

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет
физико-математических
и естественных наук

Кафедра
«Общая биология и биохимия»

Направление подготовки 06.03.01 Биология

Профиль подготовки Биохимия

Форма обучения очная

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему:

**«ИЗУЧЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ГЛЮКАГОНА,
АДРЕНОКОРТИКОТРОПНОГО ГОРМОНА, АДРЕНАЛИНА,
КОРТИЗОЛА, КОРТИКОСТЕРОНА В СЫВОРОТКЕ КРОВИ
ЧЕЛОВЕКА ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТЕ»**

Студент Фурасьева Фурасьева Юлия Николаевна

Руководитель СВ Соловьев В.Б.

Нормоконтролер АД Кручинина А.Д.

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от 15.06.20 № 13)

Заведующий кафедрой Карп Карпова Г.А.

Работа защищена с отметкой отлично
(протокол заседания ГЭК от 24.06.20 № 7)

Секретарь ГЭК СК Клыченков С.В.

Пенза, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	6
1.1 Регуляторные системы организма при физической работе	6
1.1.1 Влияние физической работы на метаболизм человека	10
1.1.2 Влияние физической работы на гормональную систему.....	14
1.2 Контроль метаболизма глюкозы в организме	17
1.2.1 Гормональный контроль метаболизма глюкозы	19
1.2.2 Контроль метаболизма глюкозы при физической работе	21
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	23
2.1 Материалы исследования	23
2.2 Создание ступенчато повышающейся физической нагрузки.....	24
2.3 Определение уровня гормонов	24
2.4 Определение концентрации глюкозы в крови спортсменов	26
2.5 Статистическая обработка результатов исследования.....	26
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.....	27
3.1 Определение динамики концентрации глюкагона в сыворотке крови спортсменов и людей, не занимающихся спортом, под влиянием физической нагрузки.....	28
3.2 Определение динамики концентрации адренокортикотропного гормона (АКТГ) в сыворотке крови спортсменов и людей, не занимающихся спортом, под влиянием физической нагрузки.....	30
3.3 Определение динамики концентрации адреналина в сыворотке крови спортсменов и людей, не занимающихся спортом, под влиянием физической нагрузки.....	31
3.4 Определение динамики концентрации кортизола в сыворотке крови спортсменов и людей, не занимающихся спортом, под влиянием физической нагрузки.....	32

3.5 Определение динамики концентрации кортикостерона в сыворотке крови спортсменов и людей, не занимающихся спортом, под влиянием физической нагрузки.....	34
3.6 Определение динамики концентрации глюкозы в сыворотке крови спортсменов и людей, не занимающихся спортом, под влиянием физической нагрузки.....	36
3.7 Изучение влияния физической работы на уровень глюкозы у спортсменов	37
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	42
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	43

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Известно, что физическая работоспособность является важным фактором для реализации всех основных физических качеств человека. Для развития необходимых физических (двигательных) качеств необходимо постоянно выполнять нагрузку, постепенно увеличивать ее и чередовать с отдыхом. В выполнении физических упражнений одновременно участвуют и психическая, и физическая сферы.

При выполнении физической работы происходит изменение обмена веществ и энергии человека. Чаще всего такие изменения обусловлены изменениями в эндокринной системе. Как известно, физические нагрузки влияют на водно-солевой обмен, в результате которого происходит потеря воды, снижаются и перераспределяются жизненно важные и необходимые для организма элементы и соединения, что приводит к значительному усилению выработки гормонов и повышенному содержанию их в крови. Значительное повышение концентрации гормонов осуществляется в первые 10 минут выполнения упражнений. Самыми эффективными упражнениями для гормонального улучшения являются тяжелые анаэробные упражнения, при выполнении которых тренируются крупные группы мышц [57].

Биохимические изменения, возникающие при физической работе, зависят от различных факторов: типа, мощности и продолжительности работы. Основными объектами при таких исследованиях являются кровь, моча, мышечная ткань и др. Достигнув своего максимального уровня, биохимические сдвиги начинают оказывать негативное воздействие на организм. Также не наименее важным фактором является степень тренированности спортсмена. Например, люди, не занимающиеся спортом, не в состоянии показать высокий спортивный результат по сравнению со спортсменами высокой квалификации. Следовательно, можно предположить, что биохимические изменения спортсменов гораздо выше, чем у людей, не

занимающихся спортом, хотя эти изменения и регуляция процессов метаболизма еще достаточно не изучены и не описаны.

Таким образом, **целью данной работы является** сравнительный анализ влияния физической нагрузки на концентрацию некоторых гормонов в сыворотке крови спортсменов и людей, не занимающихся спортом.

В соответствии с целью данного исследования были поставлены следующие **задачи**:

- 1) изучить теоретический аспект влияния физической нагрузки на концентрацию некоторых гормонов в сыворотке крови спортсменов и людей, не занимающихся спортом;
- 2) определить уровень некоторых гормонов в сыворотке крови у спортсменов и людей, не занимающихся спортом в разных условиях;
- 3) определить уровень глюкозы в сыворотке крови у спортсменов и людей, не занимающихся спортом в разных условиях;
- 4) сравнить результаты, полученные для спортсменов и людей, не занимающихся спортом.

Объектом данного исследования является организм человека.

Предмет исследования: биохимический состав сыворотки крови в разных условиях.

Гипотеза: физические нагрузки оказывают влияние на биохимический состав сыворотки крови, ответная реакция организма определяется степенью тренированности человека.

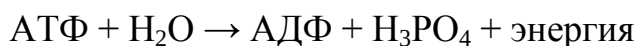
Выпускная квалификационная работа написана на 48 листах, содержит 6 рисунков, 3 таблицы и список литературы на русском и английском языках из 60 источников.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Регуляторные системы организма при физической работе

Мышечное сокращение в организме человека является достаточно сложным механохимическим процессом. В ходе мышечной работы происходит преобразование химической энергии гидролитического расщепления АТФ напрямую в механическую энергию сокращения и движения, совершаемую мышцей [27].

В мышечном сокращении и расслаблении используется энергия, выделяемая при гидролизе АТФ:



Содержание запасов АТФ в мышечных клетках довольно низкое (в покое концентрация АТФ составляет около 5 ммоль/л). Такое количество АТФ достаточно для мышечной работы лишь в течение 1–2 с. Для того чтобы обеспечить более продолжительную физическую работу в мышцах должно происходить постоянное пополнение запасов АТФ. Образование АТФ из различных энергетических субстратов в мышечных клетках непосредственно во время физической работы называется ресинтезом АТФ[1].

В регуляции скорости обмена веществ в организме человека принимают участие разные регуляторные системы: внутриклеточная (авторегуляция), гормональная и нервная. Их воздействие способствует изменению количества и активности ферментов, коферментов и субстратов, тем самым контролируя и обеспечивая необходимой скоростью и направленностью биохимические процессы, протекающие в организме. Эти регуляторные системы также принимают непосредственное участие в управлении механизмов адаптации организма к физическим нагрузкам и другим воздействиям [11].

При мышечной работе в организме особое значение имеет центральная нервная система (ЦНС). В ее функцию входит постоянная передача информации органам и тканям о воздействии на организм внешних факторов. Не наименее значимой функцией также является контроль обмена веществ, что способствует подготовке организма к мышечной работе. В нервной системе содержится множество нейронов (нервных клеток), предназначенных для приема, обработки, хранения и передачи сигналов. Типичные нейроны включают в себя: тело клетки, дендриты, принимающие сигналы, и один аксон – длинный отросток нейрона, передающий сигнал к иннервируемым органам. Характерная особенность аксона заключается в том, что его концевые участки (терминали) способны ветвиться и одновременно передавать сигнал на различное количество клеток. Для поддержания мышечного тонуса и обеспечения моторной координации существуют нервные клетки, называемые мотонейронами (двигательные нейроны) [4].

В процессе физической работы совершенствуется нервная регуляция различных органов организма, что дает возможность более экономичной их работе. Регуляторное воздействие нервной системы при двигательной активности на процесс сокращения скелетных мышц может проявляться различными способами:

- в легких происходит увеличение бронхов за счет повышения частоты дыхания, в результате чего увеличивается легочная вентиляция, что оказывает воздействие на улучшение обеспечения организма кислородом;
- повышается частота сердечных сокращений, в результате которой увеличивается скорость кровотока и улучшается снабжение мышц кислородом;
- происходит усиление потоотделения, в результате которого происходит освобождение организма от избыточной тепловой энергии;
- снижается кровоснабжение почек, вследствие которого ухудшается всасывание продуктов переваривания, в кишечнике происходит

замедление перистальтики. Так как функционирование почек и кишечника потребляет много энергии, такие изменения считаются благоприятными для мышечной деятельности организма [17].

Но не наименее важную задачу во время мышечной работы выполняет и гормональная система. Наибольший вклад в перестройку организма вносят гормоны надпочечников [5].

Мозговой слой надпочечников вырабатывает два гормона – адреналин и норадреналин, которые объединяют общим термином катехоламины. Выделение этих гормонов в кровь происходит при различных эмоциональных состояниях организма. Механизмы действия гормонов надпочечников схожи, существуют лишь некоторые различия. Биологическая роль адреналина заключается в том, чтобы создавать оптимальные условия для выполнения физической работы различной мощности и продолжительности, воздействуя на физиологические функции и метаболизм организма. Интересным фактом является то, что биологические эффекты, вызванные катехоламинами, похожи с действием ЦНС [56].

Можно выделить наиболее важные механизмы действия этих гормонов:

- 1) попадая с кровью в легкие адреналин и норадреналин копируют действие симпатических импульсов: вызывают повышенную частоту дыхания и расширение бронхов, результатом которого являются увеличение легочной вентиляции и улучшение снабжения кислородом организма;

- 2) адреналин способствует повышению частоты сердечных сокращений и увеличению их силы, вследствие чего увеличивается скорость кровообращения;

- 3) адреналин влияет на перераспределение крови в сосудистом русле: расширяются кровеносные сосуды органов, которые участвуют в обеспечении мышечной работы, и одновременно с этим сужаются сосуды органов, которые не принимают непосредственного участия в обеспечении функционирования мышц и внутренних органов, имеющих отношение к

выполнению мышечной деятельности. Результатом такого воздействия является значительное улучшение кровоснабжения мышц и внутренних органов, которые имеют отношение к выполнению физической работы;

4) в печени адреналин способствует ускорению распада гликогена до глюкозы, попадающей затем в кровь. В результате происходит эмоциональная гипергликемия – повышенное содержание глюкозы в крови, вследствие которой глюкоза поступает к функционирующим органам как источник энергии. Это состояние наиболее характерно для спортсменов и может возникать уже перед началом выполнения физической работы.

5) в жировой ткани под действием катехоламинов активируется липаза, способствующая ускорять расщепление жира на глицерин и жирные кислоты. Образовавшиеся и попавшие продукты распада в скелетные мышцы и миокард служат источником энергии. В печени из глицерина синтезируется глюкоза (глюконеогенез), жирные кислоты преобразуются в кетонные тела (кетогенез);

6) в мышцах под действием адреналина усиливается распад гликогена, но без образования свободной глюкозы. При интенсивной работе гликоген превращается в молочную кислоту, а при работе умеренной мощности – в углекислый газ и воду. В обоих случаях происходит усиленное расщепление гликогена, что приводит к улучшению энергообеспечения мышечной деятельности [53].

