

УДК 616-053.81:616-007-053.1:616.12-073.97-71

© И.Г. Лебедь, 2014.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТЗАВИСИМОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕСТА PWC170 (150,130) У ПОДРОСТКОВ И ВЗРОСЛЫХ С ВРОЖДЕННЫМИ ПОРОКАМИ СЕРДЦА

И.Г. Лебедь*Научно-консультативный отдел (директор – проф. И.Н. Емец) ГУ «Научно-практический медицинский центр детской кардиологии и кардиохирургии» г. Киев.*

DEFINITION AGE DEPENDENT PHYSICAL WORKING CAPACITY USING TEST PWC170 (150,130) IN ADOLESCENTS AND ADULTS WITH CONGENITAL HEART DISEASES

I.G. Lebid

SUMMARY

In the article there were analyzed different methods for PWC₁₇₀ performance and invited an algorithm for adolescents and adults with CHD. Test PWC₁₇₀ must be used in young patients with CHD, while in older persons must use Age-dependent Tests PWC₁₅₀ and PWC₁₃₀ by the proposed algorithm, for objective criterion of physical working adapting, the degree of their physical condition, the class of heart failure.

ВИЗНАЧЕННЯ ВІКЗАЛЕЖНОЇ ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕСТУ PWC 170 (150,130) У ПІДЛІТКІВ ТА ДОРОСЛИХ З ВРОДЖЕНИМИ ВАДАМИ СЕРЦЯ

І.Г. Лебідь

РЕЗЮМЕ

У статті вивчені та оцінені запропоновані в сучасних публікаціях способи виконання тесту оцінки фізичної працездатності PWC_{AF} і відображений алгоритм виконання його у підлітків і дорослих с ВПС. Показано, що використання тесту PWC₁₇₀ можливо у молодих пацієнтів з ВПС, в той час як у осіб більш старшого віку необхідно використовувати вік-залежні тести PWC_{AF} за запропонованим алгоритмом, як об'єктивний критерій оцінки дієздатності таких пацієнтів, ступеня їх фізичного стану, ступеня декомпенсації серцевої діяльності.

Ключевые слова: взрослые, пороки сердца, проба с нагрузкой.

Оценка здоровья, а так же степени компенсации сердечной деятельности у пациентов с врожденными пороками сердца (ВПС) в покое не всегда позволяет выявить скрытые изменения и прогрессирование сердечной недостаточности (СН) [4,5,6]. Исследования с дозированной физической нагрузкой (ДФН) являются высокоинформативным методом объективизации таких проблем. Тест PWC₁₇₀ (Physical Working Capacity, физическая работоспособность) является стандартизованным способом оценки физической работоспособности (ФР) [1,2,8]. Имеются различные подходы к его выполнению и оценке, и, как правило, они относятся к здоровым людям, занимающимся спортом и физической культурой [2,3]. Данных по результатам нагрузочного тестирования у подростков взрослых с ВПС в Украине недостаточно, что создает необходимость в стандартизации тестов и полученных показателей, четком методическом выполнении предложенных нагрузочных тестов у пациентов в возрасте 16 лет и

старше с диагнозом ВПС или состоянием после перенесенной кардиохирургической коррекции. Целью работы было изучить и оценить предложенные в современных публикациях способы выполнения теста PWC₁₇₀ и отразить алгоритм выполнения его у подростков и взрослых с ВПС.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Суть теста заключается в расчете мощности нагрузки, которую выполнит пациент, при которой частота сердечных сокращений (ЧСС) достигнет 170 уд/мин. [1,2,8]. Доказано, что взаимоотношение между ЧСС и мощностью нагрузки имеют линейный характер, что позволяет сформировать линейную экстраполяцию при расчете PWC₁₇₀ с использованием двух менее выраженных нагрузок [1,3,8]. Между мощностью нагрузки и ЧСС линейная зависимость сохраняется у молодых людей в диапазоне 170 уд/мин, а при превышении этого порога данная зависимость утрачивается. Как отмечает Карпман с

