

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС У ДЕТЕЙ 8–12 ЛЕТ С РАЗЛИЧНЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ МЫШЕЧНОЙ СИЛЫ И ЖИЗНЕННОЙ ЕМКОСТИ ЛЕГКИХ

УДК 616-07

¹Милушкина О.Ю.: доцент кафедры гигиены педиатрического факультета, к.м.н.;

²Детков В.Ю.: главный врач, к.м.н.;

³Скальный А.В.: главный научный сотрудник, д.м.н., профессор;

⁴Скоблина Н.А.: заведующая отделом комплексных проблем гигиены детей и подростков НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков, д.м.н., доцент;

¹Бокарева Н.А.: старший преподаватель кафедры гигиены педиатрического факультета, к.м.н.;

⁵Федотов Д.М.: младший научный сотрудник НИИ Арктической медицины.

¹ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова» Минздрава России, г. Москва, Россия

²ГБУЗ «Детская городская больница № 19 им. К.А. Раухфуса», г. Санкт-Петербург, Россия

³ФГБУН «Институт токсикологии» ФМБА России, г. Санкт-Петербург, Россия

⁴ФГБУ «Научный центр здоровья детей» РАМН, г. Москва, Россия

⁵ГБОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Архангельск, Россия

ELEMENTAL STATUS IN CHILDREN AGED 8-12 YEARS WITH DIFFERENT INDICES OF MUSCLE STRENGTH AND LUNG CAPACITY

Kuchma VR; Detkov VJu; Skal'nyj AV; Milushkina OJu; Skoblina NA

Введение

Увеличение длины и массы тела, широтных и обхватных размеров у современных детей и подростков сочетается с существенным снижением физиометрических показателей по сравнению с исследованиями 1960-ых и 1980-ых гг. [1]. По данным литературы, снижение силовых возможностей дошкольников, школьников и студентов отмечается во многих регионах России [2, 3, 4, 5]. Изучение влияния элементного статуса на физическое развитие детей показывает, что существует статистически значимые различия между содержанием металлов в биосубстратах у детей с нормальным физическим развитием и с отклонениями от нормы, также на наличие корреляции между уровнем микроэлементов и ростом, весом и объемом головы детей [6, 7]. Сходные данные получены при обследовании военнослужащих [8, 9].

В связи с этим, представляет интерес дальнейшее изучение влияния элементного статуса детей на их функциональные показатели (мышечную силу и жизненную емкость легких). Мышечная сила правой кисти (кистевая динамометрия) отражает функциональное состояние мышечной и нервной систем и является интегральным показателем гармоничного развития ребенка. Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) – показатель внешнего дыхания, отражающий функции дыхательной системы организма. Существенное влияние на эти функции оказывает характер питания детей (обеспеченность микро- и макронутриентами), образ жизни и условия проживания (загрязнение окружающей среды химическими веществами, климато-географические факторы).

Материалы и методы

Всего обследовано 93 ребенка. Физическое развитие детей изучалось по унифицированной антропометрической методике с использованием стандартного инструментария [10]. Оценивались соматометрические

и физиометрические показатели физического развития. Получены результаты анализов элементного состава волос (16 элементов). Пробоподготовка образцов волос проводилась в соответствии с МУК 4.1.1482-03, МУК 4.1.1483-03 «Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой», утвержденными Минздравом РФ в 2003 г. Аналитические исследования выполнены в испытательной лаборатории АНО «Центр Биотической Медицины», аккредитованной при ФЦГСЭН (аттестат аккредитации ГСЭН.RU.ЦОА.311, регистрационный номер в Государственном реестре РОСС RU.0001.513118 от 29 мая 2003 г.) и сертифицированной на соответствие системы менеджмента качества ISO 9001:2000 (сертификат №4017 от 05.04.2006, выдан BM Trada Certification, Англия). Испытания выполнены методом атомной эмиссионной спектроскопии и масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргонной плазмой (АЭС-ИСП, МС-ИСП). Для проведения анализа использованы масс-спектрометр Elan 9000 (PerkinElmer Corp., США) и атомно-эмиссионный спектрометр Optima 2000 DV (PerkinElmer Corp., США), а также система микроволнового разложения (Multiwave 3000, A. Paar). Для оценки полученных результатов использовались нормативы тяжелых металлов, утвержденные Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г.Онищенко 28 декабря 2010 года [11] и нормативы макро- и микроэлементов, изложенные в работах А.В. Скального [12, 13, 14].

