

УДК 616.1-07

БЫСТРАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ С ПОМОЩЬЮ КАРДИОРЕСПИРАТОРНЫХ ИНДЕКСОВ

© 2023 г. Ек. Н. Мокашева¹, *, Ев. Н. Мокашева¹,
И. В. Гребенникова¹, В. А. Земскова¹, В. И. Болотских¹

¹Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, Воронеж, Россия

*e-mail: mockasheva.vrn@yandex.ru

Поступила в редакцию 12.09.2022 г.

После доработки 14.10.2022 г.

Принята к публикации 27.10.2022 г.

Сердечно-сосудистая патология является лидирующей среди всех нозологий по распространенности и смертности, превалируя в пожилом возрасте. Необходима быстрая оценка работы сердечно-сосудистой системы в практике врача-клинициста, особенно на амбулаторном этапе. Существует ряд индексов и коэффициентов, которые возможно рассчитать на основании общего осмотра (без финансовых затрат), а именно: индексы Кердо, Робинсона и Хильдебрандта, пульсовое давление, коэффициент выносливости, адаптационный потенциал по Баевскому, фактический индекс кровоснабжения, тип саморегуляции кровообращения, ударный объем сердца, коэффициент экономичности кровообращения, уровень физического состояния. В статье приводятся формулы, их расшифровка и возможные варианты интерпретации результатов кардиореспираторных индексов.

Ключевые слова: индекс Кердо, индекс Робинсона, пульсовое давление, индекс Баевского, коэффициент выносливости, индекс Хильдебрандта

DOI: 10.31857/S0042132423020072, **EDN:** KMGQMJ

ВВЕДЕНИЕ

По показателю смертности сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) продолжают стабильно занимать первое место среди других болезней. Поэтому оценка работы сердечно-сосудистой системы (ССС) остается приоритетом в практике врача-клинициста. В связи с этим особенности и характеристики вышеуказанной патологии на данный момент являются одним из актуальных направлений научных исследований в медицине. Одни авторы рассматривают место молекулярных исследований в диагностике заболеваний сердца и сосудов (Dorobantu et al., 2021), другие — исследуют роль мембранных везикул в развитии атеросклеротических процессов при сердечно-сосудистой патологии (Nafiane, Daskalopoulou, 2018; Rezaie et al., 2019). Общим в подобных исследованиях является достаточно высокая цена, необходимость в дополнительном оборудовании для проведения анализа и наличие специально обученного персонала, который будет осуществлять диагностику. Этот процесс весьма трудоемкий и времязатратный, дорогостоящий, не всегда доступен для врача-клинициста и самого пациента. В то же время существует ряд индексов и коэффициентов, которые оценивают функциональные возможности жизнеобеспечивающих систем (дыхательной и СССР). Данные по-

казатели возможно рассчитать на основании общего осмотра, что не несет дополнительных временных и финансовых затрат. Эти же индексы можно использовать как фундамент для специальных методов обследования, задача которых — выявление патологии с латентным течением. Профилактика и ранняя диагностика болезней — наиболее важные проблемы в развитии клинической медицины.

Целью данной статьи стал обзор следующих показателей, которые можно использовать для оценки работы жизнеобеспечивающих систем: вегетативный индекс Кердо, индекс Робинсона, пульсовое давление, коэффициент выносливости, адаптационный потенциал по Баевскому, фактический индекс кровоснабжения, тип саморегуляции кровообращения, ударный объем сердца, коэффициент экономичности кровообращения, уровень физического состояния, индекс Хильдебрандта.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИНДЕКСОВ

Вегетативный индекс Кердо (ВИК) отражает состояние вегетативной нервной системы и ее воздействие на сердце и сосуды (Духова, 2014). Рассчитывают индекс по следующей формуле:

$$\text{ВИК} = (1 - (\text{ДАД}/\text{ЧСС})) \times 100,$$

где ДАД — диастолическое артериальное давление, ЧСС — частота сердечных сокращений (Иванов и др., 2017). Здесь и далее в формулах учитываются именно количественные (безразмерные) значения. Если величина данного показателя равна нулю, то можно говорить о равновесии (эйтонии) между парасимпатикой и симпатикой. При преобладании воздействия парасимпатической нервной системы (ваготонии) вышеуказанный индекс отрицателен, а при преобладании влияния симпатической (симпатикотонии) — положителен (Чердниченко Н.Л., Чердниченко Л.П., 2015). Ваготония проявляется в склонности к брадикардии, головным болям, головокружениям, обморочным состояниям и субфебрилитету. Симпатикотония часто проявляется в виде тахикардии и повышения артериального давления. Инфекционные процессы при данном изменении вегетативного статуса протекают с высокой температурой (Айзман и др., 2020).

