

## РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ИНСУЛИНОРЕЗИСТЕНТНОСТИ И ЕЕ АССОЦИИ С КОМПОНЕНТАМИ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СИНДРОМА У ПОДРОСТКОВ (ПО ДАННЫМ ПОПУЛЯЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ)

Завьялова Л. Г., Денисова Д. В., Рагино Ю. И., Потеряева О. Н., Иванова М. В.

**Цель.** Изучить базальные уровни инсулина и глюкозы крови, распространенность инсулинорезистентности (ИР) в популяционной выборке подростков 14–17 лет и выявить ассоциации ИР с компонентами МС.

**Материал и методы.** В г. Новосибирске обследована репрезентативная выборка подростков 14–17 лет (667 человек). Программа исследования включала опрос по стандартной анкете, измерение АД, антропометрию, анализ сыворотки крови на содержание липидов, инсулина, глюкозы. Гиперинсулинемия (ГИ) регистрировалась при уровне базального инсулина  $\geq 15$  мЕД/л, гипергликемия натощак (ГН) – при уровне глюкозы  $\geq 5,6$  ммоль/л. Наличие ИР констатировалось при уровне индекса НОМА  $> 3,7$ .

**Результаты.** Распространенность ИР у подростков 11,8%. У мальчиков ИР встречается чаще (13,4%) чем у девочек (10,5%). Распространенность ГН наблюдается у 2% мальчиков и 0,8% девочек. ГИ выявлена у 22,5% мальчиков и у 21% девочек. Наличие ИР у подростков ассоциировано с более высокими показателями окружности талии, АД, триглицеридов крови, индекса Кетле и сниженным холестерином липопротеинов высокой плотности; 90-й процентиль распределения показателя индекса НОМА в подростковой популяции равен 4,1 (4,7 у мальчиков и 3,7 у девочек).

**Заключение.** Полученные данные обосновывают необходимость регулярного мониторинга подростков на выявление маркеров нарушения углеводного обмена.

Российский кардиологический журнал 2012, 4 (96): 37–42

**Ключевые слова:** подростки, метаболический синдром, инсулинорезистентность.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт терапии» Сибирского отделения Российской акаде-

мии медицинских наук (ФГБУ «НИИ терапии» СО РАМН), Новосибирск, Россия.

Завьялова Л.Г. – к.м.н., ведущий научный сотрудник лаборатории клинико-популяционных и профилактических исследований терапевтических и эндокринных заболеваний, Денисова Д.В. – д.м.н., ведущий научный сотрудник лаборатории клинико-популяционных и профилактических исследований терапевтических и эндокринных заболеваний, Рагино Ю.И.\* – д.м.н., проф., заведующая лабораторией клинических биохимических и гормональных исследований терапевтических заболеваний, Потеряева О.Н. – д.м.н., проф., старший научный сотрудник лаборатории клинических биохимических и гормональных исследований терапевтических заболеваний, Иванова М.В. – старший научный сотрудник лаборатории клинических биохимических и гормональных исследований терапевтических заболеваний.

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author): ragino@mail.ru; 630089, г. Новосибирск, ул. Б. Богаткова, 175/1.

SD – выборочное стандартное отклонение, АГ – артериальная гипертензия, АД – артериальное давление, ГН – гипергликемия натощак. ГИ – гиперинсулинемия, ДАД – диастолическое артериальное давление, ИК – индекс Кетле, ИР – инсулинорезистентность, М – выборочное среднее, Ме – медиана, МС – метаболический синдром, НОМА – индекс, ОБ – окружность бедер, ОТ – окружность талии, ОХ – общий холестерин, Р – достигнутый уровень значимости, САД – систолическое артериальное давление, СД – сахарный диабет, ССЗ – сердечно-сосудистые заболевания, ТГ – триглицериды, ХС-ЛВП – холестерин липопротеинов высокой плотности, ХС-ЛНП – холестерин липопротеинов низкой плотности.

