

УЧРЕДИТЕЛЬ:

ОАО «Олимпийский комплекс «ЛУЖНИКИ»



ОАО «Олимпийский комплекс «Лужники»

ИЗДАЕТСЯ ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

Российской ассоциации по спортивной
медицине и реабилитации больных и
инвалидов (РАСМИРБИ)

Научного центра биомедицинских
технологий РАМН

Континентальной хоккейной лиги (КХЛ)

Академии медико-технических наук

Спортивная медицина: наука и практика

научно-практический журнал

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-43704 от 24 января 2011 г.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

АЧКАСОВ Е. Е. – проф., д.м.н., академик РАЕН, зав. кафедрой
лечебной физкультуры и спортивной медицины Первого МГМУ
им. И.М. Сеченова (Россия, Москва)

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

ПОЛЯЕВ Б. А. – проф., д.м.н., главный специалист Минздравсоц-
развития РФ по лечебной физкультуре и спортивной медицине,
директор Центра спортивной медицины и лечебной физкультуры
ФМБА России, зав. кафедрой лечебной физкультуры, спортивной
медицины и реабилитологии РГМУ им. Н.И. Пирогова (Россия,
Москва)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Агаджанян Н. А. – академик РАМН, д.м.н., проф. кафедры
нормальной физиологии медицинского факультета РУДН (Россия,
Москва)

Алешин В. В. – проф., д.э.н., советник генерального директора
ОАО «Олимпийский комплекс «Лужники» (Россия, Москва)

Архитов С. В. – д.м.н., профессор кафедры травматологии, ортопе-
дии и хирургии катастроф Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Россия,
Москва)

Биоска Ф. – проф., доктор медицины, директор Департамента
медицины и спортивной адаптации ФК «Шахтер» (Донецк), экс-
президент EFOST (Европейской ассоциации спортивных травма-
тологов и ортопедов) (Испания, г. Леида)

Глазачев О. С. – д.м.н., проф. кафедры нормальной физиологии
Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Россия, Москва)

Дидур М. Д. – проф., д.м.н., зав. кафедры физических методов
лечения и спортивной медицины Санкт-Петербургского госу-
дарственного медицинского университета имени академика И.П.
Павлова (Россия, Санкт-Петербург)

Иванова Г. Е. – проф., д.м.н., главный специалист Минздрав-
соцразвития РФ по медицинской реабилитации (Россия, Москва)

Караулов А. В. – член-корр. РАМН, проф., д.м.н., заведующий
кафедрой клинической иммунологии Первого МГМУ им. И.М. Се-
ченова (Россия, Москва)

Каркищенко В. Н. – проф., д.м.н., руководитель отдела докли-
нических исследований Научного центра биомедицинских техно-
логий РАМН (Россия, Москва)

Мариани П.-П. – проф., доктор медицины, заведующий хирур-
гическим отделением клиники «Вилла Стюарт» (Италия, г. Рим)

Медведев И. Б. – проф., д.м.н., руководитель медицинского ко-
митета Российского футбольного союза (Россия, Москва)

Менделевич В. Д. – проф., д.м.н., директор института исследо-
ваний проблем психического здоровья, зав. кафедрой медицин-
ской и общей психологии Казанского государственного медицин-
ского университета (Россия, Казань)

Никитюк Д. Б. – проф., д.м.н., зав. лабораторией спортивного
питания НИИ питания РАМН (Россия, Москва)

Парастаев С. А. – проф., д.м.н., зам. директора по науке Цен-
тра спортивной медицины и лечебной физкультуры ФМБА России
(Россия, Москва)

Португалов С. Н. – проф., к.м.н., зам. директора Всероссий-
ского научно-исследовательского института физической культуры
(ВНИИФК), член медицинской комиссии Международной федера-
ции водных видов спорта (FINA), член медицинской комиссии
Международной федерации гребли (FISA) (Россия, Москва)

Преображенский В. Ю. – д.м.н., руководитель Центра физи-
ческой реабилитации ФГУ «Лечебно-реабилитационный центр»
Минздравсоцразвития РФ (Россия, Москва)

Пузин С. Н. – акад. РАМН, проф., д.м.н., директор клиники и
заместитель директора по научной и лечебной работе НИИ меди-
цины труда (Россия, Москва)

Родченков Г. М. – к.х.н., директор ФГУП «Антидопинговый
центр» (Россия, Москва)

Ромашин О. В. – д.м.н., проф. кафедры клинической реабили-
тологии и физиотерапии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Рос-
сия, Москва)

Токаев Э. С. – проф., д.т.н., зав. кафедрой технологии продуктов детского, функционального и спортивного питания Московского государственного университета прикладной биотехнологии (Россия, Москва)

Хабриев Р. У. – член-корр. РАМН, д.м.н., проф., генеральный директор Российского антидопингового агентства «РУСАДА», проректор РГМУ им. Н.И. Пирогова (Россия, Москва)

Хрущев С. В. – д.м.н., проф., врач врачебно-физкультурного диспансера №19 г. Москвы (Россия, Москва)

Шкробко А. Н. – д.м.н., проф., проректор по учебной работе, зав. кафедрой ЛФК и врачебного контроля с курсом физиотерапии Ярославской государственной медицинской академии (Россия, Ярославль)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Безуглов Э. Н. – директор научно-медицинского департамента ФК «Локомотив», ассистент кафедры лечебной физкультуры и спортивной медицины Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Россия, Москва)

Вырупаев К. В. – к.м.н., зам. директора департамента науки, инновационной политики и образования Минспорттуризма России (Россия, Москва)

Глуценко А. Л. – начальник медицинской службы ФК «Шахтер». Член исполкома европейского общества спортивных травматологов (Украина, Донецк)

Городецкий В. В. – к.м.н., доцент кафедры клинической фармакологии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Россия, Москва)

