



Кинезогидродинамическая модель для оценки выносливости и работоспособности лабораторных животных

Н.Н. Каркищенко, В.Н. Каркищенко

ФГБУ «Научный центр биомедицинских технологий» РАМН, Московская область

Контактная информация: академик РАРАН,
член-корр. РАМН Каркищенко Николай Николаевич, niknik2808@yandex.ru

Кинезогидродинамическая модель относится к гидроканалам с регулируемым током жидкости и может быть использована в научных целях при исследовании работоспособности и выносливости подопытных животных (крысы, собаки и др.), а также для оценки действия лекарственных и пищевых средств на эти процессы. Гидроканал оборудован домиком-приманкой, расположенным у торца подачи потока жидкости. Гидроканал снабжен градуировочной шкалой и специальными датчиками перемещения. Система предусматривает установление и поддержание постоянной температуры жидкости, снабжена видеокамерами сопровождения, а домик-приманка – емкостным датчиком, соединенным с системой отключения прокачки жидкости. Автоматический контроль осуществляется компьютером, на который замкнуты все системы датчиков. Модель включает математическое и гидродинамическое обоснование однозначной количественной оценки работоспособности и выносливости животных.

Ключевые слова: кинезогидродинамическая модель, выносливость, работоспособность, лабораторные животные.

Проблема оценки и количественного измерения выносливости и работоспособности людей, выполняющих работу при воздействии экстремальных факторов (водолазы, профессиональные пловцы, космонавты, спасатели, шахтеры и др.), а также спортсменов в условиях тренировочного и соревновательного процессов, особенно в режиме работы «до отказа», ставит задачи разработки и создания средств повышения энергетических ресурсов, защиты от вредных факторов среды, поиска недопинговых фармакологических средств коррекции и профилактики. Для оценки уровня подготовленности и переносимости сверх-

сильных и экстремальных физических и психоэмоциональных нагрузок требуется количественное измерение основных параметров организма человека. В качестве первого шага на этом пути необходимы адекватные доклинические и неклинические исследования на лабораторных животных, дающие возможность экстраполяции полученных данных и воздействия средств коррекции, а также профилактики с животных на человека. В доступной отечественной и зарубежной литературе, а также в результате проведения патентного поиска нами не найдено адекватного и однозначного метода, позволяющего построить

модель выносливости и работоспособности на лабораторных животных. Оценка выносливости и работоспособности в доклинических условиях осуществляется с помощью многочисленных методов, дающих неполное приближение к решению задачи, но позволяющих косвенно определить характер изменений в организме животных или человека [2].

Теоретические основы построения новой модели

Основным принципом предлагаемой модели является создание гидроканала с изменяющимся встречным потоком жидкости, который должно преодолевать подопытное животное. Теоретические основы предлагаемой модели базируются на законах и гипотезах гидродинамики. Математически это чрезвычайно сложный аппарат, который приближенно предсказывает движение реальных жидкостей путем использования дифференциальных уравнений в частных производных. Важнейшими моментами являются решение задач, относящихся как к началу состояния движения жидкости, ее взаимодействия со стенками и препятствиями, ограничивающими ее течение, а также к рассмотрению интегрального воздействия.

Основной вклад в формулирование законов движения жидкостей внесли Ньютон, Эйлер и Лагранж [1, 7]. Эйлером выведены основные уравнения для движения невязких жидкостей. Обозначим $u=u(x, t)$ в качестве вектора скорости жидкости в точке x в момент времени t . Пусть $\rho(x, t)$ означает плотность жидкости, $g(x, t)$ — внешнее гравитационное поле и $p(x, t)$ — давление в жидкости. Поскольку в экспериментах мы стараемся избегать явления турбулентности, которое вносит много неясных моментов

в конечный результат, то ламинарный поток может описываться уравнением неразрывности:

$$\operatorname{div}(\rho u) + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0 \quad (1)$$

Несомненным достоинством гипотезы Эйлера является описание гидродинамических характеристик непрерывных жидкостей, т.е. уравнение движения:

$$\frac{Du}{Dt} + \frac{1}{\rho} \operatorname{grad} p = g \quad (2)$$

Из этого уравнения вытекает уравнение состояния однородных невязких жидкостей, к которым, в частности, относится и вода:

$$\rho = h(p) \quad (3)$$

Движение жидкостей, удовлетворяющее уравнениям (1)–(3), принято обозначать термином баротропное течение.