Рукопись получена 19.03.2012

Принята к публикации 16.07.2012

Объединяющая основа всех проявлений метаболического синдрома (МС) – первичная инсулинорезистентность (ИР) и сопутствующая гиперинсулинемия (ГИ). ИР составляет патофизиологическую основу серии последующих метаболических нарушений, которые играют важную и значимую роль в патогенезе артериальной гипертензии (АГ), ишемической болезни сердца, сахарного диабета (СД) 2 типа. Проведенные под эгидой Американской Ассоциации Диабета крупномасштабные исследования свидетельствуют о том, что распространенность МС демонстрирует устойчивый рост среди подростков и молодежи. В период 1994–2000 гг. частота МС по различным критериям среди подростков возросла с 4,2% до 6,4% [1, 2].

Существуют разногласия в определении критериев МС, а именно – какие компоненты необходимо включать в этот кластер и каковы уровни адекватных значений дислипидемии, повышенного АД, окружности талии, ИР, ГИ и гипергликемии натощак (ГН). Золотой стандарт – клэмп – тест для оценки ИР – в подростковой практике сложен в применении, поэтому в эпидемиологических исследованиях исполь-

зуют другие индикаторы, а именно индекс НОМА, удобный тем, что для его вычисления используются показатели базальных инсулина и глюкозы крови. Однако, пороговый уровень значений индекса НОМА, по которому регистрируется наличие ИР у подростков, до сих пор не определен. В ряде исследований ИР регистрировалась при уровнях индекса НОМА  $> 3,0$  и выше [3–5]. В подростковой практике большое внимание уделяется ГИ, так как ГН в подростковом возрасте встречается редко и является уже фазой формирования нарушения толерантности к глюкозе или даже СД 2 типа. В настоящее время, по литературным данным, уровень базального инсулина является надежным и адекватным параметром для оценки ИР у подростков. Пороговые уровни базального инсулина крови, по данным разных авторов, находятся в пределах 3,0–32,0 мЕД/л, чаще указываются уровни 11,0–15,3 мЕД/л. ГИ при нормогликемии, как правило, свидетельствует о наличии ИР и является предвестником развития СД 2-го типа, но этот вопрос требует дальнейшего изучения. В целом, индекс НОМА информативен при использовании в популяционных исследованиях, хотя

Таблица 1

## Характеристика популяционной группы

Показатели	Мальчики (n=301)			Девочки (n=366)			p по полу
	M	Me	SD	M	Me	SD	
Рост (см)	170,9	172,0	8,1	163,3	163,0	6,3	=0,000
Масса тела (кг)	57,9	57,5	11,5	52,6	51,5	10,6	=0,000
ИК (кг/м <sup>2</sup> )	19,7	19,2	2,9	19,7	19,4	2,8	=0,562
ОТ (см)	69,4	68,4	6,7	65,5	64,6	6,4	=0,000
ОТ/ОБ	0,79	0,78	0,05	0,74	0,73	0,06	=0,000
САД (мм рт.ст.)	117,0	116,4	11,3	113,4	113,4	9,1	=0,000
ДАД (мм рт.ст.)	70,3	70,6	9,4	70,8	71,0	7,1	=0,494
	Биохимические показатели						
	n = 298			n = 362			
Инсулин (мЕД/л)	13,46	11,6	7,46	13,15	12,38	5,26	=0,044
Глюкоза (ммоль/л)	4,71	4,71	0,46	4,59	4,58	0,45	=0,001
НОМА (ед.)	2,87	2,41	1,8	2,72	2,52	1,2	=0,367
ОХ (ммоль/л)	4,10	4,07	0,65	4,43	4,40	0,70	=0,000
ХС-ЛНП (ммоль/л)	2,31	2,22	0,57	2,52	2,49	0,61	=0,000
ХС-ЛВП (ммоль/л)	1,35	1,31	0,22	1,48	1,47	0,26	=0,000
ТГ (ммоль/л)	1,03	0,95	0,42	0,98	0,92	0,33	=0,594

**Сокращения:** M – выборочное среднее, Me – медиана. SD – выборочное стандартное отклонение, p – достигнутый уровень значимости. ИК – индекс Кетле, ОТ – окружность талии, ОБ – окружность бедер, САД и ДАД – систолическое и диастолическое артериальное давление, НОМА – индекс, ОХ – общий холестерин, ХС-ЛНП и ХС-ЛВП – холестерин липопротеинов низкой и высокой плотности, ТГ – триглицериды.