Корковый слой надпочечников вырабатывает гормоны стероидной природы (кортикостероиды). Кортикостероиды в зависимости от биологического действия делятся на: глюкокортикоиды (кортизол, кортизон и кортикостерон) и минералокортикоиды (альдостерон). Во время выполнения физических нагрузок в регуляции метаболизма глюкокортикоиды играют немаловажную роль [49].

Основные механизмы действия этих гормонов:

1) глюкокортикоиды стесняют фермент, катализирующий превращение глюкозы в глюкозо-6-фосфат – гексокиназу. Эта реакция в

организме является ключевой для начала превращений глюкозы. Глюкокортикоиды оказывают эффект торможения в использовании глюкозы клетками организма, что позволяет накапливаться ей в крови. В отличие от других органов мозг оказывается в более выгодном положении, так как в него не попадают глюкокортикоиды (из-за наличия гематоэнцефалического барьера). Такой механизм регуляции мозгу дает возможность использовать глюкозу крови преимущественно для питания нервных клеток и дольше поддерживать в крови нужную концентрацию глюкозы.

2) глюкокортикоиды тормозят различные анаболические процессы, в первую очередь синтез белков, который является достаточно энергоемким процессом, потребляющим значительное количество АТФ и, в свою очередь, являющимся конкурентом мышечной деятельности в использовании АТФ. Следовательно, процесс торможения синтеза белков непосредственно во время выполнения физической работы позволяет улучшить энергообеспечение мышечной деятельности.

3) глюкокортикоиды также стимулируют синтез глюкозы из углеводов – глюконеогенез, протекающий во время мышечной работы в печени. Этот процесс позволяет поддерживать в крови необходимую концентрацию глюкозы [36].

Необходимо также отметить, что нервные и гормональные сигналы способны взаимодействовать друг с другом; они могут усиливать, ослаблять или видоизменять свойства друг друга [6].

1.1.1 Влияние физической работы на метаболизм человека

Метаболизм – совокупность ферментативных реакций, возникающих в организме для поддержания его жизнедеятельности. В наиболее употребительном значении термин «метаболизм» равнозначен «обмену веществ», и способен выполнять специфические функции в организме:

- 1) снабжение химической энергией (путем расщепления пищевых веществ, поступающих из внешней среды или путем преобразования энергии солнца);
- 2) превращение пищевых молекул в строительный материал для роста и восстановления организма;
- 3) сборка различных клеточных компонентов (белков, липидов, нуклеиновых кислот и др.) из этого строительного материала – пластическое и энергетическое поддержание его структуры;
- 4) синтез и выведение биомолекул, необходимых для выполнения каких-либо специфических функций данного организма (мембранные липиды, внутриклеточные посредники и пигменты) [16].

Особенностью метаболизма человека является большая скорость активности, которая обеспечивается благодаря биологическим катализаторам – ферментам. Каждый фермент способен катализировать какую-нибудь одну химическую реакцию. Существуют целые комплексы ферментов (мультиферментные системы), благодаря которым создаются сложные метаболические пути превращения.

Метаболический путь – это ферментативная цепь химических превращений конкретных веществ с участием многих ферментов до соответствующих конечных продуктов в организме. Существуют общие метаболиты, которые способны связывать между собой эти метаболические пути и тем самым образовывать единую сетку реакций – карту метаболизма. Различают два вида метаболического пути: линейные (большая часть) и циклические [60].

Центральным метаболическим путем является аэробный путь окисления глюкозы. В него входят постепенный распад молекулы глюкозы до пировиноградной кислоты (ПВК), а затем до ацетил-КоА с последующим окислением в цикле лимонной кислоты до конечных продуктов. Для всех обменных процессов характерна их строгая упорядоченность и скоординированность [45].

Существуют следующие механизмы регуляции обмена веществ: изменение активности ферментов, количества ферментов и проницаемости клеточных мембран. Регуляция метаболизма является важным процессом и необходима организму. В ее функции входят:

- обеспечение синтеза веществ, необходимых для сохранения и поддержания структуры и функционирования клеток в оптимальных количествах;
- обеспечение контроля количества поступающих питательных веществ, необходимых для ее жизнедеятельности;
- обеспечение клетке возможностью быстро реагировать на изменения условий окружающей среды [38].

Метаболический ответ организма – совокупность биохимических реакций организма, скорости и направленности их протекания при воздействии какого-либо фактора [7].

В промежуточном метаболизме обычно протекают два взаимосвязанных, но разнонаправленных процесса:

- катаболизм, в ходе которого из сложных органических веществ образуются более простые, обычно с выделением энергии;
- анаболизм, в ходе которого из более простых веществ синтезируются сложные, обычно с затратами энергии [60].

Метаболический статус – взаимоотношение анаболических и катаболических процессов в организме на определенный момент времени [7].

Скорость и сбалансированность этих процессов зависят от многих факторов: рост, вес, возраст, состояние здоровья и двигательная активность человека. Например, у детей анаболические процессы преобладают над катаболическими, поэтому им не рекомендуются тяжелые и длительные физические нагрузки, так как это может привести к замедлению роста и накоплению мышечной массы [30].

В стареющем организме в связи с уменьшением функционально важных веществ снижаются скоростно-силовые способности организма, а

также возможности приспособления и восстановления после физических нагрузок. В стареющем организме умеренные физические нагрузки способны повышать интенсивность обменных процессов, тогда как максимальные и силовые нагрузки переносить ему удастся с трудом [54].

Физические нагрузки оказывают повышение общей интенсивности метаболизма человека, особенно происходит усиление катаболических процессов в скелетных мышцах и других тканях организма, которые доставляют энергию к работающим мышцам, что способно приводить к снижению скорости анаболизма из-за нехватки энергии [23].

В период отдыха происходит напряженное функционирование обоих процессов. Сбалансированность катаболических и анаболических процессов наступает после восстановления процессов биосинтеза белка, длительность которых зависит от вида выполненной мышечной работы (от 12 до 21 ч.). Поэтому метаболиты белкового обмена являются основными характеристиками процессов восстановления организма спортсмена после физической работы [46].

В период восстановления после физических нагрузок наблюдается процесс сверхвосстановления, то есть происходит избыточное накопление отдельных энергетических субстратов и белковых соединений. Это способствует развитию физических способностей человека в процессе спортивной работы [22].

Изменение характера обмена веществ является основой для всех биохимических сдвигов в организме при физической работе. При выполнении мышечной работы повышается скорость катаболических процессов, что приводит к экономному потреблению энергии работающими мышцами, к повышению мощности и продолжительности работы. В создании мышцам оптимальных условий для выполнения ими сократительных функций играет важную роль нервно-гормональная регуляция [13].

1.1.2 Влияние физической работы на гормональную систему

При диагностике функционального состояния организма важным и информативным показателем является уровень гормонов в крови. Из-за довольно низкой концентрации гормонов в крови (от 10^{-8} до 10^{-11} моль $\cdot$ л $^{-1}$) происходит затруднение в использовании этих показателей в спортивной диагностике [40, 48].

Гормоны – биологически активные вещества органической природы, которые образуются и функционируют внутри клеток желез внутренней секреции, находящихся в различных органах.

В настоящее время выделяют три класса гормонов, различающихся по химическому составу: пептидные (глюкагон, тиреокальцитонин), стероидные (кортизол, альдостерон и др.) и амины (тиреоидные гормоны, адреналин, норадреналин). Некоторые полипептидные гормоны образуются из неактивных предшественников. Несмотря на их невысокую концентрацию, они являются биологически активными веществами и в большинстве случаев имеют короткое время жизни. Действие гормонов может осуществляться через внутриклеточные вторичные передатчики (посредники), что приводит к их удаленному действию. Существует два вида влияний гормонов на организм: 1) функциональное влияние (запускают деятельность эффектора, влияют на изменение интенсивности протекания биохимических процессов, способствуют обеспечивать реализацию одного гормона другим); 2) морфогенетическое влияние (на рост, физическое, половое и умственное развитие). С помощью гормонов организму проще справиться с физическими нагрузками и какими-либо стрессовыми ситуациями, так как они усиливают кислороднотранспортную функцию и ускоряют передвижение электронов в цепях дыхания [43].

Существует много факторов, влияющих на изменение содержания гормонов в крови, например:

- мощность выполняемой работы;
- длительность выполняемой работы;

- степень тренированности спортсмена и др. [15].

Во время физической работы одинаковой мощности практически не наблюдается изменений уровня гормонов у более тренированных спортсменов. К тому же, по сдвигам в гормональном статусе можно определить каким образом происходит адаптация организма к физическим нагрузкам [39].

При выявлении скрытых нарушений, которые лежат в основе хронической усталости важным фактором является гормональный профиль. Нарушения гормонального обеспечения мышечной работы приводит к нарушению регуляции артериального давления и солевого обмена [39].

Изучение содержания кортизола в крови является целенаправленным действием при оценивании мобилизационных ресурсов организма. Увеличение концентрации кортизола в организме происходит при различных физических, физиологических и психологических нагрузках, поэтому его называют гормоном стресса. Однако слишком большое содержание кортизола в крови нежелательно, так как его избыточное количество в спокойном состоянии может приводить к неблагоприятным последствиям (например, к негативному воздействию на костную и мышечную ткань, регуляторные системы, иммунную защиту, массу тела, нарушению сна, приводить к ускорению процесса старения и др.). Кортизол производится в организме в большем количестве во время интенсивных тренировок, благодаря чему спортсмен способен работать в оптимальном режиме. Наличие высокой концентрации кортизола в крови после физической работы говорит и о недовосстановленности организма [28].

При диагностике состояния спортсменов немаловажную роль играют гормоны симпато-адреналовой системы (адреналин, норадреналин, серотонин), отвечающие за уровень напряжения адаптационных процессов в организме. При выполнении несоответствующих физиологической системе организма физических работах происходит израсходование запасов эндокринных желез и перевозбуждение регуляторных функций, которые

контролируют адаптационные процессы. Вследствие этого в моче снижаются концентрации этих гормонов, а также концентрации предшественников их синтеза (дофамин) [13].

Гормон роста (соматотропин), или инсулиноподобный фактор роста оказывает специфическое действие на организм – во-первых, способствует быстрому росту тканей тела, во-вторых, способствует ускорению в них процессов синтеза белка и жира, а также повышению поступления в них аминокислот, и в-третьих, оказывает непосредственное влияние на ускорение и облегчение переработки глюкозы тканями. Но эти воздействия присущи только для непродолжительного действия соматотропина. При выполнении интенсивной физической работы уровень гормона в крови снижается, но увеличение продолжительности нагрузок способно приводить к повышению его содержания [52].

Паратгормон и кальцитонин – гормоны, влияющие на биохимические реакции, в которых участвуют кальций и фосфаты, а также необходимые для полноценной работы мышц. Паратгормон содействует активации аденилатциклазы и стимуляции синтеза цАМФ в клетке. При физической работе уровни этих гормонов повышаются [42].