На основании уравнений Эйлера (1)–(3), Гельмгольцем сформулирована теорема для баротропных течений:

$$u(x, t) = \nabla U = \operatorname{grad} U \quad (4)$$

Уравнение (4) справедливо для локальных безвихревых потоков и является основой для уравнения Бернулли, которое действительно для несжимаемых течений и отсутствия вихревых потоков:

$$p = P(t) - \rho_0 \left\{ \frac{1}{2} \nabla U \nabla U + \frac{\partial U}{\partial t} + G \right\} \quad (5)$$

Естественно, что подобное уравнение описывает идеальные условия в эксперименте, достигнуть которые весьма сложно или даже невозможно. Во всех случаях, когда осуществляется медико-

биологический эксперимент, наличие экспериментальных животных (крысы, собаки и т.д.) даже в «идеальном» ламинарном потоке будет создавать вихревые явления (рис. 1).

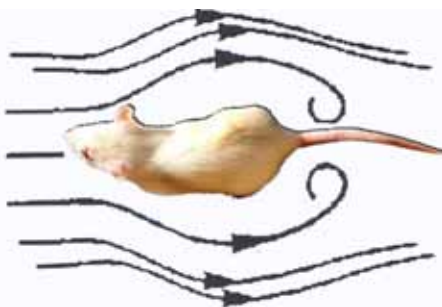


Рис. 1. Турбулентные и вихревые потоки, создаваемые в экспериментальной установке в условиях нахождения животного даже в «идеальном» ламинарном потоке.

Ламинарное течение можно достаточно точно описать некоторыми уравнениями – например, уравнением Навье-Стокса [1, 7]. Переход ламинарного течения в турбулентное описывается критическим числом Рейнольдса (Рекр). Из уравнений Рейнольдса вытекает следующий существенный вывод. При турбулентном движении вихревые потоки и беспорядочные пульсации колеблются вокруг некоего среднего значения, которое определяет конечную скорость турбулентного потока:

$$V_x(t) = \bar{V}_x + V_x^*(t), \quad (6)$$

где $\bar{V}_x$ – осредненная за большой интервал времени скорость; $V_x^*(t)$ – пульсации скорости.

Скорость потока, обтекающего тело экспериментального животного, наиболее ярко проявляется вблизи поверхности тела и называется пограничным слоем. В свою очередь, толщина пограничного слоя влияет на так называемое касательное напряжение. Касательное

напряжение существенно влияет на сопротивление жидкости, особенно в условиях турбулентного режима [7].

Обтекание жидкостью выпуклой поверхности в передней и задней частях повышенное, а в средней части – пониженное. Это, в свою очередь, вызывает вращение жидкости и появление крупных вихрей, что существенно влияет на сопротивление водной среды движения животного (рис. 2).

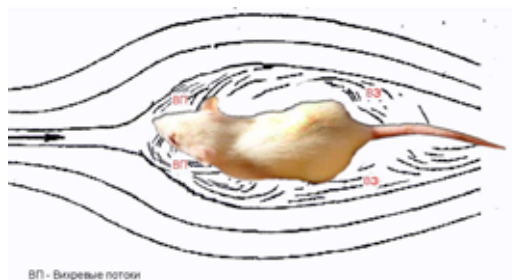


Рис. 2. Формирование вихревых потоков при движении животного в гидроканале, где ВП – формирование вихревых потоков в передней части, а ВЗ – формирование вихревых потоков в задней части животного.

Это существенно для расчета сопротивления среды движению экспериментального животного. Например, на определенном расстоянии перед телом животного, где поток не возмущен, скорость равна V_0 , а давление равно p_0 ,

$$p_0 + \frac{1}{2} \rho V_0^2 = p_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 \quad (7)$$

Тогда давление в любой произвольной точке поверхности тела животного описывается

$$p_1 - p_0 = c_p \frac{\rho V_0^2}{2} \quad (8)$$

В соответствии с формулой (8) можно получить значение скоростного напора $\frac{\rho V_0^2}{2}$, а также коэффициент давления c_p .

