

## **ХРОНИЧЕСКАЯ ИШЕМИЧЕСКАЯ БОЛЕЗНЬ СЕРДЦА**

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2014

УДК 612.273.1.001.126

### **Определение пикового потребления кислорода: клиническое использование и перспективы**

*Н.Н. Колоскова, К.В. Шаталов, Л.А. Бокерия*

ФГБУ «Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» (директор – академик РАН и РАМН Л.А. Бокерия) РАМН, Рублевское шоссе, 135, Москва, 121552, Российская Федерация

Колоскова Надежда Николаевна, мл. научн. сотр., кардиолог;

Шаталов Константин Валентинович, доктор мед. наук, профессор, заведующий отделением;

e-mail: shatalovk@mail.ru;

Бокерия Лео Антонович, академик РАН и РАМН, директор ФГБУ «НЦССХ им. А.Н. Бакулева» РАМН

Сегодня кардиореспираторный нагрузочный тест (КРНТ) нашел широкое применение в клинической практике, а показания для его использования значительно расширились. В обзоре продемонстрированы области применения КРНТ в клинике и перспективы метода.

*Ключевые слова:* кардиореспираторный нагрузочный тест; пиковое потребление кислорода; врожденные пороки сердца; приобретенные пороки сердца; легочная гипертензия.

### **Measurement of maximal oxygen uptake: clinical applications and prospects**

*N.N. Koloskova, K.V. Shatalov, L.A. Bockeria*

A.N. Bakoulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery of Russian Academy of Medical Sciences; Rublevskoe shosse, 135, Moscow, 121552, Russian Federation

Koloskova Nadezhda Nikolaevna, Junior Research Associate, Cardiologist;

Shatalov Konstantin Valentinovich, MD, DM, Professor, Chief of Department; e-mail: shatalovk@mail.ru;

Bockeria Leo Antonovich, Academician of Russian Academy of Sciences and Russian Academy of Medical Sciences, Director of A.N. Bakoulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery of Russian Academy of Medical Sciences

Today the cardiopulmonary exercise testing (CPET) found broad application in clinical practice, and indications for its application considerably extended. In the review we want to show CPET scopes in clinic and method prospects.

*Key words:* cardiopulmonary exercise testing; peak  $VO_2$ ; congenital heart disease; acquired heart disease; pulmonary hypertension.

---

В настоящее время кардиореспираторный нагрузочный тест (КРНТ) широко используется у пациентов с хронической сердечной недостаточностью (ХСН), а показатель пикового потребления кислорода служит хорошим прогностическим маркером повторных госпитализаций и смертно-

сти среди данной группы пациентов. В последние годы в литературе стали появляться сообщения о проведении КРНТ в различных областях медицины для оценки состояния кардиореспираторной системы в качестве дифференциальной диагностики, для контроля проводимой медикамен-

## Данные крупных рандомизированных исследований

Исследование	Пиковое потребление кислорода	Первичная/конечная точка оценки
PATH-CHF	Менее 18 мл/кг/мин	VO <sub>2</sub> max (+1,3)
PATH-CHF II	Менее 18 мл/кг/мин	VO <sub>2</sub> max (+1,3 – все; +2,3 QRS более 150 мс)
MUSTIC	–	VO <sub>2</sub> max (+1,2)
MUSTIC AF	–	VO <sub>2</sub> max (+1,4)
MIRACLE/MIRACLE-ICD	–	VO <sub>2</sub> max (+1,1)
CONTAK-CD	–	VO <sub>2</sub> max (+1,8) III ФК по NYHA
INSYNC/INSYNC-ICD	–	VO <sub>2</sub> max (+0,6)
COMPANION	–	VO <sub>2</sub> max (+1,4)

тозной терапии и оценки прогноза заболевания. Основы физиологии, методика тестирования и интерпретации результатов КРПТ были подробно изложены нами в предыдущей работе [1].

#### Определение пикового потребления кислорода у пациентов, нуждающихся в ресинхронизирующей терапии

На сегодняшний день имеется ограниченное количество данных о проведении теста для определения пикового потребления кислорода (пикVO<sub>2</sub>) у пациентов после имплантации ресинхронизирующих устройств. PATH-CHF стало первым рандомизированным исследованием, где конечной точкой оценки эффективности проводимой терапии явилось определение пикового потребления кислорода. В исследовании были включены пациенты с ХСН, имевшие III ФК по NYHA, с длительностью комплекса QRS более 120 мс, конечным диастолическим размером ЛЖ более 60 мм и пиковым потреблением кислорода менее 18 мл/кг/мин. Пиковое потребление кислорода оценивалось в качестве первичной конечной точки. Повторное определение пикVO<sub>2</sub> выполнялось через месяц после имплантации ресинхронизирующего устройства. Было выявлено, что этот показатель увеличился на 1,3 мл/кг/мин [2]. В следующем рандомизированном исследовании PATH-CHF II сравнивались две группы пациентов с ХСН после имплантации ресинхронизирующего устройства.

