

БИОМЕДИЦИНА ВА АМАЛИЁТ ЖУРНАЛИ ЖУРНАЛ БИОМЕДИЦИНЫ И ПРАКТИКИ JOURNAL OF BIOMEDICINE AND PRACTICE

ЯРМУХАМЕДОВА Наргиза Анваровна

РИЗАЕВ Жасур Алимжанович

Самаркандский Государственный медицинский институт, Узбекистан

ХАДЖИМЕТОВ Абдугафор Ахатович

Ташкентский Государственный стоматологический институт, Узбекистан

ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭРИТРОЦИТОВ КРОВИ И ПАРАМЕТРОВ ИММУНОЙ СИСТЕМЫ У СПОРТСМЕНОВ - ПОДРОСТОК

For citation: Nargiza Anvarovna YARMUKHAMEDOVA, Abdugafor Akhatovich Khadjimetov, Jasur Alimjanovich RIZAEV. STUDY OF INTERACTION OF BLOOD ERYTHROCYTES AND IMMUNE SYSTEM PARAMETERS IN ATHLETES – ADOLESCENT. Journal of Biomedicine and Practice. 2021, vol. 6, issue 4, pp. 179-188

 <http://dx.doi.org/10.26739/2181-9300-2021-4-27>

АННОТАЦИЯ

Целью настоящего исследования явилось изучение взаимодействия эритроцитов крови и параметров иммунной системы у спортсменов - подросток. Проведено анкетирование и интервьюирование 125 юных спортсменов в возрасте 11 - 17 лет г. Самарканда. Среди них юношей было 81 (65,1%), девушек - 44 (34,9%). Во всех группах исследования отмечена тенденция снижения уровня иммуноглобулина G при сравнении двух групп исследования: инкубация с физиологическим раствором и сорбентом, иммобилизованным гепарином. Полученные результаты исследований свидетельствует о несомненном вкладе компонентов системы комплемента в патогенез иммунокомплексного воспаления. Исследование активности классического пути комплемента показало на достоверные изменения в изучаемых показателях крови.

Ключевые слова: эритроциты, воспаление, иммуноглобулины, спортсмены, иммунная система.

YARMUKHAMEDOVA Nargiza Anvarovna

RIZAEV Jasur Alimjanovich

Samarkand State Medical Institute

KHADJIMETOV Abdugafor Akhatovich

Tashkent State Dental Institute

STUDY OF INTERACTION OF BLOOD ERYTHROCYTES AND IMMUNE SYSTEM PARAMETERS IN ATHLETES - ADOLESCENT

ANNOTATION

The aim of this study was to study the interaction of red blood cells and the parameters of the immune system in adolescent athletes. Questioning and interviewing of 125 young athletes at the age of 11 -

17 years of the city of Samarkand was carried out. Among them there were 81 boys (65.1%), 44 girls (34.9%). In all study groups, there was a tendency to a decrease in the level of immunoglobulin G when comparing two study groups: incubation with saline and a sorbent immobilized with heparin. The obtained research results indicate the undoubted contribution of the components of the complement system to the pathogenesis of immunocomplex inflammation. The study of the activity of the classical complement pathway showed significant changes in the studied blood parameters.

Key words: erythrocytes, inflammation, immunoglobulins, athletes, immune system.

YARMUXAMEDOVA Nargiza Anvarovna
RIZAEV Jasur Alimjanovich
Samarqand Davlat tibbiyot instituti
XADJIMETOV Abdugafor Axatovich
Toshkent Davlat stomatologiya institute

VOYAGA ETGAN-SPORTCHILARDA QON ERITROTSITLARI VA IMMUN TIZIMI PARAMETRLARINING O'ZARO TA'SIRINI O'RGANISH

ANNOTASIYA

Ushbu tadqiqotning maqsadi o'smir sportchilarda qizil qon tanachalarining o'zaro ta'siri va immunitet tizimining parametrlarini o'rganish edi. Samarqand shahrining 11-17 yoshli 125 nafar yosh sportchilaridan so'roq va intervyu o'tkazildi. Ular orasida 81 ta o'g'il (65,1%), 44 ta qiz (34,9%) bor edi. Barcha tadqiqot guruhlarida: ikkita tadqiqot guruhini solishtirganda fiziologik eritma bilan sorbent inkubatsiya va geparin bilan immobilizatsiya qilinganda immunoglobulin G darajasining pasayish tendentsiyasi kuzatildi. Olingan tadqiqot natijalari immunokompleks yallig'lanish patogeneziga komplement tizimi komponentlarining shubhasiz hissasini ko'rsatadi. Klassik komplement yo'lining faolligini o'rganish o'rganilgan qon parametrlarida sezilarli o'zgarishlarni ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: eritrotsitlar, yallig'lanish, immunoglobulinlar, sportchilar, immun tizimi.