Индекс Робинсона (ИР) определяет энергетический потенциал организма, он характеризует уровень кислорода, который потребляет сердечная мышца: данный показатель возрастает при увеличении использования кислорода миокардом и снижается — при уменьшении (Этенко и др., 2013). Так можно оценить систолическую работу сердца. Индекс рассчитывают, используя количественные значения ЧСС и САД — систолического артериального давления — в следующей формуле:

$$\text{ИР} = \text{ЧСС} \times \text{САД} / 100.$$

Отметим, что традиция в интерпретации ИР сложилась следующая. Высокими считают значения $\text{ИР} < 70$, они характеризуют состояние ССС как отличное. Показатели выше среднего (70–85) и средние (85–95) указывают, что работа сердца и сосудов происходит в пределах нормы. Но стоит отметить, что даже в случае оценки показателя как средний, может обнаруживаться недостаточность функционирования ССС. Подобные изменения не проявляются в покое, но при повышенной физической нагрузке могут продемонстрировать себя снижением выносливости из-за недостаточного снабжения сердечной мышцы кислородом. Значения ИР ниже среднего (95–110) указывают на нарушение регуляции деятельности ССС: из-за дисбаланса в поставке кислорода в сердце изменяются не только обменные процессы в кардиомиоцитах, но и иннервация сердечной мышцы, что может проявляться в нарушении ее проводимости. При существенно пониженных значениях ИР (≥ 110) данный показатель свидетельствует о серьезных нарушениях регуляции данной системы, вплоть до развития ишемической болезни сердца (ИБС) и инфаркта миокарда из-за гипоксических нарушений в кардиомиоцитах (Прокопьев и др., 2014; Иванов и др., 2017).

Мониторинг ВИК и ИР можно использовать во время и после физической нагрузки у пациентов с ИБС, проходящих программу реабилитации. Указанные параметры в этом случае дают информацию о функциональных возможностях сердечной мышцы в ходе физической нагрузки, а также о восстановлении ССС (Zharska et al., 2021).

При изменении значений ВИК в ходе лечения или реабилитации в сторону нулевых можно говорить о нормотонии или восстановлении баланса между симпатической и парасимпатической вегетативными системами. Увеличение показателя в положительную или отрицательную сторону свидетельствует о неблагоприятном воздействии лечебных мероприятий на состояние вегетативного отдела нервной системы и преобладании симпатки или парасимпатки, что может усугубить течение уже имеющейся у пациента патологии.

Значения ИР при благоприятном ходе лечения должны изменяться в меньшую сторону. Рост данного коэффициента в цифровом эквиваленте указывает на недостаточное снабжение кислородом миокарда и расценивается как неудовлетворительный результат проводимой терапии.

Пульсовое давление (ПД), характеризуя состояние ССС, может отображать наличие патологических изменений, связанных с жесткостью стенок сосудов, с клапанами сердца, со щитовидной железой (Вахмистрова и др., 2022). Для определения ПД применяется формула (Тарабрина и др., 2018):

$$\text{ПД} = (\text{САД} - \text{ДАД}).$$

Нормальные значения данного показателя в среднем равны 25–30% от величины ДАД (Духова, 2014). Норма ПД находится в следующих границах: 35 ± 10 мм рт. ст. ПД выше 60 может свидетельствовать об атеросклеротическом поражении стенок сосудов, а также о сердечной недостаточности (Бекмурадова, Хайдаров, 2022). Высокие значения данного показателя среди лиц мужского пола могут быть прогностическими факторами развития осложнений со стороны ССС как при наличии артериальной гипертензии, так и при отсутствии этого заболевания. У женщин подобных закономерностей выявить не удалось: то есть ПД в данной группе больных не будет являться индикатором повышенного риска ССЗ (Benetos et al., 1998). Кроме того, обнаружена связь высоких значений ПД с массой тела и симптомами синдрома инсулинорезистентности среди детей 8–18 лет вне зависимости от пола (Кожевникова и др., 2015). Выявлено, что у детей, которые имеют избыточную массу тела и повышенный уровень инсулина, отмечаются более высокие цифры САД, а следовательно, и ПД (Jiang et al., 1995). Имеется прямая связь между ПД, САД, ДАД и риском смерти от ССЗ: увеличение ПД говорит о повышенной жест-

