-085.849.19-036.8-07:616.155.34

### ВЛИЯНИЕ СВЕТОДИОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА РЕАКТИВНОСТЬ НЕЙТРОФИЛЬНЫХ ЛЕЙКОЦИТОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ

Лаврушина Е.Е.

Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия, Россия

Исследовали состояние кислородного метаболизма нейтрофильных лейкоцитов периферической крови мышей с ожоговыми повреждениями кожи в условиях воздействия некогерентным излучением красного диапазона в течение 28 суток. Выявлен фотоиндуцированный эффект активации миелопероксидазы и процессов восстановления нитросинего тетразолия в облученных нейтрофилах. Отмечено, что степень выраженности изменений реактивности клеток, соответствующая положительной динамике заживления, зависит от способов доставки излучения к организму.

The condition of oxygen metabolism of neutrophils of peripheral blood of mice with burn damages of a skin in conditions of influence by of light – emitting diode radiation of a red range within 28 days was investigated. It was revealed effect of activation of mieloperoxidaza and the process of restoration nitroblue tetrazolium in neutrophils irradiated. It was marked, that the degree of expression of changes of reactivity of cells, appropriating to positive dynamics of healing depends on the ways of the delivery of radiation to organism.

Введение. В настоящее время в практической медицине все большее применение находят физиче-

ские методы лечения, среди которых перспективным являются применение низкоинтенсивных лазеров и матричных систем на основе светодиодов. Существуют разные точки зрения на сходство характера воздействия на биообъекты лазерного и широкополосного излучений. Преобладает мнение об однотипности их действия [4, 6, 11]. При этом использование лазерного излучения в клинике ограничивается рядом противопоказаний [3, 10]. Вызывая подобное лазерному излучению воздействие на биообъекты, светодиодное излучение не имеет противопоказаний и обладает рядом преимуществ: позволяет четко регулировать параметры воздействия; может применяться в различных условиях из-за простоты и доступности методик; характеризуется щадящим воздействием на организм, не вызывая побочных нарушений в структурах тканей и оказывая эффективное лечебное воздействие при малых дозах облучения [8, 9].

Анализ немногочисленных результатов использования широкополосного излучения в клинической практике доказывает эффективность его применения для коррекции репаративных процессов [2], однако в литературе имеются лишь отрывочные сведения о влиянии светодиодного излучения на функциональное состояние клеток крови. В целях детализации механизма светового воздействия на процесс саногенеза при ожоговой болезни в сравнительном аспекте нами была изучена реактивность нейтрофилов периферической крови при различных методах облучения.

Объектом изучения избран нейтрофильный гранулоцит как наиболее реактивная клетка крови, высокочувствительная к изменениям внутренней среды, которые сопутствуют нарушениям гомеостаза во многих системах организма, и принимающая участие в патогенезе ожоговой болезни [5].

*Материалы и методы.* Источником светового излучения служил фотоматричный аппарат светодиодного излучения красного спектра света (СДИКСС) с длиной волны 620-660 нм. В исследованиях аппарат устанавливали непосредственно над поверхностью раневой области.

Экспериментальные исследования проводились на половозрелых белых мышах ( $n=140$ ) массой 20-25 г. Животные находились в обычных условиях ухода и стандартизированного питания. Для моделирования патологических изменений в организме, включающих реакцию многих тканевых структур, животным под нембуталовым наркозом наносили термическое повреждение в центре спины (площадью 5 мм<sup>2</sup>) с помощью термокоагулятора. Воздействие в выбранном диапазоне приводило к поражению кожи, сходному с ожогом IIIб степени у человека [7].

Животные были разделены на 4 группы. 1-ю группу составляли интактные мыши, 2-ю контрольную группу – животные, которым имитировалось облучение ожоговой раны при выключенном источнике света (имитационный контроль), 3-ю – животные, у которых область раны подвергалась облучению красным светом, 4-ю – животные с ожоговыми повреждениями, у которых чрезкожному воздействию светодиодного излучения подвергалась область проекции тимуса.

Воздействие светом осуществлялось ежедневно в течение 28 дней. Время облучения СДИКСС области ожогового повреждения (для животных 2-й и 3-й экспериментальных групп) определялось экспериментальным путем и составило 2 минуты [8]. Поскольку при прохождении через неповрежденную кожу в условиях эксперимента теряется до 75% мощности излучения [6], то для 4-й экспериментальной группы животных нами было решено увеличить время экспозиции области проекции тимуса до 4-х минут.

Выведение животных из эксперимента для проведения морфологических и цитохимических исследований крови производили на 3-й, 5-й, 9-й, 11-й, 15-й, 21-й, 28-е сутки передозировкой эфира.

