[Atherosclerosis 230 (2013) 80](http://dx.doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2013.06.025)-[85](http://dx.doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2013.06.025)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  | Содержание доступно в собрании полнотекстовых материалов [SciVerse ScienceDirect](http://www.sciencedirect.com/science/journal/00219150)  Atherosclerosis  Сайт журнала: [www.elsevier.com/locate/atherosclerosis](http://www.elsevier.com/locate/atherosclerosis) |
|  |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Положительное влияние потребления калия при метаболическом синдроме: исследование KNHANES IV (четвертая Корейская Национальная программа оценки здоровья и питания) |  |

Doosup Shin [a](#bookmark2), Hee-Kyung Joh [b](#bookmark3),[c](#bookmark4), Kyae Hyung Kim [d](#bookmark5), Sang Min Park [d](#bookmark5),[e](#bookmark6),[[1]](#footnote-1)\*

*a Центр общественного здоровья Чансон, Чансон-гун, Южная Корея*

*b Медицинский факультет Сеульского Национального университетского медицинского колледжа, Сеул, Южная Корея*

*с Кафедра семейной медицины Сеульского Национального университета, Центр здравоохранения, Сеул, Южная Корея*

*d Кафедра семейной медицины, Сеульская национальная клиническая университетская больница, Сеульский национальный университетский медицинский колледж, 28 Юнкеон-дон, Чонгро-гу,* *Сеул 110-744, Южная Корея*

*e Кафедра медико-биологических наук, Сеульский национальный университетский медицинский колледж, 28 Юнкеон-дон, Чонгро-гу, Сеул 110-744, Южная Корея*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| СВЕДЕНИЯ О СТАТЬЕ |  | АННОТАЦИЯ |
| **История публикации:**  Поступила в редакцию 16 января 2013 г.  Поступила после правки  8 июня 2013 г.  Принята в печать 30 июня 2013 г.  Опубликована онлайн 12 июля 2013 г. |  | Цель: Недостаточное потребление калия может быть связано с метаболическим синдромом и его компонентами, но на сегодняшний собрано недостаточно данных по этому вопросу. Мы оценили связь между уровнем потребления калия и метаболическим синдромом в общей популяции.  *Методы:* В анализ были включены данные 7542 взрослых (в возрасте ≥ 20 лет) из четвертой Корейской Национальной программы оценки здоровья и питания (2007–2009 гг.), кросс-секционного исследования репрезентативной национальной выборки населения Кореи. Были использованы данные, полученные с помощью стандартизированных опросников, данные физикального обследования и результаты лабораторных анализов. Оценку уровня потребления калия с пищей проводили на основании опроса участников о рационе питания за прошедшие сутки. Метаболический синдром диагностировали на основании модифицированных критериев, представленных в III докладе группы экспертов по лечению взрослых Национальной образовательной программы по холестерину. Для оценки шансов развития метаболического синдрома и его компонентов по квартилям уровня потребления калия использовали многофакторный логистический регрессионный анализ.  *Результаты:* После коррекции с учетом различных искажающих факторов, связанных с образом жизни и рационом, у лиц в верхнем квартиле уровня потребления калия шансы развития метаболического синдрома были на 39 % ниже, чем у лиц в нижнем квартиле (скорректированное отношение шансов [ОШкорр] = 0,61; 95 % доверительный интервал [ДИ]: 0,42–0,89; *p*-значение для тенденции: 0,013). Эта зависимость в равной мере прослеживалась как среди мужчин, так и среди женщин. По данным многофакторного анализа компонентов метаболического синдрома была выявлена обратная зависимость между уровнем потребления калия и абдоминальным ожирением и гипергликемией натощак (*p*-значениедля тенденции = 0,049 и 0,010, соответственно).  *Заключение:* Полученные нами результаты выявили значимую обратную зависимость между уровнем потребления калия и метаболическим синдромом у взрослых. Для подтверждения этой зависимости требуются дальнейшие исследования.  © 2013 Elsevier Ireland Ltd. Все права защищены. |
| Ключевые слова:  Калий  Питание  Метаболический синдром  Артериальная гипертензия  Сахарный диабет  Ожирение |  |

1. **Введение**

Метаболический синдром представляет собой комбинацию нескольких метаболических факторов риска, а именно: инсулинорезистентности, центрального ожирения, дислипидемии и артериальной гипертензии [[1]](#bookmark65). В последние несколько лет метаболическому синдрому уделяют повышенное внимание , так как его распространенность и социально-экономическое бремя растет во всем мире, включая Южную Корею [[2]](#bookmark68). Поэтому проводятся многочисленные исследования, направленные на изучение его причин. Питание является одним из основных факторов окружающей среды, имеющим этиологические значение при метаболическом синдроме, поэтому изучалось влияние тех или иных продуктов питания, нутриентов и электролитов на развитие этого синдрома.

