

АНАЛИЗ РЕАКЦИИ ЛЕЙКОЦИТОВ КРОВИ НА ДИНАМИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ СКЕЛЕТНОЙ МУСКУЛАТУРЫ В СУБМАКСИМАЛЬНОМ РЕЖИМЕ

*Д. Н. Дроздов, А.В. Гулаков

УО ГГУ им. Ф. Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь

*e-mail: Drozdov@gsu.by

Аннотация

В статье представлены результаты исследования реакции лейкоцитов периферической крови на длительную динамическую нагрузку в субмаксимальном режиме. Цель исследования состояла в оценке реакции лейкоцитов крови у молодых мужчин с разным исходным уровнем активации глюкокортикоидной системы на продолжительную динамическую нагрузку в субмаксимальном режиме. Для проведения анализа и достижения цели исследования использовали методику общего анализа периферической крови, забор крови производился до и после физической нагрузки. Мощность нагрузки рассчитывали с учетом возраста участника и контролировали с помощью показателей кистевого пульсометра. В результате анализа выявлены три группы участников, отличающиеся степенью адаптации к действию физической нагрузки субмаксимальной мощности. В группе с низкой адаптационной способностью наблюдалось пониженное содержание общего количества лейкоцитов и эозинофилов периферической крови и высокая (более 50 %) вариация количества лейкоцитов. Установлено, что между общим количеством лейкоцитов и процентным содержанием эозинофилов имеет место обратная линейная зависимость, коэффициент корреляции 0,98 ($p < 0,05$). Под действием динамической нагрузки субмаксимальной мощности происходит увеличение общего числа лейкоцитов; отклонение от исходного уровня в разных группах составило 13–18 %. Основной вклад в изменение лейкоцитарной формулы вносят нейтрофилы, стандартное отклонение составляет 15 %. Наиболее выраженные изменения наблюдаются в группе с низкой адаптационной способностью. Между процент-

ным содержанием нейтрофилов и эозинофилов наблюдаются реципрокные отношения – сдвиг нейтрофилов вправо, эозинофилов влево. В группах средней и высокой адаптационной способности в ответ на действие физической нагрузки субмаксимально режима, наблюдается низкая вариация общего числа лейкоцитов и эозинофилов. Участники с высокой адаптационной способностью имеют минимальную вариацию нейтрофилов и эозинофилов, из чего можно заключить, что они обладают большей устойчивостью к развитию кислородного долга и быстрее адаптируются к физической нагрузке.

Ключевые слова: лейкоциты, физическая нагрузка, адаптация, система крови

Введение. Исследования ряда авторов, [1-3], указывают на то, что адаптация показателей периферической крови, отражающая состояние организма в момент и после выполнения физической нагрузки, принимает стабильный характер. Существуют много исследований, которые ведутся в этом направлении [4-6] список продолжает расти, что подчеркивает актуальность данной тематики. В научных публикациях сформировалось устойчивое представление о том, что физическая нагрузка оказывает воздействие на газотранспортную систему крови [2] и вызывает устойчивую реакцию лейкоцитов [5], однако механизмы этих явлений до сих пор являются важной областью исследования.

Под влиянием физической активности изменяются гемодинамические условия, увеличивается доставка кислорода к тканям, происходит перераспределение крови в сторону скелетной мускулатуры, а также наблюдаются явления миогенно-

позволяет выделить индивидуальные особенности реакции организма на физическую нагрузку. В соответствии с типом реакции крови на нагрузку и набором функциональных показателей системы крови, возможен выбор оптимальной начальной дозы физических упражнений, которая не ведет к снижению устойчивости организма.

В результате анализа динамики гематологических показателей до и после дозированной физической нагрузки установлено, что реакция форменных элементов и клеток крови имеет свои особенности: наибольшую реактивность демонстрируют эритроциты, а тромбоциты проявляют наименьшую реакцию; лейкоциты отвечают нейтрофило-, лимфоцитозом и эозинопенией. Снижение запаса энергетических ресурсов в мышцах ведет к накоплению продуктов неполного окисления липидов, дегидратации ткани, нарушению электролитного баланса, вызывает увеличение состояния кислородного долга и развитие дополнительной нагрузки на гемоглобиновый буфер.

