

различий средних и относительных величин вычисляли по коэффициенту Стьюдента. Для анализа корреляций использовали коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

Результаты. Проведенные исследования выявили снижение величин ФУ по возрастным группам, также отмечена тенденция к снижению показателя фазового угла у пациентов с нарушениями функции почек. Значения данного показателя у женщин значительно ниже по сравнению с мужчинами одной возрастной группы. Проведен корреляционный анализ между показателями биоимпедансного исследования, динамометрии и биохимического анализа крови. Высокая степень корреляции наблюдается среди таких показателей как скелетно-мышечная масса, активная клеточная масса, тощая масса и сила кисти; между некоторыми биохимическими показателями и активной клеточной массой (АКМ), что согласуется с литературными сведениями (Matsumoto Y. et al., 2022; Oliveira R. et al., 2022; Turgay T. et al., 2022). АКМ – это показатель белковой составляющей в рационе питания человека. Понижение АКМ свидетельствует о дефиците белковой компоненты питания, что может быть обусловлено как общим недостатком белка в рационе, так и индивидуальными особенностями усвоения отдельных видов белка конкретным индивидом.

Заключение. Основные половозрастные закономерности изменения фазового угла связаны с физиологическим «износом» организма по мере увеличения возраста, однако фазовый угол также является функцией физической активности и общего состояния организма, что подтверждается многочисленными исследованиями (Matsumoto Y. et al., 2022; Mayne K.J. et al., 2022; Reis F.M. et al., 2022; Sanasi M., et al., 2022). Изложенные выше факты свидетельствуют о высокой информативности оценки фазового угла для суждения об активности обменных процессов, уровне физической работоспособности, которые могут быть обусловлены снижением физической активности и тренированности организма, нарушением процессов метаболизма, связанных как с возрастными физиологическими изменениями, так и развитием патологических процессов в организме. Следовательно, величина фазового угла для одной и той же половозрастной категории объектов будет определяться состоянием здоровья и особенностями образа жизни с акцентом на физическую активность индивида. Становится очевидной возможность использования фазового угла как показателя резервных возможностей организма и функционального состояния клеток для характеристики как биологического возраста у лиц различных возрастных групп, так и выявления у обследуемых признаков патологических процессов.

А.А. Чиркин, Т.А. Толкачева, О.М. Балаева-Тихомирова, Е.О. Данченко,
Е.И. Кацнельсон, П.Ю. Пинчук

ЛЕГОЧНЫЕ ПРЕСНОВОДНЫЕ МОЛЛЮСКИ – ПЕРСПЕКТИВНАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ТРАНСПОРТА ЛИПИДОВ И ГЛЮКОЗЫ

Витебский государственный университет имени П.М. Машерова», Витебск, Беларусь

Введение. В последние годы ограничивается использование для экспериментов млекопитающих животных. Для индикации химического загрязнения водных сред обитания используют пресноводные моллюски *Lymnaea stagnalis* (перенос кислорода в гемолимфе медь-содержащим гемоцианином) и *Planorbarius corneus* (перенос кислорода в гемолимфе железо-содержащим гемоглобином). **Цель** исследования: выявить особенности транспорта липидов и содержания глюкозы в гемолимфе двух видов легочных пресноводных моллюсков, отличающихся по характеру транспорта кислорода, для оценки возможности моделирования метаболического синдрома.

Материалы и методы. Моллюски собраны в водоемах Витебской области. Все моллюски взвешивались и в полученных образцах гемолимфы определяли содержания общего холестерина, холестерина липопротеинов высокой плотности (ХС ЛПВП), триглицеридов и глюкозы с помощью стандартных наборов НТПК «Анализ-Х». Поиск и отбор нуклеотидных последовательностей,

кодирующих белки человека, осуществляли на сервере <https://www.ensembl.org>; поиск гомологичных последовательностей для моллюска с полностью аннотированным геномом *Biomphalaria glabrata*, ближайшего родственника *Planorbarius corneus*, проводили на сервере <https://www.ncbi.nlm.nih.gov> при помощи ресурса BLAST; описание белков для человека взято с ресурса <https://www.uniprot.org>; парное выравнивание и сравнение последовательностей человека и моллюсков выполнено в программе MEGA 5.2; построение 3D-структур ферментов для моллюсков осуществляли на сервере <https://swissmodel.expasy.org> по шаблону 3D-структуры ферментов человека, найденных в банке данных трехмерных структур белков и нуклеиновых кислот <http://www.rcsb.org>. Все полученные материалы вводили в электронные таблицы и обрабатывали методами параметрической и непараметрической вариационной статистики.

