

Динамика концентрации инсулина и глюкозы крови после стандартной пероральной углеводной нагрузки у подростков с нормальной, недостаточной и избыточной массой тела



Т.В. Чайченко¹, Е.С. Рыбка¹,
Н.Р. Бужинская¹, Н.В. Шульга², Т.В. Лутай²

¹ Харьковский национальный медицинский университет

² Харьковская областная детская клиническая больница

Цель работы — изучить динамику концентрации инсулина и глюкозы крови после стандартной пероральной углеводной нагрузки у подростков с нормальной, недостаточной и избыточной массой тела.

Материалы и методы. Обследованы 64 подростка (средний возраст — $(13,56 \pm 2,47)$ года) с нормальной, недостаточной и избыточной массой тела с определением концентрации глюкозы, инсулина и расчетом соответствующих площадей под кривыми их концентрации в ходе теста.

Результаты и обсуждение. Средняя концентрация глюкозы в ходе теста и в отдельных точках достоверно не отличается в группах, тогда как средняя концентрация инсулина нарастает по мере увеличения индекса массы тела (ИМТ). У подростков с дефицитом и максимальным избытком массы тела имеет место схожий профиль гликемической кривой — с достоверным ступенчатым увеличением площади под кривой в изучаемые временные промежутки с достоверным увеличением общей площади. У детей же с нормальной, избыточной массой тела и с ожирением $+2-3$ SD отмечается равномерное распределение площади во все пострезультативные промежутки. При нормальной и избыточной массе тела выброс инсулина происходит в первые 15 минут после нагрузки, а при недостатке массы тела — с 15-й по 30-ю минуту. С 60-й минуты при нормальной и недостаточной массе тела концентрация инсулина начинает снижаться, тогда как при избыточной массе тела и ожирении продолжает нарастать или сохраняется плато. К 120-й минуте теста во всех группах концентрация инсулина снижается, достигая минимального значения у подростков с нормальной массой тела. Вариабельность концентрации инсулина имеет обратную зависимость с ИМТ подростка.

Выводы. Инсулиновый ответ отличается у подростков с различной массой тела. В частности, при максимальной массе тела имеет место не только высокая концентрация инсулина, но и низкая вариабельность параметра в ходе теста, что можно рассматривать в качестве маркера истощения функциональной активности β -клеток в условиях инсулинорезистентности.

Ключевые слова: инсулинорезистентность, глюкозотолерантный тест, ожирение, индекс массы тела.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в 68 % случаев смертности от глобальных причин смерть наступает вследствие неинфекционных заболеваний, которые в основной своей массе являются управляемыми, а зна-

чит, преждевременными [16]. В этой связи мероприятия, направленные на раннее выявление предикторов наиболее значимых неинфекционных заболеваний, являются приоритетными в контексте политики Здоровье-2020 [14].

Стаття надійшла до редакції 12 травня 2016 р.

Чайченко Тетяна Валеріївна, д. мед. н., доцент кафедри педіатрії № 1 та неонатології
61093, м. Харків, вул. Муранова, 5
E-mail: tatyana.chaychenko@gmail.com

В мае 2014 года генеральный директор ВОЗ в ходе работы Генеральной ассамблеи ВОЗ объявил, что «ожирение у детей должно быть признано urgentной проблемой для глобального здравоохранения всех стран, требующей скоординированных действий со стороны правительств», в связи с чем была создана комиссия наивысшего уровня по прекращению детского ожирения [6]. При этом интолерантность к углеводам ассоциируется не только с развитием сахарного диабета, ожирения, но и с недостаточностью питания [11], а также с сердечно-сосудистыми заболеваниями [8]. В то же время отмечается, что именно трофологический статус в сочетании с инсулинорезистентностью является связующим звеном между наименованными патологическими состояниями и формированием дисгликемии и других нарушений здоровья [13].