Инсулин – гормон, способствующий повышенному употреблению глюкозы тканями тела и приводящий к пониженному количеству уровня сахара в крови. Инсулин принимает участие и оказывает непосредственное влияние на метаболизм организма, активизирует мембранный транспорт, тормозит липополиз (процесс расщепления жиров) и активирует липогенез (процесс, превращения ацетил-КоА в жирные кислоты). На концентрацию гормона влияет скорость протекания гликолиза и уровня других гормонов, которые участвуют в регуляции его содержания. При умеренной мощности упражнений уровень инсулина падает, что приводит к переходу с углеводного метаболизма на липидный. Например, после интенсивной физической нагрузки концентрация инсулина в крови, взятой натощак, значительно снижается уже через 15 – 20 минут [33].

Тестостерон играет роль в созревании костной и в обновлении мышечной ткани. Он является важным гормоном для мужчин, так как обеспечивает формирование их половой системы и берет на себя ответственность за все психофизиологические особенности полового созревания. Как отсутствие мышечной деятельности, так и утомляющие физические нагрузки, почти в одинаковой степени, приводят к понижению концентрации тестостерона в крови. Но большие перегрузы из-за интенсивных тренировок приводят к значительному снижению уровня тестостерона, что в настоящее время является проблемой [44].

При интенсивной физической работе увеличиваются уровни в крови адренокортикотропного гормона, соматотропного гормона, кортизола и трийодтиронина, снижается лишь уровень инсулина. Однако при длительных нагрузках происходит снижение концентрации кортизола и индекса тестостерон/кортизол [19].

1.2 Контроль метаболизма глюкозы в организме

В организме человека содержание углеводов по сравнению с белками и липидами незначительное (не более 2% от сухой массы тела), но это не значит, что и их роль в организме тоже незначительная. Они являются важнейшими химическими соединениями и выполняют важные для организма функции [9].

Глюкоза и ее метаболиты являются одними из самых распространенных и значимых источников энергии в организме. Для участия глюкозы в метаболизме сначала ей необходимо фосфорилироваться с превращением в глюкозо-6-фосфат, который далее может превращаться по различным метаболическим путям. Конечными продуктами окисления глюкозы являются углекислота и вода [48].

Глюкоза – органическое соединение, имеющее химическую формулу $C_6H_{12}O_6$ и представляющее собой наиболее распространенный и важный

моносахарид – гексозу. Глюкоза является не только основным, но и универсальным источником энергии для всего организма [48].

Существует несколько источников глюкозы: 1) углеводы, попадающие в организм вместе с пищей; 2) различные глюкообразующие соединения, вступающие на путь глюконеогенеза; 3) гликоген печени [48].

В регулировании метаболизма глюкозы принимают участие многие гормоны, но основная роль принадлежит гормону поджелудочной железы – инсулину [31]. В его присутствии многим тканям и органам (например, мышцам) становится легче перерабатывать глюкозу, откуда они и получили название инсулинозависимые. Остальные органы (например, мозг) перерабатывать глюкозу способны без участия инсулина, поэтому называются – инсулиннезависимыми. Для поддержания гомеостаза глюкозы важным органом является печень, а также внепеченочные ткани и некоторые гормоны. Печень способна запастись в себе весь избыток глюкозы после приема пищи в виде гликогена и дальше передавать глюкозу другим тканям. В перерывах между приемами пищи осуществляются процессы гликогенеза и глюконеогенеза, которые поддерживают на постоянном уровне концентрацию глюкозы в крови [55].

На поступление и выход глюкозы из печени оказывают влияние множество факторов, связанных с активностью ферментов и концентрациями промежуточных метаболитов. Глюкоза попадает в клетки печени относительно легким способом, по сравнению с попаданием во внепеченочные ткани. Далее в клетках печени происходит фосфорилирование глюкозы с помощью гексокиназы [50].

В гепатоцитах глюкоза фосфорилируется за счет глюкокиназы, глюкозо-6-фосфат ингибирует гексокиназу и вследствие этого прекращается потребление глюкозы внепеченочными тканями. В печени глюкозо-6-фосфат не может ингибировать глюкокиназу из-за его высокого значения K_M (более низким сродством) для глюкозы [48].

Концентрация глюкозы в крови поддерживается благодаря одновременному вовлечению многих сложных нервно-рефлекторных и гормональных механизмов. При значительном понижении концентрации глюкозы в крови нарушается деятельность всего организма [10].

1.2.1 Гормональный контроль метаболизма глюкозы

В физиологических условиях концентрация глюкозы в крови в норме поддерживается в достаточно широких пределах: постабсорбтивные уровни – от 3,0 до 4,5 ммоль/л в цельной крови, а уровни после приема пищи достигают до 6,5 – 7,8 ммоль/л. Такие изменения связаны с наличием стабильной и тонкой системы гормональных механизмов. Уровень глюкозы в крови может понижаться, что приводит к возникновению гипогликемии, а также может повышаться, что приводит к гипергликемии. Для поддержания нормальной концентрации глюкозы необходимо постоянное и комбинированное воздействие гормонов на метаболические процессы в организме. При гипогликемии основным показателем является инсулин [14]. Его эффектам способны противодействовать и усиливать процесс глюконеогенеза ряд других гормонов: глюкагон, гормон роста, кортизол, адренокортикотропный гормон, адреналин и кортикостерон [20].

Инсулин – гормон белковой природы, содержащий 51 аминокислотный остаток, образующийся и синтезирующийся β -клетками островков Лангерганса поджелудочной железы первоначально как пре-прогормон, затем быстро превращающийся путем ограниченного протеолиза (удаления пептида) в проинсулин. Инсулин имеет две цепи, связанные дисульфидными мостиками, а проинсулин содержит две цепи инсулина, которые связаны пептидом. С дальнейшим расщеплением в клетках проинсулина образуются эквимольные количества активного инсулина и С-пептида, которые способны храниться в гранулах, секретирующихся экзоцитозом [35].

При воздействии инсулина протекает ускоренный мембранный транспорт, благодаря которому мышцы поглощают глюкозу с большей

скоростью. Однако инсулин не способен оказывать прямого действия на проникновение глюкозы в печень, так как скорость метаболизма глюкозы клетками печени не обуславливается скоростью ее прохождения через клеточные мембраны, но действует он опосредованно, влияя на активность ферментов, участвующих в гликолизе и гликонеогенезе [35].

Глюкагон – полипептидный гормон, состоящий из 29 аминокислот, синтезирующийся α -клетками поджелудочной железы. Его секреция стимулируется гипогликемией. Поступив в печень этот гормон стимулирует процессы гликогенолиза и гликонеогенеза, тем самым способствуя поступлению глюкозы из печени в кровь и полному восстановлению содержания глюкозы. Инактивация гормона происходит в печени путем протеолиза [42].

Гормон роста (соматотропин) – один из гормонов передней доли гипофиза, являющийся регулятором процесса роста и развития человека. Он способствует к выраженному повышению концентрации глюкозы в крови. При длительном введении в организм соматотропина возникает сахарный диабет, поскольку он стимулирует постоянную секрецию инсулина, что в итоге приводит к истощению В-клеток [43].

Кортикотропин (АКТГ, КТ) – полипептид, состоящий из 29 аминокислот, вырабатываемый базофильными клетками передней доли гипофиза. Регулирует рост и функцию коры надпочечников. Действие АКТГ происходит противоположно действию инсулина – через усиление продукции глюкокортикоидов способствует повышению уровня глюкозы в крови [47].

Адреналин – основной гормон мозгового вещества надпочечников. Его секреция резко повышается при сильных эмоциональных возбуждениях (страх, сильное волнение, кровотечение, кислородная недостаточность и др.), что вызывает образование глюкозы из гликогена печени. Адреналин играет важную роль в активации гликогенолиза и стимуляции гликонеогенеза, тем самым приводит к повышению уровня глюкозы в крови [32].

Кортизол – гормон, секретирующийся наружным слоем (корой) надпочечников под воздействием адренокортикотропного гормона. Кортизол является регулятором углеводного обмена организма и ингибирует гликогенолиз в печени и стимулирует глюконеогенез [51].

Кортикостерон – гормон коры надпочечников. Играет важную роль в поддержании уровня глюкозы, так как при его недостатке в организме сокращаются запасы гликогена в мышцах и печени, что приводит к снижению концентрации глюкозы в крови [34].

1.2.2 Контроль метаболизма глюкозы при физической работе

Для обеспечения работы скелетных мышц используется большая часть кислорода, поступившая в организм. Даже в состоянии покоя они способны потреблять более 50% кислорода, а интенсивные физические нагрузки повышают потребление до 90%. Основной функцией метаболизма скелетных мышц является выработка АТФ, так как при их работе АТФ является главным источником энергии. Так же у скелетных мышц есть своя особенность – они способны выполнять физическую работу лишь по необходимости и за короткий промежуток времени (например, при беге спринтера на 100 м) [7].

Существует несколько источников энергии для обеспечения работы скелетных мышц: глюкоза, свободные жирные кислоты или кетоновые тела (промежуточные продукты расщепления жирных кислот). Выбор источника в качестве топлива зависит от степени активности скелетных мышц. Жирные кислоты и кетоновые тела, доставляемые в мышцы с кровью из печени, являются основными субстратами в состоянии покоя. При физической работе небольшой мощности они не способны обеспечить скелетные мышцы достаточной энергией, и поэтому приходится использовать в качестве дополнительного источника энергии глюкозу крови. При интенсивных физических нагрузках наиболее предпочитаемым источником энергии для скелетных мышц является собственный гликоген, который начинает свое

расщепление уже с самого начала мышечной нагрузки. Такие нагрузки требуют слишком больших затрат энергии АТФ, что приводит к истощению запасов гликогена и требуется усиленное использование глюкозы в крови. Гликоген способен расщепляться до лактата в процессе анаэробного гликолиза. Необходимо отметить важность анаэробного гликолиза, который обеспечивает организма дополнительным количеством АТФ (при одном расщепившемся остатке глюкозы образуется две молекулы АТФ) [2].

Глюкоза крови и гликоген печени являются срочно мобилизуемым топливом для скелетных мышц. Скорость их использования зависит от секреции адреналина, который стимулирует в печени превращение гликогена в глюкозу, а в мышцах способен расщеплять гликоген до лактата. Чем больше секреция адреналина, тем больше и использование топлива. В связи с почти полным отсутствием в скелетных мышцах глюкозо-6-фосфатазы выработка энергии с помощью гликогена может осуществляться лишь гликолитическим путем [50].

Содержание гликогена в мышцах достаточно маленькое, в связи с чем устанавливается предел в процессе гликолиза для выработки необходимого количества энергии, с помощью которого осуществляются физические нагрузки максимальной мощности. Необходимо отметить, что эффективность обмена веществ в мышцах препятствует образованию и накоплению в них молочной кислоты, а так же вызывает снижение рН, и возможно, повышение температуры при интенсивных нагрузках. Например, после выполнения физической работы максимальной мощности тяжелое дыхание спортсмена исчезает не сразу, а продолжается некоторое время. При этом происходит дополнительное потребление кислорода, который затем используется во многих важных биохимических процессах, происходящих в мышцах. Таким образом, после выполнения этих процессов происходит полное восстановление организма в нормальное метаболическое состояние[41].

