

БИОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

профессор Шустов Евгений Борисович,
заместитель директора НЦБМТ ФМБА России по
научной работе

Сферы исследования физической работоспособности

- Спортивная медицина
- Военная медицина
- Медицина катастроф
- Медицина экстремальных состояний
- Авиационная и космическая медицина
- Морская медицина, медицина глубоководных работ и аварийно-спасательного дела
- **Клиническая медицина (оценка медицинских технологий восстановления после тяжелых заболеваний и угрожающих жизни состояний)**

Оценка физической работоспособности в спортивной медицине

*Неспецифическая
выносливость*

Аэробная
работоспособность

Статическая

Динамическая

Смешанная аэробно-
анаэробная
работоспособность

Специфическая
выносливость (прыжковая
плавательная, ударная ...)

Анаэробная
работоспособность

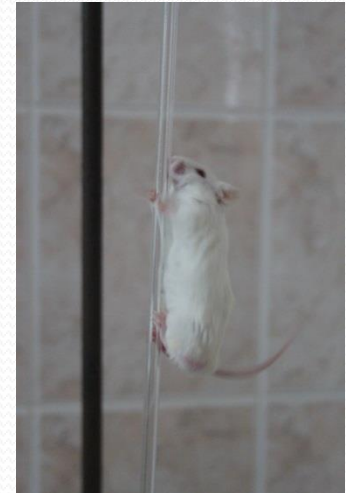
Явно оцениваемые качества деятельности спортсменов

- Скорость (короткие и средние дистанции - все виды бега, плавания, лыжных и конькобежных гонок, велоспорт ...)
- Сила (тяжелая атлетика, метания диска, копья, толкание ядра, бокс и другие единоборства)
- Выносливость – способность противостоять утомлению (длинные дистанции бега, плавания, лыжных и конькобежных гонок, велоспорт, игровые виды спорта ...)
- Координированность (гимнастика, единоборства, игровые виды спорта, стрельба ...)

Неявно оцениваемые качества деятельности спортсменов

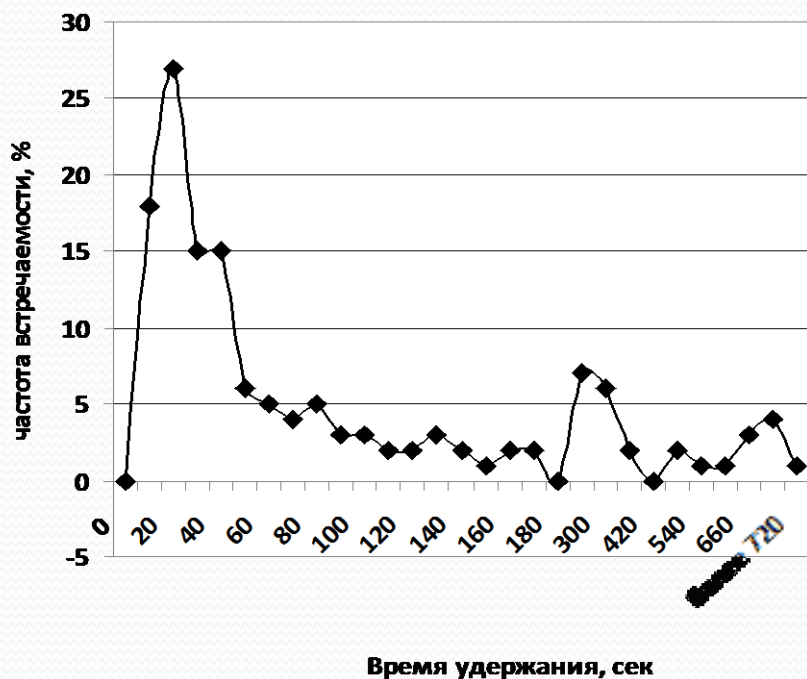
- Психологическая готовность (стресс-устойчивость, собранность, способность к мобилизации, спортивная злость ...)
- Функциональные резервы (реакция на нагрузку сердечно-сосудистой и дыхательной систем, резервы вегетативной и эндокринной регуляции, уровень гликогена в тканях, глюкозы в крови, кислородная емкость крови ...)
- Скорость восстановления (активность адаптивного протеинсинтеза, глюконеогенеза, утилизации лактата, ресинтеза гликогена и креатинфосфата ...)
- Адаптируемость (адаптация к росту физических нагрузок, климато-географических факторов, смене суточных ритмов ...)

Биомодели для оценки неспецифической статической выносливости



**Удержание животного на скользком
вертикальном стержне**

Время удержания животных на скользком вертикальном стержне



- Характер статистического распределения не приводится к нормальному
- Для обработки необходимо использовать интервальный метод
- Позволяет оценить снижение статической выносливости, но не ее повышение
- Эффективен как скрининговый метод оценки сохранности работоспособности при использовании фармакологических средств

Тест на силу хватки



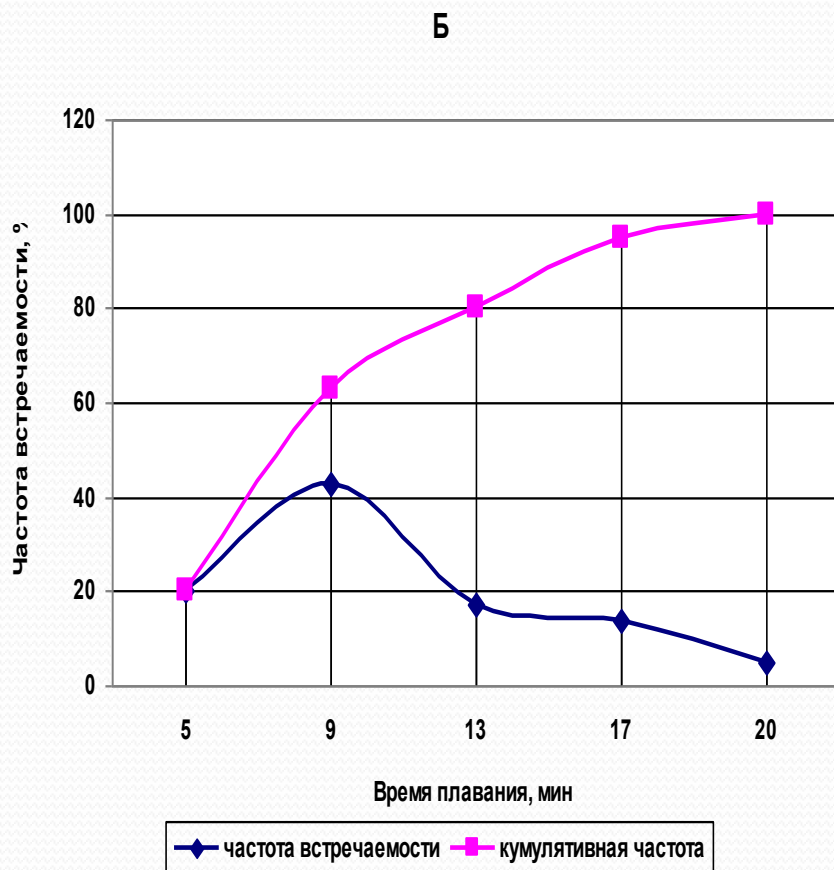
- В динамике позволяет оценивать как снижение, так и повышение статического компонента неспецифической выносливости
- Скрининговый тест оценки влияния препаратов на статическую выносливость

