

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ПРИКЛАДНАЯ СПОРТИВНАЯ НАУКА

№ 1 (3)



ПРИКЛАДНАЯ СПОРТИВНАЯ НАУКА

Международный
научно-теоретический журнал

№ 1 (3)

Минск
2016

МИНИСТЕРСТВО СПОРТА И ТУРИЗМА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНО-
ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР СПОРТА»

№ 1 (3)

2016 г.

ПРИКЛАДНАЯ СПОРТИВНАЯ НАУКА

*Международный
научно-теоретический журнал
Издается с 2015 г.
Выходит два раза в год*

Учредитель:

*государственное учреждение
«Республиканский научно-практический
центр спорта»*

Адрес: ул. Воронянского, 50/1,
220007 г. Минск,
тел. (017) 225 80 60,
факс (017) 327 27 26
www.medsport.by
E-mail: post@medsport.by

| | |
|-------------------------|------------------|
| Ответственный за выпуск | Г. М. Загородный |
| Компьютерная верстка | К. А. Тагиева |
| Корректор | А. М. Зиновик |

Подписано в печать 03.08.2016.
Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная № 1.
Усл. печ. л. 12,55. Уч.-изд. л. 7,44.
Тираж 100 экз. Заказ 99

Отпечатано с оригинал-макета заказчика
на ризографе в государственном учреждении
«Республиканский учебно-методический
центр физического воспитания населения».

Ул. Игнатенко, 13, 220035, Минск

Главный редактор

*Загородный Г. М.,
канд. мед. наук, доц.; Беларусь*

Заместитель главного редактора

*Масловский Е. А.,
д-р пед. наук, проф.; Беларусь*

Ответственный секретарь

*Иванчикова Н. Н.,
канд. биол. наук; Беларусь*

Члены редколлегии:

*Барков В. А., д-р пед. наук, проф.; Беларусь
Калинкин Л. А., д-р мед. наук, проф.; Россия
Марищук Л. В., д-р психол. наук, проф.; Беларусь
Мельнов С. Б., д-р биол. наук, проф.; Беларусь
Нарский Г. И., д-р пед. наук, проф.; Беларусь
Кручинский Н. Г., д-р мед. наук, доц.; Беларусь
Плетнев С. В., д-р техн. наук, проф.; Беларусь
Сиваков А. П., д-р мед. наук, проф.; Беларусь
Ширковец Е. А., д-р пед. наук, д-р биол. наук, проф.; Россия
Нехвядович А. И., канд. пед. наук, доц.; Беларусь
Рыбина И. Л., канд. биол. наук; Беларусь
Моссэ И. Б., д-р биол. наук, проф.; Беларусь
Гаврилова Е. А., д-р мед. наук, проф.; Россия
Ачкасов Е. Е., д-р мед. наук, проф.; Россия
Сукало А. В., д-р мед. наук, проф.; Беларусь
Кильчевский А. В., д-р биол. наук, проф.; Беларусь
Альберт Голлхофер, д-р мед. наук, проф., Германия
Триша Лихи, д-р психол. наук, КНР.*

ISSN 2415-329X

© Государственное учреждение
«Республиканский научно-практический
центр спорта», 2016

11. Шальков, Ю. А. Здоровье туриста / Ю. А. Шальков. – М.: ФиС, 1987. – 144 с.
12. Altman, R. D. Degenerative joint disease / R. D. Altman // Clin. Rheumatol. Dis/ – 1983. – Vol. 9, № 3. – P. 681–693.
13. Davis, M. A. The association of the knee injury: the role obesity / M. A. Davis [et al.] // A. S. Epidemiol, 127 – P. 1019–1030.
14. Mathies, H. Epidemiologische und sozialmedizinische Daten rheumatischer Erkrankungen / H. Mathies // Aktuelle Rheumat.–1978. – Bd. 3. – № 2. – S. 49–63.
15. Michet, C. J. Examination of the joints / C. J. Michet, G. G. In: Textbook of Rheumatology / W. n. Kelley [et al] (editors) / 4-th edition. V. 1. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1993. – P. 351–317.