Таблица 1. Возрастные нормы для фактического индекса кровоснабжения

Возраст	1–10	10–20	20–30	30–40	40–50	50–60	60–70	70–80	80–90
Норма ИКф	144–89	89–73	73–65	65–57	57–52	52–44	44–46	46–47	47–48

кости артерий, которая в свою очередь снижает показатели ДАД.

Коэффициент выносливости (КВ) определяет функциональное состояние ССС, а также помогает определить уровень тренированности данной системы на фоне физической нагрузки (Духова, 2014). КВ высчитывают по формуле Кваса (Тулякова и др., 2021):

$$КВ = ЧСС \times 10 / ПД.$$

Это объединенный показатель, сочетающий в себе ЧСС с ПД. Нормальные значения в данном случае 12–16 (Иванов и др., 2017). При получении подобных значений обследуемый допускается к тренировкам с силовыми и скоростно-силовыми нагрузками. Если показатель выше 16, то работа ССС ослаблена, а если ниже 12 – усилена. Пациентам с КВ 16 и выше следует избегать силовых и скоростных нагрузок на тренировках, отдавая предпочтение дыхательной гимнастике и упражнениям в аэробном режиме. КВ ниже 12 свидетельствует о хорошей работе ССС. Подобные результаты чаще всего встречаются у людей, которые занимаются спортом и, как правило, хорошо переносят нагрузки различной интенсивности. Зная цифры КВ обследуемого, врач может давать рекомендации по занятиям физической культурой и контролировать развитие выносливости во время тренировок (Александров, 2016).

Для вычисления адаптационного потенциала (АП) системы кровообращения, отражающего функциональные возможности организма приспособившейся к изменениям характеристик окружающей среды, которые включают в себя следующие параметры: температуру, давление, а также всевозможные физические и психоэмоциональные нагрузки, которым подвержены все участники современного социума, – используют формулу Баевского:

$$АП = 0.011ЧСС + 0.014САД + 0.008ДАД + 0.009MT - 0.009P + 0.014B - 0.27,$$

где МТ – масса тела (кг), Р – рост (см), В – возраст (годы) (Тулякова и др., 2021). Интерпретировать показатели АП можно следующим образом. Значения ниже 2.6 констатируют удовлетворительную адаптационную способность (Духова, 2014), что говорит о достаточных функциональных возможностях ССС. При АП ≥ 2.6 : чем выше показатель, тем ниже функциональные способности ССС и больше вероятность срыва адаптационных механизмов. При АП = 2.6–3.1 определяют напряжение механизмов адаптации. При

АП = 3.1–3.59 адаптация оценивается как неудовлетворительная. Показатели ≥ 3.6 интерпретируют как срыв адаптации и снижение функциональных резервов системы кровообращения, что в свою очередь неблагоприятно сказывается на адаптивных возможностях всего организма (Казакова и др., 2018). Стоит отметить, что АП часто используют для оценки уровня здоровья при занятиях спортом (Прокопьев и др., 2018).

Фактический индекс кровоснабжения (ИКф) рассчитывают по формуле Старра (Домрачев, Домрачева, 2017):

$$ИКф = (100 + 0.5ПД - 0.6ДАД - 0.6В) \times ЧСС / МТ.$$

ИКф отражает гемодинамику организма. Согласно данному показателю можно определить биологический возраст (Кучеренко, Беляков, 2018). Норма индекса варьирует в зависимости от возрастных границ (табл. 1).

