

УДК: 612.146.2

ИЗУЧЕНИЕ АДАПТИВНЫХ МЕХАНИЗМОВ РЕАГИРОВАНИЯ ОРГАНИЗМА НА ЭКЗОГЕННОЕ ВВЕДЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ПОСРЕДСТВОМ ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ ЭНДОКРИННОГО СТАТУСА И ЭНЗИМАТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

Фотиев Сергей Степанович - спортивный фармаколог, базовый докторант Республиканский научно-практический центр спортивной медицины при национальном олимпийском комитете РУз.

Усмоналиева Нафиса Шамсутдиновна - PhD с.н.с., заведующая отделом научных исследований и подготовки научно-педагогических кадров Республиканский научно-практический центр спортивной медицины при национальном олимпийском комитете РУз.

Аннотация.

Цель исследования: Изучение механизмов адаптивных реакций организма на экзогенное воздействие биологически активных веществ путем оценки динамики эндокринного статуса и активности ферментов.

Материалы и методы: В исследовании использовались лабораторные животные (крысы), которым вводились различные дозы биологически активных веществ. Для анализа крови, тканей и гормонов применялись методы ИФА (ELISA), спектрофотометрии и другие биохимические методы. Изучалась динамика состояния эндокринной системы (инсулин, кортизол, тиреоидные гормоны) и активности ферментов (АЛТ, АСТ, СОД, каталаза). Статистическая обработка данных проводилась в программе SPSS.

Заключение: Результаты исследования показали, что экзогенные биологически активные вещества оказывают значительное влияние на функциональное состояние эндокринной системы и динамику ферментативной активности. Адаптивные механизмы организма связаны с изменением гормонального баланса и повышением активности антиоксидантных ферментов. Эти процессы способствуют оптимизации метаболизма и снижению токсического воздействия.

Ключевые слова: Эндокринная система, ферментативная активность, биологически активные вещества, экзогенное воздействие, адаптивные механизмы, гормональный баланс, антиоксидантные ферменты.

Abstract.

Objective: To study the mechanisms of the body's adaptive responses to exogenous exposure to biologically active substances by assessing the dynamics of endocrine status and enzyme activity.

Materials and Methods: The study used laboratory animals (rats) administered various doses of biologically active substances. Blood, tissue, and hormone analyses were performed using ELISA, spectrophotometry, and other biochemical methods. The dynamics of the endocrine system (insulin, cortisol, thyroid hormones) and enzyme activity (ALT, AST, SOD, catalase) were evaluated. Statistical data analysis was performed using SPSS software.

Conclusion: The study results demonstrated that exogenous biologically active substances significantly influence the functional state of the endocrine system and the dynamics of enzymatic activity. The body's adaptive mechanisms are associated with changes in hormonal

balance and increased activity of antioxidant enzymes. These processes contribute to the optimization of metabolism and reduction of toxic effects.

Keywords: Endocrine system, enzyme activity, biologically active substances, exogenous exposure, adaptive mechanisms, hormonal balance, antioxidant enzymes.

Anotatsiya

Material va usullar: Tadqiqotda laboratoriya hayvonlari (masalan, sichqonlar) ishlatilib, ularga turli dozalarda biologik faol moddalar berildi. Qon, to'qima va gormonlar tahlili uchun ELISA, spektrofotometriya va boshqa biokimyoviy usullar qo'llandi. Endokrin sistemaning holati (insulin, kortizol, tireoid gormonlari) va fermentlar faolligi (ALT, AST, SOD, katalaza) dinamikasi o'rganildi. Statistika ma'lumotlar SPSS dasturida tahlil qilindi.

Xulosa: Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, ekzogen biologik faol moddalar endokrin sistemaning funksional holati va fermentativ faollik dinamikasiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Organizmning moslashuv mexanizmlari gormonal muvozanatning o'zgarishi va antioksidant fermentlarning faolligining ortishi bilan bog'liq. Bu jarayonlar moddalar almashinuvini optimallashtirish va toksik ta'sirni kamaytirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Endokrin sistema, ferment faolligi, biologik faol moddalar, ekzogen ta'sir, adaptiv mexanizmlar, gormonal muvozanat, antioksidant fermentlar.

