

---

**УДК 796.01**  
**ББК 75.0**  
**К 17**

**В.Е. Кальницкая**

*Кандидат медицинских наук, доцент, старший научный сотрудник научно-исследовательского института проблем физического воспитания и спорта Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма; м.т. 8-964-925-24-32*

**А.И. Погребной**

*Доктор педагогических наук, профессор, директор научно-исследовательского института проблем физической культуры и спорта Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма; E-mail: pogrebnoy46@mail.ru*

**БИНОКУЛЯРНАЯ СИНХРОННАЯ  
ПУПИЛЛОМЕТРИЯ В МОНИТОРИНГЕ  
ПСИХОФУНКЦИОНАЛЬНОГО  
СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНОВ  
ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ**

*(Рецензирована)*

**Аннотация.** В наблюдениях на 83 спортсменах высокой квалификации, представляющих различные виды спорта, с помощью метода компьютерной пупиллометрии выявлена специфика качественных и количественных параметров зрачкового рефлекса, позволяющая оценивать психофункциональное состояние, выявлять отклонения и предлагать реабилитационные мероприятия.

**Ключевые слова:** пупиллометрия, психосоматика, диагностика, психофункциональное состояние, нервная система, спортсмены высокой квалификации.

**V.E. Kalnitskaya**

*Candidate of Medicine, Associate Professor, Senior Scientist of Research Institute of Problems of Physical Training and Sports, the Kuban State University of Physical Training, Sports and Tourism; ph.: 8-964-925-24-32*

**A.I. Pogrebnoy**

*Doctor of Pedagogy, Professor, Director of Research Institute of Problems of Physical Training and Sports, the Kuban State University of Physical Training, Sports and Tourism; E-mail: pogrebnoy46@mail.ru*

**BINOCULAR SYNCHRONOUS PUPILLOMETRY  
IN MONITORING OF THE PSYCHOFUNCTIONAL  
CONDITION OF HIGH-QUALIFICATION ATHLETES**

**Abstract.** Observations of 83 high-qualification athletes representing different types of sports, by means of a method of a computer pupillometry, have revealed the qualitative and quantitative parameters of the PMпакуще reflex. These parameters make it possible to estimate a psychofunctional condition, to reveal deviations and to propose rehabilitation actions for athletes.

**Keywords:** pupillometry, psychosomatics, diagnostics, psychofunctional condition, nervous system, high-qualification athletes.

**Актуальность.** До настоящего времени остается актуальным вопрос поиска объективных критериев оценки психофункционального состояния высококвалифицированных спортсменов на различных этапах тренировочной и соревновательной деятельности. В этом плане важна разработка методов, позволяющих в короткие сроки проводить мониторинг текущего психосоматического и психофункционального состояния спортсменов, специализирующихся в различных видах спорта.

Одним из таких методов, позволяющих диагностировать и выдавать оценку психосоматическому состоянию здоровья высококвалифицированных спортсменов, является бинокулярная синхронная пупиллометрия.

Предпосылкой этому послужили многочисленные исследования (более 3,5 тыс.), проведенные нами на контингенте злоупотребляющих психоактивными веществами, которые показали, что с помощью пупиллометрии определяется не только психофункциональное состояние организма, но и параметры ЦНС и парасимпатико-симпатического баланса [1-3].

В программу исследования входили несколько задач:

1. Изучить реакцию зрачков на световой раздражитель у высококвалифицированных спортсменов различных видов спорта.

2. Провести анализ изменений зрачкового рефлекса до и после высокой нагрузки у элитных спортсменов.

3. Выявить у исследуемых топографию нарушений реакции зрачков на световой раздражитель с признаками истощения физического и психического качеств здоровья.

**Методы исследования.** В 2002-2011 г. на базе НИИ КГУФКСТ проводилась комплексная компьютерная диагностика психосоматического и психоэмоционального состояния высококвалифицированных спортсменов, членов сборных команд края и Российской Федерации.