Результаты. У моллюсков выявлены пять вариантов изменений, характерных для развития метаболического синдрома: повышение массы тела и уровня триглицеридов на фоне уменьшения ХС ЛПВП; повышение массы тела и уровня глюкозы на фоне снижения ХС ЛПВП; повышение уровня триглицеридов и снижение ХС ЛПВП; повышение массы тела на фоне снижения ХС ЛПВП при нормальном уровне глюкозы и повышение уровня глюкозы и снижение содержания ХС ЛПВП при нормальной массе тела. Полученные результаты показывают, что тип транспорта кислорода не оказывает влияния на особенности изменений содержания общего холестерина и ХС ЛПВП. В то же время транспорт триглицеридов и глюкозы имеет явные видовые различия, что связано, вероятно, с типом транспорта кислорода. Следовательно, *Lymnaea stagnalis* и *Planorbarius corneus* могут явиться перспективными модельными организмами для исследования инсулинорезистентности. Используя данные организмы можно получить наиболее важную информацию о развитии инсулинорезистентности на уровне клеток печени из-за анатомической близости клеток печени и клеток - продуцентов инсулина. Важно, что гемолимфа омывает оба типа клеток без преодоления сосудистых стенок. Однако оставался нерешенным вопрос о том, насколько специфичны выявленные биохимические изменения у моллюсков для человека. Для решения этого вопроса был проведен сравнительный анализ гомологии 120 ферментов человека и *Biomphalaria glabrata*. Выявлена гомология ферментов по классам: оксидоредуктазы 51,0%; трансферазы 57,4%; гидролазы 50,1%; лиазы 35,1%. Таким образом, обнаружен средний уровень гомологии ферментов человека и легочного пресноводного моллюска.

Заключение. Легочные пресноводные моллюски вполне реально использовать как модельные организмы для изучения транспорта липидов и глюкозы между тканями организма. Тип транспорта кислорода не оказывает влияния на особенности изменений уровней общего холестерина и ХС ЛПВП в гемолимфе моллюсков, но определяет видовые особенности транспорта триглицеридов и глюкозы в гемолимфе моллюсков.

А.А. Чиркин, М.С. Алтани, Н.А. Степанова, А.А. Чиркина

ЛАБОРАТОРНОЕ ВЫЯВЛЕНИЕ РИСКА РАЗВИТИЯ СИНДРОМА ОТНОСИТЕЛЬНОГО ДЕФИЦИТА ЭНЕРГИИ В ПУБЕРТАТНОМ ПЕРИОДЕ ЖИЗНИ У СПОРТСМЕНОВ

Витебский государственный университет имени П.М. Машерова, Витебск, Республика Беларусь

Актуальность. У спортсменов часто встречается, так называемая, триада женщин-атлетов (the female athlete triad), которая включает три компонента: недостаточное потребление энергии, менструальную дисфункцию и снижение минеральной плотности костной ткани. Частота выявления триады достигает 1-50% при занятиях разными видами спорта. В 2005 г. Международным олимпийским комитетом введено понятие, описывающее негативное влияние занятий спортом на организм спортсменов обоих полов: «синдром относительного дефицита энергии в спорте» (relative energy deficiency in Sport, RED-S). Этот синдром включает – изменения основного обмена, менструальной функции, состояния костной, сердечно-сосудистой и иммунной систем, вызванное относительным дефицитом энергии. **Цель работы:** анализ показателей оценки состояния обменных