

# «СПОРТИВНОЕ» СЕРДЦЕ (КДО=148 МЛ) И СИСТЕМА ДЫХАНИЯ

Тюрюмин Я.Л.

**Аннотация.** В статье рассматривается модель кардиореспираторной системы для описания различных зон тренировочных нагрузок в соответствии с показателями системы дыхания. Цель исследования. Разработать модель «идеальной» или «должной» кардиореспираторной системы для описания различных зон тренировочных нагрузок от ЧСС<sub>мин</sub> = 60 уд/мин до ЧСС<sub>макс</sub> = 200 уд/мин в соответствии с показателями системы дыхания. Результаты. Обсуждаются показатели сердечно-сосудистой системы и системы дыхания в соответствии с зонами тренировочных нагрузок. Выводы. Представленная модель «идеальной» или «должной» кардиореспираторной системы для описания различных зон тренировочных нагрузок от ЧСС<sub>мин</sub> = 60 уд/мин до ЧСС<sub>макс</sub> = 200 уд/мин соответствует всем физиологическим показателям системы дыхания.

**Ключевые слова:** «спортивное» сердце, система дыхания, зоны тренировочных нагрузок.

## The athlete's heart (EDV=148 ML) and respiratory system

Turumin J.L.

**Abstract.** The article discusses a model of the cardiorespiratory system for describing zones of training exercises in accordance with the respiratory system data. Purpose of the study. To develop a model of the "ideal" or "proper" cardiorespiratory system for describing various zones of training exercises from resting heart rate to heart rate max in accordance with the respiratory system indicis. Results. The cardiovascular and respiratory system data are discussed depending on zones of training exercises. Conclusions. The presented model of the "ideal" or "proper" cardiorespiratory system for describing various zones of training exercises from resting heart rate to heart rate max corresponds to all physiological data of the respiratory system.

**Key words:** athlete's heart, respiratory system, zones of training exercises.

**Введение.** Сердечно-сосудистая система и система дыхания являются важными составляющими в кислородтранспортной системе [1,2]. Функциональное состояние системы дыхания обеспечивает поступление кислорода в кровь, функциональное состояние сердечно-сосудистой системы определяет количество крови, поступающее в большой и малый круг кровообращения [1,2].

При увеличении физической нагрузки система дыхания и сердечно-сосудистая система перестраивают свою работу [1,2].

Механизмов адаптации системы дыхания к физической нагрузке три:

1. увеличение частоты дыхательных движений;
2. увеличение альвеолярного дыхательного объема;
3. увеличение альвеолярной вентиляции и альвеолярной перфузии.

При постоянных аэробных и/или анаэробных физических нагрузках различной мощности формируется «спортивное» дыхание [1,2]:

1. увеличение жизненной емкости легких;
2. увеличение альвеолярного дыхательного объема в покое;
3. уменьшение частоты дыхательных движений в покое.

Механизмов адаптации сердца к физической нагрузке два [1-2]:

1. увеличение частоты сердечных сокращений (рефлекс Бейнбриджа);

2. увеличение фракции выброса из левого желудочка (механизм Франка-Старлинга).

При постоянных аэробных и/или анаэробных физических нагрузках различной мощности формируется «спортивное» сердце [1-9]:

1. увеличение конечно-диастолического объема левого желудочка;
2. увеличение толщины миокарда левого желудочка;
3. увеличение ударного объема в покое;
4. уменьшение частоты сердечных сокращений в покое.

Сформированное «спортивное» сердце и «спортивное» дыхание значительно повышает возможности спортсмена для выполнения в большей степени аэробно-анаэробных тренировочных нагрузок субмаксимальной и максимальной мощности [1-9].

**Цель исследования.** Разработать модель «идеальной» или «должной» кардиореспираторной системы для описания различных зон тренировочных нагрузок от ЧСС<sub>мин</sub> = 60 уд/мин до ЧСС<sub>макс</sub> = 200 уд/мин в соответствии с показателями системы дыхания.

**Методы исследования.** Для построения модели «идеальной» или «должной» модели кардиореспираторной системы для описания различных зон тренировочных нагрузок использовали модель «идеальной» или «должной» ЭКГ в зависимости от периодов и фаз сердечного цикла в соответствии с данными ЭхоКГ [3-9]. Функциональные показатели системы дыхания взаимосвязаны с показателями сердечно-сосудистой системы и соответствовали зонам тренировочных нагрузок. Максимальную ЧСС (ЧСС<sub>макс</sub>) рассчитывали по Fox S.M. et al. (1971) [10]. Конечно-диастолический объем левого желудочка = КДО<sub>лж</sub>. Конечно-систолический объем левого желудочка = КСО<sub>лж</sub>. Ударный объем левого желудочка = УО<sub>лж</sub>. Фракция выброса левого желудочка = ФВ<sub>лж</sub>. Минутный объем крови = МОК. Артериовенозная разница по кислороду = АВР-О<sub>2</sub>. Скорость потребления кислорода = V-О<sub>2</sub>. Жизненная емкость легких = ЖЕЛ. Дыхательный объем = ДО. Альвеолярный дыхательный объем = АДО. Частота дыхательных движений = ЧДД. Минутный объем дыхания = МОД. Минутный объем альвеолярной вентиляции = МОАВ. Скорость выделения углекислого газа = V-СО<sub>2</sub>. Дыхательный коэффициент = ДК. Соотношение минутного объема альвеолярной вентиляции к минутному объему крови = МОАВ/МОК [3-9].