Калий — наиболее распространенный внутриклеточный катионный электролит, который необходим для нормального функционирования клеток. Он также участвует в синтезе белков и метаболизме углеводов [[3,4]](#bookmark69). Поскольку калий быстро выводится с мочой и не сохраняется в организме, человек должен постоянно потреблять калий в достаточном количестве. Тем не менее, среднее потребление калия населением США и Кореи в 2009–2010 гг. достигало всего 54 % и 58 % рекомендуемого количества, соответственно [[5](#bookmark70)-[7]](#bookmark70). По результатам некоторых исследований, низкий уровень потребления калия связан с высоким артериальным давлением [[8](#bookmark71)-[11]](#bookmark71) и риском развития сахарного диабета [12,13], хотя эти

наблюдения считаются спорными. Кроме того, были получены данные, что у людей, потребляющих больше овощей и фруктов (продукты питания, богатые калием), отмечается более низкий риск развития метаболического синдрома [14]. Следовательно, возможно существование связи между потреблением калия и развитием метаболического синдрома. Тем не менее, на сегодняшний день еще не получено достаточно данных в поддержку этой связи в общей популяции. Таким образом, в настоящем кросс-секционном исследовании мы использовали данные участников четвертой Корейской Национальной программы оценки здоровья и питания 2007–2009 гг. (KNHANES IV) для изучения зависимости между потреблением калия и метаболическим синдромом.

1. **Методы**
   1. ***Участники***

KNHANES IV (2007–2009) — это общенациональное исследование с участием свободно проживающего гражданского населения Кореи. В рамках этого исследования проводится анкетирование участников по вопросам здоровья и питания, а также медицинское обследование. В данном исследовании был применен дизайн стратифицированного многоэтапного вероятностного отбора, а выборка единиц проводилась с учетом географического региона, возраста и пола. Исследование KNHANES подробно описано ранее [[2]](#bookmark68). Все участники предоставили информированное согласие до включения в исследование.

Первоначально среди кандидатов на участие в настоящем исследовании рассматривалось 14 210 взрослых (в возрасте ≥ 20 лет), которые прошли: 1) Анкетирование по питанию; 2) физикальное и лабораторное обследование с измерением окружности талии, уровня артериального давления, уровней триглицеридов, глюкозы натощак и холестерина липопротеинов высокой плотности (ЛПВП). Участников, которые не принимали пищу менее 12 ч до обследования, исключили в первую очередь, так как это обстоятельство могло повлиять на точность лабораторных показателей (*n* = 3496). Мы также исключили участников, которые указали в анкете, что врачи уже диагностировали у них артериальную гипертензию, дислипидемию, сахарный диабет, инсульт, застойную сердечную недостаточность, инфаркт миокарда, почечную недостаточность, цирроз печени или онкологическое заболевание, поскольку привычки в питании и состояние здоровья этих лиц могли измениться после выявления указанных заболеваний (*n* = 2860). Затем мы исключили лиц, которые указали неправдоподобную общую калорийность рациона (*n* = 249; < 800 или > 4200 ккал/сут для мужчин; < 600 или > 3500 ккал/сут для женщин) и лиц, принимавших препараты, влияющие на артериальное давление, метаболизм углеводов и уровень липопротеинов (*n* = 8). Беременные женщины также были исключены из анализа в связи с физиологическими изменениями, происходящими в организме во время беременности (*n* = 55). После всех исключений осталось 7542 человека (2684 мужчины и 4858 женщин), которых мы включили в настоящий анализ.

* 1. *Демографические и социально-экономические факторы*

Обученные интервьюеры собирали сведения о демографических факторах и образе жизни участников в ходе персональных опросов. Были использованы следующие демографические переменные: возраст 20–29, 30–39, 40–49, 50–59, 60–69 и ≥ 70 лет), пол, уровень образования (начальная школа и меньше, средняя или общеобразовательная школа, высшее образование и выше) и уровень ежемесячного семейного дохода (по квартилям приведенного к эквиваленту семейного дохода). Приведенный к эквиваленту семейный доход вычисляли путем деления общего семейного дохода за месяц на квадратный корень из общего числа членов семьи. В отношении образа жизни были выбраны следующие переменные: курение (никогда не курили, курили ранее или курят в настоящее время), употребление алкоголя (грамм алкоголя/сут) и уровень физической активности (низкий, средний или высокий). Участников спрашивали, курили ли они когда-либо или курят в настоящее время. Средние дозы и количество употребляемых алкогольных напитков оценивали по опроснику, который участники заполняли самостоятельно, а затем пересчитывали в количество чистого спирта (в граммах), потребляемого за сутки [15]. Уровень физической активности количественно оценивали в виде минут метаболических эквивалентов нагрузки в неделю (МЭН-минут в неделю), которые рассчитывали по балльному протоколу корейской версии короткой формы Международного опросника по физической активности (IPAQ) [16]. Далее уровень физической активности классифицировали, соответственно, как низкий (< 600 МЭН-мин в неделю), средний (от ≥ 600 до < 3000 МЭН-мин в неделю) или высокий (≥ 3000 МЭН-мин в неделю).

* 1. Оценка рациона питания

Рацион питания оценивали однократно методом опроса о пище, потребленной накануне в будний день, то есть все сведения о продуктах питания и напитках, которые употреблялись за последние 24 часа, были получены от самих участников. Исходя из этих данных рассчитывались уровни потребления питательных веществ и электролитов по таблице состава пищевых продуктов, разработанной и аттестованной Управлением по развитию сельскохозяйственных районов. В данном исследовании учитывали следующие показатели рациона: общая калорийность (ккал/сут), потребление углеводов (% калорий), общих жиров (% калорий), белков (% калорий), пищевых волокон (г/1000 ккал), витамина С (мг/1000 ккал), натрия (мг/1000 ккал) и калия (мг/1000 ккал). Суточное потребление калия было разделено на квартили в целях анализа данных. Мы дополнительно рассчитали соотношение натрия и калия в составе рациона (соотношение Na:K) и разделили полученные величины на квартили для оценки их влияния на метаболический синдром и его компоненты.