В число обследованных спортсменов входили: 10 легкоатлетов (6 кмс, 4 мс), 20 борцов классического стиля (17 мс, 3 мсмк), 16 борцов тхэквондо (9 кмс,

6 мс, 1 мсмк), 7 велосипедистов (4 кмс, 3 мс), 14 акробатов (4 кмс, 10 мс), 4 гребца (2 кмс, 2 мс), 12 волейболистов (8 кмс, 4 мс). Всего было кандидатов в мастера спорта — 25, мастеров спорта — 42, мастеров спорта международного класса — 4. Возраст спортсменов 14-25 лет. Обследуемые спортсмены были разделены на 3 группы:

1 группа — игровые виды спорта (волейбол);

2 группа — виды спорта на выносливость (легкая атлетика, велосипедный спорт, гребля);

3 группа — скоростно-силовые виды спорта (борьба, акробатика).

Для определения психосоматического и психоэмоционального состояния спортсменов использован метод пупиллометрии. Фирмой Iritech Inc. (Южная Корея) и ее московским представительством разработан оригинальный аппаратно-программный компьютерный комплекс «Reflexometer-2010» (RM-2010) для бинокулярной синхронной видеорегистрации и обработки пупилломоторных реакций человека в режиме реального времени [1]. RM-2010 позволяет анализировать такие особенности вегетативной нервной системы, как скорость и амплитуда ответа на раздражитель, тип реагирования, время и степень восстановления до и после физических, эмоциональных, соматических и фармакологических нагрузок.

В аппаратном комплексе для регистрации зрачкового рефлекса блок осветителя, блок видеоискателя и проекционный блок оптически и механически связаны между собой.

Способ регистрации зрачковой реакции включает в себя подачу стимула в виде световой вспышки, регистрацию отраженного светового потока, запись пупиллограммы с последующей ее обработкой.

Измерение размеров зрачка производят в цифровой форме в каждом кадре телевизионного изображения, при этом регистрируют для каждого обследуемого начальную совокупность пупиллограмм, по которой формируют его индивидуальные нормативы

пупиллометрии. RM-2010 прост в обращении, надежен в эксплуатации и может применяться как для экспресс-диагностики, так и для наблюдения за состоянием спортсменов в динамике.

Пупиллометрия производилась у каждого спортсмена до и через 3 мин после физической нагрузки. В течение каждого пупиллометрического обследования регистрировали три последовательные зрачковые реакции на стандартный световой стимул. Продолжительность каждой регистрации — 2,5 с, интервал между измерениями — 60 с, продолжительность светового стимула — 30 мс.

Индивидуальные результаты пупиллометрического исследования, учитывая возраст и пол, предоставляются компьютером в виде графиков, статистических данных, таблиц и текстового заключения с автоматическим анализом более 25 параметров пупиллограмм [2].

В программу заложены усредненные значения параметров зрачкового

рефлекса и их отклонения в % от среднестатистической возрастной нормы для данного обследуемого[4].

Данные, полученные в табл. 1, 2, обработаны с использованием t-критерия Стьюдента.

**Результаты исследования и их суждение.** Данные, полученные при пупиллометрии спортсменов трех групп, показали, что у 50,5% спортсменов отмечалась стабильность пупиллометрических параметров. Все параметры (стартовые возможности, амплитуда ответа на световой стимул, симпатопарасимпатический баланс, степень восстановления после светового стимула, вектор скорости) соответствовали возрастной норме.

Критерии активности парасимпатических и симпатических фаз автономной нервной системы были сбалансированы. Латентное время сокращения и расслабления глазодвигательных мышц находились в прямо пропорциональной зависимости.

**Таблица 1.**

**Показатели зрачкового рефлекса спортсменов высокой квалификации до нагрузки (у. е.  $\bar{X} \pm m$ )**

Группы спортивных специализаций	Колич. Обслед.	Стартовый индекс	Амплитуда ответа	Вектор скорости	Степень восстановления	Индекс восстановления
Игровые	12	85±1,3	66±3,2	85 ±0,4*	75±2,8*	75±0,3*
Выносливость	21	85±1,8	52±1,6*	75±1,1	62±1,7	75±0,7
Скоростно-силовые	50	85±1,2	66±2,5	75±0,9	50±2,1*	55±0,6*

**Примечание:** значок «\*» означает P=0,001

Согласно данным табл. 1, у атлетов всех спортивных специализаций стартовые возможности вегетативной нервной системы достаточно высоки и стабильны. Амплитуда ответа на световой стимул на 22% (P=0,001) снижена в группе видов на выносливость, что связано с необходимостью экономизации энергетических расходов в течение более длительного периода. Вектор скорости был выше на 13% (P=0,001) у спортсменов из группы игровых видов спорта, что отражает их ориентированность на принятие быстрых и нестандартных решений. Степень и индекс восстановления также наиболее высо-

ки у спортсменов-игровиков и у представителей группы видов спорта на выносливость (P=0,001). У спортсменов скоростно-силовых видов спорта эти показатели на 25 и 20% (P=0,001) соответственно ниже, поскольку данные виды предполагают максимальные нервно-мышечные затраты за короткие промежутки времени при относительно медленном восстановлении энергетических затрат.

