

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА ЮНЫХ СПОРТСМЕНОК

Рылова Н.В.¹, Жолинский А.В.², Серeda А.П.², Ключников М.С.², Рычков Е.Ю.³, Горский В.Е.³, Швед С.И.³

¹Казанский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, Казань, e-mail: rector@kgmu.kcn.ru;

²Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации ФМБА России, Москва, e-mail: fnkcsm@sportfmba.ru;

³Академия хоккея «Ак Барс», Казань, e-mail: Rilovanv@mail.ru

В работе представлено клиническое обследование 58 девочек в возрасте от 12 до 17 лет. Контрольную группу составили 20 школьниц, не занимающихся спортом профессионально, и 38 юных спортсменок. Определение уровня биоэлементов изучали с помощью атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой на аппарате Optima 2000 DV, PerkinElmer / США и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на приборе Elan 9000, PerkinElmer Sciex / США. Статистическая обработка результатов проводилась с помощью программ Microsoft Office Excel 2007 и IBM SPSS Statistics 20. Материалы исследования были подвергнуты статистической обработке с использованием методов параметрического и непараметрического анализа. Установлена значимая связь между содержанием макроэлементов в волосах и возрастом, ИМТ девочек, занимающихся спортом.

Ключевые слова: юные спортсмены, биоэлементы, волосы.

CORRELATION ANALYSIS OF MACRO- AND MICROELEMENT INDICATORS OF YOUNG ATHLETES

Rylova N.V.¹, Zholinsky A.V.², Sereda A.P.², Klyuchnikov M.S.², Rychkov E.Y.³, Gorsky V.E.³, Shved S.I.³

¹ Kazan State Medical University at the Ministry of Health of the Russian Federation, Kazan, e-mail: rector@kgmu.kcn.ru;

² Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical-Biological Agency of Russia", Moscow, e-mail: fnkcsm@sportfmba.ru;

³ Academy of Hockey «Ak Bars», Kazan, e-mail: Rilovanv@mail.ru

A clinical examination of 58 girls aged 12 to 17 years is presented. The control group consisted of 20 schoolchildren, not professionally engaged in sports and 38 young athletes. The determination of the level of bioelements was studied using atomic-emission spectrometry with inductively coupled plasma on the apparatus Optima 2000 DV, PerkinElmer / USA and inductively coupled plasma mass spectrometry on the Elan 9000, PerkinElmer Sciex / USA instrumen. The study materials were subjected to statistical processing using the methods of parametric and nonparametric analysis. There is a significant relationship between the content of macroelements in hair and age, the BMI of girls involved in sports.

Keywords: young athletes, bioelements, hair.

Дисэлементозы у юных спортсменов – наименее изученные, хотя и чрезвычайно распространенные, состояния [7; 8; 10]. Они интенсивно изучаются на протяжении нескольких лет специалистами различных направлений в России и за ее пределами, но интерес к проблемам данных состояний не ослабевает. Большинство исследований, в которых обсуждалась роль минералов при высокоинтенсивных занятиях спортом, касались взрослых атлетов. На сегодняшний день имеется малое количество работ по содержанию макро- и микроэлементов у юных спортсменов, нет полного представления о том, как реализуется взаимодействие минералов между собой, как это взаимодействие отражается на тренировочной и соревновательной деятельности. Организм ребенка, испытывающий

предельные физические и психоэмоциональные нагрузки, высокочувствителен к дефициту макро- и микроэлементов [1; 5; 6; 9]. Нарушение обмена минералов является одним из факторов, способных привести к широкому спектру расстройств в состоянии здоровья детей и подростков [2].

В педиатрической практике главной задачей при исследовании взаимосвязи между содержанием макро- и микроэлементов и состоянием здоровья является выбор чувствительных методов анализа и информативных биосубстратов. В настоящее время с целью получения высокоточного результата используются многоэлементные методы атомно-эмиссионной спектрометрии и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной аргоновой плазмой. В связи с развитием профилактического направления в медицине все больший интерес привлекают исследования таких биологических субстратов, как волосы и слюна, т.к. неинвазивность, информативность, доступность забора материала представляют хорошие перспективы для осуществления массового контроля за состоянием здоровья детей и подростков.