В начале физической нагрузки запускается анаэробное дыхание, результатом которого является увеличение содержания молочной кислоты. Когда интенсивность физической нагрузки превышает уровень, при котором организм может обеспечить достаточное количество кислорода для аэробного метаболизма, начинается формироваться кислородный долг. При продолжительной динамической работе скелетных мышц в субмаксимальном режиме происходит накопление лактата, снижается рН крови. Поступление лактата в кровь компенсирует буферная система, однако по мере истощения её ёмкости возникает некомпенсированный ацидоз. Для устранения этого состояния система крови требует увеличенной концентрации лейкоцитов, что приводит к развитию миогенного лейкоцитоза. В результате число лейкоцитов увеличиваться в 3–5 раз, в основном за счёт нейтрофилов или лимфоцитов, что происходит как вследствие перераспределения клеток, так и благодаря усилению грануло- и лимфоцитопоза [6].

В ходе проведенных исследований [7, 8] получен массив данных гематоло-

гический и гемодинамических показателей молодых мужчин одного возраста и разного уровня тренированности, позволяющий провести анализ реакции лейкоцитов на длительную динамическую нагрузку скелетных мышц, работающих в субмаксимальном режиме.

В качестве критерия для оценки характера адаптации использовали содержание эозинофилов и лимфоцитов лейкоцитарной формулы. Исследования Л. Х. Гаркави, о снижении эозинофилов, свидетельствует об активации глюкокортикоидной системы [9]. Глюкокортикоиды способны снижать выработку и количество эозинофилов в крови, уменьшают миграцию этих клеток в воспалительные очаги, что может привести к снижению их концентрации.

В соответствии с установленными критериями, выборку разделили на три группы. Участники первой группы имели низкий уровень эозинофилов, близкий к нижней границе нормы, то есть ниже 25-го перцентиля распределения. Участники второй группы находились на уровне 50-го перцентиля этого показателя, а участники третьей группы имели высокий уровень эозинофилов – выше 75-го перцентиля распределения.

Цель исследования состояла в том, чтобы оценить реакцию лейкоцитов крови у молодых мужчин с разным исходным уровнем активации глюкокортикоидной системы на продолжительную динамическую нагрузку в субмаксимальном режиме.

Материалы и методы. Для исследования использовали результаты общего анализа периферической крови выборки 58 мужчин в возрасте 20–30 лет. В ходе подготовки эксперимента условились, что физической нагрузке субмаксимального режима соответствует максимальный уровень гликолиза мышечных волокон. В этот момент фиксируется повышение концентрации молочной кислоты в крови, которые достигает максимальных значений уже через 5–10 минут. Это время необходимо для того, чтобы метаболит перешел в кровь. Нагрузка субмаксимальной мощности демонстрирует линейную зависимость в реакции гликолиза, затем наступает этап выхода

на плато насыщения мощности, что ведет к образованию кислородного долга и росту содержания лактата в плазме и цельной крови. Предел после, которого потребление кислородного долга достигает максимального уровня, составляет 15 минут. В этой связи забор крови производили через 15–20 минут после начала выполнения функциональной пробы. Мощность нагрузки определяли путем контроля частоты пульса в момент выполнения функциональной пробы. Контроль пульса проводили пульсометром Xiaomi; предел погрешности находился в диапазоне 25–250 уд/мин $\pm 2\%$, ИМ-7.108117 до 19.12.2024, СТБ МЭК 60601-1-2-2006, СТБ ЕН 55011-2006, ГОСТ 30324.0-95.

Методика сбора образцов, процедура подготовки и проведение лабораторного анализа, описаны в работе [10]. В качестве маркеров показателей адаптационной реакции на физическую нагрузку использовали методику диагностики физиологического стресса по Л. Х. Гаркваи, в которой используется анализ процентного содержания лимфоцитов в периферической крови, содержание эозинофилов, моноцитов, базофилов для определения напряженности адаптации по лейкоцитарной формуле общего анализа крови [11].

