

# Морфофункциональные показатели и адаптационный потенциал системы кровообращения детей 11-ти летнего возраста г. Озерска

А. Ю. Янов, Д. З. Шибкова, К. Л. Монакова, Т. Е. Каминская  
Детская городская поликлиника ФГУЗ ЦМСЧ №71 ФМБА РФ, г. Озерск

## Резюме

*Исследовано физическое развитие детей 11-ти летнего возраста проживающих в г. Озерске Челябинской области. Проведен сравнительный анализ полученных данных с результатами исследований конца 80-х — начала 90-х годов и современными данными из различных регионов России. Рассчитан адаптационный потенциал системы кровообращения.*

**Ключевые слова:** физическое развитие, адаптационный потенциал, артериальное давление, ЧСС, жизненная емкость легких, индекс массы тела.

Физическое развитие является одним из важных показателей здоровья детей. Интенсивно протекающие процессы роста и созревания детского организма определяют его особую чувствительность к условиям внешней среды. На физическом развитии детей заметно отражаются особенности климата, экологические факторы, жилищно-бытовые условия, режим дня, характер питания, а также перенесенные заболевания. Перечисленные факторы со временем претерпевают количественные изменения, что вызывает необходимость непрерывных исследований и сравнительной динамической оценки физического развития растущего организма [1]. Условия окружающей среды могут значительно изменить реализацию генетической программы как в сторону обеспечения оптимальных условий развития, так и в сторону формирования патологического процесса. Адаптационные возможности организма отражают степень его динамического равновесия со средой. Процессы адаптации напрямую связаны с факторами, которые, в конечном счете, определяют риск развития заболеваний [2, 3], следовательно, изучение адаптационных возможностей организма может быть важным инструментом для оценки здоровья детей [4].

К настоящему времени проведено большое количество исследований доказывающих негативное влияние деятельности крупных промышленных предприятий на морфофункциональные показатели детского организма и его здоровье. В то же время имеются данные о том, что предприятия атомной промышленности не оказывают существенного влияния на состояние здоровья детей проживающих в районе их расположения [5, 6].

**Целью** нашего исследования стало проведение сравнительного анализа физического развития, а так же изучение адаптационного потенциала детей проживающих в районе расположения предприятия атомной промышленности.

## Методы исследования

В исследовании приняли участие 344 ребенка: 171 мальчик и 173 девочки, проживающих в г. Озерске Челябинской области, средний возраст которых составил  $11,25 \pm 0,02$  г. и  $11,18 \pm 0,02$  г. соответственно. Для ретроспективного сравнения использовали данные Н. П. Петрушкиной, полученные в ходе исследований, проведенных в конце 80-х начале 90-х годов прошлого столетия в г. Озерске [5]. Для современного сравнительного анализа использовали данные Л. А. Давиденко, полученные в результате исследования детей г. Волгограда [7], А. Я. Соколова с соавт. (дети г. Магадана) [8], Т. Л. Гигуз с соавт. (дети г. Новосибирска) [9], Е. В. Крукович с соавт. (дети Приморья) [10], .

В ходе работы нами было проведено исследование физического развития, которое включало измерения: роста, массы тела, окружности грудной клетки (ОГК), жизненной емкости легких (ЖЕЛ), кистевой динамомет-

А. Ю. Янов — соискатель кафедры биологии человека и медико-биологической подготовки Челябинского государственного педагогического университета;

Д. З. Шибкова — д. б. н., профессор, зав. кафедрой биологии человека и медико — биологической подготовки Челябинского государственного педагогического университета;

К. Л. Монакова — врач-педиатр ФГУЗ ЦМСЧ №71 ФМБА РФ, г. Озерска;

Т. Е. Каминская — врач-терапевт МУ «Городская больница скорой медицинской помощи», г. Кургана.

рии. Оценка физического развития осуществлялась автоматически, с помощью программно-аппаратного комплекса АКДО-ДП (г. Санкт-Петербург).

Для изучения адаптационных возможностей системы кровообращения были измерены: ЧСС (кардиограф Валента), систолическое (АДс) и диастолическое (АДд) артериальное давление, дополнительно рассчитано пульсовое давление (ПД).