12.05.2016

УДК 612.1

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕМБРАН ЭРИТРОЦИТОВ И ЛИПОПРОТЕИНОВ ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ СПОРТСМЕНОВ ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА

**С. С. Осочук, доктор медицинских наук, доцент,
А. Ф. Марцинкевич, А. С. Осочук,
УО «Витебский государственный медицинский университет»**

Аннотация

Обновление мембран эритроцитов спортсменов является одним из наиболее важных процессов функционирования системы доставки кислорода в ткани, зависящей от состава и физико-химических свойств мембран и липопротеиновых комплексов крови. В работе показана вероятностная модель взаимодействий содержания холестерина, физико-химических свойств мембран эритроцитов и липопротеинов высокой плотности (ЛПВП) спортсменов циклических видов спорта. У спортсменов наиболее важным фактором влияния является содержание холестерина, оказывающего влияние на свойства прибрежных липидных пулов. У лиц, не занимающихся спортом, взаимозависимость ЛПВП и мембран эритроцитов отсутствует.

PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES OF ERYTHROCYTES MEMBRANES AND HIGH-DENSITY LIPOPROTEINS OF SPORTSMEN OF CYCLIC SPORTS

Annotation

Renewal of erythrocytes membranes of sportsmen is one of the most important processes of functioning of oxygen delivery in tissues depending on compound and physical-chemical properties of membranes and lipoprotein complex of blood. The article shows the probable model of interaction between content of cholesterol, physical-chemical properties of erythrocytes membranes and high-density lipoprotein (HDL) of sportsmen of cyclic sports. Among sportsmen the most important factor of influence is the content of the cholesterol which exerts impact on lipoprotein rafts. Among men who isn't practicing sports interdependence between HDL and erythrocytes membranes is absent.

Актуальность

Известно, что средняя продолжительность жизни эритроцита составляет 127 дней [1] и в норме может колебаться в пределах 70–140 дней [2]. При интенсивных физических нагрузках скорость старения эритроцитов увеличивается

главным образом за счет роста перекисной модификации мембранных и субклеточных структур, что способно привести к сокращению продолжительности их жизни и нарушению микроциркуляции вплоть до тканевой гипоксии [3]. Таким образом, при интенсивных физических нагрузках компенсаторные механизмы, лежащие в основе увеличения продолжительности жизни эритроцитов, приобретают чрезвычайно важную роль. Учитывая, что эритроциты являются безъядерными клетками, обновление их мембран осуществляется за счет внешних ресурсов, в частности за счет обмена с липопротеинами высокой плотности (ЛПВП), фосфолипидами посредством фосфолипидпереносящих белков [4] и холестерином (ХС) посредством лецитин-холестерол-ацилтрансферазы (ЛХАТ) [5]. Одним из факторов, оказывающих влияние на активность обновления мембран эритроцитов, являются физико-химические свойства мембран и ЛПВП [6]. Учитывая большую активность в модификации эритроцитов, а также существенные изменения состава ЛПВП крови [15] при физических нагрузках, можно предположить, что взаимодействия между ЛПВП и мембраной эритроцитов у спортсменов и лиц, не занимающихся спортом, будут иметь значительные отличия, зависящие в том числе от состава и физико-химических свойств участников процесса.

В связи с вышеизложенным целью нашей работы было построение математической модели взаимодействия ЛПВП и мембран эритроцитов на основе исследования количества ХС и физико-химических свойств мембран эритроцитов и ЛПВП, у спортсменов и лиц, не занимающихся спортом.

Материалы и методы

В ходе эксперимента сформированы опытная группа (спортсмены от I взрослого разряда до мастера спорта, средний возраст $18,6 \pm 3,0$ года, 42 человека) и контрольная группа (молодые люди, не занимающиеся спортом, средний возраст $19,2 \pm 1,7$ года, 38 человек).