Метод опроса о рационе питания за прошедшие сутки является одним из доступных на практике методов, который используется в крупных популяционных исследованиях благодаря своему методологическому удобству и осуществимости, и этот метод применялся в предыдущих популяционных исследованиях [17,18]. Установлено, что на групповом уровне метод опроса о рационе питания за прошедшие сутки достаточно надежен [19]. Расчетный уровень потребления калия на основе однократного опроса о рационе питания за прошедшие сутки хорошо коррелирует с совокупными данными по его долгосрочному потреблению (*r* = 0,70) [20] и значимо коррелирует с уровнем суточной экскреции с мочой [21,22], в том числе и у населения Кореи [23]. Таким образом, хотя метод опроса о рационе питания за прошедшие сутки может быть неточным при оценке индивидуального уровня потребления калия, он позволяет получить надежные данные в отношении его группового потребления [21].

* 1. *Антропометрические показатели*

Массу тела и рост измеряли по стандартным правилам с погрешностью 0,1 кг и 0,1 см, соответственно. Окружность талии измеряли в самом узком месте между нижним краем грудной клетки и верхним краем гребня подвздошной кости в конце нормального выдоха. Прошедшие специальную подготовку сотрудники измеряли артериальное давление мануальным методом с помощью ртутного сфигмоманометра («Бауманометр»; «Баум», Копиаг, Нью-Йорк).

* 1. *Лабораторное обследование*

Образцы крови брали из локтевой вены и сразу же центрифугировали. В этих образцах крови определяли концентрацию общего холестерина, холестерина ЛПВП, триглицеридов и глюкозы. Концентрации липидов и глюкозы плазмы крови натощак (период голодания ≥ 12 ч) измеряли энзиматическим методом на анализаторах ADVIA 1650 («Сименс», США; февраль 2007–2008 гг.) и Hitachi Automatic Analyzer 7600 («Хитачи», Япония; февраль 2008–2009 гг.).

* 1. *Опреде*ле*ние метаболического синдрома*

Мы использовали модифицированные критерии, представленные в III докладе группы экспертов по лечению взрослых Национальной образовательной программы по холестерину (NCEP-ATP III), для диагностики метаболического синдрома [[1]](#bookmark65) при наличии 3 и более признаков из перечисленных ниже: 1) окружность талии ≥ 90 см у мужчин и ≥ 85 см у женщин; на основании критериев Корейского общества по изучению ожирения [24]; 2) концентрация триглицеридов ≥ 150 мг/дл; 3) концентрация холестерина ЛПВП < 40 мг/дл у мужчин и < 50 мг/дл у женщин; 4) артериальное давление ≥ 130/85 мм рт.ст.; 5) концентрация глюкозы в плазме крови натощак ≥ 100 мг/дл.

* 1. *Статистический анализ*

Характеристики участников сравнивали по квартилям уровня потребления калия (мг/1000 ккал). Данные были представлены в виде средних значений ± стандартные ошибки или в виде процентов (% и стандартные ошибки), после коррекции с учетом возраста с помощью прямого метода, при котором общая популяция была выбрана в качестве стандарта. Сравнение средних значений с поправкой на возраст проводили в ходе многофакторного линейного регрессионного анализа.

Многофакторный логистический регрессионный анализ был проведен для оценки отношения шансов и 95 % доверительного интервала (ДИ) развития метаболического синдрома и его отдельных компонентов в зависимости от квартилей уровня потребления калия (нижний квартиль являлся эталоном для сравнения). Для того, чтобы учесть влияние общей калорийности рациона на метаболический синдром мы использовали многофакторную модель питательной плотности пищи [25]. Отношения шансов сначала рассчитывали после проведения коррекции с учетом возраста (дискретная переменная), пола и ИМТ (непрерывная переменная) в модели 1. Модель 2 была дополнительно скорректирована с учетом дискретных переменных — уровня образования, ежемесячного семейного дохода, уровня физической активности, а также непрерывных переменных — статуса курения и потребления алкоголя. Дополнительная коррекция с учетом общей калорийности рациона, потребления углеводов, общих жиров, пищевых волокон, витамина С и натрия в качестве непрерывных переменных применялась в модели 3. Чтобы оценить возможное влияние соотношения Na:K, мы также рассчитали отношения шансов развития метаболического синдрома и его составляющих по квартилям уровня потребления калия после проведения дополнительной коррекции модели 3.

Указанные значения вероятности были 2-сторонними, а p-значение < 0,05 считалось статистически значимым. Все статистические анализы выполнялись в программе STATA 12.1 (Stata Corp., Колледж-Стейшен, Техас, США) с операторами «svy» для учета сложного плана выборки и включали статистический вес выборки, что позволило экстраполировать полученные результаты на всё взрослое население страны.