Волосы являются отличным материалом для исследования макро- и микроэлементов. Концентрация химических элементов в волосах наиболее полно отражает их тканевое содержание и хорошо коррелирует с элементным профилем внутренней среды организма, не зависит от суточной ритмики физиологических процессов и временных особенностей рациона. Химический состав волос – интегральный показатель, который подвержен более выраженным изменениям, чем цельная кровь, что определяет ценность данного биосубстрата, в том числе и на стадии донозологической диагностики [3; 4].

Материалы и методы. В работе представлено клиническое обследование 58 девочек в возрасте от 12 до 17 лет. Контрольную группу составили 20 школьниц, не занимающихся спортом профессионально, и 38 юных спортсменок. Медицинское обслуживание детей в общеобразовательных и спортивных школах имеет существенные отличия. Так, в общеобразовательной школе медицинская деятельность осуществляется под руководством детской городской поликлиники, ее цель – контроль за состоянием здоровья обучающихся, оказание первой помощи. Основные сведения о состоянии здоровья учащихся медицинские работники получают в результате ежегодных осмотров детей. Данные осмотров регистрируются в индивидуальные карты развития школьников – форма 026/у – 2000.

Медицинское обеспечение в ДЮСШ строится следующим образом: при поступлении в ДЮСШ учащиеся предоставляют письменное разрешение (справку) врача-педиатра поликлиники по месту жительства. Медработник ДЮСШ при зачислении детей в группы начальной подготовки руководствуется перечнем противопоказаний занятиям спортом в ДЮСШ. Спортивный медицинский работник ДЮСШ составляет график прохождения

медицинского осмотра детей. Диспансерные обследования учащиеся учебно-тренировочных групп проходят в ГАУЗ «Республиканский центр медицинской профилактики» два раза в год: осенью и весной (в октябре и марте учебного года). Данные осмотров заносятся в контрольную карту диспансерного наблюдения спортсмена - форма № 062 – у.

Перед забором биологического материала всем детям и подросткам был проведен клинический осмотр по общепринятой методике, включавшей в себя наружный осмотр, пальпацию, перкуссию, аускультацию. На момент осмотра все дети были соматически здоровы.

Определение уровня элементов изучали с помощью атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой на аппарате Optima 2000 DV, PerkinElmer / США (магний, калий, кальций и железо) и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на приборе Elan 9000, PerkinElmer Sciex / США.

Статистическая обработка результатов проводилась с помощью программ: Microsoft Office Excel 2007 и IBM SPSS Statistics 20. Материалы исследования были подвергнуты статистической обработке с использованием методов параметрического и непараметрического анализа в соответствии с результатами проверки сравнимых совокупностей на нормальность распределения. Методами вариационной статистики рассчитывали: среднее значение (M), ошибку средней величины (m). Достоверность различий средних сравнимых величин (p) определяли по коэффициенту Стьюдента (t). Различия показателей считались статистически значимыми при уровне значимости $p < 0,05$. В случае обнаружения статистически значимых различий между группами дополнительно проводилось парное сравнение совокупностей при помощи апостериорного критерия Тьюки.

Забор биологического материала проводили в соответствии с разрешением Локального этического комитета Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Казанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ.

Результаты исследования. Далее нами была изучена зависимость содержания элементов в волосах, исследуемых от возраста и индекса массы тела. Вначале была рассмотрена зависимость уровня макро- и микроэлементов от фактора возраста (таблица 1).

Таблица 1

Характеристики корреляционных связей между увеличением возраста и содержанием макро- и микроэлементов в волосах девочек

Элемент	Коэффициент корреляции r_{xy}		
	Контроль	Хоккей на траве	Фехтование

Кальций	+0,25	-0,21	-0,75
Магний	+0,53	-0,48	-0,69
Калий	+0,25	-0,13	+0,38
Железо	-0,09	+0,59	+0,02
Цинк	-0,08	-0,31	+0,39
Селен	-0,43	-0,09	+0,01
Хром	+0,10	+0,63	-0,39

* - уровень значимости корреляционной связи соответствовал $p < 0,05$.

При анализе зависимости уровня кальция в волосах от возраста юных фехтовальщиц с помощью метода парной линейной регрессии было получено следующее уравнение (1):

$$Y_{Ca} = 2144,5 - 99,3 * X_{Воз}, \quad (1)$$

где Y_{Ca} – содержание кальция в волосах спортсменок (мкг/г), $X_{Воз}$ – возраст исследуемых (полных лет).

