

УДК 796.88:612.24-051

ОСОБЕННОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЖИЗНЕННОЙ ЕМКОСТИ ЛЕГКИХ И РЕЗУЛЬТИРУЮЩЕГО ВЕКТОРА ВОЗБУЖДЕНИЯ ЖЕЛУДОЧКОВ СЕРДЦА У СПОРТСМЕНОВ-ГИРЕВИКОВ РАЗЛИЧНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Тихонов В.Ф.

*Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», Чебоксары,
e-mail: letterpa@mail.ru*

Исследование проводилось с целью определения особенностей показателей жизненной емкости легких и легочных объемов, а также положения результирующего вектора возбуждения желудочков сердца у спортсменов-гиревиков различной квалификации. У кандидатов в мастера спорта (КМС), мастеров спорта (МС) и мастеров спорта международной категории (МСМК) было проведено тестирование жизненной емкости легких (тест «ЖЕЛ») методом спирографии, а также ЭКГ-измерения в 12 общепринятых отведениях. Определялись наиболее информативные показатели в структуре легочных объемов и положения электрической оси сердца для оценки уровня подготовленности спортсменов-гиревиков. Зависимость абсолютных значений жизненной емкости легких (ЖЕЛ), дыхательного объема (ДО), резервного объема выдоха (РОВд), резервного объема вдоха (Ровд) от квалификации спортсменов нами не была выявлена. Анализ полученных результатов показал, что соотношение РОВд/Ровд является показателем уровня функционального состояния аппарата внешнего дыхания у спортсменов-гиревиков. С ростом мастерства и уровня подготовленности в гиревом спорте РОВд/Ровд становится больше единицы. Навыки в координации движений и дыхания качественно можно оценить по изменению положения электрической оси сердца, а также смещению переходной зоны в грудных отведениях вследствие воздействия физической нагрузки. Нами обнаружено неадекватное отклонение ЭОС. вправо более 90° и смещение переходной зоны в V5 или в V6 на ранних этапах спортивной подготовки. Вероятно, это вызвано несовершенством методов тренировки и форсированной подготовкой спортсменов-гиревиков к выполнению норм мастера спорта.

Ключевые слова: гиревой спорт, кардиореспираторная система, жизненная емкость легких, дыхательный объем, резервный объем вдоха, резервный объем выдоха, электрическая ось сердца, переходная зона

FEATURES OF VALUES VITAL CAPACITY OF LUNGS AND VALUES OF THE RESULTANT EXCITATION VECTORS IN HEART VENTRICLES AMONG KETTLEBELL LIFTERS OF VARIOUS QUALIFICATION

Tikhonov V.F.

Chuvash State University named Ulyanov I.N., Cheboksary, e-mail: letterpa@mail.ru

The study was conducted to determine the performance characteristics of vital capacity and lung volumes and position of the resulting vector excitation of ventricles of heart in kettlebell lifters of varying skills. We made the test of vital capacity (Test «VC») and identify the most informative indicators of the structure of lung volumes to assess level of readiness of kettlebell lifters. It was tested vital capacity (test «VC») by the method of spirometry and ECG measurements at 12 standard leads. We determine the most informative indicators of the structure of lung volumes and position of the electrical axis of heart to assess the level of physical fitness of athletes. We have not identified the dependence of vital capacity (VC), tidal volume (VT), expiratory reserve volume (ERV), inspiratory reserve volume (IRV) on the skills of athletes. The analysis of the proportion of reserve lung volumes showed that the ratio ERV / IRV is an indicator of the functional state of the apparatus of external respiration in kettlebell lifters. With the growing of skills and level of training in Kettlebell Sport this ratio becomes more than one. There can be assessed skills of athletes in the coordination of movements and breathing qualitatively on changing the position of the electrical axis of the heart, as well as in the displacement of the transition zone in the chest leads due to the impact of load. We found improper axis deviation to the right more than 90° and the displacement of the transition zone in the V5 or V6 in the early stages of athletic training. This is probably due to the imperfection of the methods of training and the preparation of athletes for accelerated implementation of the norms of the master of sports.