соавт. [1] структурная и функциональная инволюция миокарда, изменение нейрогуморальной регуляции сердца у лиц более старшего возраста приводит к ограничению прироста ЧСС на нагрузку в каждом последующем десятилетии жизни. Для людей зрелого и пожилого возраста ЧСС, равная 170 уд/мин, отражает максимальный прирост на нагрузку. У таких людей адаптация к субмаксимальным нагрузкам, вызывающим подъем ЧСС до 130 или 150 уд/мин, сопровождается более напряженным режимом деятель-

ности аппарата кровообращения. Поэтому для более старших пациентов необходимо проводить расчет возраст-зависимой ФР, как PWC_{150} и PWC_{130} . Расчет ЧСС (максимальную и субмаксимальную можно заполнить исходя из формул [1] (1,2),

$$ЧСС_{\text{макс}} = 220 - \text{возраст (в годах)} \quad (1)$$

$$ЧСС_{\text{субмакс (индикаторная)}} = (220 - \text{возраст (в годах)}) * 0,87 \quad (2)$$

или с использованием данных, представленных в таблице 1 [1].

Таблица 1

Максимальная и индикаторная ЧСС, используемая для расчета ФР

ЧСС (уд/мин)	возраст (годы)				
	20-29	30-39	40-49	50-59	Более 60
максимальная	195	185	175	165	155
индикаторная	170	160	150	145	130

Расчет возраст-зависимой ФР, (PWC_{AF}) выполняют по формуле (3) [1]

$$PWC_{AF} = W_1 + \frac{(W_2 - W_1) * (F - f_1)}{(f_2 - f_1)} \quad (3)$$

где PWC_{AF} – возраст-зависимая ФР, связанная с возрастом (A – age), и ЧСС (F – frequency), W_1 и W_2 – мощность нагрузки, выполненная на этапе 1 и 2 (соотв.), f_1 и f_2 – ЧСС в конце нагрузки этапов 1 и 2 (соотв.), F – ЧСС, составляющая около 87% максимальной ЧСС (табл.1).

Существует несколько способов выполнения ДФН – велоэргометрия, тредмил и др. На наш взгляд для подростков и взрослых с ВПС наиболее оптимальным стресс агентом является степ-тест. Подъем на ступеньку является не сложным и понятным упражнением, которое могут выполнить люди различного возраста. Мощность нагрузки подбирается индивидуально с учетом специальной формулы (4) [1,2,3]

$$W = p \cdot h \cdot n \cdot 1,33, \quad (4)$$

где W – мощность, кг·м/мин; p – масса тела, кг; h – высота ступеньки, м; n – количество подъемов в минуту; 1,33 – коэффициент, позволяющий учитывать работу, производимую при спуске со ступеньки.

ДФН на этапе 1 (W_1) составляет из расчета 1 Вт/кг массы пациента, второй нагрузки (W_2) – 1,5 Вт/кг (1Вт = 6 кг·м/мин). Для выполнения расчетной нагрузки проводится вычисление количество подъемов на ступеньку в минуту ($n = W / p \cdot h \cdot 1,33$). Важно знать, что один подъем – это четыре последовательных движений (1 – постановка одной ноги, 2 – подъем и обе ноги сопоставимы на ступеньке, 3 – спуск одной ноги вниз, 4 – постановка обеих ног в исходное положение). Нагрузка выполняется в течение трех минут. Для поддержания заданного темпа необходимо использовать стандартный метроном с заданным ритмом, рассчитанным, как n = количество подъемов * 4. На один удар метронома совершается одно движение.

Таблица 2

Оценка стандартизованной ФР (PWC_{AF}) у лиц разного пола и возраста [3]