Рекомендованным методом выявления дисгликемии является проведение стандартного перорального глюкозотолерантного теста [5]. Очевидно, что характер гликемической кривой изменяется при нарушении чувствительности к инсулину еще до того, как признаки дисгликемии становятся диагностически значимыми. Данный факт подтверждается исследованиями относительно детального изучения функции β -клеток [3].

Соответственно, понимание динамики концентрации глюкозы и инсулина в ходе стандартного нагрузочного теста у пациентов с различным индексом массы тела (ИМТ) может оказаться полезным в плане определения тенденций формирования интолерантности к углеводам в каждой из групп. Следует отметить, что исследования, касающиеся изучения динамики углеводных показателей при различных степенях интолерантности к углеводам, немногочисленны [10], а у детей с различной массой тела вообще единичны [7] и нуждаются в дополнении.

Цель работы — изучить динамику концентрации инсулина и глюкозы крови после стандартной пероральной углеводной нагрузки у подростков с нормальной, недостаточной и избыточной массой тела.

Материалы и методы

Обследовано 64 подростка (средний возраст — $(13,56 \pm 2,47)$ года) с нормальной, недостаточной и избыточной массой тела. Распределение на группы проводили согласно значения Z-Score для ИМТ: группа S (с дефицитом массы тела при ИМТ менее $-1,0$ SD, $n = 6$), группа 0 (с нормальной массой тела при ИМТ $\pm 1,0$ SD, $n = 12$), группа 1 (с избыточной массой тела при ИМТ $+1,1-2,0$ SD, $n = 14$), группа 2 (с ожирением при ИМТ $+2,1-3,0$ SD, $n = 18$), группа 3 (с ожирением при ИМТ более $3,0$ SD, $n = 14$).

Статистически значимых различий в возрасте, гендерном представительстве и росте между группами не было ($p > 0,05$ для всех групп и параметров), что позволяет нивелировать воз-

действие данных факторов на результаты исследования.

Всем детям проводили антропометрическое обследование с измерением роста (в метрах), массы тела (в кг), определение окружности талии (ОТ) (в метрах), суммарной кожной складки (в мм) с последующим расчетом ИМТ (в $\text{кг}/\text{м}^2$), отношения ОТ к росту (ОТ/рост в усл. ед.) [2], процента содержания жира в организме [1]. ИМТ и рост представлены в виде Z-отклонений согласно рекомендаций ВОЗ. Абдоминальный тип жировотложения диагностировали при значении показателя ОТ к росту более 0,5.

Лабораторное обследование подразумевало определение концентрации глюкозы (Гл. 0 в ммоль/л) и инсулина натощак (Инс. 0 в мкМЕ/мл) в ходе проведения теста толерантности к глюкозе с измерением этих параметров на 15-й, 30-й, 60-й, 90-й и 120-й минутах теста. Количество глюкозы рассчитывали, исходя из стандартных рекомендаций ВОЗ [5].

По результатам теста определяли среднюю концентрацию инсулина (Инс. ср.) и глюкозы (Гл. ср.), а также проводили расчет площадей под гликемической (AUC gl.) и инсулиновой кривыми (AUC ins.) методом трапеций [12] как в целом в ходе теста, так и в отдельные временные промежутки (0–15 мин, 15–30 мин, 0–30 мин, 30–60 мин, 60–120 мин). Вариабельность инсулинемии оценивали как процентное отношение пика концентрации инсулина к исходному (тощачковому) уровню.

Статистическую обработку данных проводили с помощью стандартных методов. Результаты представлены в виде среднего значения (Mean) ± 1 стандартное отклонение (SD). Непараметрические методы использовали для сравнения результатов (Манн – Уитни, Краскелл – Уоллис). Достоверными считали различия с $p < 0,05$ (двусторонние).

Результаты и обсуждение

Обследованные подростки относились к одной гендерной и возрастной категории, не имели значимых различий в росте, но отличались по показателю ИМТ, который достоверно нарастал от группы к группе (табл. 1). Причем увеличение массы тела происходило за счет увеличения процентного содержания жира в организме при его абдоминальном отложении, выраженность которого также прогрессивно нарастала по данным показателя ОТ/рост.

