

М. В. Степанова, А. В. Еремейшвили

Физическое развитие детей дошкольного возраста и микроэлементный статус

В статье дается оценка показателей физического развития дошкольников в зависимости от уровня содержания микроэлементов тяжелых металлов в биосубстратах. В исследовании приняли участие 308 детей. Определение уровня микроэлементов проводилось с помощью вольтамперометрии. В ходе исследования установлена связь между уровнем содержания исследуемых элементов и физическим развитием дошкольников, на что указывает наличие достоверных отличий между содержанием металлов в биосубстратах у детей с нормальным физическим развитием и с отклонениями от нормы, также на связь указывает наличие корреляции между уровнем микроэлементов и ростом, весом и объемом головы исследуемой выборки детей.

Ключевые слова: цинк, медь, свинец, кадмий, биосубстраты, физическое развитие, вольтамперометрия, рост, вес, объем головы и груди.

M. V. Stepanova, A. V. Ereimeyshvili

Physical Development of Preschool Age Children and a Microelement Status

In the article the estimation of indicators of preschool children's physical development depending on the level of heavy metals micro-elements in biosubstrates is given. 308 children took part in the research. Definition of the level of microelements was done with the help of voltammetry. During the research the connection between the level of the investigated elements and the physical development of preschool children is determined, it is specified with the presence of authentic differences between the density of the metals in the biosubstrate of children with normal physical development and with deviations from the norm, the connection is also defined with correlation links between the level of microelements and growth, weight and volume of a head of the studied sample of children.

Keywords: zinc, copper, lead, cadmium, biosubstrate, physical development, voltammetry, growth, weight, head and breast volume.

Введение

Физическое развитие является одним из наиболее важных показателей здоровья детского населения. Именно в детском возрасте формируется костно-мышечный аппарат, заканчивается развитие всех систем органов, поэтому антропометрические показатели, показатели функциональных проб достоверно показывают, как развивается детский организм. Отклонение в физическом развитии часто свидетельствует о наличии в окружающей среде факторов, неблагоприятно влияющих на здоровье ребенка. Антропометрические показатели физического развития: рост, вес, окружность грудной клетки и головы позволяют дать оценку физическому развитию детей. Длина тела является суммарным показателем, характеризующим состояние пластических процессов в организме. Это наиболее стабильный из всех показателей физического развития. Масса тела отражает развитие костно-мышечного аппарата, внутренних органов, жи-

ровой клетчатки. В отличие от роста масса тела относительно лабильна. Она может изменяться под влиянием даже кратковременного заболевания, нарушения питания, изменения режима. Физиологический баланс минеральных веществ в организме человека является обязательным условием для обеспечения нормальной жизнедеятельности и поддержания здоровья [3, 4, 5, 8].

Целью исследования было изучение показателей физического развития дошкольников (рост, вес, объем головы и грудной клетки) и определение уровня содержания микроэлементов тяжелых металлов (цинка, меди, свинца и кадмия) в биосубстратах (волосах и ногтях) у разных групп детей.

Материалы и методы

Исследования по данной теме проводили с 2003 по 2009 годы. Для наблюдения были выбраны группы детей в возрасте от 1 года до 6 лет, проживающих с момента рождения на территории г. Углича Ярославской области и во Фрун-

зенском районе г. Ярославля. Всего было обследовано 308 человек, взято 952 пробы волос и 896 – ногтей, выполнено 3808 и 3584 количественных инверсионных вольтамперометрических измерений (соответственно). Выборка представлена на 53,9 % девочек и на 46,1 % мальчиков; по возрасту 50,6 % исследуемых детей были в возрасте от 1 года до 3 лет, а 49,4 % – от 4 до 6 лет.

Антропометрические исследования проводили в соответствии с методикой скрининговых исследований первого уровня, рекомендуемых для оценки физического развития детей г. Ярославля с последующей оценкой при помощи таблиц стан-

дартов физического развития детей и подростков г. Ярославля с дальнейшей обработкой цифровых данных (Statistica версия 6.0) [7]. Обработку проб волос и ногтей проводили по методу доктора Скального [9]. В качестве метода определения микроэлементов в биосубстратах выбрана инверсионная вольтамперометрия. Концентрацию металлов находили методом добавок [2].