Поскольку коэффициент c_p не зависит от рода жидкостей, а определяется только формой тела животного, то это создает удобство для экспериментатора в построении модели обтекания тела животного водным потоком.

В свою очередь, для измерения сопротивлений в потоке жидкости можно воспользоваться модифицированной трубкой Пито-Прандтля (рис. 3).

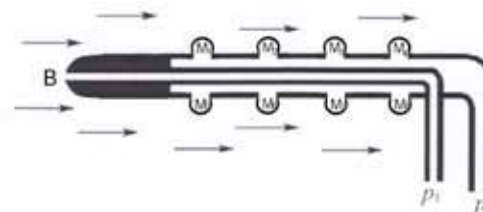


Рис. 3. Принцип измерения давлений в экспериментальной камере при нахождении в ней животного на основе использования модифицированной трубки Пито-Прандтля (в нашей модификации), где M_1 – M_8 – манометры и датчики перемещения экспериментальных животных.

Этим приемом мы определяем разность полного давления p_1 (вход в трубку в точке В) и значения давления в точке p_0 , а также промежуточных давлений в точках M_1 – M_8 . На основании выше приведенных формул можно вычислить скорость течения v_0 . Соответствующая градуировка манометров и наличие датчиков перемещения животных позволяет определить их скоростные характеристики в каждой конкретной точке от M_1 до M_8 .

Техническая реализация модели

Техническим результатом модели является получение однонаправленного ламинарного потока жидкости с относительно равномерным течением в небольшом объеме и расширение функциональных возможностей гидроканала

за счет оборудования системы средствами измерения, контроля и слежения за перемещением находящегося в нем объекта, а также оборудования чаши водосборниками.

Поставленный технический результат достигается тем, что гидроканал с искусственным течением, содержащий чашу с дном и бортами для протока жидкости, соединенные с ней трубопроводы и циркуляционный насос с возможностью регулирования скорости подачи жидкости, дополнительно содержит примыкающие к торцам чаши водосборники, домик-приманку, расположенный у торца входа потока жидкости, один из бортов в верхней части снабжен градуировочной шкалой и датчиками перемещения. Трубопроводы снабжены теплообменником с возможностью нагрева или охлаждения прокачиваемой жидкости. Кроме того, чаша может быть снабжена следящей видеокамерой сопровождения, домик-приманка снабжен емкостным датчиком, соединенным с системой отключения прокачки жидкости, и чаша в поперечном сечении выполнена прямоугольной или в виде равнобокой трапеции основанием вниз.

Выбор гидроканала как инструмента исследования кинезодинамики, в частности, выносливости подопытных животных и их поведения под действием различных препаратов при плавании объясняется тем, что наиболее энергос затратной работой организма является именно плавание, поскольку при этом расходуются как мышечная энергия, так и энергия на поддержание температуры тела.

Собственно, для целей исследования кинезодинамики подопытных животных в процессе плавания равномерность течения потока не так существенна, как существенна его ламинарность. Ламинарность потока обеспечивают водосборники, при-

мыкающие к торцам чаши гидроканала. В стенках водосборников, общих с чашей, выполнены отверстия для прохода жидкости, которые и обеспечивают ламинарное протекание (как подачу, так и отток жидкости). Кроме того, существенной является возможность быстрого перенастраивания системы, в частности, по скорости протекания жидкости и по температуре.

Понятно и объяснимо, что в процессе плавания человек сознательно выбирает направление и конечную цель плавания. У подопытного животного, насильственно помещенного в воду, нет иной мотивации к плаванию кроме инстинкта самосохранения: и направление плавания, и цель его у такого животного одна – по кратчайшему пути к ближайшему «берегу», т.е. стенке водоема (бассейна). При этом животное может цепляться за стенки гидроканала (или за дно при недостаточно большой глубине). Поэтому для чистоты эксперимента гидроканал выполняют достаточной глубины, а профиль поперечного сечения выполняют прямоугольным или в виде равнобокой трапеции основанием вниз. «Правильное» направление движения у подопытных животных вырабатывают тем, что в конце маршрута в гидроканале (в нашем случае – у торца подачи потока жидкости в чашу) помещают домик-приманку. Это может быть плавучее устройство типа спасательного плотика, которое можно в процессе тренировки (или обучения) передвигать все ближе к концу маршрута, или же устройство, имитирующее норку, например, типа скворечника, и др., схожие по функциональным признакам, устройства или приспособления.