Показатели зрачковой реакции до и после физической нагрузки у высоко-тренированных спортсменов колебались в пределах средней арифметической ошибки, что говорит о стабильности

психосоматического состояния здоровья и хорошей вегетативной регуляции (табл. 2). У высококвалифицированных

атлетов, имеющих отклонение в состоянии здоровья, выявляются нарушения в различных звеньях пупиллограммы.

**Таблица 2.**

**Показатели состояния зрачковой реакции после нагрузки у высокотренированных спортсменов (у. е.  $\bar{X} \pm m$ )**

Группы спортивных специализаций	Колич. Обслед.	Стартовый индекс	Амплитуда ответа	Вектор скорости	Степень восстановления	Индекс восстановления
Игровая	12	82±2,5	65±2,8*	84±0,7*	75±1,3*	74±0,8*
Выносливость	21	86±2,1	51±2,1	75±2,2	62±2,0	74±1,3
Скоростно-силовая	50	83±2,2	64±1,8*	75±1,6	50±1,6*	54±1,2*

**Примечание:** значок «\*» означает P=0,001

У 49,5% спортсменов исследуемых групп обнаружены изменения зрачкового рефлекса. Из них 23,6% имели замедление процесса восстановления в симпатической фазе, уменьшение амплитуды ответа и стартового индекса, что говорит о снижении резервов вегетативной нервной системы.

У 12,5% спортсменов отмечены умеренная нестабильность зрачкового рефлекса, значительное снижение резервов вегетативной нервной системы, низкие стартовые возможности, плохое восстановление базальных показателей, истощение энергетических и метаболических резервов, гиперактивность, состояния стресса.

Количественная характеристика пупиллограмм в каждом конкретном случае позволяла выделить топографию поражений и оценить степень и характер патологии.

У высококвалифицированных спортсменов наблюдалось как одно-, так и двустороннее изменение диаметра зрачков. Миоз оказался более характерен для представителей игровых видов спорта. Значительный двусторонний миоз отмечался у 38,9% атлетов. У спортсменов, тренирующихся на выносливость, в 28,5% случаев имелось миотическое состояние зрачков. Остальные представители видов спорта на выносливость имели индивидуальный среднестатистический размер зрачков [4].

У спортсменов скоростно-силовых видов, наоборот, в 60 % случаев (осо-

бенно у тхэквондистов) наблюдалось мидриатическое состояние зрачков. У них диаметр зрачков превышал среднестатистическую норму на 41-94%. Мидриатический эффект у спортсменов этой группы можно отнести к спастическому варианту, который связан с активацией адренергической медиации.

При этом у 15% представителей всех групп латентное сокращение и расслабление зрачков меньше среднестатистических данных на 36-50% соответственно. Амплитуда сокращения зрачков снижена на 25%, продолжительность зрачковой реакции между серединой постоянной скорости симпатической и парасимпатической фаз на 96%, период восстановления на 68%, стартовые возможности на 25%. Соотношение активности симпатической и парасимпатической фаз варьировало, составляя 55-67% от возрастной нормы.

Вегетативная дисфункция свидетельствовала об отсутствии синхронности в работе органов и систем. У спортсменов отмечалась раздражительность, нарушение сна, снижение работоспособности, изменение со стороны желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой, иммунной систем и ЦНС. По-видимому, физическая нагрузка для этих спортсменов была чрезмерной, вызывая значительный энергодефицит, физический и биологический стресс.