**Основная часть.** Показатели кардиореспираторной системы в покое (ЧСС = 60 уд/мин):

ЭхоКГ: ЧСС = 60 уд/мин. КДО<sub>лж</sub> = 148 мл. КСО<sub>лж</sub> = 65 мл. УО<sub>лж</sub> = 83 мл. ФВ<sub>лж</sub> = 56%. МОК = 5.0 л/мин. АВР-О<sub>2</sub> = 25.0%. V-О<sub>2</sub> = 250 мл/мин.

Система дыхания: ЖЕЛ = 4400 мл. ДО = 555 мл. МОД = 6.7 л/мин. ЧДД = 12 д/мин. АДО = 405 мл. МОАВ = 4.9 л/мин. V-СО<sub>2</sub> = 174 мл/мин. ДК = 0.70.

МОАВ/МОК = 1.0

Зона умеренной мощности (аэробная восстановительная = зона сжигания жиров = ЧСС = 100-120 уд/мин):

ЭхоКГ: ЧСС = 100 уд/мин. КДО<sub>лж</sub> = 148 мл. КСО<sub>лж</sub> = 40 мл. УО<sub>лж</sub> = 108 мл. ФВ<sub>лж</sub> = 73%. МОК = 10.8 л/мин. АВР-О<sub>2</sub> = 44.3%. V-О<sub>2</sub> = 964 мл/мин.

Система дыхания: ЖЕЛ = 4400 мл. ДО = 1088 мл. МОД = 21.8 л/мин. ЧДД = 20 д/мин. АДО = 938 мл. МОАВ = 18.8 л/мин. V-CO<sub>2</sub> = 729 мл/мин. ДК = 0.76. МОАВ/МОК = 1.7

ЭхоКГ: ЧСС = 120 уд/мин. КДОлж = 148 мл. КСОлж = 27 мл. УОлж = 121 мл. ФВлж = 82%. МОК = 14.5 л/мин. АВР-О<sub>2</sub> = 53.9%. V-O<sub>2</sub> = 1574 мл/мин.

Система дыхания: ЖЕЛ = 4400 мл. ДО = 1426 мл. МОД = 34.2 л/мин. ЧДД = 24 д/мин. АДО = 1276 мл. МОАВ = 30.6 л/мин. V-CO<sub>2</sub> = 1239 мл/мин. ДК = 0.79. МОАВ/МОК = 2.1

Зона умеренной мощности (аэробная восстановительная = зона кардиовыносливости = ЧСС = 120-140 уд/мин):

ЭхоКГ: ЧСС = 140 уд/мин. КДОлж = 148 мл. КСОлж = 15 мл. УОлж = 133 мл. ФВлж = 90%. МОК = 18.6 л/мин. АВР-О<sub>2</sub> = 63.6%. V-O<sub>2</sub> = 2382 мл/мин.

Система дыхания: ЖЕЛ = 4400 мл. ДО = 1805 мл. МОД = 50.5 л/мин. ЧДД = 28 д/мин. АДО = 1655 мл. МОАВ = 46.3 л/мин. V-CO<sub>2</sub> = 2200 мл/мин. ДК = 0.92. МОАВ/МОК = 2.5

Зона большой мощности (аэробная тренирующая = ЧСС = 140-155 уд/мин):

ЭхоКГ: ЧСС = 155 уд/мин (порог аэробного обмена). КДОлж = 148 мл. КСОлж = 15 мл. УОлж = 133 мл. ФВлж = 90%. МОК = 20.6 л/мин. АВР-О<sub>2</sub> = 70.8%. V-O<sub>2</sub> = 2938 мл/мин.

Система дыхания: ЖЕЛ = 4400 мл. ДО = 1994 мл. МОД = 61.8 л/мин. ЧДД = 31 д/мин. АДО = 1844 мл. МОАВ = 57.2 л/мин. V-CO<sub>2</sub> = 3179 мл/мин. ДК = 1.08. МОАВ/МОК = 2.8

Зона субмаксимальной мощности (анаэробно-аэробная = ЧСС = 155-170 уд/мин):

ЭхоКГ: ЧСС = 170 уд/мин (порог анаэробного обмена). КДОлж = 148 мл. КСОлж = 15 мл. УОлж = 133 мл. ФВлж = 90%. МОК = 22.6 л/мин. АВР-О<sub>2</sub> = 78.0%. V-O<sub>2</sub> = 3551 мл/мин.

