

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ  
И СВОБОДНОРАДИКАЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ У ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ

Л.В. ЯКОВЛЕВА\*, Р.Р. ФАРХУТДИНОВ\*, С.Х. ЮМАЛИ\*, С.Х. ТАБЫНГУЛОВА\*\*

\*ГБОУ ВПО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России,  
ул. Ленина, 3, г. Уфа, Россия, 450008, тел.: +7 (347) 272-41-73, e-mail: rectorat@bashgmu.ru  
\*\*ГАУЗ Республиканский врачебно-физкультурный диспансер, ул. Блюхера, 1, г. Уфа, Россия, 450075,  
тел.: +7 (347) 277-21-02, e-mail: [guzrvfd1@rambler.ru](mailto:guzrvfd1@rambler.ru)

**Аннотация.** В основе формирования патологии сердечно-сосудистой системы, вызванной физическим перенапряжением, лежит оксидативный стресс. Обсуждается его потенциальная роль в патогенезе формирования ремоделирования миокарда у юных спортсменов. Статья посвящена изучению изменения свободнорадикального окисления в организме спортсменов методом регистрации хемилюминесценции и влияния антиоксидантов на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы. Представлены результаты клинического исследования по изучению антиоксидантного эффекта полидигидроксибензилтиосульфата натрия («Гипоксен») *in vitro*, при его добавлении в простые, модельные системы, имитирующие наиболее распространенные реакции свободнорадикального окисления в организме, такие, как образование активных форм кислорода и перекисного окисления липидов. По данным нашего исследования было установлено, что у спортсменов с проявлениями физиологического спортивного сердца и признаками стрессорной кардиомиопатии имеет место повышение концентрации свободных радикалов в крови. При назначении Гипоксена *in vivo* получены данные о снижении концентрации свободных радикалов в крови спортсменов. При оценке функционального состояния сердечно-сосудистой системы после применения Гипоксена получено улучшение физической работоспособности юных спортсменов. Поддержание процессов свободнорадикального окисления на оптимальном уровне способствует своевременной профилактике стрессорной кардиомиопатии.

**Ключевые слова:** спортивное сердце, свободные радикалы, антиоксиданты, хемилюминесценция.

ASSESSMENT OF FUNCTIONAL STATE OF CARDIO-VASCULAR SYSTEM AND FREE RADICAL  
OXIDATION PROCESSES IN YOUNG ATHLETES

L.V. YAKOVLEVA\*, R.R. FARKHUTDINOV\*, S.H. YUMALIN\*, S.H. TABYNGULOVA\*\*

\* Medical University "Bashkir State Medical University" Russian Ministry of Health, Str. Lenina 3, Ufa, Russia,  
450008, tel.: +7 (347) 272-41-73, e-mail: rectorat@bashgmu.ru  
\*\* Republican medical exercises dispensary str. Blucher, 1, Ufa, Russia, 450075,  
tel.: +7 (347) 277-21-02, e-mail: [guzrvfd1@rambler.ru](mailto:guzrvfd1@rambler.ru)

**Abstract.** Oxidative stress underlies the formation of the pathology of cardiovascular system in young athletes. Its potential role in the pathogenesis of myocardial remodeling in young athletes has been discussed. The paper is devoted to the study of the changes of free radical oxidation in the body by the method of chemiluminescence and antioxidant effect on the functional state of the cardiovascular system. The results of clinical studies on the antioxidant effect of polydihydroxyphenylthiosulfonate sodium ("Hypoxen") *in vitro*, namely the addition of a substance in a simple model systems that mimic the most common reactions of free radical oxidation in the organism, such as formation of reactive oxygen species and lipid peroxidation. It has been found in this study that concentration of free radicals in the blood in athletes with physiological manifestations of athlete's heart and signs of stress cardiomyopathy has been increased. After administration of Hypoxen *in vivo* the concentration of free radicals in the athlete's blood has been found to be reduced. In assessing the functional state of the cardiovascular system administration of Hypoxen resulted in the improved physical performance in young athletes. Maintaining of free radical oxidation processes at the optimal levels contributes to timely prevention of stress cardiomyopathy.