Keywords: kettlebell lifting, cardiorespiratory system, vital capacity, tidal volume, inspiratory reserve volume, expiratory reserve volume, electric axis of the heart, the transition zone

Практика спортивной подготовки ставит актуальные вопросы перед физиологией мышечной деятельности. Существует область между физиологией и педагогикой, которая граничит, с одной стороны, с физиологическими основами мышечной деятельности человека, с другой – с методикой обучения и тренировки спортсменов. Формирование двигательного навыка в физических упраж-

нениях сопровождается образованием временных и функциональных связей в кардиореспираторной системе, способствующих более эффективному обеспечению движений функциями вегетативных органов (сердце, легкие и др.). Моторные и вегетативные компоненты двигательного навыка формируются не одновременно. Вегетативные компоненты, обеспечивающие кровообращение

и дыхание, могут быть более инертными, чем двигательные [5, с. 107]. Регуляция функции кровообращения и дыхания имеют ряд отличий от двигательных компонентов. При кратковременной смене одного вида деятельности другим вегетативные компоненты перестраиваются медленнее, чем двигательные. Вегетативные компоненты навыков весьма слабо отражаются в сознании. При образовании двигательного навыка может происходить изменение характера протекания вегетативных безусловных рефлексов, приспособление их не вообще к мышечной работе, а именно к данному виду деятельности [5, с. 118–119]. Известно, что выброс крови из сердца и пульсация сосудов зависят от дыхания. На вдохе снижается систолический объем выброса из левого желудочка и увеличивается приток крови к сердцу (к правым отделам). Это сопровождается увеличением присасывающей волны крови из периферии. Таким образом, в пульсовом движении крови возникает дополнительная волна – дыхательная, когда в такт дыханию (с частотой, меньшей, чем частота пульса) меняется высота пульсовой волны крови. Так парасимпатическая система оказывает модулирующее влияние на активность симпатической системы [8]. Напряженная работа мышц не позволяет спортсмену в полной мере реализовать в соревнованиях имеющиеся аэробные возможности, поэтому экономичность работы во многом определяется функциональным состоянием кардиореспираторной системы, которая постоянно совершенствуется в различных условиях тренировочной и соревновательной деятельности. В основе координации функции кардиореспираторной системы с двигательными действиями лежат процессы сохранения постоянства газовой среды в альвеолах легких. Это поддерживается постоянством отношения вентиляции легких к их перфузии (орошению кровью) [8].

Во многих научных трудах [2, 4, 6, 9, 10] приводятся результаты исследования дыхания спортсменов. Глубокие исследования дыхания проводились в тяжелой атлетике [2, 6]. Известно, что в тяжелой атлетике при мышечной работе происходят увеличение функциональной остаточной емкости легких и уменьшение ЖЕЛ [6]. Также у хоккеистов обнаружено, что с увеличением возраста и стажа игровой деятельности существенно снижаются резервные возможности кардиореспираторной системы [4]. Современные исследования в баскетболе не выявили достоверных различий в форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ) у баскетболистов мирового уровня и были в пределах нормы мужского населения [10]. Снижение значе-

ний ФЖЕЛ было обнаружено у спортсменов, тренирующих выносливость [9].

В соревновательных упражнениях гиревого спорта отмечается затрудненность дыхания в силу специфических особенностей техники у спортсменов различной квалификации. Нерациональная техника движений и дыхания отражается в показателях системы внешнего дыхания и электрических показателях функции сердца [7]. Однако особенности дыхания при мышечной деятельности в гиревом спорте мало изучены. Данные о характерных особенностях дыхания, объемных и емкостных показателей системы внешнего дыхания, а также ЭКГ-показателях у спортсменов-гиревиков в доступной литературе нами не обнаружено.

Цель – исследование особенностей показателей жизненной емкости легких и легочных объемов и биоэлектрической активности сердца методом электрокардиографии (ЭКГ) у спортсменов-гиревиков различной квалификации.

Задачи:

1. Провести тестирование жизненной емкости легких методом спирографии (тест «ЖЕЛ») и определение наиболее информативных показателей в структуре легочных объемов для оценки уровня подготовленности у спортсменов-гиревиков.

2. Провести ЭКГ-измерения у спортсменов-гиревиков в 12 общепринятых отведениях.

3. Выполнить анализ соотношения легочных объемов и положения результирующего вектора возбуждения желудочков сердца в зависимости от спортивной квалификации испытуемых.

