

Д.С. Сасим, А.Е. Кулаковская

**ВЗАИМОСВЯЗЬ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ
И ВАРИАБИЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА У ФИЗИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ЛИЦ**

Научные руководители: д-р мед. наук, проф. Э.А. Доценко, А.Л. Захаревич

Кафедра пропедевтики внутренних болезней

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

РНПЦ спорта, г. Минск

D.S. Sasim, A.E. Kulakovskaya

**RELATIONSHIP OF CARDIO-RESPIRATORY ENDURANCE
AND VARIABILITY OF HEART RHYTHM IN PHYSICALLY ACTIVE PERSONS**

Tutors: professor E.A. Docenko, A.L. Zakharevich

Department of Propaedeutics of Internal Diseases

Belarusian State Medical University, Minsk

RSPC of Sport, Minsk

Резюме. Кардиореспираторная система наиболее чутко отражает общее функциональное состояние организма, определяет его физическую работоспособность. От её деятельности во многом зависят физическая и умственная работоспособность организма. По характеру адаптационных сдвигов, происходящих в ней в покое (долговременная адаптация) и при физических нагрузках (срочная адаптация), судят о состоянии всего организма в целом.

Ключевые слова: кардиореспираторная система, вариабельность сердечного ритма.

Resume. Cardiorespiratory system most closely reflects the general functional state of the body, determines its physical performance. The physical and mental functioning of the body depends largely on its activities. By the nature of adaptation shifts occurring in it at rest (long-term adaptation) and with physical exertion (urgent adaptation), judge the state of the entire organism as a whole.

Keywords: cardiorespiratory system, heart rate variability.

Актуальность. Регулярные физические нагрузки умеренной интенсивности и аэробной направленности ассоциированы со снижением смертности от всех причин и являются значимым компонентом программ реабилитации различных хронических неинфекционных заболеваний [1]. Однако результаты исследований, в рамках гипотезы о «парадоксе физической активности», подтверждают возможность возникновения потенциальной дезадаптации сердечно-сосудистой системы в результате тренировочных программ с большим объемом и высокой интенсивностью физических нагрузок. Изучение показателей вариабельности ритма сердца (ВРС) и аэробных возможностей организма необходимо для оценки переносимости нагрузок и направлено на профилактику развития предпатологических и патологических состояний у физически активных лиц [2].

Цель: выявить особенности показателей спирометрии спортсменов в зависимости от направленности тренировочных нагрузок, изучить взаимосвязь показателей вариабельности сердечного ритма и кардиореспираторной выносливости спортсменов циклических и игровых видов спорта. Обосновать важность полученных результатов через призму реабилитационных мероприятий у пациентов кардиопульмонального профиля.

Задачи:

1. Разделить спортсменов на две разные группы по профилю нагрузки (как итог – на спортсменов циклических и игровых видов спорта).
2. Оценить показатели кардиореспираторной системы и их взаимосвязь в разных группах.
3. Проиллюстрировать значимость дифференцировки оценки показателей кардиопульмональной системы в зависимости от вида спорта с целью улучшения данных показателей и предупреждения перетренированности («парадокса физической активности»)
4. Продемонстрировать значимость исследования в контексте медицинской реабилитации.

Материалы и методы. Ретроспективное поперечное исследование 213 атлетов в возрасте от 18 до 29 лет было проведено в группах «циклические виды спорта» (ЦВ) – 100 человек (47 %) и «игровые виды спорта» (ИВ) – 113 человек (57 %). Ступенчатая спирометрия (СВЭП) с оценкой пиковых показателей, динамики прироста и восстановления ЧСС выполнена у всех спортсменов. Сравнительный анализ проведен по следующим параметрам: коэффициент работоспособности (КР, Вт/кг), потребление кислорода (VO_2 пик, мл/мин и мл/кг/мин), кислородный пульс (КП_{пик}, мл/уд), максимальная вентиляция легких (МВЛ, л/мин), индекс хронотропного ответа (ИХ, %), ЧСС максимальная (ЧСС_{пик}, уд/мин). Проводился анализ 5-минутных интервалов записи ЭКГ согласно международным стандартам измерений и физиологической интерпретации ВСП. Статистическая обработка данных была выполнена в программе пакетов Excel, STATISTICA (версия 10.0, StatSoft.Inc). Все спортсмены дали письменное информированное согласие на проведение исследования.

Результаты и их обсуждение. Сравнительный анализ продемонстрировал статистически достоверные различия показателей кардиопульмонального ответа на дозированную физическую нагрузку между исследуемыми группами.