В первую группу вошли пациенты с продолжительностью комплекса QRS на ЭКГ от 120 до 150 мс, во второй группе этот показатель превышал 150 мс. В качестве первичной конечной точки также использовался показатель пикового потребления кислорода. В исследовании была продемонстрирована прямая корреляция между исходной шириной QRS-комплекса и приростом пикVO<sub>2</sub> через 3 мес после операции.

В дальнейшем был проведен еще ряд крупных рандомизированных исследований, где конечной точкой эффективности ресинхронизирующей терапии также служил показатель пикового потребления кислорода в раннем и отдаленном послеоперационном периоде (см. таблицу).

В работе S. Arora et al. были проанализированы данные 76 пациентов с ХСН, нуждающихся в проведении ресинхронизирующей терапии (PCT). Кардиореспираторный нагрузочный тест проводился в первые дни, через 6 и 12 мес после имплантации РС-устройств. Было выявлено, что показатель пикVO<sub>2</sub> в среднем увеличился с 11,0±2,5 до 12,0±4,1 и 12,2±3,5 мл/кг/мин через 6 и 12 мес соответственно. Пациенты с исходным показателем пикVO<sub>2</sub> менее 40% от прогностических значений имели наименьший эффект от проводимой ресинхронизирующей терапии через 6 и 12 мес [3].

Н.Н. Колоскова и соавт. в своем исследовании оценили показатель пикового потребления кислорода в качестве маркера

при прогнозировании эффективности проводимой ресинхронизирующей терапии у пациентов с хронической сердечной недостаточностью [4]. Исследование было выполнено у 22 пациентов с ХСН, развившейся на фоне дилатационной кардиомиопатии – в 84,2%, ишемической кардиомиопатии – в 15,8% случаев. Оценку пикVO<sub>2</sub> проводили до операции, в раннем послеоперационном периоде, а также через 1 и 6 мес после начала ресинхронизирующей терапии. Исходно показатель пикVO<sub>2</sub> в среднем составил 11,3±3,4 мл/кг/мин. Через 1 и 6 мес у 14 пациентов отмечался достоверно значимый прирост пикVO<sub>2</sub> ≥2 мл/кг/мин, что также сопровождалось улучшением клинической симптоматики у пациентов и снижением в сыворотке крови уровня предсердного натрийуретического пептида. У 8 пациентов не отмечено прироста пикVO<sub>2</sub>, этот показатель напрямую коррелировал с низкими показателями фракции выброса левого желудочка и сохраня-

ющимся высоким уровнем натрийуретического пептида. Пациенты исходно имели более низкие показатели пикового потребления кислорода (менее 10 мл/кг/мин), эти больные были поставлены в «лист ожидания» на трансплантацию сердца. Таким образом, авторы показали, что сердечная ресинхронизирующая терапия была эффективнее у пациентов с более высокими исходными значениями пикVO<sub>2</sub>, этот показатель коррелировал с фракцией выброса левого желудочка, что графически представлено на рисунках 1 и 2. Показатель пикового потребления кислорода может служить одним из маркеров при отборе пациентов для проведения РСТ [4].

Сегодня определение уровня пикового потребления кислорода является желательным тестом у пациентов, нуждающихся в проведении ресинхронизирующей терапии и служит надежным показателем при оценке эффективности проводимого лечения в отдаленном периоде [5].