С целью определения функциональных особенностей системы кровообращения и адаптационных возможностей целостного организма рассчитывали величину адаптационного потенциала (АП) в баллах по формуле, предложенной Р. М. Баевским с сотрудниками (1987):

$$\text{АП} = 0,011 \times \text{ЧСС} + 0,014 \times \text{АДс} + 0,008 \times \text{АДд} + 0,014 \times \text{В} + 0,009 \times \text{МТ} - 0,009 \times \text{ДТ} - 0,27,$$

где ЧСС — частота сердечных сокращений, уд/мин; АДс — систолическое артериальное давление, мм рт. ст.; АДд — диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.; В — возраст, полных лет; МТ — масса тела, кг; ДТ — длина тела, см. Индивидуальные величины АП оценивали согласно уровням, установленным на основании эффективности адаптации для детей младшего школьного возраста:

- удовлетворительная адаптация — АП  $\leq 1,9$  баллов;
- напряжение механизмов адаптации —  $1,91 \leq \text{АП} \leq 2,09$  баллов;
- неудовлетворительная адаптация —  $2,10 \leq \text{АП} \leq 2,28$  баллов;
- срыв механизмов адаптации организма — АП  $\geq 2,29$  баллов.

Важнейшими показателями гемодинамики являются ударный или систолический объем (СОК) и минутный объем крови (МОК). Для определения величины СОК у детей применя-

ли модифицированную формулу Старра (Starr I.), учитывающую показатели артериального давления и возраст (В):

$$\text{СОК} = (40 + 0,5 \times \text{ПД}) - (0,6 \times \text{АДд}) + 3,2 \times \text{В}$$

Статистическая обработка результатов исследования проводилась при помощи программы «Statistica-6.0». Оценка достоверности различий средних значений сравниваемых групп, в случае нормального распределения, определялась по t-критерию Стьюдента, при ненормальном распределении использовали тест Колмогорова-Смирнова.

## Результаты исследования и их обсуждение

**Физическое развитие.** Физическое развитие является одним из наиболее важных показателей здоровья детского организма. Оценка физического развития должна содержать три главных компонента: оценку биологического развития, оценку массы тела и оценку длины тела [11].

В ходе анализа показателей роста не выявлено половых различий внутри обследуемой группы. По сравнению с показателями детей г. Озерска соответствующего возраста, начала 90-х годов, наблюдается увеличение роста мальчиков на 2,46 % ( $p < 0,001$ ), у девочек не выявлено значимых различий (табл. 1). Отмечены более высокие показатели роста по сравнению с детьми из других регионов России. У мальчиков различия по сравнению со сверстниками из г. Волгограда составили 2,19% ( $p < 0,01$ ), из г. Новосибирска 3,34% ( $p < 0,001$ ), из г. Магадана 1,45% ( $p < 0,01$ ). У девочек по сравнению со сверстницами из г. Волгограда 1,57% ( $p < 0,05$ ) и 2,18% ( $p < 0,01$ ) из г. Новосибирска.

Увеличение массы тела у мальчиков по сравнению с детьми г. Озерска начала 90-х го-

Таблица 1. Показатели физического развития детей г. Озерска

Показатели	I группа (г. Озерск)				II группа (начало 90-х г. Озерск)	
	М (n = 171)		Д (n = 173)		М (n = 98)	Д (n = 107)
Статистические показатели	M±m	σ	M±m	σ	M±m	M±m
Рост	147,84±0,52**	6,77	147,52±0,55	7,28	144,20±0,65	147,20±1,06
Масса	39,54±0,63^	8,27	38,19±0,59	7,75	37,20±0,72	37,40±0,70
ИМТ	17,97±0,21	2,79	17,43±0,20	2,60	-	-
ОГК	69,04±0,47	6,15	68,80±0,50	6,06	69,6±0,37	67,50±0,37
Сила правой кисти	17,36±0,24*	3,10	12,87±0,26	3,45	-	-
Сила левой кисти	15,95±0,21*	2,73	11,95±0,23	3,05	-	-
ЖЕЛ	2066,08±27,03*	353,50	1697,11±16,67	219,00	-	-

Примечание. \* —  $p < 0,001$  по сравнению с девочками,  
 \*\* —  $p < 0,001$  по сравнению с контролем,  
 ^  $p < 0,05$  по сравнению с контролем.