и имеет недостатки из-за вариабельности значений базального инсулина [6–8].

Целью настоящего исследования было изучение базальных уровней инсулина и глюкозы крови, распространенности ИР в репрезентативной выборке подростков 14–17 лет и выявление ассоциации ИР с компонентами МС (по данным эпидемиологического исследования в г. Новосибирске).

### Материал и методы

Методологической основой данного исследования явилось использование стандартизованных эпидемиологических методов. В Октябрьском районе г. Новосибирска – типичном индустриальном центре Западной Сибири – проведено одномоментное (кросс-секционное) популяционное исследование школьников 14–17 лет обоего пола. Из проживающих в обследуемом районе 7200 детей подросткового возраста (14–17 лет) к обследованию было намечено 700 учащихся (примерно 10%), что обеспечивало репрезентативность выборки. Из 20 школ Октябрьского района методом случайных чисел отобрано 10 школ, единицей выборки был класс из параллели. В выбранных классах проводилось сплошное обследование школьников. Всего обследовано 667 человек, отклик составил 95%. Проведение скрининга было согласовано с Департаментами здравоохранения и образования г. Новосибирска. На проведение исследования было получено разрешение Комитета по биомедицинской этике.

Программа исследования подростков включала опрос по стандартной анкете, артериальное давление (АД) измерялось дважды с интервалом 15 минут (до и после заполнения анкеты), в положении сидя, на правой руке, ртутным сфигмоманометром. Тоны выслушивались с точностью до 2 мм рт.ст. Систолическое артериальное давление (САД) регистрировалось при появлении I тона Короткова (I фаза), диастолическое (ДАД) – при исчезновении тонов (V фаза Короткова). В анализ включалось среднее из двух измерений. Проводилась антропометрия – рост, масса тела, окружность талии, окружность бедер. Рост измерялся в положении стоя без верхней одежды и обуви на стандартном ростомере с точностью до 0,5 см. Масса тела определялась на рычажных медицинских весах с точностью до 0,1 кг. Масса тела оценивалась по индексу массы тела (индексу Кетле, ИК). Окружность талии (ОТ) измерялась сантиметровой лентой с точностью до ближайшего сантиметра. Измерение проводилось в положении стоя, точка измерения находилась на середине расстояния между вершиной гребня подвздошной кости и нижним боковым краем ребра. Окружность бедер (ОБ) измерялась сантиметровой лентой с точностью до ближайшего сантиметра на уровне наибольшей окружности на уровне ягодич.

Кровь для биохимических исследований забирали утром после 12-часового голодания вакуум-тейнерами. Определение содержания общего холестерина (ОХ),

Таблица 2

## Возрастная динамика значений глюкозы, инсулина и индекса НОМА у подростков 14–17 лет г. Новосибирска

Показатели	Лет	n	Мальчики			n	Девочки			p по полу
			M	Me	SD		M	Me	SD	
Глюкоза ммоль/л	14	125	4,67	4,68	0,46	117	4,59	4,49	0,51	=0,58
	15	104	4,74	4,72	0,50	130	4,59	4,59	0,43	=0,02
	16	52	4,76	4,73	0,43	84	4,62	4,64	0,43	=0,02
	17	17	4,61	4,61	0,43	31	4,46	4,49	0,38	=0,25
Инсулин мЕД/л	14	125	13,27	11,54	7,63	117	13,27	13,0	6,23	=0,61
	15	104	13,63	11,86	7,69	130	13,18	12,8	3,58	=0,55
	16	52	13,29	11,70	7,66	84	13,48	12,47	6,41	=0,87
	17	17	12,01	11,60	3,23	31	12,15	11,05	3,56	=0,51
Индекс НОМА	14	125	2,87	2,51	1,76	117	2,77	2,48	1,53	=0,64
	15	104	2,94	2,40	1,97	130	2,70	2,64	0,81	=0,20
	16	52	2,87	2,24	1,90	84	2,79	2,43	1,54	=0,78
	17	17	2,27	2,13	0,73	31	2,33	2,22	0,79	=0,79