Кровь для приготовления мазков забирали по общепринятой методике из хвостовой вены. Кислородный метаболизм сегментоядерных лейкоцитов исследовали в тесте с п-нитротетразолием фиолетовым. При этом учитывали относительное количество клеток (НСТ, %), содержащих гранулы восстановленного красителя, а так же цитохимический показатель активности (СЦК, ед.). Для определения активности миелопероксидазы – маркера азурофильных гранул нейтрофилов, функционирующего в комплексе с перекисью водорода, продуктом окислительного метаболизма, использовалась общепринятая методика по Э. Пирсу, 1962. Активность миелопероксидазы оценивали по тем же показателям, что и состоянии кислородного метаболизма лимфоцитов (МПО, %; СЦК, ед.).

Оценку статистической значимости полученных данных проводили по t-критерию Стьюдента, достоверность различий определяли по критерию Фишера-Стьюдента [1].

*Результаты.* Изучение препаратов выявило следующее: в течение всего эксперимента в крови животных с ожоговыми повреждениями процент нейтрофилов, восстанавливающих НСТ в диформазан, а также средний цитохимический коэффициент их активности достоверно превышали аналогичные показатели в интактной группе ( $P<0,05$ ).

Воздействие светодиодным излучением на зону ожогового повреждения и область проекции тимуса животных 3-й и 4-й экспериментальных групп уже к 3-м суткам вызывало резкое увеличение числа формазанположительных лейкоцитов по сравнению с показателями в контрольной группе (до  $43,2\pm 1,855\%$  и  $39,6\pm 0,748\%$  соответственно,  $P<0,05$ ), причем уровень содержания активированных клеток в крови мышей этих групп оставался относительно высоким на протяжении всего курса светотерапии. Следует отметить, что максимумы содержания в популяции НСТ-положительных лейкоцитов с высоким показателем СЦК в обеих группах наблюдались на 11-е сутки эксперимента. Так, в 3-ей группе относительное число активированных клеток в этот период составляло  $50,4\pm 2,48\%$ , СЦК был равен  $0,72\pm 0,044$  ед.; у мышей 4-й группы активность спонтанной НСТ-реакции составляла  $50,4\pm 1,17\%$ , СЦК –  $0,70\pm 0,023$  ед. Показатели обеих групп в этот период были несколько ниже, чем у животных контрольной группы. К моменту окончания эксперимента, на 28-е сутки, процент клеток с признаками повышенной кислородной активности в крови животных 3-й группы приближался к показателям контрольных животных, в 4-й группе – лишь на 2,4% превышал их ( $P<0,05$ ).

Анализ гистограмм распределения НСТ-позитивных клеток, в том числе с различной степенью содержания гранул восстановленного красителя показал, что коррекция репаративных процессов СДИКСС в

течение двух последних недель исследований, независимо от способа доставки его к организму, способствовала поддержанию высокого уровня кислородной активности нейтрофильных лейкоцитов в сравнении с показателями контрольных животных ( $P < 0,05$ ).

Изучение активности миелопероксидазы нейтрофильных гранулоцитов периферической крови выявило следующие особенности. На 3-и сутки после нанесения ожоговых повреждений у мышей вне зависимости от проведения фототерапевтических воздействий наблюдалась массовая пероксидазная реакция клеток. При этом отмечались сдвиги в сторону увеличения в популяции числа клеток со средней степенью содержания гранул фермента. Максимальные показатели СЦК активности гранулоцитов в этот период были зарегистрированы у животных 4-й группы, которые на 19% достоверно превышали показатели контрольной группы и на 21% - показатели 3-й группы ( $P < 0,05$ ). На 5-е сутки эксперимента общее снижение активности миелопероксидазы так же наблюдалось вне зависимости от воздействия СДИКСС, которое проявлялось лишь в степени выраженности процессов. Так, в контрольной группе процент гранулоцитов с признаками метаболической активности составлял  $69,6 \pm 5,63\%$ , СЦК –  $1,39 \pm 0,120$  ед., в 3-й группе –  $84,4 \pm 4,33\%$ ,  $1,60 \pm 0,065$  ед., в 4-й группе –  $74,8 \pm 1,71\%$  и  $1,42 \pm 0,166$  ед. соответственно. Т.о., в означенный период стимулирующее действие СДИКСС в условиях его воздействия на ожоговые регенераты проявлялось в менее выраженном ингибировании активности миелопероксидазы.

