

УДК 616.074 +053.6

Симонова Н.А., Петрушкина Н.П., Жуковская Е.В.
Уральский государственный университет физической культуры
Россия, Челябинск
25ppnn@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ СПОРТСМЕНОВ ПУБЕРТАТНОГО ВОЗРАСТА

Аннотация. Цель исследования состояла в оценке клеточного состава периферической крови хоккеистов пубертатного возраста в начале подготовительного периода. Изученные показатели находились в пределах физиологической нормы и в основном имели значительное сходство в группах спортсменов и школьников, не занимающихся спортом. На основе полученных измерений разработаны средние, высокие и низкие уровни клеточного состава крови по шкале сигмальных отклонений. Полученные данные могут служить нормативом, сравнение с которым позволит оценивать состояние здоровья спортсменов пубертатного возраста, эффекты тренировочного процесса и своевременно диагностировать еще донологические нарушения.

Ключевые слова: спортсмены, пубертатный возраст, питание, кровь, общий анализ, тренировки, подготовительный период.

Simonova N.A., Petrushkina N.P., Zhukovskaya E.V.
Ural State University of Physical Culture
Russia, Chelyabinsk
25ppnn@mail.ru

INVESTIGATION OF INDICATORS OF PERIPHERAL BLOOD OF SPORTSMEN OF PUBERTY AGE

Abstract. The aim of the study was to assess the cellular composition of peripheral blood of hockey players of pubertal age at the beginning of the preparatory period. The studied indicators were within the physiological norm and basically had a significant similarity in groups of athletes and schoolchildren who do not engage in sports. Based on the measurements obtained, the mean, high and low levels of the blood cell composition were developed according to the scale of sigma deviations. The obtained data can serve as a standard, a comparison with which will allow to assess the health status of athletes of pubertal age, the effects of the training process and timely diagnose other donor violations.

Key words: athletes, adolescence, food, blood, general analysis of workout, preparatory period.

Введение. В настоящее время проблема решения вопроса о необходимости исследования показателей периферической крови детей и подростков не вызывает сомнений. Результаты таких исследований позволяют рассматривать состояние здоровья не только детских популяций в целом, но и групп детей с повышенным риском развития у них патологии. [1, 8]. Кроме того, индивидуальные оценки гематологических показателей необходимы для своевременной диагностики заболеваний. Вышесказанное особенно важно для детей и подростков, занимаю-

щихся спортом, поскольку гематологический анализ позволяет оценивать и эффективность тренировочного процесса.

В спортивной медицине основное внимание современных исследователей уделяется изучению особенностей состава крови для установления влияния мышечных нагрузок на организм. При этом морфологические и биохимические показатели в совокупности с показателями функционального состояния кардиореспираторной системы, исследуются с целью оценки адаптации к мышечным нагрузкам и выявления законо-

мерностей срочного и кумулятивного эффекта физической нагрузки [2-5, 10].

Известно, что у спортсменов под влиянием систематических тренировок регистрируются изменения в системе крови (число эритроцитов и лейкоцитов, количество гемоглобина, величина гематокрита, объема циркулирующей крови и др.). Как правило, эти изменения носят адаптационный характер. Однако такие отклонения, достигая определенных величин, могут сигнализировать о возникновении нарушений здоровья, о развитии перетренированности и т.д. Немаловажным является и тот факт, что изменения ряда показателей могут быть обусловлены влиянием не связанных с тренировочным процессом факторов, таких как: возраст, пол, особенности питания, наличие преморбидных состояний, хронические заболевания, экологические и климатические факторы.

В связи с вышесказанным, очевидно, что для корректной оценки изменений, возникающих под влиянием физических нагрузок, важно располагать достоверными данными о морфологическом составе крови спортсменов вне физических нагрузок, после полноценного и длительного восстановления, до начала тренировочного процесса. Эти исходные данные служат точкой отчета, своего рода «стандартом», отклонения от которого можно считать физиологическими функциональными или патологическими, требующими не только коррекции тренировочного процесса, но и медицинского вмешательства. Особенно необходимо располагать такими исходными данными при обследовании детей и подростков, занимающихся спортом. Таким образом актуальность выбранной темы исследования не вызывает сомнений.