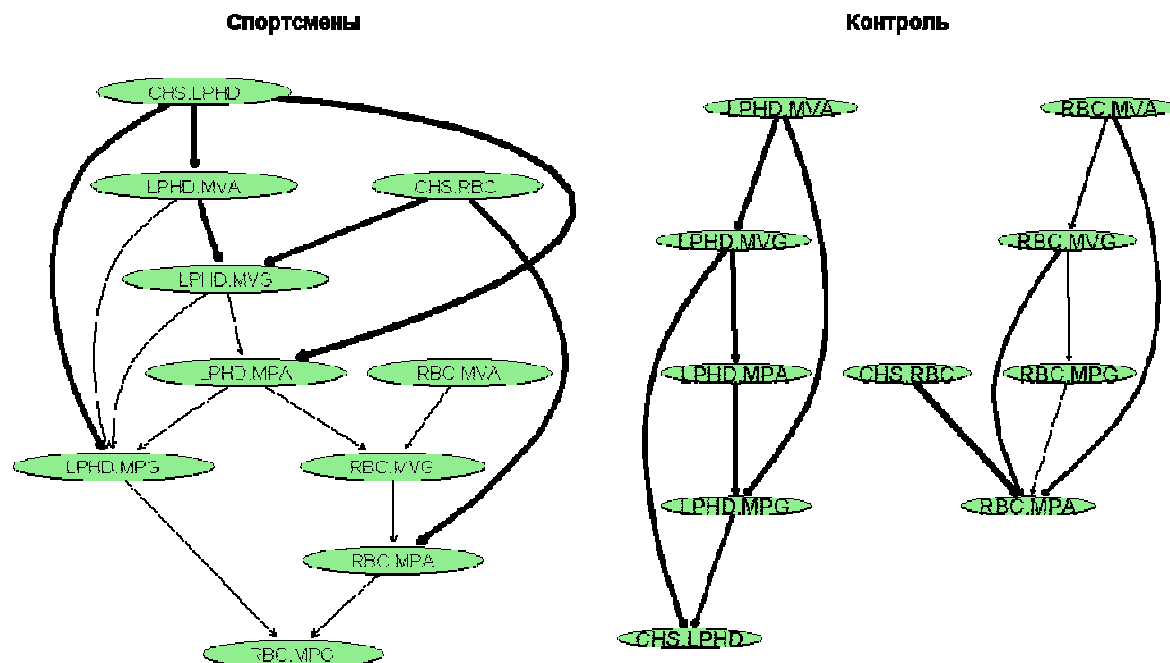
Венозную кровь забирали в утренние часы, натощак, из локтевой вены в вакутайнеры с цитратом натрия. Эритроциты отмывали в буферном (150 мМ NaCl+5 мМ фосфат Na, pH 8,0) растворе и проводили выделение мембран эритроцитов по методу Доджа [7]. Очищенные мембраны стандартизовали по белку до конечной концентрации 100 мг/мл и оценивали физико-химические свойства при помощи флуоресцентного зонда пирена в концентрации 1 мкМ на спектрофлуориметре SOLAR CM2203 (Беларусь) при длине волны возбуждения 286 и 337 нм и регистрации на 329, 374, 394 и 480 нм [8, 9]. Холестерол экстрагировали из суспензии мембран эритроцитов и нативных ЛПВП изопропиловым спиртом. Количество общего холестерина определяли по реакции Златкиса-Зака [10].

Выделение сыворотки проводилось на центрифуге PC-6 при 3000 об/мин в течение 15 минут. Выделение ЛПВП проводили методом градиентного ультрацентрифугирования в растворе бромида натрия на ультрацентрифуге Beckman LE80K (ротор 50.4 Ti) [11].

Математическое моделирование осуществляли с использованием пакета прикладных статистических программ R 3.2.4. Построение байесовской сети доверия производили на основании гибридного алгоритма ММНС (Max-Min Hill Climbing) на основе пакета bnlearn [12]. Силу ребер полученной графической вероятностной модели считали значимой при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

В ходе математической обработки полученных данных для спортсменов и лиц, не занимающихся спортом, была получена модель, представляющая собой направленный ациклический граф (рисунок 1), отражающий взаимодействия статистически значимых ($p < 0,05$) показателей (из числа всех определявшихся). Наиболее сильные взаимодействия отражены толстыми стрелками. Сила ребер взаимодействий отражена в таблице 1.



CHS.RBC и CHS.LPHD – холестерол мембран эритроцитов и ЛПВП, RBC и LPHD — МЭ и ЛПВП, соответственно, MVA, MVG, MPA и MPG — микровязкость и микрополярность аннулярного и общего липидных пулов, соответственно

Рисунок 1 – Вероятностная модель взаимодействия физико-химических свойств МЭ и ЛПВП