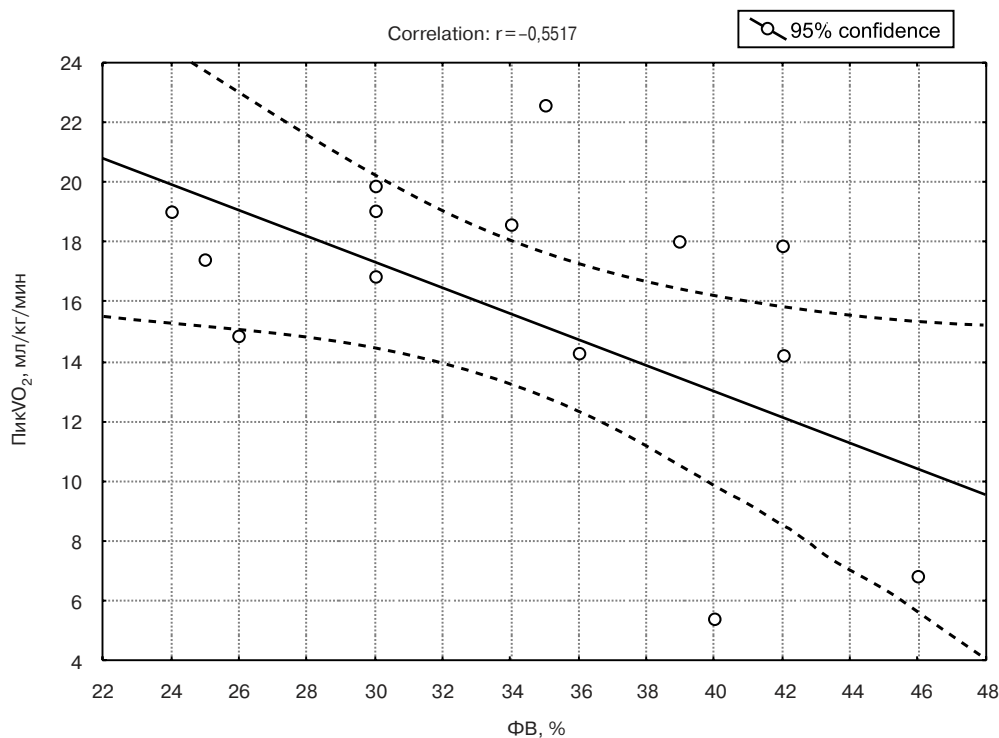


Рис. 1. Корреляция пикVO<sub>2</sub> и ФВ ЛЖ у пациентов после имплантации РС-устройств

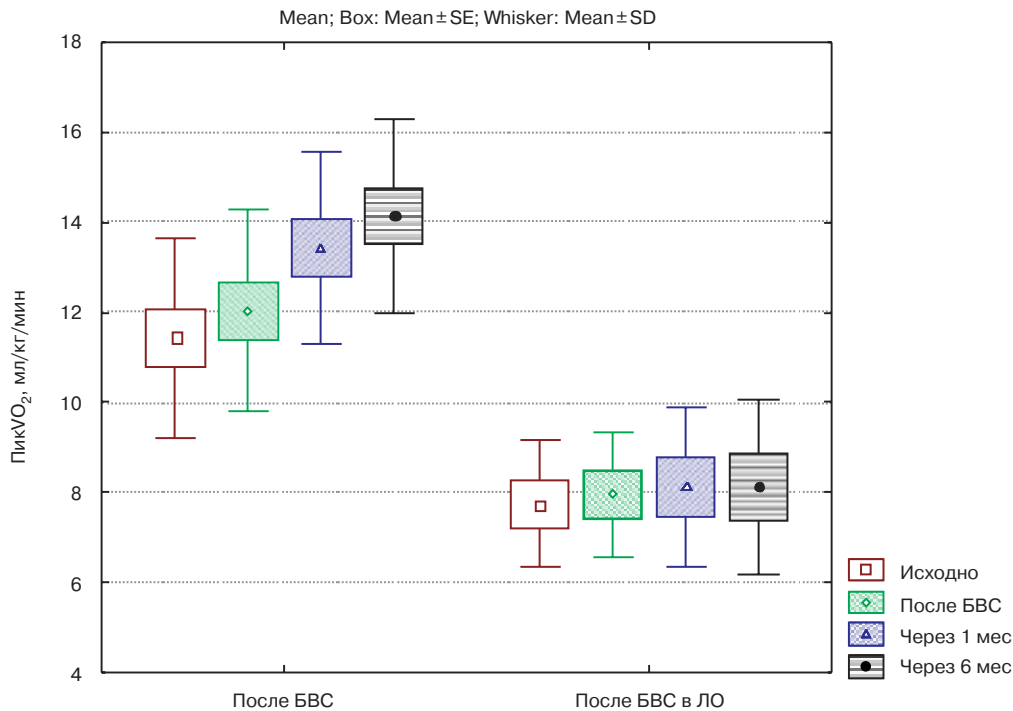


Рис. 2. Динамика пик $VO_2$  до и после имплантации РС-устройств: БВС – ресинхронизирующая терапия; ЛО – «лист ожидания»

### КРНТ у пациентов с врожденными и приобретенными пороками сердца

На сегодняшний день нет четких доказательств прогностической значимости данных, полученных во время КРНТ у пациентов с врожденными пороками сердца (ВПС), приобретенными пороками сердца (ППС) или гипертрофической кардиомиопатией (ГКМП). Однако проводимые в настоящее время исследования дают возможность предположить о потенциальной клинической значимости КРНТ у этих больных.

**КРНТ у пациентов с ВПС.** Сегодня большинство пациентов с ВПС, перенесших радикальное или паллиативное вмешательство на сердце в раннем детском возрасте, имеют хорошие отдаленные результаты и доживают до юношеских лет. Хотя большинство пациентов ведут активный образ жизни, снижение уровня пикового потребления кислорода может быть пер-

вым признаком развития скрытой сердечной недостаточности.