Установленные на борту гидроканала градуировочная шкала и датчики перемещения, а также видеокамера сопровождения обеспечивают корректную ре-

гистрацию кинезодинамики и скорости перемещения и продолжительности плавания (что регулируется, в частности, изменением скорости потока жидкости) подопытного животного.

В целом, вся система со всеми узлами управления, регулирования и регистрации скоммутирована с компьютером и снабжена соответствующим программным обеспечением.

В качестве чаши гидроканала может быть использован сосуд в виде параллелепипеда – соответственно, прямоугольной формы в поперечном сечении, или же в виде равнобокой трапеции, выполненный из прозрачного пластика (полистирол, поликарбонат и т.п.). То же самое касается и водосборников.

На рис. 4 представлена принципиальная схема кинезогидродинамической модели Каркищенко.

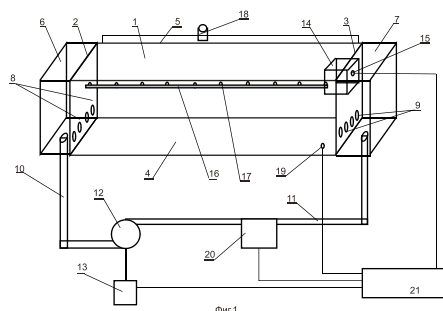


Рис. 4. Принципиальная схема кинезогидродинамической модели. Обозначения: 1 – чаша; 2, 3, 4, 5 – торцевые и боковые стенки чаши, соответственно; 6 и 7 – сообщающиеся с атмосферой водосборники; 8 и 9 – входные и сливные отверстия, соответственно; 10 и 11 – трубопроводы; 12 – циркуляционный насос; 13 – регулятор скорости вращения; 14 – домик-приманка; 15 – емкостной датчик отключения системы прокачки; 16 – калибровочная шкала; 17 – датчики перемещения; 18 – видеокамера сопровождения; 19 – датчик температуры; 20 – узел подогрева или охлаждения прокачиваемой жидкости; 21 – компьютер.

Экспериментальные исследования

Для исследования кинезогидродинамических характеристик подопытных животных (лабораторные крысы WAG/GY) используют гидроканал (физические размеры чаши гидроканала в виде параллелепипеда – прямоугольная форма в поперечном сечении – составляют 0,4×0,2×0,4 м). Высота уровня жидкости равна 0,2 м (рис. 5, 6).

Лабораторных крыс содержат в конвенциональных условиях, в вентилируемых клетках «RAIR Isosystem», кормят гранулированным комбикормом фирмы «Лабораторкорм» ad libitum. Поение также ad libitum. Дополнительно к этому еженедельно им выдают белково-витаминную подкормку, в состав которой входит сухое молоко, овсянка, витамины А, Е, D в масле.

На первом этапе оценивалась способность подопытных животных к плаванию и поиску домика-приманки в спокойной воде. Проводились сравнительные исследования плавания с дополнительным грузом.

Масса животных к началу эксперимента составляла 200±12,2 г. В экспери-

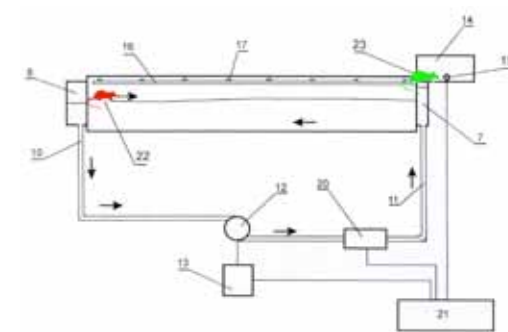


Рис. 5. Схема эксперимента в модели при встречном потоке жидкости. Основные обозначения те же, что и на рис. 4; 22 – исходная для принудительного плавания позиция подопытного животного; 23 – ожидаемая позиция подопытного животного в домике-приманке.