**Key words:** athletic heart, free radicals, antioxidants, chemiluminescence.

Учитывая специфическое влияние *физических нагрузок* (ФН) на миокард, целый ряд специалистов акцентирует внимание на том, что в отдельных случаях трудно дифференцировать физиологическое или патологическое состояние миокарда у лиц занимающихся спортом высших достижений [2,4,9]. Своевременная диагностика стрессиндуцированных повреждений *сердечно-сосудистой системы* (ССС) и оценка функционального состояния здоровья спортсмена при регулярных, многочасовых ФН достаточно сложна и требует разнопланового обследования. Систематические тренировки на выносливость могут запускать физиологические процессы адаптации и структурного ремоделирования сердца, включая гипертрофию мио-

карда желудочков, увеличение размеров полостей сердца и расчетной массы миокарда при нормальной систолической и диастолической функции [12]. Снижение параметров функционального состояния сердечно-сосудистой системы, определяющей максимальную работоспособность здоровых спортсменов, при избыточной интенсивности или длительности тренировок и недостатке времени, отведенного на ее восстановление, свидетельствует о наличии состояния «дезадаптации» [5, 10]. Таким образом, развившиеся патологические изменения вследствие чрезмерных ФН в первую очередь обнаруживаются в ССС и тем самым, ограничивают достижение наилучшего спортивного результата. К числу наиболее значимых факторов, определяющих физическую работоспособность спортсменов, относится вид и уровень двигательной активности, и в частности ведущий уровень развития его биоэнергетических аэробных и анаэробных возможностей [6, 7]. Принципиально значимым и доказанным является признание того, что постоянные интенсивные многочасовые тренировки приводят к изменениям, обозначаемым, как *оксидативный стресс* (ОС), являющийся проявлением интенсификации свободнорадикальных процессов, вследствие усиления образования *активных форм кислорода* (АФК) [11, 13, 14]. Взаимодействие АФК с ненасыщенными жирными кислотами инициирует *перекисное окисление липидов* (ПОЛ), накопление сверх активных частиц – *свободных радикалов* (СР). Для защиты организма от разрушений, вызываемых СР, необходимо применение *антиоксидантов* (АО) [3, 15, 16]. Поэтому поддержание механизмов *свободно-радикального окисления* (СРО) на оптимальном уровне играет исключительную роль в профилактике, лечении и реабилитации лиц, подвергающихся значительным физическим нагрузкам.

**Цель исследования** – изучить морфофункциональное состояние ССС и процессы свободнорадикального окисления у юных спортсменов. Оценить эффективность антиоксидантной защиты полидигидроксибензилтиосульфата натрия («Гипоксен»).