Введение. Исследование адаптивных реакций организма спортсмена на введение пищевых добавок представляет собой чрезвычайно актуальную и перспективную область научных изысканий [1, 2]. Это обусловлено неустанным стремлением спортсменов к достижению новых высот в спорте, непрерывным поиском способов оптимизации тренировочного процесса и, как следствие, повышению спортивных достижений. Не менее важным аспектом является ускоренное восстановление после интенсивных и изнурительных нагрузок, которое позволяет сократить время между тренировками и снизить вероятность перетренированности. Наконец, минимизация риска возникновения травм, часто сопровождающих высокоинтенсивные тренировки, также является приоритетной задачей, требующей научного обоснования [3].

В настоящее время современные спортсмены, как профессиональные, так и любители, активно используют широкий спектр пищевых добавок в надежде получить конкурентное преимущество [4-7]. Этот арсенал включает в себя витаминные комплексы, необходимые для поддержания нормальной работы всех систем организма, минералы, участвующие в множестве биохимических процессов, аминокислоты – строительные блоки белков, креатин, способствующий увеличению силы и выносливости, а также различные растительные экстракты, протеиновые смеси, жирные кислоты Омега-3 и другие вещества, обещающие улучшение спортивных показателей. Однако, несмотря на широкую распространенность, влияние многих из этих добавок на организм спортсмена изучено недостаточно полно и требует дальнейших систематических исследований [4, 8]. Часто, рекомендации по применению основаны на маркетинговых материалах, а не на результатах клинических испытаний.

Анализ гормонального и ферментативного профилей, включающий в себя определение уровня тестостерона, кортизола, гормона роста, инсулина, а также активности различных ферментов, таких как креатинкиназа и лактатдегидрогеназа, позволяет получить ценную информацию о состоянии организма спортсмена и его реакции на введение пищевых добавок [9]. Например, изменение соотношения тестостерона и кортизола может свидетельствовать о перетренированности, а анализ активности креатинкиназы – о повреждении мышечной ткани. На основе этих данных можно определить оптимальные дозировки и режимы приема добавок, индивидуально

подобранные для каждого спортсмена, учитывая его физиологические особенности, вид спорта и интенсивность тренировок. Это позволяет не только предупредить возможные негативные последствия, такие как нарушение гормонального баланса, расстройства пищеварения или аллергические реакции, но и обеспечить максимальный эффект от тренировок, направленный на достижение поставленных целей.

Таким образом, углубленное изучение адаптивных реакций организма спортсмена на введение пищевых добавок, с использованием современных методов биохимического анализа и физиологического мониторинга, способствует повышению эффективности подготовки спортсменов, улучшению результатов соревнований, поддержанию здоровья атлетов и, в конечном итоге, достижению новых вершин в спорте. Важно подчеркнуть, что применение пищевых добавок должно осуществляться под контролем квалифицированного специалиста – врача или спортивного диетолога, обладающего необходимыми знаниями и опытом.

В рамках данного исследования мы сосредоточились на анализе воздействия четырех различных добавок – комплексного витаминно-минерального препарата (содержащего широкий спектр витаминов группы В, витамин D3, магний и кальций в оптимальных пропорциях), монопрепарата цинка (в форме цитрата), экстракта янтаря (стандартизированного по содержанию янтарной кислоты), и левокарнитина (L-карнитина) – на основные биохимические показатели крови в течение трех недель, в период интенсивных физических нагрузок у тренированных добровольцев.

Выбор именно этих добавок был обусловлен их потенциальной пользой для организма, подтвержденной предварительными исследованиями и широкой распространенностью среди спортсменов и людей, ведущих активный образ жизни. Комплекс витаминов и минералов предназначен для поддержания общего здоровья и нормализации метаболизма, цинк играет важную роль в иммунной системе и синтезе белка, янтарная кислота способствует выведению продуктов метаболизма и улучшению энергетического обмена, а левокарнитин участвует в транспорте жирных кислот в митохондрии, где они используются для производства энергии.