В свою работу P. Fredriksen et al. включили пациентов в отдаленном периоде после хирургической коррекции ВПС. Все больные были разделены на шесть групп в зависимости от патологии и перенесенного ранее оперативного вмешательства, а именно: коррекция дефекта межпредсердной перегородки ( $n=93$ ), операция Мастерда ( $n=84$ ), операция Swich ( $n=41$ ), радикальная коррекция тетрады Фалло ( $n=168$ ), коррекция аномалии Эбштейна ( $n=37$ ), модифицированная процедура Фонтена ( $n=52$ ). Авторы сравнили данные, полученные во время КРНТ у оперированных ранее больных, с показателями здоровых добровольцев и выявили, что у всех пациентов независимо от типа перенесенного ранее хирургического вмешательства имелось умеренное снижение показателей пикового потребления кислорода [6].

R. Inuzuka et al. в своем исследовании проанализировали результаты КРНТ у 1375 пациентов с врожденными пороками сердца. Средний возраст больных составил  $33 \pm 13$  лет. Целью исследования была оценка прогностического значения таких показателей, как пиковое потребление кислорода, отношение вентиляционного эквивалента по кислороду ( $VE/VO_2$ ) и резерва частоты сердечных сокращений в качестве предиктора выживаемости у больных с ВПС. Период наблюдения составил 10 лет. Авторы определили, что наименее благоприятный прогноз выживаемости был у больных с более низкими показателями пикового потребления кислорода и резервом частоты сердечных сокращений независимо от типа ВПС. Также было выявлено, что высокое отношение вентиляционного эквивалента по кислороду было связано с повышенным риском летальности в группе пациентов, страдающих нецианотическими ВПС, и не имело прогностического значения у пациентов с цианотическими пороками сердца [7].

В своих работах A. Giardini et al. и J. Meadows et al. отметили достоверное увеличение показателя  $пикVO_2$  и уменьшение отношения вентиляционного эквивалента по углекислому газу ( $VE/VCO_2$ ) у пациентов, ранее перенесших оперативное лечение дефекта межпредсердной перегородки или операцию Фонтена [8, 9].

**КРНТ у пациентов с ППС.** На сегодняшний день в литературе имеются данные о более низком пиковом потреблении кислорода у пациентов со стенозом митрального клапана.

В своем исследовании S.U. Dayi et al. изучали динамику показателей, полученных при проведении КРНТ у пациентов с митральным стенозом, нуждавшихся в хирургическом лечении. В исследование были включены 29 пациентов с митральным стенозом, из них 19 больным выполнена баллонная ангиопластика митрального клапана (БАПМК), остальные 10 пациентов составили контрольную группу. Всем

пациентам, нуждавшимся в хирургическом вмешательстве, кардиореспираторный нагрузочный тест проводили за 24 ч перед БАПМК и на 5-е сут после хирургического вмешательства. Авторы показали, что уже в раннем послеоперационном периоде у пациентов, подвергшихся БАПМК, достоверно увеличивалась толерантность к физической нагрузке, показатели анаэробного порога и пикового потребления кислорода [10].

P. Omedè et al. проанализировали данные КРНТ у пациентов с умеренным и выраженным митральным стенозом, а также несоответствием клинической картины заболевания эхокардиографическим данным. Целью исследования было оценить роль КРНТ у данной категории больных, а также определить количество выделяемого оксида азота в покое и при максимальной физической нагрузке. В исследование были включены 43 пациента. Все пациенты разделены на две группы: в 1-ю группу вошли больные с показателями  $пикVO_2$  менее 75% от прогностических значений, во 2-й группе этот показатель превышал 75%. Концентрация оксида азота во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе была рассчитана при помощи газового анализатора. Авторы показали, что КРНТ с определением анаэробного порога и  $пикVO_2$  позволяет проводить неинвазивную оценку тяжести состояния пациентов, имеющих несоответствие эхокардиографических данных и клинических симптомов заболевания [11].

A. Dhoble et al. определяли показатель пикового потребления кислорода в качестве прогностического маркера выживаемости у пациентов с критическим аортальным стенозом ( $d \leq 1,5 \text{ см}^2$ ). В плане дообследования всем пациентам был проведен КРНТ для определения  $пикVO_2$ . Было выявлено, что у 54% пациентов этот показатель составил <80% от прогностически нормальных значений. За период наблюдения ( $5 \pm 4$  года) из 155 больных умер 41, 72 больным выполнена операция протезирования

аортального клапана. Авторы выявили, что показатель пик $\text{VO}_2$  независимо связан с лучшим выживанием как у пациентов, подвергшихся хирургическому вмешательству, так и у не оперированных больных [12].