Таблица 1 – Сила ребер вероятностная модели взаимодействия физико-химических свойств МЭ и ЛПВП

| Спортсмены | | | Контрольная группа | | |
|--------------|-------------|------------|--------------------|-------------|------------|
| Начало ребра | Конец ребра | Сила ребра | Начало ребра | Конец ребра | Сила ребра |
| CHS.LPHD | LPHD.MPG | 8.321445 | CHS.RBC | RBC.MPA | 8.785054 |
| CHS.LPHD | LPHD.MVA | 7.165933 | LPHD.MVG | CHS.LPHD | 3.323821 |
| CHS.RBC | RBC.MPA | 7.028194 | LPHD.MPG | CHS.LPHD | 1.701577 |
| LPHD.MPA | RBC.MVG | 4.622602 | RBC.MVG | RBC.MPA | 1.010568 |
| LPHD.MPG | RBC.MPG | 4.558048 | LPHD.MVA | LPHD.MPG | 0.823037 |
| LPHD.MVG | LPHD.MPG | 4.341931 | RBC.MVA | RBC.MPA | 0.716072 |
| LPHD.MVA | LPHD.MPG | 4.064912 | RBC.MPG | RBC.MPA | 0.666172 |
| CHS.LPHD | LPHD.MPA | 3.735121 | RBC.MVG | RBC.MPG | 0.553038 |
| CHS.RBC | LPHD.MVG | 3.549829 | RBC.MVA | RBC.MVG | 0.521672 |
| LPHD.MPA | LPHD.MPG | 0.592267 | LPHD.MVG | LPHD.MPA | 0.393307 |
| RBC.MVG | RBC.MPA | 0.581315 | LPHD.MPA | LPHD.MPG | 0.377918 |
| RBC.MPA | RBC.MPG | 0.454539 | LPHD.MVA | LPHD.MVG | 0.311056 |
| LPHD.MVA | LPHD.MVG | 0.384303 | | | |
| RBC.MVA | RBC.MVG | 0.377944 | | | |
| LPHD.MVG | LPHD.MPA | 0.339452 | | | |

Анализ полученной модели взаимодействия мембран эритроцитов и ЛПВП показывает, что у спортсменов, в отличие от лиц, не занимающихся спортом, очень высока степень взаимосвязи ЛПВП и мембран эритроцитов (рисунок 1). Преобладающим фактором влияния на показатели физико-химических свойств ЛПВП и мембран эритроцитов является ХС ЛПВП (CHS.LPHD) и ХС мембран эритроцитов (CHS.RBC). Как видно из графического отображения, ХС ЛПВП (CHS.LPHD) оказывает значительное статистически значимое влияние на микровязкость и микрополярность аннулярного (прибелкового) липидного пула ЛПВП (LPHD.MVA и LPHD.MPA соответственно), микрополярность общего

липидного пула ЛПВП и микрополярность аннулярного липидного пула мембран эритроцитов (LPHD.MVG и RBC.MPA соответственно). Учитывая, что микрополярность может определяться, в том числе и активностью перекисной модификации липидных структур [13], можно предположить, что у спортсменов активность перекисного окисления или иные процессы, увеличивающие микрополярность, играют значительную роль в обновлении структуры эритроцитарной мембраны. Такая точка зрения совпадает с опубликованными нами ранее данными о преобладании перекисной модификации мембран эритроцитов у спортсменов высокого уровня спортивного мастерства [14]. Примечательно, что холестерол оказывает влияние не только на микрополярность аннулярного липидного слоя мембран эритроцитов спортсменов, но также и на микровязкость общего липидного пула ЛПВП. Это единственная точка на графе, которая указывает на то, что мембрана эритроцитов может контролировать физико-химические свойства ЛПВП. Возможно, такой контроль осуществляется за счет ЛХАТ и является частью процесса, приводящего к характерному для спортсменов увеличению ХС ЛПВП [15]. Следует отметить, что холестерол мембран эритроцитов находится в отрицательной корреляционной зависимости от микрополярности прибрежного липидного слоя (ρ Спирмена – 0.42, $p = 0,005$), подтверждая тем самым гипотезу о возможном действии холестерола как структурного антиоксиданта, препятствующего перекисной модификации полиненасыщенных жирных кислот фосфолипидов вследствие стерических затруднений.