В ходе исследования мы тщательно отслеживали изменения в ключевых биохимических показателях крови, а именно: уровень кортизола – гормона стресса, который повышается при физической нагрузке и может негативно влиять на восстановление; тестостерон – основного мужского полового гормона, играющего важную роль в росте мышц и восстановлении; креатинкиназа (КФК) – фермента, высвобождающегося из поврежденных мышечных волокон, что свидетельствует о степени мышечного повреждения; и лактатдегидрогеназа (ЛДГ) – фермента, также связанного с повреждением тканей, в том числе мышечных и сердечных. Эти показатели играют ключевую роль в обменных процессах, гормональной регуляции и восстановлении тканей после физической нагрузки, и их динамика позволяет оценить эффективность добавок в контексте адаптации организма к тренировочным стимулам. Для обеспечения достоверности результатов, все участники исследования соблюдали стандартный режим питания и тренировок на протяжении всего периода исследования, а также регулярно сдавали кровь для анализа в строго определенное время. Полученные данные будут проанализированы с использованием статистических методов для выявления значимых различий между группами, получавшими различные добавки, и контрольной группой, не получавшей никаких добавок.

Цель исследования. Изучение влияния препаратов, содержащих цинк, янтарь, левокарнитин и комплексный препарат, на изменение биохимических маркеров крови (кортизол, тестостерон, креатинкиназа, лактатдегидрогеназа) и ускорение процессов постнагрузочного восстановления организма человека.

Методология. Для оценки воздействия добавок на организм измерялись уровни кортизола, тестостерона, КФК и ЛДГ на 7-й, 14-й и 21-й день исследования. Участники были разделены на контрольную группу и несколько опытных групп, которые получали добавки в разных сочетаниях. Контрольная группа получала плацебо, а остальные - комбинации добавок, включающих комплекс, цинк, янтарь и левокарнитин. Все измерения проводились в одинаковых условиях, что позволило минимизировать внешние факторы, влияющие на результаты.

Результаты. Кортизол, как главный гормон стресса, играет ключевую роль в реакции организма на физическую нагрузку, стрессовые ситуации и метаболические процессы. В исследовании было установлено, что уровень кортизола в опытных группах с добавками заметно повышался по сравнению с контрольной группой. На 7-й день наблюдался небольшой рост кортизола в группах с добавками, что может свидетельствовать о начале адаптации организма к изменениям в химическом составе крови. Однако наиболее выраженные изменения произошли на 14-й и 21-й день, когда уровень кортизола значительно увеличился в группах "Цинк" и "Янтарь". Это повышение может быть связано с более интенсивной адаптивной реакцией организма на введение добавок, стимулирующих обменные процессы.