Введение. В литературе последних лет широко обсуждается одно из важных проблем здравоохранения, а именно анемия детской и подростковой популяции. При этом, истинная распространенность анемий различной этиологии в детской популяции по данным разных авторов составляет от 3.8% до 76%. Это отмечает также статистика всех без исключения стран. В настоящее время, в Республике Узбекистан очень остро стоят вопросы по сохранению и укреплению здоровья детей подросткового возраста. Подростки являются интеллектуальным потенциалом нашей республики, сохранение здоровья которых является одной из важнейших критериев благосостояния государства в целом. За последние 5 лет по данным литературы заболеваемость детей в возрасте до 14 лет увеличилась на 17,1 %, в возрасте 15-17 лет - на 19 %. При этом, наиболее высокие цифры роста отмечены по следующим классам болезней: болезни крови и кроветворных органов - на 47%, в том числе анемии (на 78%). Гемическая гипоксия в данной ситуации является одной из причин снижения активности целого ряда энзиматических систем, которая приводит к нарушению клеточного и тканевого метаболизма. Наиболее часто анемии встречаются у юных -спортсменов, специализирующихся в видах спорта с проявлением выносливости, с длительными аэробными и аэробно-анаэробными нагрузками. Перенапряжение системы крови в условиях напряженной мышечной деятельности - мало изученное явление. По поводу причин анемии у спортсменов высказываются самые различные точки зрения: гемолиз эритроцитов в капиллярах нижних конечностей (в основном у бегунов), повышенная деструкция эритроцитов в результате увеличения их хрупкости, системные изменения обмена белка в ответ на дополнительные нагрузки. Однако, в каждом конкретном случае возникновения анемии у спортсменов в первую очередь следует исключить причины, не связанные с напряженной мышечной деятельностью, а именно очагами хронической инфекции. Одной из причин данного

состояния, на наш взгляд, является отсутствие должного внимания на качество медицинской помощи детям, занимающимся спортом и правильной организации тренировочного процесса. Исходя из вышеизложенного, укрепления и сохранения здоровья подрастающего поколения приобретают особую актуальность. Вышесказанное послужило основанием для того, чтобы еще раз обратиться к проблеме нарушений в составе красной крови и связать его с хронической вирусной инфекцией у подросток-спортсменов, направленное на - улучшения состояния здоровья, а значит и спортивных достижений.

Целью настоящего исследования явилось изучение взаимодействия эритроцитов крови и параметров иммунной системы у спортсменов - подросток.

Материал и методы исследования: С целью выявления медико-биологических и социально-гигиенических факторов, влияющих на состояние здоровья детей и подростков, занимающихся в детско-юношеских спортивных школах, проведено анкетирование и интервьюирование 125 юных спортсменов в возрасте 11 - 17 лет г. Самарканда. Среди них юношей было 81 (65,1%), девушек - 44 (34,9%).

Данный возраст выбран потому, что 11 лет это возраст, в котором во многих видах спорта начинается спортивная специализация. Вообще, в системе многолетней подготовки юных спортсменов выделяют следующие этапы: предварительную подготовку - в возрасте 6 - 9 лет, начальную спортивную специализацию - в 10 -12 лет, углубленную тренировку в избранном виде спорта - в 13 - 15 лет, спортивное совершенствование - в возрасте 16 лет и старше с учетом возрастных и индивидуальных анатомо-физиологических возможностей. Многочисленными исследованиями показано, что формирование хронических заболеваний у школьников в большинстве случаев начинается уже с 12 лет. При формировании выборочной совокупности использовался метод случайного отбора. В выборочную совокупность вошли дети и подростки, занимающиеся спортом более одного года, выступающие на соревнованиях, представляющие такие виды спорта, как футбол, баскетбол, волейбол, теннис, настольный теннис, легкая атлетика. Программа сбора материала предусматривала выкипировку информации из первичной медицинской документации. Все данные заносились в специально разработанную «Карту изучения заболеваемости детей и подростков детско-юношеских спортивных школ по данным обращаемости». На данном этапе проведена комплексная оценка состояния здоровья воспитанников спортивных школ, в зависимости от пола и возраста. Анализ заболеваемости проведен в соответствии с Международной статистической классификацией болезней и проблем, связанных со здоровьем 10-го пересмотра.