Таблица 3

## Уровни компонентов МС у подростков в группах с и без инсулинорезистентности

Компоненты МС	Мальчики							p
	НОМА <3,7 (n=258)			НОМА ≥3,7 (n=40)				
	M	Me	SD	M	Me	SD		
ИК (кг/м <sup>2</sup> )	19,3	18,9	2,5	21,8	20,6	4,3	=0,00	
ОТ (см)	68,5	67,8	5,7	75,0	71,8	9,6	=0,00	
ОТ/ОБ	0,79	0,79	0,05	0,82	0,81	0,05	=0,00	
САД (мм рт.ст.)	116,7	116,2	11,4	118,8	118,2	11,0	=0,22	
ДАД (мм рт.ст.)	70,7	70,7	9,3	67,7	66,7	9,0	=0,04	
Глюкоза ммоль/л	4,65	4,67	0,42	5,09	4,9	0,54	=0,00	
ОХ (ммоль/л)	4,1	4,1	0,65	4,1	4,0	0,67	=0,83	
ХС-ЛНП (ммоль/л)	2,30	2,23	0,57	2,20	2,1	0,59	=0,31	
ХС-ЛВП (ммоль/л)	1,36	1,34	0,22	1,28	1,26	0,20	=0,04	
ТГ (ммоль/л)	0,98	0,93	0,32	1,38	1,16	0,71	=0,00	
Компоненты МС	Девочки							p
	НОМА < 3,7 (n=324)			НОМА ≥ 3,7 (n=38)				
	M	Me	SD	M	Me	SD		
ИК (кг/м <sup>2</sup> )	19,5	19,3	2,5	20,5	19,8	4,8	=0,45	
ОТ (см)	65,3	64,6	5,8	67,2	64,4	10,3	=0,67	
ОТ/ОБ	0,74	0,73	0,06	0,74	0,74	0,05	=0,78	
САД (мм рт.ст.)	112,8	113,0	9,0	118,5	118,0	8,6	=0,00	
ДАД (мм рт.ст.)	70,9	71,1	7,0	70,4	70,0	7,2	=0,57	
Глюкоза ммоль/л	4,55	4,54	0,43	4,97	5,04	0,44	=0,00	
ОХ (ммоль/л)	4,41	4,40	0,70	4,55	4,47	0,43	=0,24	
ХС-ЛНП (ммоль/л)	2,61	2,49	0,60	2,51	2,45	0,62	=0,49	
ХС-ЛВП (ммоль/л)	1,49	1,47	0,26	1,43	1,43	0,24	=0,17	
ТГ (ммоль/л)	0,96	0,91	0,30	1,19	1,02	0,47	=0,00	

**Сокращения:** М – выборочное среднее, Me – медиана. SD – выборочное стандартное отклонение, p – достигнутый уровень значимости. ИК – индекс Кетле, ОТ – окружность талии, ОБ – окружность бедер, САД и ДАД – систолическое и диастолическое артериальное давление, НОМА – индекс, ОХ – общий холестерин, ХС-ЛНП и ХС-ЛВП – холестерин липопротеинов низкой и высокой плотности, ТГ – триглицериды.

триглицеридов (ТГ) и ХС липопротеинов высокой плотности (ХС-ЛВП) в сыворотке крови проводили на автоанализаторе Labssysteme-F-901 (Финляндия) энзиматическими методами. Концентрации ХС липопротеинов низкой плотности (ХС-ЛНП) получены

расчетным путем по формуле Фридвалда. Уровень инсулина в сыворотке крови определялся методом иммуноферментного анализа (ИФА) с использованием тест-систем «DRG» (Германия). В качестве стандартов использовали контрольные сыворотки с низ-