1. **Результаты**
   1. *Характеристики исследуемой выборки*

Распространенность метаболического синдрома с поправкой на возраст составила 18,1 ± 0,6 % от взвешенной общей выборки, в которой метаболический синдром наблюдался у 20,6 ± 1,0 % мужчин и 16,3 ± 1,0 % женщин. Участники с метаболическим синдромом потребляли значительно меньше калия, чем участники без метаболического синдрома (скорректированные на возраст средние, 1616,2 ± 11,1 и 1586,2 ± 28,4 мг/1000 ккал, соответственно). Демографические и социально-экономические характеристики участников и их рациона представлены по квартилям уровня потребления калия в [таблице 1.](#bookmark36)

* 1. *Отношения шансов развития метаболического синдрома и его компонентов*

Отмечалась обратная зависимость между уровнем потребления калия и метаболическим синдромом, о чем свидетельствуют результаты, представленные в [таблице 2](#bookmark41). Распространенность метаболического синдрома уменьшалась по мере увеличения квартиля уровня потребления калия, а у участников в верхнем квартиле шансы развития метаболического синдрома были на 39 % ниже, чем в нижнем квартиле, после коррекции с учетом различных потенциальных искажающих факторов в модели 3 (скорректированное отношение шансов [ОШкорр] = 0,61; 95 % ДИ 0,42–0,89; p = 0,010; p для тенденции = 0,013). Более того, была выявлена обратная зависимость между уровнем потребления калия и отдельными составляющими метаболического синдрома, особенно, абдоминальным

**Таблица 1**

Характеристики участников в соответствии с квартилями уровня потребления калия.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Уровень потребления калия | | | |
| Квартиль 1 | Квартиль 2 | Квартиль 3 | Квартиль 4 |
| Медиана уровня потребления калия[a](#bookmark37) (диапазон, мг/1000 ккал) | 1055,1 (< 1237,6) | 1387,7 (1237,6–1533,9) | 1693,6 (1534,0–1904,8) | 2229,2 (≥ 1904,9) |
| Возраст[a](#bookmark37) (лет) | 47,5 ± 0,4 | 44,6 ± 0,3 | 45,8 ± 0,3 | 47,0 ± 0,3 |
| ИМТ (кг/м2) | 23,2 ± 0,1 | 23,2 ± 0,1 | 23,2 ± 0,1 | 23,5 ± 0,1 |
| Уровень образования (%) |  |  |  |  |
| ≤ Начальная школа | 27,5 ± 1,1 | 22,4 ± 1,0 | 21,9 ± 1,1 | 20,6 ± 1,0 |
| Средняя школа/полный курс общеобразовательной школы | 49,3 ± 1,5 | 48,9 ± 1,6 | 48,5 ± 1,4 | 49,1 ± 1,5 |
| ≥ Высшее образование | 23,2 ± 1,3 | 28,8 ± 1,4 | 29,7 ± 1,3 | 30,4 ± 1,4 |
| Семейный доход[b](#bookmark38) (%) |  |  |  |  |
| Квартиль 1 (низкий) | 21,9 ± 1,2 | 17,6 ± 1,2 | 14,7 ± 0,9 | 16,5 ± 1,2 |
| Квартиль 2 | 28,6 ± 1,4 | 23,9 ± 1,5 | 25,5 ± 1,5 | 23,0 ± 1,4 |
| Квартиль 3 | 26,8 ± 1,4 | 28,0 ± 1,3 | 29,1 ± 1,5 | 29,9 ± 1,6 |
| Квартиль 4 (высокий) | 22,7 ± 1,4 | 30,5 ± 1,8 | 30,8 ± 1,8 | 30,6 ± 1,6 |
| Физическая активнос[тьc](#bookmark39) |  |  |  |  |
| Низкая | 27,8 ± 1,3 | 27,9 ± 1,2 | 26,5 ± 1,4 | 25,0 ± 0,8 |
| Средняя | 40,3 ± 1,5 | 38,0 ± 1,4 | 41,8 ± 1,5 | 40,6 ± 0,8 |
| Высокая | 31,9 ± 1,4 | 34,1 ± 1,5 | 31,6 ± 1,5 | 34,4 ± 0,8 |
| Курение (%) |  |  |  |  |
| Никогда не курили | 54,2 ± 1,5 | 55,3 ± 1,5 | 59,2 ± 1,5 | 67,4 ± 1,4 |
| Курили ранее | 18,3 ± 1,3 | 20,8 ± 1,2 | 21,9 ± 1,3 | 16,9 ± 1,2 |
| Курят в настоящее время | 27,5 ± 1,4 | 24,0 ± 1,4 | 18,9 ± 1,2 | 15,7 ± 1,1 |
| Употребление алкоголя (г/сут) | 9,8 ± 0,5 | 7,4 ± 0,4 | 6,0 ± 0,4 | 5,3 ± 0,3 |
| Ежедневное потребление с пищей |  |  |  |  |
| Калорийность (ккал/сут) | 1879,6 ± 21,8 | 1846,0 ± 18,1 | 1779,9 ± 18,5 | 1667,4 ± 20,5 |
| Углеводы (% калорий) | 65,0 ± 0,4 | 66,7 ± 0,4 | 68,4 ± 0,3 | 71,3 ± 0,4 |
| Общие жиры (% калорий) | 7,3 ± 0,1 | 7,6 ± 0,1 | 7,4 ± 0,1 | 6,9 ± 0,1 |
| Белки (% калорий) | 12,3 ± 0,1 | 13,9 ± 0,1 | 15,0 ± 0,1 | 15,9 ± 0,1 |
| Пищевые волокна (г/1000 ккал) | 2,7 ± 0,0 | 3,4 ± 0,0 | 4,1 ± 0,0 | 6,1 ± 0,1 |
| Витамин С (мг/1000 ккал) | 27,7 ± 0,6 | 45,5 ± 0,8 | 61,1 ± 1,2 | 98,0 ± 2,6 |
| Натрий (мг/1000 ккал) | 2047,3 ± 29,8 | 2511,0 ± 33,5 | 2777,4 ± 34,1 | 3205,4 ± 47,1 |
| Отношение Na:K[d](#bookmark40) | 2,0 ± 0,0 | 1,8 ± 0,0 | 1,6 ± 0,0 | 1,4 ± 0,0 |