Были рассчитаны средние арифметические величины (M), ошибки средних (m), наименьшие и наибольшие значения (min и max), средние квадратические

отклонения (σ) и корреляция функциональных показателей и микроэлементов.

Статистическая обработка проводилась с использованием пакета статистического анализа Statistica 6.0 (StatSoft, США).

Результаты и их обсуждение

Среднее содержание химических элементов в волосах детей с различными показателями мышечной силы представлено в таблице 1.

По содержанию макроэлементов в волосах всех детей установлено превышение условной нормы калия, содержание ниже условной нормы магния в группах со средними и сниженными показателями мышечной силы. В группе детей с высокими показателями мышечной силы среднее содержание магния в волосах в пределах допустимых значений. Получены статистически значимые различия среднего содержания кальция в волосах детей с высокими показателями мышечной силы и детей со средними значениями мышечной силы ($p < 0,05$).

Таким образом, дети с высокой мышечной силой по макроэлементному составу волос отличаются большим содержанием кальция и магния. Оба вещества участвуют в регуляции нервно-мышечной проводимости. Одной из причин снижения мышечной силы у ребенка может быть недостаточное потребление продуктов с высоким содержанием кальция и магния. Высокое содержание калия в волосах детей, возможно, связано с его избыточным поступлением (например, длительная картофельная диета) [15].

Изучение содержания биоэлементов – эссенциальных микроэлементов в организме детей с разным уровнем мышечной силы позволило установить следующие

особенности: у всех детей отмечены избыток железа и марганца в волосах, недостаток кобальта и селена, а также нарушено соотношение Cu:Fe:Zn. Содержание цинка в волосах детей с высокими показателями мышечной силы установлено в пределах условной нормы, в то время как в группах детей со средними и низкими показателями мышечной силы содержание цинка ниже условной нормы. По содержанию меди отмечена тенденция больших значений в группе детей с высокими показателями мышечной силы. Таким образом, по показателям содержания эссенциальных микроэлементов статистически значимых различий в группах детей с разным уровнем мышечной силы не получено, тем не менее, содержание цинка и меди имеет тенденцию к повышению у детей с высокими показателями мышечной силы.

Уровень никеля в биосубстратах детей со средними и высокими показателями мышечной силы статистически значимо выше по сравнению с детьми со сниженными показателями мышечной силы ($p < 0,05$).

Исследования на животных показали, что снижение содержания никеля в рационе приводит к укорочению задних конечностей и снижению двигательной активности [15]. Таким образом, низкое содержание никеля в волосах детей сочетается с низкими значениями кистевой динамометрии.

Было установлено превышение содержания в биосубстратах детей таких токсичных элементов, как ртуть и свинец. Статистически значимых различий средних значений токсичных элементов в группах детей с разными силовыми показателями не установлено. Однако, известно, в условиях дефицита кальция абсорбция свинца может увеличиваться до 30% [16]. Таким образом, низкое

Таблица 1. Состав химических элементов в волосах детей с различными показателями мышечной силы ($M \pm m$), мг/кг

Элемент норма, мг/кг	Сниженные показатели мышечной силы (n = 29)	Средние показатели мышечной силы (n = 49)	Высокие показатели мышечной силы (n = 15)
K 60–900	1187,32±178,5↑	1173,41±175,8↑	1115,6±320,8↑
Na 50–300	1788,9±354,8	1712,7±327,2	1548,8±500,8
Ca 200–2000	216,04±15,1	209,84±13,5	261,28±20,4*
Mg 19–163	18,8±1,9↓	15,6±1,3↓	22,9±3,2
P 75–200	160,2±27,4	126,7±2,4	135,3±5,9
Fe 5,0–25,0	33,3±3,7↑	32,91±3,4↑	37,3±4,2↑
Zn 100–250	96,8±8,9↓	90,1±7,6↓	129,8±13,8
Cu 7,5–20	10,06±0,3	10,48±0,2	13,8±2,7
Mn 0,1–1,0	1,37±0,17↑	1,28±0,17↑	1,9±0,37↑
Se 0,7–1,5	0,4±0,03↓	0,5±0,06↓	0,32±0,03↓
Cr 0,1–2,0	0,80±0,06	0,92±0,07	0,74±0,08
Co 0,05–0,5	0,016±0,0011↓	0,02±0,003↓	0,018±0,0017↓
Cu: Fe: Zn 1:3:15	1:3:9↓	1:3:9↓	1:3:10↓
Pb 0,1–5,0	5,5±1,1↑	5,3±0,7↑	6,2±1,9↑
Hg 0,05–2,0	0,29±0,05↑	0,33±0,04↑	0,22±0,04↑
Cd 0,05–0,25	0,13±0,02	0,13±0,01	0,11±0,03
Li 0,01–0,25	0,034±0,006	0,026±0,003	0,039±0,008
Ni 0,1–2,0	0,38±0,04	0,74±0,16*	0,62±0,11*
Ti 0,5–2,0	1,13±0,27	0,69±0,05	0,72±0,1