Графически полученная зависимость представлена на рисунке 1.

Коэффициент корреляции для данной зависимости составил -0,75, что по шкале Чеддока соответствует *высокой тесноте* обратной связи. Коэффициент детерминации R^2 , определяющий долю дисперсии показателя, объясняемой фактором возраста, составил 56,2%. Уровень значимости наблюдаемой корреляционной связи составил 0,048.

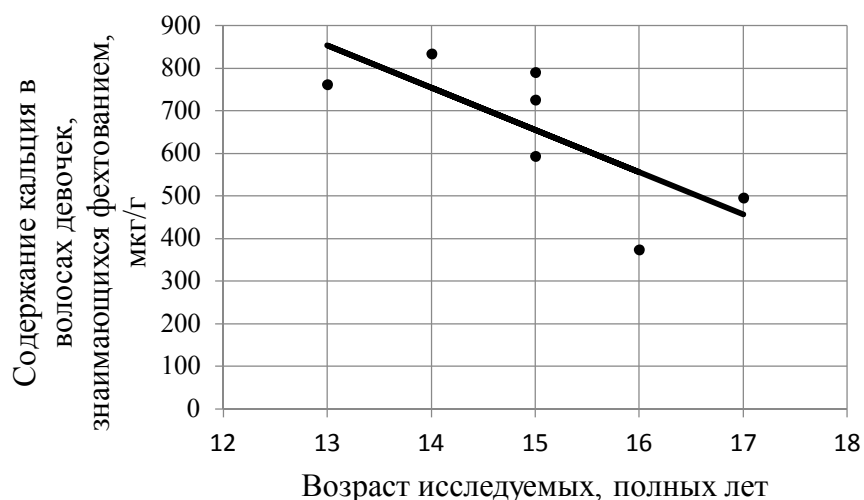


Рис. 1. Зависимость содержания кальция в волосах (мкг/г) от возраста среди спортсменок, занимающихся фехтованием

При анализе зависимости уровня магния в волосах от возраста юных фехтовальщиц с помощью метода парной линейной регрессии было получено следующее уравнение (2):

$$Y_{Mg} = 177,1 - 7,8 * X_{Воз}, \quad (2)$$

где Y_{Mg} – содержание магния в волосах спортсменок (мкг/г), $X_{Воз}$ – возраст исследуемых (полных лет). Графически полученная зависимость представлена на рисунке 2.

Коэффициент корреляции для данной зависимости составил $-0,69$, что по шкале Чеддока соответствует *заметной тесноте* обратной связи. Коэффициент детерминации R^2 , определяющий долю дисперсии показателя, объясняемой фактором возраста, составил $47,6\%$. Уровень значимости наблюдаемой корреляционной связи составил $0,046$.

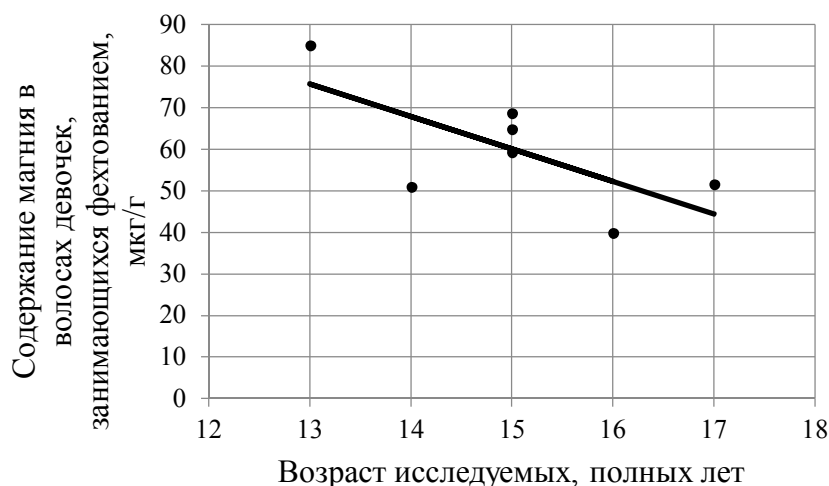


Рис. 2. Зависимость содержания магния в волосах (мкг/г) от возраста среди спортсменок, занимающихся фехтованием

Следующим фактором, влияние которого на содержание макро- и микроэлементов было проанализировано, явился ИМТ. Описание полученных корреляционных связей между указанными показателями представлено в таблице 2.