Снижение данного показателя относительно нормальных значений свидетельствует о том, что ССС обследуемого не соответствует возрастным критериям. Подобный результат можно интерпретировать как преждевременное старение организма. Индекс выше нормальных значений, характерных для возраста обследуемого, также говорит о несоответствии его паспортного возраста биологическому, но в данном случае организм пациента стареет медленнее, что является положительным фактором. Подобные пациенты лучше переносят оперативные вмешательства и быстрее восстанавливаются после различных медицинских манипуляций и после заболеваний.

Установленный тип саморегуляции кровообращения (ТСК) позволяет судить о том, как организм расходует резервы ССС на обеспечение тока крови по сосудам (Хвостова, 2012). Данный показатель рассчитывается по следующей формуле (Мельник, Мельник, 2019):

$$ТСК = (ДАД / ЧСС) \times 100.$$

Выделяют три типа ТСК: < 90 – сердечный тип; 90–110 – сердечно-сосудистый; > 110 – сосудистый (Катульская и др., 2014). Обследуемые с сосудистым типом регуляции имеют высокий и экономичный уровень функциональности ССС. Их хорошая адаптация к продолжительному стрессу связана с преобладанием парасимпатических влияний и с усиленной сократительной активностью миокарда. Люди с сердечным типом, напротив, имеют напряженность в функционировании

сердца и сосудов. В данном случае лучше формируется адаптация к кратковременным изменениям окружающей среды, чем к длительным. Сердечный ТСК является наименее оптимальным среди всех трех типов, так как даже в состоянии покоя обследуемые имеют высокую ЧСС, что связано с повышением активности симпатической нервной системы (Гречкина, 2016). Естественно, что при длительных нагрузках поддержание высокого уровня функционирования организма с сердечным ТСК требует большого расходования энергии и может привести к срыву адаптационных возможностей организма, что, в свою очередь, снизит работоспособность и выносливость пациента. Обследуемые с сердечно-сосудистым типом имеют наиболее приемлемый ТСК в плане регуляции работы ССС, которая у них обеспечивается балансом между сердечным и сосудистым компонентами гемодинамики (Гречкина, 2018; Мельник, Мельник, 2019).

Величину ударного объема сердца (УОС) используют для оценки насосной функции сердца и уровня доставки кислорода тканям. Для его расчета можно использовать формулу Старра, которую он предложил в 1954 г.:

$$\text{УОС} = 90.97 + 0.54\text{ПД} - 0.57\text{ДАД} - 0.61\text{В}.$$

Однако значения, которые были получены с помощью данной формулы, часто сравнивали с результатами, установленными при помощи других методов исследования (методы Грольмана, Фика). Показатели УОС, полученные разными методами, отличались друг от друга (Заболотских и др., 2002). Чтобы повысить точность показателей УОС, в данную формулу предложено ввести согласующий коэффициент k , который связан с изменениями актуальных значений ЧСС и ПД. При ЧСС 60–90 ударов в минуту и при ПД 25–49 мм рт. ст. $k = 1.64$. Но если ПД 50–74 мм рт. ст. или 75–100 мм рт. ст. (при тех же значениях ЧСС, что указаны выше), то k равен 1.75 и 1.4 соответственно. В результате была предложена следующая модифицированная формула Старра:

$$\text{УОС} = (90.97 + 0.54\text{ПД} - 0.57\text{ДАД} - 0.61\text{В}) \times k.$$

Нормальные значения УОС находятся в пределах 55–75 (Тарабрина и др., 2018). Повышение данного показателя может в норме наблюдаться у профессиональных спортсменов и лиц, активно занимающихся физической культурой. Значения УОС ниже нормы могут свидетельствовать о снижении насосной функции сердца и о развитии иных патологических процессов. Причиной данных нарушений со стороны сердца могут выступать врожденные и приобретенные пороки сердца, ИБС, нарушения ритма. К внесердечным причинам относят сахарный диабет и интоксикации различной этиологии (Gorgels, 1997).

Коэффициент экономичности кровообращения (КЭК) рассчитывают по формуле (Тулякова и др., 2021):

$$\text{КЭК} = (\text{САД} - \text{ДАД}) \times \text{ЧСС}.$$

Норма КЭК – 2500–3000.