Сахарный диабет по критериям ВОЗ не диагностировали ни у одного из обследованных, нарушенную гликемию натощак выявили у 15 пациентов с ИМТ выше $+1$ SD, нарушенную толерантность к глюкозе — у 4, сочетание нарушенной гликемии натощак и нарушенной толерантности к глюкозе — у 4 пациентов. Таким образом, всего

Таблиця 1
Базовые характеристики групп и динамика концентрации глюкозы после стандартной нагрузки глюкозой у подростков с различным индексом массы тела

	Группа 0, n = 12		Группа 1, n = 14		Группа 2, n = 18		Группа 3, n = 14		Достоверность различий между группами, p < 0,05	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD		
Основные антропометрические параметры										
Возраст	12,17	2,40	13,73	1,79	12,71	2,70	13,78	2,69	13,92	2,33
Процент жира	19,64	4,25	27,04	5,80	37,97	4,49	41,75	2,89	43,93	2,41
ОТ/рост	0,34	0,17	0,35	0,18	0,53	0,05	0,56	0,03	0,68	0,15
Z-ИМТ	-1,61	0,28	-0,20	0,46	1,47	0,29	2,60	0,24	3,38	0,26
Z-рост	-0,78	1,22	-0,29	1,19	0,95	2,00	0,64	0,91	0,54	0,93
Динамика глюкозы (ммоль/л)										
Гл. 0	3,92	0,52	4,25	0,38	5,44	0,38	5,47	0,49	5,53	0,83
Гл. 15	7,60	1,16	7,35	1,27	7,03	0,77	6,86	0,81	7,64	1,59
Гл. 30	8,80	1,00	7,87	1,07	8,14	1,66	7,70	1,23	8,73	1,34
Гл. 60	7,92	1,27	6,58	1,25	7,81	1,43	6,52	1,83	7,80	1,44
Гл. 90	5,68	1,42	5,73	0,92	5,39	1,79	5,84	1,95	6,52	2,14
Гл. 120	6,17	0,85	5,41	0,68	5,94	0,82	5,98	1,80	6,28	1,62
Ср. глюкоза	6,67	0,65	6,36	0,64	6,63	0,63	6,40	0,98	7,03	1,04
AUC gl. 0–15	20,13	10,41	15,75	9,58	11,95	5,78	10,38	6,82	18,06	11,75
AUC gl. 15–30	49,25	15,08	35,45	15,51	32,25	16,05	27,08	13,91	44,31	20,61
AUC gl. 0–30	58,25	14,59	39,41	15,79	40,61	25,43	33,42	19,39	52,50	21,38
AUC gl. 30–60	103,25	18,58	59,45	34,23	76,29	43,84	49,08	38,05	91,04	40,93
AUC gl. 60–120	217,99	145,87	68,71	70,14	102,71	73,98	41,11	169,68	205,91	242,37
AUC gl.	379,49	158,02	167,57	100,39	219,61	129,92	123,61	191,10	349,45	170,34

зарегістровано 23 случая дисглікемії у обстежених підлітків, що становить 51,11 % від усієї групи з надмірною масою тіла.

Концентрація глюкози натощак не відрізнялась в групах дітей зі зниженою і нормальною масою тіла ($p = 0,14$), однак достовірно збільшувалась у дітей з надмірною масою тіла порівняно з згаданими групами (см. табл. 1).

Концентрація глюкози на 30–120-й хвилині тесту в середньому не відрізнялась в групах. При цьому середня концентрація глюкози в ході тесту також не виявила достовірних відмінностей в групах, за винятком тенденції до зростання показателя у дітей із групи $+ \geq 3$ SD по ІМТ.