Дмитриев А. Е. – Доктор нейробиологических наук (PhD in Neurosciences). Директор Центра Исследования Позвоночника при Walter Reed Army Medical Center, Вашингтон. Директор курса ортопедической биомеханики Johns Hopkins University, Baltimore, MD. Ассистент кафедры хирургии и неврологии Uniformed Services University, Бетесда, шт. Мэриленд

Зайнудинов З. М. – д.м.н., главный врач клиники НИИ питания РАМН (Россия, Москва)

Зоткин В. Н. – к.м.н., доцент кафедры лечебной физкультуры и спортивной медицины МГМСУ (Россия, Москва)

Кукес В. Г. – акад. РАМН, проф., д.м.н., зав. кафедрой клинической фармакологии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Россия, Москва)

Куршев В. В. – главный врач Клинического научно-практического центра спортивной медицины «Лужники», ассистент кафедры лечебной физкультуры и спортивной медицины Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Россия, Москва)

Леонов Б. И. – д.т.н., проф., президент Академии медико-технических наук (Россия, Москва)

Мирошникова Ю. В. – к.м.н., начальник Управления организации спортивной медицины ФМБА России (Россия, Москва)

Пальцев М. А. – академик РАН и РАМН, проф., д.м.н., заместитель директора по медико-биологическим исследованиям «Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (Россия, Москва)

Рахманин Ю. А. – академик РАМН, проф., д.м.н., директор НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды (Россия, Москва)

Руненко С. Д. – к.м.н., доцент кафедры лечебной физкультуры и спортивной медицины Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Россия, Москва)

Свет А. В. – к.м.н., зав. отделением кардиореабилитации клиники кардиологии и доцент кафедры неотложной и профилактической кардиологии ФППОВ Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Россия, Москва)

Сенглеев В. Б. – к.э.н., руководитель дирекции по инновациям, медицинским и научно-исследовательским программам Олимпийского комитета РФ (Россия, Москва)

Фудин Н. А. – член-корр. РАМН, проф., д.м.н., зам. директора НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина (Россия, Москва)

Штейнердт С. В. – зав. кафедрой лечебной физкультуры и спортивной медицины Красноярского государственного медицинского университета им. В.Ф. Войно-Ясенецкого (Россия, Красноярск)

РУБРИКИ ЖУРНАЛА:

- Физиология и биохимия спорта
- Спортивное питание
- Фармакологическая поддержка в спорте
- Антидопинговое обеспечение
- Неотложные состояния и внезапная смерть в спорте
- Реабилитация
- Функциональная диагностика в спорте
- Биомедицинские технологии в спорте
- Спортивная гигиена
- Спортивная травматология
- Спортивная психология
- Медицинское сопровождение лиц с ограниченными физическими возможностями, занимающихся спортом
- Состояние здоровья и медицинское сопровождение ветеранов спорта
- Медицинское обеспечение массовых физкультурно-спортивных мероприятий
- Врачебный контроль в фитнесе

- Дайджест новостей из мира спортивной медицины
- Календарь научно-практических конференций по спортивной медицине
- Резолюции конференций и съездов врачей по спортивной медицине
- Основы законодательства в спортивной медицине
- Новости Общественной палаты РФ о работе Комиссии по охране здоровья, экологии, развитию физической культуры и спорта
- Интервью известных врачей и спортсменов
- Памятные даты

Виды публикуемых материалов:

- Обзоры литературы
- Лекции
- Оригинальные статьи
- Случаи из практики, клинические наблюдения
- Аннотации тематических зарубежных и российских публикаций
- Комментарии специалистов

Адрес редакции:

123060, Москва, 1-й Волоколамский проезд, д. 15/16

Тел./факс (499) 196-18-49 e-mail: serg@profill.ru

www.sportmed-mag.ru и спорт-мед.рф

Подписано в печать 17.12.2011. Формат 60x90/8

Тираж 1000 экз. Цена договорная

Перепечатка опубликованных в журнале материалов допускается только с разрешения редакции. При использовании материалов ссылка на журнал обязательна. Присланные материалы не возвращаются. Точка зрения авторов может не совпадать с мнением редакции. Редакция не несет ответственности за достоверность рекламной информации.

Содержание

Физиология и биохимия в спорте

Н. Г. Кручинский, И. Л. Рыбина, А. И. Нехвядович, И. Н. Жлобович

Содержание ретикулоцитов и их субпопуляций различной степени зрелости: адаптационные изменения и взаимосвязь с другими показателями эритроцитарного звена и физической работоспособности в процессе подготовки биатлонистов высокой квалификации. 7

Функциональная диагностика в спорте

Е. М. Калинин, В. Н. Селуянов, В. А. Заборова, Е. Н. Кекк

Кардиоинтервальный порог как критерий оценки аэробных возможностей спортсменов 14

В. Н. Лебедев, В. М. Дидур

Клинико-функциональные особенности астмы физического усилия у высококвалифицированных спортсменов 19

Реабилитология

А. А. Лубяко

Реабилитология в спорте высоких достижений 22

Спортивная гигиена

К. Г. Гуревич, В. Н. Платонов

Индивидуальная адаптация школьников к физической нагрузке 29

Биомедицинские технологии в спорте

Е. В. Харламов, Е. Е. Ачкасов, Е. М. Калмыкова

Профессионально-психологическая направленность студентов, ориентированных на работу в спортивной медицине 33

Антидопинговое обеспечение спорта

Пер. с англ. С. С. Шебанова; под ред. А. А. Деревоедова

Международный стандарт по терапевтическому использованию Всемирного антидопингового кодекса.
Первая часть: введение, положения Кодекса и определения. 37

Акция

Е. Е. Ачкасов, С. В. Готье, Т. Ю. Жирнова, Е. В. Малиновская

Общественная акция «Люди ради людей» – футбольный матч с участием игроков с трансплантированными органами 43

Правила оформления статей для авторов журнала «Спортивная медицина: наука и практика». 47

Content

Physiology and biochemistry in sport

Kruchynsky N.G., Rybina I.L., Nechviadovich A.I., Jlobovich I.N.