Таблица 2. Показатели системы кровообращения детей г. Озерска

Показатели	I группа ( г.Озерск)		II группа (начало 90-х г. Озерск)	
	М (n = 171)	Д (n = 173)	М (n = 29)	Д (n = 27)
Пол				
Статистические показатели	M±m	M±m	M±m	M±m
ЧСС	77,91±0,99* (***)	82,46±0,90	84,20±1,88	80,70±2,06
АДс	101,04±0,80* (***)	105,28±0,83	106,6±2,78	101,10±2,61
АДд	62,40±0,58*	68,24±0,61	65,00±1,59	63,80±1,47
ПД	38,44±0,69	37,04±0,65	-	-
СОК	57,68±0,54*	53,36±0,53	-	-
МОК	4485,57±65,88	4391,28±60,98	-	-
АП	1,68±0,02*	1,83±0,02	-	-

Примечание. \* –  $p < 0,001$  по сравнению с девочками.

\*\* –  $p < 0,05$  по сравнению с контролем.

дов составило 5,92% ( $p < 0,05$ ), у девочек увеличение не имело значимых различий. Девочки г. Озерска имеют большую массу тела, чем девочки г. Волгограда на 7,20% ( $p < 0,001$ ), мальчики на 9,21% ( $p < 0,001$ ). По сравнению с показателями 11-ти летних детей г. Новосибирска масса девочек больше на 7,47% ( $p < 0,001$ ), масса мальчиков больше на 10,98% ( $p < 0,001$ ).

Показатели ОГК не имеют внутригрупповых половых различий в обследуемой группе, и не отличается от показателей детей из городов России и г. Озерска 90-х годов.

Жизненная емкость легких в обследуемой группе у мальчиков на 17,86% ( $p < 0,001$ ) больше, чем у девочек, не отличается от показателей детей из г. Волгограда и на 7,39% ( $p < 0,001$ ) меньше чем у детей из г. Новосибирска. Современные девочки г.Озерска не имеют значимых различий в показателях ЖЕЛ по сравнению со сверстниками г. Волгограда и меньше на 19,76%. ( $p < 0,001$ ) чем у детей из г. Новосибирска.

При оценке гармоничности развития выявлено, что большая часть детей — 77,46% девочек и 80,70% мальчиков имеют гармоничное и умеренно-дисгармоничное развитие (рис 1). Дисгармоничное развитие с избытком роста имеют 6,36% девочек и 3,51% мальчиков, с недостаточностью массы 6,94% девочек и 8,19% мальчиков, с избытком массы 2,89% девочек и 2,34% мальчиков, с узкой грудной клеткой 2,89% девочек и 3,51% мальчиков от всех обследованных. Кроме того, в каждой группе встречались дети с двумя параметрами дисгармоничности.

У детей с гармоничным и умеренно-дисгармоничным развитием определяли соматотип. Среди мальчиков и девочек выявлен одинаковый процент мезосоматиков, при этом в популяции мальчиков выявлен больший процент макросоматиков ( $p < 0,001$ ) и меньший процент микросоматиков ( $p < 0,001$ ) чем у девочек. (рис 2).

Несмотря на более высокие значения роста и массы тела современные дети 11-ти летнего возраста г. Озерска имеют более низкие показатели кистевой динамометрии чем дети из сравниваемых регионов. По сравнению с детьми г. Волгограда на 7,66% ( $p < 0,05$ ) мальчики, на 22,00% ( $p < 0,001$ ) девочки и г. Новосибирска, мальчики на 16,54% ( $p < 0,001$ ), девочки на 30,4% ( $p < 0,001$ ).

**Адаптационный потенциал системы кровообращения.** Частота сердечных сокращений у детей имеет высокую лабильность, что связано с несбалансированностью процессов вегетативной регуляции сердечного ритма [12]. ЧСС у мальчиков имеет более низкие значения по сравнению с девочками, что соответствует результатам исследований других авторов [13]. Отмечено снижение ЧСС у мальчиков по сравнению с контрольной группой, у девочек изменения не являются достоверными (табл. 2). Однако нельзя однозначно говорить о каких либо изменениях произошедших с начала 90-х, так как выборки не являются сопоставимыми. То же относится и к показателям АД. По сравнению со значениями ЧСС детей Приморья современные мальчики г. Озерска имеют более низкие показатели ( $p < 0,01$ ), у девочек не выявлено значимых различий.

Показатели АДс у мальчиков имеют более низкие значения, а показатели АДд более высокие значения по сравнению с девочками, что не вызвало значимых различий в ПД. В нашем исследовании значения СОК у мальчиков достоверно выше, чем у девочек, однако, более высокие показатели ЧСС у девочек приводят к тому, что значения МОК не имеют значимых гендерных различий.