Забор крови проводили утром натощак из локтевой вены 0,5 мл, сыворотку крови выделяли центрифугированием и замораживанием для дальнейшего тестирования. Концентрацию иммуноглобулинов в сыворотке крови классов М и G определяли методом ИФА. При этом использовали диагностикум фирмы BCM Adenovirus ELISA IgG/IgM.

Контрольную группу, по возрасту, полу и виду спорта, составили подростки, этого же возраста без каких-либо соматических заболеваний. Забор капиллярной крови для анализа осуществлялся утром натощак до тренировки. Исследование крови проводилось на автоматическом гематологическом анализаторе Micros 60 (ABX, Франция). Изучались следующие показатели: концентрация гемоглобина в крови (Hb), количество эритроцитов (Er), гематокрит (Ht), средний объем эритроцита (MCV), среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH), средняя концентрация гемоглобина в эритроците (MCHC), показатель степени анизоцитоза (RDV). Содержание иммуноглобулина G, M компоненты комплемента C3 и C4, а также гаптоглобина изучали иммуноферментным методом, используя тест наборы фирмы «HUMAN».

Для обработки полученных данных на каждом этапе исследования использовались математико-статистические методы. Вычислялись относительные величины, ошибки репрезентативности, достоверность различий показателей по критерию Стьюдента (различия считались достоверными при $p < 0,05$).

Результаты исследований и их обсуждение: При анализе полученных результатов исследований выявлено, что у большинство подростков имели функциональные расстройства

отдельных органов или систем и так называемые пограничные состояния. Прежде всего, это нозологические формы на стадии субклинических или начальных проявлений, т.е. предболезни. За их появлением стоит либо усиление патогенетических факторов, либо ослабление саногенетических механизмов, снижение адаптивности организма. При этом происходит формирование малосимптомных состояний, в которых на первый план выходят общее недомогание, астеноневротические явления. Анализ структуры заболеваемости при изучении карт развития подростка показал, что на первом месте по частоте встречаемости были детские инфекции. У 74% подростков (92 юношей и девушки) выявлены в анамнезе детские респираторные вирусные инфекции; грипп, аденовирусная инфекция в анамнезе. Случаи респираторных вирусных инфекций не чаще 1–3 раз в год в период традиционного сезонного повышения числа случаев острых респираторных инфекций и эпидемий гриппа (зимние и весенние месяцы). Выявлено, что состояние здоровья девушек подростков стабильно находится на более низком уровне по сравнению с юношами.

При анализе полученных результатов исследований, представленной в таблице 1, показывает, что снижение количества эритроцитов ниже $3,9 \times 10^{12}/л$ выявлено в основном у лиц женского пола встречались значительно чаще, чем у мужского - 36 человек среди девушек (84%) и 27 человек среди юношей (22%). При анализе уровня гемоглобина у спортсменов, специализирующихся в различных видах спорта, выявлено, что наиболее часто анемия легкой степени встречается у девушек в циклических и игровых видах спорта. У большинство обследованных была выявлена микроцитарная анемия - $MCV < 75$ фл. При этом, гипохромия эритроцитов (по показателям $MCH < 27\mu g$ и $MCHC < 32g\%$) зарегистрирована у больше половина обследованных с анемией. Анизоцитоз ($RDV > 15\%$) выявлен у 74 человек (58,9%).

Таблица 1

Показатели красной части крови у подросток- спортсменов по видам спорта и полу

Виды спорта	Количество уч-ся		Выявлено анемий	
	юноши	девушки	юноши	девушки
Циклические	21	8	11	13
Игровые	11	23	4	14
Единоборство	23	7	9	5
Скоростно-силовые	26	6	3	4
Всего	81	44	27 (22%)	36 (84%)

Таким образом, у большинства подросток-спортсменов с нарушениями в составе красной части крови имелись признаки (микроцитоз, гипохромия, анизоцитоз), которая, согласно многочисленным данным, встречается гораздо чаще других анемических состояний.