Результаты и их обсуждение

Результаты антропометрических исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1

Физическое развитие детей дошкольного возраста исследуемых городов

Показатели физического развития	ДЕВОЧКИ		МАЛЬЧИКИ	
	г. Углич M±δ	г. Ярославль M±δ	г. Углич M±δ	г. Ярославль M±δ
1	2	3	4	5
1 год 3 месяца			12 месяцев	
Рост, см	76±0,5	-	74,3±0,5	-
Вес, кг	11,6±0,5	-	9,5±0,5	-
О. груди, см	49±0,5	-	47±0,5	-
О. головы, см	50±0,5	-	47±0,5	-
1 год 6 месяцев			1 год 3 месяца	
Рост	74±2	81±2,9	-	78±0,4
Вес	10,25± 0,45	11,9±0,5	-	11,1±0,2
О. груди	48,5±0,5	48,8±0,7	-	51,2±0,1
О. головы	49,5±0,5	50,1±0,8	-	48,4±0,3
1 год 9 месяцев			1 год 6 месяцев	
Рост	81,3±3,3	87±3,4	78±0,2	84,2±1
Вес	11,4±1	12,0±0,9	10±0,5	11,9± 1,25
О. груди	48±2	50,1±0,5	46±0,5	47,4±1
О. головы	50,5±1,5	50,4±0,9	49±0,5	50,1±0,2
2 года			1 год 9 месяцев	
Рост	91,14±1,9	89±3,5	84,4±1,4	88,14±2,1
Вес	13,8±0,5	13,5±0,7	11,9±0,3	12,8±0,5
О. груди	49,9±0,4	48,9±0,5	51,4±0,4	50,9±0,5
О. головы	52,1±0,6	50,8±0,9	48,9±0,3	49,3±0,2
2 года 3 месяца			2 года	
Рост	90±0,7	90,1±4,1	87,5±1,5	86,4±3,5
Вес	11±0,2	13,7±0,7	11,45±1,6	12,7±0,8
О. груди	49,6±0,1	49,6±0,5	48±0,5	47,9±0,3
О. головы	50±0,1	51,1±0,7	45±5	50,4±0,5
2 года 6 месяцев			2 года 3 месяца	
Рост	89,5±1,7	93,5±2,4	89±0,5	90,1±3,6
Вес	13,7±0,7	14,1±0,4	13,2±0,5	13,4±0,5
О. груди	50,1±0,3	51,1±0,5	50±0,5	47,6±0,2
О. головы	49,1±0,5	49,7±0,4	50±0,5	51,4±0,4
2 года 9 месяцев			2 года 6 месяцев	
Рост	92,0±0,5	94,4±1,7	85,6±2,3	91±2,3
Вес	14,2±0,9	14,3±0,9	12,4±0,6	13,2±0,9
О. груди	50,1±0,3	51,2±0,2	49,8±0,2	48,5±0,6
О. головы	49,0±0,1	49,5±0,2	50,5±0,3	51,2±2,2