Для статистической обработки результатов исследования использовали стандартные методы описательной и вариационной статистики, проведена оценка однородности, проверка на нормальность распределения (тест Колмогорова-Смирнова), параметры центральной тенденции и меры разброса, оценена мощ-

ность статистических тестов для подтверждения надежности полученных результатов. В результате предварительного статистического анализа установлено, что распределение подчиняется нормальному закону, что позволяет использовать параметрические критерии для оценки. Статистическая обработка результатов выполнена с использованием пакета прикладных программ *Statistica for Windows 10.0*.

Результаты и обсуждение. Показатель адаптации лейкоцитов используется для оценки ответной реакции организма на различные физиологические или патологические стимулы, в том числе физическую нагрузку, стресс, воспалительный процесс. В таком контексте адаптация лейкоцитов может быть охарактеризована уровнем увеличения или уменьшения их количества в лейкоцитарной формуле, которая отражает реактивность иммунной системы. Физическая нагрузка приводит к неспецифической активации симпатoadреналовой системы, что, вызывает увеличение уровня катехоламинов и глюкокортикоидов. Катехоламины способствуют пролиферации иммунокомпетентных клеток, увеличивают выработку цитокина IL-10, запуская механизм, стабилизирующий работу кислородтранспортной системы в условиях нарастающего кислородного долга, и способствуют утилизации веществ, которые могут вызывать токсические эффекты. Действие цитокинов подавляет активность макрофагов и Th-1, подавляет воспалительные реакции и является важным регулятором цитокиногенеза.

Таблица 1 – Исходные значения лейкоцитарной формулы

Форменные элементы	Группа 1 (n=20)	Группа 2 (n=22)	Группа 3 (n=16)
Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	6,85 \pm 1,56 (3,68)	6,42 \pm 1,49 (2,65)	5,69 \pm 1,07 (1,56)
Нейтрофилы, %	65,54	59,35	57,07
Лимфоциты, %	35,22	22,11	28,00
Моноциты, %	6,45	7,21	6,00
Эозинофилы, %	1,51	2,86	4,26
Базофилы, %	0,63	0,61	0,63

Высокие концентрации глюкокортикоидов стимулируют инволюцию лимфоидной ткани, депрессию пролиферации антител, натуральных «киллеров», понижение количества моноцитов в циркулирующей крови, ингибирование экспрессии рецепторов, фагоцитоза и хемотаксиса. Содержание эозинофилов и лимфоцитов в периферической крови может служить критерием оценки адаптационной реакции на функциональную пробу (по Л. Х. Гаркави с соавторами).

В таблице 1 представлены значения лейкоцитарной формулы до проведения функциональной пробы, позволяющие провести оценку исходной степени напряженности адаптации. **Из данных таблицы 1 следует, что степень напряженности адаптации в группе 3 соответствует состоянию полной адаптации к воздействиям внешней среды, иммунная система функционирует стабильно и эффективно, без признаков стресса.**

В группе 2 наблюдаются начальные изменения в адаптации, имеет место небольшое увеличение числа нейтрофилов и лимфоцитов на фоне увеличения общего числа лейкоцитов. В группе 1 наблюдается еще более выраженные адаптационные изменения, возможно, на фоне более значительных физических или эмоциональных нагрузок, увеличение числа нейтрофилов и лимфоцитов. Значения стандартных отклонений, приведенные в скобках, показывают, что в группе 1 наблюдается самая высокая вариация лейкоцитов, которая превышает 50 %.

