DOI: 10.17117/na.2016.02.03.064

Поступила (Received): 25.02.2016

<http://ucom.ru/doc/na.2016.02.03.064.pdf>

Дружкин А.А., Коробов А.А., Фролов С.В. Реализация математической модели сердечно- сосудистой системы в программе Simulink

Drujkin A.A., Korobov A.A., Frolov S.V.
**Implementation of a mathematical model of
the cardiovascular system program Simulink**

В статье рассмотрен порядок создания математической модели сердечно-сосудистой системы (ССС) с учетом МЕТ-коэффициента. Данная модель учитывает метаболический эквивалент строго индивидуально для каждого человека вне зависимости от пола и возраста. Определяет оптимальную физическую нагрузку с учетом состояния сердечно-сосудистой системы

Ключевые слова: СССР, метаболический эквивалент, математическая модель

Дружкин Алексей Александрович

Магистрант

Тамбовский государственный технический университет

г. Тамбов, ул. Советская, 106

Коробов Артем Андреевич

Аспирант

Тамбовский государственный технический университет

г. Тамбов, ул. Советская, 106

Фролов Сергей Владимирович

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой

Тамбовский государственный технический университет

г. Тамбов, ул. Советская, 106

The article describes the procedure for creating a mathematical model of the cardiovascular system (CVS) based MET rate. This model takes into account the metabolic equivalent is strictly individual for each person, regardless of gender and age. Determines optimal physical activity, taking into account the state of the cardiovascular system

Key words: metabolic equivalent, mathematical mode

Drujkin Alexey Alexandrovich

Master

Tambov state technical university

Tambov, Sovetskaya st., 106

Korobov Artem Andreevich

Graduate

Tambov state technical university

Tambov, Sovetskaya st., 106

Frolov Sergey Vladimirovich

Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of Department

Tambov state technical university

Tambov, Sovetskaya st., 106

В настоящее время заболевания сердечно-сосудистой системы (ССС) являются ведущей причиной заболеваемости и смертности среди взрослого населения. По оценкам, в 2012 году от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) умерло 17,5 миллиона человек, что составило 31% всех случаев смерти в мире. Из этого числа 7,4 миллиона человек умерли от ишемической болезни сердца и

6,7 миллиона человек в результате инсульта [1]. В 2014 году в России смертность при заболеваниях сердечно-сосудистой системы составила около 900 тыс. человек, что составило 51,2% от других заболеваний. Для сравнения, в США данная доля смертности составила 30% [2].

Основным и наиболее эффективным методом лечения пациентов, страдающих наиболее тяжелыми формами сердечной недостаточности в терминальной стадии, является трансплантация донорского сердца. По заявлению директора ФНЦ трансплантологии и искусственных органов им. академика В.И. Шумакова С.В. Готье, в 2015 году в России было произведено около 140 трансплантаций сердца при минимальной потребности в тысячу пересадок [2, 3].

Большинству людей, страдающих заболеваниями ССС, требуется строго индивидуальная размеренная физическая нагрузка. Поэтому научный коллектив кафедры «Биомедицинская техника» Тамбовского государственного технического университета поставила перед собой задачу разработать математическую модель сердечно-сосудистой системы, которая будет учитывать МЕТ-показатель.

МЕТ – это метаболический эквивалент, единица измерения физической нагрузки, обычно обозначаемая METs от английского Metabolic Equivalents. Под одним METs понимают **такое количество нагрузки, которое соответствует состоянию покоя конкретного человека**. Измеряется METs через определение ПК (потребления кислорода) в состоянии покоя. Выражается в удельных единицах мл/кг*мин (литров на килограмм массы тела в минуту).

Наиболее корректно использовать данную величину при ее индивидуальном определении. В этом случае можно говорить о том, сколько единиц METs человек способен выдавать в том или ином режиме. Однако если таких индивидуальных данных нет, то под одним METs понимают 3,5 мл/кг*мин. Это примерно соответствует уровню ПК обычного мужчины (не спортсмена) с массой тела около 70 кг в возрасте 40 лет.

У активно растущих подростков METs может оказаться существенно выше, чем 3,5 мл/кг*мин, а у людей преклонного возраста – существенно ниже этого значения. Для корректности требуется индивидуальное определение ПК в состоянии покоя.

Исходя из значения 3,5 мл/кг*мин, можно примерно определить, как выполняемая работа выражается в описанных единицах для мужчины среднего возраста.

1METs – состояние покоя (лежа на спине), 3METs – легкая физическая работа (например, подметание пола), 5METs – быстрая ходьба, игра в мяч с маленькими детьми, 7METs – туристический поход с рюкзаком по холмистой местности, 9METs – игра в футбол, теннис.

Понятие метаболического эквивалента стало находить свое применение в медицине. С его помощью врачи определяют толерантность к физической нагрузке (на велотренажере или беговой дорожке). Если испытуемый нормально переносит нагрузку, равную 4 METs, его толерантность низкая (этот уровень иногда считается нижней границей здорового человека), если нормально переносится 7 METs, то толерантность к нагрузке нормальная (не вызывает опасений) [4].

Рис. 1. Зависимость метаболического коэффициента от времени физических нагрузок

Для разработки математической модели ССС использован программный комплекс MatLab и его среда моделирования Simulink.

Simulink – это графическая среда имитационного моделирования, позволяющая при помощи блок-диаграмм в виде направленных графов, строить динамические модели, включая дискретные, непрерывные и гибридные, нелинейные и разрывные системы.

Дополнительные пакеты расширения Simulink позволяют решать весь спектр задач от разработки концепции модели до тестирования, проверки, генерации кода и аппаратной реализации. Simulink интегрирован в среду MatLab, что позволяет использовать встроенные математические алгоритмы, мощные средства обработки данных и научную графику.

Список используемых источников:

1. World health statistics. World Health Organisation. 2015.
2. Какорина Е.П., Михайлова Л.А., Огрызко Е.В., Кантеева А.Н., Кадулина Н.А. Заболеваемость всего населения России в 2011 году. Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения Минздрава РФ.
3. Шальнова С.А., Конради А.О., Карпов Ю.А., Концевая А.В., Деев А.Д., Капустина А.В., Худяков М.Б., Шляхто Е.В., Бойцов С.А. Анализ смертности от сердечно-сосудистых заболеваний в 12 регионах Российской Федерации, участвующих в исследовании «Эпидемиология сердечно-сосудистых заболеваний в различных регионах России» // Российский кардиологический журнал. 2012. №5 (97). С. 6–11.
4. Займись телом. URL: http://1-fit.ru/wiki/Metabolicheskiy_ekvivalent_METs