Reticulocytes contents of and their Subpopulations different degrees development: Adaptation changes and Relationship to other erythrocyte indicators organization and Physical Performance in the Training of high-skill Biathlon Athletes 7

Functional diagnostic

Kalinin E. M., Seluyanov V. N., Zaborova V. A., Kekk E. N.

Cardiointervals threshold as criterion of estimation the aerobic possibility by sportsmen 14

Lebedev V. N., Didur V. M.

Clinical and functional features of obstructive syndrome connected to physical exercises by sportsmen of high qualification 19

Rehabilitation

Lubyako A. A.

Rehabilitation in sport of high qualification 22

Sportic hygiena

Gurevich K. G., Platonov V. A.

Individual adaptation of schoolchildren to physical activity 29

Biomedicine tecnology in sport

Kharlamov E. V., Achkasov E. E., Kalmykova E. M.

Professional and psychological orientation of students directed there energies to work in sports medicine 33

Anti-doping sports securing

Transl. from engl. Shebanov S. S., edit Derevoedov A. A.

International standart at therapeutic application of World anti-doping code.

First part: introduction, propositions of Code and definitions. 37

Action

Achkasov E. E., Gote S. V., Zhirnova T. Yu., Malinovskaya E. V.

Public action «People for people» – frendly unofficial football match taking part players with transplant organs 43

Rules of articles preparation for authors of magazine «Sports medicine: research and practice» 47

Subscription index in unified catalogue joint-stock company «Agency «Ruspress» 57981

СОДЕРЖАНИЕ РЕТИКУЛОЦИТОВ И ИХ СУБПОПУЛЯЦИЙ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ ЗРЕЛОСТИ: АДАПТАЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ВЗАИМОСВЯЗЬ С ДРУГИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ЭРИТРОЦИТАРНОГО ЗВЕНА И ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ БИАТЛОНИСТОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

^{1,2}Н. Г. КРУЧИНСКИЙ, ¹И. Л. РЫБИНА, ¹А. И. НЕХВЯДОВИЧ, ²И. Н. ЖЛОБОВИЧ

¹Научно-исследовательский институт физической культуры и спорта Республики Беларусь
²Белорусская медицинская академия последипломного образования

Сведения об авторах:

Кручинский Николай Генрихович – директор НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь, профессор кафедры спортивной медицины и лечебной физкультуры УО «Белорусская медицинская академия последипломного образования», д.м.н.

Рыбина Ирина Леонидовна – зав. лабораторией биохимии спорта НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь, к.биол.н.

Нехвядович Антонина Ивановна – ведущий научный сотрудник лаборатории биохимии спорта НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь, доцент, к.пед.н.

Жлобович Илья Николаевич – аспирант УО «Белорусская медицинская академия последипломного образования»

В статье рассмотрены результаты исследования содержания ретикулоцитов и их субпопуляций и корреляционного анализа общего содержания ретикулоцитов с другими показателями эритроцитарного звена и уровнем физической работоспособности биатлонистов. Особое внимание обращено на особенности динамики показателей эритроцитарного звена в зависимости от содержания ретикулоцитов в капиллярной крови. Показано, что изменение показателей эритроцитарного звена и числа ретикулоцитов обусловлено внутренними перестройками эритроцитарного компонента крови, направленными на компенсирование уменьшения содержания артериального кислорода, и является критерием адекватности и эффективности тренировочного процесса.

Ключевые слова: ретикулоциты, эритроцитарное звено, эритропоэз, физическая работоспособность, велоэргометрическая нагрузка, биатлон.

In the present paper the correlation data between total reticulocyte count and other indices of erythrocytic segment and physical performance level of biathlon athletes were examined. Special attention was drawn to dynamics of erythrocytic segment parameters in dependency of reticulocyte count in capillary blood. It was shown that changes in erythrocytic segment parameters and reticulocyte count were resulted from erythrocytic component inner rearrangement directed to compensate the lack of arterial oxygen content and could be considered a criterion of adequacy and effectiveness of training process.

Key words: reticulocytes, erythrocytic segment, relationship, biathlon

Введение

Содержание ретикулоцитов и их субпопуляций различной степени зрелости отражает регенеративные свойства костного мозга, поэтому подсчет ретикулоцитов используется для оценки интенсивности кроветворения [1].

Стимулирующим фактором регенеративной активности костного мозга является снижение под влиянием тренировочных нагрузок содержания артериального кислорода вследствие анемии или гипоксии, когда закономерно развивается дефицит энергопродукции и повышается интенсивность свободно-радикального окисления, в том числе в эритроцитарной мембране. В этих условиях изменяется функциональная активность эритроцитов, которая определяется их способностью осуществлять газотранспортную функцию и в значительной мере обуславливается структурно-метаболическим состоянием клеток красной

крови [2–5]. При усилении эритропоэза из костного мозга поступают в циркуляцию крови незрелые клетки. Увеличение фракции незрелых ретикулоцитов свидетельствует об их ускоренном выбросе из костного мозга. Основными показателями функциональной активности эритроцитов являются их деформируемость и агрегационный потенциал, характеризующие способность эритроцитарных клеток проникать в микроциркуляторное русло для осуществления газообмена [6–11]. Нарушение функциональных свойств эритроцитов периферической крови может быть связано с повреждением и липопротеинового комплекса красных кровяных клеток, что способствует развитию необратимых изменений в структуре красных клеток крови, их преждевременному старению, разрушению и гибели, это, в конечном итоге, и приводит к развитию анемии, снижению содержания ретикулоцитов [12].

Результаты ранее проведенных нами исследований [13] показали, что у спортсменов содержание ретикулоцитов в крови в покое может быть разным в зависимости от периода спортивной тренировки, степени восстановления, характера предыдущих мышечных нагрузок. Соревновательные нагрузки, в одних случаях, приводят к увеличению молодых ретикулоцитарных клеток, а в других – их повышения не отмечается. Эти различия могут объясняться характером спортивной подготовки в последние перед соревнованиями микроциклы, разными соревновательными нагрузками.