Цель исследования состояла в оценке клеточного состава периферической крови хоккеистов пубертатного возраста в начале подготовительного периода.

Материал и методы исследования

Для проведения исследования сформированы две группы подростков.

Основная группа включала 30 хоккеистов пубертатного возраста, занимающихся в детско-юношеской спортивной школе по

хоккею с шайбой, в течение трех лет. В группу сравнения вошли подростки (30 чел.) сходного возраста, обучающиеся в тех же классах общеобразовательной школы, но не занимающиеся спортом. Исследование выполнено в начале подготовительного периода, после летнего отдыха.

Этическое разрешение на проведение этого исследования было получено в Комитете по этике УралГУФК. Испытуемые были предупреждены о рисках данного исследования и дали письменное согласие на добровольное участие в исследовании. Эксперимент был проведен в соответствии с положениями Хельсинской Декларацией этических принципов для исследований с участием людей.

Забор крови и гематологическое исследование проводились традиционно [6]. Кровь у обследуемых брали натощак, между 7 и 9 ч утра при минимальной физической активности в течение 20-30 мин перед взятием, в положении сидя. Исследование полученных образцов проводили в интервале времени 25-240 мин после забора крови.

Клинический анализ периферической крови с дифференцировкой лейкоцитов был выполнен на анализаторе Sysmex KX-1000i (Япония), который позволяет исследовать многие показатели, из которых мы выбрали следующие:

- **WBC** – количество лейкоцитов;
- **RBC** – количество эритроцитов;
- **HGB** – гемоглобин;
- **MCH** – среднее содержание гемоглобина в эритроците;
- **MCHC** – средняя концентрация гемоглобина в эритроците;
- **PLT** – количество тромбоцитов;
- **NEUT** – нейтрофилы, % и абсолютное значение;
- **LYMPH** – лимфоциты, % и абсолютное значение;
- **MONO** – моноциты, % и абсолютное значение;
- **EO** – эозинофилы, % и абсолютное значение;
- **BASO** – базофилы, % и абсолютное значение.

Применяли следующие технологии определения:

- метод проточной цитофлуориметрии – для определения количества лейкоцитов, дифференцировки лейкоцитов, относительного и абсолютного содержания незрелых гранулоцитов;

- импедансный метод с гидродинамическим фокусированием потока клеток – для определения количества эритроцитов, тромбоцитов, гематокрита;

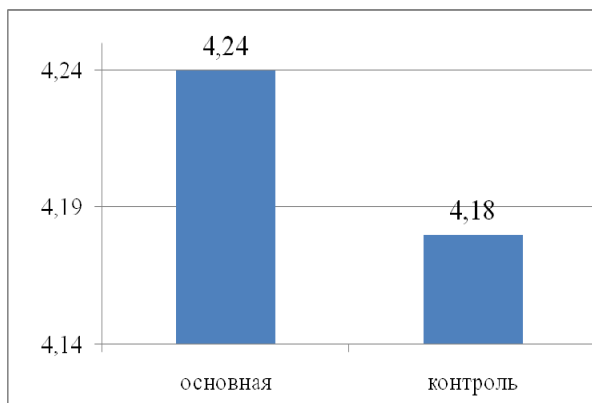
- бесцианидный метод – для определения гемоглобина.

Полученные данные были подвергнуты традиционной статистической обработке: определение массива данных на нормальность распределения, расчет средних, ошибок средних, сравнение средне-групповых

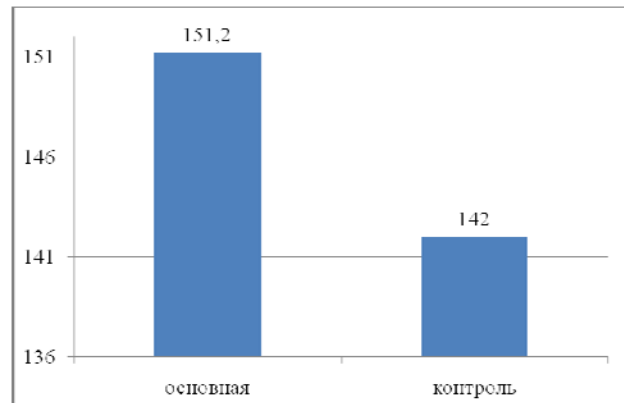
значений по критерию Стьюдента. Принят 95% уровень значимости ($t > 1,98$).