В современном спорте высших достижений у ряда спортсменов регистрируется срыв адаптационно-приспособительных механизмов, сопровождающийся снижением иммунологической реактивности и повышением уровня заболеваемости на фоне нарушений как гуморального, так и клеточного иммунитета. Одновременно изменяется и сорбционная способность их рецепторного аппарата. Отмечено, что при вторичных иммунодефицитных состояниях, вызванных хроническими инфекциями, повышается способность клеток связываться с иммуноглобулинами различных классов. Иммуноглобулины и основной класс этих белков - IgG играют ключевую роль в защите организма от генетически чужеродных молекул и микроорганизмов. Защитная роль IgG сочетается, ввиду многообразия эффекторных функций этого белка. Эффекторные функции IgG реализуются при изменении конформации молекулы этого белка и сопутствующего процесса его агрегации, которая служит основной причиной возникновения патофизиологических реакций с участием IgG и происходит в результате взаимодействия IgG антител с антигенами или без участия

последних. Содержание IgG в циркуляции также претерпевает изменения, например, при инфекционных и других заболеваниях. В результате изменения электрического заряда молекулы IgG вследствие комплексообразования с полиэлектролитами (сульфатированные и сиалированные гликопротеины и продукты их расщепления (протео- и пептидогликаны). Важнейшим представителем семейства пептидогликанов служит гепарин. Взаимодействие IgG с гепарином не было исследовано до настоящего времени. Между тем представляется очевидной теоретическая значимость этой проблемы для понимания роли IgG в регуляции гомеостаза. Целью работы явилась оценка изменений свойств реагирующих биомолекул и выяснение роли дисульфидных связей молекулы IgG при взаимодействии этого белка с гепарином. В этом плане важным показателем становится сорбционная активность эритроцитов и специфических антител к разным антигенам.

Эритроциты, как высокоспецифические в своей организации, имеют некоторые особенности в структуре оболочек, сохраняя при этом общие принципы строения биомембран. На своей поверхности эритроциты имеют рецепторы для " Fc "- фрагмента молекулы иммуноглобулина, которые играют определенную роль в осуществлении иммунохимических функций клеток крови Одинокова В.А. с соавт., (1985). Эти клетки способны связывать и удалять из кровотока иммунные комплексы. Механизм опосредован компонентом комплемента и соответствующими рецепторами в мембранах эритроцитов. Хотя количество рецепторов на эритроцитах значительно меньше, практически 1000-кратное превышение количества циркулирующих эритроцитов над лейкоцитами приводит к тому, что около 95% рецепторов в кровообращении приходится на долю эритроцитов.

Учитывая важную роль гепарина в избирательной терапии многих нарушений, мы " *in vivo* " изучили влияние ее на физиологические свойства эритроцитов крови спортсменов с анемией, где наблюдается снижение концентрационных показателей красной крови. Объектом исследований явилось отмытые физиологическим раствором интактные эритроциты здоровых подростков и с спортсменами, анемией легкой степени.

Влияние гепарина " *in vitro* " на количественное содержание иммуноглобулина G и

M изучено в двух сериях исследования:

- в первом - инкубировали интактные эритроциты в количестве $2,3-3,0 \times 10^{12}$ клеток с равным объемом физиологического [раствора при температуре 37°C в течение двух часов;
- во второй - сорбентом, иммобилизованным гепарином в физиологическом растворе.

Данный сорбент получали совместно с сотрудниками института биорганической химии АН РУз, по следующей методике: целлюлозы линта хлопчатника СИ-200 растворяют в растворе медно-амиачного комплекса, эмульгируют в смеси бензола-хлороформа с последующим перисаждением подкисленным уксусной кислотой ацетоном. Далее, полученный сорбент фракционировали на капроновых ситах и выделяли шарики размером 70-250 мкр. Для иммобилизации гепарина, сорбент предварительно активировали 0,01M раствором эпихлоргидрина; 1 часть (100 мл) пористых целлюлозных шариков (ПЦШ) поместили в ткан, снабженный механической мешалкой и добавляли 10 мл 3N раствора гидроксим натрия и 1 мл эпихлоргидрина. Смесь перемешивали в течение 90 минут при комнатной температуре. Через 30 минут стакан помещают в водяную баню и нагревают в течение 1 часа при температуре 60°C . После промывки сорбента дистиллированной водой пористые целлюлозные шарики уравнивают 0,1N карбонат-бикарбонатной буфером pH =9 и тот же гепарин в том же буфер в концентрации с 1 мл/мл. Ингибируют в течение 18 часов при температуре 4°C в холодильнике. Через 18 часов сорбент отмывают 0,15M раствором хлористого натрия. Свободные эпокси группы восстанавливают 0,1 M раствором HCl. Количество иммобилизованного гепарина оценивали спектрофотометрированием. Содержание гепарина на 1 мл/ 10 мл ПЦШ. После инкубации интактных эритроцитов в двух сериях исследования, путем осмотического гемолиза и центрифугирования при 8000 С в течении 20 минут были выделены мембраны эритроцитов. Осадок, после трехкратного отмывания забуферным раствором хлористого аммония, обрабатывали буферным раствором тритона X-IQ0 при pH= 2,0. Количественное содержание иммуноглобулинов класса G и M