* $p < 0,05$, ↓ – показатель ниже условной нормы, ↑ – показатель выше условной нормы

содержание макроэлементов в питании детей приводит к снижению уровня необходимых минералов и повышению содержания токсичных элементов в организме.

Поскольку в детском возрасте функциональные показатели различных систем часто не совпадают, распределение детей по показателям ЖЕЛ выглядит иначе, чем по динамометрии.

Среднее содержание химических элементов в волосах детей с различными показателями жизненной емкости легких представлено в таблице 2.

По содержанию макроэлементов в волосах детей с низкими показателями ЖЕЛ установлено статистически значимое превышение калия и натрия ($p < 0,05$ по сравнению с группой детей со средними значениями ЖЕЛ и $p < 0,01$ по сравнению с группой с высокими показателями ЖЕЛ). При этом у детей с высоким значением ЖЕЛ уровень калия находится в пределах условной нормы, тогда как в других группах существенно выше. Содержание натрия в волосах детей всех трех групп выше условной нормы.

Повышенный уровень в волосах калия и натрия обычно рассматривается специалистами как отражение нарушения водно-солевого обмена, функции симпатoadrenalовой системы.

Кроме того, в группе детей с высоким уровнем ЖЕЛ содержание кальция в волосах ниже условной нормы, а концентрация магния ниже условной нормы в группах детей со средними и высокими показателями ЖЕЛ.

Таким образом, установлено нарушение водно-электролитного баланса у детей с низким уровнем ЖЕЛ по высокому содержанию калия и натрия в волосах.

Содержание эссенциальных микроэлементов в биосубстратах детей с различными показателями ЖЕЛ не выявило статистически значимых различий, показатели элементов аналогичны распределению детей по группам

с разным уровнем мышечной силы: избыток железа и марганца, недостаток селена и кобальта, дисбаланс Cu:Fe:Zn. Также выявлена тенденция к более высокому содержанию меди в волосах у детей с высокими значениями ЖЕЛ.

Представляют интерес результаты по содержанию условно жизненно необходимых элементов: в группе детей с высокими показателями ЖЕЛ среднее содержание мышьяка в волосах в пределах условной нормы, в то время как в группах с низкими и средними значениями ЖЕЛ выше нормы. По данным исследований избыток мышьяка в волосах может свидетельствовать о нарушениях дыхательной системы [15]. О том же свидетельствует высокая концентрация лития и кремния в волосах детей с низкими значениями ЖЕЛ. Во всех трех группах детей содержание лития в пределах возрастной нормы, тем не менее у детей с низкими значениями ЖЕЛ статистически значимо выше ($p < 0,01$). Кроме того, полученные результаты по литию сочетаются с высоким содержанием калия и натрия в волосах, последний из которых является антагонистом магния [17].

Содержание токсичных элементов в волосах детей также имеет ряд особенностей. У детей с низкими значениями ЖЕЛ отмечено превышение содержания свинца, статистически значимо выше уровень титана ($p < 0,05$) по сравнению с группой детей с высокими показателями ЖЕЛ и в пределах условной нормы содержание ртути. В то время как у детей с высокими и средними значениями ЖЕЛ содержание ртути выше условной нормы и достоверно выше ($p < 0,01$) по сравнению с детьми с низкими значениями ЖЕЛ.

Хронический избыток титана в организме приводит к воспалению легких, альвеолитам, трахеитам, т.е. отмечается селективное поражение дыхательной системы, что подтверждается нашим исследованием.