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Материалы исследования

Кровь – внутренняя среда организма, которая является важным объектом при биохимических исследованиях, так как она способна отражать многие метаболические изменения организма.

По изменению состава крови или плазмы крови можно судить о гомеостатическом состоянии внутренней среды организма или изменении его при спортивной деятельности [9].

Пробы крови отбирались из локтевой вены до нагрузки и непосредственно после остановки тредбана. Испытуемые придерживались всех общих правил, которые рекомендованы перед взятием крови. Им было рекомендовано не употреблять тяжелую пищу (жареное, жирное) в течение нескольких дней до забора крови, уменьшить потребление кофе, крепкого чая и алкогольных напитков, а также избегать стрессов. Непосредственно перед началом процедуры необходимо обработать область локтевого сгиба медицинским спиртом. Рука должна лежать на столе ладонью кверху (под локоть обязательно следует поместить валик). Затем необходимо наложить резиновый (либо матерчатый) жгут на среднюю треть плеча так, чтобы можно было прощупать пульс и попросить испытуемого поработать кулаком. Далее пальпируем вену и определяем место взятия крови, фиксируем вену большим пальцем левой руки и вводим иглу, при этом сняв жгут. После отбора необходимого биоматериала извлекаем иглу, на месте прокола необходимо оставить ватный шарик, смоченный спиртом и попросить испытуемого сжать руку в локте.

Испытуемые составили две группы:

1) бегуны на средние дистанции квалификации мастера спорта и мастера спорта международного класса в возрасте 18-25 лет – спортсмены;

2) добровольцы того же возраста без заболеваний, связанных с изменением основного метаболизма – не спортсмены. В каждой группе измерения проводились до нагрузки и на максимальной нагрузке.

2.2 Создание ступенчато повышающейся физической нагрузки

Нагрузку создавали с помощью программируемого тредбана, начиная со скорости 3,0 м/с, повышая каждые две минуты на 0,5 м/с до скорости 6,5 м/с, на которой испытуемый бежал до состояния полного утомления [24].

2.3 Определение уровня гормонов

Уровень адреналина, АКГТ, кортизола, кортикостерона и глюкагона определяли иммуноферментным методом ELISA [23] в сыворотке крови (в данном анализе можно использовать как сыворотку крови, так и ее плазму).

Иммуноферментный метод ELISA (ИФА) – лабораторный иммунологический метод качественного или количественного определения различных низкомолекулярных соединений, макромолекул, вирусов и пр., в основе которого лежит специфическая реакция антиген-антитело. В реакции участвуют: твердая фаза, антиген и антитело, конъюгат, ферментный маркер, субстрат и стоп-реагент (в большинстве случаев – серная кислота) [12].

Для проведения данного анализа лаборатория должна иметь в свободном доступе следующее оборудование:

- набор микродозаторов разного объема (5-1000 мкл);
- набор мерной химической посуды;
- термостат (поддерживающий 37 °С);
- холодильник (обязательно с морозильной камерой);
- лабораторный дистиллятор;
- вошер (промыватель для планшетов);

- ридер (многоканальный спектрофотометр);
- центрифуга;
- наконечники для дозаторов;
- ванночки для растворов.

Так как оборудование оказывает огромное влияние на качество и точность данного анализа, существует необходимость систематически проводить контроль его работы.

Для получения сыворотки кровь центрифугировали 30 мин при 4000 об/мин. Целостность образца сохраняется в течение 48 часов. Оптимальная температура хранения образцов 2-8°C. В случае, когда проанализировать пробы в течение 48 часов не получается, либо требуется транспортировка образца, его необходимо закрыть и заморозить. Крайне не рекомендуется повторное (более 2-3 раз) замораживание и размораживание. Замороженные образцы следует размораживать при комнатной температуре (комнатная температура, 20-25°C) и, аккуратно переворачивая, тщательно перемешивать перед анализом. Образцы должны быть прозрачными, без лишних примесей. Не рекомендуется использовать гемолизированные или липемические образцы, а также пробы неотцентрифугированной крови [3].

Штатив с пробирками необходимо держать на расстоянии во время работы, во избежание перекрестного загрязнения проб из-за попадания даже самых малых количеств одного образца в другой. Для каждого образца необходимо использовать свой наконечник и стоит особое внимание уделять маркировке проб. В лаборатории, где проводится иммуноферментный метод ELISA, запрещается хранение и использование растворов с хлором [37].

Процедура проведения анализа:

Перед началом проведения анализа необходимо создать схему пипетирования, чтобы избежать последующей путаницы и лучше использовать дополнительный штатив для перенесения в него пробирок с отработанными образцами. Планшет рекомендуется поставить на белый фон, так как на таком фоне лучше заметно изменение цвета в лунках с

внесенными сыворотками. Время работы должно быть минимальным, поскольку реакция связывания антител с антигеном начинается сразу же после внесения сыворотки в лунку планшета. Вносить реагенты (раствор конъюгат, проявитель и стоп-реагент) необходимо в определенном порядке, начиная с того же ряда, с которого начинали вносить сыворотки.

2.4 Определение концентрации глюкозы в крови спортсменов

Для оценки функционального состояния спортсменов использовали глюкозотолерантный тест (проводится в привычных для спортсмена условиях). Для определения концентрации глюкозы в сыворотке крови использовали глюкометр. При проведении теста спортсменов поделили на 3 группы по текущему функциональному состоянию и уровню общей физической подготовки.

2.5 Статистическая обработка результатов исследования

Для оценки достоверности различий между значениями физиологической нормы и значениями после физической нагрузки использовали t-критерий Стьюдента [8]. Это параметрический критерий, используемый для проверки гипотез о достоверности разницы средних при анализе количественных данных с нормальным распределением и одинаковой вариантой.

Низшим уровнем статистической значимости является уровень $p = 0,05$; достаточным — уровень $p = 0,01$ и высшим уровень $p = 0,001$.

Для медико - биологических исследований достаточна 95% степень достоверности, или надёжности [8].

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследования были получены показатели динамики концентрации глюкагона, адренокортикотропного гормона (АКТГ), адреналина, кортизола, кортикостерона для людей с разной степенью суточной двигательной активности под влиянием физической нагрузки. Средние результаты исследования занесли в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты биохимического анализа крови у людей разной степени тренированности в разных условиях

Гормон	Концентрация гормона, нг/мл					
	до физической нагрузки (состояние покоя)		после тестовой физической нагрузки		во время соревнований	
	спорт.	не спорт.	спорт.	не спорт.	спорт.	не спорт.
Глюкагон	40	52	45	57	62	-
АКТГ	25	8	42	22	49,5	-
Адреналин	11	10	18	13	250	-
Кортизол	110	60	120	80	340	-
Кортикостерон	22	17	24	18	175	-

Для проведения сравнительного анализа табличные данные представили в графической форме.

3.1 Определение динамики концентрации глюкагона в сыворотке крови спортсменов и людей, не занимающихся спортом, под влиянием физической нагрузки

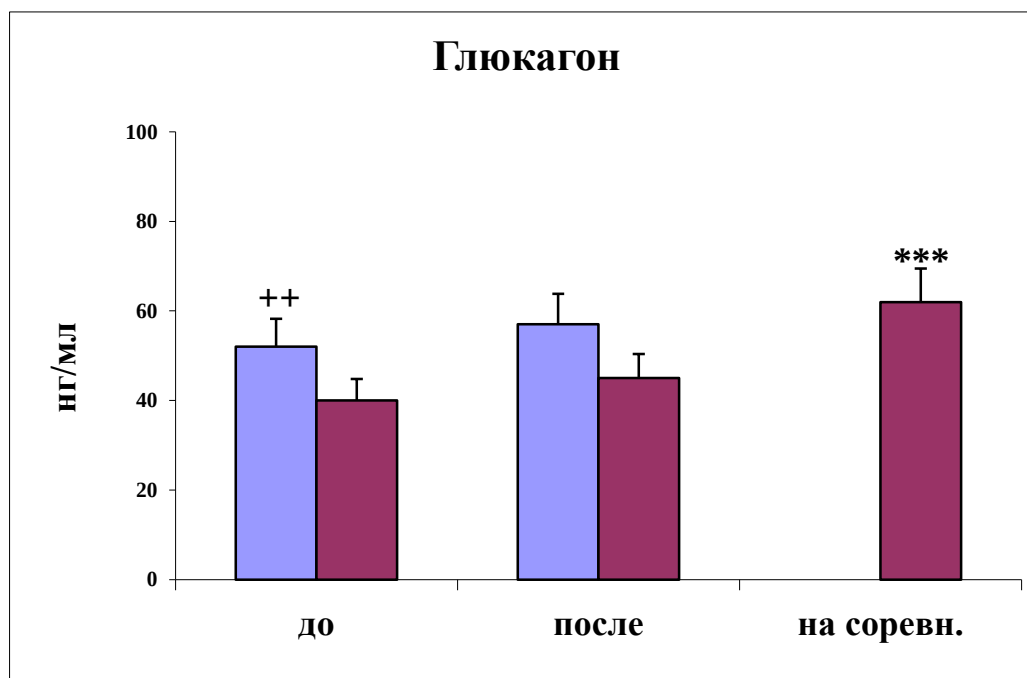


Рисунок 1. Диаграммы изменения концентрации глюкагона в сыворотке крови спортсменов и людей, не занимающихся спортом, под влиянием физической нагрузки. ■ - спортсмены, ■ - не спортсмены. До – физиологич. состояние; после – после физической работы; на соревн. – в условиях соревнования. * – по сравнению с физиологическим состоянием; + – по сравнению с лабораторной нагрузкой; @ – по сравнению с контрольной группой. *,+,@ – $p < 0,05$, **,++,@@ – $p < 0,01$, ***,+++,@@@ – $p < 0,001$ относительно контроля.

Диаграммы, приведённые на рисунке 1, показывают, что уровень глюкагона у спортсменов и людей, не занимающихся спортом, до нагрузки отличается. Концентрация в крови глюкагона у спортсменов в покое была ниже, чем у не спортсменов на 30% (40 нг/мл и 52 нг/мл соответственно).

В условиях тестовой физической нагрузки организм человека реагирует повышением концентрации глюкагона. Показатель изменения

концентрации глюкагона у спортсменов и не спортсменов одинаковый – 5 нг/мл, но достоверными считаются результаты измерения только для не спортсменов – $p < 0,01$.

Условия конкуренции вызывают достоверные изменения концентрации глюкагона по сравнению с физиологическим состоянием без нагрузки у всех испытуемых. Но организм человека, который постоянно тренируется и систематически оказывается в такой стрессовой ситуации, реагирует меньшим увеличением концентрации глюкагона. Концентрация глюкагона у спортсменов в условиях соревнования повышается на 22 единицы по сравнению с условием покоя.

Интересным случаем является то, что содержание глюкагона у спортсменов в физиологическом состоянии было выше, чем у людей, не занимающихся спортом. Исходя из литературных данных видно, что спортсмены обладают высоким уровнем метаболизма веществ не только при физической работе, но и в условиях покоя. Глюкагон выполняет важную роль в пищевом потреблении и энергетическом обмене. Степень циркулирующих в крови гормонов реализует обратную связь с головным мозгом, сохраняя энергетический баланс и регулируя вес тела.

