

## ФИЗИОЛОГИЯ

УДК 796.61;612  
DOI: 10.26456/vtbio207

### **ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРОГА АНАЭРОБНОГО ОБМЕНА (ПАНО) У ДЕТЕЙ-ВЕЛОСИПЕДИСТОВ**

**С.В. Колин**

Тверской государственной университет, Тверь

Были показаны особенности реакции кардиореспираторной системы на академические изменения. Спортсмены более высокой квалификации имеют более высокий ПАНО, что может служить оценкой качества и интенсивности тренировок на выносливость.

**Ключевые слова:** *аэробная, анаэробная нагрузка, возрастная физиология.*

**Введение.** Оценка функционального состояния спортсменов является необходимым инструментом контроля в процессе многолетней спортивной подготовки и позволяет своевременно вносить необходимые коррективы в тренировочный процесс с учётом их возрастных физиологических особенностей (Волков, 1981; Сонькин, Тамбовцева, 2011; Колин 2017).

**Методика.** В эксперименте принимали участие 10 спортсменов велосипедистов, которые были разделены на две группы: младшая – 12-13 лет с квалификацией спортсменов до 1 юношеского разряда; старшая группа 14-15 лет, имеющих разряд от 1 юношеского до 2 взрослого. Тренировочный стаж участников эксперимента – от 1,5 (младшая группа) до 2,5 лет (старшая группа).

Функциональные показатели регистрировались в состоянии покоя, а также при выполнении на велоэргометре Corival равномерной физической нагрузки умеренной мощности: 90 Вт с темпом педалирования 100 об/мин для юношей 12-13 лет, 100 Вт с темпом педалирования 105 об/мин для юношей 14-15 лет. Общее время работы – 6 минут, время восстановления – 3 минуты.

Цель исследования – определить возрастные особенности порога анаэробного обмена (ПАНО) у детей-велосипедистов.

Функциональные показатели и показатели аэробно-анаэробной производительности регистрировались в состоянии покоя, а также при выполнении на велоэргометре Corival равномерной физической нагрузки умеренной мощности: 90 Вт с темпом педалирования 100 об/мин для юношей 12-13 лет, 100 Вт с темпом педалирования

105 об/мин для юношей 14-15 лет. Общее время работы – 6 минут, время восстановления – 3 минуты, в течение которых регистрировались данные внешнего дыхания с помощью метабологафа Breeze Suite.

**Результаты и обсуждение.** Мнение, что в циклических видах спорта состояние кардиореспираторной системы несёт основную нагрузку в лимитировании работоспособности спортсменов, является основой для использования показателей дыхания и кровообращения для определения ПАНО. Выявлено, что в условиях работы в зоне аэробно-анаэробного перехода наблюдается изменение параметров внешнего дыхания, тесно связанных с метаболическими процессами в мышечной ткани. Такими параметрами являются легочная вентиляция (VE), дыхательный коэффициент ( $RER = VCO_2/VO_2$ ), объём выдыхаемого углекислого газа ( $VCO_2$ ), объём потребляемого кислорода ( $VO_2$ ).

Изменение динамики VE тесно связано с ускорением интенсивности дыхания, вызванное появлением в крови ионов  $H^+$  и освобождением  $CO_2$ , что, в свою очередь, воздействует на дыхательный центр.

Анализируя средне групповые показатели данного параметра, выявлено, что у юношей 12-13 лет данный показатель резко увеличивается к 5-6 минуте теста на велоэргометре и равен  $41,46 \pm 2,86$  л/мин. В группе юношей 14-15 лет данный показатель имеет максимальное значение на 5 минуте теста и равен  $41,66 \pm 3,36$  л/мин (рис. 1, 2).

Для оценки ПАНО по показателям вентиляции также используется отношение VE к количеству  $CO_2$  в выдыхаемом воздухе, которое достигает минимального значения в момент аэробно-анаэробного перехода, обусловленного активным разворачиванием гликолиза в рекрутированных гликолитических волокнах. В группе юношей 12-13 лет снижение значения данного показателя наблюдается к 3 минуте, а в группе юношей 14-15 лет – к 4 минуте теста на велоэргометре.

Рассматривая полученные данные, было выявлено, что эти показатели индивидуальны для каждого испытуемого и свидетельствуют об уровне развития кардиореспираторной системы. Однако, в среднем, в группе 14-15 лет показатель частоты дыхания на уровне ПАНО во время теста оказался на 16% ниже, чем у велосипедистов 12-13 лет и составил, соответственно, 25 циклов и 29 циклов/минуту.

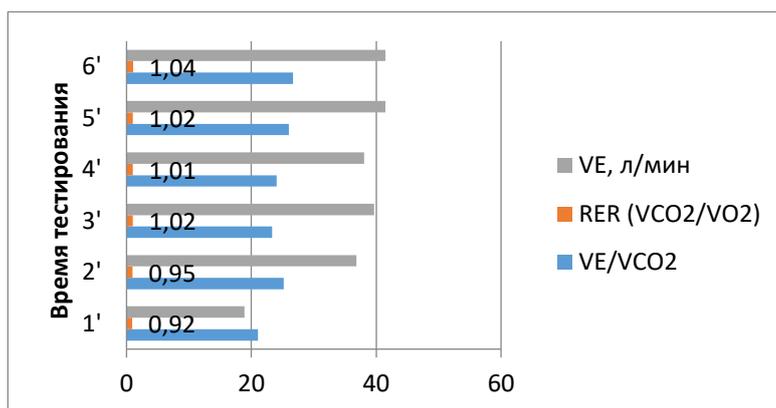


Рис. 1. Динамика изменения показателей внешнего дыхания во время теста на велоэргометре у юношей 12-13 лет

Дополнительным критерием изменения характера метаболических процессов является достижение дыхательного коэффициента значений от 0,9-1.