**Материалы и методы исследования.** В исследовании участвовали 60 юных хоккеистов *спортивной детской юношеской школы олимпийского резерва* (СДЮШОР) «Салават Юлаев» Республики Башкортостан. Исследование проводилось на базе Республиканского лечебно-физкультурного диспансера города Уфы. Средний возраст спортсменов составил  $15,02 \pm 0,83$  лет, средний стаж занятия данным видом спорта составил  $8,74 \pm 1,3$  лет. Критерии включения в исследование: отсутствие соматических и острых инфекционных заболеваний в течение последнего месяца; первая группа здоровья по данным диспансерного осмотра; наличие добровольного информированного согласия спортсменов. Контрольная группа состояла из 23 здоровых детей, сопоставимых по полу и возрасту. Работа прошла экспертизу и одобрена этическим комитетом Башкирского государственного медицинского университета. Всем детям проводили *электрокардиографию* (ЭКГ) в 12 стандартных отведениях. *Эхокардиография* (ЭхоКГ) проводилась на аппаратуре Medison SA 9900 по стандартной методике с определением показателей *конечно-диастолического размера левого желудочка* (КДР), *толщины межжелудочковой перегородки* (ТМЖП), *фракции выброса* (ФВ), *массы миокарда* (ММЛЖ) и *индекса массы миокарда* (ИММЛЖ), *относительной толщины стенки* (ОТС) ЛЖ. Нормальной геометрией ЛЖ считали  $ОТС < 0,45$  при нормальном ИММЛЖ, эксцентрическую гипертрофию левого желудочка диагностировали при  $ОТС < 0,45$  и увеличенном ИММЛЖ. *Велоэргометрия* (ВЭМ) проводилась на велоэргометре «Cardiosoft» фирмы «Marguette» (Германия). В ходе велоэргометрии оценивали физическую работоспособность по методу  $RWC_{170}$  в кг/мин и показатели *максимального потребления кислорода* (МПК) в мл/мин/кг. Общую физическую работоспособность рассчитывали по методике В.Л. Карпмана с соавт. (1974), которая предполагала выполнение двух нагрузок возрастающей мощности (продолжительность каждой 5 минут) с интервалом отдыха 3 минуты. Первоначальная мощность при первой нагрузке устанавливалась из расчета массы тела и спортивной специализации спортсменов, а ее увеличение при второй нагрузке осуществлялась в соответствии с показателями *частоты сердечных сокращений* (ЧСС) в конце первой нагрузки [8]. Исследование СРО определяли на приборе хемиллюномер ХЛ-003. Биоматериалом являлся 0,1 мл венозной крови. В крови регистрировали *хемиллюминесценцию* (ХЛ), как способ исследования СРО, основанный на измерении свечения. Оценивались показатели светосуммы в у.е. Поскольку в основе формирования патологии сердечно-сосудистой системы, вызванной стрессорным и физическим перенапряжением, лежит оксидативный стресс, для коррекции нарушения процессов СРО нами выбран отечественный препарат «Гипоксен», который повышает устойчивость миокарда к кислородной недостаточности при гипоксии, блокирует свободно-радикальные реакции, нейтрализуют окислители, активно образующие в тканях при кислородном голодании, предотвращает образование токсических продуктов перекисного окисления липидов, повышает активность антиоксидантных ферментов (супероксиддисмутаза, каталазы). «Гипоксен» имеет экспертное заключение № S165S антидопингового центра, что препарат не содержит запрещенных допинговых средств и может применяться в спортивной медицине. На первом этапе изучалось *антиоксидантное* (АО) действие «Гипоксена» *in vitro* при его добавление в простые, модельные системы, имитирующие наиболее распространенные реакции СРО в организме – образование АФК и ПОЛ. Об антиоксидантной активности исследуемого препарата судили по степени изменения хемиллюминесценции – свечения модельных систем, возникающего при взаимодействии свободных радикалов. Обследование спортсменов проводили до назначения «Гипоксена» и после курсового его лечения. Спортсмены принимали «Гипоксен» в дозировке 750 мг в сутки по 1 капсуле 3 раза в день в течение одного месяца. Статистический анализ полученных данных проводили по общепринятой методике с использованием вариационного и корреляционного анализов.

До проведения статистического анализа оценивался характер распределения каждого показателя по критерию Шапиро-Уилка. Если показатели имели нормальное распределение, применяли методы параметрической статистики (рассчитывали среднее арифметическое значение (M), стандартную ошибку средней арифметической (m). Для оценки достоверности результатов применяли t-критерий Стьюдента для независимых выборок. В случае распределения количественных признаков, отличного от нормального, значимость различий между группами проверялась с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни. Все различия считались значимыми при  $p < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** Для рандомизации спортсменов по группам мы использовали диагностические критерии патологической трансформации сердца у юных атлетов (табл.1) [1]. Согласно этим критериям в 1 группу исследования вошли 45 (75%) юных спортсменов, показатели функционального состояния которых не превышали возрастные нормы. Во 2 группе у 14 (23%) юных хоккеистов показатели превышали физиологическую норму. Выявлен 1 спортсмен (2%), имеющий патологическую трансформацию сердца – «*стрессорная кардиомиопатия*» (СКМП).