У 13,5% исследуемых спортсменов имелась выраженная нестабильность

пупиллометрических показателей с торпидной реакцией и резким снижением стартового индекса, амплитуды ответа на световой раздражитель. У них констатированы существенное истощение и состояние стресса. Топическая диагностика пупиллограмм этих спортсменов иллюстрировала прогностически неблагоприятные показатели зрачкового рефлекса. Исходный диаметр зрачков зависел от степени истощения функционального состояния. У 10% спортсменов он был меньше на (45-95%) или больше (на 15-20%) возрастной нормы. Латентное сокращение и расслабление зрачков значительно удлинялось и составляло 35-194% от нормы. Амплитуда сокращения мышц и длительность сжатия зрачков соответственно уменьшалась от 45,8 и до 50,0%. Чувствительность к воздействию светового раздражителя и уровень сокращения зрачков также были меньше индивидуальной возрастной нормы от 30,0 до 167%. Соотношение критериев активности симпатической и парасимпатической фаз у части высококвалифицированных атлетов этой подгруппы было снижено на 67-154%, а у других спортсменов повышено в несколько раз, что свидетельствовало об истощении парасимпатической или симпатической ветвей нервной системы. Время зрачкового рефлекса на середине фазы постоянной скорости прохождения импульса через веточки симпатического и парасимпатического нервов значительно удлинялось от 82 до 197%.

Вышеперечисленная симптоматика иллюстрировала прогностически неблагоприятное психосоматическое и эмоциональное состояние здоровья спортсменов. Наблюдался интервегетативный «ступор», резко истощались адренергетические и холинергетические структуры. У части этих спортсменов

(4,7%) имелись признаки воздействия экзогенных токсических веществ.

Таким образом, проведенные нами исследования показали, что у спортсменов высокой квалификации имеется специфика качественных и количественных параметров зрачкового рефлекса, позволяющая диагностировать наличие патологических сдвигов не только в деятельности вегетативной нервной системы, но и головного мозга в целом.

Проведенные исследования расширяют сферу применения пупиллометрии в оценке состояния ЦНС и всего организма не только при мониторинге текущего состояния, но и позволяют оценивать применяемые реабилитационные мероприятия.

**Выводы:**

1. У высококвалифицированных спортсменов, находящихся в хорошей спортивной форме, зрачковый рефлекс соответствует среднестатистическим нормам здорового человека.

2. У высококвалифицированных спортсменов с нарушением психоэмоционального и соматического качества здоровья констатировано значительное изменение зрачкового рефлекса. Отмечено резкое снижение амплитуды сокращения зрачков, торпидный тип ответа на световой импульс, что является прогностически неблагоприятным фактором и свидетельствует об истощении ЦНС и автономной нервной системы.

3. Почти четверть обследованных (24,0%) высококвалифицированных спортсменов нуждаются в проведении лечебных мероприятий в связи с выявленной у них выраженной симптоматикой нарушения адаптации.

4. Пупиллометрия с использованием аппаратного комплекса RM — 2010 является информативным методом определения уровня тренированности и психосоматического состояния спортсменов.

#### **Примечания:**

1. Духан Ким, Макачук И.Е., Кальницкая В.Е. Физическая культура и спорт в профилактике наркомании и преступности среди молодежи. Краснодар, 2002. С. 178-180.

2. Кальницкая В.Е., Погребной А.И. Особенности пупиллограммы у наркоманов в период острой абстиненции //Актуальные вопросы физической культуры и спорта. Краснодар, 2003. Т. 6. С. 221-230.

3. Кальницкая В.Е., Погребной А.И. Бинокулярная синхронная пупиллометрия в мониторинге психосоматического здоровья наркозависимых в период острой абстиненции



---

// Актуальные вопросы физической культуры и спорта. Краснодар, 2009. Т. 11. С. 155-157.

4. Вельховер Е. С. Клиническая иридология. Москва, 1992. 431 с.

**References:**

1. Dukhan Kim, Makarchuk I.E., Kalnitskaya V.E. Physical culture and sports in the prevention of youth drug addiction and crime. Krasnodar, 2002. P. 178-180.

2. Kalnitskaya V.E., Pogrebnoy A.I. Peculiarities of drug addicts' pupillogram in the period of acute abstinence // Topical issues of physical culture and sports. Krasnodar, 2003. V. 6. P. 221-230.

3. Kalnitskaya V.E., Pogrebnoy A.I. A binocular synchronous pupillometry in the monitoring of psychosomatic health of drug addicts in the period of acute abstinence // Topical issues of physical culture and sports. Krasnodar, 2009. V. 11. P. 155-157.

4. Velkhover E.S. Clinical iridology. Moscow, 1992. 431 pp.