Практически все оцениваемые показатели СВЭП достоверно выше в группе циклических видов спорта.

Максимальный кислородный пульс в обеих группах выше чем средняя величина для людей данной возрастной категории (КП_{пик} – 24,02 (22,19;25,63) и 23,01 (19,67;24,96) мл/уд;), что подтверждает благоприятное воздействие обеих групп видов спорта на резервы гемокардиореспираторной системы, при этом в группе циклических видов спорта данный показатель статистически значимо больше, чем в игровых видах спорта, что иллюстрирует более высокий уровень адаптации к нагрузкам данной группы спортсменов.

Коэффициент работоспособности, отражающий мощность, развиваемую на килограмм массы тела, был выше у циклических спортсменов - 4,50 Вт/кг против 3,84 Вт/кг у игровых, что указывает на более высокую физическую работоспособность и выносливость.

Максимальная вентиляция лёгких у циклических спортсменов была на 24,6% выше - 145,85 л/мин против 117,0 л/мин у игровых, что указывает на лучшую аэробную подготовку, выносливость и более развитую респираторную систему в

целом. у спортсменов циклических видов пиковое потребление кислорода составило 56,36 мл/кг/мин (49,14;62,60), тогда как у представителей игровых видов этот показатель был значительно ниже - 48,42 мл/кг/мин (41,98;54,15)

То есть, циклические спортсмены обладают более высоким аэробным потенциалом, что логично, учитывая длительный и монотонный характер их тренировок.

Интересно отметить, что показатель $\Delta VO_2/\Delta WR$ - отражающий эффективность использования кислорода относительно выполненной работы - статистически значимых различий между группами не выявил: 10,67 мл/мин/Вт у циклических и 10,61 мл/мин/Вт у игровых спортсменов. Это указывает на то, что несмотря на разницу в максимальных показателях, оба типа спортсменов демонстрируют схожую эффективность преобразования нагрузки в аэробную работу. Максимальная частота сердечных сокращений также была выше у циклических атлетов - 186 уд/мин против 175 уд/мин у игровых. Индекс хронотропного ответа, который отражает адекватность изменения ЧСС в ответ на нагрузку, у циклических спортсменов составил 87,62%, в то время как у игровых - 80,17%. Данные отличия свидетельствуют о более эффективной регуляции сердечного ритма у первых, также это указывает на «лучшую» способность сердца адаптироваться к высоким нагрузкам у группы «цикликов».

Таким образом, спортсмены группы ЦВ выполнили больший объем работы, чем представители ИВ и продемонстрировали достоверно высокие показатели $VO_{2\text{ пик}}$, КР, КП, ИХ, МВЛ, ЧСС_{пик}. Эти показатели свидетельствуют о более выраженной кардиореспираторной адаптации к длительным аэробным нагрузкам у представителей циклических дисциплин. При этом показатель $\Delta VO_2/\Delta WR$, отражающий уровень аэробной работоспособности и подготовленности спортсменов не имел достоверных отличий и составил 10,67 (9,68;11,53) и 10,61 (9,49;11,81) мл/мин/Вт в группе ЦВ и ИВ соответственно.

Что касается вариабельности сердечного ритма (меры колебаний интервалов времени между последовательными ударами сердца), то отмечено следующее: у большинства спортсменов преобладает третья группа (высокий уровень) вариабельности ритма сердца (с высокой активностью парасимпатического отдела и низкой активностью симпатического), что считается оптимальным состоянием для адаптации к тренировочным нагрузкам.

Следует понимать, что **большая** вариабельность сердечного ритма считается **лучшей** по сравнению с меньшей, поскольку она отражает более гибкую и адаптивную нервную систему. Это можно объяснить на следующих примерах.

Здоровье сердечно-сосудистой системы: высокая ВСР связана с хорошей функцией сердечно-сосудистой системы. Она говорит о том, что сердце хорошо реагирует на различные стимулы и нагрузки, быстро адаптируясь к изменяющимся потребностям организма.

Адаптивность к стрессу: большая ВСР означает, что организм лучше адаптируется к стрессу. Он способен быстро переключаться между симпатической ("бей или беги") и парасимпатической ("отдыхай и переваривай") нервными

системами. Низкая ВСР может указывать на преобладание симпатической активности, что связано с хроническим стрессом и повышенным риском заболеваний.

Здоровье нервной системы: ВСР отражает баланс между симпатической и парасимпатической нервной системой. Высокая ВСР означает, что вегетативная нервная система работает хорошо, а организм эффективно регулирует свои функции.