Материалы и методы исследования

Исследование было проведено в период с 2008 года по 2015 год. Исследование биоэлектрической активности сердца методом электрокардиографии, а также показатели жизненной емкости легких (тест «ЖЕЛ») нами были получены в разные периоды тренировочной и соревновательной деятельности у членов сборных команд России по гиревому спорту, а также у других спортсменов-гиревиков различной квалификации.

В соответствии с «Унифицированной методикой проведения и оценки функционального исследования механических свойств аппарата вентиляции человека» при проведении теста «ЖЕЛ» определяли 4 параметра: жизненную емкость легких (ЖЕЛ), дыхательный объем (ДО), резервный объем выдоха (РО выд), резервный объем вдоха (РО вд). ЭКГ-измерения у спортсменов-гиревиков проводились в 12 общепринятых отведениях. В данной работе представлены материалы тестирования ЖЕЛ у 38 спортсменов-гиревиков весовой категории до 68 кг. Были определены три группы спортсменов-гиревиков: первая группа – 8 мастеров спорта международного класса (МСМК), вторая группа – 14 мастеров спорта (МС),

а также третья (контрольная) группа – 16 кандидатов в мастера спорта (КМС). Для качественной и количественной оценки функционального состояния легких спортсменов-гиревиков нами использовался спирометр микропроцессорный СМП-21/01-«Р-Д». ЭКГ-показатели сердца были получены у 46 спортсменов-гиревиков. Испытуемые также были разделены на три группы:

- 1) ЗМС – 4 и МСМК – 15 человек,
- 2) МС – 12 человек,
- 3) КМС – 15 (контрольная группа).

Результаты исследования и их обсуждение

В различных источниках можно встретить различные отношения к оценке влияния легочных объемов и жизненной емкости легких на уровень спортивной подготовленности спортсменов в различных видах спорта. Эти показатели, как критерии спортивной подготовленности спортсменов, во многих видах спорта специалистами не принимаются во внимание. Также и нами было обнаружено, что в зависимости от роста и веса спортсменов-гиревиков, показатели ЖЕЛ, ДО, РО_{выд}, РО_{вд} имеют большой разброс. Зависимость абсолютных значений указанных показателей от квалификации спортсменов одной весовой категории нами не была выявлена.

В физиологии дыхания существует представление о так называемом уровне дыхания, представляющем собой отношение РО_{выд}/РО_{вд}. Некоторые авторы считают, что если уровень дыхания ниже единицы, т.е. резервный объем выдоха меньше резервного объема вдоха, то эффективность вентиляции больше [2]. Однако значение уровня дыхания как показателя функционального состояния аппарата внешнего дыхания не является общепризнанным [8]. Имеется ряд исследований в тяжелой атлетике [2], где указываются пропорции соотношений легочных объемов. Так, при спокойном дыхании у тяжелоатлетов ДО составляет примерно 10–20%, РО_{выд} – 30–40%, а РО_{вд} – 45–55% жизненной емкости легких. Таким образом, у тяжелоатлетов, так называемый «уровень дыхания», представляющий собой отноше-

ние РО_{выд}/РО_{вд} оказывается ниже единицы, т.е. РО_{выд} меньше РО_{вд}.

В связи с этим был проведен анализ соотношения резервных объемов легких. С целью сокращения объема статьи приводятся результаты теста ЖЕЛ спортсменов-гиревиков одной весовой категории – до 68 кг (табл. 1). По результатам исследования 38 спортсменов-гиревиков различной квалификации в весовой категории до 68 кг, было обнаружено достоверное повышение отношения РО_{выд} / РО_{вд} в зависимости от квалификации спортсменов-гиревиков. Как видно из таблицы, в группах МС и МСМК были обнаружены достоверные различия отношения РО_{выд}/РО_{вд} в сравнении с группой КМС ($p < 0,01$). Однако достоверных различий в показателях ЖЕЛ и ДО в исследуемых группах не обнаружено.