менте были использованы 60 крыс, самки. Плавание осуществляется как без груза, так и с грузом (свинцовый груз на резиновом кольце, прикрепляемый к корню хвоста), равным 7% от веса тела. После заплыва животное быстро извлекали из домика-приманки, и обсушивали сухим полотенцем. Животные, длительность плавания которых при рандомизации отклоняется от среднего времени плавания на 35%, исключаются из эксперимента. Животные предварительно в течение 3-х дней «тренировались», обучались плаванию. Заплыв осуществлялся в 3 этапа, на 2, 4 и 6-е сутки после обучения.

Экспериментальные животные всех групп за время эксперимента незначительно уменьшали время плавания в гидроканале, видимо, за счет адаптации к стрессовой ситуации и долгих тренировок. На 4-й день эксперимента крысы без груза плавали на 4%, а на 6-й день – на 9% быстрее, чем на 2-й день.

Животные с грузом проплывали дистанцию на 5-7% дольше, чем животные без груза. Они, как и животные без груза, плавали быстрее по сравнению со 2-м днем заплыва. Превосходство на 4-й день составило 8%, а на 6-й день – 12% по сравнению со 2-м днем эксперимента.



Рис. 6. Плавание крысы в бассейне, построенном на основе кинезогидродинамической модели

Исследования показали, что в отличие от традиционного теста «вынужденного» плавания (модифицированного теста Порсолта), дополнительный груз практически не влиял на время преодоления дистанции.

На следующем этапе исследовалось плавание животных во встречном потоке жидкости. После включения циркуляционного насоса система стабилизируется по скорости квазиламинарного потока воды не ниже 5 м/мин и температуре воды +24°C.

Подопытное животное помещают в чашу гидроканала у торца и отслеживают движение подопытного животного по направлению к домику-приманке. При необходимости отслеживают и фиксируют перемещение подопытного животного видеокамерой сопровождения. Когда животное достигает домика-приманки, срабатывает датчик, и прокачка воды прекращается. Подопытное животное извлекают из домика-приманки. Возможен также вариант, при котором эксперимент по исследованию кинезодинамических характеристик подопытных животных ведут в непрерывном режиме.

Следует отметить, что заявляемая полезная модель позволяет получить через определение кинезодинамических характеристик исчерпывающую информацию о действии на подопытных животных различных препаратов, лекарственных средств, биостимуляторов, пищевых добавок и т.п. веществ.

Обсуждение результатов

Таким образом, мы можем объективно измерить характеристики работоспособности и выносливости экспериментальных животных на каждом отрезке его движения в гидроканале и соотнести их с тем или иным биохимическим путем расходования энергии. В настоящее время считается доказанным [3, 4, 5, 6], что при максимальном

физическом напряжении энергопродукция и ее источники меняются в зависимости от продолжительности работы в режиме «до отказа» (табл.).

Очевидно, что организму для обеспечения мышечной деятельности необходимо наличие энергии. Дальнейшую трактовку мы приводим по данным [9]. Производство энергии в мышечных волокнах происходит путем отщепления от молекулы АТФ фосфатных групп. Запасы АТФ в мышечных волокнах ограничены, и их хватает для производства энергии в течение очень короткого времени (1-4 сек). Такой механизм энергопродукции используется при развитии максимальной скорости при максимальной скоростно-силовой деятельности и в начале интенсивной нагрузки. По мере выполнения физической нагрузки появляется необходимость в пополнении запасов АТФ. После исчерпания запасов АТФ восполнение их возможно несколькими способами. Механизм и скорость образования энергии зависят от величины, интенсивности, продолжительности и вариативности физической нагрузки. Существует два основных механизма энергообеспечения – анаэробный и аэробный.

При анаэробной продукции энергии синтез АТФ осуществляется, в основном, за счет креатинфосфата. Фосфокреатин – «аварийный запас» высокоэнергетического фосфата, который можно использовать для быстрого образования АТФ. В период покоя креатинкиназа фосфорилирует креатин до фосфокреатина. Если сделать резкое усилие/ускорение/рывок, то после исчерпания свободных АТФ фосфокреатин быстро отдает фосфатную группу АДФ, в результате чего образуется новая молекула АТФ.