3 года			2 года 9 месяцев	
Рост	96,75±2,8	97,6±1,2	89±1,0	95,3±1,8
Вес	16,6±1,7	16,1±0,5	10,4±0,5	14,3±1,1
О. груди	51,5±1,0	52,2±0,3	49±0,4	51,3±0,8
О. головы	54,3±2,1	54,1±0,5	49±0,2	52,3±1,3
3 года 6 месяцев			3 года	
Рост	96,4±2,4	98,7±1,5	95,5±2,0	97±4,4
Вес	15,2±0,4	15,5±0,9	14,6±0,7	14,9±1,1
О. груди	51,4±0,6	52,3±0,8	50,25±0,4	49,8±0,4
О. головы	49,8±0,4	49,7±0,2	51±0,5	51,7±0,6
4 года			3 года 6 месяцев	
Рост	95,4±3,2	101,1±3,9	97,4±2,8	101,8±4,7
Вес	15,3±1,0	15,8±0,7	15,0±0,5	15,7±0,7
О. груди	51,3±0,5	51,7±0,2	53,5±0,6	53,4±0,5
О. головы	49,7±0,4	51,1±0,6	50,1±0,5	51,4±0,5
4 года 6 месяцев			4 года	
Рост	103,7 ±3,1	109,4 ±3,8	102,7±3,4	105,9±4,2
Вес	17,2 ±0,9	18,4 ±1,2	16,7±0,7	17,4±0,9
О. груди	53,4 ±0,7	54,8 ±0,5	53,4±0,5	54,1±0,5
О. головы	50,3 ±0,5	51,2 ±0,3	51,4±0,2	51,7±0,4
5 лет			4 года 6 месяцев	
Рост	105,7 ±3,4	112,8 ±4,9	104,7 ±4,2	108,5 ±2,7
Вес	16,4 ±1,1	19,4 ±1,0	18,2 ±0,4	18,5 ±0,7
О. груди	53,5 ±0,5	55,2 ±0,6	54,2 ±0,5	55,2 ±0,5
О. головы	50,4 ±0,2	51,2 ±0,7	51,5 ±0,5	51,6 ±0,4
5 лет 6 месяцев			5 лет	
Рост	109,7 ±5,1	114,9 ±4,7	107,6 ±3,4	111,4 ±4,2
Вес	18,4 ±1,9	20,7±1,2	18,9 ±1,6	18,4 ±1,7
О. груди	53,4 ±0,7	55,4 ±0,5	55,0 ±0,5	55,9 ±0,4
О. головы	50,7 ±0,5	51,7±0,1	51,2 ±0,5	51,4 ±0,6
6 лет			5 лет 6 месяцев	
Рост	116,5±1,4	120,8±5,1	109,5 ±2,7	113,5 ±4,5
Вес	21,1±0,7	23,1±1,4	17,4 ±1,6	20,1 ±1,8
О. груди	56,0±0,5	57,2±0,8	55,7 ±0,5	56,5 ±0,5
О. головы	51,5±0,5	51,2±0,2	51,4 ±0,4	52,5 ±0,8
			6 лет	
			113,4±3,4	117,8±3,5
			20,7±1,2	21,7±1,1
			55,7±0,5	57,4±0,6
			51,7±0,5	52,5±0,5

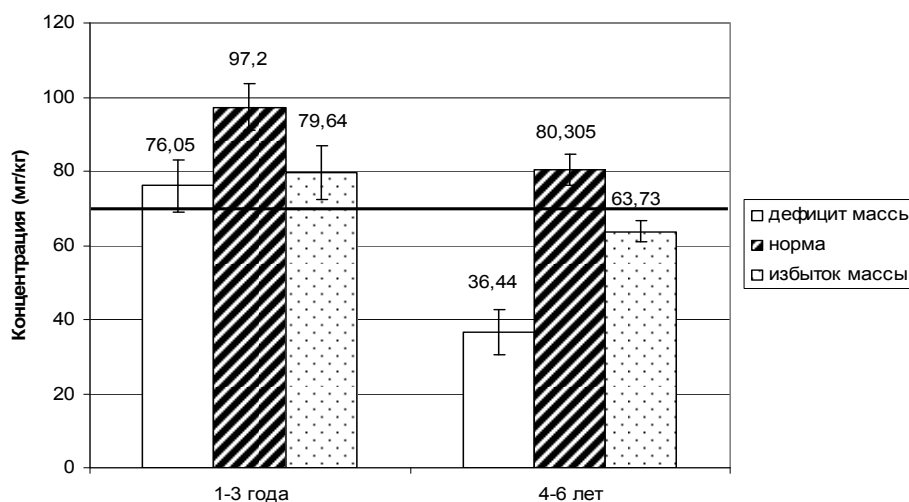
- отсутствие в выборке детей данного возраста.

В младшем дошкольном возрасте в выборке у 67,3 % детей рост находится в пределах нормы; у 17,0 % – ниже нормы и у 15,7 % – выше; масса в пределах нормы находится у 72,0 %, избыток массы – у 14,0 % и дефицит – у 15,0 % дошкольников. В старшем дошкольном возрасте в выборке у 80,4 % детей рост находится в пределах нормы; у 11,6 % – ниже нормы и у 8,0 % – выше; масса в пределах нормы находится у 74,0 %, избыток массы – у 10,1 % и дефицит – у 15,9 % дошкольников.