Физиологи считают, что особое внимание заслуживает отношение между величинами эластической тяги легких и отдачи грудной стенки на уровне функциональной остаточной емкости (ФОЕ), которая представляет собой сумму остаточного объема легких (ОО) и РО_{выд}. На уровне ФОЕ эластическая тяга легких становится равной величине отдачи грудной стенки, направление же их противоположно друг другу [1]. В отсутствие активности дыхательной мускулатуры грудная стенка и легкие занимают нормальное положение выдоха, при котором уравниваются противоположно направленные эластические силы грудной стенки и легких. Это положение определяет сумму величин остаточного объема и резервного объема выдоха, т.е. функциональную остаточную емкость легких (ФОЕ). Мы предполагаем, что более высокие показатели РО_{выд} являются признаком увеличения ФОЕ у МС и МСМК в результате многолетней подготовки. Увеличение ФОЕ у спортсменов может оказаться физиологически целесообразным, так как при этом происходит увеличение дыхательной поверхности легких, а также потому, что расширение просвета воздухоносных путей уменьшает сопротивление току воздуха [8].

Таблица 1

Результаты тестирования ЖЕЛ спортсменов-гиревиков весовой категории до 68 кг в зависимости от их квалификации.

Группы спортсменов	ЖЕЛ, л	ДО, л	РО _{выд} , л	РО _{вд} , л	РО _{выд} / РО _{вд}
КМС (n = 16)	5,07 ± 0,42	0,71 ± 0,02	1,51 ± 0,18	3,55 ± 0,28	0,43 ± 0,03
МС (n = 14)	5,14 ± 0,28	0,69 ± 0,06	2,77 ± 0,07 (p < 0,01)	2,35 ± 0,19 (p < 0,01)	1,18 ± 0,08 (p < 0,01)
МСМК (n = 8)	5,11 ± 0,14	0,69 ± 0,08	2,85 ± 0,23 (p < 0,01)	2,27 ± 0,11 (p < 0,01)	1,25 ± 0,18 (p < 0,01)

Таблица 2

Отклонение электрической оси сердца во фронтальной плоскости и смещение переходной зоны в грудных отведениях

Группы	Переходная зона		Электрическая ось сердца		Достоверность
	До нагрузки	После нагрузки	До нагрузки	После нагрузки	
КМС (n = 15)	V3-33,3% V4-46,7% V5-13,3% V6-6,7%	V3-13,3% V4-53,3% V5-6,7% V6-26,7%	77,0°± 11,7°	98,9°± 13,5°	p < 0,01
МС (n = 12)	V3-58,4% V4-33,3% V5-8,3%	V3-49,9% V4-16,7% V5-16,7% V6-16,7%	78,0°± 7,3°	93,3°± 9,0°	p < 0,01
ЗМС, МСМК (n = 19)	V3-84,2% V4-10,5% V5-5,3%	V3-57,9% V4-31,6% V5-10,5%	68,8°± 10,2°	71,9°± 10,2°	p < 0,05

Можно предположить, что более высокие показатели РОвыд у МС и МСМК связаны с увеличением эластической отдачи грудной стенки, направленной наружу, что приводит к повышению уровня дыхания в результате многолетней спортивной деятельности.

В гиревом спорте наиболее информативным и наглядным показателем воздействия физической нагрузки, на наш взгляд, является результирующий вектор возбуждения желудочков сердца. Результирующий вектор возбуждения желудочков сердца представляет собой сумму трех моментных векторов возбуждения: межжелудочковой перегородки, верхушки и основания сердца. Этот вектор нами интерпретировался во фронтальной и в горизонтальной плоскости. В каждой из них результирующий вектор имеет свою проекцию [3]. Во фронтальной плоскости проекцией этого вектора является электрическая ось сердца (Э.О.С. или угол α), определяемая в стандартных отведениях. В горизонтальной плоскости на направление этого вектора указывает переходная зона, определяемая в грудных отведениях V1-V6 [3].

Следует отметить, что отклонение электрической оси сердца вправо, смещение переходной зоны в отведения V4, V5 и V6 (табл. 2) являются ЭКГ-признаками перегрузки или гипертрофии правого желудочка сердца, обусловленные изменением результирующего вектора возбуждения желудочков [3].

Исследования показали, что у многих гиревиков в группе КМС, а также МС после соревновательных нагрузок наблюдается отклонение Э.О.С. вправо, а также смещение переходной зоны в V4-V6. Правые отделы сердца перекачивают кровь по малому кругу кровообращения (через легкие). Нерациональная поза в статических положениях

и задержка дыхания в динамике выполнения упражнений приводят к повышению внутригрудного давления и затруднению кровообращения в легких. У спортсменов низкой квалификации изменения угла α вправо и смещение переходной зоны, на наш взгляд, является следствием перегрузки правых отделов сердца из-за затруднения дыхания, которое приводит к повышению давления в легочной артерии во время продолжительного выполнения упражнений.