Сравнительный анализ показателей общего числа лейкоцитов и процентного содержания эозинофилов показывает обратную линейную зависимость, с высоким коэффициентом корреляции 0,98 ($p < 0,05$). Эту зависимость можно аппроксимировать линейной функцией вида (1):

$$y = -0,42x + 7,54 \quad (1)$$

где x – процентного содержания эозинофилов, %

В группе 1 несколько повышен уровень лимфоцитов, показатель находится близко к верхней границе нормы. Здесь можно предположить влияние катехоломинов, которые оказывают обратное, в сравнении с глюкокортикоидами действие, они стимулируют повышение циркулирующих лимфоцитов в крови. Катехоломины, прежде всего адреналин, оказывают возбуждающее действие, что провоцирует миграцию лимфоцитов из лимфатических узлов и других тканей в кровотоки. Вместе с тем, в случае хронического стресса адреналин взаимодействует с адренорецепторами на поверхности лимфоцитов, подавляет пролиферацию и активность Т-лимфоцитов, уменьшает лимфопоэз.

В таблице 2 представлены значения лейкоцитарной формулы после проведения функциональной пробы, позволяющие провести оценку степени напряженности в период адаптации к физической нагрузке.

Таблица 2 – Показатели крови после выполнения физической нагрузки

Форменные элементы	Группа 1 (n=20)	Группа 2 (n=22)	Группа 3 (n=16)
Лейкоциты, $10^9/л$	8,06±1,56 (3,56)	7,38±1,20 (2,86)	6,36±0,65 (1,26)
Нейтрофилы, %	72,61	71,85	63,92
Лимфоциты, %	18,38	17,25	25,4
Моноциты, %	7,16	7,67	6,36
Эозинофилы, %	1,23	2,58	3,7
Базофилы, %	0,62	0,65	0,62

Данные таблицы 2 показывают, что под действием физической нагрузки происходит увеличение общего числа лейкоцитов во всех группах. Среднее отклонение от исходного уровня лейкоцитов составило 14,8%, в группе 1 отклонение составило 17,6%, в группе 2 – 15%, в группе 3 – 11,8%. Содержание нейтрофилов в среднем увеличивается на 15%; в группе 1 содержание нейтрофилов увеличилось на 11%, в группе 2 на 22%, в группе 3 на 12%. Нейтрофилы могут быть выброшены из резервных депо (например, из костного мозга или селезенки) в общий кровоток, что связано с активацией симпатической нервной системы и выбросом адреналина, которые стимулируют мобилизацию лейкоцитов.

Содержание лимфоцитов уменьшилось в среднем на 26%; наиболее выраженное отклонение наблюдается в группе 1, оно составляет 48%, наименьшее отклонение наблюдается в группе 3 – 9%. Во время физической активности часть лимфоцитов может перемещаться из общего кровотока в ткани, что может объяснить получившуюся реакцию периферической крови. Следует отметить, значительное отклонение лимфоцитов в группе 1, – действие субмаксимальной нагрузки показывает слабую адаптацию и истощение лимфоцитарной системы. Отклонение уровня моноцитов и базофилов составляет не более 10%. Отсутствие в изменении количества этих клеток может свидетельствовать о том, что организм не активирует воспалительные механизмы в ответ на физическое напряжение.

Из таблицы 2 видно, в ответ на нагрузку снижается уровень эозинофилов; **среднее отклонение от исходного уровня составляет 14%**. Это снижение может быть связано с перераспределением эозинофилов из крови в ткани или с другим механизмом, связанным со стрессом. В группе 1 наблюдается наибольшее снижение этой клеточной популяции в периферической крови, которое подтверждает слабую адаптацию и возможное истощение лимфоцитарной системы у участников первой группы, для них субмаксимальный режим носит скорее негативное, чем позитивное действие.

В группах 2 и 3 уровень этого показателя достаточно стабильный, что свидетельствует об устойчивой адаптации и подготовке к действию физической нагрузки в субмаксимальном режиме. Отклонение общего количества лейкоцитов в группе 2 от исходного уровня составило 15%, в группе 3 – 12%, стандартное отклонение группы 3 на 25% ниже, чем в группе 2. Отклонение нейтрофилов от исходного уровня в группе 2 составляет 21%, в группе 3 12%. Из чего следует, у участников исследования, которые вошли в группу 3, низкая вариация значений лейкоцитарной формулы, в связи, с чем можно говорить о том, что они отличаются большей устойчивостью к развитию кислородного долга и адаптационными возможностями.