В биатлоне при выполнении тренировочных нагрузок важная роль принадлежит аэробным процессам энергообеспечения, интенсивность которых существенным образом зависит от состояния кислородтранспортной функции крови, а, следовательно, от активности эритропоэза и функциональной способности эритроцитов. Поэтому изменение содержания ретикулоцитов и их субпопуляций с учетом величины и направленности тренировочных нагрузок (т.е. этапа подготовки) могут служить дополнительным критерием своевременного проведения допустимой фармакологической или немедикаментозной коррекции, оценки как ее эффективности, так и эффективности тренировочного процесса на этапах годичной подготовки биатлонистов. Вместе с тем в литературе недостаточно сведений, свидетельствующих именно о взаимосвязи физической работоспособности спортсменов с состоянием эритропоэза и реологическими свойствами крови.

В связи с этим целью исследований являлось изучение адаптационных изменений содержания ретикулоцитов и их субпопуляций различной степени во взаимосвязи с другими показателями эритроцитарного звена и физической работоспособностью у биатлонистов высокой квалификации.

Методы и организация исследований

В обследовании приняли участие 32 спортсмена (19 женщин и 13 мужчин) национальной команды Республики Беларусь по биатлону и ее ближайшего резерва в возрасте 16–33 лет, имеющих спортивную квалификацию мастера спорта международного класса (МСМК), мастера спорта (МС) и кандидата в мастера спорта (КМС), в период подготовки к этапам Кубка Мира 2008 и 2009 гг., а также зимним Олимпийским играм 2010 г. (г. Ванкувер).

Забор крови для определения содержания ретикулоцитов, их субпопуляций различной степени зрелости, а также других показателей эритроцитарного звена проводили до и после стандартной велоэргометрической нагрузки до отказа в лабораторных условиях с использованием гематологического анализатора SYSMEX XT 2000i (Япония). Содержание лактата на ступенях задания определяли с использованием анализатора «BIOSEN». Мощность нагрузки и частота пульса фиксировались автоматически на каждой минуте нагрузки с использованием велоэгометра «Ercoline

GmbH» («EKF Diagnostic», Германия) и сканера частоты сердечных сокращений (ЧСС) «Cardiosport Fusion-10» («Sport Systems», Тайвань).

Статистическая обработка полученных результатов исследования проводилась с использованием пакета прикладных программ для персонального компьютера «Statistica 6.0».

Результаты исследований и их обсуждение

Исследованы изменения содержания ретикулоцитов, их фракций и структурно-функциональных параметров эритроцитарного компонента развернутой гемограммы, корреляционная взаимосвязь исследованных параметров эритроцитарного звена с ростом ретикулоцитов. Определена также направленность адаптационных сдвигов этих показателей в зависимости от успешности соревновательной деятельности на зимних Олимпийских играх 2010 г.

У женщин (табл. 1) отмечается достоверная взаимосвязь между абсолютным числом ретикулоцитов и их процентным содержанием в крови ($p < 0,0001$), содержанием субпопуляции юных ретикулоцитов ($p < 0,05$). Кроме того, в прямой связи с числом ретикулоцитов находились показатели среднего объема ($p < 0,001$), изменения среднего размера ($p < 0,01$) эритроцитов, среднего содержания гемоглобина в эритроците ($p < 0,02$), а также максимально достигнутой мощности (Амакс.) тренировочной нагрузки. Положительная связь наблюдалась и между абсолютным числом ретикулоцитов и субпопуляцией молодых ретикулоцитов ($p > 0,05$).

У женщин также получена достоверная отрицательная взаимосвязь между числом ретикулоцитов и ЧСС на ступенях (от 1-й до 5-й) тренировочного задания, а также ее величиной, соответствующей максимальной мощности гликолиза (ГлМ). Недостоверная отрицательная связь, т.е. на уровне тенденции, обнаруживалась между числом ретикулоцитов и эритроцитов, а также содержанием зрелой субпопуляции ретикулоцитов, величиной гематокрита, показателями концентрации гемоглобина в крови и средней концентрации гемоглобина в одном эритроците.

У мужчин (табл. 1) положительная достоверная взаимосвязь абсолютного числа ретикулоцитов обнаруживалась с их процентным содержанием ($p < 0,0001$) и максимальным содержанием лактата, а отрицательная – с ЧСС на ступенях стандартной велоэргометрической нагрузки и ее мощностью, соответствующей аэробному порогу (АП), анаэробному порогу (АнП), PWC_{170} ($p < 0,05$), МПК и ГлМ.

Положительная, на уровне тенденции, взаимосвязь числа ретикулоцитов обнаруживалась с показателями содержания зрелых ретикулоцитов, числа эритроцитов, гематокрита, концентрации гемоглобина в крови и средней его концентрации в эритроците. В это же время была зафиксирована и недостоверная отрицательная связь с содержанием юных форм ретикулоцитов, средним объемом эритроцитов и средним содержанием гемоглобина в эритроците.

Таблица 1

Коэффициенты корреляции (по Спирмену) абсолютного содержания ретикулоцитов с изучаемыми показателями у биатлонистов