Система дыхания: ЖЕЛ = 4400 мл. ДО = 2182 мл. МОД = 74.2 л/мин. ЧДД = 34 д/мин. АДО = 2032 мл. МОАВ = 69.1 л/мин. V-CO<sub>2</sub> = 4456 мл/мин. ДК = 1.25. МОАВ/МОК = 3.1

Зона максимальной мощности (лактатная анаэробная = ЧСС = 170-200 уд/мин):

ЭхоКГ: ЧСС<sub>макс</sub> = 200 уд/мин. КДОлж = 148 мл. КСОлж = 33 мл. УОлж = 115 мл. ФВлж = 78%. МОК = 23.1 л/мин. АВР-О<sub>2</sub> = 92.5%. V-O<sub>2</sub> = 4292 мл/мин.

Система дыхания: ЖЕЛ = 4400 мл. ДО = 2237 мл. МОД = 89.5 л/мин. ЧДД = 40 д/мин. АДО = 2237 мл. МОАВ = 83.5 л/мин. V-CO<sub>2</sub> = 6080 мл/мин. ДК = 1.42. МОАВ/МОК = 3.6

**Выводы.** Таким образом, представленная модель «идеальной» или «должной» кардиореспираторной системы для описания различных зон тренировочных нагрузок от ЧСС<sub>мин</sub> = 60 уд/мин до ЧСС<sub>макс</sub> = 200 уд/мин соответствует всем физиологическим показателям системы дыхания [3-9].

Возможно, соотношение МОАВ/МОК отражает эффективность альвеолярной вентиляции и альвеолярной перфузии в различных долях легких: нижние доли лёгких – высокая эффективность альвеолярной вентиляции и

альвеолярной перфузии (1:1), средняя правая доля – средняя эффективность альвеолярной вентиляции и альвеолярной перфузии (2:1), верхние доли легких – низкая эффективность альвеолярной вентиляции и альвеолярной перфузии (3:1) [1-2].

#### Список литературы

1. Гайтон, А.К. Медицинская физиология / А.К. Гайтон, Д.Э. Холл / Пер. с англ.; под ред. В.И. Кобрина. – М.: Логосфера, 2008. – 1296 с.
2. Платонов, В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В.Н. Платонов. – К.: Олимпийская литература, 2004. – 808 с.
3. Тюрюмин Я.Л. «Спортивное» сердце при ЧСС-155: ЭКГ и ЭхоКГ // В сборнике: Спортивная адаптология: перспективы развития», посвященной памяти В.Н. Селуянова. Москва, 2024. – в печати.
4. Тюрюмин Я.Л. «Спортивное» сердце: ЧССмакс, ЭКГ и ЭхоКГ // В сборнике: Спорт – дорога к миру между народами. Москва, 2023. – С. 212-216.
5. Тюрюмин Я.Л. Характеристика частоты сердечного сокращения при выполнении физических нагрузок. ЧСС-170: ЭКГ И ЭхоКГ // В сборнике: Тенденции развития легкоатлетического спорта в России и мире в современных условиях: проблемы и перспективы. Москва, 2023. – С. 34-38.
6. Тюрюмин, Я.Л. «Спортивное» сердце: ЧСС максимальная и ЭКГ // В сборнике: Актуальные медико-биологические проблемы спорта и физической культуры. Волгоград, 2023. – Ч. I. – С. 357-362.
7. Тюрюмин, Я.Л. «Спортивное» сердце: механизмы ресинтеза АТФ // В сборнике: Актуальные вопросы науки и образования. Ульяновск, 2022. – С. 1061-1065.
8. Тюрюмин, Я.Л. «Спортивное» сердце. Зоны тренировочных нагрузок // В сборнике: Фундаментальные и прикладные гуманитарные исследования в сфере физической культуры, спорта и олимпизма: традиции и инновации. Москва, 2022. – С. 235-239.
9. Тюрюмин Я.Л. Типы мышечных волокон. Зоны мощности и причины утомления // В сборнике: Тенденции развития легкоатлетического спорта в России и в мире в современных условиях: проблемы и перспективы. Москва, 2022. – С. 30-35.
10. Bazett, H. An analysis of the time-relations of electrocardiograms / H. Bazett // Ann Noninvasive Electrocardiol. 1997. – Vol. 2, No. 2. – P. 177-194.

**Тюрюмин Я.Л.** «Спортивное» сердце (КДО=148 мл) и система дыхания // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения Л.П. Матвеева (21-22 ноября 2024 г.). – Москва, 2024. – С. 264-268 – 0,29 печ.л. – ISBN 978-5-6053463-3-3 – РИИЦ.