Таблица 1

**Диагностические критерии патологической трансформации сердца у юных атлетов**

«Большие»	«Малые»
<b>ЭКГ нарушения</b>	
<p>Нарушение процессов реполяризации (инверсия зубца Т в 2 и &gt; отведениях), не исчезающее или появляющееся после ФН, депрессия сегмента ST, патологический зубец Q</p> <p>Признаки перегрузки левого предсердия</p> <p>Синусовая брадикардия ниже 5 центиля или паузы ритма более 2,5 с, АВ блокада II ст. II типа и III ст.</p> <p>Частая (более 10 тыс./сут), особенно нагрузочная, парная, групповая желудочковая экстрасистолия</p> <p>Укорочение интервала QTc в покое &lt;390 мс или удлинение QTc в покое &gt; 500 мс или в процессе ВЭМ-пробы &gt;460-470 мс</p> <p>Полная блокада левой или правой ножки пучка Гиса, отклонение электрической оси сердца влево или вправо</p>	<p>Нарушение процессов реполяризации (синдром ранней реполяризации, сглаженность зубца Т, инверсия в I отведении, в т.ч. исчезающая после ФН, инверсия Т в ортостазе)</p> <p>Изолированные вольтажные критерии гипертрофии ЛЖ</p> <p>Синусовая брадикардия в пределах 5-10 центиля или паузы ритма 2-2,5 с</p> <p>АВ блокада I ст., АВ блокада II ст. I типа</p> <p>Единичные экстрасистолы на ЭКГ покоя</p> <p>Отсутствие восстановления QTc и dQTc в процессе ВЭМ пробы к 3-4 минуте отдыха, удлинение QTc на пике нагрузки &gt;400 мс и dQTc &gt;16 мс</p> <p>Микро- и макроальтернация Т-зубца на ФН</p> <p>Нарушение QT-динамики</p> <p>ЭКГ-феномен предвозбуждения желудочков</p>
<b>Нарушение гемодинамики</b>	
<p>Снижение сократительной способности миокарда (фракция выброса &lt;60% на высоте ФН или в восстановительном периоде)</p> <p>Снижение максимального потребления кислорода (МПК) &lt;45-54 мл/мин/кг в зависимости от вида спорта</p>	<p>Замедление времени восстановления показателей гемодинамики (артериального давления, частоты сердечных сокращений или фракции выброса ЛЖ) после ФН более 3-4 мин</p>
<b>Нарушение вегетативной регуляции</b>	
<p>Симпатикотонический тип регуляции ритма по данным ритмографии, вариабельности ритма сердца или биохимических тестов</p>	<p>Вегетативная дисфункция с нарушением вагосимпатического баланса и патологическим типом реакции на дыхательную пробу</p>
<b>Нарушение морфологии сердца</b>	
<p>Выраженная гипертрофия миокарда <i>левого желудочка</i> (ЛЖ): толщина задней стенки ЛЖ &gt;11-12 мм или межжелудочковой перегородки &gt;10-12 мм или <i>индекс массы миокарда</i> (ИММ) ЛЖ &gt;110 г/м<sup>2</sup> или 45 г/м<sup>2,7</sup> (95 перцентиль) Конечный диастолический размер ЛЖ &gt;56 мм</p> <p>Нарушение диастолической функции: E/A &gt;2 или &lt;1,48</p>	<p>Умеренная гипертрофия миокарда ЛЖ: индекс массы миокарда &gt;90, но &lt;110 г/м<sup>2</sup> или &gt;36, но &lt; 45 г/м<sup>2,7</sup> (90-95 перцентиль)</p> <p>Конечный диастолический размер левого желудочка сердца 52-56 мм</p> <p>Нарушение соотношения конечный диастолический объем/масса миокарда ЛЖ &lt;0,6 у. е.</p>

По данным ЭхоКГ спортсмены 1 группы не имели признаков гипертрофии миокарда. Во 2 группе достоверно увеличены размеры ИММЛЖ (>90 центиля, но не превышали 95 центиль), что свидетельствует об умеренной гипертрофии миокарда как проявления физиологического спортивного сердца (табл.2). У спортсмена с признаками патологической трансформации сердца все показатели превышали возрастные нормы (> 95 центиля), КДР 5,6 см, МЖП 1,2 см, ИММЛЖ 144,12 г/м<sup>2</sup>, ОТС 0,43, что говорит о проявлении эксцентрической гипертрофии левого желудочка.

Таблица 2

**Показатели эхокардиографии юных спортсменов**

Параметры	1 группа (n=45)	2 группа (n=14)	Контроль (n=23)
КДР, см	4,82±0,34*	5,47±0,13*	4,58±0,07
ТЗСЛЖ, см	0,83±0,09*	0,88±0,07*	0,65±0,02
ММЛЖ, г	130,26±14,59*	172,55±2,77*	98,34±3,62
ИММЛЖ, г/м <sup>2</sup>	70,65±6,29*	91,95±4,55*	56,24±2,36
ФВ, %	67,54±4,00	66,00±1,73	67,74±0,48
ОТС	0,35±0,03	0,32±0,02	0,36±0,04

Примечание: \* – критический уровень значимости по сравнению с контрольной группой p<0,05

При сравнении параметров ВЭМ юные хоккеисты 2 группы имели наибольшую физическую работоспособность по методу PWC<sub>170</sub> и по показателям максимального потребления кислорода (рис. 1, 2).