Данные представлены в виде средних значений с поправкой на возраст или распространенности (%) ± стандартная ошибка, за исключением возраста и уровня потребления калия.

a Нескорректированные величины.

b Ежемесячный приведенный к эквиваленту семейный доход.

c Выделяли низкий (< 600 МЭН-мин в неделю), средний (от ≥ 600 до < 3000 МЭН-мин в неделю) и высокий (≥ 3000 МЭН-мин в неделю) уровни физической активности. d Отношение натрия к калию в составе рациона.

**Таблица 2.**

Отношения шансов метаболического синдрома и его компонентов в соответствии с квартилями уровня потребления калия по данным многофакторного анализа.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Уровень потребления калия | | | | |
| Квартиль 1 | Квартиль 2 | Квартиль 3 | Квартиль 4 | *p-*значение для тенденции |
| Метаболический синдром[a](#bookmark42) |  |  |  |  |  |
| Кол-во явлений (%) | 369 (16,0) | 310 (16,5) | 297 (15,8) | 293 (15,5) | — |
| Модель 1[b](#bookmark43) | 1,00 | 0,82 (0,64‒1,06) | 0,81 (0,62‒1,04) | 0,70 (0,54‒0,90) | 0,009 |
| Модель 2[c](#bookmark44) | 1,00 | 0,79 (0,61‒1,04) | 0,77 (0,59‒1,00) | 0,68 (0,53‒0,86) | 0,002 |
| Модель 3[d](#bookmark45) | 1,00 | 0,78 (0,58‒1,04) | 0,73 (0,53‒1,00) | 0,61 (0,42‒0,89) | 0,013 |
| Абдоминальное ожирение[a](#bookmark42) |  |  |  |  |  |
| Кол-во явлений (%) | 400 (21,2) | 386 (20,5) | 381 (20,2) | 401 (21,3) | — |
| Модель 1[b](#bookmark43) | 1,00 | 1,04 (0,79–1,38) | 0,89 (0,64‒1,23) | 0,90 (0,66‒1,22) | 0,337 |
| Модель 2[c](#bookmark44) | 1,00 | 1,09 (0,79‒1,48) | 0,88 (0,64‒1,22) | 0,70 (0,51‒0,96) | 0,011 |
| Модель 3[d](#bookmark45) | 1,00 | 1,19 (0,85‒1,68) | 0,91 (0,62‒1,34) | 0,67 (0,43‒1,07) | 0,049 |
| Высокое артериальное давление[a](#bookmark42) |  |  |  |  |  |
| Кол-во явлений (%) | 455 (24,1) | 381 (20,2) | 382 (20,3) | 349 (18,5) | — |
| Модель 1[b](#bookmark43) | 1,00 | 0,89 (0,71‒1,11) | 0,90 (0,72‒1,13) | 0,79 (0,63‒0,98) | 0,048 |
| Модель 2[c](#bookmark44) | 1,00 | 0,92 (0,71‒1,18) | 0,91 (0,71‒1,18) | 0,84 (0,60‒1,17) | 0,325 |
| Модель 3[d](#bookmark45) | 1,00 | 0,92 (0,71‒1,18) | 0,92 (0,70‒1,20) | 0,85 (0,59–1,22) | 0,396 |
| Гипергликемия натощак[a](#bookmark42) |  |  |  |  |  |
| Кол-во явлений (%) | 374 (19,8) | 334 (17,7) | 315 (16,7) | 359 (19,1) | — |
| Модель 1[b](#bookmark43) | 1,00 | 0,89 (0,72‒1,09) | 0,81 (0,65‒1,00) | 0,91 (0,74‒1,11) | 0,238 |
| Модель 2[c](#bookmark44) | 1,00 | 0,85 (0,67–1,08) | 0,76 (0,60‒0,96) | 0,86 (0,68‒1,08) | 0,131 |
| Модель 3[d](#bookmark45) | 1,00 | 0,82 (0,64‒1,06) | 0,68 (0,52‒0,89) | 0,68 (0,50‒0,94) | 0,010 |
| Гипертриглицеридемия[a](#bookmark42) |  |  |  |  |  |
| Кол-во явлений (%) | 490 (26,0) | 411 (21,8) | 397 (21,1) | 413 (21,9) | — |
| Модель 1[b](#bookmark43) | 1,00 | 0,76 (0,63‒0,92) | 0,79 (0,65‒0,95) | 0,83 (0,68‒1,01) | 0,098 |
| Модель 2[c](#bookmark44) | 1,00 | 0,78 (0,63‒0,97) | 0,84 (0,67‒1,04) | 0,96 (0,78‒1,17) | 0,861 |
| Модель 3[d](#bookmark45) | 1,00 | 0,75 (0,59–0,94) | 0,79 (0,61‒1,01) | 0,88 (0,66‒1,18) | 0,403 |
| Низкий уровень ЛПВП[a](#bookmark42) |  |  |  |  |  |
| Кол-во явлений (%) | 812 (43,1) | 834 (44,2) | 876 (46,5) | 890 (47,2) | — |
| Модель 1[b](#bookmark43) | 1,00 | 1,14 (0,95‒1,36) | 1,21 (1,02‒1,45) | 1,09 (0,92‒1,30) | 0,218 |
| Модель 2[c](#bookmark44) | 1,00 | 1,03 (0,85‒1,24) | 1,08 (0,89‒1,30) | 1,04 (0,89–1,25) | 0,579 |
| Модель 3[d](#bookmark45) | 1,00 | 1,03 (0,84‒1,26) | 1,05 (0,85–1,30) | 0,96 (0,75‒1,24) | 0,886 |