Биомодели для оценки неспецифической динамической выносливости



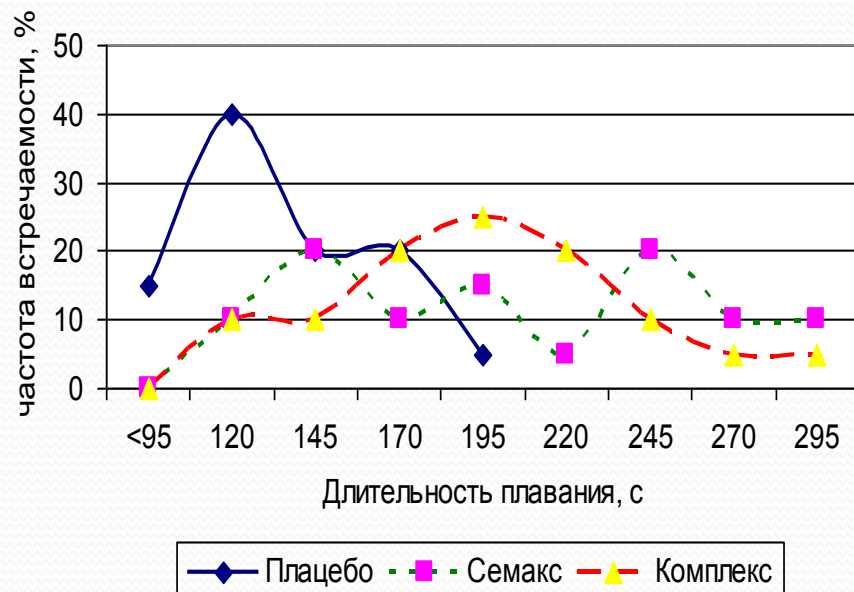
- Тест вынужденного (предельного) плавания – модификация теста отчаяния Порсолта
- В зависимости от груза, можно получать режимы аэробной (2 – 5% от массы тела), смешанной аэробно-анаэробной (7-10%), смешанной анаэробно-аэробной (12,5% от массы тела) или преимущественно анаэробной (15% от массы тела) нагрузки.

Вынужденное (предельное) плавание животных с грузом



- Тест позволяет дифференцировать животных на подгруппы в зависимости от уровня выносливости
- В зависимости от температуры воды можно выполнять исследования, ориентированные на различные температуры внешней среды (жара для бегунов и велосипедистов, холод для лыжников, конькобежцев и биатлонистов)

Вынужденное плавание животных с грузом



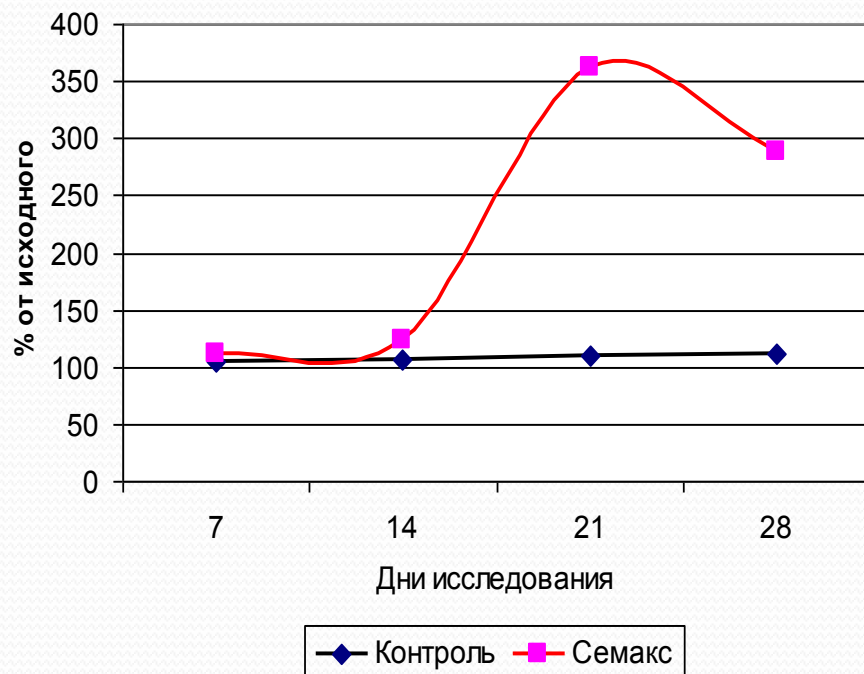
Пример оценки влияния
фармпрепаратов (семакс,
семакс + мексидол)
методом вынужденного
плавания

Исследование на рота-роде



Три режима исследования:

- Определение максимальной скорости вращения вала, при котором животное удерживается не более 15 сек – тест на **координированность двигательных реакций**
- Определение суммарного времени ходьбы по вращающемуся валу при фиксированной не критической скорости – тест на **выносливость**
- Подсчет запрыгиваний на вал при критической скорости его вращения – тест на **специфическую прыжковую выносливость**

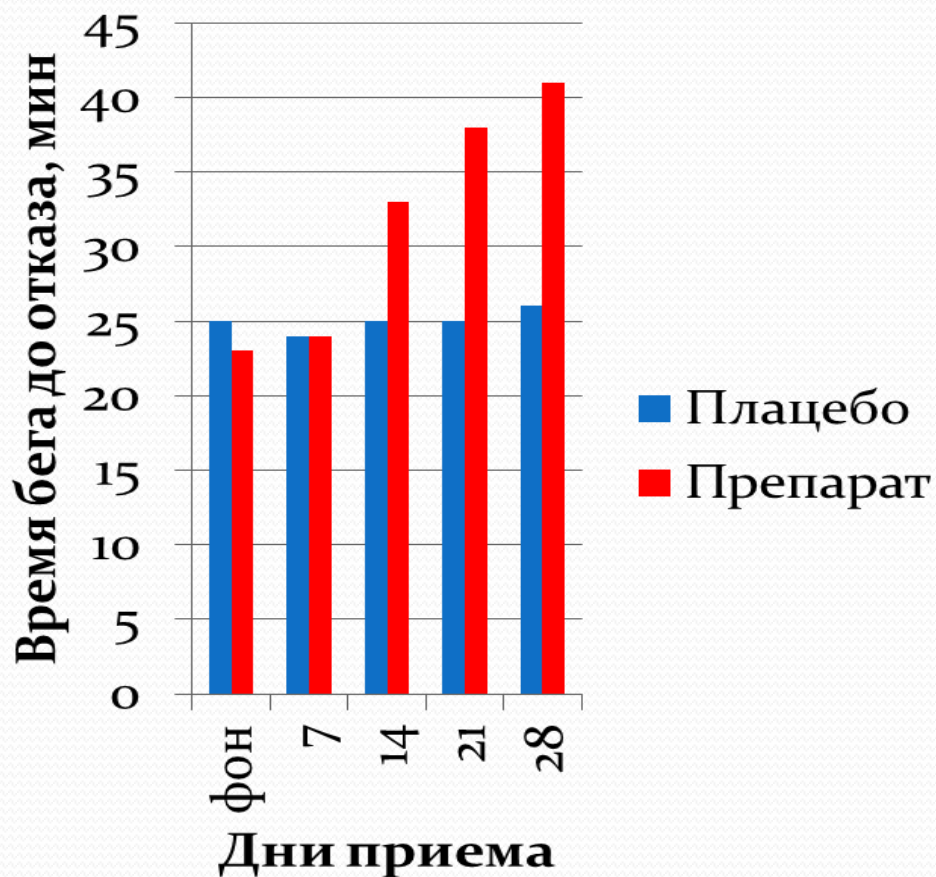


- Пример использования теста рота-род для оценки влияния курсового применения фармакологического средства

