

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
PIHII (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.716
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2020 Issue: 04 Volume: 84

Published: 23.04.2020 <http://T-Science.org>

QR – Issue



QR – Article



Denis Nikolaevich Drozdov

Francisk Skorina Gomel State University
Ph.D. in Biological Sciences,
Associate Professor

Andrey Viktorovich Kravcov

Francisk Skorina Gomel State University
Graduate student

Ekaterina Olegovna Krasnykh

Francisk Skorina Gomel State University
Graduate student,
katerin.kr@gmail.com

FEATURES OF NON-SPECIFIC ADAPTATION OF BLOOD CELLS TO THE DOSED PHYSICAL LOAD IN YOUNG MEN WITH DIFFERENT LEVELS OF PHYSICAL TRAINING

Abstract: The paper presents the results of a study of the effect of physical stress on the white blood of a person. The object of the study was peripheral blood taken from the surveyed men aged 20 to 35 years before and after training. The strength of the influence of physical load is estimated, the content of leukocytes and their percentage distribution in the leukogram. The dynamics of the urgent adaptation of white blood cells to the action of physical activity and its relation to the physical performance of a group of young men who do not have professional sports skills has been studied.

Key words: maximal oxygen consumption, physical load, leukogram.

Language: Russian

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

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-04-84-66> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2020.04.84.66>

Scopus ASCC: 1101.

ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ КРОВИ НА ДОЗИРОВАННУЮ ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ У МОЛОДЫХ МУЖЧИН С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

Аннотация: В работе представлены результаты исследования влияния физической нагрузки на показатели белой крови человека. В качестве объекта исследования рассматривалась периферическая кровь, взятая у обследованных мужчин в возрасте от 20 до 35 лет до и после тренировки. Оценена сила влияния физической нагрузки содержание лейкоцитов и их процентное распределение в лейкограмме. Изучена динамика срочной адаптации клеток белой крови к действию физической нагрузки и ее связь с физической работоспособностью группы молодых мужчин, не имеющих профессиональных спортивных навыков.

Ключевые слова: максимальное потребление кислорода, физическая нагрузка, лейкограмма.

Введение

Для организма человека физическая нагрузка является уникальным фактором способным

индуцировать обратимые изменения активности разных органов и систем организма. Возникновение устойчивых изменений

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.716
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

сопровождается длительными и регулярными дозированными нагрузками. Увеличения уровня физической активности сопровождается биохимическими и физиологическими сдвигами, проявление которых находит свое отражение не только в уровне функциональной активности внутренних органов и работоспособности, но и в системе крови. В основе изменений, возникающих при выполнении физической нагрузки, лежит изменение направленности метаболизма. В организме увеличивается интенсивность энергетического обмена, которая сопровождается выделением энергии и синтезом АТФ, при одновременном снижении скорости пластического обмена. Эти изменения улучшают энергообеспечение работающих мышц, повышают мощность и продолжительность выполняемой работы [1]. Стандартной реакцией крови на физическую нагрузку, является включение механизма срочной адаптации, имеющего характер неспецифического системного ответа, вызванного сдвигом гомеостатических констант. Посредством нервного и гуморального компонента регуляции происходит активация симпатического контура, который обеспечивает формирование адаптационного синдрома (или стресс-реакцию по Г. Селье, 1960). Не подготовленный организм сталкивается с ситуацией мобилизации и крайней степенью напряжения работы внутренних органов и большинства систем организма [2].

Механизмы реактивности и выработки устойчивого ответа системы крови на физическую нагрузку представляют отдельную область исследования. Многочисленные работы (Hartmann, Jokl, 1930, Горшкова, 1960, Ефименко, 1978, Miashita, 1981, Гаркави, 1982, Yansen, 2001, Нехвядович, 2006, Александров, 2010 и др.), перечень которых с каждым годом увеличивается, подтверждают актуальность этой области исследования. В научной литературе сформировалось устойчивое представление о влиянии физической нагрузки на газотранспортную систему крови (Hartmann, 1930) и лейкоцитарную реакцию (миогенный лейкоцитоз, Е. Grawitz, 1910, Егорова, 1926), механизмы, которых все еще недостаточно изучены. Дополнительным фактором являются генетические предпосылки развития физических качеств, например силы и выносливости (Н. В. Назаров, 2001, С. В. Рогозкин, 2006, И. И. Ахметов, 2009 и др.). Кроме того, определенный вклад вносят индивидуальные особенности каждого человека, его физическое и психоэмоциональное состояние.