Таблица 2. Состав химических элементов в волосах детей с различными показателями жизненной емкости легких ($M \pm m$)

Элемент норма	Сниженные показатели ЖЕЛ (n = 15)	Средние показатели ЖЕЛ (n = 54)	Высокие показатели ЖЕЛ (n = 13)
K 60–900	1843,27±352,2*,***	973,25±139,1	520,38±168,7
Na 50–300	2873,8±757,4*,**	1292,9±209,9	608,4±193,9
Ca 200–2000	232,5±23,2	210,4±12,4	186,4±23,8↓
Mg 19–163	21,72±2,1	17,57±1,5↓	16,08±3,0↓
P 75–200	134,5±5,8	147,1±14,8	120,8±3,6
Fe 5,0–25,0	34,65±3,9↑	32,74±3,1↑	44,79±7,4↑
Zn 100–250	110,27±11,5	103,48±7,1	116,29±13,7
Cu 7,5–20	10,31±0,5	10,16±0,5	13,89±2,5
Mn 0,1–1,0	1,81±0,3	1,44±0,2	1,39±0,3
Se 0,5–1,5	0,45±0,045	0,39±0,05	0,37±0,03
Cr 0,1–2,0	0,93±0,1	0,77±0,06	0,92±0,11
Co 0,05–0,5	0,02±0,002↓	0,02±0,024↓	0,02±0,001↓
Cu: Fe: Zn 1:3:15	1:3,4:10,7↓	1:3:10↓	1:3,2:8↓
Pb 0,1–5,0	7,11±1,9↑	4,57±0,7	4,7±1,7
Hg 0,05–2,0	0,18±0,03	0,32±0,04**	0,37±0,06**
Cd 0,05–0,25	0,135±0,03	0,111±0,01	0,123±0,02
Li 0,01–0,25	0,046±0,008**	0,029±0,004	0,022±0,0025
Ni 0,1–2,0	0,56±0,1	0,61±0,1	0,42±0,06
Ti 0,5–2,0	0,88±0,1*	0,87±0,2	0,54±0,09

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$, ↓ - показатель ниже условной нормы, ↑ - показатель выше условной нормы

Таким образом, у детей с низкими показателями ЖЕЛ по элементному статусу выявлено нарушение водно-электролитного баланса и поражение дыхательной системы.

По результатам статистической обработки установлены корреляционные связи между мышечной силой и содержанием кальция ($R=0,42$; $p<0,05$), мышечной силой и содержанием мышьяка ($R= -0,42$; $p<0,05$), между показателями ЖЕЛ и содержанием кадмия ($R= -0,75$; $p<0,05$), показателями ЖЕЛ и содержанием свинца ($R= -0,57$; $p<0,05$), показателями ЖЕЛ и содержанием титана ($R= -0,52$; $p<0,05$), показателями ЖЕЛ и содержанием цинка ($R= 0,3$; $p<0,05$). Эти данные в основном согласуются с работами О.С. Нотова, И.И. Ивашкина и др. [9, 18, 19].

Заключение

В ходе проведенных исследований установлена связь между уровнем содержания исследуемых элементов и функциональным состоянием мышечной, нервной и дыхательной систем школьников, что подтверждается наличием статистически значимых и на уровне тенденций различий между содержанием металлов в биосустратах у детей со средними, низкими и высокими значениями мышечной силы и ЖЕЛ, а также наличием корреляции между уровнем микроэлементов и показателями мышечной силы и жизненной емкости легких исследуемой выборки детей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