Бег мини-пигов на тредбане

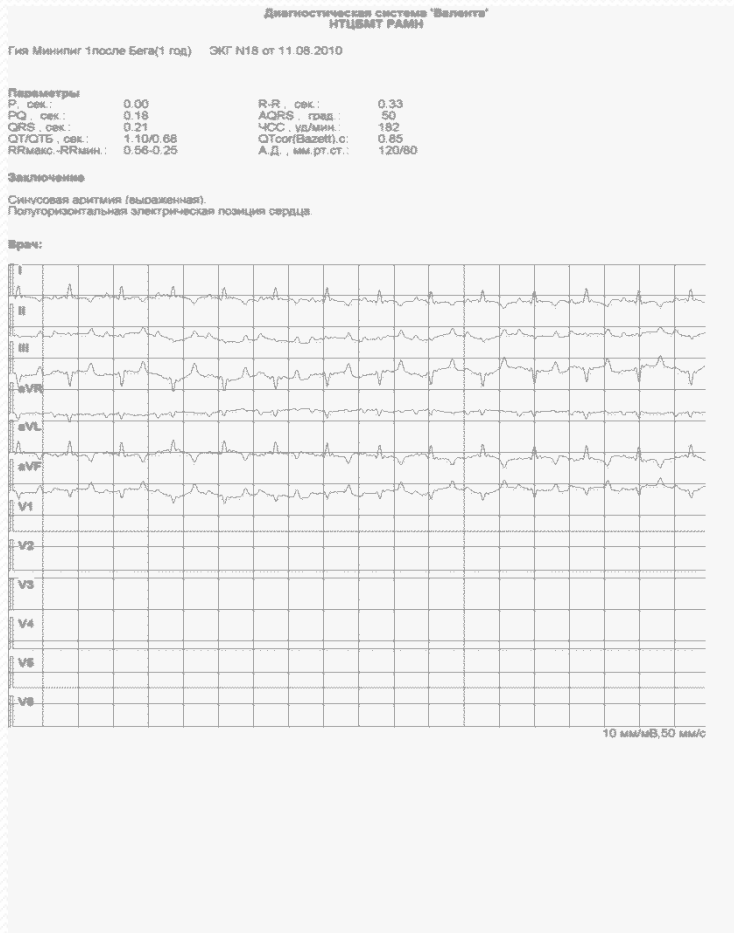


- Требуется предварительный отбор и обучение животных (бегают не более 30% животных)
- Для свиньи бег – это стресс, поэтому модель более приближена к соревновательному периоду спортсмена



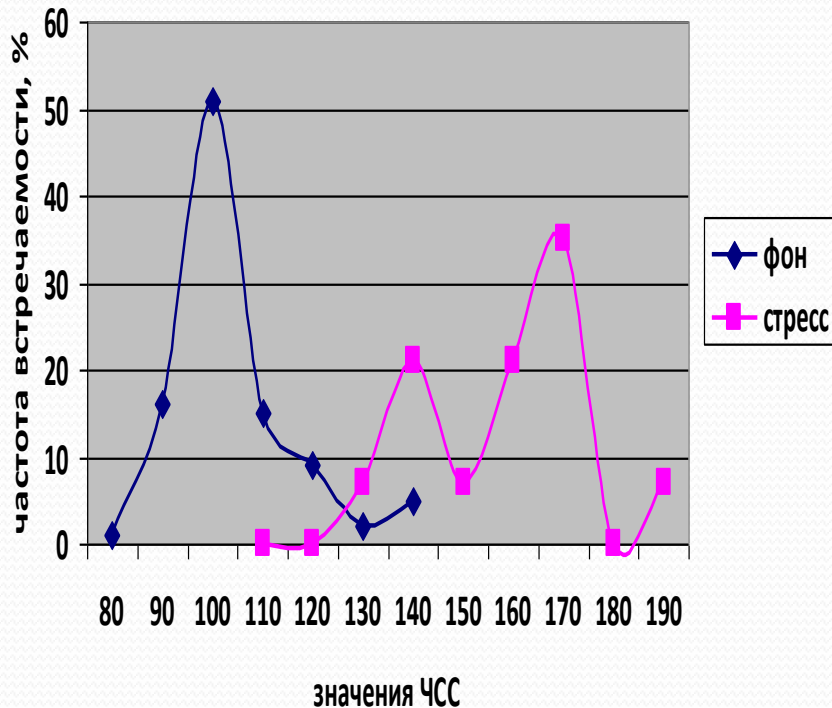
Пример
использования теста
бега мини-пигов на
тредбане для оценки
эффективности
курсового
применения
препарата Идебенон

Бег мини-пигов на тредбане



- У мини-пигов можно записать ЭКГ до и после нагрузки и оценить реакцию сердечно-сосудистой системы, а также ее функциональные резервы
- Можно провести в динамике забор крови через катетер из хвостовой вены и оценить изменения гематологических, биохимических и эндокринных показателей

Бег мини-пигов на тредбане

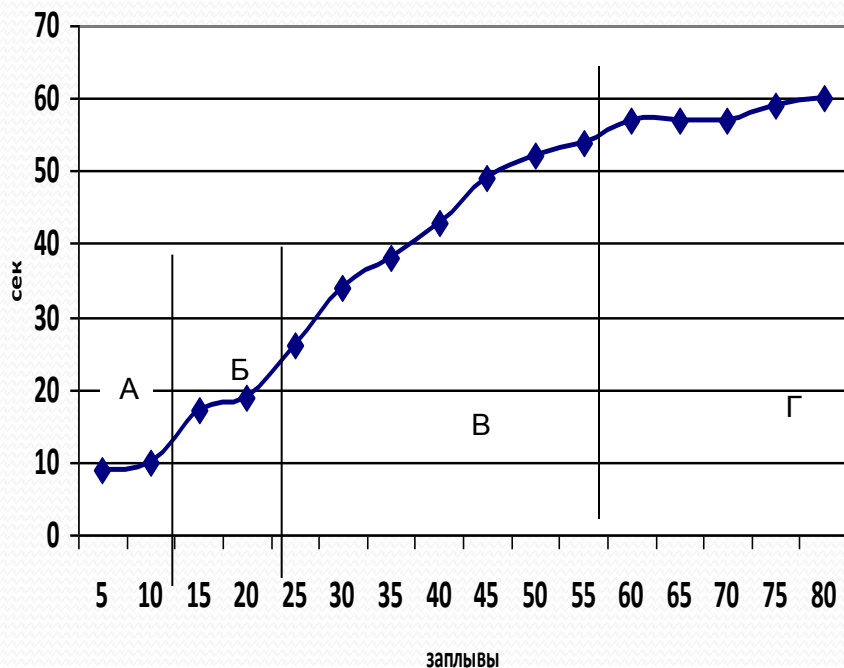


- У мини-пигов можно провести прямой анализ потребления кислорода при нагрузке по динамике насыщения кислородом гемоглобина венозной крови
- Особенности статистического распределения значений ЧСС мини-пигов в покое и при физической нагрузке позволяют предположить возможность разработки для них аналога показателя PWC_{170} и непрямого расчета МПК