Большинство публикуемых работ приводят результаты на спортсменах, т.е. людях которые имеют продолжительный стаж тренировок или специализирующихся в том или ином виде спорта [3-5]. Их подготовка ведется по определенной

программе, направленной на достижение личного или командного результата. В то же время имеется большая категория людей, занимающихся в спортивных секциях и клубах любительского спорта. Такого рода занятия имеют иной режим тренировок, а, следовательно, и другой характер реактивности организма, другую степень адаптации к нагрузке. Еще одной группой являются люди, которые не систематически занимаются физическими упражнениями, для поддержания физической формы. Каждая группа отличается уровнем метаболической активности, особенностями реактивности и адаптацией на действие физической нагрузки.

В этой связи изучение особенности реакции крови у лиц с разным уровнем физической подготовки и системной адаптацией к нагрузке представляет научный и практический интерес. Изучение закономерностей формирования клеточного ответа на дозированную физическую нагрузку позволяет оценить индивидуальные особенности, и выделить наиболее типичные формы неспецифической адаптационной реакции крови. Возможность подобного рода типизаций может использоваться не только для разработки современных методов и подходов организации тренировок [6], но и в активационной терапии [7, 8]. Цель работы изучить особенности неспецифической адаптационной реакции форменных элементов крови на дозированную физическую нагрузку у молодых мужчин с разным уровнем физической подготовки.

Материал и методика исследования.

В исследовании приняли участие 58 мужчин в возрасте 20 – 35 лет, не имеющие профессионального спортивного опыта. Все участники на момент обследования были здоровы, показатели опорно-двигательной, сердечно-сосудистой и дыхательной системы находились в границах физиологической нормы. Для исключения алиментарного влияния на динамику показателей крови, участники эксперимента в течение 3–4 часов воздерживались от приема пищи. Исследование проводилось на базе спортивного клуба «Пауэр» (г. Гомель), последующий лабораторный анализ производился в условиях УЗ ГГКБ №2 г. Гомеля. По прибытию, у каждого участника производился забор крови из пальца на общий анализ. Взятие проб крови производилось в антисептических условиях фельдшером-лаборантом УЗ ГГКБ №2 г. Гомеля, с соблюдением санитарно-гигиенических норм [9]. Участники эксперимента проходили испытание на беговой дорожке AppleGate T30ADC, со скоростью 6 км/ч и протяженностью 3 км. Посредством встроенного пульсометра производили замер интенсивности субмаксимальной нагрузки, которую поддерживали на уровне 120 – 140 уд/мин.

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
 ISI (Dubai, UAE) = 0.829
 GIF (Australia) = 0.564
 JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
 ПИИЦ (Russia) = 0.126
 ESJI (KZ) = 8.716
 SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
 PIF (India) = 1.940
 IBI (India) = 4.260
 OAJI (USA) = 0.350

Сразу после испытания у каждого участника повторно производили забор крови. Образцы помещали в миниконтейнер с антикоагулянтом трилон-Б, в этот же день доставляли в клинично-диагностическую лабораторию УЗ ГГКБ №2. В каждом образце определяли содержание форменных элементов крови автоматическим гематологическим анализатором SX10000i. Для дифференцировки лейкоцитов и определения процентного соотношения клеточных популяций, готовили мазки крови с фиксацией и окраской по Романовскому-Гимзе. В окрашенных и высушенных мазках с помощью иммерсионного микроскопа производился подсчёт лейкоцитарной формулы в расчёте на 100 клеток. По полученным результатам была сформирована сводная таблица, данные из которой и использовались для дальнейшей интерпретации результатов.

