

П.Е. Влощинский, А.Р. Колпаков

СТРУКТУРА ПИТАНИЯ И ТОЛЕРАНТНОСТЬ К ГЛЮКОЗЕ У ЖИТЕЛЕЙ СЕВЕРА

Изучались особенности регуляции углеводного обмена и толерантность к глюкозе у жителей пос. Диксон с полярным стажем 2 года с выраженным углеводным типом питания. Контрольную группу составили жители Новосибирска. На основании анализа гликемических кривых и гормонального ответа рассматриваются механизмы регуляции углеводного обмена, исследуется толерантность к глюкозе у северян.

Структура питания, толерантность к глюкозе, гормоны, Север.

Введение

Проживание людей в высоких широтах сопровождается перестройкой энергетического обмена, это заключается в его переключении с углеводного типа на жировой. Для обеспечения нормальной жизнедеятельности в пище должно содержаться 140–160 г белка в сутки, а его энергетическая ценность – не менее 3600 ккал. Рекомендуется обеспечивать за счет животных белков до 65–68 % всей суточной потребности белка в пище, а белково-липидное питание обусловлено факторами внешней среды [1]. Изменения метаболизма сопровождаются развитием абсолютного или относительного гиперкортицизма на фоне пониженной концентрации инсулина в крови. Базальный уровень глюкозы в крови ниже, чем в средних широтах, уменьшается ее утилизация мышечной тканью при физической нагрузке [2]. Изучение регуляции углеводного обмена у жителей высоких широт с применением теста толерантности к глюкозе выявило зависимость инсулин-продуцирующей функции поджелудочной железы от полярного стажа и сезонов года [2, 3]. Перестройка энергетического обмена требует адекватного питания, однако существующие рекомендации зачастую не выполняются. С превалированием углеводной составляющей рациона связывают повышенную частоту нарушенной толерантности к глюкозе у пришлого населения Севера [4].

Вопрос об особенностях регуляции углеводного гомеостаза и толерантности к глюкозе у коренного и пришлого населения Заполярья далек от своего разрешения, поскольку возраст, характер питания, длительность ежедневных холодных экспозиций могут существенно влиять на реакцию поджелудочной железы.

Цель нашей работы – изучение эндокринной реакции организма в процессе проведения теста толерантности к глюкозе.

Материалы и методы исследования

Обследован организованный коллектив мужчин, жителей поселка Диксон (20 человек, возраст 20 лет, группа 1), полярный стаж 2 года. Бытовые условия, социальные и индивидуальные меры защиты от холода были одинаковы. Контрольную группу составил аналогичный коллектив мужчин, жителей г. Новосибирска (15 человек, возраст 20 лет, группа 2), идентичных по социальному положению, социаль-

ным и индивидуальным мерам защиты от холода. Оценку фактического питания проводили расчетным методом по меню-раскладкам, которая в группах составляла 4600 ккал. Все испытуемые занимались тяжелым физическим трудом (IV группа интенсивности труда).

Из числа обследуемых исключались лица, указывающие на наличие в семье больного сахарным диабетом, а также с проявлениями пиодермии, избыточной массой тела. Все испытуемые были здоровы и не принимали витаминных или препаратов салициловой кислоты.

Исследования проведены в весенний период – в марте. Фоновое взятие крови осуществляли натощак в 7 часов из локтевой вены в положении лежа, вакутейнерами. Затем проводили стандартный тест толерантности к глюкозе: 75 г углевода растворяли в 250 мл воды, раствор выпивался в течение 2 минут. Последующие пробы крови отбирались через 30, 60, 90 и 120 минут после приема глюкозы. После соответствующей обработки образцы крови замораживали (–20 °С) и хранили в этих условиях до проведения анализов. Для контроля возможной экскреции глюкозы определяли ее концентрацию в моче в те же временные интервалы. Содержание глюкозы более 6,1, но ниже 7,0 ммоль/л расценивалось как нарушенная гликемия натощак. Физиологичной считали концентрацию глюкозы менее 7,8 ммоль/л спустя два часа после употребления глюкозы. Содержание глюкозы в крови от 7,8 до 11 ммоль/л расценивали как нарушение толерантности к глюкозе. Вычисляли гипергликемический коэффициент – отношение концентрации глюкозы через 30 или 60 мин после нагрузки (берут наибольшую величину) к ее концентрации натощак. Рассчитывали гипогликемический коэффициент – отношение концентрации глюкозы через 2 ч после нагрузки к ее концентрации натощак.