В 2014 г. L. Tan et al. опубликовали предварительные результаты своего исследования, которое включало 21 пациента с критическим стенозом аортального клапана и отсутствием клинических проявлений заболевания. Целью исследования было оценить степень миокардиальной дисфункции при помощи КРНТ и измерения параметров гемодинамики. У 95% пациентов показатели пик $\text{VO}_2$  были сопоставимы с таковыми у здоровых добровольцев. Однако у 24% пациентов было выявлено достоверно значимое снижение сердечного выброса и пик $\text{VO}_2$  по сравнению с контрольной группой. Таким образом, авторы сделали вывод, что при оценке тяжести миокардиальной дисфункции и решении вопроса о необходимости оперативного лечения нужна комплексная оценка показателей КРНТ и параметров гемодинамики у данной категории больных [13].

**КРНТ у пациентов с гипертрофической кардиомиопатией.** До недавнего времени диагноз гипертрофической кардиомиопатии являлся противопоказанием для проведения КРНТ.

S. Coats et al. проанализировали данные 1898 пациентов (средний возраст составил  $47 \pm 15$  лет) с ГКМП, в протокол обследования было включено кардиореспираторное нагрузочное тестирование. Период наблюдения составил  $5,8 \pm 4$  года. За время наблюдения летальность или необходимость выполнения трансплантации сердца составила 9,4% (178 больных). Авторы показали, что пик $\text{VO}_2$ , отношение  $\text{VE}/\text{VCO}_2$  и анаэробный порог имели прогностическое значение для выживаемости у этих больных, а также определения показаний для постановки в «лист ожидания» на трансплантацию сердца [14].

F. Azarbal et al. сравнили пациентов с гипертрофической кардиомиопатией

и пароксизмальной формой фибрилляции предсердий в анамнезе с больными ГКМП без сопутствующих нарушений ритма и показали, что пациенты с фибрилляцией предсердий имели более низкую толерантность к физическим нагрузкам, а также более низкие значения пик $\text{VO}_2$  ( $21,9 \pm 9,2$  против  $26,9 \pm 10,8$  мл/кг/мин,  $p=0,02$ ). Важно отметить, что во время проведения КРНТ у всех пациентов на электрокардиограмме регистрировался синусовый ритм [15].

Таким образом, кардиопульмональный нагрузочный тест позволяет получить наиболее полную информацию о тяжести состояния у пациентов с такими заболеваниями сердца, как ВПС, ППС и гипертрофическая кардиомиопатия, а также прогнозировать эффективность хирургического вмешательства и выживаемость среди данной группы пациентов [16,17].

#### **КРНТ у пациентов с легочной гипертензией**

В настоящее время возрастает интерес к применению КРНТ для оценки тяжести, прогноза заболевания и оценки эффективности проводимого лечения у пациентов с легочной гипертензией различной этиологии.

**КРНТ у пациентов с тромбоэмболией легочной артерии.** Z.H. Zhao et al. провели обследование 116 пациентов; план обследования включал КРНТ и определение уровня предшественника мозгового натрийуретического пептида (проНУП). Пациенты были разделены на три группы: 1-я группа включала больных с легочной гипертензией (ЛГ) вследствие хронической тромбоэмболии легочной артерии (ТЭЛА) ( $n=44$ ), во 2-ю группу входили 24 пациента с хронической ТЭЛА, но без сопутствующей ЛГ, 3-ю группу составили 48 пациентов, не имеющих в анамнезе ЛГ и/или ТЭЛА. Авторы показали, что пиковое потребление кислорода, процент предсказанного пикового потребления кислорода (% пик $\text{VO}_2$ ), анаэробный порог

и кислородный пульс в 1-й группе были достоверно ниже по сравнению со 2-й и 3-й группами. Показатель отношения объема мертвого пространства к дыхательному объему легких у пациентов 1-й и 2-й групп был выше, чем в контрольной группе ( $p < 0,05$ ). Также было выявлено, что показатели концентрации проНУП в сыворотке крови обратно пропорционально коррелировали с конечным диастолическим размером правого желудочка и пиковым потреблением кислорода. На основании полученных данных авторы сделали вывод, что проведение КРНТ у больных с ТЭЛА в сочетании с ЛГ служит объективным и безопасным методом неинвазивной диагностики при оценке экстрапульмональной функции легких, помогает определить тяжесть состояния и прогноз у данной группы пациентов [18].