Скорость реакции высокая, поэтому запасы креатинфосфата расходуются быстро (8-10 сек). Для развития такого механизма энергообеспечения спортсменами в трени-

Таблица

Энергопродукция при максимальном физическом напряжении

Продолжительность нагрузки	Энергопродукция	Источник энергии	Примечания
1-4 сек	Анаэробная алактатная	АТФ	-
4-20 сек	Анаэробная алактатная	АТФ + КФ	-
20-45 сек	Анаэробная лактатная	АТФ + КФ + гликоген	Высокая продукция лактата
45-120 сек	Анаэробная лактатная	Гликоген + глюкоза	Высокая продукция лактата
120-240 сек	Аэробная + анаэробная лактатная	Глюкоза + гликоген	Снижение продукции лактата
240-600 сек	Аэробная	Глюкоза	Низкая продукция лактата
>30 мин	Аэробная	Глюкоза + жиры	Включение жиров в энергообразование

ровочном процессе используются короткие упражнения скоростного или силового характера в виде серий с максимальной степенью напряжения. Восстановление неполное, а период отдыха между сериями достаточен для ресинтеза АТФ (3-5 мин).

После того как АТФ гидролизует для высвобождения энергии, в клетках образуется и накапливается АДФ (аденозиндифосфорная кислота), которая также содержит энергоемкую фосфоангидридную связь. Эта энергия становится доступной после того как в анаэробных условиях две молекулы АДФ под воздействием аделилаткиназы образуют АТФ.

Данный механизм энергообеспечения является резервным и включается при исчерпании организмом других возможностей ресинтеза АТФ; не образуют молочную кислоту и ее соли – лактаты, поэтому они относятся к анаэробным алактатным механизмам продукции АТФ.

Существует анаэробный метаболизм глюкозы и гликогена с образованием АТФ. В процессе анаэробного гликолиза постоянно образуется лактат из глюкозы в эритроцитах, сетчатке и мозговом веществе почек. Этот лактат снова превращается в глюкозу в печени, в так называемом цикле Кори. Важно отметить, что при интенсивных тренировочных нагрузках лактатный анаэробный процесс достаточно трудно нормализуется, и равновесие «лактат – глюкоза» долго

восстанавливается между нагрузками.

Аэробный синтез АТФ включается после исчерпания «быстрых» ресурсов, для обеспечения энергией. Он заключается в окислении глюкозы и жирных кислот в митохондриях до углекислого газа и воды. При таком полном «сжигании» образуется в несколько раз больше молекул АТФ, чем при анаэробном процессе. В этот процесс вовлекается окисление липидов, причем продукция АТФ увеличивается более чем в 3 раза по сравнению с окислением глюкозы. В заключении следует отметить, что все эти процессы составляют единую дыхательную цепь за счет окисления углеводов и жирных кислот. Дыхательная цепь состоит из 5 комплексов и использует НАДН и ФАДН₂.

Сопоставляя этапы энергопродукции, продолжительность нагрузки (табл.) с кинезогидродинамическими показателями плавания, можно количественно определить с помощью данной модели этапы переключения аэробных и анаэробных процессов по времени и интенсивности нагрузки.

Предварительные исследования нейрорепсихотропных средств и новых пептидных продуктов показали преимущество оценки их влияния на работоспособность и выносливость в этой модели в сравнении с традиционными и общепринятыми методами, такими как тест «вынужденного» плавания, ротарод, тредбан и др. Преимущество заключается, прежде

всего, в объективизации и визуализации регистрируемых эффектов, получении дополнительной информации, сравнении и корреляции с биохимическими параметрами, исключении субъективных и неточных методов измерений, применяющихся в других методах. Конкретные данные по действию нейрорепаративных препаратов, регуляторных пептидов и средств, повышающих физическую и психоэмоциональную работоспособность, на основе описанной модели, будут приведены нами в следующих публикациях.

Список литературы

1. Биркгоф Г. Гидродинамика. Методы. Факты. Подobie. – Гос. изд-во иностранной литературы. 1963. 246 с.
2. Каркищенко В.Н., Фокин Ю.В., Казакова Л.Х., Алимкина О.В., Касинская Н.В. Методики изучения физиологических функций лабораторных животных для доклинических исследований в спортивной медицине // Биомедицина. № 4. 2012 (в печати).
3. Каркищенко Н.Н. Фармакология

процессов адаптации и переносимости предельных нагрузок в спорте и режимах работы «до отказа»: второй тайм для дженериков // Биомедицина. № 4. 2010. С. 6-23.