Средние значения АП системы кровообращения у мальчиков достоверно ниже, чем у девочек. Несмотря на то, что у девочек значения находятся в границах удовлетворительной адаптации, их АП близок к границам значений

напряжения механизмов адаптации. Удовлетворительную адаптацию имеют 78,37% мальчиков и 59,87% девочек, напряжение механизмов адаптации 13,45% мальчиков и 22,54% девочек, неудовлетворительную адаптацию 7,60% мальчиков и 12,39% девочек, срыв механизмов адаптации 0,58% мальчиков и 5,20% девочек ( $p < 0,001$ ).

**Показатели метаболического синдрома.** Формирование большинства хронических заболеваний происходит в период с 10 до 14 лет, при этом следует отметить, что в большинстве случаев функциональные нарушения являются основой хронической патологии [14].

Индекс массы тела (ИМТ) и АД являются важными показателями метаболического синдрома (МС), который в настоящее время является важной педиатрической проблемой [15]. Распространенность МС среди детей и подростков в зависимости от критериев диагностики составляет от 7,6% до 9,6% [16]. В рекомендациях Американской ассоциации кардиологов принято считать повышенным ИМТ более 85 перцентилиля и АД более 95 перцентилия в популяции. Канадскими учеными на основе данных рекомендаций проведены массовые популяционные исследования и составлены таблицы референтных значений (отрезных точек) для диагностики метаболического синдрома детей и подростков 12-19 лет. В этих таблицах значения критериев диагностики ИМТ соответствуют значениям различных центильных коридоров [16].

В нашем исследовании средние значения АДс как мальчиков, так и девочек оказались достоверно выше, чем у сверстников Приморья ( $p < 0,01$ ). Средние значения АДд мальчиков не имеют значимых различий, а у девочек достоверно выше ( $p < 0,01$ ) по сравнению с детьми Приморья. Значения АД у мальчиков на уровне 95 перцентилия составили 118/75, что на 3/1 ниже отрезных точек для диагностики МС у 12-ти летних детей (табл. 3). У девочек АД составило 122/82, что находится в пределах отрезных точек для 12-13-ти летних детей. Показатели ИМТ на уровне 85 перцентили оказались значительно ниже значений отрезных точек предложенных Канадскими учеными. На

уровне 98 перцентилия значения ИМТ как у мальчиков, так и у девочек оказались ниже, чем у 12-ти летних детей.

При корреляционном анализе не выявлено зависимости АДс от ИМТ ( $p > 0,05$ ). Значения ИМТ имеют низкий уровень связи с АДс как у девочек ( $r = 0,25$ ,  $p < 0,05$ ), так и у мальчиков ( $r = 0,33$ ,  $p < 0,05$ ).

Исходя из полученных данных, можно предположить, что показатели ИМТ и АД являются независимыми предикторами МС и должны, так же как и антропометрические показатели иметь региональные оценочные таблицы для определения отрезных точек критериев МС.

## Заключение

Полученные в результате исследования данные физического развития детей г. Озерска показывают, что в течение почти 20-ти летнего периода произошло выравнивание роста и массы тела у мальчиков и девочек 11-ти летнего возраста, при увеличении роста и массы тела у мальчиков. Показатели роста и массы тела, как девочек, так и мальчиков достоверно выше, чем у их сверстников из других регионов России. Несмотря на более высокие антропометрические показатели 11-ти летние дети г. Озерска имеют низкие значения кистевой динамометрии и ЖЕЛ. Наблюдаемое перманентное снижение значений ЖЕЛ и кистевой динамометрии у детей в большинстве регионов России по-видимому связано со снижением физической активности [7, 9, 17]. Значения ОГК у современных детей г. Озерска не отличаются от соответствующих показателей детей контрольной группы и детей из различных регионов России. В связи с этим данный показатель физического развития можно считать самым стабильным и мало изменяющимся со временем и не зависит от местожительства пациентов.