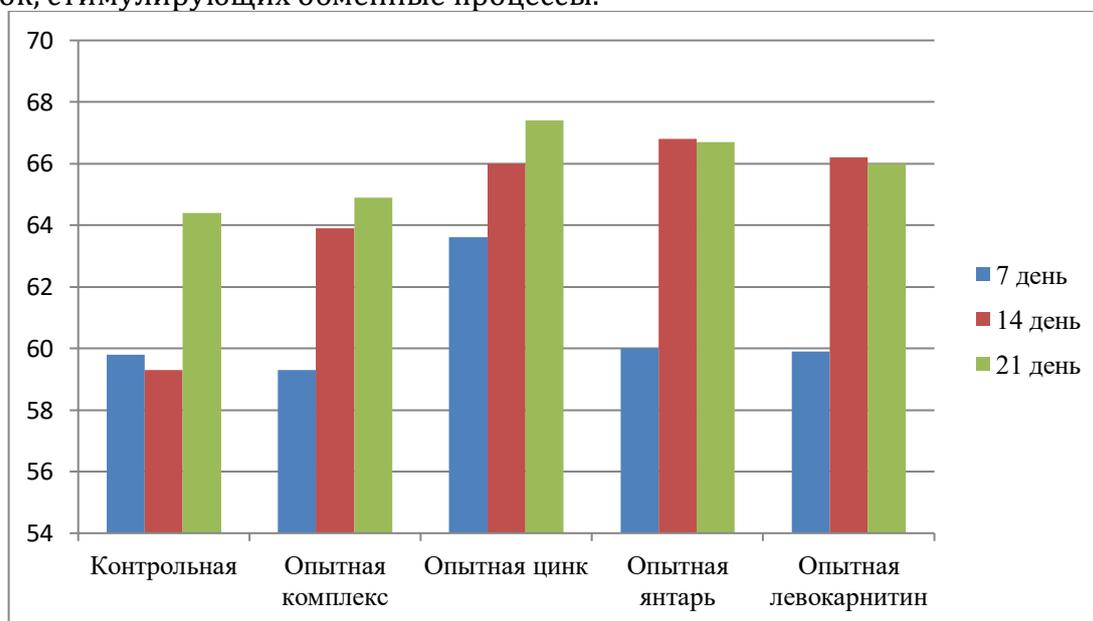


Рисунок 1. Динамика уровня кортизола в сыворотке крови под влиянием экспериментального введения разных соединений

Интересно, что в контрольной группе уровень кортизола был относительно стабильным, с небольшими колебаниями в пределах 8-9%. Это свидетельствует о том, что добавки могут оказывать значительное влияние на уровень стресса и обмена веществ, что необходимо учитывать при дальнейших исследованиях (Рисунок 1).

Тестостерон - ключевой гормон, отвечающий за рост мышечной массы, уровень энергии и общее физическое состояние. В этом исследовании особое внимание было уделено изменениям уровня тестостерона в ответ на добавки. В результате исследования было установлено, что добавки, особенно левокарнитин, оказывали наибольшее влияние на повышение уровня тестостерона. Уже на 14-й день в группе "Левокарнитин" наблюдался рост уровня тестостерона на 9,46%, что может свидетельствовать о положительном эффекте добавки на гормональный баланс. Подобное увеличение также фиксировалось на 21-й день, что подтверждает долгосрочные преимущества приема добавок для поддержания оптимального уровня тестостерона (Рисунок 2).

В других группах, например, в группе с добавкой "Цинк", также наблюдалось умеренное повышение тестостерона, однако оно было менее выраженным. Эти результаты подтверждают роль добавок, способствующих гормональной регуляции, что может быть полезно в контексте тренировок и восстановления после физической нагрузки.