При адекватной нагрузке изменение положения электрической оси сердца, а также смещение переходной зоны в грудных отведениях претерпевают незначительные отклонения ($\Delta\alpha = \pm 5^\circ$, переход из V3 в V2 или в V4). При физических перенапряжениях у спортсменов-гиревиков отклонения показателей становятся более выраженными ($\Delta\alpha = + 15^\circ$, переход из V3 в V4, V5 или V6). Нормальное положение Э.О.С. ($\alpha = 68,8^\circ \pm 10,2$) и переходной зоны в V3 в покое у ЗМС и МСМК указывают на оптимальную технику движений, а также совершенную методику многолетней спортивной подготовки (табл. 2).

Выводы

1. Показатели жизненной емкости легких у спортсменов-гиревиков не отличаются высокими величинами и колеблются в зависимости от роста и массы тела на уровне должных величин.

2. Жизненная емкость легких не является показателем результативности спортсменов-гиревиков. Высокой корреляционной связи между квалификацией и жизненной емкостью легких спортсменов-гиревиков нами не обнаружено.

3. Соотношение РОвыд / РОвд является показателем уровня функционального состояния аппарата внешнего дыхания

у спортсменов-гиревиков. С ростом мастерства и уровня подготовленности в гиревом спорте это отношение становится больше единицы.

4. Представление о том, что эффективность вентиляции легких выше при уровне дыхания ниже единицы, в гиревом спорте на уровне спортсменов МС и МСМК не подтверждается.

5. Навыки в координации движений и дыхания качественно можно оценить по изменению положения электрической оси сердца, а также смещению переходной зоны в грудных отведениях вследствие воздействия физической нагрузки.

6. Неадекватное отклонение ЭОС. вправо более 90° и смещение переходной зоны в V5 или в V6 на ранних этапах спортивной подготовки, вероятно, вызвано несовершенством методов тренировки и форсированной подготовкой спортсменов-гиревиков к выполнению разрядных норм и норм мастера спорта.

Список литературы

1. Гриппи М.А. Патофизиология легких. Изд. 2-е, исправ. / М.А. Гриппи. – М.: Бином, Х.: МТК-книга, 2005. – С. 31.
2. Дворкин Л.С. Подготовка юного тяжелоатлета [Текст]: Учебное пособие / Л.С. Дворкин. – М.: Советский спорт, 2006. – С. 53.
3. Орлов В.Н. Руководство по электрографии / В.Н. Орлов. – 3-е изд. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2003. – 528 с.: ил.
4. Панков М.В. Аэробные возможности высококвалифицированных хоккеистов / М.В. Панков // Вестник спортивной науки. – 2012. – № 5. – С. 54–58.
5. Спортивная физиология: учеб. для ин-тов физ. культ. / Под ред. Я.М. Коца. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 240 с., ил.
6. Тарасова Л.В. Оценка внешнего дыхания квалифицированных тяжелоатлетов / Л.В. Тарасова, А.Н. Корженевский, А.В. Воробьев, Н.А. Худадов, С.В. Малиновский // Вестник спортивной науки. – М.: ОАО «Издательство «Советский спорт»». – 2013. – № 4. – С. 50–53.
7. Тихонов В.Ф. Исследование объемно-временных показателей системы внешнего дыхания спортсменов-гиревиков в упражнении «рывок» / В.Ф. Тихонов, Б.Н. Глинкин, А.М. Михалев // Актуальные проблемы физического воспитания и спортивной тренировки учащейся молодежи: Материалы Всероссийской научно-практической конференции – М.: НОУ РГУФК, 2009. – С. 203–208.
8. Физиология дыхания. В серии: «Руководство по физиологии». – Л.: Наука, 1973. – 352 с.
9. Kippelen P., Caillaud C., Robert E., Connes P. Effect of endurance training on lung function: a one year study // Br J Sports Med., 2005; 39: 617–621 doi:10.1136/bjsm.2004.014464.
10. Ostojic S., Mazic S., Dikic N. Profiling in basketball: physical and physiological characteristics of elite players // Journal of Strength and Conditioning Research, 2006, 20(4), 740–744.