Эти данные свидетельствуют о том, что повышенный уровень глюкагона взаимосвязан с процессами резкого усиления основного обмена у спортсменов. Необходимо отметить, что глюкагон участвует в процессах восстановления и сохранения работы, нервных и мышечных клеток при повреждениях, которые связаны с постоянными физическими нагрузками, а также увеличивает лабильность сердечнососудистой системы.

3.2 Определение динамики концентрации адренокортикотропного гормона (АКТГ) в сыворотке крови спортсменов и людей, не занимающихся спортом, под влиянием физической нагрузки

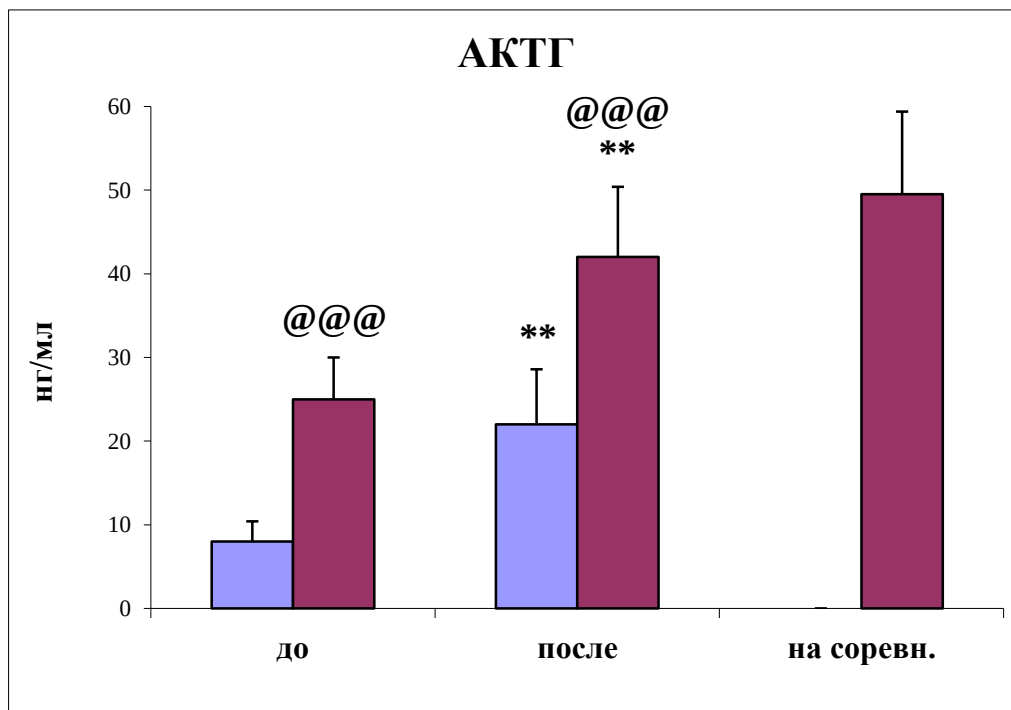


Рисунок 2. Диаграммы изменения концентрации адренокортикотропного гормона (АКТГ) в сыворотке крови спортсменов и людей, не занимающихся спортом, под влиянием физической нагрузки. ■ - спортсмены, ■ - не спортсмены. До – физиологич. состояние; после – после физической работы; на соревн. – в условиях соревнования. * – по сравнению с физиологическим состоянием; + – по сравнению с лабораторной нагрузкой; @ – по сравнению с контрольной группой. *,+,@ – $p < 0,05$, **,++,@@ – $p < 0,01$, ***,+++,@@@ – $p < 0,001$ относительно контроля.

Результаты исследования, приведённые на рисунке 2, показывают, что концентрация АКТГ у спортсменов и людей, не занимающихся спортом, до нагрузки отличается с высоким уровнем достоверности ($p < 0,001$). Концентрация в сыворотке крови этого гормона у спортсменов в покое была выше, чем у не спортсменов в (25 нг/мл и 8 нг/мл соответственно). То есть

уровень гормона у спортсменов в физиологическом состоянии покоя был выше, чем у контрольной группы более чем в три раза.

Измерения в лабораторных условиях показывают, что дозированная нагрузка вызывает достоверно значимое повышение концентрации АКТГ у спортсменов и людей, не занимающихся спортом, по сравнению с физиологическим состоянием без нагрузки. Причём, уровень этого гормона у не спортсменов повышается в 2,8 раза по сравнению с исходными данными, а у спортсменов – в 1,7 раза.

Во время соревнований (49,5 нг/мл) концентрация АКТГ у спортсменов увеличивается в два раза по сравнению с условиями покоя (25 нг/мл).

3.3 Определение динамики концентрации адреналина в сыворотке крови спортсменов и людей, не занимающихся спортом, под влиянием физической нагрузки

Диаграммы, приведённые на рисунке 3, показывают, что уровень адреналина у спортсменов и людей, не занимающихся спортом, до нагрузки одинаковый – 10 нг/мл.

После нагрузки уровень адреналина у спортсменов повышался по сравнению с исходными данными на 80% с достаточной степенью достоверности $p < 0,01$. Это ответная реакция организма на нагрузку.

Разница между показателями концентрации адреналина у людей с разной физической суточной нагрузкой невысокая. У спортсменов уровень адреналина чуть выше, чем у не спортсменов (18 нг/мл и 13 нг/мл соответственно).

Соревнования являются сильным стрессовым фактором для спортсменов. Поэтому концентрация адреналина в условиях соревнования резко повышается с высоким уровнем достоверности $p < 0,001$. Увеличивается в 25 раз по сравнению с состоянием покоя (250 нг/мл и 10 нг/мл соответственно).

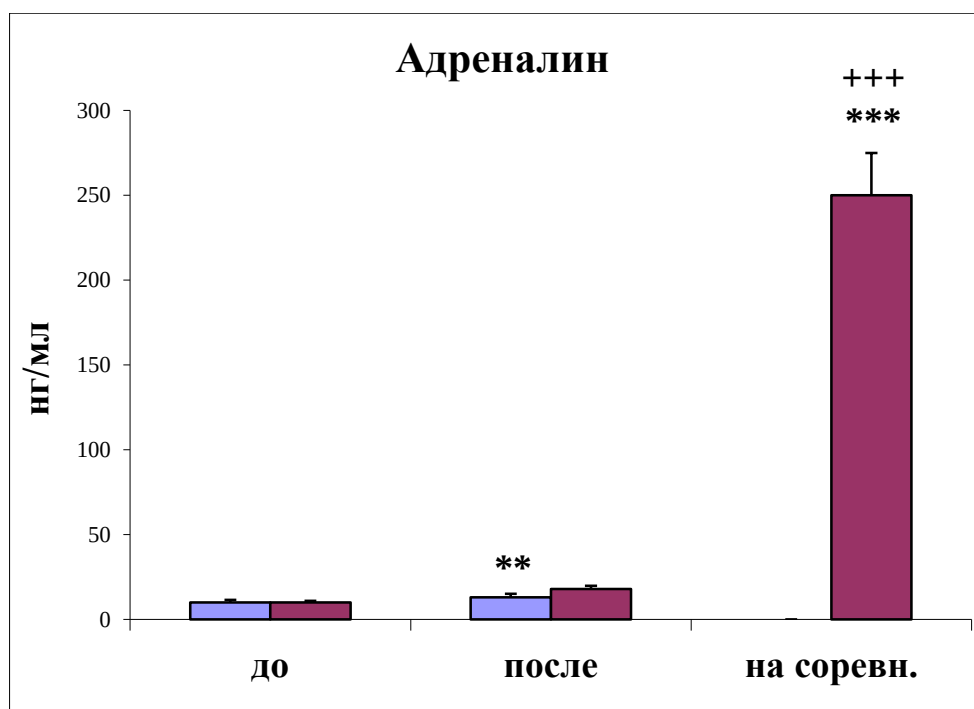


Рисунок 3. Диаграммы изменения концентрации адреналина в сыворотке крови спортсменов и людей, не занимающихся спортом, под влиянием физической нагрузки. ■ - спортсмены, ■ - не спортсмены. До – физиологич. состояние; после – после физической работы; на соревн. – в условиях соревнования. * – по сравнению с физиологическим состоянием; + – по сравнению с лабораторной нагрузкой; @ – по сравнению с контрольной группой. *,+,@ – $p < 0,05$, **,++,@@ – $p < 0,01$, ***,+++,@@@ – $p < 0,001$ относительно контроля.

3.4 Определение динамики концентрации кортизола в сыворотке крови спортсменов и людей, не занимающихся спортом, под влиянием физической нагрузки

Диаграммы, приведённые на рисунке 4, показывают, что уровень кортизола у спортсменов и людей, не занимающихся спортом, до нагрузки отличается с высоким уровнем достоверности ($p < 0,001$). Разность составляет 50 единиц, то есть 83%.

При выполнении физической работы уровень кортизола в сыворотке крови повышается и у спортсменов, и у не спортсменов с достаточной степенью достоверности. Но степень изменчивости разная. Концентрация этого гормона у не спортсменов увеличивается на 20 единиц, а у спортсменов – на 10 единиц. Для не спортсменов результаты достаточно достоверны.

В условиях соревнования происходило повышение уровня кортизола в 3 раза у спортсменов по сравнению с исходными данными. По сравнению с результатами, полученными в лабораторных условиях, показатели во время соревнований увеличились так же почти в 3 раза. Достоверность высокая.

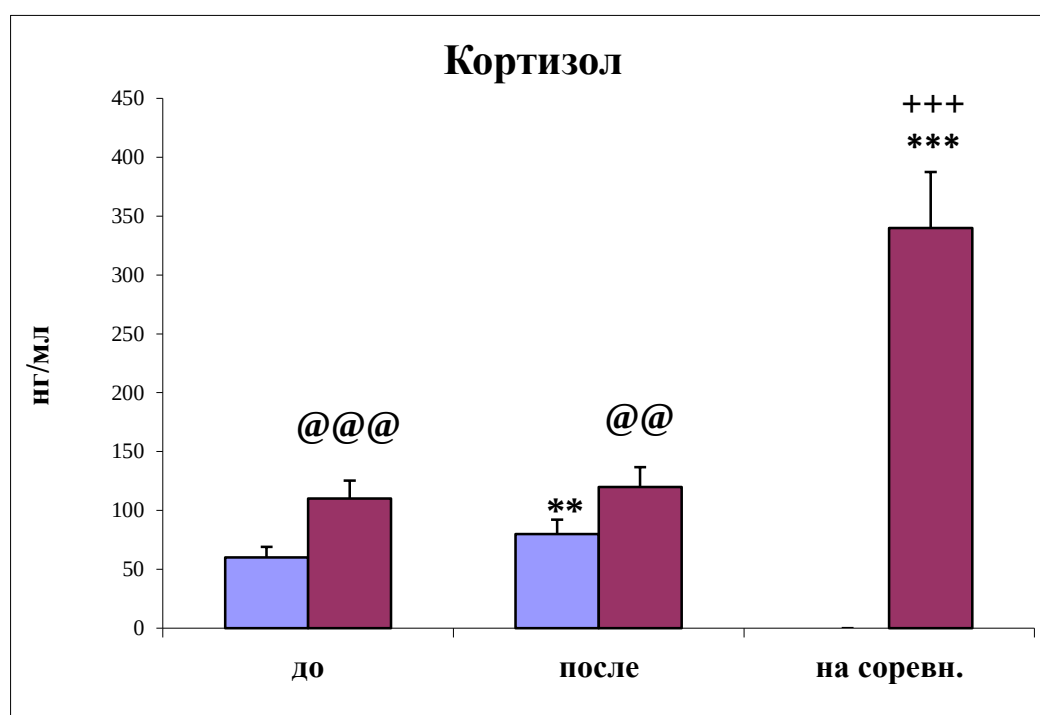


Рисунок 4. Диаграммы изменения концентрации кортизола в сыворотке крови спортсменов и людей, не занимающихся спортом, под влиянием физической нагрузки. ■ - спортсмены, ■ - не спортсмены. До – физиологич. состояние; после – после физической работы; на соревн. – в условиях соревнования. * – по сравнению с физиологическим состоянием; + – по сравнению с лабораторной нагрузкой; @ – по сравнению с контрольной группой. *,+,@ – $p < 0,05$, **,++,@@ – $p < 0,01$, ***,+++,@@@ – $p < 0,001$ относительно контроля.

