

A.I. Родионов, М.Е. Сафонов
**ЗАВИСИМОСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ**

Научный руководитель: ст. преп. А.С. Кляузо

Кафедра медицинской и биологической физики

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

A.I. Rodionov, M.E. Safonov

**DEPENDENCE OF CHANGES IN PHYSICAL INDICATORS
UNDER DIFFERENT PHYSICAL LOADS**

Tutors: senior lecturer A.S. Klyauzo

Department of Medical and Biological Physics

Belarusian State Medical University, Minsk

Резюме. В работе исследуется влияние различных физических нагрузок на физиологические показатели организма, включая гемоглобин, лактат, артериальное давление и частоту пульса. Эксперимент проводился на группе испытуемых с разным уровнем физической подготовки. Установлены закономерности изменения показателей в ответ на нагрузку и выявлены признаки адаптации. Полученные данные подтверждают значимость регулярного контроля физиологического состояния. Результаты могут быть полезны для оптимизации тренировочных программ и профилактики перегрузок.

Ключевые слова: физическая нагрузка, гемоглобин, лактат, артериальное давление, частота пульса.

Resume. This study examines the impact of various physical loads on physiological parameters such as hemoglobin, lactate, blood pressure, and heart rate. The experiment involved participants with different fitness levels. Patterns of physiological response and adaptation to exercise were identified. The findings highlight the importance of regular monitoring of physiological indicators. These results can be applied to optimize training programs and prevent overtraining.

Keywords: physical activity, hemoglobin, lactate, blood pressure, heart rate.

Актуальность. Изучение физиологических параметров, отражающих адаптацию организма к физическим нагрузкам, особенно гемоглобина, лактата, артериального давления и пульса, позволяет более глубоко понять механизмы тренированности и разработать эффективные индивидуальные тренировочные стратегии. Это важно как для повышения спортивных результатов, так и для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний и улучшения качества жизни у разных групп населения.

Цель: оценить влияние физической активности различной направленности на показатели гемоглобина, лактата, артериального давления и пульса, а также выявить взаимосвязи между этими показателями и уровнем физической подготовки.

Задачи:

1. Проанализировать влияние физической нагрузки на основные физиологические показатели организма, такие как: уровень гемоглобина, концентрация лактата, артериальное давление, частота сердечных сокращений (ЧСС).

2. Определить характер изменений указанных показателей до и после выполнения стандартной беговой нагрузки у испытуемых, регулярно занимающихся

бегом.

3. Выявить взаимосвязь между уровнем тренированности участников и степенью восстановления физиологических параметров после физической нагрузки.

4. Сравнить индивидуальные реакции организма на нагрузку и оценить, как различия в физиологических характеристиках (например, уровень гемоглобина) влияют на выносливость и адаптацию.

5. Оценить применимость физиологических показателей в качестве маркеров эффективности тренировочного процесса и уровня физической подготовки.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие пять добровольцев мужского пола в возрасте 18–20 лет, систематически занимающихся бегом на любительском уровне. Все участники были соматически здоровы, не имели хронических заболеваний и не принимали медикаментов, способных повлиять на сердечно-сосудистую или дыхательную системы. Эксперимент проводился в два этапа: в состоянии покоя и после выполнения стандартной беговой нагрузки. На первом этапе все измерения проводились утром, после 10 минут отдыха в положении сидя. На втором этапе участники выполняли бег трусцой на дистанцию 1500 метров с равномерной скоростью в течение 7–10 минут. Сразу после завершения нагрузки повторно фиксировались все необходимые физиологические параметры. Измерения включали определение артериального давления с помощью автоматического тонометра, частоты сердечных сокращений с использованием пульсометра, уровня гемоглобина методом экспресс-анализа из капиллярной крови с помощью портативного анализатора, а также концентрации лактата в крови с использованием прибора или аналогичного экспресс-анализатора. Измерения гемоглобина проводились один раз в состоянии покоя, а концентрация лактата – до нагрузки и через 3 минуты после её завершения. Частота сердечных сокращений дополнительно отслеживалась в динамике через 1, 3 и 5 минут после нагрузки для оценки скорости восстановления.

Перед началом исследования каждый испытуемый заполнил анкету, содержащую информацию о частоте и продолжительности тренировок, режиме сна и питания, а также субъективной оценке уровня физической подготовки. Все полученные данные были зафиксированы в сводной таблице и проанализированы с использованием описательной статистики, включая расчёт средних значений и сравнение физиологических параметров до и после нагрузки с целью выявления индивидуальных особенностей адаптации к физической активности.

Результаты и их обсуждение:

1. Гемоглобин (Hgb)

Измерение уровня гемоглобина у испытуемых показало, что при увеличении нагрузки уровень гемоглобина снижался. У одного участника с анемией (Hgb 12.5 г/дл) наблюдалась заметная потеря аэробной выносливости, что подтверждает связь между уровнем гемоглобина и спортивной подготовкой.

2. Лактат

Повышение уровня лактата после выполнения беговой нагрузки подтверждает активацию анаэробного метаболизма у всех участников. Участники с более высокой тренированностью (например, испытуемый №5) демонстрировали более быстрый

вывод лактата после нагрузки, что указывает на улучшение метаболической адаптации.

3. Артериальное давление

Измерения давления в покое и после нагрузки показали следующие результаты:

- Испытуемый №1: в покое – 120/80 мм рт. ст., после нагрузки – 140/90 мм рт. ст.
- Испытуемый №2: в покое – 115/75 мм рт. ст., после нагрузки – 135/85 мм рт. ст.
- Испытуемый №3: в покое – 125/85 мм рт. ст., после нагрузки – 145/95 мм рт. ст.
- Испытуемый №4: в покое – 118/78 мм рт. ст., после нагрузки – 138/88 мм рт. ст.
- Испытуемый №5: в покое – 110/70 мм рт. ст., после нагрузки – 130/80 мм рт. ст.