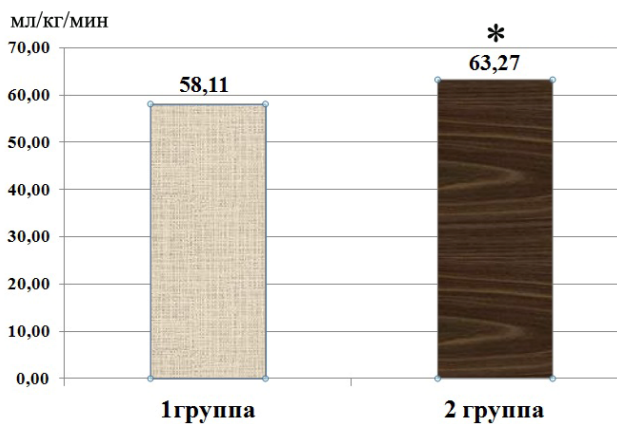


Рис. 1. Показатели максимальной потребности кислорода у юных хоккеистов до применения Гипоксена.  
 Примечание: \* – критический уровень значимости при сравнении между группами p<0,05

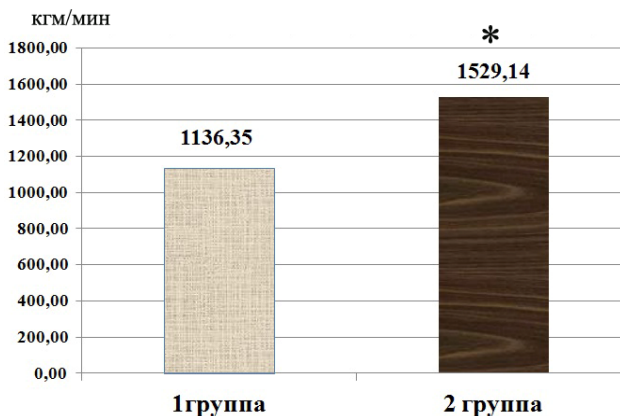


Рис.2. Показатели физической работоспособности PWC<sub>170</sub> у юных спортсменов до применения Гипоксена.  
 Примечание: \* – критический уровень значимости при сравнении между группами p<0,05

На следующем этапе мы оценили антиоксидантную активность «Гипоксена» в модельных системах *in vitro* ПОЛ и АФК. На графиках представлено дозозависимое угнетение свечения хемилюминесценции, прямо пропорциональное увеличению дозировки препарата (рис. 3, 4).

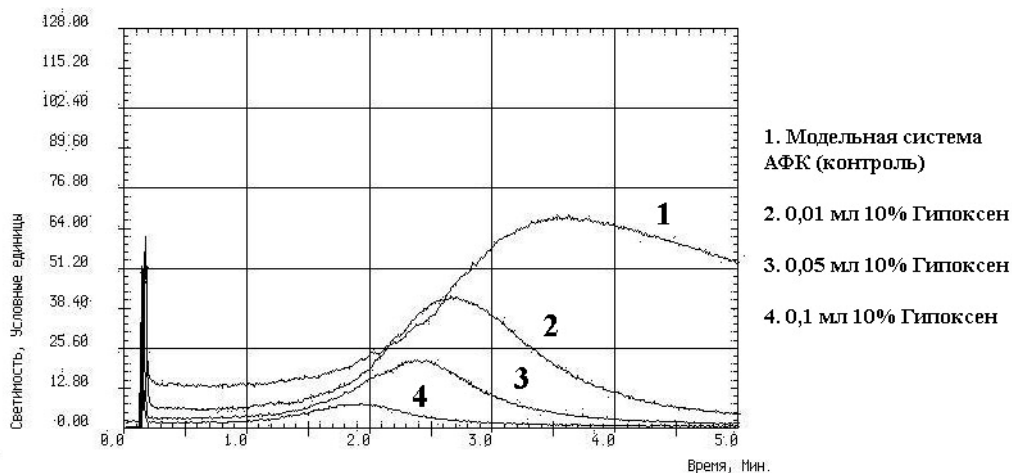


Рис. 3. Угнетение свечения хемилюминесценции в модельных системах активных форм кислорода