Таблица 4

**Процентильное распределение показателей глюкозы, инсулина и индекса НОМА у подростков 14–17 лет г. Новосибирска**

Показатель	Мальчики (n=298) Девочки (n=362) Популяция (n=660)	Процентиль						
		10	25	50	75	85	90	95
Глюкоза ммоль/л	Мальчики	4,06	4,42	4,71	4,99	5,21	5,27	5,43
	Девочки	4,04	4,29	4,58	4,88	5,07	5,13	5,29
	Популяция	4,05	4,35	4,64	4,95	5,11	5,20	5,36
Инсулин мЕД/л	Мальчики	7,55	9,15	11,60	14,58	16,85	21,56	30,81
	Девочки	8,66	10,07	12,37	14,58	15,99	17,7	21,17
	Популяция	8,03	9,65	12,17	14,58	16,44	18,36	24,72
Индекс НОМА	Мальчики	1,42	1,91	2,41	3,13	3,58	4,72	6,64
	Девочки	1,66	2,00	2,52	3,07	3,40	3,72	4,60
	Популяция	1,54	1,95	2,48	3,09	3,48	4,10	5,25

ким, средним и высоким содержанием инсулина. Окраску степени ферментативного превращения субстрата определяли измерением оптической плотности на ИФА-анализаторе Multiscane (Финляндия-Россия) при длине волны 450 нм. Уровень глюкозы в крови определялся ферментативным методом наборами фирмы «Bioson» (Германия) на анализаторе Labssysteme-F-901 (Финляндия). ГИ регистрировалась при уровне базального инсулина  $\geq 15$  мЕД/л, ГГН – при уровнях глюкозы  $\geq 5,6$  ммоль/л. ИР оценивалась посредством вычисления индекса НОМА (Homeostasis model assessment) =  $(\text{Инс}_{0 \text{ (}\mu\text{U/ml)}} \times \text{Глю}_{0 \text{ (ммоль/л)}}) / 22,5$  [9]. Наличие ИР констатировалось при уровне индекса НОМА  $> 3,7$  – 90-й процентиль распределения индекса НОМА у девочек г. Новосибирска. У мальчиков 90-й процентиль распределения индекса НОМА – 4,7, во всей репрезентативной выборке подростков г. Новосибирска – 4,1. Мы использовали показатель 3,7, чтобы повысить чувствительность метода.

Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета SPSS for Windows. Для исключения влияния переменной возраста на другие изучаемые переменные была проведена стандартизация их по возрасту. Для вычисления стандартизованного изучаемого показателя ( $X_{\text{станд.}}$ ) предварительно вычислялся средний возраст обследуемой популяции ( $\text{Возр.}_{\text{ср}}$ ), из уравнения линейной регрессии, где зависимая переменная – изучаемый показатель (X).  $X = k \times \text{Возр.} + B$  Определялся коэффициент, который в дальнейшем применялся в формуле:  $X_{\text{станд.}} = X + (\text{Возр.}_{\text{ср}} - \text{Возр.}_{\text{исх.}}) \times k$ , где X – показатель, который стандартизуется,  $\text{Возр.}_{\text{ср}}$  – средний возраст обследуемой популяции,  $\text{Возр.}_{\text{исх}}$  – возраст обследуемого), k – коэффициент линейной регрессии. В связи с тем, что в нашем исследовании часть переменных подчинялась нормальному распределению, а часть нет, для сравнения средних значений количественных показателей применялся U-тест Манна и Уитни. Для оценки связей между

переменными использовали процедуру ранговой корреляции по Спирману. Проверка гипотез проводилась для уровня вероятности 95% ( $p < 0,05$ ).

**Результаты и обсуждение**

Нами были оценены средние уровни вышеперечисленных показателей, стандартизованных по возрасту, в популяционной выборке подростков (табл. 1). Средние значения роста и массы тела у мальчиков были достоверно выше по сравнению с девочками, при этом средний уровень индекса Кетле был одинаков. Показатели ОТ и отношения ОТ/ОБ, САД, средние уровни глюкозы крови достоверно отличались по полу и были выше у мальчиков. Показатели липидного обмена (ОХ, ХС-ЛНП, ХС-ЛВП) также имели достоверные гендерные различия, кроме уровней ТГ, которые не имели значимых отличий.