Выборка состояла из мужчин с разным уровнем физической подготовки. В связи с этим при проведении последующего анализа и статистической обработки результатов исследования были сформированы 3 группы: 1-я – мужчины, чей стаж занятий не превышал 1-го года, 2-я группа – стаж занятий составлял от 1-го года до 3-х лет, 3-я группа – стаж занятий составлял более 3-х лет. Для контроля и оценки индивидуальных особенностей неспецифической адаптационной реакции форменных элементов крови на дозированную физическую нагрузку согласно [6, 7], использовался показатель отношения процентного содержания лимфоцитов в периферической крови к сегментоядерным нейтрофилам. Оценка достоверности различий

осуществлялась исходя из нормального распределения значений на основе t-критерия Стьюдента. Влияние физической нагрузки на показатели крови оценено методом однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA). Статистическая обработка результатов исследования выполнена с помощью прикладных программ MS Office Excel 2007 и Statistica for Windows 6.0.

Результаты исследований и их обсуждение.

Количественные изменения форменных элементов крови под действием физической нагрузки наиболее отчетливо выражены в динамике лейкоцитов. Лейкоцитоз характеризуется преимущественным увеличением лимфоцитов и нейтрофилов в кровотоке. Одновременно происходит разрушение части лейкоцитов: при напряженной физической нагрузке резко уменьшается число эозинофилов [12]. Разрушение этих клеток обеспечивает восстановление и биосинтез клеточных структур. Адаптационные изменения в системе крови к физической нагрузке обеспечиваются не только изменением количества клеток, но и изменением соотношения в результате перераспределения популяций лейкоцитов. Физическая нагрузка ускоряет миграцию лимфоцитов в костный мозг, что стимулирует кроветворение, в результате чего в кровь поступает дополнительное количество эритроцитов и лимфоцитов. Динамика эритроцитов и тромбоцитов крови участников эксперимента была рассмотрена нами ранее в работах [10, 11].

Таблица 1 – Показатели крови до выполнения физической нагрузки

Форменные элементы	Группа					
	1-я		2-я		3-я	
	X±m	Cv*,%	X±m	Cv,%	X±m	Cv,%
Эритроциты, 10 ¹²	4,76±0,21 (0,34)**	7,13	4,87±0,14 (0,42)	8,51	5,08±0,17 (0,34)	6,73
Гемоглобин, г/л	152,91±3,08 (4,93)	3,22	151,45±2,62 (7,68)	5,07	149,08±2,36 (4,70)	3,15
Тромбоциты, 10 ⁹ /л	183,09±10,02 (16,06)	8,77	190,88±6,14 (18,00)	9,43	189,15±14,24 (7,15)	7,83
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	5,69±1,56 (0,67)	15,65	6,85±1,07 (0,37)	15,67	6,82±1,49 (0,86)	15,75
Сегменты, %	59,35 (47-72)***	2,96	63,54 (47-72)	23,80	57,07 (47-72)	22,77
Лимфоциты, %	25,22 (19-37)	5,20	26,11 (19-37)	26,43	28,00 (19-37)	30,48
Моноциты, %	6,00 (3-11)	10,84	6,45 (3-11)	48,33	7,21 (3-11)	49,16
Палочки, %	4,87 (1-6)	7,64	1,76 (1-6)	31,88	3,14 (1-6)	35,84
Эозинофилы, %	4,26 (0,5-5)	4,79	1,51 (0,5-5)	33,73	3,86 (0,5-5)	33,46
Базофилы, %	0,30 (0-1)	42,33	0,63 (0-1)	14,06	0,71 (0-1)	58,44

* - коэффициент вариации; ** - стандартное отклонение; *** - границы нормы [11]

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
 ISI (Dubai, UAE) = 0.829
 GIF (Australia) = 0.564
 JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
 PИИЦ (Russia) = 0.126
 ESJI (KZ) = 8.716
 SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
 PIF (India) = 1.940
 IBI (India) = 4.260
 OAJI (USA) = 0.350

В таблице 1 представлены результаты общего анализа крови и лейкоцитарной формулы, полученные в 3-х группах участников исследования до выполнения физической нагрузки. Предварительно был проведен анализ индивидуальных значений показателей крови и установлено, что для 98 % участников показатели соответствуют границам возрастной физиологической нормы. Достоверность различия индивидуальных значений с табличными нормами во всех случаях превышала доверительную вероятность 0,05. Два процента участников имели превышение количества лейкоцитов и эритроцитов, у 5 % содержание лейкоцитов имели значения соответствующие верхней границе нормы ($8 - 9 \times 10^9 / \text{л}$). Такие результаты были получены для участников, входящих в 3-ю группу, где стаж занятий в секции превышал 3 года. Достоверного различия между участника исследования, имеющими разных стаж занятий в секции, установлено не было. Однако наблюдается увеличение в пределах стандартной ошибки большинства показателей.