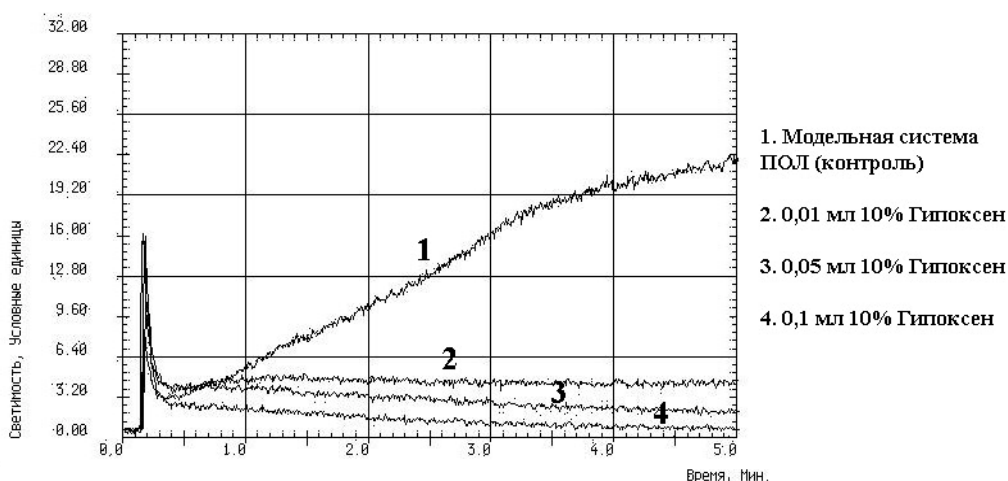


Рис. 4. Угнетение свечения хемилюминесценции в модельных системах перекисного окисления липидов

Полученные результаты подтверждают, что препарат Гипоксен обладает выраженным антиоксидантным эффектом.

При проведении хемилюминесценции до назначения Гипоксена у спортсменов всех групп показатели светосуммы относительно контрольной группы были достоверно выше, что говорит о влиянии физических нагрузок на активацию процессов свободнорадикального окисления. У спортсменов 2 группы показатели СРО достоверно выше 1 группы, что свидетельствует о повышенной концентрации СР в крови спортсменов и соответствует проявлению оксидативного стресса (табл. 2). У спортсмена с признаками патологической трансформации сердца показатели светосуммы составили 185,25 у.е.

Таблица 2

**Показатели регистрации хемилюминесценции у юных спортсменов**

Параметры	1 группа	2 группа	Контроль
Светосумма, у.е.	24,82±6,63*	65,70±16,83**	19,97±6,79

Примечание: \* – критический уровень значимости по сравнению с контрольной группой  $p < 0,05$ ,  
 \*\* – критический уровень значимости по сравнению между группами  $p < 0,05$



На фоне проводимой терапии по результаты ВЭМ отмечено увеличение среднего уровня максимального потребления кислорода в первой группе с  $58,11 \pm 1,88$  до  $66,26 \pm 3,78$  мл/кг/мин (12,3%,  $p < 0,001$ ), во второй с  $63,27 \pm 3,64$  до  $70,66 \pm 3,34$  мл/кг/мин (10,4%,  $p < 0,001$ ). У спортсмена с признаками патологической трансформации сердца показатели МПК увеличились с 55,62 до 57,09 мл/кг/мин. Параллельно у спортсменов регистрировалось увеличение физической работоспособности по тесту  $PWC_{170}$  на 13,42-16,32% от исходного уровня ( $p < 0,05$ ).

При динамической оценке регистрации ХЛ после курсового лечения «Гипоксеном» отмечено достоверное снижение показателей светосуммы во 2 группе исследуемых группах (рис. 5). У спортсмена с признаками патологической трансформации сердца показатели светосуммы после лечения составили 24,92 у.е.

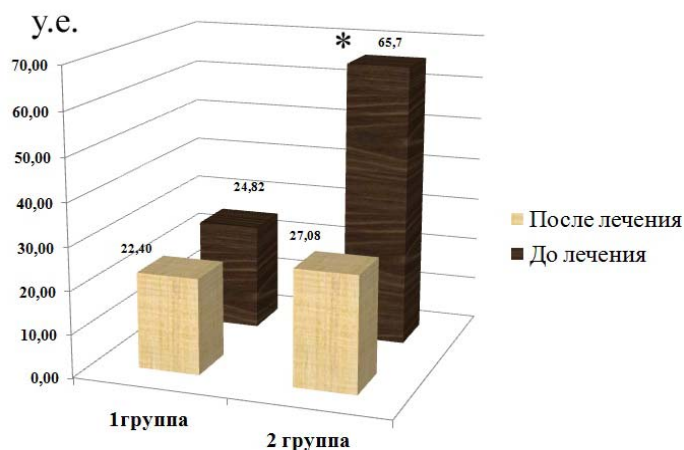


Рис. 5. Динамика показателей хемилуминесценции на фоне лечения Гипоксеном.