3.5 Определение динамики концентрации кортикостерона в сыворотке крови спортсменов и людей, не занимающихся спортом, под влиянием физической нагрузки

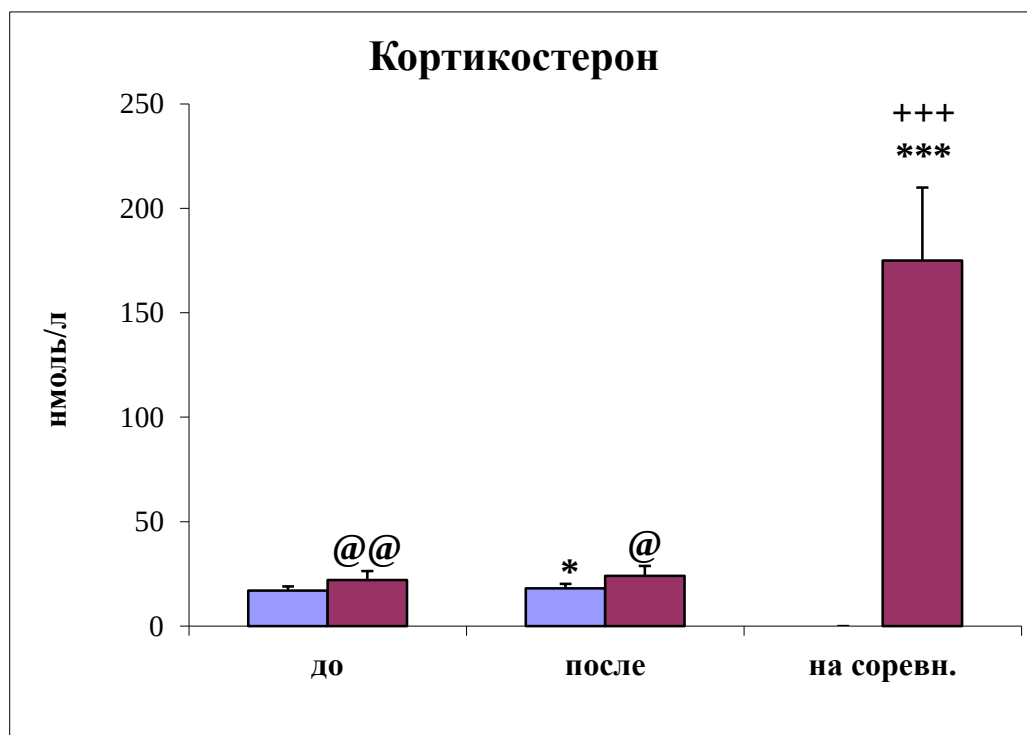


Рисунок 5. Диаграммы изменения концентрации кортикостерона в сыворотке крови спортсменов и людей, не занимающихся спортом, под влиянием физической нагрузки. ■ - спортсмены, ■ - не спортсмены. До – физиологич. состояние; после – после физической работы; на соревн. – в условиях соревнования. * – по сравнению с физиологическим состоянием; + – по сравнению с лабораторной нагрузкой; @ – по сравнению с контрольной группой. *,+,@ – $p < 0,05$, **,++,@@ – $p < 0,01$, ***,+++,@@@ – $p < 0,001$ относительно контроля.

Согласно результатам, приведённым на рисунке 5, можно говорить о том, что концентрация гормона кортикостерона в сыворотке крови спортсменов и людей, не занимающихся спортом, в состоянии покоя практически не отличается (22 нг/мл и 17 нг/мл соответственно). Уровень достоверности достаточный.

Диаграммы для показателей концентрации гормона в сыворотке крови людей, выполнявших интенсивную физическую работу, и таковые для показателей, полученных в условиях без нагрузки, практически совпадают. Числовые данные следующие: для спортсменов – 24 нг/мл и 22 нг/мл, для не спортсменов – 18 нг/мл и 17 нг/мл. Показатель разности в 1% для не спортсменов укладывается в пределы статистической ошибки в 5% ($p < 0,05$).

Стрессовые условия соревнований даже на тренированный организм влияют очень сильно. Показатель концентрации гормона кортикостерона в сыворотке крови спортсменов намного выше, чем в исходном состоянии (22 нг/мл и 175 нг/мл соответственно). То есть в 8 раз выше.

Результаты, полученные в ходе исследования, совпадают с результатами, которые описаны в обзоре литературы и подходят для описания стрессовых реакций организма. Сигналы по блуждающему нерву достигают надпочечников, и из мозгового слоя выбрасывается адреналин, попадая в кровоток, он достигает гипоталамуса, активизирует его через адренорецепторы, тот в свою очередь активизирует гипофиз. В результате этого происходит высвобождение кортиколиберина, влияющего на высвобождение АКТГ, который затем способствует выбросу кортизола и кортикостерона из надпочечников, которые являются важными факторами при адаптации к стрессам [1, 15, 21, 27, 29].

Таким образом, результаты исследования показывают, что концентрация гормонов, участвующих в гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности, изменяется под влиянием физической нагрузки и происходит адаптация симпато-адреналовой системы спортсменов.

Обнаруженные результаты данной работы согласуются с литературными данными, в которых показано, что высокий уровень адреналина повышает чувствительность рецепторов к АКТГ в надпочечниках и при этом происходит значительный выброс глюкокортикоидов (в том числе кортизола и кортикостерона) в ответ на незначительное повышение уровня АКТГ [3, 12, 18, 28]. Предполагается, что адаптация к частым физическим

нагрузкам в условиях максимальной лабораторной нагрузки спортсменов блокировала выброс кортизола и кортикостерона.

Данные, полученные в ходе исследования, свидетельствуют о том, что важным фактором в процессах адаптации к физической работе является гипофизарно-надпочечниковая система [25].

3.6 Определение динамики концентрации глюкозы в сыворотке крови спортсменов и людей, не занимающихся спортом, под влиянием физической нагрузки

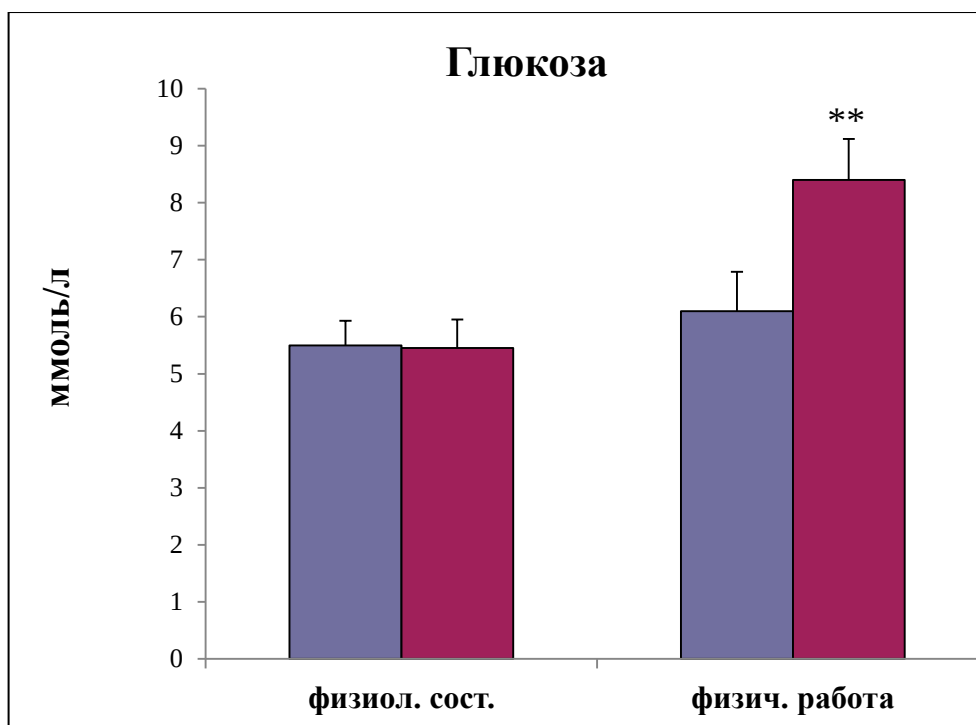


Рисунок 6. Диаграммы изменения концентрации глюкозы в сыворотке крови спортсменов и людей, не занимающихся спортом, под влиянием физической нагрузки. ■ - спортсмены, ■ - не спортсмены. ** - $P < 0,01$, *** - $P < 0,001$ по сравнению с физиологическим состоянием.

На рисунке 6 видно, что изменения концентрации глюкозы в физиологическом состоянии у спортсменов и не спортсменов практически не отличались. При выполнении физической работы уровень глюкозы у не

спортсменов был выше на 40%, с высокой степенью достоверности, чем у спортсменов. Данные результаты показывают, что изменения концентраций глюкозы, описанные в литературе, соответствует нашим результатам исследования.

Результаты многочисленных исследований показывают, что при анаэробной работе происходит мобилизация гликогена печени (основная форма хранения глюкозы) и выход глюкозы в кровь, что отражается на ее содержании в крови у здоровых людей [43, 58, 59]. Однако возрастающий уровень инсулина у спортсменов высокого класса способствует поглощению глюкозы работающими тканями и нормализации уровня глюкозы в крови.

Изменение концентрации глюкозы в крови при физических нагрузках для каждого человека индивидуально, что зависит от длительности, силы нагрузки и подготовки организма. Не долгие нагрузки могут вызвать повышение уровня глюкозы в крови за счет распада гликогена в печени до свободной глюкозы, которая поступает в кровь, в то время как длительные нагрузки приводят к ее понижению, что свидетельствует о её интенсивном потреблении тканями организма. Данный показатель может использоваться в спортивной диагностике.