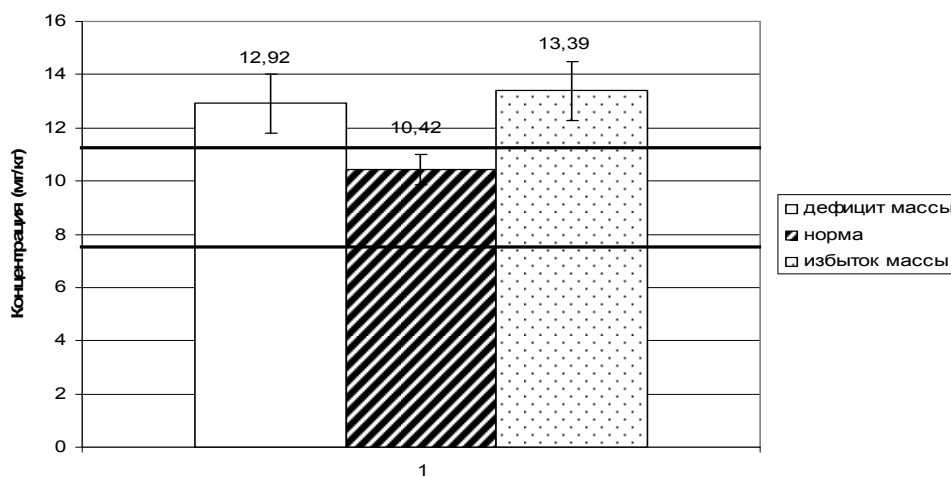
В результате изучения содержания выбранных микроэлементов в волосах детей с нормальным физическим развитием и с отклонениями от нормы было выявлено, что в волосах детей, имеющих избыток и недостаток массы тела, достоверно ($p < 0,05$) меньше цинка, чем в волосах детей с нормальной массой тела (1–3 года: 79,64±8,05 мг/кг и 76,05±7,02 мг/кг против 97,20±6,30 мг/кг; 4–6 лет: 63,73±2,83 мг/кг и 36,44±6,12 мг/кг против 80,31±4,14 мг/кг соответственно) (рис. 1). Это может быть обусловлено в первом случае избыточным потреблением детьми продуктов, богатых фитатами (например, макарон), которые свя-

зывают цинк, препятствуя его усвоению, а во втором – недостаточным поступлением данного микроэлемента с пищей. Отмечено, что в волосах детей с избытком и недостатком массы тела достоверно ($p < 0,05$) больше меди (выше абсолютной нормы), чем в волосах детей с нормальной массой

тела ($13,39 \pm 1,12$ мг/кг и $12,92 \pm 1,12$ мг/кг против $10,42 \pm 0,57$ мг/кг) (рис. 2). По данным литературы [10], известно, что при дисбалансе меди в организме нарушается липидный обмен, что, в свою очередь, может привести к ожирению. По другим исследуемым элементам достоверных различий не обнаружено



— нижняя граница абсолютного нормального содержания цинка в волосах детей от 4 до 6 лет
 Рис. 1. Различия содержания цинка в волосах детей с нормальной массой тела и отклонениями от нормы



— границы абсолютного нормального содержания меди в волосах детей от 4 до 6 лет
 Рис. 2. Различия содержания меди в волосах детей от 4 до 6 лет с нормальной массой тела и с отклонениями от нормы

По результатам (табл. 2) анализа содержания металлов в волосах детей с нормальным ростом и отклонениями от нормы достоверно ($p < 0,05$) выявлено, что концентрация цинка в волосах детей от 1 до 3 лет среднего роста выше, чем в волосах детей высокого роста и выше среднего ($92,04 \pm 6,01$ мг/кг против $70,64 \pm 7,46$ мг/кг соот-

ветственно), но ниже, чем у детей низкого роста и ниже среднего ($92,04 \pm 6,01$ мг/кг против $108,15 \pm 9,80$ мг/кг соответственно). В данном случае наши результаты опровергли данные литературы [10].