При изучении возрастных изменений уровней глюкозы крови у подростков мы не выявили значимых различий. Обнаружена лишь тенденция уменьшения уровня глюкозы крови с возрастом в обеих группах (табл. 2). Однако отмечено, что во всех возрастных группах значения глюкозы крови были выше у мальчиков. Распространенность гипергликемии натощак у мальчиков составила 2% (6 человек), у девочек – 0,8% (3 человека). Интересно, что распространенность гипергликемии натощак у сибирских подростков оказалась существенно ниже, чем у американских подростков той же возрастной группы, у которых ГГН составила 7% [10].

Известно, что на фоне нормогликемии повышенные уровни базального инсулина крови являются важным индикатором преддиабета, несмотря на широкий диапазон референсных показателей уровней базального инсулина, указывающихся в разных эпидемиологических исследованиях [6–8]. В нашем исследовании распространенность гиперинсулинемии была достаточно высокой. Так, более 20%

сибирских подростков имели этот компонент МС – 22,5% мальчиков и 21% девочек.

Мы обнаружили, что у подростков от младших к старшим возрастным группам уровни базального инсулина в крови снижались и были фактически одинаковы у мальчиков и девочек каждой возрастной группы. Динамика возрастных изменений уровней базального инсулина подтверждает, что пубертатный период сопровождается физиологической инсулинорезистентностью, после же его завершения уровень инсулина прогрессивно снижается, достигая предпубертатных значений.

При анализе показателя индекса НОМА в зависимости от возраста (табл. 2), и у мальчиков, и у девочек была отмечена одинаковая тенденция – более высокие показатели наблюдались в период с 14 до 16 лет, у 17-летних подростков уровни индекса НОМА были ниже, хотя статистически значимых различий эти показатели не проявили.

Распространенность инсулинорезистентности (НОМА > 3,7) была выше у мальчиков при сравнении с девочками (13,4% и 10,5%, соответственно), хотя статистически была незначима. В результате исследования выявлено, что у подростков с инсулинорезистентностью в обеих половых группах достоверно выше средние уровни глюкозы и ТГ крови. У мальчиков с ИР средние значения индекса Кетле, ОТ, отношение ОТ/ОБ, ДАД, ХС-ЛВП крови достигли значимых различий при сравнении с группой без ИР. У девочек выявлена подобная тенденция при сравнении групп по уровням индекса Кетле, ОТ, ХС-ЛВП. Уровни САД у девочек с инсулинорезистентностью были значимо выше (табл. 3).

Нами были определены отрезные точки для показателей базального инсулина, глюкозы крови и индекса НОМА (табл. 4). 90-й перцентиль распределения показателей глюкозы крови у мальчиков достигал критерия ГН, а именно – 5,27 ммоль/л, у девочек пороговый уровень отмечен в 95% отрезной точке – 5,29 ммоль/л. Уровень базального инсулина превышал 15 мЕД/л в 85% отрезной точке в обеих половых группах. Индекс НОМА у мальчиков в 90% отрезной точке был выше 4,0, то есть превышал самые высокие пороговые значения по данным других исследований у подростков [3–5].

Корреляционный анализ выявил значимые ассоциации между индексом НОМА и компонентами МС в популяции подростков (табл. 5). Выявлены положительные корреляции, достигшие высокой значимости, между индексом НОМА и уровнями ОТ, ОТ/ОБ, ИК, САД, глюкозы, базального инсулина и ТГ.