3.7 Изучение влияния физической работы на уровень глюкозы у спортсменов

Глюкоза – один из наиболее важных и универсальных источников энергии при физической работе, поэтому и является важным биохимическим показателем. На изменение содержания глюкозы в крови человека при мышечной деятельности влияет тренированность спортсмена, мощность и продолжительность работы.

При выполнении физической работы субмаксимальной мощности за минимальное время содержание глюкозы повышается. Нагрузки, продолжающиеся долгое время приводят к снижению содержания глюкозы в

крови. Дефицит глюкозы в организме свидетельствует о том, что запасы гликогена печени иссякли, либо о том, что ткани организма интенсивно используют глюкозу. Изменение содержания глюкозы является показателем скорости реакции ее аэробного окисления в тканях при мышечной работе и интенсивности передвижения гликогена в печени. При обнаружении глюкозы в моче при физической работе можно судить о том, что происходит сильная мобилизация гликогена печени. Снижение концентрации глюкозы в крови является показателем утомления, что приводит к снижению физической работоспособности [26].

Таблица 2 – Результаты определения глюкозы у спортсменов №1

Фамилия	Глюкоза крови, моль/л, до-после
Высокий уровень	
Кап***	4,7-4,7
Гор***	5,7-4,6
Орл***	4,7-4,8
Без***	5,5-5,5
Юрт***	5,1-4,9
Рож***	5,5-4,5
Кор***	4,6-3,9
Род***	4,1-4,0
Сем***	4,8-4,0
Афа***	4,6-4,8
Бог***	4,9-4,9
Зот***	4,9-4,2
Средний уровень	
Ник***	5,8-5,2
Бах***	4,3-4,2
Щер***	3,7-4,6

Продолжение таблицы 2

Мур***	5,7-5,6
Пет***	5,8-5,3
Низкий уровень	
Дан***	3,0-4,5
Неп***	4,7-5,1
Вен***	4,3-5,2

В результате тестирования было выяснено, что спортсмены способны с легкостью справиться с разминочным бегом, что позволило использовать эту работу для учебно-тренировочного процесса. Многие биохимические показатели крови становятся лучше после разминки, что и показывает особенную её важность перед началом выполнения физической работы большой мощности [29].

Таблица 3 – Результаты определения глюкозы у спортсменов №2

	ФИО	глюкоза
Высокие показатели		
1.	Ныр***	5,4
2.	Сми***	4
3.	Уль***	6,7
4.	Чер***	7,7
Средние показатели		
5.	Его***	6,5
6.	Сол***	4,9
7.	Фро***	8,0
8.	Пир***	6,6
9.	Над***	6,9
10.	Оли***	4,2

Продолжение таблицы 3

11.	Кул***	4,2
12.	Ник***	5
13.	Пет***	4,7
14.	Кар***	3,3
15.	Ерм***	5,2
16.	Иль***	7,6
17.	Куз***	6,6
18.	Мал***	4,3
Пониженные показатели		
19.	Неп***	6,4
20.	Мир***	7
21.	Зим***	7,5
22.	Кир***	7,4
23.	Пуг***	6,3
24.	Ада***	5,5
25.	Ель***	6,5
26.	Соб***	5,9
Дополнительно, были технические проблемы в тестировании		
27.	Асл***	7
28.	Гри***	4,4
29.	Ков***	5
30.	Доб***	4,6

Немалое количество спортсменов имеют повышенное содержание глюкозы (более 6,1) в крови после максимальной работы при относительно невысоком содержании лактата, что является доказательством того, что спортсмены недостаточно подготовлены к такой работе.

Наибольшая часть испытуемых показала стабильные показатели концентрации глюкозы в крови во время нагрузки, что свидетельствует о нормальном ее состоянии обмена веществ и сформированности энергообеспечения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения бакалаврской работы было исследовано влияние физической нагрузки на концентрацию некоторых гормонов в сыворотке крови спортсменов и людей, не занимающихся спортом.

По результатам данного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Общая динамика изменения показателей концентрации глюкагона, АКТГ, адреналина, кортизола, кортикостерона при физической работе характерна для классической стрессовой реакции.

2. При постоянном воздействии стрессовых факторов на организм спортсменов происходит значительное повышение активности их гипофиза и надпочечников в физиологическом состоянии.

3. По сравнению с симпатoadреналовой системой, в условиях соревнований, гипофизарная система спортсменов не способна так сильно откликаться.

4. Надпочечники спортсменов способны к усиленному выбросу гормонов адаптации – кортизола и кортикостерона только в условиях повышенной активности симпатoadреналовой системы.

5. Глюкагон играет важную роль в формировании адаптации к физической работе, о которой свидетельствуют различающиеся концентрации гормона при физической нагрузке у спортсменов и людей, не занимающихся физической деятельностью.

6. Стабильные показатели концентрации глюкозы говорят о нормальном метаболизме спортсменов и сформированности энергообеспечения организма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бадтиева В.А., Павлов В.И., Шарыкин А.С. Синдром перетренированности как функциональное расстройство сердечно-сосудистой системы, обусловленное физическими нагрузками // Росс. кардиолог. журн. 2018. № 23(6). С. 180-190.
2. Брель Ю.И. Взаимодействие и адаптация систем энергообеспечения скелетных мышц при физических нагрузках // Проб. здоров. и экологии. 2014. С. 47-53.
3. Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А. Биохимия мышечной деятельности. Киев: Олимпийская литература, 2000. 503 с.
4. Головченко О.П. Оценка и выбор физических упражнений // Омск. научн. вестник. 2010. № 4. 137-139 с.
5. Грязных А.В. Индекс тестостерон/кортизол как эндокринный маркер процессов восстановления висцеральных систем после мышечного напряжения // Человек. Спорт. Медицина. 2011. С. 107-111.
6. Дёмин Д.Б. Эффекты тиреоидных гормонов в развитии нервной системы // Журн. мед.-биол. иссл. 2018. Т.6, № 2. С. 208-224.
7. Исаев А.П., Личагина С.А., Кабанов С.А. Метаболизм в процессе мышечной деятельности спортсменов-дзюдоистов // Человек. Спорт. Медицина. 2006. № 3. С. 67-69.
8. Исаев А.П., Эрлих В.В., Хусайнова Ю.Б. Системный анализ тренировки и моделирования долговременных адаптационных процессов спортсменов высокой квалификации в условиях интегральной подготовки // Человек. Спорт. Медицина. 2013. Т.13, № 3. С. 23-35.
9. Касилин П.В. Биохимические адаптационные изменения в организме спортсмена. Материалы международного научного форума обучающихся «Молодежь в науке и творчестве» Сборник научных статей. Гжелский государственный университет. 2016. С. 554-556.

10. Козлова А.П., Корощенко Г.А., Лошовский И.О. Профилактика и коррекция нарушений углеводного обмена при сахарном диабете как медико-социальная проблема формирования здорового образа жизни: экспериментальное обоснование // Science for Education Today. 2019. Т.9, № 1. С. 208-224.
11. Коломиец О.И., Петрушкина Н.П., Быков Е.В. Особенности метаболических адаптационных изменений при различных физических нагрузках // Наука. Инновации. Технологии. 2017. № 1. С. 207-216.
12. Коц Я.М. Спортивная физиология. М.: ФиС, 1986. 240 с.
13. Крылова А.В., Ситдилов Ф.Г., Аникина Т.А. Реакция симпатoadреналовой системы мальчиков на дозированную физическую нагрузку // Наука и спорт: совр. тенденции. 2019. Т.22, № 1. С. 60-66.
14. Курсов С.В., Никонов В.В. Стрессовая гипергликемия: обсуждение пути её устранения с помощью применения многоатомных спиртов // Медицина неотл. сост. 2019. Т.99, № 4. С. 48-55.
15. Лопатина А.Б. Теоретические аспекты изменения биохимических показателей крови организма спортсменов как показатель адаптационных процессов // Педагогико-психолог. и мед.-биолог. пробл. физ. культуры и спорта. 2014.
16. Магомедов Р.Р., Махновская Н.В. Физическая культура, спорт и научные способы решения проблемы ожирения и лишнего веса Россиян // Мир науки, культ., обр. 2018. № 5. С. 16-18.
17. Максимова Е.Н., Алексеенков А.Е. Физическая активность и повышение адаптационных возможностей организма // Наука-2020: Совершенствование сист. физ. воспит. и спорт. подг. 2018. № 7(23). С. 78-82.
18. Марри Р., Греннер Д., Мейес П., Родуэлл В. Биохимия человека: В 2-х томах. Пер. с англ. / Под ред. Гиномана Л.М. Том 2. М.: Мир, 1993. 415 с.

19. Мегерян С.Д. Связь параметров гормонального статуса спортсменов с результатами кардиореспираторного нагрузочного тестирования // Клин. практ. 2018. С. 16-21.
20. Михайлов С.С. Спортивная биохимия: Учебник для вузов и колледжей физической культуры. – 2-е изд., доп. М.: Советский спорт, 2004. 220 с.
21. Надиров К.С., Халменова З.Б. Биохимия спорта. Учебное пособие. Шымкент, 2000. 110 с.
22. Неустроева С.И., Гольдерова А.С., Колодезникова С.И. Влияние дыхательных упражнений на восстановление организма после физической нагрузки // Учен. зап. унив. им. Г.Ф. Лесгафта. 2019. Т.176, № 10. С. 238-241.
23. Пустозеров Е.А., Юлдашев З.М. Модель и метод оценки расходуемой пациентом энергии для контроля метаболического баланса организма // Биотехносфера. 2015. Т.40, № 4. С. 21-24.
24. Смирнов В.М., Дубровский В.И. Физиология физического воспитания и спорта: Учеб. для студ. сред. и высш. уч. завед. М.: ВЛАДОС_ПРЕСС, 2002. 608 с.
25. Тамбовцева Р.В. Физиологические основы развития двигательных качеств // Нов. иссл. 2011. С. 5-14.
26. Теппермен Дж., Теппермен У. Физиология обмена веществ и эндокринной системы. Вводный курс: Пер с англ. / Под ред. Ажиба Я.И. М.: Мир, 1989.
27. Тнимова Т.Г. Молекулярные механизмы адаптации к мышечной деятельности. Караганда: Технопринт, 2004. 183 с.
28. Фокин В.Ф., Шабалина А.А., Пономарева Н.В. Сопряженность показателей энергетического обмена и уровня гормона стресса кортизола с когнитивными характеристиками больных дисциркуляторной энцефалопатией // Анналы клинич. и экспер. неврол. 2018. № 12(4). С. 47-51.