Также достоверно установлено, что концентрация свинца, меди (для детей 1–3 лет) и кадмия (4–6

лет) в волосах детей со средним ростом выше, чем с низким и ниже среднего (свинец: $3,88 \pm 0,21$ мг/кг против $2,85 \pm 0,37$ мг/кг; медь: $12,88 \pm 0,59$ мг/кг против $10,73 \pm 0,83$ мг/кг и кадмий: $0,12 \pm 0,023$ мг/кг против $0,04 \pm 0,01$ мг/кг). Нами было отмечено, что у детей в возрасте от 4 до 6 лет среднего роста концентрация свинца и кадмия в волосах выше, чем у детей этой же возрастной группы с ростом выше среднего и высоким ($3,63 \pm 0,49$ мг/кг против $2,35 \pm 0,39$ мг/кг и $10,99 \pm 0,55$ мг/кг против $9,86 \pm 1,48$ мг/кг соответственно). Кроме того, отмечена тенденция к снижению концентрации цинка и меди у детей младшего дошкольного возраста и тенденция

к увеличению кадмия (для детей от 1 до 3 лет) и свинца (для детей от 4 до 6 лет) в ряду: концентрация микроэлемента у детей с высоким ростом > концентрация микроэлемента у детей со средним ростом > концентрация микроэлемента у детей с низким ростом (табл. 2). В литературе [1] указывается на то, что существует связь между задержкой роста и делением клеток с угнетением активности ферментов нуклеинового и белкового обмена. Цинк образует прочные связи с фосфатными группами, участвует в процессе кальцификации, действует на щелочную фосфатазу в хондроцитах эпифизарного хряща а его дефицит приводит к задержке роста.

Таблица 2.

Различия содержания исследуемых микроэлементов в волосах детей со средним ростом и отклонениями от среднего

Сигнальные отклонения	Микроэлементы, мг/кг			
	Цинк	Свинец	Медь	Кадмий
1	2	3	4	5
1–3 года				
Дети ростом ниже среднего и низкого	$70,64 \pm 7,46^*$	$2,85 \pm 0,37^*$	$10,73 \pm 0,83^*$	$0,23 \pm 0,09$
Дети со средним ростом	$92,04 \pm 6,01^*$	$3,88 \pm 0,21^*$	$12,88 \pm 0,59^*$	$0,13 \pm 0,04$
Дети ростом выше среднего и высокого	$108,15 \pm 9,80^*$	$3,20 \pm 0,38$	$13,20 \pm 1,16$	$0,10 \pm 0,05$
4–6 лет				
Дети ростом ниже среднего и низкого	$72,70 \pm 5,03$	$4,44 \pm 0,95$	$11,74 \pm 1,37$	$0,04 \pm 0,01^*$
Дети со средним ростом	$73,35 \pm 3,99$	$3,63 \pm 0,49^*$	$10,99 \pm 0,55$	$0,12 \pm 0,02^*$
Дети ростом выше среднего и высокого	$74,37 \pm 3,02$	$2,35 \pm 0,39^*$	$9,86 \pm 1,48$	$0,01 \pm 0,01^*$

Примечание: * достоверные различия ($p < 0,05$).

В результате изучения содержания выбранных микроэлементов в ногтях детей с нормальным физическим развитием и с отклонениями от нормы было выявлено, что в ногтях детей и с избытком и недостатком массы тела достоверно ($p < 0,05$) меньше цинка (рис. 3), чем в волосах детей с нормальной массой тела (1–3 года: $157,43 \pm 9,84$ мг/кг против $186,24 \pm 7,14$ мг/кг; 4–6 лет: $147,50 \pm 3,97$ мг/кг и $123,61 \pm 6,82$ мг/кг против $162,74 \pm 4,12$ мг/кг соответственно), что подтверждает полученные результаты по волосам. Так же отмечено (рис. 4) увеличение концентрации меди в ногтях детей от 1 до 3 лет с нормальной массой тела по сравнению с ногтями детей с избыточной массой ($32,13 \pm 1,97$ мг/кг против $27,80 \pm 1,41$ мг/кг соответственно). По другим исследуемым элементам достоверных различий не обнаружено. По результатам содержания метал-

лов в ногтях детей с нормальным ростом и отклонениями от нормы достоверно ($p < 0,05$) выявлено (рис. 5), что концентрация кадмия в ногтях детей от 1 до 3 лет среднего роста выше, чем в волосах детей низкого роста и ниже среднего ($0,11 \pm 0,03$ мг/кг против $0,05 \pm 0,01$ мг/кг соответственно). Кроме того, отмечена тенденция к снижению концентрации цинка в ногтях у детей младшего дошкольного возраста, а меди – у детей старшего дошкольного возраста и тенденция к увеличению кадмия (для детей от 4 до 6 лет) в ряду: концентрация микроэлемента у детей с высоким ростом > концентрация микроэлемента у детей со средним ростом > концентрация микроэлемента у детей с низким ростом. Полученные результаты по концентрации исследуемых микроэлементов в ногтях полностью подтверждает результаты исследования волос данных детей.