Величина дыхательного коэффициента (RER) существенно увеличивается при включении анаэробно-гликолитического источника энергии. Данные, полученные в ходе теста, чётко отражают данный постулат, так, в обеих группах величина дыхательного коэффициента возрастает к 3 минуте работы на велоэргометре и показывает точку аэробно-анаэробного перехода – величина параметра больше единицы (рис. 1, 2).

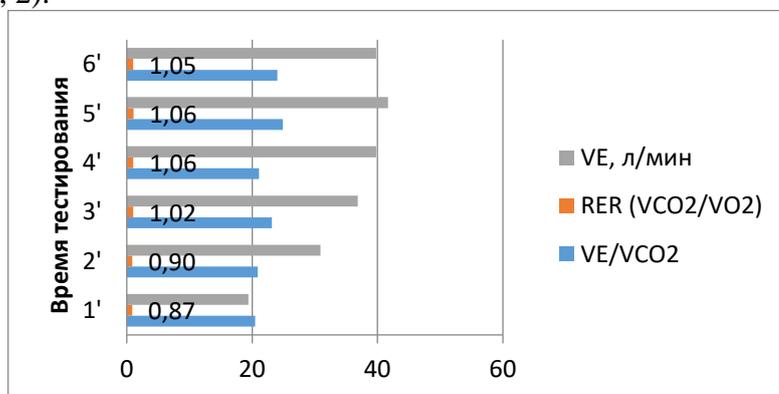


Рис. 2. Динамика изменения показателей внешнего дыхания во время теста на велоэргометре у юношей 14-15 лет

В обеих группах во время работы величина дыхательного коэффициента сохраняется примерно на одном уровне. Однако, в состоянии покоя среднее групповое значение данного показателя у юношей 12-13 лет равно  $0,81 \pm 0,03$ , а в группе юношей 14-15 лет –

0,87±0,04, что на 7,4% больше, чем в предыдущей группе. Однако, исходный уровень дыхательного коэффициента изначально был ниже в группе юношей 12-13 лет, и, соответственно, его прирост к максимальному значению составил 28,4%, в то время как в группе юношей 14-15 лет – 21,8%. Данные показатели косвенно говорят о большем участии анаэробного гликолиза в младшей группе (Волков и др., 2000).

Важным для оценки уровня физического развития и эффективности тренировок в видах спорта на выносливость является анализ соотношения показателей энергообеспечивающих систем при ПАНО и МПК. Как известно из литературных источников, у тренированных спортсменов ПАНО возникает при 80-90% от МПК. В ходе проведённого эксперимента было зафиксированы следующие значения: у юношей 12-13 лет ПАНО возник при 78% от МПК, а у юношей 14-15 лет – при 83% от МПК. Это также свидетельствует о более высоком уровне подготовки спортсменов старшей группы, в результате чего они способны в течение более длительного времени поддерживать более высокую среднюю скорость.

**Заключение.** Анализ полученных результатов показывает, что уровень ПАНО характеризует состояние организма, которое можно обозначить как аэробно-анаэробный переход. Используемые для регистрации ПАНО показатели метаболических процессов характеризуют реакцию кардиореспираторной системы на переход от аэробного энергообеспечения к нарастанию доли анаэробных процессов, связанных с рекрутированием волокон мышц с различным метаболическим профилем. Он показывает особенности реакции кардиореспираторной системы на ацидемические изменения. Как было показано в ходе работы, спортсмены более высокой квалификации имеют более высокий ПАНО, что может служить оценкой качества и интенсивности тренировок на выносливость.

#### **Список литературы**

- Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н.* 2000. Биохимия мышечной деятельности. Киев: Олимпийская литература. 503 с.
- Волков Л.В.* 2002. Теория и методика детского и юношеского спорта. Киев: Олимпийская литература. 295 с.
- Волков Л.В.* 1981. Физические особенности детей и подростков. Киев: Здоров'я. С. 21-26.
- Комин С.В.* 2017. Особенности показателей внешнего дыхания у спортсменов циклических видов спорта // Вестн. ТвГУ. Сер.: Биология и экология. № 2. с С. 49-54.
- Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В.* 2011. Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ». 322 с.

## **AGE-RELATED FEATURES OF THE ANAEROBIC EXCHANGE THRESHOLD (ANET) IN CYCLIST CHILDREN**

**S.V. Komin**

Tver Stste University, Tver

The paper demonstrates the cardio-respiratory system response to academic changes. Athletes of higher qualifications have a higher threshold of anaerobic metabolism, which can assess the quality and intensity of endurance training.

**Keywords:** *aerobic, anaerobic load, age physiology.*

### *Об авторе:*

КОМИН Сергей Владимирович – доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой теоретических основ физического воспитания, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170000, Тверь, ул. Желябова, 33; e-mail: Komin.SV@tversu.ru.

Комин С.В. Возрастные особенности порога анаэробного обмена (ПАНО) у детей-велосипедистов / С.В. Комин // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2021. № 3(63). С. 7-11.