Методика челночного плавания для оценки процессов утомления



Методика челночного плавания

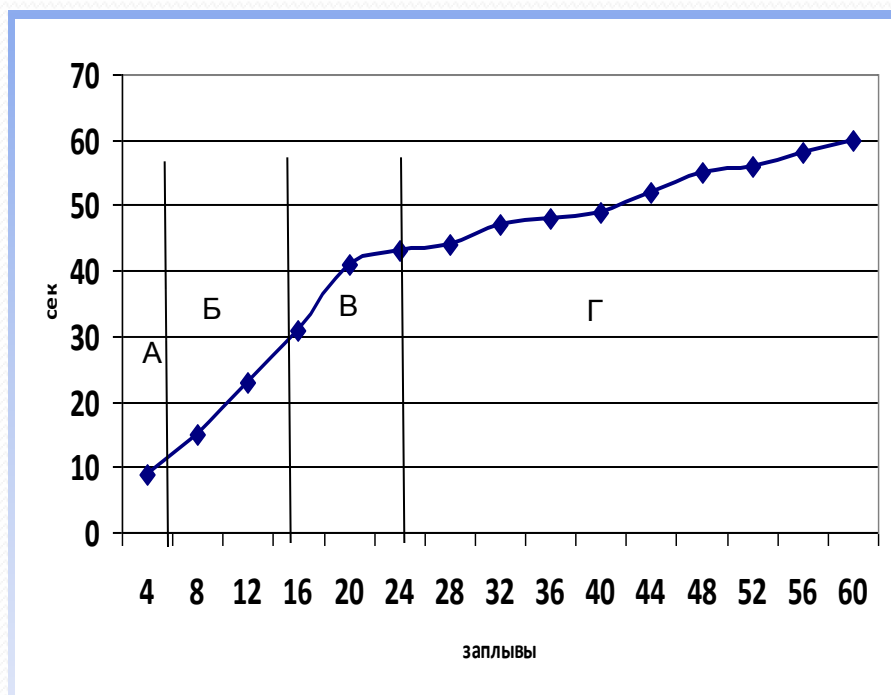


В ходе челночного плавания выявляются 4 фазы работоспособности – стартовой работоспособности, умеренного утомления, выраженного утомления и срыва работоспособности.

Основные показатели модели:

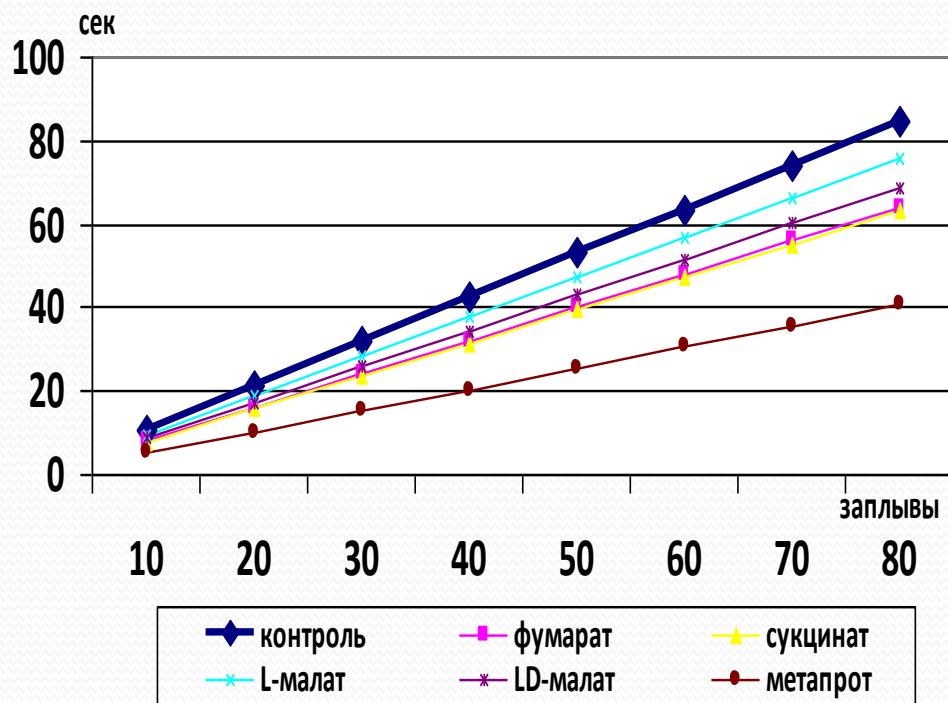
- Скорость плавания (на этапе А)
- Выносливость – показатель предельного числа заплывов
- Работоспособность – суммарная длительность или расстояние в фазах Б и В
- Утомляемость – отношение предельной продолжительности заплыва к его номеру.

Модификации теста челночного плавания



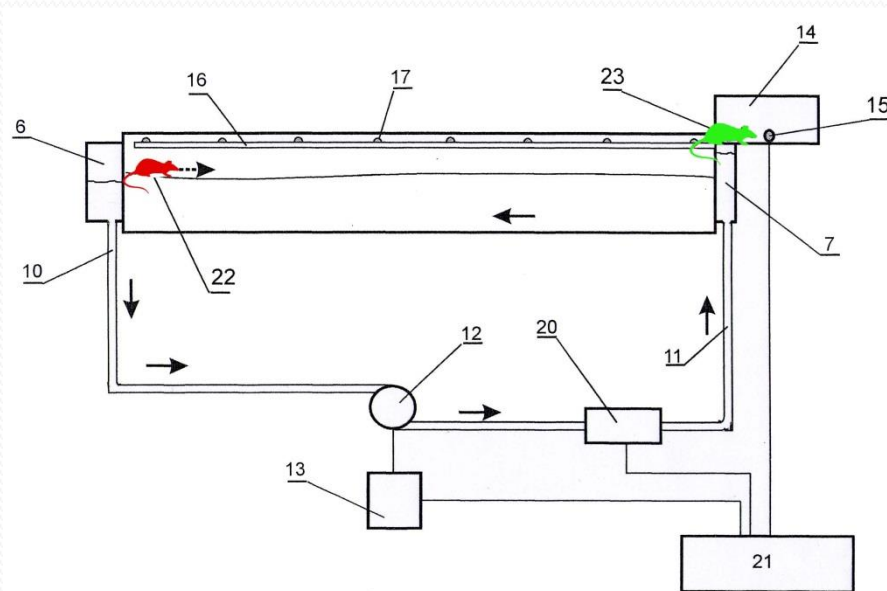
- Варьирование дополнительным грузом (приближает нагрузки к спортивным или военным)
- Варьирование температурой воды (приближение к нагрузкам в неблагоприятных климатических условиях)