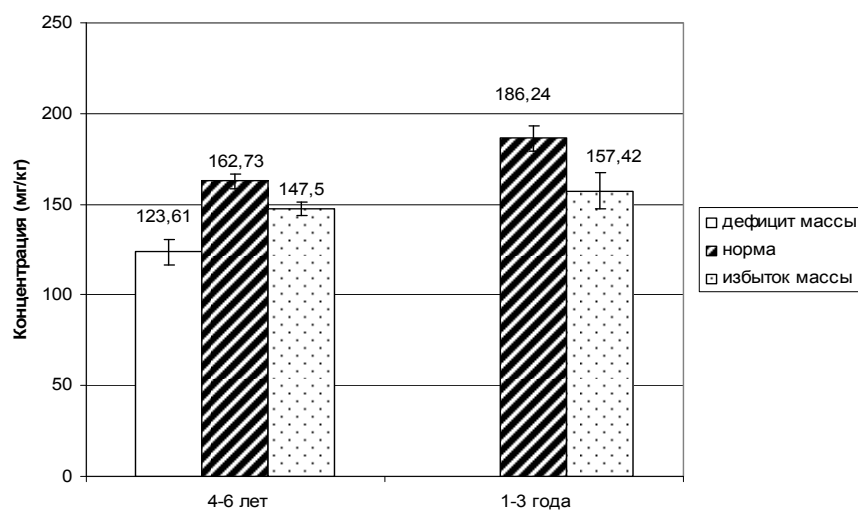


Рис. 3. Различия содержания цинка в ногтях детей с нормальной массой тела и отклонениями от нормы

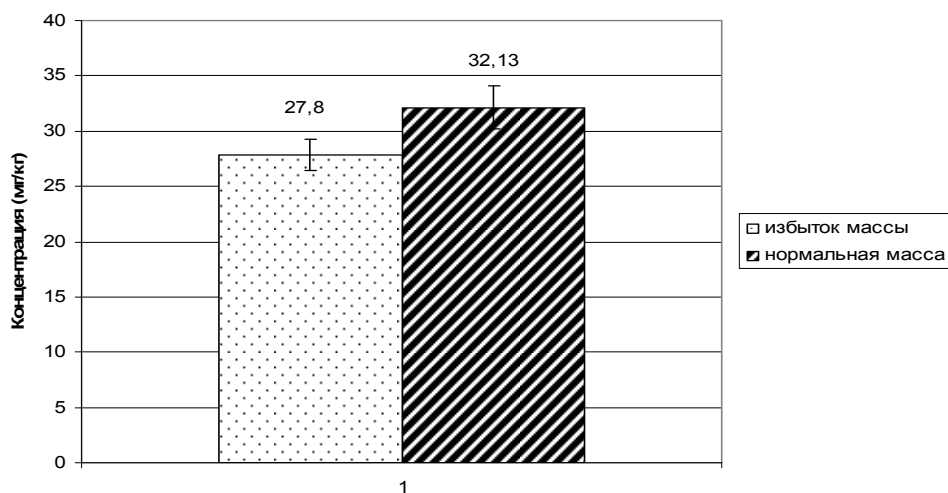


Рис. 4. Различия содержания меди в ногтях детей от 1 года до 3 лет с нормальной и избыточной массой тела