Показатели лейкоцитарной формулы в каждой группе отличались соотношением сегментоядерных нейтрофилов (S), лимфо- (L), моноцитов (M), палочкоядерных нейтрофилов (P), эозинофилов (E) и базофилов (B): в 1-й группе – 200 : 80 : 20 : 15 : 15 : 1; во 2-й группе – 100 : 40 : 10 : 3 : 2 : 1; в 3-й группе – 80 : 40 : 10 : 5 : 5 : 1. Полученные соотношения

указывают на явное распределение популяций лейкоцитов в пользу сегментов, лимфоцитов и моноцитов. По результатам таблицы 1 видно, что большинство показателей наиболее вариabельным показателем крови в 1-й группе являются лейкоциты, из них наибольшая вариация наблюдалась у моноцитов и базофилов. Во 2-й группе вариация показателей по абсолютным значениям увеличивается в среднем в 1,5 раза, тогда как в лейкоцитарной формуле в среднем в 6 раз. Наиболее вариативными показателями второй группы являются моноциты и эозинофилы. В 3-й группе вариация усилилась для моноцитов, палочкоядерных нейтрофилов и базофилов. В целом при переходе из группы в группу наблюдается увеличение показателей лейкоцитарной формулы.

Действие физической нагрузки сопровождается появлением юных и увеличением палочкоядерных форм лейкоцитов (лейкоцитарная формула сдвигается влево, при уменьшении числа эозинофилов). Абсолютное число лейкоцитов у участников 1-й группы увеличилось в 2 раза (на 105 %) от исходного уровня, во 2-й и 3-й группе эта разница значительно снижается до 10 %. Эти результаты могут свидетельствовать об адаптации белой крови к нагрузке уже после первого года тренировок. В таблице 2 представлены изменения показателей крови у участников эксперимента под действием физической нагрузки.

Таблица 2 – Показатели крови после выполнения физической нагрузки

Форменные элементы	Группа					
	1-я		2-я		3-я	
	X±m	Cv, %*	X±m	Cv, %*	X±m	Cv, %*
Эритроциты, 10^{12}	5,32±0,13 (0,21)**	4,01	5,51±0,14 (0,40)	7,19	5,73±0,45 (0,89)	15,61
Гемоглобин, г/л	159,55±3,19 (5,11)	3,20	160,27±2,70 (7,90)	4,93	157,23±3,58 (7,13)	4,54
Тромбоциты, $10^9/\text{л}$	200,91±25,74 (16,06)	12,81	209,85±10,18 (29,85)	14,22	209,08±9,53 (18,98)	9,08
Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	11,70±1,73 (0,74)	12,20	7,46±1,13 (0,39)	15,14	7,45±2,98 (1,71)	11,75
Сегменты, %	63,43 (47-72)***	2,12	52,77 (47-72)	13,76	56,18 (47-72)	49,34
Лимфоциты, %	27,88 (19-37)	2,05	35,45 (19-37)	32,77	30,88 (19-37)	31,75
Моноциты, %	5,52 (3-11)	6,49	6,36 (3-11)	50,42	5,79 (3-11)	60,85
Эозинофилы, %	1,48 (1-6)	13,15	3,92 (1-6)	58,46	4,36 (1-6)	74,03
Палочки, %	1,39 (0,5-5)	9,98	0,88 (0,5-5)	56,00	2,15 (0,5-5)	111,09
Базофилы, %	0,3 (0-1)	22,80	0,63 (0-1)	8,47	0,64 (0-1)	73,65

* - коэффициент вариации; ** - стандартное отклонение; *** - границы нормы [11]