Методика челночного плавания



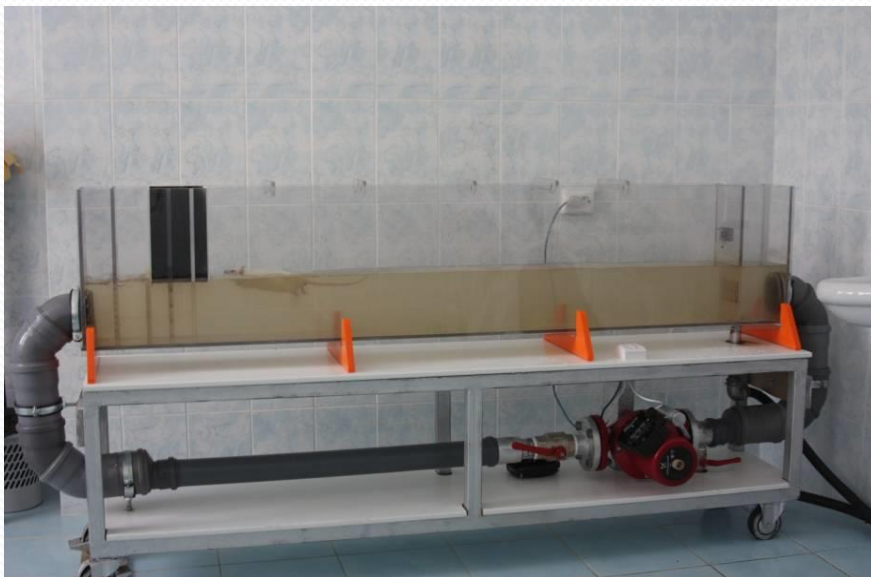
- Интегральная групповая оценка влияния фармакологических средств на процессы утомления проводится методом линейной регрессии. Степень влияния на утомление определяется по динамике (в сравнении с плацебо) тангенса угла наклона регрессионной прямой

Кинезогидродинамическая модель (принципиальная схема)



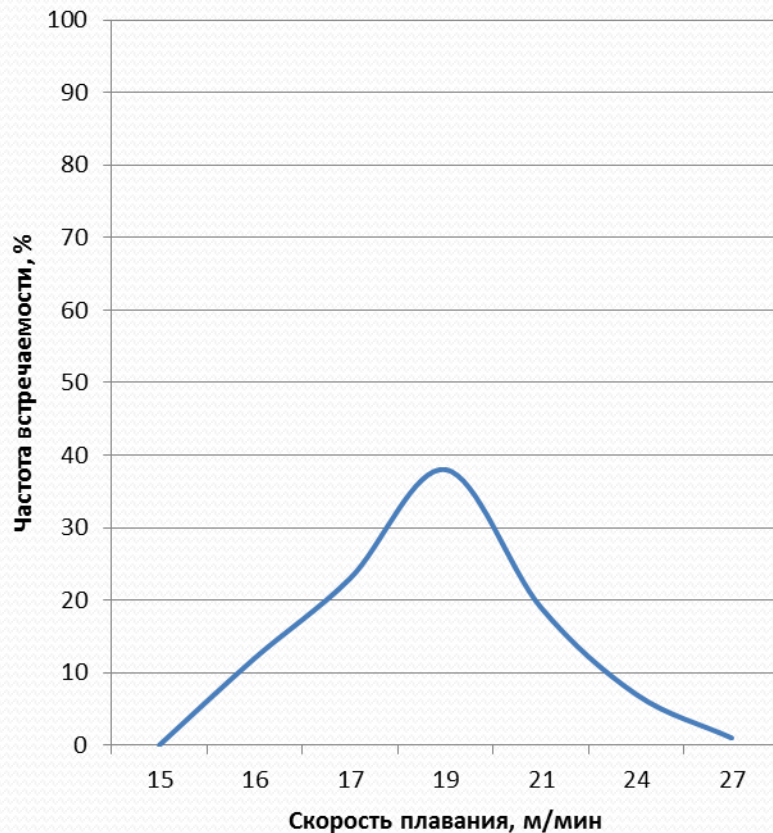
Обозначения: 1 – чаша; 2, 3, 4, 5 – торцевые и боковые стенки чаши, соответственно; 6 и 7 – сообщающиеся с атмосферой водосборники; 8 и 9 – входные и сливные отверстия, соответственно; 10 и 11 – трубопроводы; 12 – циркуляционный насос; 13 – регулятор скорости вращения; 14 – домик-приманка; 15 – емкостной 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; 22 – стартовое положение животного; 23 – финишное положение животного

Кинезогидродинамическая модель



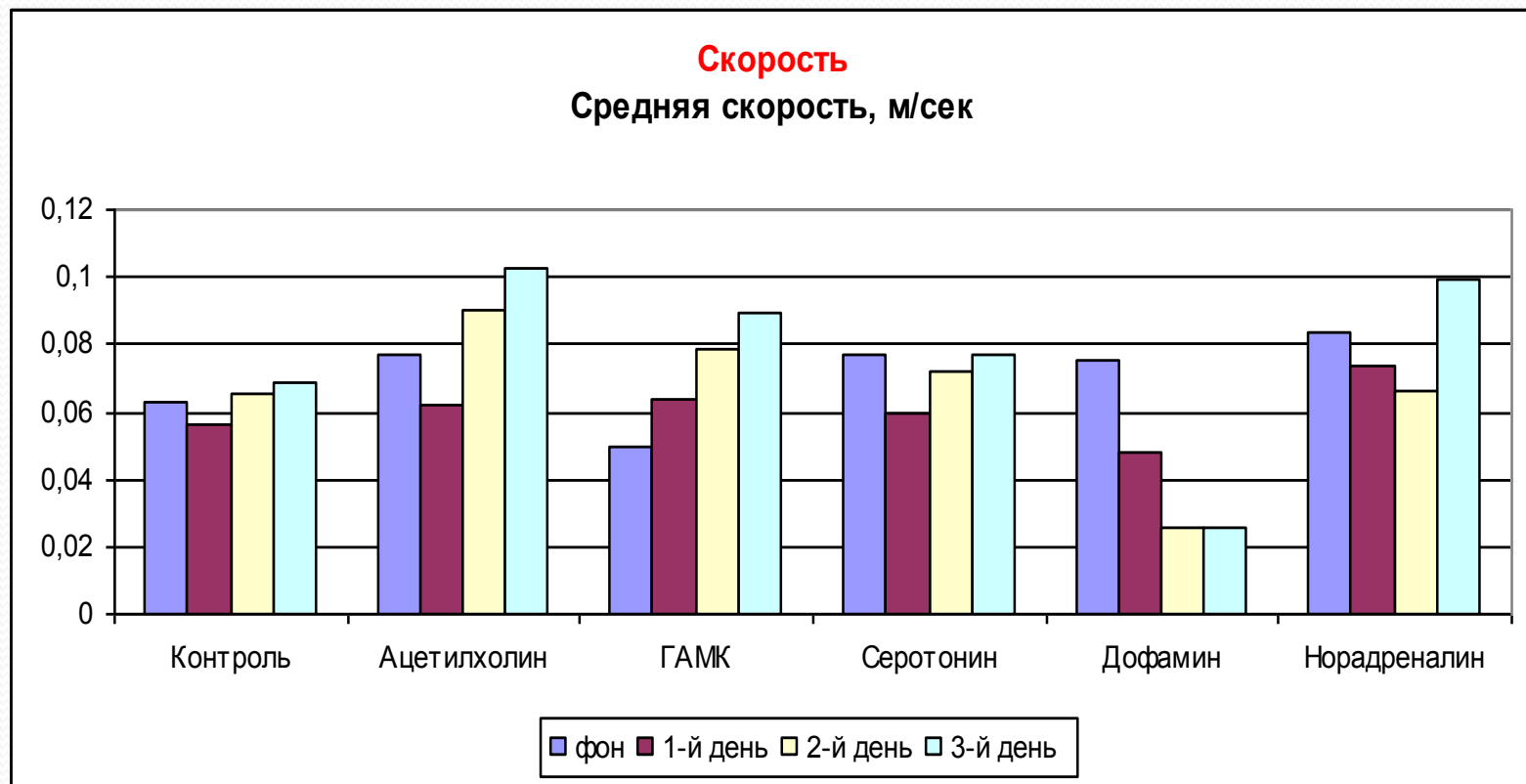
- Модель применима как для оценки неспецифической, так и специфической (плавательной) выносливости
- Позволяет анализировать финишный рывок
- За счет варьирования скорости встречного потока можно задавать разные режимы нагрузки