исследовали иммунохимическим методом. Анализ полученных результатов указывает на своеобразие динамики уровня иммуноглобулина G. Во всех группах исследования отмечена тенденция снижения уровня иммуноглобулина G при сравнении двух групп исследования: инкубация с физиологическим раствором и сорбентом, иммобилизованным гепарином. Во второй группе исследования достоверное снижение концентрации иммуноглобулина M также отмечено. Отрадно отметить, что тенденция незначительного снижения иммуноглобулина G отмечена и в группе здоровых подростков. Видимо, при инкубации эритроцитов с сорбентом, иммобилизованным гепарином, происходит разрыв связей с поверхностью эритроцитов реактивными группами гепарина. При этом, гепарин не адсорбируется на поверхность эритроцитов. Исследование инкубационной среды, после отделения эритроцитов путем центрифугирования, указало, что в этой среде инкубации происходит накопление иммуноглобулина G и разница между иммуноглобулином M средами до и после инкубации по содержанию иммуноглобулина составляет 1,2-1,5раза. Последнее подтверждает вышеуказанную версию о разрыве связей с поверхностью эритроцитов иммобилизованным гепарином и выходе в инкубационную среду иммуноглобулина G. Своеобразная динамика отмечена в отношении количественного содержания иммуноглобулина M, где наблюдался рост его концентрации после инкубации эритроцитов сорбентом, иммобилизованным гепарином при сравнение с показателями иммуноглобулина G. Отмеченные изменения, на наш взгляд, связаны с освобождением "Fab"- фрагментов иммуноглобулина M от агрегатов белка или иммунных комплексов при воздействия активных поликатионных групп гепарина.

Таблица 2

Динамика иммуноглобулина G и M в плазме крови и мембранах эритроцитов у подросток -спортсменов

Пациенты	Иммуноглобулин G ME/мл			Иммуноглобулин M ME/мл		
	Плазма	Эритроцит крови		Плазма	Эритроцит крови	
		Физиолог раствор	сорбент		Физиолог раствор	сорбент
Подростки-спортсмены легкой степени анемии	106,84±9,51	14,62±1,13	9,87±0,84	218,64±11,2	36,93±3,27	48,32±4,34
Здоровые дети	113,73±8,69	4,63±0,33	3,17±0,27	152,81±9,79	13,29±1,14	11,32±1,06

Таким образом, воздействие сорбента, иммобилизованного гепарином, приводит к снижению концентрации адсорбированного на поверхности эритроцитов иммуноглобулина G и M высвобождению "Fab" фрагментов иммуноглобулина G и M от агрегатов белков. На наш взгляд, снижение на поверхности эритроцитов уровня агрегатов, т.е. иммунных комплексов состоящих из агрегатов иммуноглобулина G и M при воздействии гепарина является положительной реакцией, так как агрегатного состояния IgG и JgM служит основной причиной возникновения патофизиологических реакций с участием их агрегатов на поверхности функционально нарушенного эритроцитов крови и не позволяет адекватно выполнять транспорт кислорода при физических нагрузках. Как известно, образцы гепарина с большим содержанием сульфата более активны, имеют большое количество отрицательно заряженных остатков серной кислоты и степень сульфатирования гепарина могут влиять на его способность связывать агрегаты образующиеся из иммунных комплексов (иммуноглобулин+антиген) имеющих положительный заряд за счет положительно заряженных аминокислот. Возникает вопрос, почему у подросток-спортсменов перенесших вирусную инфекцию, чаще наблюдается анемия легкой степени, которая при физических нагрузках проявляется в виде дизадаптации. Для этого мы провели дополнительное

исследование, где изучили уровень гаптоглобина в плазме крови. Роль последнего заключается в связывание свободного гемоглобина образующегося при разрушение эритроцитов адгезивными циркулирующими иммунными комплексами и системой комплемента.

Как известно, иммуноглобулины и комплексы антиген-антитело относятся к активаторам системы комплемента. В свою очередь, белки комплемента опсонизируют иммунные комплексы для их последующего фагоцитоза и опосредуют уничтожение различных клеток крови и микроорганизмов. Терминальные компоненты каскада комплемента - C5b, C6, C7, C8 и C9 связываются друг с другом и формируют мембраноатакующий комплекс (МАК), который вызывает лизис клетки, создавая канал, который пронизывает клеточную мембрану, нарушают осмотическое равновесие в клетке, через которые в клетку проникают ионы и поступает вода. Клетка набухает, мембрана становится проницаемой для макромолекул, которые затем покидают клетку. В результате происходит лизис кровяных клеток, в частности эритроцитов, что приводит к гемолизу клетки и выходу свободного гемоглобина в кровяной русло. Следовательно, связываясь с комплексами антиген-антитело на поверхности клеток крови, белки комплемента повышают их растворимость и способствуют их разрушению фагоцитами. Поэтому, активация комплемента на поверхности клеток организма, где образовано комплексов антиген-антитело могут иметь губительные последствия для организма.