Аналіз площі під глікемічною кривою, який є більш валідним параметром оцінки навантаження глюкозою, виявив практично двократне збільшення у пацієнтів з недостатком маси тіла порівняно з підлітками з нормальною масою тіла ($(379,49 \pm 158,02)$ і $(167,57 \pm 100,39)$ усл. од. відповідно, $p < 0,01$). В той же час даний параметр збільшувався у пацієнтів з надмірною масою тіла порівняно з підлітками з нормальною масою тіла, досягаючи достовірної різниці між групою з найбільшим ІМТ проти груп $+2-3$ SD ($p < 0,01$), $+1-2$ SD ($p = 0,02$), ± 1 SD ($p < 0,01$). При цьому значення показателя у пацієнтів з недостатком і найбільшою масою тіла достовірно не відрізнялись ($p = 0,81$).

Проведений аналіз площі під глікемічною кривою в різні часові проміжки також виявляє певні особливості в групах. Так, у пацієнтів з недостатком маси тіла і ІМТ $+ \geq 3$ SD має місце аналогічний профіль кривої, а саме реєструється достовірне збільшення площі на 0–30-й, 30–60-й, 60–120-й хвилині ($p < 0,01$). При цьому достовірної різниці між групами в зазначених часових інтервалах немає ($p < 0,05$). У дітей же з нормальною масою тіла відзначається рівномірне розподілення площі по всіх післянавантажувальних проміжках ($p < 0,05$), рівно як у дітей з надмірною масою тіла і ІМТ $+2-3$ SD.

Таким чином, незважаючи на відсутність достовірних відмінностей за показателем середнього рівня глюкози в групах, має місце різний профіль глікемічної кривої у пацієнтів з різним ІМТ. Так, значимі коливання глікемії реєструються як при недостатку, так і при надмірній масі тіла переважно за рахунок другої фази тесту (з 60-й по 120-ю хвилину).

Аналіз динаміки концентрації інсуліну і площі під інсуліновою кривою в ході стандартного тесту толерантності до глюкози також показує залежність від ІМТ у підлітків (табл. 2).

Так, концентрація інсуліну натощак не має достовірних відмінностей у підлітків з недостатком і нормальною масою тіла ($p > 0,05$) і лінійно

зростає по мірі збільшення ІМТ ($8,91 \pm 5,43$; $10,17 \pm 5,23$; $25,84 \pm 13,16$; $30,71 \pm 14,87$; $42,23 \pm 12,90$ відповідно).

Значення показателя на 15-й хвилині тесту достовірно найменше при недостатку маси тіла ($(37,38 \pm 23,29)$ мкМЕ/мл) і найбільше високе при максимальній масі тіла ($(82,53 \pm 30,00)$ мкМЕ/мл). Достовірної ж різниці в концентрації інсуліну при нормальному, надмірному масі тіла і ожирінні з ІМТ $+1-2$ SD не виявлено. На 30-й хвилині тесту співвідношення показателів аналогічне.

На 60-й хвилині після навантаження глюкозою співвідношення декілька змінюються. Рівень інсуліну зберігається більш високим при нормальному, ніж при недостатковій масі тіла ($p = 0,02$). Однак при нормальному і недостатковій масі тіла концентрація інсуліну починає знизуватися, тоді як при надмірному масі тіла і ожирінні продовжує зростати.