Показатели системы кровообращения имеют гендерные различия. Значения ЧСС, АДс и АДд у мальчиков более низкие, чем у девочек, СОК имеет более высокие значения, но за счет большей ЧСС у девочек показатели МОК не имеют половых различий. В когорте детей 11-ти летнего возраста наблюдается

Таблица 3. Центильное распределение показателей метаболического синдрома

Параметр	Пол	С 25	С 50	С 75	С 85	С 95	С 98
ИМТ	М	16,08	17,19	19,56	21,00	23,71	25,11
	Д	15,52	16,79	18,83	20,45	22,87	23,89
АДс	М	94	102	108	-	118	121
	Д	98	105	114	-	122	126
АДд	М	56	63	68	-	75	78
	Д	62	68	74	-	82	87

большее количество девочек, с неудовлетворительной адаптацией, а также напряжением и срывом механизмов адаптации, что, по-видимому, связано с более ранним началом полового созревания по сравнению с мальчиками.

Проведя корреляционный анализ, выявлено, что показатели ИМТ и АД являются независимыми предикторами МС и должны, так же как и антропометрические показатели иметь региональные оценочные таблицы для определения отрезных точек критериев МС.

Полученные данные не дают оснований однозначно констатировать негативное влияние предприятия атомной промышленности на физическое развитие и адаптационный потенциал системы кровообращения детей 11-ти летнего возраста.

## Литература

1. Ю. А. Ямпольская, Е. З. Година. Состояние и прогноз физического развития детей и подростков России. Росс. Пед. Журнал. 2005; 2: 30-38.
2. А. Н. Поборский. Оценка степени напряжения регуляторных механизмов у школьников в условиях севера. Гиг. и сан. 2001; 4: 49-51.
3. Ю. А. Макаренко. Адаптивные возможности организма как показатель уровня здоровья. Педиатрия, 1989; 3: 85-87.
4. Е. Д. Савилов С. Н. Жданова, Е. Е. Савилова. Использование адаптационных реакций в качестве критерия оценки состояния здоровья. Гиг. и сан., 2002; 4: 72-73.
5. Н. П. Петрушкина. Здоровье потомков работников предприятия атомной промышленности — Производственного объединения «Маяк». М.: РАДЭ КОН, 1998; 184 с.
6. В. Ф. Кириллов, Т. Ш. Миннибаев, М. А. Смирнова и др. О состоянии окружающей среды и здоровья населения в районе размещения АЭС. Гиг. и сан. 2003; 6: 64-66.
7. Л. А. Давыденко. Динамика Физического развития школьников г. Волгограда. Вестник ВолГМУ. 2005; 1: 37-39.
8. А. Я. Соколов, Л. И. Гречкина. Физическое развитие и состояние сердечно-сосудистой системы у молодых людей в зависимости от уровня двигательной активности. Гиг. и сан. 2004; 4: 63-65.
9. Т. Л. Гигуз, А. Я. Поляков, Н. Д. Богачанов. Динамика физического развития учащихся школ города Новосибирска. Гиг. и сан. 2003; 3: 50-52.
10. Е. В. Крукович, В. Н. Лучанинова. Показатели центральной гемодинамики к подростков Приморского края в возрасте 10-17 лет. Гиг. и сан. 2005; 1: 36-39.
11. В. Р. Кучма, Н. А. Соколова. Методы оценки показателей физического развития детей при популяционных исследованиях. Росс. Пед. Журнал. 2008; 2: 47-49.
12. А. Ю. Янов, К. Л. Манакова. Ортостатические изменения ритма сердца детей 11-ти летнего возраста. Уральский медицинский журнал. 2007; 12: 21-25.
13. Л. М. Макаров. ЭКГ в педиатрии. М. 2006. 554.
14. О. В. Чумакова, С. Р. Конова, В. Н. Садовникова. О совершенствовании медицинской помощи учащимся в общеобразовательных учреждениях. Справочник педиатра. 2007; 6: 5-14.
15. И. В. Леонтьева. Метаболический синдром как педиатрическая проблема. Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2008; 3: 4-16.
16. C. J. Jolliffe, I. Janssen. Development of Age-Specific Adolescent Metabolic Syndrome Criteria That Are Linked to the Adult Treatment Panel III and International Diabetes Federation Criteria. J Am Coll Cardiol 2007; 49; 8: 891-898.
17. И. Б. Чмиль, Л. Н. Медведев. Возрастная динамика антропометрических показателей детского населения Красноярска. Гиг. и сан. 2002; 2: 49-51.

Рисунок 1. Гармоничность развития детей г. Озерска



Рисунок 2. Соматотип детей г. Озерска