Из таблицы 2 видно, что под действием физической нагрузки происходит изменение всех клеточных популяций. В 1-й группе число

эритроцитов увеличилось на 12 %, содержание гемоглобина – на 4 %, тромбоцитов – на 10 %; во 2-й группе число эритроцитов увеличилось на 13 %,

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.716
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

содержание гемоглобина – на 6 %, тромбоцитов на 11 %; в 3-й группе число эритроцитов увеличилось на 13 %, содержание гемоглобина – на 5 %, тромбоцитов на 11 %. С помощью t-критерия Стьюдента показано, что между количеством эритроцитов, тромбоцитов и лейкоцитов, а также содержанием гемоглобина до и после физической нагрузки имеется достоверного различие ($p < 0,05$). Для эритроцитов установлено достоверное превышение нормативного показателя ($p < 0,05$). Полученные результаты достаточно хорошо согласуются как с литературными источниками, так и с проведенными нами ранее исследованиями [11-13]. Сравнительный анализ достоверности различий средних показателей крови между группами показал отсутствие различия для эритроцитов, гемоглобина и тромбоцитов ($p > 0,05$). Для лейкоцитов установлено достоверное различие средних между участниками 1-й группы в сравнение со 2-й и 3-й группой ($p < 0,05$). Достоверного различия среднего содержания

лейкоцитов во 2-й и 3-й группе не установлено ($p > 0,05$).

Данные таблицы 2 показывают, что под действием физической нагрузки происходит изменение соотношения клеток лейкоцитарной формулы: в 1-й группе – 210 : 90 : 20 : 5 : 5 : 1; во 2-й группе – 90 : 60 : 10 : 5 : 1 : 1; в 3-й группе – 90 : 50 : 10 : 7 : 3 : 1. Полученные соотношения указывают на перераспределение клеточных популяций в пользу сегментов и лимфоцитов. По результатам таблицы 2 видно, что вариация большинства показателей в 1-й и 2-й группе после нагрузки снижается, исключение составляют тромбоциты, вариация которых увеличивается в 1,5 раза. В 3-й группе наоборот происходит увеличение вариации эритроцитов, гемоглобина и тромбоцитов на фоне снижения вариации лейкоцитов. Максимальные значения коэффициентов вариации характерны для 3-й группы, где у палочковидных нейтрофилов значение превысило 100 %, у эозинофилов, базофилов 70 %, у моноцитов 60 %.

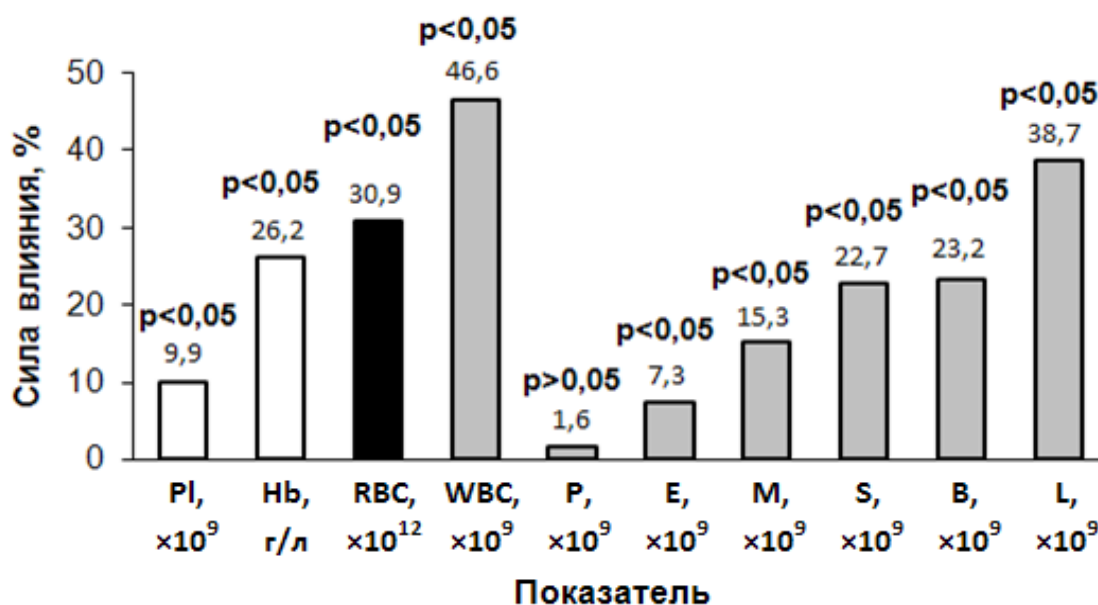


Рисунок 1 – Распределение чувствительности форменных элементов крови к физической нагрузке