Результаты исследования и их обсуждение

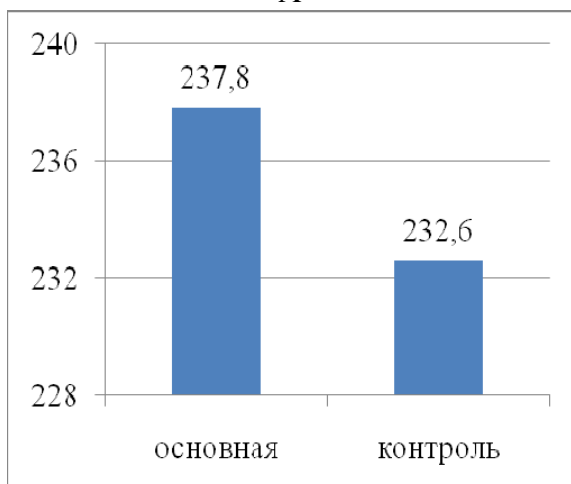
На графиках и в таблице 1 представлены полученные результаты. Как следует из этих данных, изученные показатели в основном имели значительное сходство в обеих группах и находились в пределах физиологической нормы [6-7, 9]. Исследование клеточного состава периферической крови показало, что среднее количество эритроцитов в группе спортсменов составляло $4,24 \pm 0,022 \times 10^{12}/л$, а в контрольной группе $4,18 \pm 0,024 \times 10^{12}/л$ (различия недостоверны).



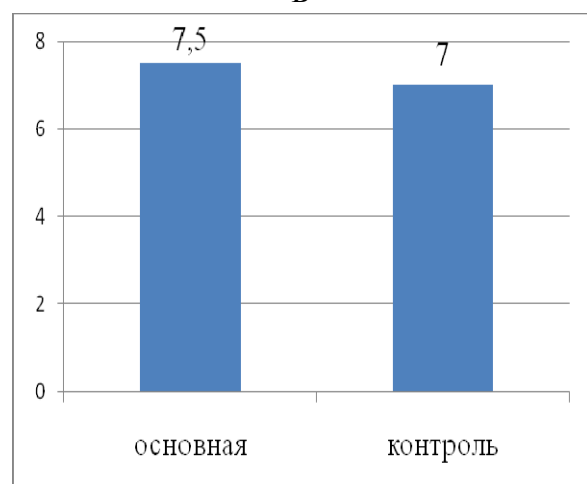
А



Б



В



Г

Рисунок – Показатели красной крови, тромбоцитов и скорости оседания эритроцитов у обследованных подростков

А – Количество эритроцитов ($\times 10^{12}/л$)

Б – Содержание гемоглобина (г/л)

В – Количество тромбоцитов ($\times 10^{12}/л$)

Г – Скорость оседания эритроцитов (мм/ч)

Случаев выявления ядросодержащих эритроцитов и ретикулоцитов не было зарегистрировано. При этом содержание гемоглобина в крови спортсменов оказалось

достоверно выше, чем у подростков группы сравнения: $151,2 \pm 0,50$ г/л против $142,0 \pm 0,16$ г/л. Аналогичная картина отмечена и в отношении тромбоцитов

4,24+0,022 x 10¹² /л и 4,18+0,024 x 10¹² /л. Этот факт можно связать с предшествующими (подростки три года систематически занимались в ДЮСШ по хоккею с шайбой) систематическими мышечными нагрузками, вызывающим улучшение работы кислородтранспортных систем, в том числе и системы крови. Вместе с тем еще раз подчеркнем, что эти показатели не отличались от физиологических норм.