Кинезогидродинамическая модель

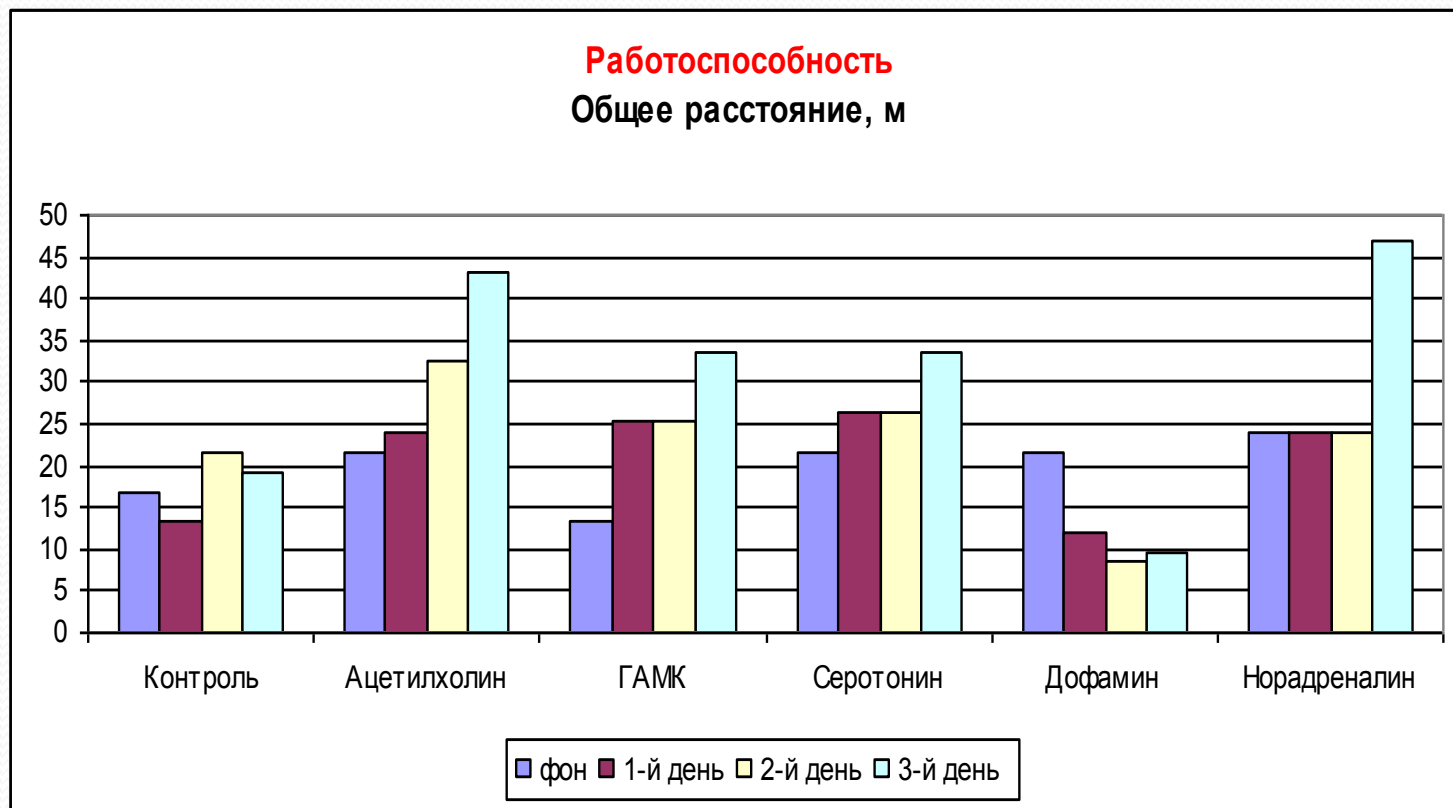


- Позволяет прямо определять скоростные характеристики и влияние на них фармакологических средств
- При применении принципа челночного плавания позволяет анализировать прямые показатели работоспособности, выносливости, утомления и восстановления