пол	баллы	ФР (в кгм/мин / кг) в зависимости от возраста (лет)				
		20-29	30-39	40-49	50-59	60 и >
мужчины	5	> 16.6	> 15.8	> 15.0	> 14.1	> 13.6
	4	15.6 - 16.5	14.8 - 13.5	14.1 - 14.9	13.3 - 14.0	12.9 - 13.5
	3	14.2 - 15.2	13.4 - 12.6	12.6 - 14.0	11.9 - 13.2	10.2 - 12.8
	2	13.3 - 14.1	12.5 - 11.3	11.7 - 12.5	10.9 - 11.8	9.1 - 10.1
	1	< 13.2	< 12.4	< 11.6	< 10.8	< 9.0
женщины	5	> 13.4	> 12.7	> 12.1	> 11.2	> 10.2
	4	12.4 - 13.3	11.8 - 12.6	11.2 - 12.0	10.4 - 11.1	9.3 - 10.1
	3	11.1 - 1.9	10.8 - 11.7	9.8 - 11.1	8.6 - 10.3	7.5 - 9.2
	2	10.0 - 11.0	9.5 - 10.6	8.7 - 9.7	7.5 - 8.5	6.4 - 7.4
	1	< 9.9	< 9.4	< 8.6	< 7.4	< 6.3

Алгоритм теста следующий [2,3]. В покое до ДФН фиксируются исходные показатели ЧСС и АД на верхней конечности. Далее пациент в течение 3 минут выполняет нагрузку этапа 1. Сразу по окончании нагрузки оцениваются пульс и АД. Эти показатели оцениваются в динамике до восстановления к исходным величинам. Далее выполняется нагрузка этапа 2 в течении 3 мин с заданной частотой подъемов в минуту. По окончании нагрузки регистрируются те же показатели.

Оценка только абсолютных полученных результатов не учитывают многих антропометрических показателей (возраст, пол, вес и др.) [3]. Стандартизация этих параметров особенно важна у взрослых пациентов с ВПС. С этой целью разработаны и предложены стандартизованные показатели, учитывающие пол, возраст и, что самое главное, соотношены к весу пациента (таблица 2). Бальная оценка ФР соответствуют пяти степеням: 1 – низкая, 2 – ниже среднего, 3 – средняя, 4 – вышесреднего, 5 – высокая.

Таблица 3

Оценка относительного МПК у нетренированных здоровых людей [1]

пол	возраст (лет)	МПК (в мл/мин / кг)				
		очень высокое	высокое	среднее	низкое	очень низкое
мужчины	< 25	>55	49-54	39-48	33-38	<33
	25-34	>52	45-52	38-44	32-37	<32
	35-44	>50	43-50	36-42	30-35	<30
	45-54	>47	40-47	32-39	27-31	<27
	55-64	>45	37-45	29-36	23-28	<23
	> 64	>43	33-43	27-32	20-26	<20
женщины	< 25	>44	38-44	31-37	24-30	<24
	25-34	>41	36-41	30-35	23-29	<23
	35-44	>39	35-39	28-34	22-27	<22
	45-54	>36	31-35	25-30	20-24	<20
	55-64	>34	29-34	23-28	18-22	<18
	> 64	>32	27-32	21-26	16-20	<16

Таблица 4

Оценка относительного МПК у людей с нарушениями состояния здоровья [1]

пол	возраст (лет)	МПК (в мл/мин / кг)				
		Незначительное снижение	Умеренное снижение	Значительное снижение	Большое снижение	Очень большое снижение
мужчины	< 25	>30	24-30	17-23	8-16	<8
	25-34	>29	23-29	15-22	8-14	<8
	35-44	>27	22-27	14-21	8-13	<8
	45-54	>24	20-24	13-19	8-12	<8
	55-64	>21	17-21	12-16	8-11	<8
	> 64	>18	15-18	11-14	8-10	<8
женщины	< 25	>22	17-22	12-16	7-11	<7
	25-34	>21	17-21	11-16	7-10	<7
	35-44	>20	16-20	11-15	7-10	<7
	45-54	>18	15-18	10-14	7-9	<7
	55-64	>16	14-16	10-13	7-9	<7
	> 64	>14	12-14	9-11	7-8	<7

Полученные данные МПК позволяют рассчитать индекс должностного МПК (ДМПК) по предложенным формулам в зависимости от пола $ДМПК_{муж}$ для лиц мужского пола (6) и $ДМПК_{жен}$ для лиц женского пола (7) [2]. $ДМПК_{муж} = 52 - 0,25 * \text{возраст}$ (6); $ДМПК_{жен} = 44 - 0,20 * \text{возраст}$ (7)