При исследовании морфологического состава крови особое внимание уделяется клеточному составу «белой крови» – лейкоцитам, а именно их общему числу и соотношению различных форм (лейкоцитарная формула). Лейкоциты с одной стороны, являются показателем функциональной устойчивости организма, с другой стороны – отражают адаптационную мобильность.

Из данных, представленных в таблице 1, видно, что достоверных различий между группами по изученным показателям лейкограммы не выявлено. Так среднее значение общего количества лейкоцитов в группе

спортсменов совпадало с таковым в контрольной группе: составляло 6762+93,89 x 10¹² /л и 6733+74,07 x 10¹² /л, соответственно. Количество различных форм лейкоцитарных клеток (x 10¹² /л) в основной и контрольной группе, соответственно, было следующим: эозинофилы – 87+2,13 и 91+1,68, палочкоядерные нейтрофилы – 128+3,05 и 133+1,08, сегментоядерные нейтрофилы – 3780+49,93 и 3855+33,48, лимфоциты – 2280+35,81 и 2185+34,19, моноциты – 487+13,78 и 2185+34,19. Различия между группами статистически недостоверны.

Зарегистрировано сходство и в соотношении различных форм лейкоцитов (лейкоцитарная формула). Распределение лейкоцитарных клеток в группе хоккеистов и в контрольной группе было следующим: эозинофилы 3,1+0,18% и 2,5+0,25%, палочкоядерные нейтрофилы 1,9+0,08% и 1,9+0,14%, сегментоядерные нейтрофилы 54,4+0,42% и 55,8+0,84%, лимфоциты 34,0+0,43% и 33,1+0,79%, моноциты 6,4+0,16% и 6,5+0,31%, соответственно.

Таблица 1 – Клеточный состав «белой» крови у обследованных подростков

Показатели	Группы, средние значения + ошибка средней, значение критерия Стьюдента		
	основная	контрольная	t
Общее число лейкоцитов, x10 ¹² /л	6762+93,89	6733+74,07	0,24
Эозинофилы, x10 ¹² /л	87+2,13	91+1,68	1,47
Нейтрофилы палочкоядерные, x10 ¹² /л	128+3,05	133+1,08	1,54
Нейтрофилы сегментоядерные, x10 ¹² /л	3780+49,93	3855+33,48	1,25
Лимфоциты, x 10 ¹² /л	2280+35,81	2185+34,19	1,92
Моноциты, x10 ¹² /л	487+13,78	469+8,29	1,12

Информация о реверсных значениях и вариации основных морфологических показателей крови и границы реактивности системы необходима для индивидуальной оценки показателей крови после различных по величине и интенсивности физических нагрузок или в процессе тренировочного процесса. В связи с этим одна из задач нашего исследования заключалась в разработке региональной нормы клеточного состава периферической крови. На основании результатов обследования 120 здоровых школьников подросткового возраста с учетом сигмальных отклонений были рассчитаны эти стандарты, которые

могут использоваться при оценках клеточного состава периферической крови у подростков. Средними считались цифры, колеблющиеся в пределах + 1 сигма (M + 1δ). Величины более двух сигм принято считать высокими показателями, менее двух сигм – низкими [9].

Представленные в таблице 2 данные могут быть использованы для индивидуальных оценок состава периферической крови в спортивной медицине и в клинике. Очевидно, что при этом должны учитываться клинические проявления выявляемых нарушений здоровья.

Таблица 2 – Рассчитанные средние региональные нормы клеточного состава крови у подростков