Таблица 2

Характеристики корреляционных связей между увеличением ИМТ и содержанием макро- и микроэлементов в волосах исследуемых девочек

Элемент	Коэффициент корреляции r_{xy}			
	Контроль	Плавание	Хоккей на траве	Фехтование
Кальций	0,14	н/д	0,6	-0,04
Магний	0,23	н/д	0,26	-0,68
Калий	0,18	н/д	-0,26	0,18
Железо	-0,24	н/д	-0,59	0,44
Элемент	Коэффициент корреляции r_{xy}			
	Контроль	Плавание	Хоккей на траве	Фехтование
Цинк	0,05	н/д	-0,26	0,53
Селен	0,19	н/д	-0,14	0,85
Хром	0,34	н/д	-0,31	-0,36

* - уровень значимости корреляционной связи соответствовал $p < 0,05$.

При анализе зависимости уровня кальция в волосах от ИМТ юных хоккеисток на траве с помощью метода парной линейной регрессии было получено следующее уравнение (3):

$$Y_{Ca} = -92,51 + 55,64 * X_{ИМТ}, \quad (3)$$

где Y_{Ca} – содержание кальция в волосах спортсменов (мкг/г), $X_{ИМТ}$ – индекс массы тела исследуемых ($кг/м^2$).

Графически полученная зависимость представлена на рисунке 3.

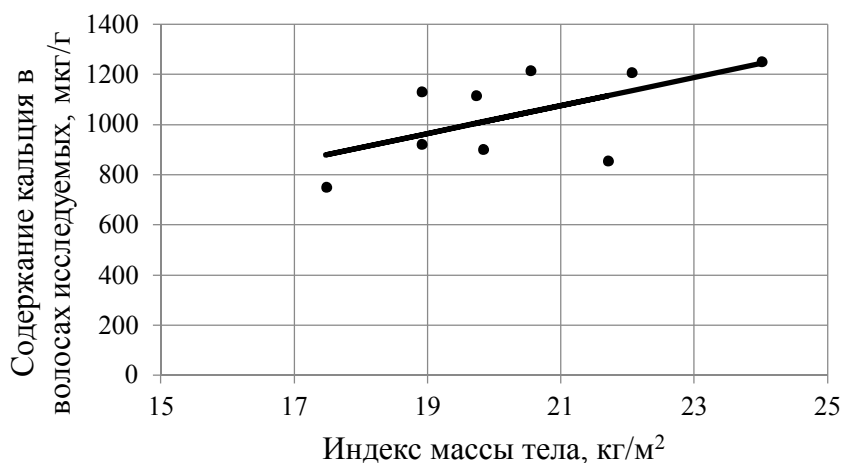


Рис. 3. Зависимость содержания кальция в волосах ($мкг/г$) от ИМТ среди спортсменок, занимающихся хоккеем на траве

Коэффициент корреляции для данной зависимости составил 0,60, что по шкале Чеддока соответствует *заметной* прямой связи. Коэффициент детерминации R^2 , определяющий долю дисперсии показателя, объясняемой фактором возраста, составил 36,0%. Уровень значимости наблюдаемой корреляционной связи составил 0,047.

При анализе зависимости уровня селена в волосах от ИМТ среди девочек, занимающихся фехтованием, с помощью метода парной линейной регрессии было получено следующее уравнение (4):

$$Y_{Se} = -0,408 + 0,045 * X_{ИМТ}, \quad (4)$$

где Y_{Se} – содержание селена в волосах фехтовальщиц ($мкг/г$), $X_{ИМТ}$ – индекс массы тела исследуемых ($кг/м^2$).

Графически полученная зависимость представлена на рисунке 4.

Коэффициент корреляции для данной зависимости составил 0,85, что по шкале Чеддока соответствует *высокой тесноте* прямой связи. Коэффициент детерминации R^2 , определяющий долю дисперсии показателя, объясняемой фактором ИМТ, составил 72,2%. Уровень значимости наблюдаемой корреляционной связи составил 0,015.