Показатели	Ретикулоциты (RET), $\times 10^{12}/л$					
	Женщины, n=19			Мужчины, n=13		
	r	t	p	r	t	p
Ретикулоциты (RET), %	0,97	16,36	0,00	0,94	8,47	0,00
Показатель IRF (MFR+ HFR)	0,06	0,26	0,80	-0,33	-1,09	0,30
Зрелые ретикулоциты (LFR), %	-0,07	-0,28	0,78	0,33	1,09	0,30
Молодые ретикулоциты (MFR), %	0,00	0,02	0,99	0,03	0,10	0,92
Юные ретикулоциты (HFR), %	0,47	2,22	0,04	-0,55	-2,07	0,07
Эритроциты (RBC), $\times 10^{12}/л$	-0,33	-1,44	0,17	0,33	1,10	0,30
Ср. объем эритроцитов (MCV), ф/л	0,70	4,05	0,00	-0,40	-0,76	0,50
Гематокрит (HCT), %	-0,07	-0,29	0,78	0,30	0,54	0,62
Ср. сод. гемогл. в эритроц. (MCH), п/г	0,52	2,53	0,02	-0,10	-0,17	0,87
Ср. конц. гемогл. в эритроц. (MCHC), п/г	-0,10	-0,41	0,69	0,40	0,76	0,50
Изм. разм. эритроц. (RDW-SD), ф/л	0,61	3,17	0,01	0,20	0,35	0,75
Распред. эритроц. по объему (RDW-CV), %	0,11	0,47	0,65	0,30	0,54	0,62
Лактат макс., ммоль/л	0,20	0,85	0,41	0,60	2,25	0,04
ЧСС, уд/мин (1 ступень)	-0,47	-2,18	0,04	-0,82	-4,52	0,00
ЧСС, уд/мин (5 ступень)	-0,59	-2,82	0,01	-0,61	-2,41	0,04
ЧСС АП, уд/мин	-0,02	-0,08	0,94	-0,63	-2,56	0,03
ЧСС АнП, уд/мин	-0,32	-1,41	0,18	-0,62	-2,51	0,03
ЧСС PWC170, уд/мин	-0,37	-1,64	0,12	-0,70	-3,09	0,01
ЧСС МПК, уд/мин	-0,20	-0,79	0,44	-0,58	-2,16	0,05
ЧСС ГлМ, уд/мин	-0,59	-2,31	0,04	-0,58	-2,16	0,05
ЧСС макс., уд /мин	-0,44	-2,02	0,06	0,13	0,36	0,73
А макс., кгм/мин	0,51	2,45	0,03	0,48	1,90	0,11

Примечание – жирным шрифтом помечены достоверные коэффициенты корреляции

Следовательно, у мужчин в отличие от женщин, во-первых, не выявлено достоверных корреляционных взаимосвязей между числом ретикулоцитов и другими показателями эритроцитарного компонента крови. Во вторых, у мужчин наблюдалась противоположная направленность изменения показателей эритроцитарного звена с повышением числа ретикулоцитов. При этом подобное изменение структурно-функциональных показателей эритроцитов у мужчин не сопровождалось улучшением их общей физической работоспособности.

Проанализированы также изменения показателей содержания лактата, пульса и физической работоспособности на ступенях тренировочного задания и в различных зонах энергообеспечения в зависимости от общего содержания ретикулоцитов в крови.

У женщин (табл. 2) с низким содержанием ретикулоцитов уровень лактата был выше, чем у спортсменок с их высоким содержанием. У спортсменок с высоким процентным содержанием ретикулоцитов отмечалось достоверно меньшее накопление лактата на каждой ступени тренировочного задания.

Наблюдались различия и в изменении показателей пульса. У спортсменок с высоким содержанием ретикулоцитов фиксировалось достоверно меньшее повышение пульса на каждой ступени задания. С повышением содержания ретикулоцитов возрастали показатели физической работоспособности спортсменок. У спортсменок с высоким содержанием ретикулоцитов мощность нагрузки на уровне анаэробного порога (лактат 4,0 ммоль/л) составляла $1056,40 \pm 62,81$ против $871,50 \pm 58,27$ кгм/мин у таковых с низким их содержанием. Мощность нагрузки, достигнутая

Таблица 2

Динамика уровня лактата, пульса и показателей физической работоспособности при выполнении велоэргометрической нагрузки до отказа в зависимости от содержания ретикулоцитов в крови по критерию $X \pm 0,65 \sigma$ у биатлонистов

Показатели	Этап обл.	Содержание ретикулоцитов в покое, %					
		низкое, n=3		среднее, n=6		высокое, n=3	
		X	Sx	X	Sx	X	Sx
Женщины							
Лактат, ммоль/л	1 степень	3,00 ^{*3}	0,72	2,53	0,13	1,98 ^{*1}	0,18
	п/н	7,28	1,24	9,04	0,45	8,24 ^{*↑}	0,97
	3 мин. восст.	7,64	1,53	9,86	0,60	6,80 ^{*↓}	0,08
	8 мин. восст.	6,62	1,27	8,46	0,69	5,39 ^{*↓}	0,34
Ps, уд/мин	La 4,0	174,00 ^{*3}	6,57	155,70 ^{*1}	2,53	158,20 ^{*1}	6,51
	La 10,0	200,50 ^{*2,3}	0,50	189,71 ^{*1,3}	1,11	178,00 ^{*1,2}	5,77
A, кгм/мин	La 2,0	555,67	53,73	553,60	32,45	693,00	53,09
	La 4,0	871,50 ^{*3}	58,27	908,40	42,13	1056,40 ^{*1}	62,81
	La 10,0	1249,00 ^{*3}	45,00	1310,29 ^{*1,3}	59,73	1593,67 ^{*1,2}	110,96
Мужчины							
Лактат, ммоль/л	1 степень	2,57 ^{*2}	0,18	2,08 ^{*1,3}	0,20	2,67 ^{*2}	0,18
	п/н	7,33	0,99	10,42	0,49	10,32 ^{*↑}	1,28
	3 мин. восст.	7,74	1,34	9,86	0,53	9,12	0,60
	8 мин. восст.	5,82	1,58	8,76 ^{*↓}	0,57	7,66 ^{*↓}	0,25
Ps, уд/мин	La 4,0	166,00 ^{*3}	11,14	160,67 ^{*3}	4,68	146,67 ^{*1,2}	6,98
	п/н	190,33	6,36	189,50	5,57	186,33	7,06
A, кгм/мин	La 2,0 АП	714,00 ^{*2}	10,69	928,00 ^{*1,3}	61,74	693,67 ^{*2}	72,26
	La 4,0, АНП	1213,67 ^{*2}	93,60	1445,83 ^{*1,3}	75,35	1258,67 ^{*1}	35,89
	La 10,0	1569,50 ^{*2,3}	182,50	1962,33 ^{*1}	98,37	1828,33 ^{*1}	49,76

Примечание – * Достоверные изменения показателей при $p < 0,05$

преимущественно за счет анаэробного гликолиза или соответствующая МПК (лактат 8,0 ммоль/л), у первых составляла $1419,80 \pm 82,20$ против $1249,00 \pm 45,00$ кгм/мин у вторых. При работе за счет максимальной мощности гликолиза (лактат 10 ммоль/л) первые спортсменки также достигали достоверно большей величины нагрузки, чем вторые, соответственно $1593,67 \pm 110,96$ и $1249,00 \pm 45,00$ кгм/мин.