Повышение значений этого индекса говорит о более экономном расходовании резервов ССС, а также может свидетельствовать об утомлении (Перелыгина, Петракова, 2015). Примером может служить повышение данного показателя у юных тхэквондистов к концу соревновательного периода, по сравнению со значениями КЭК, которые были зафиксированы в начале соревнований. Это свидетельствует о напряжении физиологических механизмов при работе ССС, а также о возрастании ее утомления (Сарайкин и др., 2016). Установлено, что КЭК возрастает у абитуриентов и студентов перед экзаменом. Стресс в данном случае формировал перестройку деятельности ССС, сопровождающуюся усиленным расходованием резервов организма (Фомягина, Свешников, 2005). Изменения в значениях КЭК отмечены у студентов профессионального лица во время производственной практики. И в этом случае данный коэффициент превышал норму, что свидетельствовало о напряженном функционировании ССС учащихся в процессе трудового обучения и непосредственно труда (Воронина, 2016). Значения КЭК выше нормы также регистрировались у студентов медицинского университета, что предположительно связывают с особенностями обучения в медицинском вузе (Антонова и др., 2022; Мокашева и др., 2022).

Снижение данного показателя свидетельствует о неблагоприятных изменениях в функционировании ССС, причиной которых могут выступать большое количество патологий, начиная от соматических болезней, в первую очередь кардиологических, и заканчивая внешними факторами, например переохлаждением или травмой с обильной кровопотерей. В любом случае нужно отталкиваться от анамнеза конкретного пациента и проводить все необходимые дополнительные обследования для установления причины изменений со стороны работы внутренних органов.

Для оценки уровня физического состояния (УФС) применяют следующую формулу, предложенную Е.А. Пироговой в 1985 г. (Душанин и др., 1985):

$$\text{УФС} = (700 - 3\text{ЧСС} - 2.5\text{АД}_{\text{ср}} - 2.7\text{В} + 0.28\text{МТ}) / (350 - 2.6\text{В} + 0.21\text{Р}),$$

где: $\text{АД}_{\text{ср}}$ – среднее артериальное давление (определяется как сумма диастолического давления и 1/3 разности между систолическим и диастолическим давлением). Уровень физического состояния анализируется в зависимости от пола. Выделя-

Таблица 2. Уровни физического состояния у мужчин и женщин (по: Гребенчук и др., 2016)

Уровень	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий
Мужчины	0.225–0.375	0.376–0.525	0.526–0.675	0.676–0.825	> 0.826
Женщины	0.157–0.260	0.261–0.365	0.366–0.475	0.476–0.575	> 0.576

ют пять уровней физического состояния для мужчин и женщин (табл. 2).

Необходимо отметить, что метод оценки УФС с помощью вышеуказанной формулы Е.А. Пирогова предлагала использовать у практически здоровых лиц с нормальной массой тела или превышающей должны значения не более чем на 15%. При низком и ниже среднего УФС физическая работоспособность находится на уровне 50–75% от должной величины, практически на границе между нормой и патологией. Также в данном случае высок риск формирования ИБС. Однако у лиц с подобными значениями какие-либо отклонения от физиологической нормы определяются только при физической нагрузке. Средние значения УФС определяются при понижении физической работоспособности до 76–90% от должной величины. В этом случае функциональные возможности жизнеобеспечивающих систем (в первую очередь ССС) ограничены. При показателях выше среднего функциональные резервы и двигательная подготовленность почти соответствуют оптимальным параметрам по возрасту и полу. Самые лучшие функциональные возможности определяются у лиц с высокими значениями УФС, показатели физической работоспособности которых находятся в пределах нормальных параметров (однако нужно отметить, что эти показатели могут быть и выше нормы). Подобные высокие значения встречаются только у спортсменов, которые продолжительное время задействованы в специализированной мышечной деятельности с тренировочным эффектом. В данном случае риск формирования ИБС практически отсутствует или незначителен (Миллер, 2015).