**КРНТ у пациентов с идиопатической легочной гипертензией.** В своей работе X. Tap et al. провели обследование 32 пациентов с идиопатической легочной гипертензией (ИЛГ). Всем пациентам выполнялся КРНТ, оценивалась функция внешнего дыхания, а также проводилось более углубленное изучение функции легких при помощи бодиплетизмографии. Контрольную группу составили 16 здоровых добровольцев, сравнимых по возрасту и индексу массы тела. В исследовании было показано, что пациенты с ИЛГ имеют достоверное значимое снижение таких показателей, как пик $\text{VO}_2$ , анаэробный порог и общая емкость легких, по сравнению с группой добровольцев [19].

М. Ноерг et al. также сообщили об увеличении пикового потребления кислорода через 3–4 мес у 9 пациентов с легочной гипертензией на фоне терапии силденафилом [21].

Таким образом, у пациентов с легочной гипертензией кардиореспираторный нагрузочный тест может служить методом неинвазивного мониторинга улучшения легочной перфузии и эффективности проводимой медикаментозной терапии, пре-

диктором неблагоприятного прогноза и должен быть более широко использован в клинической практике [21, 22].

Сегодня тест нашел широкое применение в клинической практике, он дает возможность получить информацию об уровне физической работоспособности, патогенетических механизмах, приведших к ее снижению, позволяет оценить вклад различных систем, участвующих в формировании реакции организма на нагрузку. В настоящее время исследователи, работающие в различных областях медицины, ищут все новые точки приложения КРНТ, о чем свидетельствуют появившиеся в литературе данные о применении этого теста у пациентов с врожденными и приобретенными пороками сердца, гипертрофической кардиомиопатией, легочной гипертензией различной этиологии.

#### Литература

1. Колоскова Н.Н., Шаталов К.В., Бокерия Л.А. Определение пикового потребления кислорода: физиологические основы и области применения. *Креативная кардиология*. 2014; 1: 48–57.
2. Auricchio Al., Stellbrink C., Butter C. On behalf of the Pacing Therapies in Congestive Heart Failure (PATH-CHF) II Study Group, Kramer A., Huvelle E., on behalf of the Guidant Heart Failure Research Group. Clinical efficacy of cardiac resynchronization therapy using left ventricular pacing in heart failure patients stratified by severity of ventricular conduction delay. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2003; 42: 2109–16.
3. Arora S., Arones M., Aakhus S., Skaardal R. Peak oxygen uptake during cardiopulmonary exercise testing determines response to cardiac resynchronization therapy. *J. Cardiol.* 2012; 60: 228–35.
4. Колоскова Н.Н., Шаталов К.В., Бокерия Л.А., Темвадзе И.В. Пиковое потребление кислорода как маркер эффективности ресинхронизирующей терапии у пациентов с хронической сердечной недостаточностью. *Бюллетень НИССХ им. А.Н. Бакулева РАМН*. 2013; 12 (1): 43–8.
5. Barbara L., Jurgen V., Henning S. Impact of cardiopulmonary exercise testing on patient selection for cardiac resynchronization therapy. *Eur. Heart J. Supplements*. 2004; 6 (Suppl. D): D5–D9.
6. Fredriksen P., Veldtman G., Hechter S., Therrien J. Aerobic capacity in adults with various congenital heart diseases. *Am. J. Cardiol.* 2001; 1; 87 (3): 310–4.