Кроме того, большее содержание ретикулоцитов сказывалось и на скорости восстановления лактата в период отдыха. У женщин с высоким содержанием ретикулоцитов уровень лактата сразу после нагрузки (первая минута восстановления) составлял $8,24 \pm 0,97$, на 3-й – $6,80 \pm 0,08$ ($p < 0,05$) и на 8-й мин. – $5,39 \pm 0,34$ ммоль/л ($p < 0,05$).

Следовательно, наблюдалось достоверное снижение уровня лактата с первой по третью и с третьей по 8-ю минуты отдыха. У женщин с низким и средним содержанием ретикулоцитов уровень лактата на 3-й мин. восстановления

не снижался, а даже несколько возрастал. На 8-й минуте у них получено недостоверное снижение уровня лактата.

Полученные данные свидетельствуют о том, что улучшение кислородтранспортных свойств крови способствует возрастанию функциональных возможностей спортсменов и повышению эффективности срочного восстановления.

У мужчин (табл. 2) в зависимости от содержания ретикулоцитов в крови достоверные различия наблюдались в основном в изменении частоты пульса и физической работоспособности в различных зонах энергообеспечения. Изменения уровня лактата на ступенях велоэргометрической нагрузки до отказа от момента работы и его восстановление во время отдыха не выявили взаимосвязи с содержанием ретикулоцитов в крови.

Результаты исследований успешности соревновательной деятельности биатлонистов в зависимости от адаптацион-

Таблица 3

Динамика показателей эритроцитарного звена у биатлонистов на этапах подготовки к зимним Олимпийским играм 2010 г. в зависимости от подготовленности

Показатели	Норма	Призер Олимпийских игр		Участник Олимпийских игр	
		2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.
Ретикулоциты, %	0,2–1,2	0,74	0,76	0,60	0,63
RET# до	0,016–0,095	0,0356	0,0341	0,0318	0,0355
Показатель IRF (MFR+ HFR)	2,0–12,0	3,20	6,20	2,40	1,50
Зрелые ретикулоциты (LFR), %	87,0–99,0	96,80	93,80	97,60	98,50
Молодые ретикулоциты (MFR), %	2,0–12,0	3,20	6,20	1,60	1,50
Юные ретикулоциты (HFR), %	1,0–2,0	0	0	0,80	0
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	3,8–5,5	4,81	4,49	5,30	5,63
Гемоглобин (Hb), г/дл	120–165	150,00	143,00	158,00	167,00
Гематокрит (HCT), %	35,0–44,0	44,30	41,00	43,10	45,70
Ср. объем эритроцитов (MCV), ф/л	80,0–97,0	92,00	91,00	81,00	81,00
Ср. сод. гемогл. в эритроц. (MCH), п/г	26,5–33,5	31,20	31,80	29,80	29,70
Ср. конц. гемогл. в эритроц. (MCHC), г/дл	31,5–38,0	33,90	34,90	36,70	36,50
Изм. разм. эритроц. (RDW-SD), ф/л	35,1–46,3	46,60	42,90	38,20	38,60
Изм. объема эритроц. (RDW-CV), %	11,0–15,0	14,20	13,20	13,10	13,30
Максим. мощность нагрузки, кгм/мин	2200,0	2250	2100	2100	1800
АнП, кгм/мин	1800,0	1764	1628	1613	1216
ЧСС макс., уд/мин	198,0	194	189	169	164

Примечание – жирным шрифтом обозначены адаптивные сдвиги исследованных показателей у призера Олимпийских игр по отношению к их участнику

ных изменений в эритроцитарном компоненте крови представлены в таблице 3 на примере двух МСМК, обследованных в период подготовки к Олимпийским играм 2010 г.

Полученные в результате этой части исследования результаты показали, что у призера Олимпийских игр по отношению к участнику игр отмечалось большее общее содержание ретикулоцитов с тенденцией роста в 2009 г. Зафиксирован значительно большее значение параметра (IRF) с тенденцией почти двукратного его увеличения в 2009 г. в основном за счет числа фракции молодых форм. У этого атлета выявлены также меньшие показатели содержания субпопуляции зрелых ретикулоцитов, числа эритроцитов, гематокрита, концентрации гемоглобина в крови с тенденцией их дальнейшего снижения в 2009 году по сравнению с участником Олимпийских игр.

При этом у призера были также выше показатели среднего объема эритроцитов, среднего содержания гемоглобина в эритроците и изменения среднего размера эритроцитов. В целом это указывало на большую у призера Игр активность процессов кроветворения, более ускоренный выброс незрелых ретикулоцитов, улучшение способности эритроцитов к изменению формы на фоне меньшей вязкости крови.

У участника Игр в условиях тренировки фиксировались меньшие значения ретикулоцитарных показателей, отражающих меньшую активность процессов кроветворения. Большие показатели числа эритроцитов, концентрации гемоглобина, гематокрита, средней концентрации гемоглобина в эритроците свидетельствовали на большую кислородную емкость у участника, но при этом и на большую вязкость его крови.