Все выше изложенное свидетельствует о несомненном вкладе компонентов системы комплемента в патогенез иммунокомплексного воспаления. Исследование активности классического пути комплемента показало на достоверные изменения в изучаемых показателях крови

Таблица 3

Динамика количественного содержания компонента комплемента классического пути в плазме крови у спортсменов (мг /дл)

Показатель	Группа сравнения	Основная группа
Компонент комплемента C3	65,92±4,89	126,35±8,24*
Компонент комплемента C5a	2,24±0,13	6,74±0,46*
Содержание гаптоглобина	42,78±3,51	13,89±0,73*

Примечание: * - различия относительно данных 1 группы значимы $P < 0,05$,

В таблице продемонстрировано, что у всех спортсменов с анемией легкой степени наблюдались значимые различия в степени активности классического пути комплемента. Высокая активность классического пути комплемента у обследуемых групп может быть связана усиленным потреблением системы комплемента для разрушения иммунных комплексов и клеток крови. У данного контингента обследуемых лиц уровень активности классического пути комплемента показывает переход на формирование иммунных комплексов и, опосредованно, о подключении к процессу воспаления компонентов адаптивного иммунного ответа. Относительно высокие уровни активности классического пути свидетельствует о достаточной выраженности иммунного ответа у этой категории пациентов что, по-видимому, связано с истощением резервов иммунного реагирования за счет хронического заболевания. Необходимо отметить, что комплемент C5a - многокомпонентная ферментная система плазмы, проявляющая при активации функции лизиса и опсонизации. Так у спортсменов с анемией легкой степени с иммунокомплексной этиологией воспаления определялись более высокие его концентрации комплемента C5a, которые превышали таковые в 2,6 раза. Известно, что система комплемента C5a находится всегда в состоянии готовности, но её активность минимальна. Эта сторожевая функция обеспечивается фиксацией C3b субъединицы комплемента на патогенах и собственных тканях хозяина. Через этот компонент комплемента реализуются образование анафилактического C5a и терминального мембран-

атакующего комплекса C5B - 9. Соответственно, высокие концентрации C5a, определяемые в группе иммунокомплексной этиологией воспаления у спортсменов, являются предрасполагающими для формирования аутоагрессии относительно клеток крови, в частности эритроцитов, что приводит к разрушению данной клетки крови. Длительное повышение уровней этого субкомпонента комплемента потенцируют повреждающее действие мембран-атакующих комплексов и приводит увеличению в крови свободного гемоглобина. Данное состояние адаптивно усиливает синтез реактивного белка-гаптоглобина, который связывает свободный гемоглобин и выводит из организма. Все это в конечном итоге сопровождается не только скрытой формой анемии, но и снижением фагоцитарной активности организма спортсмена и развитием иммунокомплексной патологии.

Фойдаланилган адабиётлар руйхати.