Определяли концентрации: глюкозы – ортотолуидиновым способом, гормонов – методом радиоиммунного анализа с использованием коммерческих наборов различных фирм: соматотропного гормона (СТГ) – CIS (Франция), С-пептида (Mallinckrodt, ФРГ), глюкагона – Serono (Италия), кортизола (ИРК и ИРИ, Белоруссия).

Полученные результаты обработаны с применением пакета программ Statistica 6.0. Для множественного сравнения средних величин использовался

LSD-критерий, значимыми считали $P < 0,05$ и менее. Парные сравнения средних величин производились с применением t-критерия Стьюдента, значимыми считали $P < 0,05$ и менее. Проводился двухфактор-

ный дисперсионный анализ для определения влияния факторов: «место жительства» (F_1), «время после приема глюкозы» (F_2) и взаимодействие этих факторов (F_3) на исследуемые показатели (табл. 1).

Таблица 1

Значения коэффициентов Фишера для исследуемых биохимических показателей

| Исследуемый показатель | F_1 – место жительства n = 1 | F_2 – время после приема глюкозы n = 4 | $F_3 = F_1 * F_2$ n = 4 |
|------------------------|-----------------------------------|---|----------------------------|
| Инсулин | 23,37, $p \leq 0,0000$ | 101,16, $p \leq 0,0000$ | 3,12, $p \leq 0,017$ |
| C-пептид | 32,20, $p \leq 0,0000$ | 39,48, $p \leq 0,0000$ | 1,50, $p \leq 0,190$ |
| Кортизол | 22,16, $p \leq 0,0000$ | 23,48, $p \leq 0,0000$ | 0,26, $p \leq 0,898$ |
| Глюкагон | 0,73, $p \leq 0,35$ | 0,70, $p \leq 0,593$ | 3,41, $p \leq 0,010$ |
| СТГ | 1,86, $p \leq 0,17$ | 10,15, $p \leq 0,0000$ | 1,25, $p \leq 0,29$ |
| C-пептид/инсулин | 56,05, $p \leq 0,0000$ | 5,01, $p \leq 0,0007$ | 2,28, $p \leq 0,05$ |
| Инсулин/глюкагон | 19,10, $p \leq 0,0000$ | 47,98, $p \leq 0,0000$ | 1,27, $p \leq 0,28$ |
| Инсулин/СТГ | 8,77, $p \leq 0,004$ | 12,61, $p \leq 0,0000$ | 0,71, $p \leq 0,72$ |
| Кортизол/инсулин | 12,03, $p \leq 0,0007$ | 13,15, $p \leq 0,0000$ | 1,45, $p \leq 0,220$ |

Результаты и их обсуждение

Оценка суточной калорийности и химического состава рационов позволила выявить их выраженный углеводный характер (10:26:64 %) за счет снижения доли белков на 3 %, жиров – 6 % от суточной калорийности. Белки животного происхождения составляли всего 33 % от их общего количества вместо 55 %, рекомендованных Институтом питания РАМН. Величина потребления растительного жира соответствовала нормам. Суточное потребление углеводов составляло 736 г, в том числе сахара – 107 г.