7. Inuzuka R., Diller G.P., Borgia F., Benson L., Tay E. Comprehensive use of cardiopulmonary exercise testing identifies adults with congenital heart disease at increased mortality risk in the medium term. *Circulation*. 2012; 125 (2): 250–9.
8. Giardini A., Donti A., Specchia S., Formigari R., Oppido G., Picchio F.M. Long-term impact of transcatheter atrial septal defect closure in adults on cardiac function and exercise capacity. *Int. J. Cardiol.* 2008; 124: 179–82.
9. Meadows J., Lang P., Marx G., Rhodes J. Fontan fenestration closure has no acute effect on exercise capacity but improves ventilatory response to exercise. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2008; 52: 108–13.
10. Dayi S.U., Akbulut T., Hobikoğlu G., Akgöz H., Gürkan U., Dağ O. et al. Evaluation of success of mitral valvuloplasty in the early period with cardiopulmonary exercise test. *Anadolu Kardiyol. Derg.* 2002; 2: 108–12.
11. Omedè P., Bucca C., Rolla G., Costanzo P., Casoni R., Calachanis M. et al. Cardiopulmonary exercise testing and exhaled nitric oxide in the assessment of patients with mitral stenosis. *Minerva Cardioangiol.* 2004; 1: 29–35.
12. Dhoble A., Enriquez-Sarano M., Kopecky S.L., Abdelmoneim S., Cruz P., Thomas R.J., Allison T.G. Cardiopulmonary responses to exercise and its utility in patients with aortic stenosis. *Am. J. Cardiol.* 2014; 113 (10): 1711–6.
13. Tan L., Schlosshan D., Lynas P. Value of cardiopulmonary exercise and non-invasive haemodynamic assessment during exercise in patients with asymptomatic severe aortic stenosis. *Heart*. 2014; 100 (Suppl. 3): A56–7.
14. Coats C., Rantell K., Bartnik O., Patel A., Mist B., McKenna W., Elliott P. Cardiopulmonary exercise testing and prognosis in hypertrophic cardiomyopathy. *Heart*. 2014; 100 (Suppl. 3): A50–1.
15. Azarbal F., Singh M., Finocchiaro G., Le V.V., Schnittger I., Wang P. et al. Exercise capacity and paroxysmal atrial fibrillation in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Heart*. 2014; 8: 624–30.
16. Arena R., Owens D., Arevalo J., Smith K., Mohiddin S. Ventilatory efficiency and resting hemodynamics in hypertrophic cardiomyopathy. *Med. Sci. Sports Exer.* 2008; 40: 799–805.
17. Sharma S., Elliott P.M., Whyte G. Utility of metabolic exercise testing in distinguishing hypertrophic cardiomyopathy from physiologic left ventricular hypertrophy in athletes. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2000; 36: 864–70.
18. Zhao Z.H., Liu Z.H., Gu Q., Luo Q., Zhao Q., Xiong C.M., Ni X.H. Application of cardiopulmonary exercise testing in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 2013; 93 (22): 1687–90.
19. Tan X., Yang W., Guo J., Zhang Y., Wu C., Sapkota R. et al. Usefulness of decrease in oxygen uptake efficiency to identify gas exchange abnormality in patients with idiopathic pulmonary arterial hypertension. *PLoS One*. 2014; 9 (6): e98889.
20. Arena R., Kathy E. Sietsema cardiopulmonary exercise testing in the clinical evaluation of patients with heart and lung diseases. *Circulation*. 2011; 123: 668.
21. Hoepfer M., Faulenbach C., Golpon H., Winkler J., Welte T., Niedermeyer J. Combination therapy with bosentan and sildenafil in idiopathic pulmonary arterial hypertension. *Eur. Respir. J.* 2004; 24: 1007–10.
22. William M., Oldham W., Systrom D. Cardiopulmonary exercise testing in the evaluation of unexplained dyspnea advances in pulmonary hypertension. *Official J. Pulmon. Hypertens. Ass. Sum.* 2010; 9 (2): 101–7.

## References

1. Koloskova N.N., Shatalov K.V., Bockeria L.A. Measurement of maximal oxygen uptake: physiological basis and clinical application. *Kreativnaya kardiologiya*. 2014; 1: 48–57 (in Russian).
2. Auricchio A.L., Stellbrink C., Butter C. On behalf of the Pacing Therapies in Congestive Heart Failure (PATH-CHF) II Study Group, Kramer A., Huvelle E., on behalf of the Guidant Heart Failure Research Group. Clinical efficacy of cardiac resynchronization therapy using left ventricular pacing in heart failure patients stratified by severity of ventricular conduction delay. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2003; 42: 2109–16.
3. Arora S., Aarones M., Aakhus S., Skaardal R. Peak oxygen uptake during cardiopulmonary exercise testing determines response to cardiac resynchronization therapy. *J. Cardiol.* 2012; 60: 228–35.
4. Koloskova N.N., Shatalov K.V., Bockeria L.A., Tetvadze I.V. Cardiopulmonary exercise testing at patients with chronic heart failure and CRT. *Byulleten' Nauchnogo Tsentra Serdechno-Sosudistoy Khirurgii imeni A.N. Bakuleva Rossiyskoy Akademii Meditsinskikh Nauk*. 2013; 12 (1): 43–8 (in Russian).
5. Barbara L., Jurgen V., Henning S. Impact of cardiopulmonary exercise testing on patient selection for cardiac resynchronization therapy. *Eur. Heart J. Supplements*. 2004; 6 (Suppl. D): D5–D9.
6. Fredriksen P., Veldtman G., Hechter S., Therrien J. Aerobic capacity in adults with various congenital heart diseases. *Am. J. Cardiol.* 2001; 1; 87 (3): 310–4.
7. Inuzuka R., Diller G.P., Borgia F., Benson L., Tay E. Comprehensive use of cardiopulmonary exercise testing identifies adults with congenital heart disease at increased mortality risk in the medium term. *Circulation*. 2012; 125 (2): 250–9.
8. Giardini A., Donti A., Specchia S., Formigari R., Oppido G., Picchio F.M. Long-term impact of transcatheter atrial septal defect closure in adults on cardiac function and exercise capacity. *Int. J. Cardiol.* 2008; 124: 179–82.
9. Meadows J., Lang P., Marx G., Rhodes J. Fontan fenestration closure has no acute effect on exercise capacity but improves ventilatory response to exercise. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2008; 52: 108–13.