Заключение. Использование в качестве критерия уровня эозинофилов позволило разделить участников на группы, которые отличаются степенью адаптации к воздействиям внешней среды. В результате анализа выявлены три группы, отличающиеся степенью адаптации к действию физической нагрузки субмаксимальной мощности. Группа низкой адаптационной способности отличается пониженным содержанием общего количества лейкоцитов и эозинофилов в периферической крови, а также высокой вариацией количества лейкоцитов, более 50 %. Показатели общего числа лейкоцитов и процентное содержание эозинофилов показывает обратную линейную зависимость, с высоким коэффициентом корреляции 0,98 ($p < 0,05$).

Под действием динамической нагрузки субмаксимальной мощности происходит увеличение общего числа лейкоцитов; отклонение от исходного уровня в разных группах составляет от 13 до 18 %. Основной вклад в изменение лейкоцитарной формулы вносят нейтрофилы, стандартное отклонение составляет 15 %. Между процентным содержанием нейтрофилов и эозинофилов наблюдаются реципрокные отношения – сдвиг нейтрофилов вправо, эозинофилов влево. Наиболее выраженные изменения наблюдаются в группе с низкой адаптационной способностью.

собностью.

В группах средней и высокой адаптационной способности в ответ на действие физической нагрузки субмаксимально режима, показатели общего числа лейкоцитов и эозинофилы ведут себя достаточно стабильно. Участники исследования из группы 3 имеют низкую вариацию показателей лейкоцитарной формулы, из чего можно заключить, что они обладают большей устойчивостью к развитию кислородного долга и быстрее адаптируются к физической нагрузке.

Список использованных источников

1. Александров, Н.П. Изменения в системе красной крови человека (эритроны) при адаптации к новым условиям / Н. П. Александров / *Здоровье*. – 2010. №1. – С. 16.

2. Нехвядович, А. И. Оценка эффективности тренировочного процесса спортсменов на основе вариабельности показателей крови: практ. пособие / А. И. Нехвядович, А. Н. Будко; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск: БГУФК, 2019. – 40 с.

3. Макарова, Г. А. Картина крови и функциональное состояние организма спортсменов / Г. А. Макарова, С. А. Локтев. – Краснодар, 1990. – 125 с.

4. Горшкова, Т. Н. Показатели крови при спортивной деятельности юношей и взрослых спортсменов / Т. Н. Горшкова // *Проблемы физиологии спорта*. – 1961. – С. 15–22.

5. Ефименко, А. М. Особенности морфологического состава крови, функциональных свойств клеток и белков сыворотки крови в различные периоды тренировочного процесса стайеров / А. М. Ефименко, В. В. Ширяев, Н. В. Толкачева // *Спортивная медицина*. – 1978. – С. 187–188.

6. Егоров, А.П. Гемодинамические и гематогенные сдвиги картины крови при физической нагрузке и приспособляемости организма к физическим напряжениям. М., 1969. – *Физкультура и спорт* – С.43 – 48.

7. Дроздов, Д. Н., Динамика гематологических показателей у нетренированных

мужчин под действием физической нагрузки / Д.Н. Дроздов, А.В. Гулаков, А. В. Кравцов // *Вестник гродненского государственного университета имени Янки Купалы. Серия 5. Экономика. Социология. Биология* – 2023. – №13(1) – С. 124–130.

8. Дроздов, Д.Н. Влияние физической нагрузки на показатели периферической крови человека / Д. Н. Дроздов, А. В. Ковалев // *Вестник Мозырьского государственного педагогического университета имени И. Шемякина*, 2015. – 2(46). – С. 11–16.

9. Гаркави, Л. Х. Адаптационные реакции и резистентность организма / Л. Х. Гаркави, М. А. Уколова, Е. Б. Квакина; Ростов н/Д : РГУД, – Ростов н/Д, 1990. – 224 с.