Вследствие дефицита овощей и фруктов, молока и продуктов его переработки в рационах было занижено количество Ca (0,58 г/сут.), Fe (3,9 мг/сут.), витаминов А (0,33 мг/сут.) и С (55 мг/сут.), b-каротина (3,96 мг/сут.). Таким образом, полученные результаты позволили сделать вывод о количественной и качественной разбалансированности применяемого рациона, хотя калорийность его соответствовала нормам питания для лиц данной категории труда.

Сравнивая величины фоновой гликемии, обнаружили, что у жителей Севера значения ниже, чем в контрольной группе ($P < 0,01$), ей соответствовало более низкое содержание иммунореактивного инсулина ($P < 0,02$) и более высокое – кортизола ($P < 0,05$). Концентрации глюкагона и соматотропного гормона не отличались (рис. 1). Эти результаты соответствуют представлению о «полярном метаболическом типе обмена веществ» [2].

После приема раствора глюкозы пик концентрации ее в крови отмечался на 30 минуте в обеих группах (см. рис. 1), после чего она снижалась и через 120 минут была несколько ниже исходного уровня. Изменения содержания ИРИ носили аналогичный характер. Следует отметить, что во все временные промежутки содержание глюкозы и инсулина (кроме 120 минуты) в крови лиц контрольной группы было

выше. Судя по величинам гликемии натощак и через два часа после нагрузки толерантность к глюкозе в группах не нарушена [6]. Величины гипергликемического коэффициента в первой и второй группах соответствовали нормальным величинам (не более 1,7) и равнялись 1,6 и 1,4 соответственно. В то же время гипогликемический индекс составлял 0,94 и 0,8 соответственно и значительно отличался от нормальных величин – не менее 1,3 [6]. В соответствии с критериями ВОЗ в случае превышения значений одного или обоих коэффициентов кривую нагрузки глюкозой трактуют как «сомнительную» и рекомендуют воздержаться от злоупотребления углеводами. Таким образом, углеводная составляющая рациона не должна превышать 44 % [2].

Экскреция глюкозы с мочой в обеих группах не обнаруживалась как в исходном состоянии, так и в ходе проведения теста.

Обращает на себя внимание тот факт, что у жителей поселка Диксон на фоне более низких величин ИРИ в крови утилизация глюкозы была выше, чем в контрольной группе. Это возможно по двум причинам: в результате более высокой секреции инсулина или повышенной чувствительности к нему периферических тканей. Как известно, содержание C-пептида в крови характеризует секреторную активность поджелудочной железы. Несмотря на более низкие величины ИРИ в крови северян, концентрация C-пептида была выше, что указывает на усиленную секреторную активность β -клеток как в исходном состоянии, так и в ходе ГТТ (см. рис. 1). Следует отметить также, что и через два часа после начала исследования содержание C-пептида у них не возвращалось к исходным величинам. В контрольной группе уровень C-пептида был повышенным до 90 минуты, затем он возвращался к контрольным значениям.