Примечание: \* – критический уровень значимости  $p < 0,05$

#### Выводы:

1. Регулярные, многочасовые физические нагрузки влияют на формирование ремоделирование миокарда у юных спортсменов. У 14 спортсменов (23%) имеет место умеренная гипертрофия миокарда, что соответствует проявлению физиологического спортивного сердца. У одного спортсмена (2 %) выявлена «стрессорная кардиомиопатия» – эксцентрическая гипертрофия левого желудочка.
2. По данным велоэргометрии наибольшую физическую работоспособность имеют спортсмены со сформированным физиологическим спортивным сердцем.
3. Физические нагрузки ведут к изменению свободнорадикального окисления.
4. Препарат «Гипоксен» обладает антиоксидантным эффектом как *in vitro*, так *in vivo*.

#### Литература

1. Балыкова Л.А., Ивянский С.А., Урзьева Н.И., Балашов В.П., Ивянская Н.В., Щекина Н.В. Опыт применения метаболических кардиопротекторов в детской спортивной медицине // Российский кардиологический журнал. 2011. № 5. С. 52–58.
2. Гаврилова Е.А. Спортивное сердце. Стрессорная кардиомиопатия. М.: Сов. спорт, 2007. 200 с.
3. Голиков А.П., Полумисков В.Ю., Михин В.П. Антиоксиданты – цитопротекторы в кардиологии // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2004. №6 (Ч. 2). С. 66–74.
4. Дудина Е.А. Аэробные возможности и состояние здоровья: клинко-морффункциональные параллели // Теория и практика физической культуры. 2006. №1. С. 26–27.
5. Козленок А.В., Березина А.В. Диастолическая дисфункция левого желудочка как ранний признак нарушения адаптации к физической нагрузке у спортсменов // Артериальная гипертензия. 2006. Т. 12. № 4. С. 319–322.
6. Макарова Г.А. Практическое руководство для спортивных врачей. Ростов-на Дону: «Издательство БАРО-ПРЕСС», 2002. С. 169–175.
7. Павлова В.И., Терзи М.С. Соотношение объема аэробной и анаэробной тренировочной нагрузки в соответствии со спецификой энергетических аспектов работоспособности в ациклических видах спорта // Теория и практика физической культуры. 2002. № 6. С. 53–55.
8. Парастаев С.А., Поляев Б.А., Ерин В.Н., Зыбин Д.Д., Лопата Н.С. Физиологическое обоснование применения антигипоксантов в спорте высших достижений. Применение Гипоксена в спортивной практике, 2006. 48 с.

9. Роженцов В.В., Полевщиков М.М. Утомление при занятиях физической культурой и спортом. Москва: Советский спорт, 2006. С. 42–44; 102–106.
10. Таминова И.Ф., Гарганеева Н.П., Ворожцова И.Н. Оценка аэробного энергообразования и уровня физической работоспособности по результатам велоэргометрии у высококвалифицированных спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса // Сибирский медицинский журнал. 2008. № 2. С. 66–69.
11. Федин А.И. Оксидантный стресс и применение антиоксидантов в неврологии // Атмосфера. Нервные болезни. 2002. № 1. С. 15–18.
12. Яковлева Л.В., Карамова И.М., Раянова Р.Р., Юмалин С.Х. Причины и пути предупреждения внезапной смерти у юных спортсменов. Информационно-методическое письмо МЗ РБ. Уфа, 2010. 12 с.
13. Antioxidant supplementation does not attenuate oxidative stress at high altitude / A.W. Subudhi, K.A. Jacobs, T.A. Hagobian [et al.] // Aviation, space, and environmental medicine. 2004. Vol. 75. № 10. P. 881–888.
14. Antioxidant supplementation prevents exercise-induced lipid peroxidation, but not inflammation, in ultramarathon runners / A. Mastaloudis, J.D. Morrow, D.W. Hopkins [et al.] // Free radical biology & medicine. 2004. Vol. 36. № 10. P. 1329–1341.
15. Extreme running competition decreases blood antioxidant defense capacity / G. Machefer, C. Groussard, F. Rannou-Bekono [et al.] // Journal of the American College of Nutrition. 2004. Vol. 23. № 4. P. 358–364.
16. Oxidative stress responses in older men during endurance training and detraining / I.G. Fatouros, A.Z. Jamurtas, V. Villiotou [et al.] // Medicine and science in sports and exercise. 2004. Vol. 36. № 12. P. 2065–2072.