ЛПВП — липопротеины высокой плотности.

a Метаболический синдром диагностировали при наличии ≥ 3 следующих признаков: 1) абдоминальное ожирение (талия ≥ 90 см у мужчин, ≥ 85 у женщин); 2) гипертриглицеридемия (≥ 150 мг/дл); 3) низкий уровень ЛПВП (< 40 мг/дл у мужчин, < 50 мг/дл у женщин); 4)повышенное артериальное давление (≥ 130/85 мм рт.ст.); 5) гипергликемия натощак (≥ 100 мг/дл).

b Модель 1: Коррекция с учетом возраста (20–29, 30–39, 40–49, 50–59, 60–69, ≥ 70 лет), пола, ИМТ (непрерывные переменные).

c Модель 2: Коррекция с учетом уровня образования (начальная школа или меньше; средняя или общеобразовательная школа; вуз и выше), уровня дохода (квартили приведенного к эквиваленту семейного дохода), уровня физической активности (низкий, средний, высокий), статуса курения (никогда не курили, курили раньше, курят сейчас) и употребления алкоголя (г/сут) дополнительно к модели 1.

d Модель 3: Коррекция с учетом общей калорийности (ккал/сут), потребления углеводов (% калорий), общих жиров (% калорий), пищевых волокон (г/1000 ккал), витамина С (мг/1000 ккал) и натрия (мг/1000 ккал) в виде непрерывных переменных дополнительно к модели 2.

ожирением, высоким артериальным давлением и гипергликемией натощак. У участников, потреблявших больше калия, отношение шансов развития абдоминального ожирения после коррекции с учетом различных факторов было ниже. Эта тенденция была менее выраженной, но все еще сохраняла значимость в модели 3. Обратная зависимость между повышенным артериальным давлением и потреблением калия ослабевала после поправки на различные факторы образа жизни и питания. Среди этих факторов уровень потребления пищевых волокон оказывал наибольшее влияние на данную зависимость. Обратная зависимость между гипергликемией натощак и уровнем потребления калия была значимой после коррекции с учетом всех факторов образа жизни и питания.

Обратная тенденция в отношении шансов метаболического синдрома оставалась значимой (p-значение для тенденции = 0,006) после дополнительной поправки на соотношение Na:K. Соотношение Na:K не оказывало значимого влияния на отношения шансов развития метаболического синдрома (p = 0,647) и его компонентов (p > 0,1) (данные не приведены).

Анализ с учетом пола показал, что обратная зависимость между уровнем потребления калия и метаболическим синдромом сохранялась для обоих полов (p-значение для тенденции = 0,043 для мужчин и 0,008 для женщин, по результатам анализа модели 3). Более того, эффект взаимодействия между уровнем потребления калия и полом не оказывал статистически значимого влияния на его связь с метаболическим синдромом (p-значение для эффекта взаимодействия > 0,1).

Наконец, в связи с сомнениями в достоверности метода опроса о рационе питания за прошедшие сутки для оценки привычного рациона отдельных участников, мы повторили вышеуказанные анализы после исключения участников, указавших, что за последние 24 часа они ели больше (или меньше), чем обычно. Все результаты у оставшихся участников сохранились (n = 5765), наблюдались только небольшие изменения детальных значений (Сопроводительная таблица 1).

1. **Обсуждение**

Наше исследование указывает на наличие обратной зависимости между уровнем потребления калия и метаболическим синдромом и его компонентами у взрослых. Эта связь не зависела от других возможных искажающих факторов и прослеживалась в равной мере как у мужчин, так и женщин.