Исследования метаболического профиля нейтрофильных гранулоцитов контрольных животных на 9-е сутки выявили достоверное увеличение процента активированных клеток до  $90,2 \pm 3,48\%$ , СЦК - до  $2,44 \pm 0,098$  ед., в 3-й группе активность нейтрофилов, напротив, снизилась практически до нормы и составила  $80,6 \pm 2,99\%$ , наметились сдвиги в сторону увеличения числа клеток со средней степенью содержания гранул фермента. Аналогичные изменения наблюдались и у животных 4-й группы. Увеличение суммарной дозы облучения на 11-15-е сутки индуцировало увеличение активности миелопероксидазы в нейтрофилах животных 3-й группы до уровня  $93,0 - 93,2\%$ , что значительно превышало аналогичные показатели контрольной группы ( $P < 0,05$ ). Через три недели после начала терапевтических процедур процент гранулоцитов с признаками пероксидазной активности снизился до нормы, и составил  $82,2 \pm 1,39\%$ . К моменту окончания эксперимента, однако, было зарегистрировано увеличение активности фермента до уровня  $90,6 \pm 2,38\%$ . Параллельно наблюдались сдвиги в сторону увеличения количества сегментоядерных лейкоцитов, не содержащих гранул фермента или с низким их содержанием, что повлекло за собой восстановление СЦК до нормы к 15-м суткам и некоторое снижение его на 21 – 28-е сутки до уровня  $2,00 \pm 0,045$  ед. и  $1,97 \pm 0,082$  ед. соответственно. Изучение кривой активности миелопероксидазы в течение последней недели эксперимента выявило следующее: процент активированных нейтрофилов в 3-й группе в среднем на 10% был ниже, чем у контрольных животных.

У животных 4-й группы, у которых после нанесения ожоговых повреждений кожи ежедневным экспозициям СДИКСС подвергалась область проекции тимуса, на 11-е сутки наблюдалась резкая инактивация пероксидазной реакции. Процент клеток, содержащих гранулы фермента, снизился до  $64,0 \pm 2,92\%$ . Это на 14,8% было ниже показателей контрольных животных и на 29,2% - животных 3-й группы ( $P < 0,05$ ). При этом наблюдалось снижение показателей СЦК до  $1,84 \pm 0,076$  ед. за счет увеличения числа нейтрофильных гранулоцитов без признаков активации миелопероксидазы. Однако уже на 15-е сутки и до окончания эксперимента была зафиксирована практически 100%-ная пероксидазная активность сегментоядерных лейкоцитов, сопровождающаяся увеличением количества гранул фермента в цитоплазме клеток (к 28-м суткам эксперимента СЦК данной группы составлял  $2,74 \pm 0,059$  ед., достоверно превышая показатели животных 2-й и 3-й групп,  $P < 0,05$ ).

Эффективность различных способов светотерапии оценивали по изменению времени очищения ран от гнойного экссудата, развития грануляционной ткани и эпителизации раневого дефекта. Во всех группах отмечались положительные сдвиги этих показателей в сторону уменьшения.

#### Заключение.

Проведенные исследования выявили следующие закономерности: независимо от способа воздействия светодиодным излучением на организм изменяется функциональная активность нейтрофильных гранулоцитов периферической крови. При этом световое воздействие на область проекции тимуса влечет за собой изменения реактивности клеток в большей степени соответствующих положительной динамике течения ожоговой болезни.

**Литература.** 1. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия. – М.: Медицина, 1990. – 289 с. 2. Вельшер Л.З., Сафин А.А., Стаханов М.Л. и др. Перспективы применения фотоматричных аппаратов в лечении больных постмастэктомическим синдромом // Мат. V Всеросс. съезда онкологов. – Казань, 2000. – Т. 1. – С. 281-282. 3. Дурнов Л.А., Гусев Л.И., Балакирев С.А., Грбовищнер А.Я., Иванова Ж.В. Низкоинтенсивные лазеры в детской онкологии // Вестник РАМН. – 2000. - № 6. – С. 24-27. 4. Макахлен А. М. Диагностика и лечение катарального гингивита с применением лазерной терапии: Автореф. дис.... канд. мед. наук. - Воронеж., 1996. – 43 с. 5. Маянский А.Н., Галиуллин А.Н. Реактивность нейтрофила. – Казань, 1984. 6. Пагава К. И. Морфо- функциональные сдвиги при воздействии на организм монохроматическим когерентным красным светом. – Тбилиси: "МЕЦНИЕРЕБА", 1988. – 105 с. 7. Парамонов Б.А., Чеботарев В.Ю. Методы моделирования термических ожогов кожи при разработке препаратов для местного лечения // Бюлл. эксперим. биол. и мед. – 2002, Т. 134. - №11. – С. 593-597. 8. Соколова Т.В., Миронова В.В., Столбовская О.В. и др. Использование квантового излучения красного диапазона в клинической медицине // Матер. междунар. конф. "Лазерные и информационные технологии в медицине XXI века". – СПб, 2001. – С. 389. 9. Сыч В.Ф., Столбовская О.В., Калачева Л.Д. Заживление ран у крыс под воздействием светодиодного излучения красного диапазона // Морфология, 2000. – Т. 117. – С. 118-119. 10. Edwards B., Barnes L., Gibbs B., Nguyen G. Development of a laser safety hazard evaluation procedure for the research university setting // Health Phys. – 2002. – V. 82, №2. – P. 37-46. 11. Karu T.I. Photobiology of low-power laser therapy. London: Harwood, Acad. Publ., 1989.