Наиболее важным показателем, который характеризует физическую аэробную работоспособность человека как объективный критерий оценки дееспособности человека, степени его общего состояния, тяжести заболевания и др. является показатель максимального потребления кислорода (МПК, $\max VO_2$). Данный параметр можно регистрировать только при выполнении нагрузок критической и надкритической мощности [1]. В кардиологии ВПС естественно прямое выполнение таких исследований не возможно и сопряжено с колоссальным риском осложнений. Тест PWC_{AF} позволяет рассчи-

тать МПК с использованием формулы (5) [1]

$$МПК = 1,7 * PWC_{AF} + 1240 \quad (5)$$

Полученные абсолютные значения МПК необходимо перевести в относительные к весу данного пациента. Стандартизованные критерии оценки уровня МПК у здоровых нетренированных людей представлены в таблице 3, у пациентов с нарушением состояния здоровья – в таблице 4 [1].

Оценка полученных данных проводится по отношению МПК к ДМПК (в %) с использованием таблицы 5, для оценки физического состояния обследованного пациента.

Таблица 5

Показатель уровня физического состояния по величине ДМПК [2]

Уровень физического состояния	ДМПК (%)
Низкий	50-60
Ниже среднего	61-74
Средний	75-90
Выше среднего	91-100
Высокий	101 и более

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В качестве примера приводим результаты тестирования двух пациентов с ВПС. Пациент В. 23 года, мужского пола, рост 175 см., вес 70 кг. Диагноз: Врожденный порок сердца: умеренный клапанный аортальный стеноз, двустворчатый аортальный клапан. CH_0 . Выполнен тест для оценки физической работоспособности, уровня МПК и общего физического состояния.

1. Исходные показатели в покое ЧСС -71 уд/мин, АД 110/70 мм.рт.ст. Расчет нагрузки: W_1 (1 Вт/кг * 70 кг = 70 Вт или 70 Вт * 6 = 420 кг·м/мин), W_2 (1,5 Вт/кг * 70 кг = 105 Вт или 105 Вт * 6 = 630 кг·м/мин). 2. Выбор стресс-агента – степ-тест. Высота ступеньки 20 см. Расчет нагрузки W_1 для степ-теста по количеству подъемов ($n = 420$ кг м/мин. / 71кг.*0,20м.*1,33 = 22 подъема в минуту). Частота метронома (88 в мин. = 22 * 4). Расчет нагрузки W_2 ($n = 630$ кг м/мин. / 70 кг. * 0,20 м. * 1,33 = 33 подъема в минуту). Частота метронома (132 в мин. = 33 * 4). 3. Полученные результаты: f_1 - 88 уд/мин, f_2 - 110 уд/мин, $PWC_{170} = 1202$ кгм/мин. 4. Расчетные данные 1) $PWC_{170}/кг = 17,2$ кг м/мин / кг (высокая, по таблице для мужчин), 2) МПК = 1,7 * 1202 + 1240 = 3283 мл/мин = 3,28 л/ мин; 3) Относит. МПК/кг = 3283 мл/мин / 70кг = 46,9 мл/мин/кг (высокое). 4) ДМПК = 52 - (0,25*23 лет) = 52- 5,7 = 46,3 (по формуле для мужчин); 5) % ДМПК = 46,9 / 46,3 * 100% = 101% (высокий). Заключение. Физическая работоспособность в субмаксимальной зоне высокая. Уровень максимального потребления кислорода высокий, уровень физического состояния высокий. Адаптация к нагрузке хорошая.