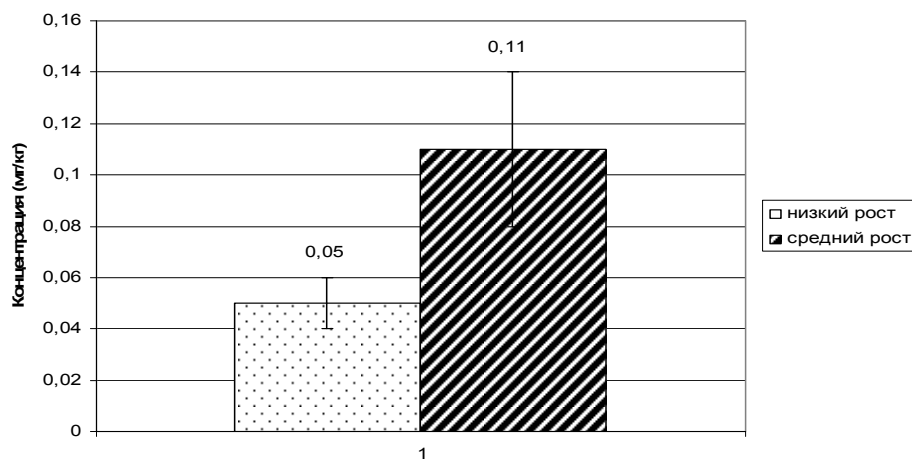


Рис. 5. Различия содержания кадмия в ногтях детей от 1 года до 3 лет со средним и низким ростом

Кроме того, установлена достоверная слабая обратная корреляционная связь между ростом детей и уровнем меди в ногтях ($R = - 0,13$ $p=0,032$), объемом головы и уровнем свинца в волосах ($R = - 0,13$ $p=0,025$) и прямая – между весом детей и уровнем кадмия в ногтях ($R = 0,14$ $p=0,022$), объемом головы и уровнем свинца и кадмия в ногтях ($R = 0,13$ $p=0,026$ и $R = 0,13$ $p=0,029$ соответственно).

Заключение. В ходе проведенных исследований установлена связь между уровнем содержания исследуемых элементов и физическим развитием дошкольников, на что указывает наличие достоверных отличий между содержанием металлов в биосубстратах у детей с нормальным физическим развитием и с отклонениями от нормы, также на связь указывает наличие корреляции между уровнем микроэлементов и ростом, весом и объемом головы исследуемой выборки детей.

Библиографический список

1. Авцын, П. А. Микроэлементозы человека: этиопатология, классификация, органопатология [Текст] / П. А. Авцын, А. А. Жаворонков, М. А. Риш, Л. С. Строчкова. – М. : Медицина, 1991.
2. Анализаторы вольтамперометрические АКВ-07 МК. Руководство по эксплуатации 4215-001-18294344-05 РЭ. М. : «НПКФ АКВИЛОН», 31 с.
3. Бабенко, Г. А. Микроэлементозы человека: патогенез, профилактика, лечение [Текст] / Г. А. Бабенко // Микроэлементы в медицине. – 2001. – 2 (1). 2–5.
4. Войнар, А. О. Значение микроэлементов в организме человека и животных [Текст] / А. О. Войнар. – М. : Знание, 1955.
5. Жаворонков, А. А., Михалева, Л. М. Проблема микроэлементозов человека [Текст] : матер. 2 Рос. школы «Геохимическая экология и биохимическое районирование биосферы» / А. А. Жаворонков. – М., 1999. – С. 184–185.
6. Кардашенко, В. Н. Гигиена детей и подростков [Текст] / В. Н. Кардашенко. – М. : Медицина, 1980.
7. Лакин, Г. Ф. Биометрия [Текст] : учебное пособие для университетов и педагогических институтов / Г. Ф. Лакин. – М. : Высшая школа, 1973.
8. Нагорный, С. В., Тидген, В. П., Цибульская, Е. А. Экологически обусловленные болезни и другие нарушения здоровья населения в регионах с различным элементарным составом объектов среды обитания (на примере Ленинградской области) [Текст] / Вестник Санкт-Петербургской ГМА им. И. И. Мечникова. – 2002. – № 1–2. – С. 76–81.
9. Скальный, А. В. Свинец и здоровье человека (диагностика и лечение сатуризма) [Текст] : рук-во для врачей и студентов медицинских ВУЗов / А. В. Скальный. – М., 1997.
10. Скальный, А. В., Рудаков, И. А. Биоэлементы в медицине [Текст] / А. В. Скальный, И. А. Рудаков. – М. : Издательский дом «ОНИКС 21 век» : Мир, 2004.
11. Стандарты физического развития детей и подростков (по данным обследования детей и подростков г. Ярославля в 1996, 1999 гг.) [Текст] : метод. реком. для врачей и педиатров. – 2-е изд. – Ярославль : ЯГМА Министерства Здравоохранения РФ, 2001.