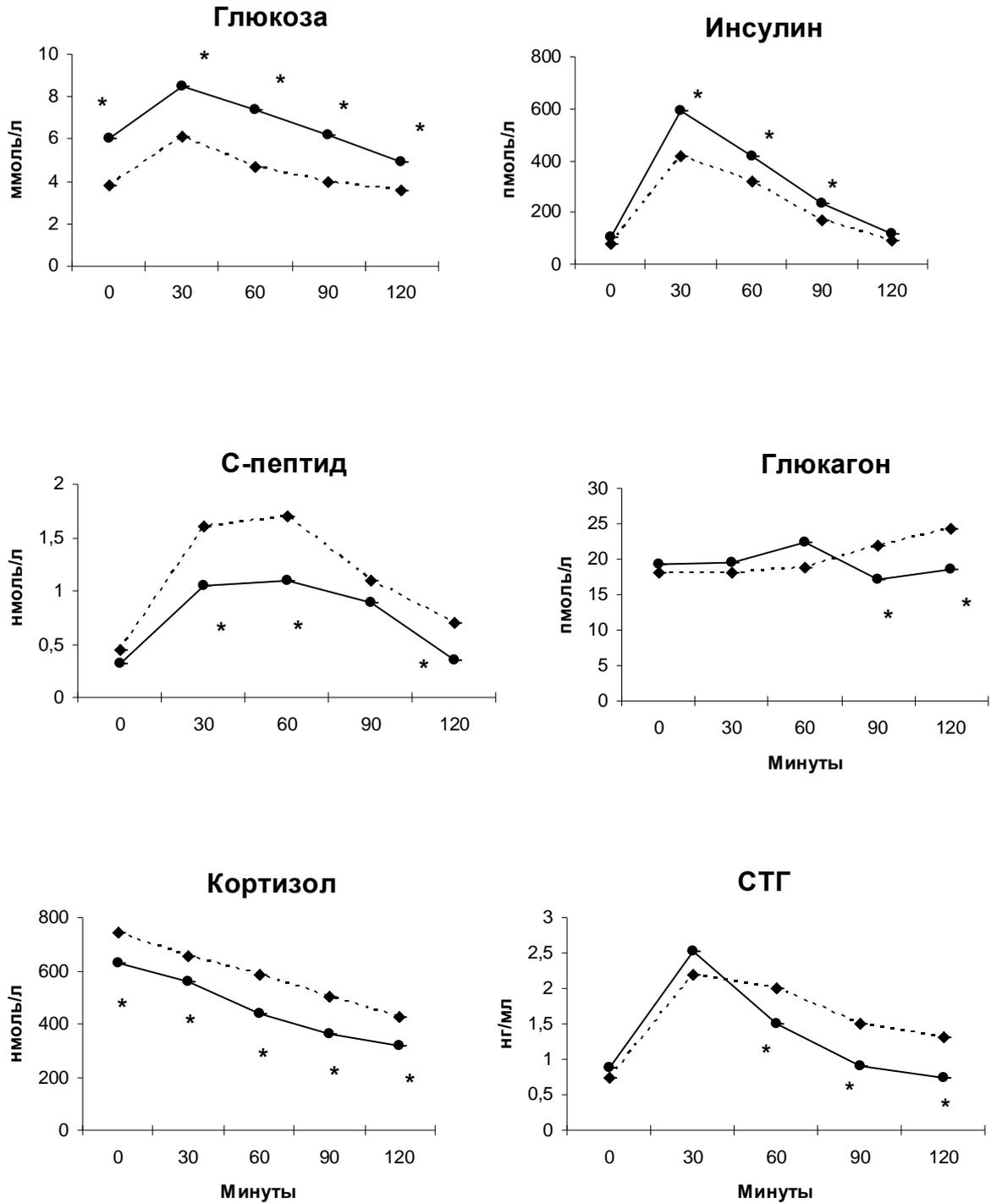


Рис. 1. Изменение концентраций глюкозы и гормонов в сыворотке крови людей в ходе стандартного теста толерантности к глюкозе: — Новосибирск; - - - - Диксон; * P < 0,05 по сравнению с соответствующими показателями на Диксоне

На основании полученных результатов можно утверждать, что не только секреторная активность поджелудочной железы была значительно выше у жителей Севера, но и метаболизм гормона в печени у них была усилен [7], так как отношение С-пептид/инсулин отличалось от соответствующих величин в контрольной группе (табл. 2). Таким образом, высокоуглеводная диета была одновременно мощным стиму-

лом как синтеза и секреции инсулина, так и усиленной его деградации в печени. По-видимому, такая ситуация, сохраняющаяся длительное время, может стать причиной функционального истощения β -клеток и развития диабета. Возможно, вследствие низкой концентрации гормона в периферической крови чувствительность тканей к нему повышается.