Индекс Хильдебрандта (Q) используют для оценки межсистемного взаимодействия кардиологической и респираторной систем. Вычисляют данный показатель по формуле:

$$Q = \text{ЧСС} / \text{ЧДД},$$

где ЧДД – частота дыхательных движений. Норма Q – 2.9–4.8. Повышение или снижение данного индекса за пределы нормы может служить свидетельством рассогласованности в работе между дыхательной и ССС, что в свою очередь требует дополнительного обследования скрыто протекающей патологии внутренних органов. Данный индекс снижается у абитуриентов под воздействием экзаменационного стресса (Фомягина, Свешников, 2005). Возрастание индекса Хильдебрандта на фоне

снижения частоты дыхательных движений может служить основанием для отказа от интенсивной физической нагрузки (Классина, 2019). Также данный индекс можно использовать как критерий физиологических затрат спортсмена, осуществляющего этапно-дозированные физические нагрузки возрастающей интенсивности на велоэргометре (Фудин и др., 2011). По предложению А.А. Василькова, при занятиях спортом следует допускать нагрузки, которые формируют соотношение ЧСС/ЧДД в пределах 3.5–6.5, последующее же возрастание мощности физических нагрузок может привести к переутомлению спортсмена, перенапряжению кардиореспираторных систем, усилению обменных процессов и развитию состояния ацидоза (Васильков, 1995).

Наиболее простые индексы в использовании для врача-клинициста: пульсовое давление, тип саморегуляции кровообращения, коэффициент экономичности кровообращения и индекс Хильдебрандта. Данные показатели легко и быстро вычислить с помощью обычного калькулятора, потому что формулы, их описывающие, состоят из одного или двух действий. Остальные индексы сложнее в вычислении и могут потребовать использования дополнительных программ, средств и методик расчета.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, используя вышеперечисленные кардиореспираторные индексы, можно не только быстро оценить работу сердечно-сосудистой системы и наметить план дальнейшего обследования, но и дать заключение о профпригодности или уровне возможных физических нагрузок для обследуемого.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность ректору ВГМУ им. Н.Н. Бурденко И.Э. Есауленко за предоставление рекомендаций по написанию данной научной работы.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