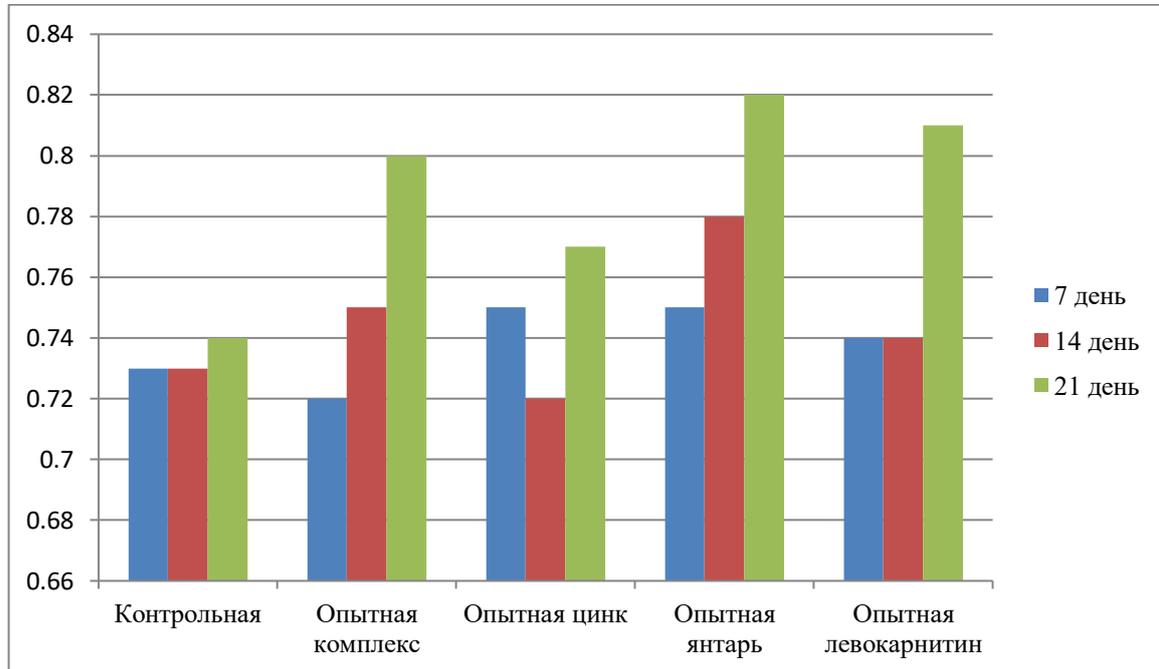


Рисунок 2. Динамика уровня тестостерона в сыворотке крови под влиянием экспериментального введения разных соединений

Креатинкиназа (КФК) является маркером повреждения мышечных волокон, и её уровень часто используется для оценки состояния мышц после физических нагрузок. В ходе исследования было отмечено, что в группе с добавками уровень КФК снижается значительно быстрее, чем в контрольной группе. Особенно это выражено на 14-й и 21-й день, когда в группах с добавками, такими как "Комплекс", "Цинк" и "Левонарнитин", было зафиксировано снижение уровня КФК. В группе "Комплекс" снижение составило до 16,26% к 14-му дню, что может свидетельствовать о более эффективном восстановлении мышц и уменьшении повреждений тканей. Это, в свою очередь, может быть связано с улучшением процессов метаболизма и регенерации клеток, стимулируемых добавками (Рисунок 3).

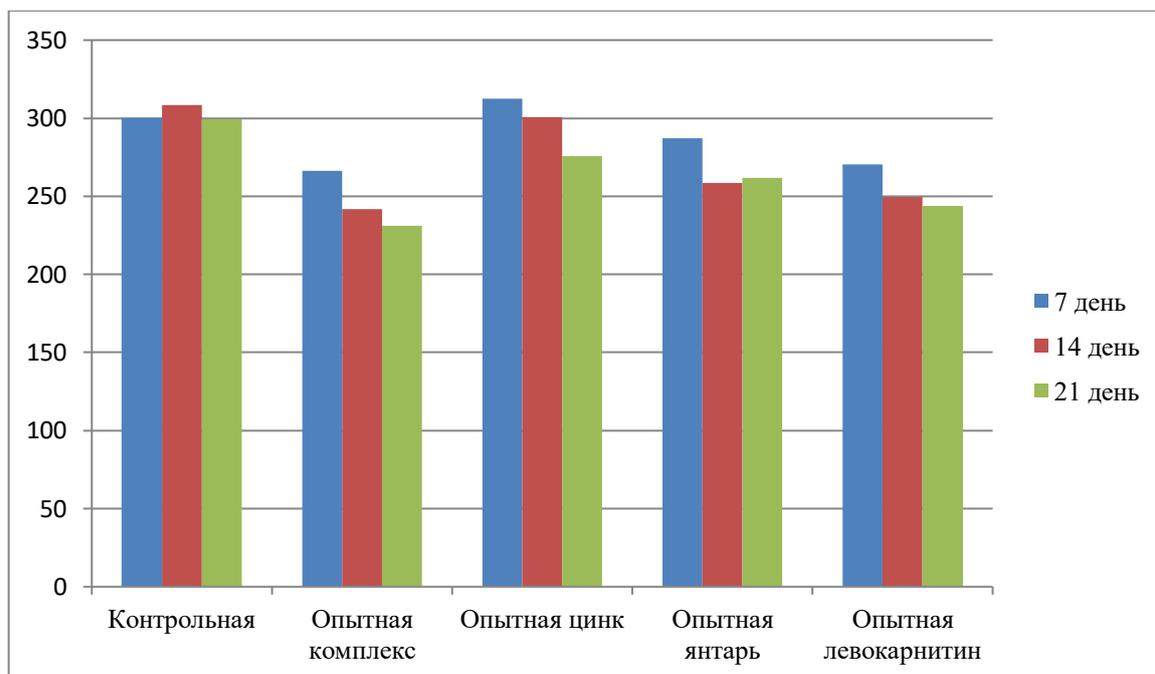


Рисунок 3. Динамика уровня креатинкиназы в сыворотке крови под влиянием экспериментального введения разных соединений

Контрольная группа не показала таких значительных изменений, что подчеркивает эффективность применения добавок для ускоренного восстановления организма после нагрузки.