4. Ландырь А.П., Ачкасов Е.Е. Мониторинг сердечной деятельности в управлении тренировочным процессом в физической культуре и спорте. – М.: Триада-Х, 2011. 176 с.

5. Метаболизм в процессе физической деятельности / под ред. М. Харгривса. – Киев: Олимпийская литература. 1998. 286 с.

6. Михайлов С.С. Спортивная биохимия. – М.: Советский спорт, 2010, 348 с.

7. Основы гидродинамики : учеб. пособие / С. Д. Чижиумов. – Комсомольск-на-Амуре : ГОУВПО «КНАГТУ». 2007. 106 с.

8. Руководство по лабораторным животным и альтернативным моделям в биомедицинских исследованиях / под ред. Н.Н. Каркищенко, С.В. Грачева. М.: Профиль-2С. 2010. 358 с.

9. Солвей Дж. Г. Наглядная медицинская биохимия. – М.: ГЭОТАР-Медиа.

Hydrokinesiodynamic model for the assessment of endurance and efficiency of laboratory animals

N.N. Karkischenko, V.N. Karkischenko

Hydrokinesiodynamic model refers to hydrochannels with adjustable shock fluid and can be used for scientific purposes in the study of efficiency and endurance of the experimental animals (rats, dogs, etc.), as well as for the evaluation of the medicinal and food resources for these processes. Hydrochannel is equipped with a house-bait, located at the side of the feed flow of the liquid. Hydrochannel is equipped with strapping scale and special sensors of movement. The system provides for establishing and maintaining a constant temperature of the fluid, equipped with video cameras support, and house-bait - capacitive sensor connected to the shutdown system pumping fluid. Automatic control is carried out by a computer, on which closed all sensor systems. Model includes mathematical and hydrodynamic rationale clear quantitative assessment of the efficiency and endurance of the animals.

Key words: hidrokinesiodynamic model, efficiency, endurance, laboratory animals.



РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И ВЫНОСЛИВОСТЬ В СПОРТИВНОЙ БИОМЕДИЦИНЕ

Методики изучения физиологических функций лабораторных животных для доклинических исследований в спортивной медицине

В.Н. Каркищенко, Ю.В. Фокин, Л.Х. Казакова, О.В. Алимкина, Н.В. Касинская

ФГБУ «Научный центр биомедицинских технологий» РАМН, Московская область

Контактная информация: д.м.н., проф. Каркищенко Владислав Николаевич, scbmt@yandex.ru

Описаны методики, применяемые в доклинических исследованиях при разработке фармакологических субстанций для различных целей спортивной медицины. Рассмотрены основные моторные, сенсорные и когнитивные функции, а также выносливость и работоспособность.

Ключевые слова: лабораторные животные, методология, спортивная медицина, доклинические исследования.

Спорт высших достижений, как правило, сопряжен с экстремальными физическими и эмоциональными нагрузками, предъявляющими повышенные требования к здоровью. Как отмечали еще античные «отцы-основатели» медицины, организм регулярно и усиленно тренирующегося спортсмена отличается от обычного организма не в лучшую сторону. Еще Гиппократ (460-477 гг. до н.э.) писал: «Организм атлета нельзя считать «естественным», а Клавдий Гален (131-200 гг.), много лет занимавшийся наблюдением и лечением профессиональных спортсменов того времени – гладиаторов, еще более расширил это положение: «Жизнь атлета полностью противоположна тому, что предписывает гигиена, я считаю, что их образ жизни более способствует болезням, чем здоровью».

Спортивная фармакология — это, прежде всего, фармакология здорового человека, позволяющая расширить возможности приспособления организма к чрезвычайно большим нагрузкам спорта высших достижений, которые граничат с возможностями конкретного спортсмена. Рациональное применение препаратов при экстремальных тренировочных и соревновательных нагрузках способствует достижению собственного рекордного результата, поэтому фармакология спорта изучает влияние препаратов, которые повышают физическую работоспособность, психическую устойчивость и способность организма к быстрому восстановлению ресурсов [20].

Первым этапом разработки любой фармакологической субстанции являются доклинические исследования. Важ-