Наши данные, полученные при оценке ассоциаций инсулинорезистентности с компонентами МС, согласуются с результатами других исследований [3, 11, 12]. Например, в исследовании подростков в Боливии также выявлены ассоциации между ИР

Таблица 5

#### Корреляции непрерывной переменной индекса НОМА с компонентами МС у подростков (n=660)

Компоненты	К Спирмана	р
ОТ (см)	0,184	0,000
ОТ/ОБ	0,160	0,055
ИК (кг/м <sup>2</sup> )	0,199	0,000
САД (мм рт.ст.)	0,225	0,000
ДАД (мм рт.ст.)	0,048	0,216
Глюкоза (ммоль/л)	0,489	0,000
Инсулин (мЕД/л)	0,950	0,000
ОХ (ммоль/л)	0,006	0,885
ХС-ЛНП (ммоль/л)	- 0,050	0,203
ХС-ЛВП (ммоль/л)	- 0,010	0,804
ТГ (ммоль/л)	0,218	0,000

**Сокращения:** ИК – индекс Кетле, ОТ – окружность талии, ОБ – окружность бедер, САД и ДАД – систолическое и диастолическое артериальное давление, НОМА – индекс, ОХ – общий холестерин, ХС-ЛНП и ХС-ЛВП – холестерин липопротеинов низкой и высокой плотности, ТГ – триглицериды.

и повышенными значениями АД, уровнями ТГ в крови. Особенно сильная корреляция ИР наблюдалась у подростков с избыточной массой тела и ожирением.

В целом, проанализировав и обобщив данные исследования базальных уровней инсулина и глюкозы крови в популяции подростков 14–17 лет г. Новосибирска необходимо отметить следующие, на наш взгляд, важные результаты.

В сибирской популяции подростков наблюдаются более высокие уровни базального инсулина крови по сравнению с некоторыми другими подростковыми популяциями. Гиперинсулинемия выявлена у 22,5% мальчиков и у 21% девочек, однако оценить эту частоту сложно, в связи с влиянием физиологической инсулинорезистентности в пубертатный период и с неустановленными окончательно пороговыми значениями базального инсулина в крови в подростковом возрасте.

Распространенность инсулинорезистентности у сибирских подростков – 11,8%. Наличие фактически у каждого десятого подростка инсулинорезистентности и ее ассоциации с более высокими показателями окружности талии, АД, уровня ТГ крови, индекса Кетле и сниженным уровнем ХС-ЛВП можно расценивать как весьма тревожный фактор риска для развития метаболического синдрома, а, значит, предрасположенности к возникновению и развитию сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), во взрослой жизни.

Проведение перцентильного анализа распределения уровней базального инсулина крови и индекса НОМА выявило, что для сибирской популяции характерны более высокие уровни при сравнении с некоторыми другими популяциями. 90-й процен-

ть распределения уровня индекса НОМА в подростковой популяции равен 4,1 (4,7 у мальчиков и 3,7 у девочек).

Раннее выявление гиперинсулинемии и инсулинорезистентности на начальной стадии развития обменных нарушений позволит предотвратить развитие метаболического синдрома, а в последующем — ССЗ и СД 2-го типа. Возможно, что формирование метаболического синдрома в подростковом возрасте имеет свои особенности, которыми, в частности,

является течение пубертатного периода и влияние физиологической инсулинорезистентности. Полученные данные, на наш взгляд, обосновывают необходимость регулярного мониторинга подростков на выявление маркеров нарушения углеводного обмена. Результаты такого обследования позволяют сформировать группы диспансерного наблюдения, направленного на профилактику развития метаболического синдрома, ССЗ, в том числе атеросклероза, и СД 2-го типа.