1. Алибекова С.С. Влияние тренировочных нагрузок на некоторые иммунные показатели и липидный спектр крови у спортсменов борцов // Материалы XXIII съезда физиологического общества им. И.П. Павлова с международным участием (Воронеж, 18-22 сентября 2017 г.). - Москва, 2017.С. 2149-2151.
2. Артюхов В.Г. Взаимодействие нейтрофилов крови человека с C3 фактором системы комплемента в условиях УФ-облучения // Иммунология. 2005. - Т. 26, № 2. - С. 76-79.
3. Афанасьева И.А. Сдвиги в популяционном составе и функциональной активности лимфоцитов, продукции цитокинов и иммуноглобулинов у спортсменов при синдроме перетренированности / И.А. Афанасьева // Вестник спортивной науки. - 2011. - № 3. - С. 18-24.
4. Базарин К.П. Изменение функциональной активности нейтрофильных гранулоцитов крови у квалифицированных спортсменов / К.П. Базарин, А.А. Савченко, Л.И. Александрова // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. - 2013. - № 6. - С. 16-18.
5. Василенко В.С. Цитокины как маркеры перенапряжения сердечно-сосудистой системы у спортсменов / В.С. Василенко, М.Я. Левин, Ю.Б. Семенова [и др.] // Цитокины и воспаление. - 2015. - Т. 14, № 1. - С. 86-90.
6. Грипп у взрослых: методические рекомендации по диагностике, лечению, специфической и неспецифической профилактике. Под ред. А.Г. Чучалина, «НП-Принт», 2014. 192 с.
7. Гаврилова Е. А. Стрессорный иммунодефицит у спортсменов. М.: Советский спорт, 2009. 192 с.
8. Дурманов Н.Д., Филимонов А.С. Диагностика и коррекция нарушений обмена железа в спорте высших достижений: Методические рекомендации для врачей клубов. - Москва, 2010. - 84 с.
9. Костевич В.А., Соколов, А.В. Взаимодействие церулоплазмينا и тиоцианата как ингибиторов миелопероксидазы в плазме крови. // Медицинский Академический Журнал. 2010. Т. 10. С. 210.
10. Калинин С.А. Состояние системы иммунитета человека и животных при физических нагрузках различного генеза / С.А. Калинин, С.М. Шульгина, Е.Н. Антропова [и др.] // Иммунология. - 2019. - Т. 40, № 3. - С. 72-82.
11. Клинические рекомендации «Острые респираторные вирусные инфекции у взрослых». Рассмотрены и рекомендованы к утверждению Профильной комиссией Минздрава России по специальности «инфекционные болезни» на заседании 25 марта 2014 года и 8 октября 2014 года. 69 с.
12. Емельянов Б.А. Методы развития вторичного иммунодефицита у спортсменов при вирусных инфекциях: дис. ... д-ра мед. наук. - М., 1991. - 549 с.
13. Зурочка А.В. Состояние иммунной системы и эритроцитарного роста кроветворения у спортсменов различных специализаций. / А.В. Зурочка, О.В. Журило, С.Л. Сашенков // Медицинская иммунология. - 2006. - Том 8, № 2-3, - С. 369.

14. Журило О.В. Изучение взаимодействия системы кровь и параметров иммунной системы у спортсменов различных специализаций в годовом тренировочном цикле. / О.В. Журило, С.Л. Сашенков // Вестник Уральской медицинской академической науки. - 2010,-№2/1.-С. 32-33.
15. Журило О.В. Сравнительная характеристика основ субполюций лимфоцитов у спортсменов различных специализаций / О.В. Журило, С.Л. Сашенков, А.В. Швецов // Вестник Уральской медицинской академической науки. -2011,-№2/2. - С. 85-86.
16. Журило О.В. Сравнительная характеристика показателей периферического отдела эритронов у спортсменов различных специализаций / О.В. Журило, А.В. Зурочка, С.Л. Сашенков, В.А. Черешнев, А.В. Швецов // Вестник Уральской медицинской академической науки. -2011. - № 4 (37). - С. 94-96 .
17. Лебедев К.А., Понякина И.Д. Иммунная недостаточность (выявление и лечение). - М.: Медицинская книга, 2003. - 442 с.
18. Любошенко Т.М. Клинико-иммунологические аспекты инфекции, вызванной вирусом простого герпеса / Т.М. Любошенко // Международный научно-исследовательский журнал. - 2016. - № 1 (43). - С. 62-64.
19. Назаров П.Е. Иммунный статус спортсменов при физической нагрузке / П. Назаров, Е. Шевченко, О. Осадчая // Наука в олимпийском спорте. - 2014. - № 1. - С. 37-43.
20. Симонова Н.А. Исследование показателей периферической крови спортсменов пубертатного возраста / Н.А. Симонова, Н.П. Петрушкина, Е.В. Жуковская // Научно-спортивный вестник Урала и Сибири. - 2017. - № 4 (16). - С. 15-21.
21. Симонова Н.А. Современные технологии исследования клеточного состава периферической крови спортсменов / Н.А. Симонова, Н.А. Петрушкина, Е.В. Быков [и др.] // Научно-спортивный вестник Урала и Сибири. - 2019. - № 2 (22). - С. 3-16.
22. Стернин Ю. А., Сизякина Л. П. Изучение особенностей состояния иммунной системы при высокой физической активности // Актуальные вопросы терапии. 2007. №4. С. 31-34
23. Панасенко О.М. Влияние церулоплазмينا и лактоферрина на хлорирующую активность лейкоцитарной миелопероксидазы. Изучение методом хемилюминесценции / О.М. Панасенко, А.В. Чеканов, И.И. Власова, А.В. Соколов и др. // Биофизика. - 2008. - Т. 53. - № 4. - С. 573-581. [PMID: 18819272]
24. Панасенко О.М., Чеканов, А.В., Власова, И.И., Соколов, А.В., Агеева, К.В., Пулина, М.О., Черкалина, О.С., Васильев, В.Б. Влияние церулоплазмينا и лактоферрина на хлорирующую активность лейкоцитарной миелопероксидазы. Изучение методом хемилюминесценции. // Биофизика. 2008. Т. 53. С. 573-581.
25. Соколов А.В. Структурно-функциональные характеристики взаимодействия церулоплазмينا с лактоферрином и миелопероксидазой. // Дисс. канд. биол. наук, 2007. ГУ НИИ экспериментальной медицины РАМН, Санкт-Петербург.
26. Соколов А.В., Агеева, К.В., Костевич, В.А., Берлов, М.Н., Рунова, О.Л., Захарова, Е.Т., Васильев, В.Б. Взаимодействие церулоплазмينا с серпроцидинами. // Биохимия. 2010. Т. 75. С. 1544-1552.
27. Соколов А.В., Голенкина, Е.А., Костевич, В.А., Васильев, В.Б., Судьина, Г.Ф. Взаимодействие церулоплазмينا и 5-липноксигеназы. // Биохимия. 2010. Т. 75. С. 16871694.
28. Соколов А.В., Пулина, М.О., Агеева, К.В., Айрапетов, М.И., Волгин, Г.Н., Берлов, М.Н., Марков, А.Г., Яблонский, П.К., Колодкин, Н.И., Захарова, Е.Т., Васильев, В.Б. Взаимодействие церулоплазмينا, лактоферрина и миелопероксидазы. // Биохимия. 2007.Т. 72. С. 506-514.
29. Samygina V.R. Ceruloplasmin: macromolecular assemblies with iron-containing acute phase proteins / V.R. Samygina, A.V. Sokolov, G. Bourenkov, M.V. Petoukhov et al. // PLoS One. - 2013. - Vol. 8. - № 7. - e67145.
30. Методические рекомендации. Грипп у взрослых: диагностика, лечение, способы и методы неспецифической профилактики. Под ред.: Васина А.В, Сологуб Т.В. СПб., 2016.