(LPHD.MPG). В свою очередь ХС мембран эритроцитов (CHS.RBC) оказывает существенное влияние на микровязкость общего липидного пула ЛПВП

Вторичное, менее выраженное влияние (отражено тонкими стрелками на рисунке 1) оказывают физико-химические свойства ЛПВП и мембран эритроцитов. Так, микровязкость аннулярного слоя мембран эритроцитов (RBC.MVA) оказывает влияние на микровязкость общего липидного пула (RBC.MVG), зависящего также от микрополярности аннулярного липидного пула ЛПВП (LPHD.MPA). В свою очередь микрополярность аннулярного липидного пула мембран эритроцитов детерминируется микровязкостью общего липидного пула и оказывают влияние на микрополярность общего липидного пула (RBC MPG). Учитывая направление влияния от аннулярного липидного пула к общему липидному пулу, можно предположить, что инициатором обменов в системах взаимоотношений внутри липидных пулов является его прибрежная часть.

Выявленные факты свидетельствуют о высокой активности обмена липидами и значительной взаимозависимости физико-химических свойств ЛПВП и мембран эритроцитов спортсменов циклических видов спорта. Полученные нами результаты подтверждаются сторонними исследованиями, в которых показана повышенная скорость транспорта липидов в состав ЛПВП у бегунов на сверхдлинные дистанции [16] и увеличение активности липопротеинлипаз у лиц, имеющих высокую физическую активность [17, 18].

Таким образом, у спортсменов ключевую роль в изменении физико-химических свойств мембран эритроцитов и ЛПВП играет холестерол определяющий состояние аннулярного и общего липидных пулов как мембран эритроцитов, так и ЛПВП. Физико-химические свойства липидных пулов контролируются в первую очередь изменением состояния аннулярного липидного пула.

У лиц, не занимающихся спортом, холестерол не обладал столь высоким значением для формирования физико-химических свойств липидных пулов, как это характерно для спортсменов. Более того, ЛПВП и мембраны эритроцитов представляют собой две обособленные системы, не имеющие взаимного влияния. Для ЛПВП характерно выраженное поэтапное влияние их физико-химических свойств на содержание холестерола. При этом, как и у спортсменов, на первое

место выходит микровязкость аннулярного липидного пула (LPHD.MVA), оказывающего влияние как на микровязкость, так и на микрополярность общего липидного пула (LPHD.MVG и LPHD.MPG соответственно). Вторично, после воздействия микрополярности и микровязкости аннулярного липидного пула микрополярность общего липидного пула влияет на содержание холестерина. В эритроцитах физико-химические свойства липидных пулов не оказывают влияния на содержание холестерина, а холестерол оказывает выраженное влияние на микрополярность аннулярного липидного пула. Возможно, как и у спортсменов в мембранах эритроцитов холестерол играет роль структурного антиоксиданта в приобелковом липидном пуле.

Выводы

1. У спортсменов имеет место высокая степень взаимного влияния физико-химических свойств и содержания холестерина ЛПВП и мембран эритроцитов. Наиболее значимым фактором взаимодействия является содержание холестерина. Вторично взаимное влияние осуществляется через изменение, в первую очередь, физико-химических свойств аннулярного липидного пула.

2. У лиц, не занимающихся спортом, физико-химические свойства мембран эритроцитов и количество холестерина не связаны взаимным влиянием с физико-химическими свойствами и содержанием холестерина ЛПВП. Как и у спортсменов, направление взаимного влияния физико-химических свойств отдельно в ЛПВП и эритроцитах начинается с аннулярного липидного пула.