Показатели	Средний уровень М + 1 δ	Высокий уровень М + 2,1 δ	Низкий уровень М – 2,1 δ
Количество эритроцитов, $\times 10^{12}$ /л	4,03 \div -4,39	4,57 и >	3,84 и <
Содержание гемоглобина, г/л	144,3 \div 148,9	151,3 и >	141,8 и <
Количество тромбоцитов, $\times 10^{12}$ /л	229,4 \div 240,9	246,73 и >	223,7 и <
Общее число лейкоцитов, $\times 10^{12}$ /л	6062,2 \div 7432,8	8118,2 и >	5376,8 и <
Эозинофилы, $\times 10^{12}$ /л	73,4 \div 104,6	120,1 и >	57,9 и <
Нейтрофилы палочкоядерные, $\times 10^{12}$ /л	11,3 \div 14,8	16,6 и >	9,5 и <
Нейтрофилы сегментоядерные, $\times 10^{12}$ /л	3472,1 \div 4162,8	4508,2 и >	3126,8 и <
Лимфоциты, $\times 10^{12}$ /л	1951,9 \div 2513,1	2793,8 и >	1671,2 и <
Моноциты, $\times 10^{12}$ /л	385,8 \div 570,2	662,5 и >	292,5 и <

Многочисленными исследованиями установлено достоверное повышение количественных показателей крови под влиянием систематической мышечной нагрузки физической нагрузки. Показано, что фактор физической нагрузки по-разному отражается на показателях периферической крови. Наиболее реактивным звеном являются эритроциты периферической крови, количество которых при мышечной работе превышает верхнюю границу физиологической нормы. Согласно одним данным, содержание лейкоцитов и тромбоцитов обычно не превышает верхней границы нормы, по другим – вариация значений концентрации гемоглобина и тромбоцитов увеличивается, а эритроцитов и лейкоцитов становится меньше. По мнению авторов [2, 3] этот результат свидетельствует о наличии стабилизирующих механизмов регуляции уровня эритроцитов в крови и возможности использования данных показателей в качестве одного из возможных морфологических индикаторов реактивности периферической крови и состояния организма на физическую нагрузку.

Заключение. В контексте вышесказанного очевидна значимость информации о морфологическом составе крови спортсменов после полноценного и длительного восстановления до начала физических нагрузок. Эта информация важна как в индивидуальном плане (для каждого спортсмена), так и на популяционном уровне (как отражение акселерации, уровня адаптации критических групп детского населения к внешне-средовым факторам и тренировоч-

ным воздействиям). Полученные нами данные могут служить нормативом, сравнение с которым позволит оценивать состояние здоровья спортсменов пубертатного возраста, эффекты тренировочного процесса и своевременно диагностировать еще донологические нарушения.

Список литературы

1. Александров Н.П. Изменения в системе красной крови человека (эритроне) при адаптации к новым условиям / Н.П. Александров // Здоровье. – 2010. – №1. – С. 16-25.
2. Бочкарева А.А. Влияние физических нагрузок на изменения суточной динамики клеток крови / А.А. Бочкарева, И.М. Лисова, Т.И. Джандарова // БмИк. – 2011. – №7. – С. 18-28.
3. Дроздов Д.Н. Влияние физической нагрузки на показатели периферической крови человека / Д.Н. Дроздов, А.В. Кравцов // <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-fizicheskoy-nagruzki-na-pokazateli-perifericheskoy-krovi-cheloveka>.
4. Исаев А.П. Колебательная активность показателей функциональных систем организма спортсменов и детей с различной двигательной активностью / А.П. Исаев, Е.В. Быков, А.Р. Сабирьянов и др. – Челябинск : Южно-Уральский государственный университет, 2005. – 268 с.
5. Коломиец О.И. Окислительно-восстановительные процессы как критерий адаптивного ресурса спортсменов / О.И. Коломиец, Л.В. Степанов, Е.В. Быков / Научно-теоретический журнал «Ученые

записки университета имени Лесгафта», №1 (119). – 2015. – С. 93-97.

6. Луговская С.А. Лабораторная гематология. 3-е издание исправленное и дополненное / С.А. Луговская, В.Т. Морозова, М.Е. Почтарь, В.В. Долгов. – М.-Тверь : «ООО «Издательство «Триада», 2014.-218 с.

7. Макарова Г.А. Лабораторные показатели в практике спортивного врача: Справочное руководство / Г.А. Макарова. – М. : Советский спорт, 2008. – 200 с.

8. Петрушкина Н.П. Концепция оценки состояния здоровья детского населения города, расположенного вблизи действующего атомного предприятия / Н.П. Петрушкина // Педиатрический вестник Южного Урала. 2017. – № 1. – С.108-112.