Таким образом, полученные результаты показали, что у биатлонистов под влиянием тренировки на выносливость общее содержание ретикулоцитов повышается. Однако в зависимости от многих факторов, в том числе и периода подготовки, степени восстановления, характера предыдущих нагрузок количество ретикулоцитов в крови может быть разным, на что указывают и данные литературы [2, 5, 8, 14, 15]. По-видимому, это обстоятельство дает возможность включения данного параметра в число экспресс-тестов в биатлоне.

Выявленные у женщин взаимосвязи показателей эритроцитарного звена с числом ретикулоцитов, сопровождающиеся повышением физической работоспособности, по-видимому, являются наиболее благоприятными для

улучшения кислородтранспортной способности эритроцитов. Эта особенность проявляется, прежде всего, в повышении объема эритроцитов, очевидно, за счет их набухания под влиянием гемолиза (перераспределения жидкости из внутрисосудистого русла в красные клетки). При этом снижение артериального кислорода, очевидно, является пусковым механизмом и для активации регенеративной способности костного мозга, что сопровождается повышением абсолютного и относительного числа ретикулоцитов в основном за счет молодых, а в ряде случаев и их юных форм. Этим процессам сопутствует снижение числа эритроцитов, гематокрита, концентрации гемоглобина в крови, средней концентрации гемоглобина в эритроците, обусловленных уменьшением вязкости крови, что, однако, отрицательно не отражается на среднем содержании гемоглобина (обеспеченности эритроцитов кислородом) в эритроците.

У мужчин адаптационные изменения были направлены на повышение кислородной емкости крови через эффект изменения ее вязкости. Вследствие этого наблюдалась тенденция повышения числа эритроцитов и гематокрита, а также снижения объема эритроцитов и активности регенеративной способности костного мозга. Можно полагать, что взаимосвязь показателей эритроцитарного звена с числом ретикулоцитов различалась в зависимости от адекватности и эффективности тренировочного процесса, а, вследствие этого, и внутренних перестроек эритроцитарного компонента крови, направленных на компенсирование уменьшения содержания артериального кислорода [2, 5, 9–12].

Известно, что важными факторами для максимальной аэробной мощности и физической работоспособности являются объем крови и масса эритроцитов. Эти два важнейших параметра регулируются гормональной активностью. Регулярная физическая тренировка увеличивает объем крови за счет эритроцитарной массы параллельно с увеличивающейся максимальной аэробной мощностью и физической работоспособностью. Чем выше объем циркулирующей крови (ОЦК), тем больше скорость кровотока и большее время нахождения эритроцитов в русле микроциркуляции, меньше дефицит кровоснабжения внутренних органов и работающих мышц. Это в итоге приводит к увеличению буферной емкости крови и в целом способствует уменьшению сдвига рН крови при нагрузке [5].

Поэтому неудивительно, что в целом в группе мужчин и участника ОИ, в частности, выявлялась положительная связь между содержанием ретикулоцитов и гематокритного показателя, который определяется числом эритроцитов, их объемом и степенью их способности к изменению размера и объема, т. е. деформируемости. Рост гематокрита направлен на повышение кислородной емкости крови для удовлетворения энергетических потребностей повышенной мышечной массы у спортсменов. Стабильно высокие концентрации гемоглобина и общего белка в крови правомерно связывать с истинным увеличением объема циркулирующей плазмы и дальнейшим возрастанием гемоглобинизации эритроци-

тов, что составляет последовательную цепь адаптационных сдвигов, развивающихся под влиянием нагрузок аэробной направленности.

Однако значительный прирост кислородной емкости неотвратно приводит к росту вязкости крови, повышению сопротивления кровотоку и последующему напряжению других подсистем кровообращения: дилатация (расширение просвета) сосудов, расхождение сосудорасширяющих факторов, что может сопровождаться активацией сердечной деятельности. Поэтому наиболее целесообразным в тренировочном процессе является увеличение объема циркулирующих эритроцитов и объема циркулирующей плазмы до оптимального уровня гематокрита и концентрации гемоглобина [2, 5].

Известно, что развитие анемии связано со снижением числа эритроцитов и концентрации гемоглобина и ретикулоцитозом [10]. В норме у спортсменов имеется сильная отрицательная корреляция между гематокритом и состоянием спортивной формы. Снижение гематокрита, возможно, является благоприятным фактором для физической работоспособности через эффекты влияния на циркуляцию, что включает в себя снижение периферического сопротивления тока крови, увеличения объема крови и увеличения МОК [7].

По мнению отдельных авторов [5, 7, 8, 11, 12], наиболее благоприятным является повышение ОЦК, ОЦП и МСН за счет повышения осмолярности плазмы крови, что способствует выходу жидкости из эритроцитов в плазму. При этом уменьшается и средний объем циркулирующих эритроцитов. Уменьшение среднего объема эритроцитов является показателем повышения адаптированности организма к физической нагрузке, так как этот параметр находится в обратной зависимости от снабжения тканей кислородом. Макроцитоз же рассматривается как один из ранних признаков дефицита железа или В₁₂ гиповитаминоза [16]. Одним из механизмов повышения среднего объема эритроцитов считается повышение тонуса симпатического отдела нервной системы. Вследствие выхода воды из эритроцитов отмечается большая концентрация гемоглобина в эритроците, а при гемолизе эритроцитов, наоборот, – ее снижение.

Развитие анемии, как правило, связано со снижением числа эритроцитов, концентрации гемоглобина и повышением числа ретикулоцитов. У спортсменов чаще всего повышенный гемолиз эритроцитов под влиянием физической нагрузки, а также состояние гипоксии способствуют увеличению объема циркулирующих эритроцитов и благодаря этому повышению объема циркулирующей крови и объема циркулирующей плазмы, что и сопровождается повышением общего содержания ретикулоцитов в крови [5, 14–16].

Следовательно, по мнению одних авторов, повышение ОЦК происходит за счет осмолярности, а на взгляд других, повышенный гемолиз через продукты распада эритроцитов и гипоксия способствуют повышению объема циркулирующих эритроцитов, что само по себе повышает ОЦК.