Список использованных источников

1. David Shemin The life span of the human red blood cell / David Shemin, D. Rittenberg // J. Biol. Chem. – 1946. – Vol. 166. – P. 627–636.
2. Cohen R. M. Red cell life span heterogeneity in hematologically normal people is sufficient to alter HbA1c / R. M. Cohen [et al.] // Blood. – 2008. – № 112. – P. 4284–4291.
3. Smith, J. A. Exercise, training and red blood cell turnover / J. A. Smith // Sports Med. – 1995. – № 19. – P. 9–31.
4. Панин, А. Е. Влияние липопротеинов крови и аполипопротеинов а-*i*, с и е на микровязкостные свойства мембран эритроцитов / А. Е. Панин [и др.] // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2009. – Т. 148. – № 9. – С. 273–276.
5. Suda T. Alterations in erythrocyte membrane lipid and its fragility in a patient with familial lecithin: cholesterol acyltransferase (LCAT) deficiency / T. Suda, [et al.] // J Med Invest. – 2002. – Vol. 49, № 3–4. – P. 147–155.
6. Barenholz, Y. Importance of cholesterol-phospholipid interaction in determining dynamics of normal and abetalipoproteinemia red blood cell membrane / Y. Barenholz [et al.] // Cell Biophys. – 1981. – № 3. – P. 115–126.
7. Dodge, J. The preparation and chemical characteristics of hemoglobin free ghosts of erythrocytes / J. Dodge, C. Mitchell, D. Hanahan // Arch Biochem Biophys. – 1963. – Vol. 100, N 1. – P. 119–130.
8. Добрецов, Г. Е. Флуоресцентные зонды в исследовании клеток, мембран и липопротеинов / Г. Е. Добрецов. – М.: Наука, 1989. – 277 с.
9. Влияние платинического введения перфторана на параметры структурно-функционального состояния мембран эритроцитов / Н. Б. Кармен [и др.] // Перфторуглеродные соединения в медицине и биологии: сб. материалов XII Междунар. конф. – Пущино, 2003. – С. 122–126.
10. Колб, В. Г. Справочник по клинической химии / В. Г. Колб, В. С. Камышников. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск: Беларусь. – 1982. – 366 с.
11. Препаративное выделение подклассов липопротеидов высокой плотности и характеристика их состава / И. А. Щербакова [и др.] // Вопросы медицинской химии. – 1981. – № 1. – С. 102–108.
12. Scutari, M. Learning Bayesian Networks with the bnlearn R Package / M. Scutari // Journal of Statistical Software. – 2010. – № 35. – P. 1–22.
13. Oxidative Damage & Repair: Chemical, Biological and Medical Aspects / Kelvin J. A. Davies [et al.]. – 1st ed. – Pergamon Press, 1991. – 899 p.

14. Осочук, С. С. Окислительная модификация белков и липидов мембран эритроцитов спортсменов циклических видов спорта [Текст] / С. С. Осочук, А. Ф. Марцинкевич // Вестник БГУ. Серия 2. – 2015. – № 2. – С. 47–52.
15. Banfi, G. Metabolic markers in sports medicine / G. Banfi, [et al.] // Adv Clin Chem. – 2012. – Vol. 56. – P. 1–54.
16. Vaisberg, M. Lipid Transfer to HDL is Higher in Marathon Runners than in Sedentary Subjects, but is Acutely Inhibited During the Run M. Vaisberg [et al.] // Lipids. – 2012. – № 47. – P. 679–686.
17. Kantor, M. A. Exercise acutely increases HDL-cholesterol and lipoprotein lipase activity in trained and untrained men / M. A. Kantor [et al.] // Metabolism. – 1987. – Vol. 36. – P. 188–192.
18. Kantor, M. A. Acute increase in lipoprotein lipase following prolonged exercise / M. A. Kantor // Metabolism. – 1984. – № 33. – P. 454–457.

01.05.2016

УДК 796:61

АНАЛИЗ УРОВНЯ И СТРУКТУРЫ СЛУЧАЕВ СПОРТИВНОГО ТРАВМАТИЗМА В ОТДЕЛЬНЫХ ВИДАХ СПОРТА

А. С. Ясюкевич, Н. П. Гулевич, П. Г. Муха,

Республиканский научно-практический центр спорта

Аннотация

В данной статье рассмотрена структура первичного спортивного травматизма, приведены статистические данные о спортивном травматизме в различных видах спорта. На основе проведённого исследования авторами выделены наиболее травмоопасные виды спорта. Выявлены характерные поражения опорно-двигательного аппарата, чаще встречаемые в различных видах спортивной деятельности. В окончании статьи подробно изложены не только медицинские и педагогические принципы профилактики спортивного травматизма, но и даны рекомендации по снижению спортивного травматизма в спорте.

THE ANALYSIS OF DEGREE AND STRUCTURE OF EXAMPLES OF SPORTS TRAUMATISM IN VARIOUS SPORTS

Annotation

The article considers structure of primary sports traumatism, gives statistical data of sports traumatism in various sports. Based on made research authors identified the most injury-causing sports. Were educed specific lesions of a musculoskeletal system that are more typical in different kind of sport activity. In the conclusion not only medical and pedagogical principles of prophylaxis of sports traumatism are set forth but also recommendations on decrease of sports traumatism are given.

Введение

Спорт сопровождается критическим уровнем физических нагрузок. Постоянные тренировки и соревнования нередко вызывают определенные изменения функционального состояния организма спортсмена, связанные с адаптацией к чрезмерным физическим нагрузкам. К сожалению, с ростом физических нагрузок неуклонно будет расти и спортивный травматизм.