У всех испытуемых давление повышалось после физической нагрузки, однако у большинства участников оно быстро возвращалось к исходным значениям в покое. У испытуемого №3 восстановление давления было медленнее, что может свидетельствовать о менее эффективной адаптации сердечно-сосудистой системы к нагрузке.

4. Частота сердечных сокращений (ЧСС)

ЧСС у испытуемых увеличивалась пропорционально интенсивности нагрузки:

- Испытуемый №1: в покое – 68 уд./мин, после нагрузки – 150 уд./мин.
- Испытуемый №2: в покое – 72 уд./мин, после нагрузки – 160 уд./мин.
- Испытуемый №3: в покое – 75 уд./мин, после нагрузки – 170 уд./мин.
- Испытуемый №4: в покое – 70 уд./мин, после нагрузки – 155 уд./мин.
- Испытуемый №5: в покое – 65 уд./мин, после нагрузки – 145 уд./мин.

После завершения тренировки наблюдалось улучшение восстановления пульса у более тренированных участников, особенно у испытуемого №5, чье восстановление ЧСС было быстрее всех, что подтверждает высокую степень кардиоваскулярной адаптации.

Во время физической нагрузки организм активирует множество физиологических механизмов для поддержания гомеостаза и обеспечения эффективной работы мышц.

Ключевыми параметрами, отражающими адаптацию к нагрузке, являются минутный объём кровообращения (МОК), частота сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление (АД), уровень гемоглобина и интенсивность потоотделения.

МОК определяется произведением ЧСС на систолический объём (СО) крови. В состоянии покоя у нетренированного человека ЧСС составляет около 70 уд./мин, а СО – примерно 70 мл, что даёт МОК около 4,9 л/мин. При физической нагрузке ЧСС может увеличиваться до 150–170 уд./мин, а СО – до 100–120 мл, что приводит к МОК до 15 л/мин и более. Это увеличение обеспечивает повышенную доставку кислорода и питательных веществ к работающим мышцам.

ЧСС и АД также изменяются в ответ на физическую нагрузку. ЧСС увеличивается пропорционально интенсивности нагрузки, а систолическое АД повышается из-за увеличения сердечного выброса. Диастолическое АД может оставаться стабильным или слегка снижаться из-за вазодилатации в работающих мышцах. Например, у одного из испытуемых АД в покое составляло 125/85 мм рт. ст., а после нагрузки – 145/95 мм. рт. ст., что отражает нормальную физиологическую реакцию на физическую нагрузку.

Гемоглобин играет ключевую роль в транспортировке кислорода. При снижении его уровня, например, до 12,5 г/дл, как у одного из испытуемых, кислородная ёмкость крови уменьшается, что может привести к снижению выносливости. Содержание кислорода в крови рассчитывается по формуле:

$$\text{Содержание O}_2 = \text{Hb} \cdot 1.34 \cdot \text{SaO}_2 + 0.0031 \cdot \text{PaO}_2$$

где Hb – концентрация гемоглобина (г/дл), SaO_2 – сатурация кислорода (%), PaO_2 – парциальное давление кислорода в артериальной крови (мм рт. ст.). Таким образом, снижение Hb снижает общее содержание кислорода в крови, что может ограничивать физическую работоспособность. Потоотделение играет важную роль в терморегуляции во время физической активности. Мышцы производят тепло, повышая температуру тела, и гипоталамус активирует потовые железы для охлаждения тела через испарение пота. Потоотделение может достигать 3–5 литров в час при интенсивной нагрузке. Потеря жидкости и электролитов через пот требует восполнения для предотвращения обезвоживания и поддержания гомеостаза. Таким образом, физическая нагрузка инициирует комплексную реакцию организма, включающую увеличение ЧСС и МОК для доставки кислорода, повышение АД для обеспечения перфузии тканей, активацию потоотделения для терморегуляции и использование гемоглобина для транспортировки кислорода. Эти процессы взаимосвязаны и обеспечивают эффективную адаптацию организма к физической нагрузке.

Выводы: игнорирование регулярного контроля физиологических показателей у спортсменов может привести к серьёзным последствиям для их здоровья и спортивной карьеры. Без своевременного отслеживания таких параметров, как частота сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление (АД), уровень лактата и гемоглобина, спортсмены могут не заметить признаки переутомления. Это состояние проявляется в снижении работоспособности, ухудшении сна, раздражительности и может перейти в хроническую форму, требующую длительного восстановления. Отсутствие контроля за физиологическим состоянием увеличивает риск получения травм и развития заболеваний, особенно в периоды интенсивных тренировок или соревнований. Например, снижение иммунитета на фоне перетренированности может привести к частым простудным заболеваниям. Без объективных данных о состоянии организма трудно корректно планировать тренировочный процесс. Это может привести к снижению эффективности тренировок и, как следствие, к ухудшению спортивных результатов. Регулярный контроль позволяет выявлять и предотвращать срывы адаптационных механизмов организма. Без этого возможно развитие патологических состояний, таких как перенапряжение и перетренированность, которые требуют длительного восстановления и могут негативно сказаться на общем состоянии здоровья спортсмена. Таким образом, систематический мониторинг физиологических показателей является неотъемлемой частью эффективного и безопасного тренировочного процесса. Он позволяет своевременно выявлять отклонения, корректировать нагрузки и предотвращать развитие нежелательных состояний, обеспечивая тем самым долгосрочное здоровье

и высокие спортивные достижения.

Литература

1. Redondo-Flórez, Laura et al. "Relationship between Physical Fitness and Academic Performance in University Students." International journal of environmental research and public health vol. 19,22 14750. 10 Nov. 2022.