10. Drozdov, D. N. Features of non-specific adaptation of blood cells to the dosed physical load in young men with different levels of physical training / D. N. Drozdov, A. V. Kravcov, E. O. Krasnykh // *ISJ Theoretical & Applied Science*, – 2020. – Vol. 04 (84). – P. 376–383.

11. Адаптационные реакции и уровни реактивности как эффективные диагностические показатели донозологических состояний / Л. Х. Гаркави [и др.] // *Вестник Южного научного центра*. – 2007. – Т.3, №1. – С. 61–66.

References

1. Alexandrov, N.P. Changes in the human red blood system (erythron) during adaptation to new conditions / N. P. Alexandrov / *Health*. – 2010. No. 1. – P. 16.

2. Nekhvyadovich, A. I. Evaluation of the effectiveness of the athletes' training process based on the variability of blood parameters: practice. manual / A. I. Nekhvyadovich, A. N. Budko; Belarusian State University of Physics. culture. – Minsk: BGUFK, 2019. – 40 p.

3. Makarova, G. A. The blood picture and the functional state of the athletes' body / G. A. Makarova, S. A. Loktev. Krasnodar, 1990. – 125 p.

4. Gorshkova, T. N. Blood parameters in sports activities of young men and adult athletes / T. N. Gorshkova // *Problems of physiology of sports*. 1961. pp. 15-22.

5. Efimenko, A.M. Features of the morphological composition of blood, functional properties of cells and serum proteins in various periods of the training process of stayers / A.M. Efimenko, V. V. Shiryaev, N. V. Tolkacheva // *Sports medicine*. 1978. pp. 187-188.

6. Egorov, A.P. Hemodynamic and hemotogenic shifts in the blood picture during physical exertion and the body's adaptability to physical exertion. Moscow, 1969. – *Physical education and sports* – pp.43-48.

7. Drozdov, D. N., Dynamics of hematological parameters in untrained men under the influence of physical activity / D.N. Drozdov, A.V. Gulakov, A.V. Kravtsov // *Bulletin of the Yanka Kupala Grodno State University. Episode 5. Economy. Sociology. Biology* – 2023. – №13(1) – P. 124–130.

8. Drozdov, D. N. The effect of physical activity on human peripheral blood parameters / D. N. Drozdov, A. V. Kovalev // *Bulletin of the I. Shemyakin Mozyr State Pedagogical University*, 2015. – 2(46). – P. 11–16.

9. Garkavi, L. H. Adaptive reactions and body resistance / L. H. Garkavi, M. A.Ukolova, E. B. Kvakina; Rostov n/A : RGUD, Rostov n/A, 1990.). – 224 p.

10. Drozdov, D. N. Features of non-specific adaptation of blood cells to the dosed physical load in young men with different levels of physical training / D. N. Drozdov, A. V. Kravcov, E. O. Krasnykh // *ISJ Theoretical & Applied Science*, – 2020. – Vol. 04 (84). – P. 376–383.

11. Adaptive reactions and reactivity levels as effective diagnostic indicators of pre-nosological conditions / L. H. Garkavi [et al.] // *Bulletin of the Southern Scientific Center*. – 2007. – Vol. 3, No. 1. – P. 61–66.

**Материал поступил в редакцию
10.08.2024**

Субмаксималды режимде қаңқа бұлшықеттерінің динамикалық жүктемесіне қан лейкоциттерінің реакциясын талдау

Аңдапта

Мақалада перифериялық қан лейкоциттерінің субмаксималды режимде ұзақ мерзімді динамикалық жүктемеге