Таблица 2

Молярные соотношения гормонов в ходе стандартного ТТГ у жителей пос. Диксон и г. Новосибирска

| Соотношения | Время измерения | | | | |
|------------------|-----------------|-----------|----------|-----------|----------|
| | 0 | 30 | 60 | 90 | 120 |
| С-пептид/инсулин | Д 7,1±1,4 | 4,0±0,3 | 6,0±0,5 | 7,9±0,7 | 10,2±1,6 |
| | Н 3,0±0,2* | 1,9±0,2* | 2,9±0,6* | 3,7±0,5* | 3,3±0,5 |
| Инсулин/глюкагон | Д 4,7±0,5 | 24,7±1,8 | 18,4±2,3 | 8,4±1,2 | 4,3±0,7 |
| | Н 6,3±0,9* | 35,1±4,3* | 22,7±3,0 | 16,0±2,6* | 9,0±2,1* |
| Кортизол/инсулин | Д 12,2±2,7 | 1,6±0,1 | 2,3±0,3 | 4,0±0,8 | 8,0±2,0 |
| | Н 6,6±0,5* | 1,0±0,1* | 1,1±0,1* | 1,9±0,4 | 3,1±0,4 |

Примечание: Д – пос. Диксон; Н – г. Новосибирск.

* Парное сравнение средних, $P < 0,05$, t-критерий Стьюдента.

Изменения концентрации глюкагона в ходе проведения ГТТ отражали более сложную регуляцию углеводного обмена у жителей Севера. Так, не выявлялись достоверные изменения содержания глюкагона в контрольной группе, в то время как нисходящее колено гликемической кривой (с 90 минуты) у северян сопровождалось более высокими его концентрациями в крови ($P < 0,02$). Такая реакция становится понятной при учете более «узких» физиологических границ гликемии, показанных ранее для жителей высоких широт [1]. По-видимому, уровень глюкозы в крови, равный 4,0 мМ, является пограничной величиной, после чего включаются механизмы, активирующие ферменты гликогенолиза и глюконеогенеза. Высокая зависимость углеводного гомеостаза от влияния различных стрессорных факторов у жителей полярных районов подтверждается полученными ранее данными [1, 2, 9].

Наряду с другими гормонами СТГ участвует в регуляции углеводного обмена. Эффекты его двухфазны: инсулиноподобные на ранних стадиях, сменяющиеся длительным антиинсулиновым периодом [10]. У здоровых людей секреция СТГ активируется гипогликемией, в течение короткого промежутка времени она может измениться во много раз [10]. Показано также нарастание концентрации гормона в крови в случае уменьшения белковой компоненты суточного рациона [11]. В наших исследованиях получена нетипичная реакция – повышение концентрации СТГ в обеих группах в ответ на прием глю-

козы, однако она находилась в физиологических пределах – до 2,5 нг/мл (см. рис. 1).

Содержание кортизола в крови обеих испытуемых групп монотонно снижалось в течение всего периода наблюдений, что связано, скорее всего, с особенностями циркадной секреции гормона [12]. Следует отметить, что во все временные интервалы его концентрация в крови северян была больше. На фоне повышенной чувствительности периферических тканей к инсулину поддержание углеводного гомеостаза на новом уровне достигалось путем активации процессов глюконеогенеза и гликогенолиза не только за счет секреции глюкокортикоидов, но и более высокого их молярного соотношения с инсулином. Как известно, уменьшение доступности инсулина или избыток его антагонистов, особенно глюкагона, глюкокортикоидов и катехоламинов, активирует ключевые ферменты липолиза. Показано, что на фоне пограничных концентраций глюкозы в крови жителей Севера, а также физических нагрузках периферические ткани организма обеспечиваются энергией за счет утилизации липидных субстратов [1, 2].

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что углеводный тип питания у жителей Севера активировал работу желез внутренней секреции, гормоны которых обладают разнонаправленным действием на углеводный обмен. Такая ситуация неблагоприятна, поскольку возможно функциональное истощение β -клеток поджелудочной железы и, как следствие, нарушение толерантности к глюкозе и развитие диабета.