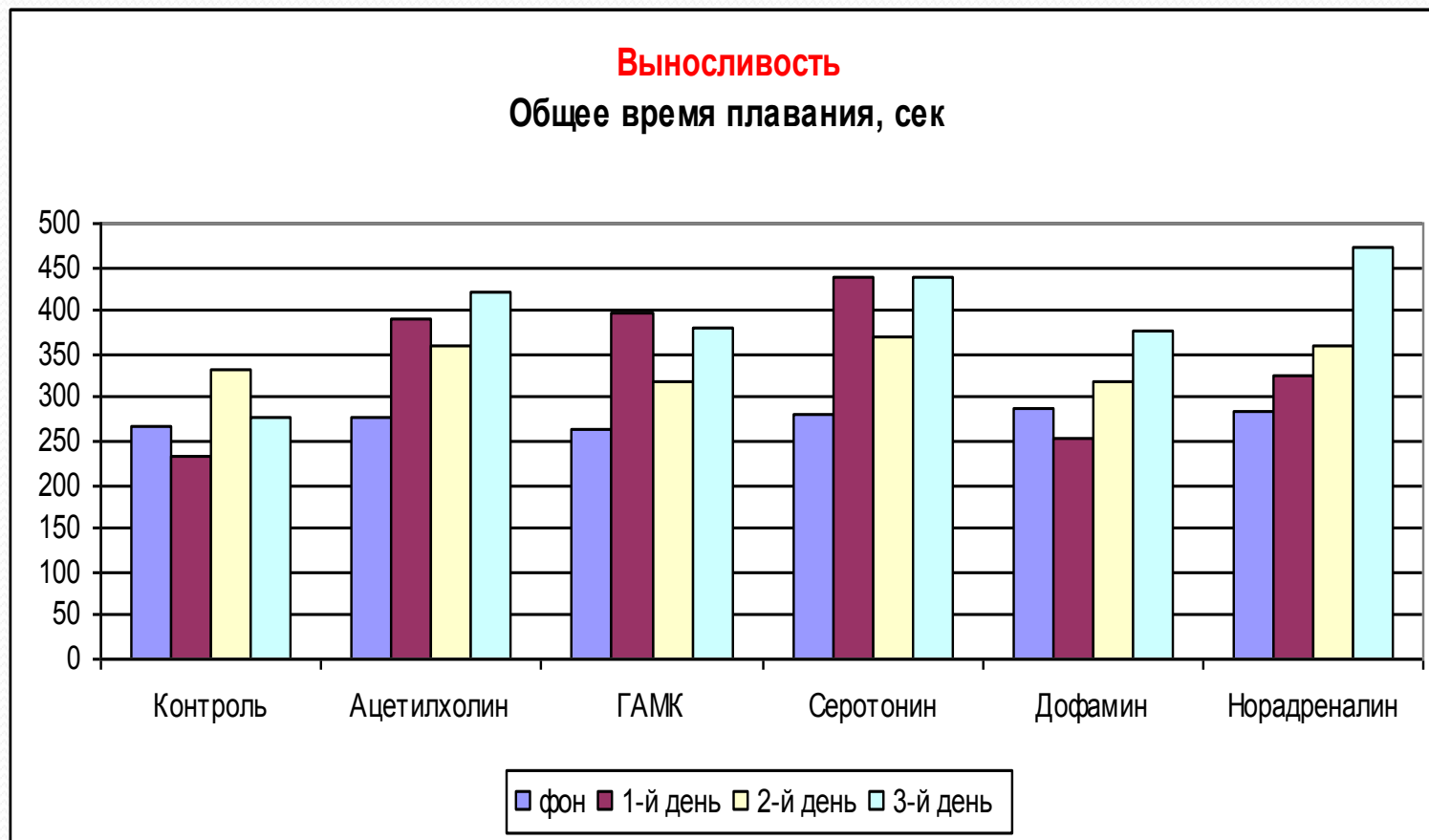
Влияние изменения медиаторного пейзажа мозга крыс на показатели кинезогидродинамической модели



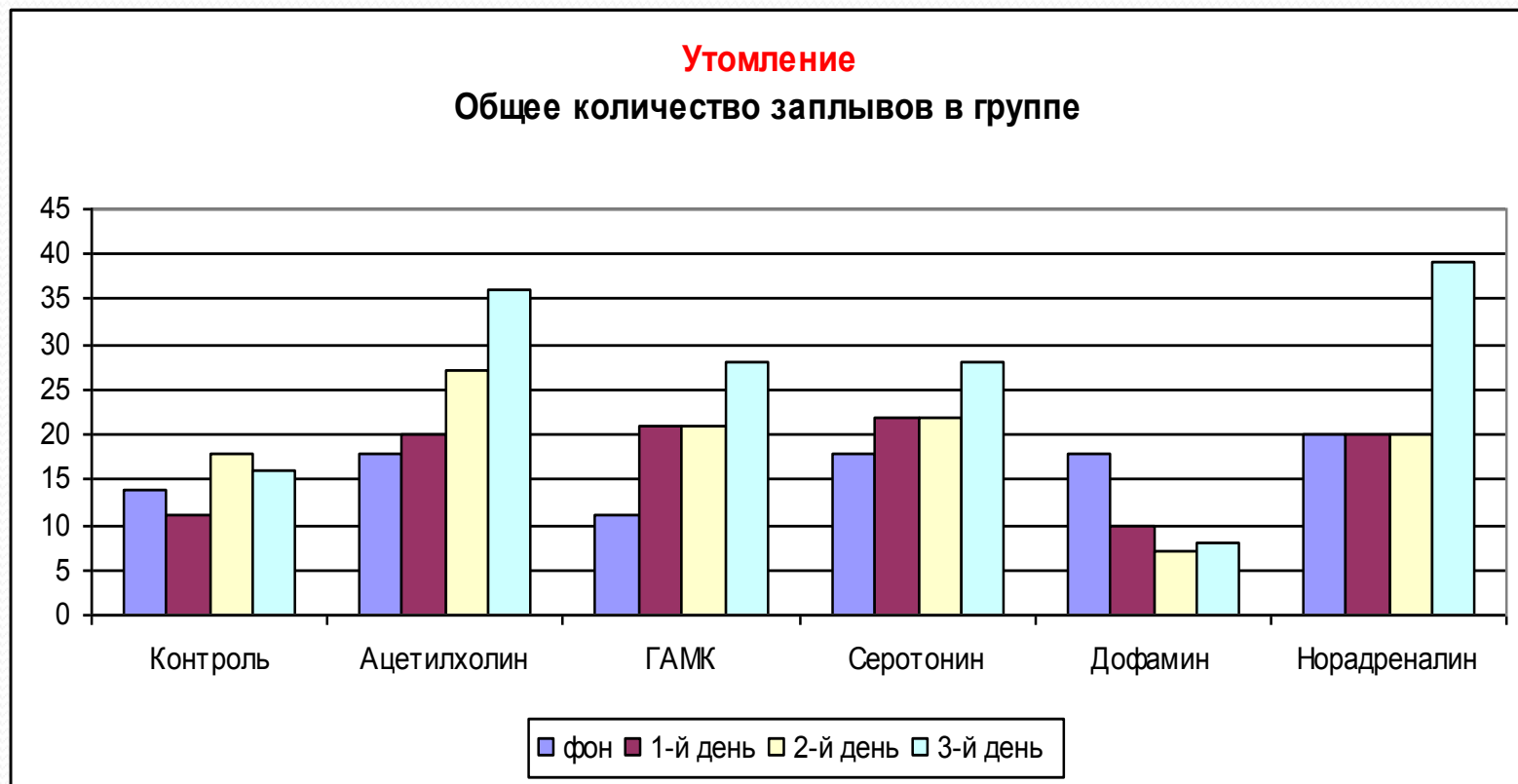
Влияние изменения медиаторного пейзажа мозга крыс на показатели кинезогидродинамической модели