Настоящая статья является литературным обзором научных работ, посвященных разбору описанных индексов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Айзман Р.И., Лебедев А.В., Айзман Н.И., Рубанович В.Б. Комплексная оценка здоровья участников образовательного процесса. Учебное пособие для вузов по гуманитарным направлениям. М.: ЮРАЙТ, 2020. 207 с.
- Александров И.А. Особенности развития специальной выносливости у лыжников-гонщиков 15–17 лет: выпускная квалификационная работа. Екатеринбург: РГППУ, 2016. 56 с.
- Антонова А.А., Яманова Г.А., Сайпулаева Н.С., Сайпулаева Л.С. Анализ состояния сердечно-сосудистой системы студентов // Междунар. науч.-иссл. журн. 2022. № 3-1 (117). С. 98–101.
- Бекмуратова М.С., Хайдаров С.Н. Связь между повышенным пульсовым давлением и натрийуретическим пептидом // Журн. кардиоресп. иссл. 2022. Т. 3. № 1. С. 26–29.
- Васильков А.А. Способ определения общего состояния организма. Патент № 2142733. Заяв. 19.12.1995. Оpubл. 20.12.1995.
- Вахмистрова Т.К., Харченко О.А., Балицкая Т.Н. и др. Пульсовое давление у здоровых подростков // Рос. кардиол. журн. 2022. № 27 (S6). С. 6–7.
- Воронина И.Ю. Состояние сердечно-сосудистой системы у студентов профессионального лица во время производственной практики // Междунар. науч.-иссл. журн. 2016. № 3-3 (45). С. 8–11.
- Гребенчук М.В., Ларченко И.И., Кострыкина Е.Е. Определение уровня физического состояния студентов биологического факультета // Социальная защита и здоровье личности в контексте реализации прав человека: наука, образование, практика / Мат. междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 26–27 ноября 2015). Минск: БГУ, 2016. С. 565–570.
- Гречкина Л.И. Донозологическая характеристика показателей гемодинамики у мальчиков – уроженцев города Магадана с разным типом саморегуляции кровообращения // Здоровье насел. среда обит. 2016. № 1 (274). С. 22–26.
- Гречкина Л.И. Типологические особенности функционирования сердечно-сосудистой системы у подростков // Гиг. санит. 2018. № 97 (10). С. 962–966.
- Домрачев А.А., Домрачева М.Я. Экономичность функционирования сердечно-сосудистой системы как параметр функциональной физиологической оценки состояния организма в условиях психофизической активности // Междунар. журн. прикл. фундам. иссл. 2017. № 5 (Ч. 1). С. 59–65.
- Духова Г.А. Методика определения и оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы: методические указания. М.: МИИТ, 2014. 25 с.
- Душанин С.А., Иващенко Л.Я., Пирогова Е.А. Тренировочные программы для здоровья. Киев: Здоров'я, 1985. 32 с.
- Заболотских И.Б., Станченко И.А., Скопец А.А. Способ определения ударного объема сердца. Патент № 2186520. Заявл. 04.12.2000. Оpubл. 10.08.2002.
- Иванов С.А., Невзорова Е.В., Гулин А.В. Количественная оценка функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы // Вестн. Тамб. унив. Ест. техн. науки. 2017. Т. 22. № 6. С. 1535–1540.
- Казакова Г.Н., Панкова Е.С., Замкова Е.В. и др. Конституциональная характеристика и функциональный статус первокурсников как критерий адаптации к обучению в вузе // Соврем. пробл. науки обр. 2018. № 6. С. 61.
- Катальская О.Ю., Ефимова Н.В., Тихонова И.В. Сравнительная оценка функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы подростков в зависимости от состояния верхних дыхательных путей // Валеология. 2014. № 1. С. 15–20.
- Классина С.Я. Индекс Хильдебрандта как прогностический критерий отказа от интенсивной физической нагрузки // Наука и спорт: соврем. тенденции. 2019. Т. 7. № 2. С. 68–73.
- Кожеевникова О.В., Намазова-Баранова Л.С., Логачёва О.С. и др. Пульсовое артериальное давление и показатели ремоделирования сосудов: поиск ранних признаков развития сердечно-сосудистой патологии у детей // Вопр. соврем. педиатр. 2015. Т. 14. № 1. С. 119–123.
- Кучеренко К.Н., Беляков В.И. Клинико-физиологический анализ адаптационного статуса системы кровообращения и рисков кардиоваскулярной патологии при различной выраженности коронарного поведения типа А // Вестн. мед. инст. “РЕАВИЗ”: реабилитация, врач и здоровье. 2018. № 1 (31). С. 102–110.
- Мельник С.Н., Мельник В.В. Особенности показателей сердечно-сосудистой системы студентов с различными типами саморегуляции кровообращения // Пробл. здор. экол. 2019. № 2 (60). С. 80–85.
- Мокашева Е.Н., Мокашева Евг.Н., Гребенникова И.В. Взаимосвязь аффективных расстройств, стресса, качества жизни и предрасположенности к патологии сердечно-сосудистой системы у студентов медицинского вуза // Науч. обозр. Мед. науки. 2022. № 6. С. 39–43.
- Миллер Л.Л. Спортивная медицина: учебное пособие. М.: Человек, 2015. 184 с.
- Перельгина А.В., Петракова Т.В. Влияние особенностей восприятия индивидуальной минуты на функциональное состояние сердечнососудистой системы учащихся 8 класса гимназии № 39 г. Орла // Концепт. 2015. № Т25. С. 96–100.
- Прокопьев Н.Я., Колунин Е.Т., Гуртовая М.Н., Митасов Д.И. Физиологические подходы к оценке функциональных нагрузочных проб в спорте // Фунд. иссл. 2014. № 2. С. 146–150.
- Прокопьев Н.Я., Губин Д.Г., Дуров А.М. и др. Адаптационный потенциал по Р.М. Баевскому у мужчин юношеского возраста, занимающихся плаванием в ледяной воде // Тюмен. мед. журн. 2018. Т. 20. № 4. С. 25–29.
- Сарайкин Д.А., Павлова В.И., Камскова Ю.Г., Терзи М.С. Интегративная деятельность организма при адаптации к физической нагрузке ациклической на-