реакциясын зерттеу нәтижелері берілген. Зерттеудің мақсаты глюкокортикоидтық жүйені белсендірудің әртүрлі бастанқы деңгейлері бар жас ерлерде қандағы лейкоциттердің субмаксималды режимде ұзақ мерзімді динамикалық жүктемеге реакциясын бағалау болды. Талдау жүргізу және зерттеу мақсатына жету үшін перифериялық қанды жалпы талдау әдісі қолданылды, қан физикалық белсенділікке дейін және одан кейін алынды. Жүктеме қуаты қатысушының жасын ескере отырып есептелді және білезік пульсометрінің көрсеткіштері арқылы бақыланды. Талдау нәтижесінде субмаксималды қуаттың физикалық белсенділігіне бейімделу дәрежесі бойынша ерекшеленетін қатысушылардың үш тобы анықталды. Бейімделу қабілеті төмен топта перифериялық қанның лейкоциттері мен эозинофилдерінің жалпы санының төмендеуі және лейкоциттер санының жоғары (50%-дан астам) ауытқуы байқалды. Лейкоциттердің жалпы саны мен эозинофилдердің пайыздық мөлшері арасында кері сызықтық байланыс орны бар екені анықталды, корреляция коэффициенті 0,98 ($p < 0,05$). Субмаксималды қуаттың динамикалық жүктемесінің әсерінен лейкоциттердің жалпы саны артады; әртүрлі топтардағы бастанқы деңгейден ауытқу 13–18% құрады. Лейкоцитарлық формуланың өзгеруіне негізгі үлес нейтрофилдер болып табылады, стандартты ауытқу 15% құрайды. Ең айқын өзгерістер бейімделу қабілеті төмен топта байқалады. Нейтрофилдер мен эозинафилдердің пайызы арасында өзара байланыс байқалады – нейтрофилдердің оңға, эозинофилдердің солға ығысуы. Орташа және жоғары бейімделу қабілеті бар топтарда физикалық белсенділіктің субмаксималды режимге әсеріне жауап ретінде лейкоциттер мен эозинофилдердің жалпы санында төмен вариация байқалады. Бейімделу қабілеті жоғары қатысушылар нейтрофилдер мен эозинофилдердің минималды вариациясына ие, бұл олардың оттегі қарызын дамытуға төзімділігі жоғары және физикалық белсенділікке тезірек бейімделеді деген қорытынды жасауға болады.

Негізгі сөздер: лейкоциттер, физикалық белсенділік, бейімделу, қан жүйесі.

Материал баспаға 10.08.24 түсті

Analysis of the reaction of blood leukocytes to the dynamic load of skeletal muscles in the submaximal mode

Summary

The article presents the results of a study of the reaction of peripheral blood leukocytes to prolonged dynamic load in a submaximal mode. The aim of the study was to evaluate the response of white blood cells in young men with different baseline levels of glucocorticoid system activation to prolonged dynamic exercise in a submaximal mode. To carry out the analysis and achieve the purpose of the study, the method of general peripheral blood analysis was used; blood sampling was performed before and after physical exertion. The load capacity was calculated taking into account the age of the participant and monitored using wrist heart rate monitor. As a result of the analysis, three groups of participants were identified, differing in the degree of adaptation to the effects of physical activity of submaximal power.

In the group with low adaptive capacity, there was a reduced content of the total number of leukocytes and peripheral blood eosinophils and a high (more than 50%) variation in the number of leukocytes. It was

found that there is an inverse linear relationship between the total number of leukocytes and the percentage of eosinophils, with a correlation coefficient of 0.98 ($p < 0.05$). Under the influence of a dynamic load of submaximal power, the total number of leukocytes increases; the deviation from the baseline level in different groups was 13-18%. The main contribution to the change in the leukocyte formula is made by neutrophils, the standard deviation is 15%. The most pronounced changes are observed in the group with low adaptive capacity. The most pronounced changes are observed in the group with low adaptive capacity. There is a reciprocal relationship between the percentage of neutrophils and eosinophils – a shift of neutrophils to the right and eosinophils to the left. In the groups of medium and high adaptive capacity, in response to the effect of physical activity of a submaximal regime, there is a low variation in the total number of leukocytes and eosinophils. Participants with a high adaptive capacity have minimal variation in neutrophils and eosinophils, from which it can be concluded that they are more resistant to the development of oxygen debt and adapt faster to physical activity.

Key words: *leukocytes, physical activity, adaptation, blood system*

Material received on 10.08.24

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.