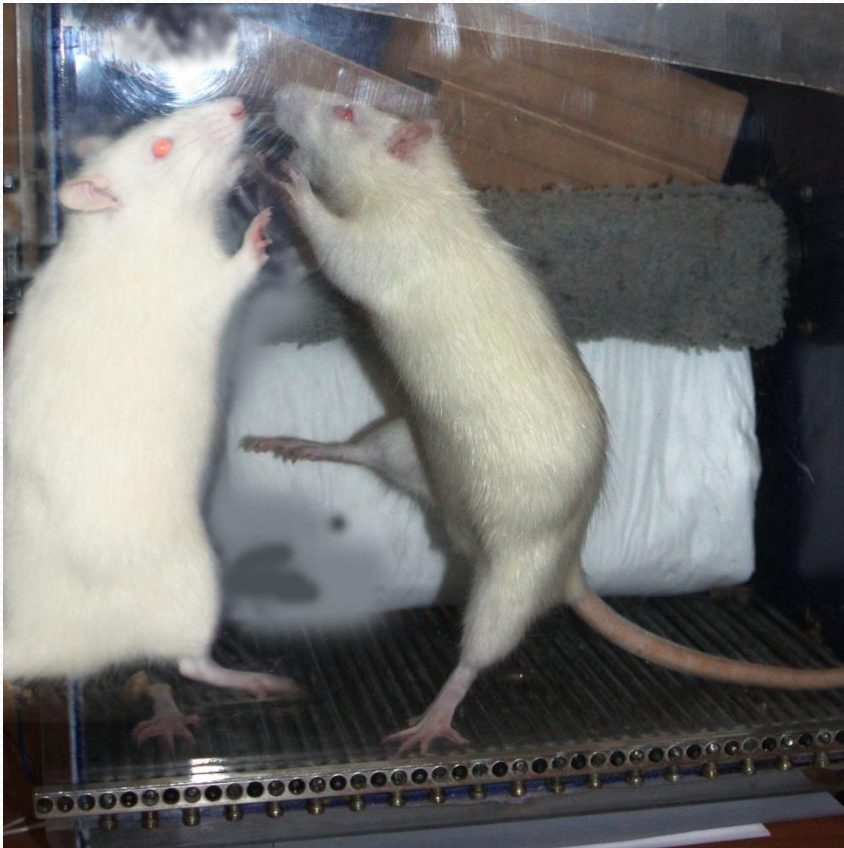
Влияние изменения медиаторного пейзажа мозга крыс на показатели кинезогидродинамической модели



Влияние изменения медиаторного пейзажа мозга крыс на показатели кинезогидродинамической модели



Модель боя самцов



- Анализируемым показателем является напряжение, подаваемое на токовую площадку.
- Модель позволяет выявлять динамику эмоционального состояния при применении фармакологических средств (повышение тока – эмоциональная стабильность, толерантность к стрессу, снижение тока – эмоциональная лабильность, взрывчатость, агрессивность)

Биомодели в интересах спортивной фармакологии

Объект	Методика	Оцениваемые качества
Мыши	Время удержания на скользком вертикальном стержне	Статический компонент неспецифической выносливости
	Вынужденное (предельное) плавание с грузом	Динамический компонент неспецифической выносливости
	Челночное плавание	Выносливость, утомляемость, скорость, работоспособность

Биомодели в интересах спортивной фармакологии

Объект	Методика	Оцениваемые качества
Крысы	Сила хватки кистей	Статический компонент неспецифической выносливости
	Вынужденное (предельное) плавание с грузом	Динамический компонент неспецифической выносливости
	Рота-род	Координированность, неспецифическая выносливость, специфическая (прыжковая) выносливость
	Кинезогидродинамическая модель	Скоростные характеристики, работоспособность, выносливость, утомление
	Бой самцом	Эмоциональное состояние (толерантность к стрессу, импульсивность, агрессивность)

Биомодели в интересах спортивной фармакологии

Объект	Методика	Оцениваемые качества
Мини-пиги	Бег на тредбане	Динамический компонент неспецифической выносливости
		Работоспособность
		Физиологические и биохимические реакции на нагрузку, функциональные резервы
		Общая выносливость (поглощение кислорода при нагрузке)
		Скорость восстановления

Основные проблемы биомоделей в спорте

- **Практически отсутствуют модели специфической выносливости для основной массы видов спорта**
- **Нет моделей для оценки силовых характеристик**
- **Малая распространенность наиболее информативных моделей:**
кинезогидродинамической, челночного плавания, бега мини-пигов
- Модель рота-род используется практически только как модель неспецифической выносливости

НАУЧНЫЙ ЦЕНТР БИМЕДИЦИНСКИХ
ТЕХНОЛОГИЙ ФМБА РОССИИ

ОЧЕРКИ СПОРТИВНОЙ ФАРМАКОЛОГИИ



ПОД РЕДАКЦИЕЙ Н.Н.КАРКИЩЕНКО И В.В.УЙБА

ТОМ 3. ВЕКТОРЫ
ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ

НАУЧНЫЙ ЦЕНТР БИМЕДИЦИНСКИХ
ТЕХНОЛОГИЙ ФМБА РОССИИ

ОЧЕРКИ СПОРТИВНОЙ ФАРМАКОЛОГИИ



ПОД РЕДАКЦИЕЙ Н.Н.КАРКИЩЕНКО И В.В.УЙБА

ТОМ 2. ВЕКТОРЫ
ФАРМАКОПРОТЕКЦИИ

НАУЧНЫЙ ЦЕНТР БИМЕДИЦИНСКИХ
ТЕХНОЛОГИЙ ФМБА РОССИИ

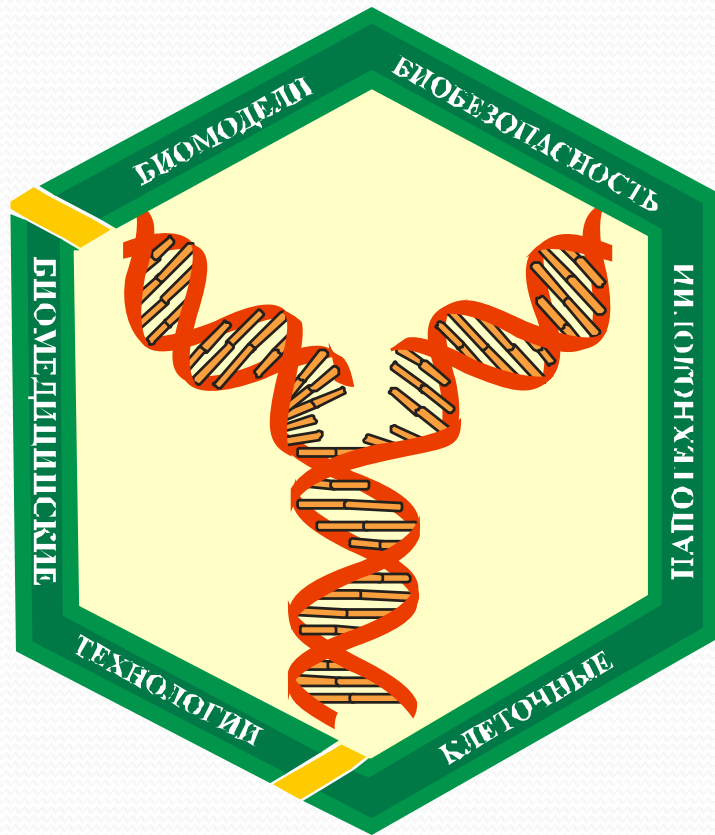
ОЧЕРКИ СПОРТИВНОЙ ФАРМАКОЛОГИИ



ПОД РЕДАКЦИЕЙ Н.Н.КАРКИЩЕНКО И В.В.УЙБА

ТОМ 1. ВЕКТОРЫ
ЭКСТРАПОЛЯЦИИ

Научный центр биомедицинских технологий ФМБА России



Наш сайт:

www.scbmt.ru

Благодарю за
внимание !!!