На 120-й хвилині тесту во всіх групах реєструється зниження концентрації інсуліну з мінімальним значенням при нормальному масі тіла ($(32,75 \pm 8,99)$ мкМЕ/мл). При недостатковій масі тіла показник незначительно, але достовірно вище ($(43,7 \pm 11,72)$ мкМЕ/мл, $p = 0,044$), а при надмірному масі тіла і ожирінні $+1-2$ SD вдвоє перевищує значення при нормальному і недостатковій масі тіла, але зберігається достовірно нижче, ніж у групі з максимальною масою тіла ($p < 0,05$ для всіх). В цілому до 120-й хвилині тесту во всіх групах інсулін залишався вище порівняно з початковим рівнем ($p < 0,01$ для всіх). При цьому при нормальному масі тіла мала місце перевищення на 67 %, при надмірному масі тіла – на 156 %, при ожирінні в обох групах – порядку 100 %, а при недостатку маси тіла – на 387 %. Найбільші коливання концентрації інсуліну спостерігаються в перші 30 хвилин тесту. Звертає на себе увагу, що при нормальному і надмірному масі тіла вибух інсуліну відбувається в перші 15 хвилин після навантаження, а при недостатку маси тіла – з 15-й по 30-ю хвилину. З 30-й по 60-ю хвилину тесту достовірне зростання відзначається лише при нормальному і надмірному масі тіла, але впродовж другого часу (з 60-й по 120-ю хвилину) коливання показателя дуже незначительні. Площа під інсуліновою кривою в перші 30 хвилин тесту достовірно відрізняється в групах і зростає по мірі тривалості тесту. При цьому площа за другим часом тесту (60–120-я хв) є найменшою при нормальному масі, достовірно вище при недостатковій і надмірному масі.

Загальна динаміка коливань інсуліну показує, що найбільша варіабельність показателя спостерігається у дітей з дефіцитом маси тіла. При надмірному масі тіла розмах коливань більш виражений, ніж при нормальному

Таблиця 2
Динамика концентрації глюкози після стандартної навантаження глюкозою у підлітків з різним індексом маси тіла

	Динамика інсуліну (мкМЕ/мл)										
	8,91	5,43	10,17	5,23	25,84	13,16	30,71	14,87	42,23	12,90	S0, 01, S1, 02, S2, 23, 13, 03, S3
Інс. 0	8,91	5,43	10,17	5,23	25,84	13,16	30,71	14,87	42,23	12,90	S0, 01, S1, 02, S2, 23, 13, 03, S3
Інс. 15	37,38	23,29	72,15	29,37	58,91	36,12	70,49	34,91	82,53	30,00	S0, S2, S3
Інс. 30	60,78	29,32	84,48	46,76	75,49	40,30	81,31	40,79	94,14	30,56	S3
Інс. 60	57,17	29,44	67,14	32,45	86,70	37,65	87,58	37,92	94,50	37,80	S3
Інс. 120	43,70	11,72	32,75	8,99	64,50	21,77	62,27	33,44	85,67	23,63	S0, 01, S1, 02, 23, 13, 03, S3
Mean ins.	41,59	17,13	54,97	20,12	62,29	18,89	66,47	26,26	79,61	21,82	
AUC ins. 0–15	213,54	97,86	403,60	168,14	248,04	276,34	298,33	218,99	309,73	248,71	S0
AUC ins. 15–30	602,59	352,30	899,70	450,54	620,37	484,36	677,80	408,15	706,49	408,03	
AUC ins. 0–30	778,10	438,36	992,21	666,34	851,16	592,54	758,95	568,79	793,52	407,94	
AUC ins. 30–60	1501,95	770,77	1724,26	1031,88	1657,49	838,20	1611,98	980,52	1592,53	913,39	
AUC ins. 60–120	2491,40	406,57	1896,68	960,18	2985,32	1019,03	2652,83	887,31	2930,93	1082,34	S0, 01, 12, 23
AUC ins.	4771,45	2431,47	4613,15	2535,60	5493,98	2897,34	5023,77	3071,86	5316,98	3161,31	

масе тіла. Причому з наростанням маси тіла динаміка показателя інсуліну знижується (рисунок).

Таким чином, при стандартному підході до оцінки результатів тесту толерантності до глюкози з використанням критеріїв ВОЗ глікемічний статус при нормальній і недостатній масі тіла виглядає благополучним, а у половини пацієнтів з надлишком маси тіла реєструються преіадиабетическі дисглікемії. Середні показники глюкози і інсуліну в групах є малоінформативними в зв'язі з високою варіабельністю в теченні різних фаз тесту. При недостатній масі тіла і ожиренні ≥ 3 SD реєструється схожий профіль глікемічної кривої.