Список литературы

1. Панин, Л.Е. Энергетические аспекты адаптации. – Л., 1978. – 190 с.
2. Панин, Л.Е. Полярный метаболический тип // Вопросы экологии человека в условиях Крайнего Севера. – Новосибирск, 1979. – 327 с.
3. Campbell J.F., Garrett R.G., Keen H. Diurnal and seasonal variation in oral glucose tolerance: studies in the Antarctic // Diabetologia. – 1974. – № 11. – P. 139–145.

4. Campbell J.F., Garrett R.G., Rutland P. and Stimmler L. The plasma insulin and growth hormone response to oral glucose: Diurnal and seasonal observations in the Antarctic // *Diabetologia*. – 1974. – № 11. – P. 147–150.
5. Никитин, Ю.П. Нарушенная толерантность к глюкозе у коренных и пришлых жителей Чукотки / Ю.П. Никитин, Е.Г. Степанова, В.П. Бабин // *Бюл. Сиб. отделения РАМН*. – 1998. – № 3. – С. 130–132.
6. Definition and diagnosis of diabetes mellitus and intermediate hyperglycemia: report of a WHO/IDF consultation // *World Health Organization* 2006. – 50 p.
7. Eschwege E., Charles M.A., Simon D., Thibault N., Balkau B. From policemen to policies: what is the future for 2-h glucose? The Kelly West Lecture, 2000 // *Diabetes Care*. – 2001. – № 24. – P. 1945–1950.
8. Goldstein D.E., Little R.R., Lorenz R.A., Malone J.I., Nathan D., Peterson C.M., Sacks D.B. Tests of glycemia in diabetes // *Diabetes Care*. – 2004. – № 27. – P. 1761–1773.
9. Кеда, Ю.М. Влияние соматотропина на углеводный обмен и взаимодействие соматотропина с инсулином // *Проблемы эндокринологии*. – 1985. – № 6. – С. 75–80.
10. Соколов, Е.И. Эмоции, гормоны и атеросклероз // *АМН СССР*. – М.: Наука, 1991. – 293 с.
11. Шурыгин, Д.Я. Функциональное состояние эндокринной системы у полярников Антарктиды / Д.Я. Шурыгин, И.Ф. Рябинин, В.И. Мазуров, В.А. Яковлев // *Антарктика*. – 1979. – Вып. 18. – С. 200–209.
12. Деряпа, Н.Р. Проблемы медицинской биоритмологии / Н.Р. Деряпа, М.П. Мошкин, В.С. Посный // *АМН СССР*. – М.: Медицина, 1985. – 208 с.

НОУ ВПО Центросоюза Российской Федерации
«Сибирский университет потребительской кооперации»,
630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26.
Тел./факс: (383) 346-55-31
e-mail: common@sibupk.nsk.su

ГОУ ВПО Росздрава РФ
«Новосибирский государственный медицинский университет»,
630091, Россия, г. Новосибирск, Красный проспект, 52.
Тел.: (383) 226-98-11

SUMMARY

P.E. Vloshchinsky, A.R. Kolpakov

Dietary patterns and glucose tolerance in northern residents

The features of the carbohydrate metabolism regulation and glucose tolerance in people of the Dikson settlement with a polar experience of 2 years with distinct carbohydrate type of diet were studied. The control group consisted of residents of Novosibirsk. Based on the analysis of the glycemic curves and hormonal response, the mechanisms of carbohydrate metabolism regulation is examined, the glucose tolerance in the northerners is studied.

Dietary patterns, glucose tolerance, hormones, North.

Siberian University of Consumer Cooperation
26, Pr. K. Marx, Novosibirsk, 630087, Russia
Phone/Fax: +7(383) 346-55-31
e-mail: common@sibupk.nsk.su

Novosibirsk State Medical University
52, Krasny Pr., Novosibirsk, 630091, Russia
Phone: (383) 226-98-11