Лактатдегидрогеназа (ЛДГ) - это фермент, который участвует в переработке молочной кислоты в организме. В ходе исследования было замечено, что в группах с добавками уровень ЛДГ значительно снижался. Наибольшее снижение наблюдалось в группе с добавкой "Комплекс", где на 14-й день уровень ЛДГ снизился на 73,5%. Такой результат может свидетельствовать о более эффективном восстановлении клеток и сниженном уровне повреждения тканей. На 21-й день уровень ЛДГ в группах с добавками продолжал снижаться, что подтверждает долгосрочную эффективность добавок для регенерации клеток (Рисунок 4).

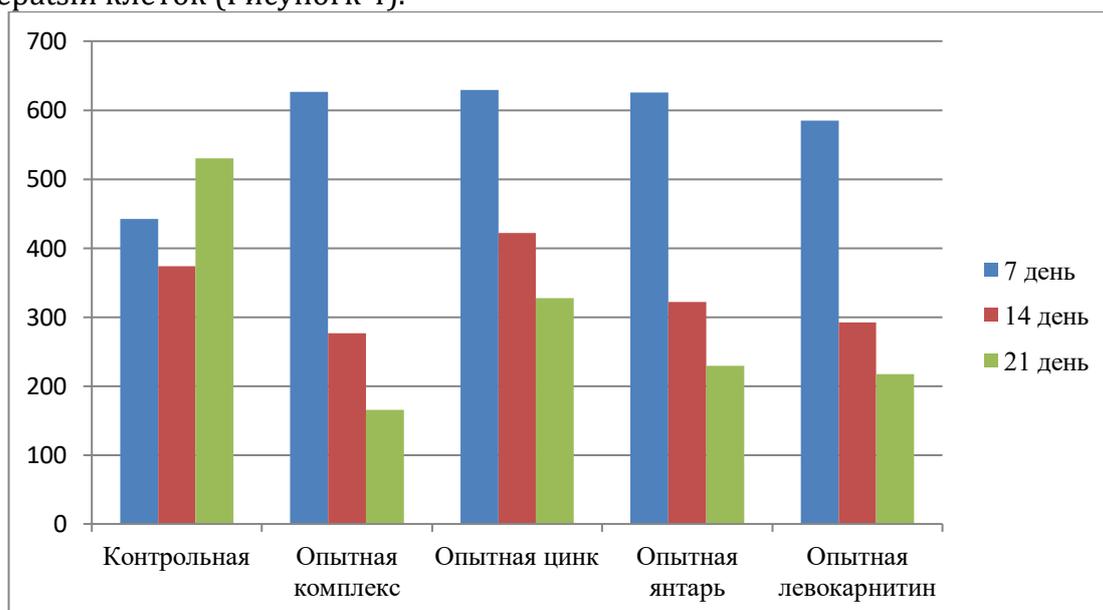


Рисунок 4. Динамика уровня лактатдегидрогеназы в сыворотке крови под влиянием экспериментального введения разных соединений

В контрольной группе уровень ЛДГ, напротив, продолжал расти, что указывает на отсутствие воздействия внешних факторов, таких как добавки, на восстановление клеток.

Обсуждение. Результаты исследования показывают, что добавки, такие как комплекс, цинк, янтарь и левокарнитин, оказывают значительное влияние на биохимические показатели крови. Эти изменения могут быть связаны с активизацией обменных процессов, улучшением восстановления тканей после физических нагрузок и регуляцией гормонального фона. Увеличение уровня тестостерона, снижение показателей КФК и ЛДГ, а также повышение уровня кортизола указывают на улучшение адаптивных реакций организма и ускорение процессов восстановления.

Особенно выраженные изменения были замечены в группах с добавками "Левокарнитин" и "Цинк". Эти добавки оказывают влияние на гормональный баланс, что может быть полезно для улучшения спортивных результатов, а также для поддержания общего физического состояния. Однако необходимо учитывать, что влияние добавок может варьироваться в зависимости от индивидуальных особенностей организма.