### Литература

- Oganov R.G., Mamedova M.N. School for the diagnosis and treatment of metabolic syndrome. M.: Medical Book, 2007; 64 p. Russian (Оганов Р.Г., Мамедова М.Н. Школа по диагностике и лечению метаболического синдрома. М.: Медицинская книга, 2007; 64 с.).
- Cook S., Weitzman M., Avinger P. et al. Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents; Finding from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988–1994. Arch. Pediatric. Adolesc. Med., 2003; 157:821–27.
- Caceres M., Teran C.G., Medina R. et al. Prevalence of insulin resistance and its association with metabolic syndrome criteria among Bolivian children and adolescents with obesity. BMC Pediatrics, 2008; 8:31–6.
- Keskin M., Kurtoglu S., Kendirci M. et al. Homeostasis model assessment is more reliable than the fasting glucose/insulin ratio and quantitative insulin sensitivity check index for assessing insulin resistance among obese children and adolescents. Pediatrics, 2005; 115:500–3.
- McAuley K.A., Mann J.I., Chase J.G. et al. HOMA-Satisfactory for the time being. J. Diabetes Care, 2007; 30 (9):2411–13.
- Roitberg G.E., Ushakova T.I., Dorosh G.V. Role of insulin resistance in the diagnosis of metabolic syndrome. Cardiology, 2004; 1:94–101. Russian (Ройтберг Г.Е., Ушакова Т.И., Дорosh Ж.В. Роль инсулинорезистентности в диагностике метаболического синдрома. Кардиология, 2004; 1:94–101).
- Monzillo L.U., Hamdy O. Evaluation of insulin sensitivity in clinical practice and in research setting. Nutrition, 2003; 61 (12):397–412.
- Valerio G., Licenziati M.R., Iannuzzi A. et al. Insulin resistance and impaired glucose tolerance in obese children and adolescents from Southern Italy. Nutr. Metabol. Cardiovasc. Dis., 2006; 16:279–84.
- Zimmet P., Alberti K.G., Kaufman F. et al. IDF Consensus Group. The metabolic syndrome in children and adolescents – an IDF consensus report. Pediatric Diabetes, 2007; 8 (5):299–306.
- Williams D.E., Cadwell B.L., Cheng Y.J. et al. Prevalence of impaired fasting glucose and its relationship with cardiovascular disease risk factors in US adolescents. Pediatrics, 2005; 116:1122–26.
- Plotnikova I.V., Suslova T.E., Zheltonogova N.M. et al. The markers of the metabolic syndrome in adolescents with hypertension. Padiatria, 2007; 86 (3):39–43. Russian (Плотникова И.В., Сусллова Т.Е., Желтоногова Н.М. и др. Маркеры метаболического синдрома у подростков с артериальной гипертензией. Педиатрия, 2007; 86 (3):39–43).
- Hirschler V., Aranda C., Calcagno M.L. et al. Can waist circumference identify children with the metabolic syndrome? Arch. Pediatric. Adolesc. Med., 2005; 159:740–4.

### Prevalence of insulin resistance and its association with metabolic syndrome components in adolescents: population study results

Zavyalova L.G., Denisova D.V., Ragino Yu.I., Poteryaeva O.N., Ivanova M.V.

**Aim.** To study the blood levels of insulin and glucose, to assess the prevalence of insulin resistance (IR), and to investigate the association between IR and the components of metabolic syndrome (MS) in a population sample of adolescents aged 14–17 years.

**Material and methods.** A representative sample of Novosibirsk City adolescents, aged 14–17 years, was examined (n=667). The examination included the standard questionnaire survey, blood pressure (BP) measurement, anthropometry, and the assessment of serum levels of lipids, insulin, and glucose. Hyperinsulinemia (HI) was diagnosed if basal insulin levels were  $\geq 15$   $\mu\text{U/ml}$ , while fasting hyperglycaemia (FHG) was registered if fasting glucose levels were  $\geq 5,6$  mmol/l. IR was diagnosed if HOMA index was  $>3,7$ .

**Results.** In Novosibirsk adolescents, the prevalence of IR reached 11,8% (13,4% in boys and 10,5% in girls). FHG was registered in 2% of boys and 0,8% of girls; the

prevalence of HI was 22,5% and 21%, respectively. The presence of IR was associated with higher values of waist circumference, BP, blood triglycerides, body mass index, and lower levels of high-density lipoprotein cholesterol. The 90% percentile of HOMA distribution in this adolescent population sample was 4,1 (4,7 in boys and 3,7 in girls).

**Conclusion.** The study results justify the need for a regular monitoring of carbohydrate metabolism markers in adolescents.

Russ J Cardiol 2012, 4 (96): 37-42

**Key words:** adolescents, metabolic syndrome, insulin resistance.

Institute of Internal Medicine, Siberian Branch, Russian Academy of Medical Sciences, Novosibirsk, Russia.