16. Характеристика морфофункциональных показателей московских школьников 8–15 лет (по результатам лонгитудинальных исследований) / В.Р. Кучма, Н.А. Скоблина, О.Ю. Милушкина и др. // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2012; 1: 76–83.
17. Характеристика функциональных возможностей организма современных дошкольников / Березина Н.О., Никитина М.А., Храмов П.И. // Российский педиатрический журнал. 2011; 3: 39–42.
18. Богомолова Е.С. Гигиеническое обоснование мониторинга роста и развития школьников в системе «здоровье – среда обитания»: автореф. дисс. ... д-ра мед. наук. – Нижний Новгород, 2010. 44 с.
19. Мишкова Т.А. Морфофункциональные особенности и адаптационные возможности современной студенческой молодежи в связи с оценкой физического развития: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М., 2010. 24 с.
20. Сравнительная характеристика физиометрических показателей физического развития школьников / Н.В. Чагаева, И.В. Попова, А.Н. Токарев и др. // Гигиена и санитария. 2011; 2: 72–75.
21. Степанова М.В., Еремейшвили А.В. Физическое развитие детей дошкольного возраста и микроэлементный статус // Ярославский педагогический вестник. 2011; 3. III: 60–66.
22. Взаимосвязь между показателями массы тела и элементным составом волос у детей-якутов дошкольного возраста / А.В. Скальный, В.Р. Кучма, А.В. Эверстова и др. // Российский педиатрический журнал. 2007; 1: 52–53.
23. Фесюн А.Д. Восстановительная фармаконутрицевитическая кор-рекция функционального состояния и элементного статуса у военнослужащих: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. – М., 2011. – 48 с.
24. Скальный А.В., Фесюн А.Д., Ивашкин И.И. Изменение элементного статуса военнослужащих на фоне приема препарата цинка и его связь с показателями функциональных резервов организма. // Микроэлементы в медицине – 2010. – Том 11. – Вып. 1. – С. 19–24.
25. Методы исследования физического развития детей и подростков в популяционном мониторинге: Руководство для врачей / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Ю.А. Ямпольская и др. 1999. 226 с.
26. МУ 2.1.10.2809–10. Состояние здоровья населения в связи с состоянием природной среды и условиями проживания населения. Использование биологических маркеров для оценки загрязнения среды обитания металлами в системе социально-гигиенического мониторинга. Методические указания. М.: 2010. 20 с.
27. Скальный А.В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученные методом ИСП-АЭС (АНО Центр биотической медицины). // Микроэлементы в медицине. – 2003. – Т.4. – В.1. – С. 55–56.
28. Скальная М.Г., Скальный А.В., Демидов В.А., Грабелкис А.Р., Лобанова Ю.Н. Установление границ физиологического (нормального) содержания некоторых химических элементов в волосах жителей г. Москвы с применением центильных шкал // Вестник С.-Петербургской ГМА им. И.И. Мечникова. – 2004. – № 4. – С. 82–88.
29. Скальный А.В., Лакарова Е.В., Кузнецов В.В., Скальная М.Г. Аналитические методы в биоэлементологии. – СПб.: Наука, 2009. – 264 с.
30. Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине. М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. 272 с.
31. Проблема микроэлементів у харчуванні населення України та шляхи її вирішення / Корзун Н.С., Козьярин І.П., Парац А.М. та ін. // Проблеми харчування. 2007; 1: 5–11.
32. Оберлис Д., Харланд Б., Скальный А. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных. – СПб.: Наука, 2008. – 544 с.
33. Нотов О.С., Алиджанова И.Э. Зависимость элементного статуса от некоторых показателей физического развития // «Вестник ОГУ» (приложение «Биоэлементология»). – Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2006, № 12 (62). – С. 179–181.
34. Нотов О.С., Алиджанова И.Э. Особенности элементного статуса лиц с различным физическим развитием // Сборник материалов II Международной научно-практической конференции «Биоэлементы». – Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2007. – С. 76–78.

Резюме

В работе приводятся данные о влиянии элементного статуса детей на физиометрические показатели (кистевую динамометрию и жизненную емкость легких). Полученные результаты подтверждают гипотезу об особенностях элементного состава волос у детей со сниженными, средними и высокими показателями мышечной силы и ЖЕЛ. Изменения содержания химических элементов в тканях ребенка связаны с питанием, загрязнением территории проживания химическими элементами и др. факторами. Профилактические мероприятия, направленные на нормализацию обмена макро- и микроэлементов приведут к повышению функциональных резервов и восстановлению сниженных физиометрических показателей детей и подростков.

Ключевые слова: макроэлементы, микроэлементы, физическое развитие, мышечная сила, жизненная емкость легких.

Abstract

The work presents the data on the effect of the element status of children on physiometric indicators (carpal dynamometry and lung capacity). The results support the hypothesis about features of the elemental composition of hair in children with reduced, medium, and high levels of muscle strength and lung capacity. Changes in the content of chemical elements in the tissues of child are related to nutrition, pollution, chemical element pollution of the residential area and other factors. Preventive measures to normalize the exchange of macro- and micronutrients will lead to increased functional reserves and recovery of reduced physiometric indicators in children and adolescents.

Key words: macronutrients, micronutrients, physical development, muscle strength, lung capacity.

Контакты:

Скоблина Наталья Александровна. E-mail: skoblina_dom@mail.ru