10. Dayi S.U., Akbulut T., Hobikoğlu G., Akgöz H., Gürkan U., Dağ O. et al. Evaluation of success of mitral valvuloplasty in the early period with cardiopulmonary exercise test. *Anadolu Kardiyol. Derg.* 2002; 2: 108–12.
11. Omedè P., Bucca C., Rolla G., Costanzo P., Casoni R., Calachanis M. et al. Cardiopulmonary exercise testing and exhaled nitric oxide in the assessment of patients with mitral stenosis. *Minerva Cardioangiol.* 2004; 1: 29–35.
12. Dhoble A., Enriquez-Sarano M., Kopecky S.L., Abdelmoneim S., Cruz P., Thomas R.J., Allison T.G. Cardiopulmonary responses to exercise and its utility in patients with aortic stenosis. *Am. J. Cardiol.* 2014; 113 (10): 1711–6.
13. Tan L., Schlosshan D., Lynas P. Value of cardiopulmonary exercise and non-invasive haemodynamic assessment during exercise in patients with asymptomatic severe aortic stenosis. *Heart.* 2014; 100 (Suppl. 3): A56–7.
14. Coats C., Rantell K., Bartnik O., Patel A., Mist B., McKenna W., Elliott P. Cardiopulmonary exercise testing and prognosis in hypertrophic cardiomyopathy. *Heart.* 2014; 100 (Suppl. 3): A50–1.
15. Azarbal F., Singh M., Finocchiaro G., Le V.V., Schnitger I., Wang P. et al. Exercise capacity and paroxysmal atrial fibrillation in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Heart.* 2014; 8: 624–30.
16. Arena R., Owens D., Arevalo J., Smith K., Mohiddin S. Ventilatory efficiency and resting hemodynamics in hypertrophic cardiomyopathy. *Med. Sci. Sports Exer.* 2008; 40: 799–805.
17. Sharma S., Elliott P.M., Whyte G. Utility of metabolic exercise testing in distinguishing hypertrophic cardiomyopathy from physiologic left ventricular hypertrophy in athletes. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2000; 36: 864–70.
18. Zhao Z.H., Liu Z.H., Gu Q., Luo Q., Zhao Q., Xiong C.M., Ni X.H. Application of cardiopulmonary exercise testing in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi.* 2013; 93 (22): 1687–90.
19. Tan X., Yang W., Guo J., Zhang Y., Wu C., Sapkota R. et al. Usefulness of decrease in oxygen uptake efficiency to identify gas exchange abnormality in patients with idiopathic pulmonary arterial hypertension. *PLoS One.* 2014; 9 (6): e98889.
20. Arena R., Kathy E. Sietsema cardiopulmonary exercise testing in the clinical evaluation of patients with heart and lung diseases. *Circulation.* 2011; 123: 668.
21. Hoepfer M., Faulenbach C., Golpon H., Winkler J., Welte T., Niedermeyer J. Combination therapy with bosentan and sildenafil in idiopathic pulmonary arterial hypertension. *Eur. Respir. J.* 2004; 24: 1007–10.
22. William M., Oldham W., Systrom D. Cardiopulmonary exercise testing in the evaluation of unexplained dyspnea advances in pulmonary hypertension. *Official J. Pulmon. Hypertens. Ass. Sum.* 2010; 9 (2): 101–7.

Поступила 28.07.2014

© А.Н. СУМИН, О.И. РАЙХ, 2014

УДК 616.1-052:615.825

## Взаимосвязь типа личности Д и физической активности у пациентов кардиологического профиля

А.Н. Сумин, О.И. Райх

ФГБУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний» Сибирского отделения РАМН, Сосновый б-р, 6, Кемерово, 650002, Российская Федерация

Сумин Алексей Николаевич, доктор мед. наук, заведующий отделом; e-mail: sumian@cardio.kem.ru; Райх Ольга Игоревна, кандидат мед. наук, научн. сотр.

Возможные механизмы ассоциации типа личности Д с его клиническим и прогностическим значением остаются предметом дискуссии. Целью исследования явилось изучение взаимосвязи между типом личности Д и уровнем повседневной физической активности у кардиологических больных. В амбулаторных условиях обследованы 178 больных ишемической болезнью сердца и артериальной гипертензией (141 мужчина, 37 женщин, средний возраст  $59 \pm 4$  года). У всех больных оценивали тип личности Д с помощью опросника DS-14, оценку уровня физической активности проводили с помощью специальной анкеты, составленной на основе материалов International Physical Activity Study. Больные