82 с.

31. Ярмухаммедова Н.А., Якубова Н.С., Тиркашев О.С., Узакова Г.З., Ачилова М.М. Функциональные изменения со стороны сердечно сосудистой системы у больных с хроническим формами бруцеллёза.//Журнал «Достижения науки и образования», 2020, №4 (58). С. 56-60
32. Ярмухаммедова Н.А., Джураева К.С., Самиебаева У.Х., Шодиева Д.А., Бахриева З.Ж. Клинико-эпидемиологические аспекты нейробруцеллёза по данным областной инфекционной больницы города Самарканда//Журнал "Вестник науки и образования" 2020, июль №14 (92). С.61-66
33. Ярмухаммедова Н.А., Рустамова Ш.А. Clinical and epidemiological aspects pneumococcal meningitis of adults Samarkand Medical Institute//Проблемы биологии и медицины 2020 4 (120) № 5. P 536-544.
34. Mochida N., Umeda T., Yamamoto Y. The main neutrophil and neutrophil-related functions may compensate for each other following exercise finding from training in university judoists // Luminescence. 2007. Vol. 22. № 1. P 20-28.
35. Koch A. J., Wherry A. D., Petersen M. C. Salivary immunoglobulin A response to a collegiate rugby game //J. Strength. Cond. Res. 2007. Vol. 21. № 1. P 86-90.
36. Таймазов В. А., Цыган В. Н., Мокеева Е. Г. Спорт и иммунитет. СПб.: Олимп, 2003. 200 с.
37. Аронов Г. Е., Иванова Н. И. Иммунологическая реактивность при различных режимах физических нагрузок. М.: Физкультура и спорт, 1987. 210 с.
38. Zieker D., Zieker J., Dietzsch J. CDNA-microarray analysis as a research tool for expression profiling in human peripheral blood following exercise // Exerc. Immunol. Rev. 2005. № 11. P 86-96.
39. Танцырева И. В., Волкова Э. Г., Мовчан Л. Н. Роль факторов гуморального и клеточного иммунитета в электрическом ремоделировании миокарда //Журнал АДАИР 2007. №11. Прил. 2. С. 95.
40. Nesargikar P. N., Spiller B., Chavez R. The complement system: history, pathways, cascade and inhibitors. (англ.)// European Journal Of Microbiology & Immunology. - 2012. - June (vol. 2, no. 2). - P. 103-111.