9. Петрушкина Н.П. Возрастная физиология / Н.П. Петрушкина, Е.В. Жуковская. – Челябинск: УралГУФК, 2010. – 300 с.

10. Хабибулина И. Р. Влияние физической нагрузки на различные звенья системы крови у фехтовальщиков / И.Р. Хабибулина, Э.Р. Румянцева / Вестник ЮУрГУ. Сер. Образование, здравоохранение, физическая культура. – 2006. – № 3-1. – С. 46-54.

References

1. Aleksandrov N.P. Izmeneniya v sisteme krasnoi krovi cheloveka (eritrone) pri adaptatsii k novym usloviyam [Changes in the human red blood system (erythron) when adapting to new conditions]. Zdorov'e [Health]. 2010. №1. pp. 16-25.

2. Bochkareva A.A., Lisova I.M., Dzhandarova T.I. Vliyanie fizicheskikh nagruzok na izmeneniya sutochnoi dinamiki kletok krovi [Influence of physical loads on changes in the daily dynamics of blood cells]. BmIk. 2011. №7. pp. 18-28.

3. Drozdov D.N., Kravtsov A.V. Vliyanie fizicheskoi nagruzki na pokazateli perifericheskoi krovi cheloveka [Influence of physical load on the parameters of human peripheral blood]. <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-fizicheskoy-nagruzki-na-pokazateli-perifericheskoy-krovi-cheloveka>.

4. Isaev A.P., Bykov E.V., Sabir'yanov A.R. et.al. Kolebatel'naya aktivnost'

pokazatelei funktsional'nykh sistem organizma sportsmenov i detei s razlichnoi dvigatel'noi aktivnost'yu [Oscillatory activity of the indicators of the functional systems of the body of athletes and children with different motor activity]. Chelyabinsk, Yuzhno-Ural'skii gosudarstvennyi universitet, 2005. 268 s.

5. Kolomiets O.I., Stepanov L.V., Bykov E.V. Okislitel'no-voosstanovitel'nye protsessy kak kriterii adaptivnogo resursa sportsmenov [Oxidation-reduction processes as a criterion of adaptive resource of athletes]. Nauchno-teoreticheskii zhurnal «Uchenye zapiski universiteta imeni Lesgafta» [Scientific-theoretical journal "Scientific notes of the University named after Lesgaft"]. №1 (119). 2015. pp. 93-97.

6. Lugovskaya S.A., Morozova V.T., Pochtar' M.E., Dolgov V.V. Laboratornaya gematologiya [Laboratory hematology]. 3-e izdanie ispravlennoe i dopolnennoe. Moscow. OOO Publ. «Triada», 2014.-218 s.

7. Makarova G.A. Laboratornye pokazateli v praktike sportivnogo vracha: Spravochnoe rukovodstvo [Laboratory indicators in the practice of a sports doctor: A reference guide]. Moscow. Sovetskii sport, 2008. 200 s.

8. Petrushkina N.P. Kontseptsiya otsenki sostoyaniya zdorov'ya detskogo naseleniya goroda, raspolozhennogo vblizi deistvuyushchego atomnogo predpriyatiya [The concept of assessing the health status of the children of the city, located near the existing nuclear plant]. Pедиатрический vestnik Yuzhnogo Urala [Pediatric Herald of the Southern Urals]. 2017. № 1. pp.108-112.

9. Petrushkina N.P., Zhukovskaya E.V. Vozrastnaya fiziologiya [Age physiology]. Chelyabinsk: UralGUFK, 2010. 300 s.

10. Khabibulina I.R., Rumyantseva E.R. Vliyanie fizicheskoi nagruzki na razlichnye zven'ya sistemy krovi u fekhthoval'shchikov [Influence of physical load on various parts of the blood system of fencers]. Vestnik YuUrGU. Ser. Obrazovanie, zdra-vookhranenie, fizicheskaya kul'tura [Herald of SUSU. Ser. Education, health, physical culture]. 2006. № 3-1. pp. 46-54.