Восстановление: высокая ВСР способствует лучшему восстановлению после физических нагрузок и стресса. Организм способен быстрее вернуться в состояние покоя и восстановить свои ресурсы. **Снижение риска заболеваний:** Исследования показали, что низкая ВСР связана с повышенным риском развития сердечно-сосудистых заболеваний, диабета, тревожности, депрессии и других заболеваний.

Всё вышеперечисленное подтверждает тот факт, что регулярные занятия спортом способствуют более высокой адаптивности к стрессу, что является весомым преимуществом людей, занимающихся спортом, над теми, кто игнорирует физическую активность, так как современная картина мира диктует такую ситуацию, что ежедневно нам приходится сталкиваться с того или иного рода стрессами. Поэтому умение с этими стрессами справляться является важной характеристикой организма.

Почти по всем параметрам ВСР статистически значимых различий не выявлено. Лишь в группе ЦВ значение RR_{min} составило 816,00 (729,00;921,00) мс, в группе ИВ – 871,50 (771,00;937,00) мс ($p<0,05$).

Таким образом, виды спорта из обеих групп положительно влияют на величину ВСР, что повышает диапазон выбора у пациентов вида спорта в реабилитационном и постреабилитационном периоде с целью повышения адаптивных возможностей организма.

В заключение отметим, ВСР является перспективным показателем для оценки как у спортсменов, так и у пациентов в реабилитационный и постреабилитационный периоды, так как высокие значения данного показателя указывают на преобладание автономного механизма регуляции КРС над центральным и преобладанием активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы над симпатическим, что свидетельствует о более высоких адаптационных возможностях (адаптивность к стрессу, здоровье сердечно-сосудистой системы, здоровье нервной системы, лучшее восстановление, снижение риска заболеваний) у людей с высоким уровнем ВСР.

Выводы:

1. Различные виды спорта, относящиеся к разным группам по профилю нагрузки (в нашем исследовании циклические и игровые), влияют на показатели резервов кардиореспираторной системы по-разному. Изменение какого-либо показателя в одной группе является критическим фактором и показателем перетренированности или наоборот недостаточности нагрузок, в то время как в другой группе изменение данного показателя не имеет значимых последствий для достижения желаемого спортивного результата, что подтверждает важность дифференцировки результатов при оценке показателей у разных групп спортсменов.

2. Дифференциальная оценка результатов тестирования способствует достижению спортсменами высоких спортивных результатов и, что более важно для

профилактики внутренних болезней, сможет свести к минимуму так называемый «парадокс физической активности»

3. Показатели ВСР и СВЭП являются надежным диагностическим инструментом в оценке функционального состояния физически активных лиц. Их интеграция в практику спортивной медицины позволит не только повысить точность диагностики и мониторинга, но и оптимизировать тренировочный процесс с учётом индивидуальных и видоспецифических особенностей, снижая риск перетренированности и улучшая спортивные результаты.

4. Вариабельность сердечного ритма высокая в обеих группах, что иллюстрирует высокие адаптационные возможности у людей, занимающихся любым видом спорта из представленных групп

5. Спортсмены циклических видов спорта продемонстрировали наиболее высокие аэробные возможности при меньшей «физиологической цене» выполненной работы.

6. Игровые спортсмены, в свою очередь, адаптированы к переменным нагрузкам, что отражается в их кардиореспираторных показателях.

7. Исходя из особенностей показателей КРС, выявленных у цикликов и игровиков, по нашему мнению в реабилитационный и постреабилитационный период лучше заниматься видами спорта с циклической нагрузкой, так как данные виды спорта характеризуются более выраженной кардиореспираторной адаптацией, что благоприятно сказывается на дальнейшем здоровье КРС, однако данная гипотеза требует дальнейших исследований

Литература

1. Григорьев А. А. Анализ взаимосвязи между физической активностью и вариабельностью сердечного ритма у молодежи. Научный вестник Московского государственного университета физической культуры. 2019; 2: 23-29.
2. Алексеев А. В. Влияние физической активности на вариабельность сердечного ритма у студентов. Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. 2020; 6:12-16.
3. Баранов А. А. Кардиореспираторная выносливость и ее связь с показателями вариабельности сердечного ритма у спортсменов. Спорт и здоровье. 2021; 3: 45-50.
4. Шевченко И.В. Адаптация сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам: влияние на вариабельность ритма сердца. Научные исследования в спорте. 2022; 8: 50-55.