Заключение

Выполнение регулярных напряженных тренировочных нагрузок направлено на повышение кислородной емкости крови и сопровождается ростом числа эритроцитов, гематокрита, концентрации гемоглобина в крови. В то же время возможное развитие гемолитической анемии связано со снижением числа эритроцитов, концентрации гемоглобина и повышением числа ретикулоцитов. Уменьшение вязкости крови, числа эритроцитов, повышение их объема и деформируемости с ростом ретикулоцитов можно считать закономерным и наиболее благоприятным следствием внутренних адаптационных перестроек эритроцитарного компонента крови для повышения кислородтранспортной способности эритроцитов.

Выводы

1. В зависимости от многих факторов количество ретикулоцитов в крови спортсменов может быть разным. Повидимому, это обстоятельство дает возможность включения данного параметра в число экспресс-тестов адекватности предъявляемых тренировочных воздействий. Повышение же общего содержания ретикулоцитов является одним из важных факторов улучшения кислородтранспортной функции крови и взаимосвязано с повышением аэробных возможностей организма, что в целом и способствует проявлению максимальной физической работоспособности спортсменов.

2. Объективным критерием благоприятных адаптационных перестроек в организме биатлонистов накануне наиболее ответственных стартов сезона служит изменение общего содержания ретикулоцитов и их субпопуляций различной степени зрелости во взаимосвязи с другими показателями эритроцитарного звена.

3. Адаптационные сдвиги показателей эритроцитарного компонента крови могут сопровождаться повышением гематокритного показателя и концентрации гемоглобина, направленных на увеличение кислородной емкости крови для удовлетворения энергетических потребностей организма атлета. Наиболее закономерным и благоприятным следствием внутренних адаптационных перестроек эритроцитарного компонента крови является уменьшение ее вязкости, а с ней числа эритроцитов и повышение их объема и деформируемости с ростом количества ретикулоцитов.

4. Активизация эритропоэза, о чем свидетельствуют явления выраженного ретикулоцитоза, направлена на компенсацию гипоксического состояния. Однако напряженная работа костномозгового компонента эритрона чревата поступлением в кровотоки функционально неполноценных эритроцитарных клеток, что может способствовать прогрессированию анемии.

Список литературы

1. Камышников В.С. Карманный справочник врача по лабораторной диагностике. М.: Медпрессинформ, 2007. 320 с.
2. Шперлинг И.А., Новицкий В.В., Н.В. Рязанцева Н.В. и др. Механизмы нарушения функциональных свойств эритроцитов при экспе-

риментальной фенилгидразин индуцированной метгемоглобинемии // Бюллетень сибирской медицины. 2005. № 3. С. 45–53.

3. Новицкий В.В., Рязанцева Н.В., Степовая Е.А. Физиология и патофизиология эритроцита // Томск: Изд-во Том. ун-та, 2004. 202 с.

4. Сторожок С.А., Санников А.Г., Захаров Ю.М. Молекулярная структура мембран эритроцитов и их механические свойства // Тюмень: Изд-во Тюм. ун-та, 1997. 140 с.

5. Викулов А.Д. Кровообращение у спортсменов-пловцов: монография. Ярославль: изд-во ЯГПУ им. К.Д. Ушинского, 2001. 115 с.

6. Макарова Г.А., Холявко Ю.А. Лабораторные показатели в системе медико-биологического контроля. М.: Изд-во: Советский спорт, 2006. С. 151–165.

7. Викулов А.Д. Реологические свойства крови в системе комплексной оценки кровообращения у высококвалифицированных спортсменов // Теория и практика физической культуры. 1997. №4. С. 5–7.

8. Викулов А.Д., Баранов А., Багракова С. Реологические свойства крови и функциональное состояние сосудистого эндотелия у спортсменов высокой квалификации // Тез. докл. Междунар. конф.: Физиология мышечной деятельности М., 2000. С. 40–41.

9. Schmidt W., Maassen N., Trost F. et al. Training induced effects on blood volume, erythrocyte turnover and haemoglobin oxygen binding properties // Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol. 1988. Vol. 57. P. 490–498.

10. Бойтлер Э. Нарушение метаболизма эритроцитов и гемолитическая анемия. М.: Медицина, 1981. 256 с.

11. Сашенков С.Л., Варыпаева Л.П., Усков Г.В. и др. Сравнительная характеристика морфо-функциональных показателей периферического отдела эритрона у спортсменов (борцов и лыжников) различной квалификации // Известия Челябинского научного центра, 2002. Вып. 2 (15). С. 90–94.

12. Мельников А.А., Викулов А.Д. Возрастной состав эритроцитов и реологические свойства крови у спортсменов // Физиология человека. 2002. Т. 28, № 2. С. 101.

13. Рыбина И.Л., Передерий Н.В. Референтные интервалы количества ретикулоцитов и их субпопуляций различной степени зрелости в крови высококвалифицированных спортсменов циклических видов спорта. // Сб. науч. тр. / редкол.: Н.Г. Кручинский (гл. ред.) и др. Минск: Науч.-исслед. ин-т физ. культуры и спорта Республики Беларусь, 2010. Вып. 9. С. 266–269.

14. Mercer, K.W., Densmore J.J. Hematologic disorders in the athletes // Clin. Sports Med. 2005. Vol. 24. P. 599–621.

15. Telford, R.D., Sly G.J., Hahn A.G. et al. Footstrike is the major cause of hemolysis during running // J. Appl. Physiol. 2003. Vol. 94. P. 38–42.

16. Шиффман Ф.Дж. Патофизиология крови. Пер с англ. М.–Спб.: «Издательство БИНОМ» – «Невский диалект», 2000. 448 с.

Контактная информация:

Кручинский Николай Генрихович – директор НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь, профессор кафедры спортивной медицины и лечебной физкультуры УО «Белорусская медицинская академия последипломного образования», д.м.н.

220020 Беларусь, г. Минск, проспект Победителей, дом 105, т./ф.: +(375) 17-228-50-64, e-mail: nickholas.k@gmail.com