Методом однофакторного дисперсионного анализа определена сила влияния фактора физической нагрузки на динамику каждого форменного элемента. Результаты анализа представлены на рисунке 1. С помощью рисунка можно распределить форменные элементы по степени их чувствительности к фактору физической нагрузки $WBC > L > RBC > Hb > B > S > M > Pl > E$. Палочкоядерные нейтрофилы в эту последовательность не включены, поскольку для них не установлено достоверного влияния фактора физической нагрузки ($p > 0,05$). На основании ряда

приоритета чувствительности форменных элементов крови проведен корреляционный анализ, по результатам которого произведена оценка силы связи между показателями до и после выполнения физической нагрузки. В результате анализа установлено, что между показателями красной крови, тромбоцитами и показателями белой крови имеет место слабая степень связи, максимальное значение коэффициента корреляции составило 0,55 как до, так и после выполнения физической нагрузки.

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.716
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

Статистически значимые коэффициенты корреляции сильной степени связи были получены для клеток белой крови. В этой клеточной популяции выделяются две характерные группы: 1-я имеет сильную степень связи с общим содержанием лейкоцитов как до, так и после нагрузки, 2-я обнаруживают сильную степень связи с сегментами только после нагрузки. В 1-ю группу вошли: сегменты ($r=0,9$), лимфоциты ($r=0,84$), базофилы ($r=0,68$) и моноциты ($r=0,65$), во 2-ю группу вошли моноциты ($r=0,78$) и базофилы ($r=0,80$). Во всех случаях для этих показателей наблюдается линейный рост значений, который зависит от интенсивности общего лейкоцитоза. Следует отметить, что после выполнения физической нагрузки сила связи между показателями 1-й группы усиливается – для базофилов до $r=0,93$, для сегментов до $r=0,88$, а для моноцитов до $r=0,73$. Сила связи между лимфоцитами и лейкоцитами после нагрузки заметно снизилась до $r=0,51$.

Для оценки возможности использования индивидуальных значений наиболее чувствительных показателей крови и классификации участников в группы по степени их адаптации к физической нагрузке, мы использовали первую группу показателей (сегменты, лимфоциты, моноциты и базофилы). Значения каждого показателя было отнесено к абсолютному количеству лейкоцитов. Кроме того, согласно концепции Л. Х. Гаркави [7], а также работе [6], где показана возможность использования процентного соотношения лимфоцитов к сегментам, для каждого участника был определен тип адаптационной реакции. В результате были получены 4 коэффициента, характеризующие состояние адаптации системы крови участников эксперимента, к физической нагрузке. Для классификации участников эксперимента на группы по степени адаптации крови мы использовали следующее выражение (1):

$$\frac{L}{S} : \frac{B + S + M}{WBC} \quad (1)$$

где L – количество лимфоцитов, %; S – количество сегментов, %; B – количество базофилов, $10^9/\text{л}$; S – количество сегментов, $10^9/\text{л}$; M – количество моноцитов, $10^9/\text{л}$; WBC – абсолютное количество лейкоцитов, $10^9/\text{л}$.

Значения, рассчитанные с помощью выражения 1, позволили распределить всех участников на 3-и кластера по степени адаптации белой крови к физической нагрузке. В первый кластер вошли участники, чей показатель адаптации лейкоцитов (ПАЛ) вошел в диапазон 0,3 – 0,6. Во второй кластер вошли участники, где ПАЛ составил 0,4 – 1,0, в третьем кластере значение

ПАЛ было больше 1,0. Отношение лимфоцитов к сегментам (по Гаркави) в первом кластере составило 0,343, что указывает на реакцию хронического стресса, во втором кластере 0,516 – реакция тренировки, в третьем кластере 0,697 – реакция спокойной адаптации.