При нормальній і надлишкової масі тіла вибух інсуліну відбувається в перші 15 хвилин після навантаження, а при недостатній масі тіла – з 15-ї по 30-ю хвилину. З 60-ї хвилини при нормальній і недостатній масі тіла концентрація інсуліну починає знижуватися, тоді як при надлишкової масі тіла і ожиренні зберігається плато, що призводить до найбільшої площі глікемічної кривої саме на другому годині тесту. До 120-ї хвилини тесту в усіх групах концентрація інсуліну знижується, досягаючи мінімального значення при нормальній масі тіла. В першу фазу інсулінового відгуку більш висока концентрація інсуліну реєструється у підлітків з недостатньою і надлишкової масою тіла. Однак на виході з тесту максимальні значення виявляються у пацієнтів з найбільш високою масою тіла. При цьому площа під інсуліновою кривою достовірно не відрізняється в групах, а варіабельність концентрації інсуліну має обернену залежність від ІМТ підлітка.

В зв'язі з тим, що саме гіперінсулінізм є основним ознакою інсулінорезистентності незалежно від фази інсулінового відгуку [15], можна передбачити, що детальний аналіз глікемічної і інсулінової кривих при стандартній навантаженні глюкозою розкриває етапи формування інсулінорезистентності, які відрізняються при різному трофологічному статусі.

Незважаючи на те, що класичним методом вивчення інсулінорезистентності є техніка кліп-тестування [4], автори цього методу підтвердили повторюваність результатів вивчення чутливості до інсуліну з допомогою більш простого стандартного методу – перорального тесту толерантності до глюкози [9]. Таким чином, існують підстави вважати, що результати нашого власного дослідження і передбачати, що вибух інсуліну при недостатній і надлишкової масі тіла носить адаптаційний характер, а при ожиренні знижується здатність β -кліток виробляти інсу-

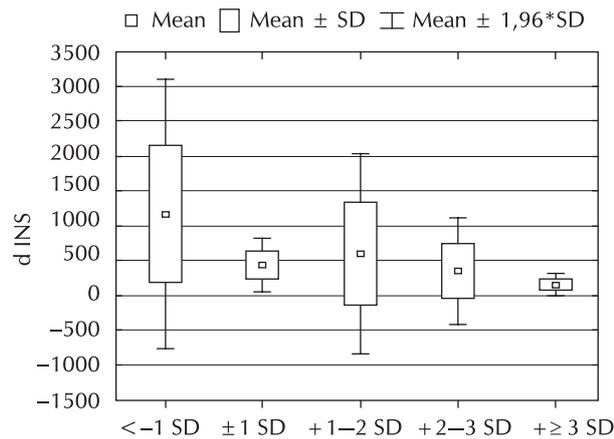


Рисунок. Вариабельність концентрації інсуліну в ході стандартного теста толерантності к глюкозе у пацієнтів з різним індексом маси тіла (%)

лин в ответ на нагрузку глюкозой, что может свидетельствовать об истощении инсулярного аппарата даже при отсутствии диагностически значимых дисгликемий. Данный факт требует

особого внимания к пациентам с ожирением, имеющим показатели глюкозы в пределах референтных значений.

Выводы

При оценке гликемического статуса необходимо проведение стандартного теста толерантности к глюкозе с оценкой не только уровня глюкозы, но и инсулина крови.

Динамика концентрации инсулина различается у подростков с различным индексом массы тела: у подростков с нормальной, избыточной массой тела и с ожирением выброс инсулина происходит в первые 15 минут после нагрузки, а при недостатке массы тела — с 15-й по 30-ю минуту.