- правленности в тхэквондо. Учебное пособие для студентов, спортсменов, тренеров и инструкторов. Челябинск: Цицеро, 2016. 60 с.
- Тарабрина Н.Ю., Грабовская Е.Ю., Тарабрина В.А., Абдураманов А.Р. Выраженность основных показателей центральной кардиогемодинамики у борцов различной квалификации // Уч. записки Крым. фед. унив. им. В.И. Вернадского. Биол. Хим. 2018. Т. 4 (70). № 1. С. 92–103.
- Тулякова О.В., Авдеева М.С., Смирнова А.А. Функциональное состояние студентов на первом году обучения // Нов. иссл. 2021. № 3. С. 40–45.
- Фомягина Н.В., Свешников А.А. Вегетативные индексы у абитуриентов и студентов при экзаменационном стрессе // Соврем. наукоемк. технол. 2005. № 3. С. 103–104.
- Фудин Н.А., Судakov К.В., Хадарцев А.А. и др. Индекс Хильдебрандта как интегральный показатель физиологических затрат у спортсменов в процессе возрастающей этапно-дозированной физической нагрузки // Вестн. нов. мед. технол. 2011. Т. 18. № 3. С. 244–248.
- Хвостова С.А. Психофизиология стрессовых состояний при травмах опорно-двигательной системы. М.: Академия Естествознания, 2012. 179 с.
- Чердиченко Н.Л., Чердиченко Л.П. Баланс вегетативной нервной системы и кардиореспираторных показателей у детей с различной клинической рефракцией в процессе их роста и влияние его на становление рефракции // Рос. педиатр. офтальмол. 2015. № 1. С. 33–36.
- Этенко А.И., Будаев А.В., Евтушенко А.Я. Косвенные критерии выраженности церебральной гиперперфузии в раннем постреанимационном периоде // Медицина в Кузбассе. 2013. Т. 12. № 3. С. 48–55.
- Benetos A., Rudnichi A., Safar M., Guize L. Pulse pressure and cardiovascular mortality in normotensive and hypertensive subjects // Hypertension. 1998. V. 32. № 3. С. 560–564.
- Dorobantu M., Simionescu M., Popa-Fotea N.M. Molecular research in cardiovascular disease // Int. J. Mol. Sci. 2021. № 13. P. 7199. <https://doi.org/10.3390/ijms22137199>
- Gorgels A.P.M. Практический подход к недостаточности насосной функции // Рус. мед. журн. 1997. № 6. С. 357–363.
- Hafiane A., Daskalopoulou S. Extracellular vesicles characteristics and emerging roles in atherosclerotic cardiovascular disease // Metabolism. 2018. V. 85. P. 213–222. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2018.04.008>
- Jiang X., Srinivasan S.R., Urbina E., Berenson G.S. Hyperdynamic circulation and cardiovascular risk in children and adolescents. The Bogalusa heart study // Circulation. 1995. V. 91. № 4. С. 1101–1106.
- Rezaie J., Rahbarghazi R., Pezeshki M. et al. Cardioprotective role of extracellular vesicles: a highlight on exosome beneficial effects in cardiovascular diseases // J. Cell. Physiol. 2019. V. 234. № 12. P. 21732–21745.
- Zharska N., Budzyn V., Matviyas O. et al. Analysis of the response and recovery levels of cardiovascular and vegetative nervous systems in people with coronary heart disease // J. Phys. Educ. Sport. 2021. V. 21. № 2. P. 765–771.

Rapid Assessment of Cardiovascular System Parameters Using Cardiorespiratory Indices

Ek. N. Mokasheva^{a,*}, Ev. N. Mokasheva^a, I. V. Grebennikova^a,
V. A. Zemskova^a, and V. I. Bolotskikh^a

^aBurdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia

*e-mail: mokasheva.vrn@yandex.ru

Cardiovascular pathology is the leading among all nosologies in terms of prevalence and mortality, prevailing in old age. It is necessary to quickly assess the work of the cardiovascular system in the practice of a clinician, especially at the outpatient stage. There are a number of indices and coefficients that can be calculated on the basis of a general examination (without financial costs), namely: Kerdo, Robinson, pulse pressure, endurance coefficient, adaptive potential according to Baevsky, the actual index of blood supply, type of self-regulation of blood circulation, stroke volume of the heart, the coefficient of blood circulation efficiency, physical condition level and the Hildebrandt index. The article provides formulas, their interpretation and possible interpretation of the results of cardiorespiratory indices.

Keywords: Kerdo index, Robinson index, pulse pressure, Baevsky index, endurance coefficient, Hildebrandt index