Используя ПАЛ в группах с разным стажем занятий в секции, было установлено, что в 1-й группе 52 % участников находятся в состоянии хронического стресса, 43 % находятся с состояние тренировки и 4 % соответствуют реакции спокойной адаптации. Во 2-й группе у 25 % участников сохраняется состояние хронического стресса, 17 % участников находятся в состояние тренировки и 58 % имеют реакцию спокойной активации. В 3-й группе соотношение меняется в пользу состояния тренировки (43 %), количество участников находящихся в состояние хронического стресса и адаптации распределились поровну и составили по 29 %.

Выводы.

Изучена динамика форменных элементов крови у мужчин с разным уровнем физической подготовки и установлено, что под действием физической нагрузки происходит изменение всех клеточных популяций крови и перераспределение соотношения лейкоцитарной формулы в пользу сегментов и лимфоцитов. У участников эксперимента 1-й группы, где стаж занятий не превышает одного года, наблюдается резкое увеличение числа лейкоцитов (более 100 %), во 2-й и 3-й группе (стаж занятий более года), эта разница значительно ниже, и составляет менее 10 %. Полученный результат может свидетельствовать о том, что адаптация крови к физической нагрузке формируется в первой год тренировок. Действие фактора физической нагрузки вызывает изменение не только средних значений форменных элементов крови, но и характер их варьирования. Установлено, что наибольшие значения коэффициентов вариации характерны для 2-й и 3-й группы участников, где у палочковидных нейтрофилов значение коэффициента превысило 100 %, у эозинофилов, базофилов 70 %, у моноцитов 60 %. Кроме популяции лейкоцитов не установлено достоверного различия в содержание эритроцитов и тромбоцитов между участниками разных групп.

Анализ реактивности показателей общего анализа крови и лейкоцитарной формулы показал, что наибольшее влияние физическая нагрузка оказывает на динамику общего количества лейкоцитов и эритроцитов, а также уровень гемоглобина. В лейкоцитарной формуле наибольшую чувствительность к физической нагрузке показали лимфоциты базофилы и сегменты. В результате статистического анализа был получен ряд приоритета чувствительности

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.716
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

форменных элементов крови: $WBC > L > RBC > Hb > B > S > M > Pl > E$. Методом корреляционного анализа оценена связь наиболее чувствительных к физической нагрузке показателей, установлено, что клеточной популяции лейкоцитов выделяются две группы показателей – 1-я имеет сильную степень связи с общим содержанием лейкоцитов до и после нагрузки (сегменты ($r=0,9$), лимфоциты ($r=0,84$), базофилы ($r=0,68$) и моноциты ($r=0,65$), 2-я обнаруживают сильную степень связи с сегментами только после нагрузки (моноциты ($r=0,78$) и базофилы ($r=0,80$)). Сила связи между показателями 1-й группы после физической нагрузки усиливается – для базофилов до $r=0,93$, для сегментов до $r=0,88$, для моноцитов до $r=0,73$.

Оценка возможности использования индивидуальных наиболее чувствительных форменных показателей белой крови позволила получить коэффициент, способный учитывать не только динамику лимфоцитов и сегментов, но и моноцитов и базофилов. Формализованное выражение позволило рассчитать индивидуальный показатель адаптации лейкоцитов, по значению которого участники эксперимента распределились на 3-и кластера по степени адаптации крови к

физической нагрузке. Значения ПАЛ в 1-м кластере 0,3 – 0,6, указывают на наличие состояния хронического стресса во 2-м 0,7 – 1,0 – состояние тренировки, в 3-м, где значения больше 1,0 – на реакцию спокойной адаптации. В группах с разным стажем занятий имеются представители каждого кластера.

Физическая нагрузка запускает механизмы адаптации системы крови схожие с механизмами стресса, что отражается на их динамике не только в момент выполнения физических упражнений, но и на протяжении всего периода адаптации. Индивидуальные особенности динамики форменных элементов крови на дозированную физическую нагрузку в группах с разным уровнем физической подготовки позволяют вывить людей неспецифической адаптационной реакции крови, которой находится в состоянии стресса, что позволяет адекватно скорректировать режим тренировок. Полученные результаты могут быть основой для дальнейшего исследования, направленного на разработку простой, но достоверной методики определения степени адаптации и выносливости организма к физическим нагрузкам.