Низкую вариабельность концентрации инсулина у подростков с ожирением при индексе массы тела ≥ 3 SD можно рассматривать как предиктор формирования сахарного диабета 2 типа по причине истощения функциональной активности β -клеток, а следовательно, компенсаторного резерва в условиях инсулинорезистентности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Луфт В.М., Луфт А.В. Трофологический статус: критерии оценки и диагностики нарушений питания. — СПб. 2010. — 74 с.
2. Barclay L., Lie D. Waist-to-height ratio may predict cardiometabolic risk in normal-weight children *CME // BMC Pediatr.* — 2010. — Vol. 10. — P. 73.
3. Cersosimo E., Solis-Herrera C., Trautmann M.E. et al. Assessment of Pancreatic-Cell Function: Review of Methods and Clinical Applications // *Current Diabetes Reviews.* — 2014. — 10. — P. 2–42.
4. DeFronzo R.A., Tobin J.D., Andres R. Glucose clamp technique: a method for quantifying insulin secretion and resistance // *Am. J. Physiol.* — 1979. — 237. — E214–E223.
5. Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. Report of the expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus // *Diabetes Care.* — 2003. — Vol. 26 (suppl. 1). — P. S5–S20.
6. Interim report of the Commission on Ending Childhood Obesity. World Health Organization 2015. Available from URL: <http://www.who.int/end-childhood-obesity/commission-ending-childhood-obesity-interim-report.pdf?ua=1>.
7. Körner A., Scheuermann K., Neef M. et al. Pediatric reference values for insulin from oGTT and prevalence of hyperinsulinemia in obese children // *Diabetologie und Stoffwechsel.* — 2014. — P. 9–227. — DOI: 10.1055/s-0034-1375084.
8. Litwin S.E. Childhood Obesity and Adulthood Cardiovascular Disease: Quantifying the Lifetime Cumulative Burden of Cardiovascular Risk Factors // *JACC.* — 2014. — 64 (15). — P. 1588–1590.
9. Matsuda M, DeFronzo RA. Insulin sensitivity indices obtained from oral glucose tolerance testing: comparison with the euglycemic insulin clamp. *Diabetes Care* 1999; 22 (9):1462–1470.
10. Reaven G.M. et al. Plasma insulin, C-peptide, and proinsulin concentrations in obese and nonobese individuals with varying degrees of glucose tolerance // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* — 1993. — Vol. 76. — P. 44–48.
11. Rodríguez-Cruz M., Sanchez R., Escobar R.E. et al. Evidence of Insulin Resistance and Other Metabolic Alterations in Boys with Duchenne or Becker Muscular Dystrophy // *International Journal of Endocrinology.* — 2015. — 867273 // <http://doi.org/10.1155/2015/867273>.
12. Seltzer S., Allen W., Herron A. Insulin secretion in response to glycemic stimulus // *J. Clin. Invest.* — 1967. — Vol. 40. — P. 323–335.
13. Steinberger J., Moran A., Hong C.P. et al. Adiposity in childhood predicts obesity and insulin resistance in young adulthood // *J. Pediatr.* — 2001. — Vol. 138. — P. 469–473.
14. WHO European Ministerial Conference on Nutrition and Noncommunicable Diseases in the Context of Health 2020. — 4–5 July 2013. — Vienna, Austria.
15. Wilcox G. Insulin and insulin resistance // *Clin. Biochem. Rev.* — 2005. — 26. — P. 19–39.
16. World Health Organization. Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013–2020. — 2013 // www.who.int/nmh/events/ncd_action_plan/en.

Динаміка концентрації інсуліну і глюкози крові після стандартного перорального вуглеводного навантаження в підлітків з нормальною, недостатньою і надлишковою масою тіла

Т.В. Чайченко¹, О.С. Рибка¹, Н.Р. Бужинська¹, Н.В. Шульга², Т.В. Лутай²

¹ Харківський національний медичний університет

² Харківська обласна дитяча клінічна лікарня

Мета роботи — вивчити динаміку концентрації інсуліну і глюкози крові після стандартного перорального вуглеводного навантаження в підлітків з нормальною, недостатньою та надлишковою масою тіла.