### References

1. Balykova LA, Ivyanskiy SA, Urzyaeva NI, Balashov VP, Ivyanskaya NV, Shechekina NV. Opyt primeneniya metabolicheskikh kardioprotektorov v detskoj sportivnoy meditsine. Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal. 2011;5:52-8. Russian.
2. Gavrilova EA. Sportivnoe serdtse. Stressornaya kardiomiopatiya. Moscow: Sov. Sport; 2007. Russian.
3. Golikov AP, Polumiskov VYu, Mikhin VP. Antioksidanty – tsitoprotektory v kardiologii. Kardiologicheskiy zhurnal. 2004;6(2): 66-74. Russian.
4. Dudina EA. Aerobnye vozmozhnosti i sostoyanie zdorov'ya: kliniko-morfunktsional'nye paralleli. Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. 2006;1:26-7. Russian.
5. Kozlenok AV, Berezina AV. Diastolicheskaya disfunktsiya levogo zheludochka kak ranniy priznak narusheniya adaptatsii k fizicheskoy nagruzke u sportsmenov. Arterial'naya gipertenziya. 2006;12(4):319-22. Russian.
6. Makarova GA. Prakticheskoe rukovodstvo dlya sportivnykh vrachey. Rostov-na Donu: «Izdatel'stvo BARO-PRESS»; 2002. Russian.
7. Pavlova VI, Terzi MS. Sootnoshenie ob"ema aerobnoy i anaerobnoy trenirovochnoy nagruzki v sootvetstvii so spetsifikoy energeticheskikh aspektov rabotosposobnosti v atsilicheskikh vidakh sporta. Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury. 2002;6:53-5. Russian.
8. Parastayev SA, Polyayev BA, Erin VN, Zybin DD, Lopata NS. Fiziologicheskoe obosnovanie primeneniya antigipoksantov v sporte vysshikh dostizheniy. Primenenie Gipoksena v sportivnoy praktike; 2006. Russian.
9. Rozhentsov VV, Polevshchikov MM. Utomlenie pri zanyatiyakh fizicheskoy kul'turoy i sportom. Moskva: Sovetskiy sport; 2006. Russian.
10. Taminova IF, Garganeeva NP, Vorozhtsova IN. Otsenka aerobnogo energoobrazovaniya i urovnya fizicheskoy rabotosposobnosti po rezul'tatam veloergometrii u vysokokvalifitsirovannykh sportsmenov s raznoy napravlennoy trenirovochnoy protsessu. Sibirskiy meditsinskiy zhurnal. 2008;2:66-9. Russian.
11. Fedin AI. Oksidantnyy stress i primeneniye antioksidantov v nevrologii. Atmosfera. Nervnye bolezni. 2002;1:15-8. Russian.
12. Yakovleva LV, Karamova IM, Rayanova RR, Yumalin SKh. Prichiny i puti preduprezhdeniya vnezapnoy smerti u yunyykh sportsmenov. Informatsionno-metodicheskoe pis'mo MZ RB. Ufa; 2010. Russian.
13. Subudhi AW, Jacobs KA, Hagobian TA, et al. Antioxidant supplementation does not attenuate oxidative stress at high altitude. Aviation, space, and environmental medicine. 2004;75(10):881-8.
14. Mastaloudis A, Morrow JD, Hopkins DW, et al. Antioxidant supplementation prevents exercise-induced lipid peroxidation, but not inflammation, in ultramarathon runners. Free radical biology & medicine. 2004;36(10):1329-41.
15. Machefer G, Groussard C, Rannou-Bekono F, et al. Extreme running competition decreases blood antioxidant defense capacity. Journal of the American College of Nutrition. 2004;23(4):358-64.
16. Fatouros IG, Jamurtas AZ, Villiotou V, et al. Oxidative stress responses in older men during endurance training and detraining. Medicine and science in sports and exercise. 2004;36(12):2065-72.