References:

1. Solodkov, A.S., & Sologub, E.B. (2005). *Fiziologiya cheloveka. Obshchaya. Sportivnaya. Vozrastnaya.* (p.528). Moscow: Olimpiya Press.
2. Gorizontov, P.D. (1981). Sistema krovi kak osnova rezistentnosti i adaptacii organizma. *Fiziologicheskij zhurnal SSSR*, vyp. 27 (3), pp. 317-321.
3. Gorshkova, T. N. (1961). *Pokazateli krovi pri sportivnoj deyatel'nosti yunoshej i vzroslyh sportsmenov.* Problemy fiziologii sporta, pp. 15-22.
4. Efimenko, A. M. (1978). Osobennosti morfologicheskogo sostava krovi, funkcion'al'nyh svojstv kletok i belkov syvorotki krovi v razlichnye periody trenirovochnogo processa stajerov / A. M. Efimenko, V. V. SHiryayev, N. V. Tolkacheva. *Sportivnaya medicina*, pp. 187-188.
5. Habibulina, I. R. (2006). Vliyanie fizicheskoy nagruzki na razlichnye zven'ya sistemy krovi u fekhtoval'shchikov / I. R. Habibulina, E. R. Rumyantseva / *Vestnik MSU. Ser. Obrazovanie, zdavoohranenie, fizicheskaya kul'tura*, №3-1, pp. 46-54.
6. Nekhvyadovich, A. I. (2012). Tipy obshchih adaptacionnyh reakcij, opredelyaemyh po lejkocitarnoj formule u sportsmenov vysokoj kvalifikacii / A. I. Nekhvyadovich, I. L. Rybina, N. N. Ivanchikova, O. N. Sodomova. *Nauchnye trudy NII fizicheskoy kul'tury i sporta: sb. nauchn. tr.* Vyp. 11 - Minsk, pp. 166-175.
7. Garkavi, L. H. (1998). Primenenie teorii adaptacionnyh reakcij v sporte / L. H. Garkavi, E. B. Kvakina, T. S. Kuz'menko. *Antistressornye reakcii i aktivacionnaya terapiya*, (pp.488-490). Moscow.
8. Markin, L. D. (2002). Garmonizaciya funkcion'al'nogo sostoyaniya organizma metodom aktivacionnoj profilaktiki i terapii: Ucheb. Posobie. (p.37). Vladivostok: Mor. gos. un-t.
9. Drozdov, D.N., & Kravcov, A. V. (2015). Vliyanie fizicheskoy nagruzki na pokazateli perifericheskoy krovi cheloveka / D. N. Drozdov, A. V. Kravcov. *Vestnik Mozyr'skogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta imeni I. SHemyakina*, 2(46), pp. 11-16.

Impact Factor:

ISRA (India) = **4.971**
ISI (Dubai, UAE) = **0.829**
GIF (Australia) = **0.564**
JIF = **1.500**

SIS (USA) = **0.912**
PIHII (Russia) = **0.126**
ESJI (KZ) = **8.716**
SJIF (Morocco) = **5.667**

ICV (Poland) = **6.630**
PIF (India) = **1.940**
IBI (India) = **4.260**
OAJI (USA) = **0.350**

10. Drozdov, D.N., & Kravcov, A. V. (2017). Vliyaniye fizicheskoy nagruzki na pokazateli perifericheskoy krovi cheloveka / D. N.Drozdov, A. V. Kravcov. *Vestnik Mozyr'skogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta imeni I. SHemyakina*, 2(46), pp. 11-16.

11. Zinchuk, V. V. (2012). *Normal'naya fiziologiya. Kratkij kurs : ucheb. posobie* / V. V. Zinchuk, O. A. Balbatun, YU. M. Emel'yanchik ; pod red. V. V. Zinchuk (Ed.). (pp.25-26). Minsk : Vyssh. shk..