Пациент Б. 29 лет, женского пола, рост 161 см., вес 68 кг. Диагноз: состояние после операции пластики вторичного ДМПП. CH_1 . Выполнен тест для

оценки физической работоспособности, уровня МПК и общего физического состояния. 1. Исходные показатели в покое ЧСС -84 уд/мин, АД 125/75 мм.рт.ст. Расчет нагрузки: W_1 (1 Вт/кг * 68 кг = 68 Вт или 68 Вт * 6 = 408 кг·м/мин), W_2 (1,5 Вт/кг * 68 кг = 102 Вт или 102 Вт * 6 = 612 кг·м/мин). 2. Выбор стресс-агента – степ-тест. Высота ступеньки 20 см. Расчет нагрузки W_1 для степ-теста по количеству подъемов ($n = 408$ кг м/мин / 68кг.*0,20м.*1,33 = 22 подъема в минуту). Частота метронома (88 в мин. = 22 * 4). Расчет нагрузки W_2 ($n = 612$ кг м/мин/ 68 кг.*0,20 м.*1,33 = 33 подъема в минуту). Частота метронома (132 в мин. = 33 * 4). 3. Полученные результаты: f_1 - 118 уд/мин, f_2 - 156 уд/мин, $PWC_{170} = 687$ кг м/мин. 4 Расчетные данные: 1) $PWC_{170}/кг = 10,1$ кг м/мин / кг (ниже среднего, по таблице для женщин), 2) МПК = 1,7 * 687 + 1240 = 2408 мл/мин = 2,40 л/ мин; 3) Относит. МПК/кг = 2408 мл/мин / 68кг = 35,4 мл/мин/кг (среднее); 4) ДМПК = 44 - (0,20*29 лет) = 44 - 5,8 = 38,2 (по формуле для женщин); 5) % ДМПК = 35,4 / 38,2 * 100% = 92,7% (выше среднего). Заключение. Физическая работоспособность в субмаксимальной зоне ниже среднего. Уровень максимального потребления кислорода средний, уровень физического состояния выше среднего. Адаптация к нагрузке удовлетворительная.

ВЫВОДЫ

1. Использование теста PWC_{170} возможно у молодых пациентов с ВПС, в то время как у лиц более старшего возраста необходимо использовать возраст-зависимые тесты PWC_{150} и PWC_{130} по предложенному алгоритму. 2. PWC_{AF} , как возраст-зависимый тест, является простым и высокоинформативным методом для определения физической работос-

пособности у подростков и взрослых с врожденными пороками сердца, не требующий особого оборудования и может выполняться врачами общей практики даже с небольшим опытом работы. 3. При оценке физической работоспособности у подростков и взрослых с ВПС, важно рассчитывать показатель МПК, отражающий физическую аэробную работоспособность как объективный критерий оценки дееспособности таких пациентов, степени их физического состояния, степени декомпенсации сердечной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпман В.А. Тестирование в спортивной медицине./ Карпман В.А., Белоцерковский З.Б., Гудков М.А. - М. Физкультура и спорт, 1988, - 208с.
2. Лебедев А.В. Методы оценки физической работоспособности при профессиональных занятиях спортом/ А.В. Лебедев. – Ярославль: ГОУ ВПО «Ярославский гос. пед. ун-т им. К.Д. Ушинского». 2008. – 25 с.
3. Физиологические методы контроля в спорте / Л.В. Капилевич, К.В. Давлетьярова, Е.В. Кошельская, Ю.П.Бредихина, и др. // Томск: Изд-во Томско-

го политехнич. ун-та, 2009. – 172 с.

4. ACC/AHA 2008 guidelines for the management of adults with congenital heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (writing committee to develop guidelines on the management of adults with congenital heart disease)./ Warnes C.A, Williams R.G, Bashore T.M. et al. // *Circulation*.-2008.- Vol. 118.-P.e714–e833.
5. Da Cruz, E.M., Ivy D., Jaggars J. Pediatric and Congenital Cardiology, Cardiac Surgery and Intensive Care. – Springer: London Heidelberg New York Dordrecht. - 2014. - 6 volumes. - 3572p.
6. ESC Guidelines for the management of grown-up congenital heart disease (new version 2010) / Baumgartner H., Bonhoeffer Ph. et al.// *European Heart Journal*. – 2010. – Vol.31. – P.2915–2957.
7. ExerciseStandardsforTestingandTraining: A Scientific Statement From the American Heart Association / Fletcher G.F., AdesPh.A., Kligfield P. et al. // *Circulation*. –2013. – Vol.128. –P.873-934.
8. Mackenzie B. 101 Performance Evaluation Tests.- London: Electric Word plc., 2005. – 227p.