В нескольких исследованиях была установлена обратная корреляция между уровнем артериального давления и уровнем потребления калия с пищей по данным опроса о рационе питания за прошедшие сутки или оценки суточной экскреции калия с мочой[[9](#bookmark72)-[11]](#bookmark72), хотя это наблюдение считается спорным и остается открытым для обсуждения [26,27]. Наше исследование показало, что более высокий уровень потребления калия связан с более низким артериальным давлением, однако обратная зависимость ослабевала после коррекции с учетом основных факторов образа жизни и питания. Таким образом, высокий уровень потребления калия сам по себе не является достаточным объяснением более низкого уровня артериального давления. Хотя точный механизм не установлен, полагают, что повышенный уровень потребления калия ослабляет чувствительность к натрию и его прессорные эффекты [28]. Так, в некоторых исследованиях, изучавших в частности биологическое взаимодействие натрия и калия, было установлено, что соотношение Na:K имеет более тесную связь с артериальным давлением, чем, калий как таковой [[9,10]](#bookmark72). Напротив, в нашем исследовании значимой зависимости между соотношением Na:K и повышенным артериальным давлением или метаболическим синдромом выявлено не было.

Калий также играет важнейшую роль в секреции инсулина бета-клетками поджелудочной железы [29] и в метаболизме углеводов, в частности, в синтезе гликогена из глюкозы [[3,30]](#bookmark69). Поэтому гипокалиемия может привести к нарушению секреции инсулина, а также к нарушению толерантности к глюкозе. В двух недавно проведенных исследованиях было установлено, что низкий уровень калия в сыворотке крови является независимым прогностическим фактором развития сахарного диабета [31,32]. В отличие от концентрации калия в сыворотке крови, зависимость между потреблением калия с пищей и риском сахарного диабета является спорным вопросом [12,31]. Согласно полученным нами результатам после коррекции с учетом множественных факторов, у лиц, потреблявших больше калия с пищей, реже выявлялась гипергликемия натощак. Поскольку пациенты с сахарным диабетом были исключены из нашего исследования, мы не могли непосредственно оценить связь между уровнем потребления калия и сахарным диабетом. Тем не менее, полученные нами результаты указывают на возможное положительное влияние потребления калия в отношении гипергликемии натощак (или нарушенной гликемии натощак) – изменений, предшествующих и тесно связанных с дальнейшим развитием сахарного диабета [33]. Интересно отметить, что эта обратная зависимость не была значимой до коррекции с учетом факторов питания (модели 1 и 2). Однако после дополнительной коррекции с учетом факторов питания в модели 3 обратная зависимость приобрела статистическую значимость. Это можно объяснить возможным влиянием рациона на уровень глюкозы натощак [34]. Среди нескольких факторов питания общая калорийность была самым значимым отрицательным искажающим фактором в отношении зависимости между уровнем потребления калия и гипергликемией натощак (данные не приведены). Требуется больше исследований, чтобы подтвердить этот результат и изучить лежащий в его основе механизм.

До недавнего времени ни в одном исследовании не была описана зависимость между уровнем потребления калия и абдоминальным ожирением. Полученные нами результаты указывают на наличие обратной зависимости между уровнем потребления калия и абдоминальным ожирением. Принимая во внимание надежно доказанную благоприятную зависимость между ожирением и потреблением овощей и фруктов [35], которые являются основными источниками калия с пищей, в будущих исследованиях можно рассматривать калий как один из возможных компонентов рациона, влияющих на абдоминальное ожирение.

Основными источниками калия в продуктах питания являются фрукты и овощи, потребление которых, как установлено, благоприятно отражается на метаболическом синдроме [14]. Однако мы не смогли принять во внимание общий уровень потребления фруктов/овощей в настоящем анализе, поскольку общедоступные данные исследования KNHANES IV не содержат этих сведений. Будущие исследования могут быть посвящены изучению зависимости между метаболическим синдромом и содержанием в рационе фруктов и овощей, а также других элементов, которыми богаты эти продукты питания.

*4.1. Сильные стороны и ограничения*

Данное исследование имеет ряд ограничений. Во-первых, как и в других эпидемиологических исследованиях питания, метод однократного опроса о рационе питания за прошедшие сутки не является оптимальным способом оценки долгосрочного образа питания конкретных лиц и может неточно отражать уровень потребления того или иного нутриента в связи с ошибками памяти и неверными оценками размеров порций. Однако для взрослых, как правило, характерно стабильное потребление питательных веществ с течением времени [36,37], а оценка потребления калия методом однократного опроса о рационе питания за прошедшие сутки значимо коррелирует с совокупными данными по его долгосрочному потреблению [20], а также с уровнем суточной экскреции калия с мочой [21-23]. Кроме того, все результаты сохранялись даже тогда, когда мы ограничивали анализ участниками, которые указали, что их рацион за последние 24 часа не отличался от обычного, а в этом случае данные лучше отражают обычный рацион (см. Сопроводительные материалы). Для подтверждения установленной зависимости требуются дальнейшие исследования с применением многократных опросов участников о рационе питания за прошедшие сутки или оценкой суточной экскреции калия с мочой. Во-вторых, поперечный характер настоящего исследования не позволил нам установить точную причинно-следственную связь. Тем не менее, чтобы преодолеть проблему обратной причинности в подобном кросс-секционном исследовании, мы исключили участников с хроническими заболеваниями, которые могли бы изменить свой образ питания после установления диагноза. Несмотря на перечисленные ограничения, это исследование представляет ценность, поскольку в нем впервые была изучена зависимость между уровнем потребления калия и метаболическим синдромом и его компонентами в популяции, репрезентативной целой нации, после коррекции с учетом нескольких искажающих факторов.