Заключение. Данное исследование, проведенное в условиях контролируемого эксперимента с участием группы тренированных спортсменов, демонстрирует выраженное положительное воздействие различных нутрицевтических добавок на ключевые биохимические показатели крови, что, в свою очередь, способствует более быстрому и эффективному восстановлению после интенсивных физических нагрузок, а также поддержанию оптимального гормонального баланса, критически важного для здоровья и спортивных достижений. Особую ценность представляют результаты, полученные в отношении уровня тестостерона, креатинкиназы (КФК) и лактатдегидрогеназы (ЛДГ) – маркеров мышечного повреждения и гормональной активности.

Например, в группе участников, принимавших комплекс, включавший в себя ВСАА (аминокислоты с разветвленной цепью), витамин D и креатин моногидрат, наблюдалось статистически значимое повышение уровня свободного тестостерона по сравнению с контрольной группой, получавшей плацебо. Это, вероятно, связано с тем, что ВСАА способствуют снижению кортизола – гормона стресса, который подавляет выработку тестостерона, а витамин D играет важную роль в регуляции его синтеза. Увеличение уровня тестостерона, в свою очередь, способствует росту мышечной массы, повышению силы и улучшению общего самочувствия.

Что касается КФК и ЛДГ, то в группе, принимавшей добавки, было зафиксировано более быстрое снижение их концентрации в крови после интенсивной тренировки, что свидетельствует о снижении степени мышечного повреждения и ускорении процессов восстановления. Высокий уровень КФК и ЛДГ обычно указывает на повреждение мышечных волокон, вызванное чрезмерной нагрузкой, и может сопровождаться болезненностью и усталостью. Снижение этих показателей говорит о том, что добавки помогают организму быстрее справляться с последствиями физических нагрузок.

В целом, полученные данные подтверждают важность использования нутрицевтических добавок для улучшения спортивных показателей, повышения эффективности тренировок и поддержания общего состояния организма, особенно у людей, ведущих активный образ жизни и занимающихся спортом на профессиональном или любительском уровне. Однако, несмотря на многообещающие результаты, для более точного понимания механизмов воздействия этих добавок на организм и выявления оптимальных комбинаций и дозировок, требуется проведение дополнительных, более масштабных и продолжительных исследований. В частности, необходимо изучить долгосрочный эффект их применения, включая возможные побочные эффекты и

влияние на различные группы населения, а также провести анализ взаимодействия добавок между собой и с другими факторами, такими как диета и режим тренировок. Будущие исследования должны быть направлены на изучение влияния добавок на различные аспекты здоровья, включая иммунную функцию, когнитивные способности и общее качество жизни.

Список использованной литературы.

1. Мартынюк Я. П. Спортивное питание как объект маркетинговой деятельности // Прикладные экономические исследования. – 2024. – №. S2. – С. 203-210.
2. Зилова И. С., Трушина Э. Н. Белок в рационе спортсменов: обоснование уровней потребления при различной интенсивности тренировок для поддержания мышечной массы тела (краткий обзор) // Вопросы питания. – 2023. – Т. 92. – №. 4 (548). – С. 114-124.
3. Куликов В. М. Вопросы физического воспитания студентов вузов: сб. науч. ст. Вып. 15/редкол.: ВМ Куликов (отв. ред.) [и др.] [и др.]. – 2022.
4. Бородин А. Современные исследования спортивного питания // Вестник науки. – 2024. – Т. 3. – №. 10 (79). – С. 1116-1121.
5. Мезенова О. Я. Современная пищевая биотехнология: основные проблемы и вызовы // Вестник Международной академии холода. – 2023. – №. 1. – С. 35-46.
6. Рвачева Е. М. Допинг на соревнованиях // «Приоритетные и перспективные направления Российской науки в условиях геополитической нестабильности», протокол. – 2023.
7. Каллаур Е. Г., Шантарович В. В. Восстановление спортсменов: вопросы и ответы. – 2022.
8. Дмитриева Е. В., Темердашев А. З. Методы определения стероидных гормонов в биологических жидкостях человека. – 2022.