29. Фудин Н.А., Вагин Ю.Е., Пигарева С.Н. Системные механизмы утомления при физических нагрузках циклической направленности // Вестник нов. мед. техн. 2014. Т.21, № 3. С. 118-121.
30. Шайхелиоламова М.В., Дикопольская Н.Б., Билалова Г.А. Физиологические особенности полового созревания детей в условиях повышенных физических нагрузок // Гигиена и санитария. 2018. № 97(9). С. 864-868.
31. Южакова А.Е., Нелаева А.А., Хасанова Ю.В. Развитие нарушений углеводного обмена с позиций хронобиологии // Мед. совет. 2018. С. 42-47.
32. Abe I., Fujii H., Ohishi H. Differences in the actions of adrenaline and noradrenaline with regard to glucose intolerance in patients with pheochromocytoma // Endocr. J. 2019. N 66(2). P. 187-192.
33. Altuve M., Perpignan G., Severeign E. Comparing Glucose and Insulin Data from the Two-Hour Oral Glucose Tolerance Test in Metabolic Syndrome Subjects and Marathon Runners // Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. 2016. P. 5290-5293.
34. Barseghian G., Levine R. Effect of Corticosterone on Insulin and Glucagon Secretion by the Isolated Perfused Rat Pancreas // Endocr. J. 1980. N 106(2). P. 547-552.
35. Borghouts L.B., Keizer H.A. Exercise and Insulin Sensitivity: A Review // Int. J. Sports Med. 2000. N 21(1). P. 1-12.
36. Cain D.W., Cildlowski J.A. Immune regulation by glucocorticoids // Nat. Rev. Immunol. 2016. N 17(4). P. 233-247.
37. Chao H.-W., Chao S.-W., Lin H. Homeostasis of Glucose and Lipid in Non-Alcoholic Fatty Liver Disease // Int. J. Mol. Sci. 2019. N 20(2). P. 298.
38. Dai Z., Locasale J.W. Thermodynamic constraints on the regulation of metabolic fluxes // J. Biol. Chem. 2018. N 293(51). P. 19725-19739.
39. Eliakim A. Endocrine Response to Exercise and Training-Closing the Gaps // Pediatr. Exerc. Sci. 2016. N 28(2). P. 226-232.

40. Elliot-Sale K.J., Tenforde A.S., Parziale A.L. Endocrine Effects of Relative Energy Deficiency in Sport // *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab.* 2018. N 28(4). P. 335-349.
41. Fiorenza M., Hostrup M., Gunnarsson T. P. Neuromuscular Fatigue and Metabolism during High-Intensity Intermittent Exercise // *Med. Sci. Sports Exerc.* 2019. N 51(8). P. 1642-1652.
42. Gastaldelli A., Gaggini M., DeFronzo R. Glucose Kinetics: An Update and Novel Insights Into Its Regulation by Glucagon and GLP-1 // *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care.* 2017. N 20(4). P. 300-309.
43. Hackney A.C., Lane A.R. Exercise and the Regulation of Endocrine Hormones // *Prog. Mol. Biol. Transl. Sci.* 2015. N 135. P. 293-311.
44. Hooper D.R., Tenforde A.S., Hackney A.C. Treating Exercise-Associated Low Testosterone and Its Related Symptoms // *Phys. Sportsmed.* 2018. N 46(4). P. 427-434.
45. Jellusova J. Cross-talk between signal transduction and metabolism in B cells // *Immunol. Lett.* 2018. N 201. P. 1-13.
46. Jones, A. The «Critical Power» Concept: Applications to Sports Performance with a Focus on Intermittent High-Intensity Exercise // *Sports Medicine.* 2017. N 47. P. 65–78.
47. Li C.H., Fonss-Bech P., Geschwind I.I. Corticotropins (ACTH). X. Biological Investigations on Alpha-Corticotropin // *J. Exp. Med.* 1957. N 105(4). P. 335-360.
48. Mulukutla B.C., Yongky A., Le T. Regulation of Glucose Metabolism – A Perspective From Cell Bioprocessing // *Trends Biotechnol.* 2016. N 34(8). P. 638-651.
49. Olafsen N.P., Herring S.A., Orchard J.W. Injectable Corticosteroids in Sport // *Clin. J. Sport. Med.* 2018. N 28(5). P. 451-456.
50. Roach P.J., Depaoli-Roach A.A., Hurley T.D. Glycogen and its metabolism: some new developments and old themes // *Biochem. J.* 2012. N 441. P. 763-787.

51. Rooney D.P., Neely R.D., Cullen C. The Effect of Cortisol on glucose/glucose-6-phosphate Cycle Activity and Insulin Action // J. Clin. Endocrinol. Metab. 1993. N 77(5). P. 1180-1183.
52. Rosa K., Vilaca-Alves J., Fernandes H.M. Order Effects of Combined Strength and Endurance Training on Testosterone, Cortisol, Growth Hormone, and IGF-1 Binding Protein 3 in Concurrently Trained Men // J. Strength. Cond. Res. 2015. N 29(1). P. 74-79.
53. Skattebo O., Losnegard T. Double Poling Physiology and Kinematics of Elite Cross-Country Skiers: Specialized Long-Distance Versus All-Round Skiers // Int J Sports Physiol Perform. 2019. P. 1-29.
54. Skorski S., Mujika I., Bosquet L. The Temporal Relationship Between Exercise, Recovery Processes, and Changes in Performance // Int. J. Sports Physiol. Perform. 2019. N 14(8). P. 1015-1021.
55. Titchenell P.M., Lazar M.A., Bimbaum M.J. Unraveling the Regulation of Hepatic Metabolism by Insulin // Trends in Endocrinology & Metabolism. 2017. N 28(7). P. 497-505.
56. Tsensevitsky A.N., Kovyazina I.V., Bukharaeva E.A. Diverse Effects of Noradrenaline and Adrenaline on the Quantal Secretion of Acetylcholine at the Mouse Neuromuscular Junction // Neuroscience. 2019. N 423. P. 162-171.
57. Verberne A.J.M., Korim W.S., Sabetghadam A. Adrenaline: insights into its metabolic roles in hypoglycaemia and diabetes // Br. J. Pharmacol. 2016. N 173(9). P. 1425-1437.
58. Watson A.M. Sleep and Athletic Performance // Current Sports Medicine Reports. 2017. N 16(6). P. 413-418.
59. Widmann M., Nieß A.M., Munz B. Physical Exercise and Epigenetic Modifications in Skeletal Muscle // Sports Medicine. 2019. N 49(1). P. 509-523.
60. Zhu J., Thompson C.B. Metabolic regulation of cell growth and proliferation // Nat. Rev. Mol. Cell. Biol. 2019. N 20(7). P. 436-450.



СПРАВКА о результатах проверки текстового документа на наличие заимствований

Проверка выполнена в системе
Антиплагиат.ВУЗ

Автор работы	Фурасьева Юлия Николаевна
Подразделение	
Тип работы	Выпускная квалификационная работа
Название работы	ИЗУЧЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ГЛЮКАГОНА, АДРЕНОКОРТИКОТРОПНОГО ГОРМОНА, АДРЕНАЛИНА, КОРТИЗОЛА, КОРТИКОСТЕРОНА В СЫВОРОТКЕ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТЕ
Название файла	Фурасьева-проверка.docx
Процент заимствования	36.12 %
Процент самоцитирования	0.00 %
Процент цитирования	1.59 %
Процент оригинальности	62.29 %
Дата проверки	08:58:20 04 июня 2020г.
Модули поиска	Модуль поиска ИПС "Адилет"; Модуль выделения библиографических записей; Сводная коллекция ЭБС; Модуль поиска "Интернет Плюс"; Коллекция РГБ; Цитирование; Модуль поиска переводных заимствований; Модуль поиска переводных заимствований по elibrary (EnRu); Модуль поиска переводных заимствований по интернет (EnRu); Коллекция eLIBRARY.RU; Коллекция ГАРАНТ; Коллекция Медицина; Диссертации и авторефераты НББ; Модуль поиска перефразирований eLIBRARY.RU; Модуль поиска перефразирований Интернет; Коллекция Патенты; Модуль поиска "ПГУ"; Модуль поиска общеупотребительных выражений; Кольцо вузов; Коллекция Wiley
Работу проверил	Соловьев Владимир Борисович ФИО проверяющего
Дата подписи	04.06.20  Подпись проверяющего

Чтобы убедиться
в подлинности справки,
используйте QR-код, который
содержит ссылку на отчет.



Ответ на вопрос, является ли обнаруженное заимствование
корректным, система оставляет на усмотрение проверяющего.
Предоставленная информация не подлежит использованию
в коммерческих целях.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

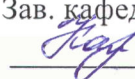
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет
физико-математических
и естественных наук

Кафедра
«Общая биология и биохимия»

Направление подготовки
06.03.01 Биология
Профиль подготовки «Биохимия»

Утверждаю:
Зав. кафедрой
 Г.А. Карпова

«05» ноября 2019 г.

Задание

По ВКР студента Фурасевой Юлии Николаевны

Тема работы «Изучение концентрации глюкагона, адренокортикотропного гормона, адреналина, кортизола, кортикостерона в сыворотке крови человека при физической работе»

Утверждена приказом по Университету от «29» октября 2019 г. № 1162а-0

Срок сдачи студентом законченной работы «28» мая 2020г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ВКР

№ п/п	Перечень подлежащих разработке вопросов:	Сроки вы- полнения этапов	Примечания
1	Формирование обзора литературы	Ноябрь	Выполнено
2	Подбор методов исследования	Ноябрь	Выполнено
3	Отработка методов исследования	Декабрь	Выполнено
4	Выполнение эксперимента	Январь- февраль	Выполнено
5	Статистическая обработка результатов	Февраль	Выполнено
6	Написание и оформление обзора литературы	Март	Выполнено
7	Написание и оформление материалов и методов исследования	Март	Выполнено
8	Написание и оформление результатов исследования	Апрель	Выполнено
9	Согласование выводов с руководителем, исправление ошибок	Май	Выполнено
10	Представление ВКР на кафедру	Май	Выполнено
11	Подготовка доклада и презентации	Июнь	Выполнено
12	Защита выпускной квалификационной работы	Июнь	Выполнено

Дата выдачи задания «05» ноября 2019г.Руководитель  Соловьев В.Б.Задание принял к исполнению  Фурасьева Ю.Н.

ОТЗЫВ
РУКОВОДИТЕЛЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Тема выпускной квалификационной работы: «Изучение концентрации глюкагона, адренокортикотропного гормона, адреналина, кортизола, кортикостерона в сыворотке крови человека при физической работе»

Автор (студент/ка): Фурасьева Юлия Николаевна

Факультет физико-математических и естественных наук

Кафедра «Общая биология и биохимия»

Группа: 16ФБ1.2

Направление подготовки 06.03.01 Биология

Профиль подготовки Биохимия

Руководитель: Соловьев В.Б., д.б.н., профессор кафедры ОБиБ

Показатели оценки выпускной квалификационной работы

Показатель оценивания	Критерии			
	Отлично	Хорошо	Удовлетв.	Неудовл.
Актуальность и обоснование выбора темы	+			
Логика работы, полнота и соответствие теме	+			
Уровень владения предметными знаниями	+			
Самостоятельность	+			
Достоверность выводов	+			
Оформление ВКР	+			
Качество подготовленного доклада	+			
Литература	+			
Возможность внедрения	+			
Общая оценка	Отлично			

Отмеченные достоинства: тема заявленной выпускной квалификационной работы полностью раскрыта; текст ВКР соответствует целям и задачам; список литературы составлен правильно, содержит свежую литературу и зарубежные источники.

Отмеченные недостатки: незначительные пунктуационные и орфографические ошибки в обзоре литературы.

Заключение: работа соответствует всем требованиям, предъявляемым к ВКР, может быть допущена к защите, автор заслуживает высокой оценки.

Руководитель:

« 4 » июня 2010 г.