1. **Заключение**

В заключение необходимо отметить, что в нашем исследовании выявлена значимая обратная зависимость между уровнем потребления калия и метаболическим синдромом у взрослых в общей популяции. Для подтверждения этой зависимости требуются дальнейшие исследования.

**Вклад авторов**

Д-р Шин (Shin) имел полный доступ ко всем материалам исследования и несет ответственность за полноту данных и точность анализа. *Разработка и дизайн исследования:* Шин. *Сбор данных:* Шин и Парк (Park). *Анализ и интерпретация данных:* Шин, Джо (Joh), Ким (Kim) и Парк. *Черновик статьи:* Шин. *Критический анализ статьи на предмет важного интеллектуального содержимого:* Шин, Джо (Joh), Ким (Kim) и Парк. *Статистический анализ:* Шин и Ким. *Руководство исследованием:* Парк. Все авторы утвердили итоговую версию статьи для публикации.

**Конфликты интересов, подлежащие раскрытию**

Отсутствуют.

**Раскрытие информации**

У нас отсутствуют конфликты интересов, подлежащие раскрытию.

**Финансирование**

Отсутствует.

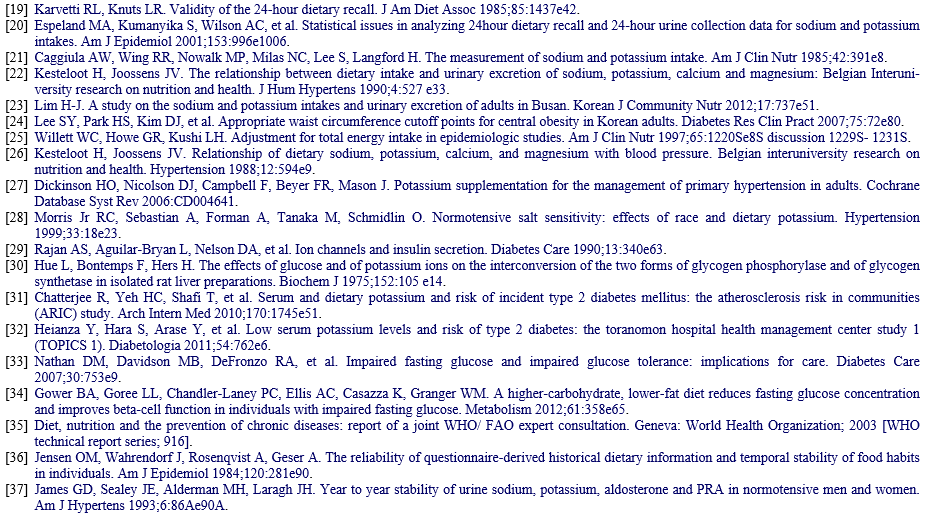
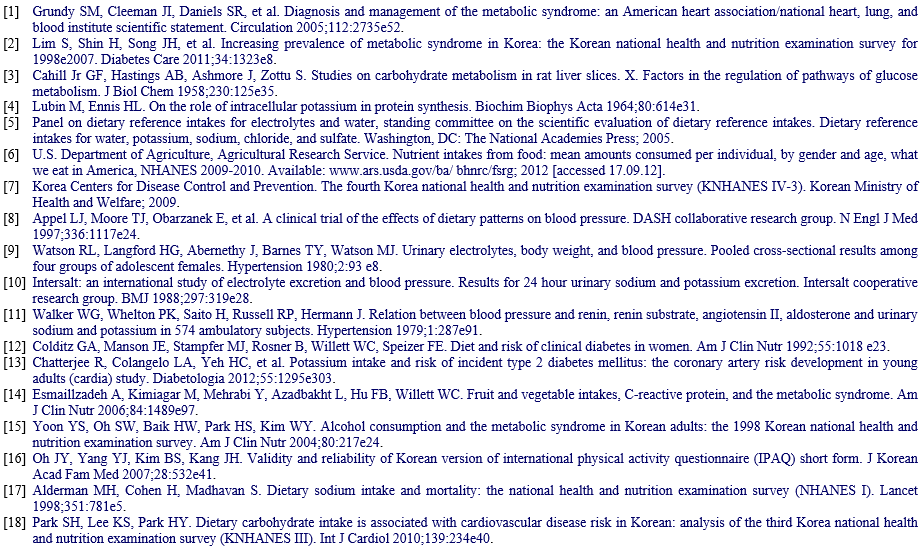
**Благодарности**

Отсутствует.

**Приложение А. Сопроводительные материалы**

Сопроводительные материалы, относящиеся к данной статье, можно найти по ссылке [http://](http://dx.doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2013.06.025) [dx.doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2013.06.025](http://dx.doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2013.06.025).

**Список литературы**



1. \*Автор, ответственный за переписку. Кафедра семейной медицины, Сеульская национальная клиническая университетская больница, Сеульский национальный университетский медицинский колледж, 28 Юнкеон-дон, Чонгро-гу, Сеул 110-744, Южная Корея. Тел.: +82 2 2072 3331; факс: +82 2 766 3276. Адрес эл. почты: [smpark.snuh@gmail.com](mailto:smpark.snuh@gmail.com) (S.M. Park). [↑](#footnote-ref-1)