Матеріали та методи. Обстежено 64 підлітки (середній вік — $(13,56 \pm 2,47)$ року) з нормальною, недостатньою і надлишковою масою тіла з визначенням концентрації глюкози, інсуліну та розрахунком відповідних площ під кривими їх концентрації протягом тесту.

Результати та обговорення. Середня концентрація глюкози протягом тесту і в окремих точках достовірно не відрізняється в групах, тоді як середня концентрація інсуліну зростає в міру збільшення індексу маси тіла (ІМТ). У підлітків з дефіцитом і максимальним надлишком маси тіла схожий профіль глікемічної кривої — з достовірним ступінчастим збільшенням площі під кривою в досліджувані часові проміжки з вірогідним збільшенням загальної площі. Натомість у дітей з нормальною, надмірною масою тіла і з ожирінням з ІМТ +2—3 SD відзначається рівномірний розподіл площі в усіх постанвантажувальні проміжки. При нормальній і надлишкової масі тіла викид інсуліну відбувається в перші 15 хвилин після навантаження, а при дефіциті маси тіла — з 15-ї по 30-ту хвилину. З 60-ї хвилини при нормальній і недостатній масі тіла концентрація інсуліну починає знижуватися, тоді як при надлишкової масі тіла та ожирінні продовжує зростати або зберігається плато. До 120-ї хвилини тесту в усіх групах концентрація інсуліну знижується, досягаючи мінімального значення в підлітків із нормальною масою тіла. Варіабельність концентрації інсуліну має зворотну залежність з ІМТ підлітка.

Висновки. Інсулінова відповідь відрізняється в підлітків з різною масою тіла. Зокрема, у підлітків з максимальною масою тіла визначається не лише висока концентрація інсуліну, а й низька варіабельність параметра в ході тесту, що можна розглядати як маркер виснаження функціональної активності β -клітин в умовах інсулінорезистентності.

Ключові слова: інсулінорезистентність, глюкозотолерантний тест, ожиріння, індекс маси тіла.

The dynamics of blood glucose and insulin concentration after the standard oral glucose tolerance test in overweight, underweight and normal weight adolescents

T.V. Chaychenko¹, O.S. Rybka¹, N.R. Buginska¹, N.V. Shulga², T.V. Lutay²

¹ Kharkiv National Medical University

² Kharkiv Regional Clinical Children Hospital

The aim — to study the dynamics of concentrations of insulin and glucose levels after a standard oral glucose tolerance test in overweight, underweight and normal weight adolescents.

Materials and methods. The study involved 64 overweight, underweight and normal weight adolescents aged 13.56 ± 2.47 y. o. who were examined with the determination of glucose and insulin concentrations during a standard oral glucose load with calculating relevant area under the curve.

Results and discussion. It was found that the average concentration of glucose during the test and in some points does not differ significantly in the groups, whereas the average insulin concentration increases with increasing of body mass index (BMI). Underweight and obese adolescents have a similar glycemic profile curve — with a significant stepwise increase of the area under the curve (AUC) and with significantly increase of the total area. The AUC distribution in normal weight, overweight and obese children with BMI + 2—3 SD has uniform distribution area after the test.

The peak of insulin response in normal weight and overweight children occurs in the first 15 minutes after the test, in underweight it is delayed (from 15 to 30 min). Insulin concentration starts to decrease at 60 min in normal weight and underweight patients. Whereas insulin level in overweight and obese continues to increase or preserved plateau. Insulin concentration decreases up to 120 min. in all groups and has a minimum level in a normal weight children. The variability of insulin concentration in adolescents is inversely depended on BMI.

Conclusions. Insulin response varies in adolescents with different BMI. The main feature of those who has maximal BMI is a high insulin concentration with its low variability during the test. This might be considered as a marker of the exhaustion of the functional activity of beta cells under conditions of insulin resistance.

Key words: insulin resistance, oral glucose tolerance test, adolescents, body mass index.