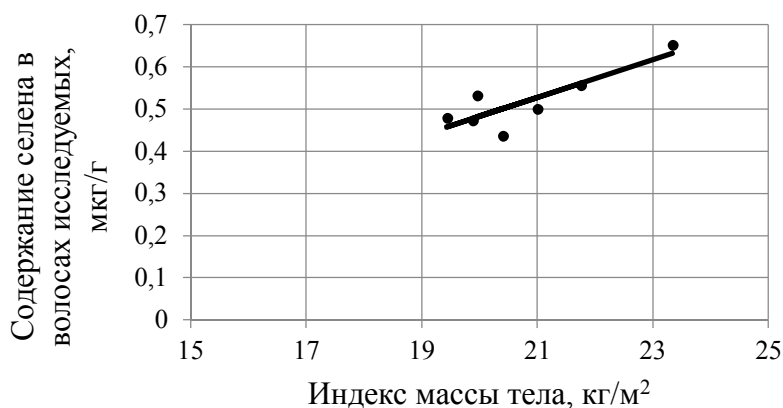


Рис. 4. Зависимость содержания селена в волосах (мкг/г) от ИМТ (кг/м²) среди девочек, занимающихся фехтованием

Коэффициент корреляции для данной зависимости составил 0,85, что по шкале Чеддока соответствует *высокой тесноте* прямой связи. Коэффициент детерминации R^2 , определяющий долю дисперсии показателя, объясняемой фактором ИМТ, составил 72,2%. Уровень значимости наблюдаемой корреляционной связи составил 0,015.

Таким образом, установлена значимая связь между содержанием макроэлементов в волосах и возрастом, ИМТ девочек, занимающихся спортом.

Список литературы

1. Мыцкан Б.М. Гемостимулирующие свойства поливитаминных препаратов и витаминно-минеральных комплексов, используемых в спорте / Б.М. Мыцкан, Т.С. Мыцкан // Спортивная медицина. – 2014. - № 1. – С. 150–153.
2. Рылова Н.В., Середа А.П., Самойлов А.С. Содержание биоэлементов в волосах у девочек, занимающихся спортом // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 1. - URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26061>.
3. Троегубова Н.А., Рылова Н.В., Гильмутдинов Р.Р. Особенности содержания биоэлементов в слюне и волосах юных спортсменов // Российский вестник перинатологии и педиатрии. - 2016. - Т. 61. - № 2. - С. 84-88.
4. Троегубова Н.А., Рылова Н.В., Гильмутдинов Р.Р. Содержание макро- и микроэлементов в слюне юных спортсменов // Практическая медицина. - 2013. - № 6 (75). - С. 170-171.
5. Топанова А.А. Оценка эффективности применения углеводно-витаминно-минерального напитка юными велосипедистами с различными генотипами

ангиотензинпревращающего фермента / А.А. Топанова, Н.Д. Гольберг, И.Ш. Якубова, Т.С. Чернякина // Вопросы детской диетологии. – 2010. – Т. 8, № 6. – С. 17–22.

6. Czaja J. Evaluation for magnesium and vitamin B6 supplementation among Polish elite athletes / J. Czaja, A. Lebedzińska, M. Marszał, P. Szefer // Rocz Panstw Zakl Hig. – 2011. - № 62 (4). - P. 413–8.

7. Evaluating the relationship of calcium and vitamin D in the prevention of stress fracture injuries in the young athlete: a review of the literature / A.S. Tenforde, L.C. Sayres, K.L. Sainani [et al.] // PMR. – 2010. – N 2 (10). – P. 945–9.

8. Influence of exercise on nutritional requirements / D.R. Pendergast, K. Meksawan, A. Limprasertkul [et al.] // Eur J Appl Physiol. – 2011. – N 111 (3). – P. 90–379.

9. Otag A. Responses of trace elements to aerobic maximal exercise in elite sportsmen // A. Otag, M. Hazar, I. Otag et al. // Glob J Health Sci. – 2014. - № 6 (3). – P. 6.

10. Responses of trace elements to aerobic maximal exercise in elite sportsmen // A. Otag [et al.] // Glob J Health Sci. – 2014. – N 6 (3). – P. 6.