

37. Nerup J., Province M., Permutt M. A. // Diabetologia.— 1987.— Vol. 30.— P. 641—647.
 38. Olefsky J. M., Ciaraldi T. P., Kalterman O. S. // Amer. J. Med.— 1986.— Vol. 77.— P. 514—519.
 39. O'Rahilly H. // New Engl. J. Med.— 1987.— Vol. 316.— P. 380—382.
 40. Panzram G., Adolph W. // Schweiz. med. Wschr.— 1983.— Bd 113.— S. 779—784.
 41. Raeven G. M., Olefsky J. M. // Diabetologia.— 1977.— Vol. 13.— P. 201—206.
 42. Ratzman K. P., Witt S., Schulz B. // Acta endocr. (Kbh).— 1983.— Vol. 102.— P. 410—415.
 43. Steel I. M., Shenfield G. M., Duncan L. J. P. // Brit. med. J.— 1976.— Vol. 2.— P. 852.

44. Tattersal R. B. // Quart. J. Med.— 1974.— Vol. 43.— P. 339.
 45. Tattersal R. B., Fajans S. S. // Diabetes.— 1975.— Vol. 24.— P. 44—53.
 46. Tattersal R. B. // Pediat. Adolesc. Endocr.— 1979.— Vol. 7.— P. 339—346.
 47. Vague P., Lassman C., Grosset B. // Diabet. et Metab.— 1987.— Vol. 13.— P. 92—98.
 48. Winter W. E., Maclaren N. K., Rilly W. J. // New Engl. J. Med.— 1987.— Vol. 316.— P. 285—291.

Поступила 11.05.93

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 1994

УДК 618.379-008.64-07:681.31

А. В. Древаль, Н. В. Аныкина, Г. А. Нефедова, Д. П. Тишин, А. Д. Зубенко, И. В. Прошина

ЭНЕРГОТРАТЫ У БОЛЬНЫХ ИНСУЛИНЗАВИСИМЫМ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ В СТАЦИОНАРНЫХ И АМБУЛАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ (КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ)

Институт питания РАМН, Москва

Оценка энергетического баланса, т. е. баланса между поступлением энергии с питанием и ее расходом в процессе жизнедеятельности, чрезвычайно важна для диabetолога, поскольку ведущей целью лечения сахарного диабета является восстановление нарушенного энергообмена, что обеспечивается в той или иной степени инсулинотерапией и специальной диетой, энергоемкость которой должна компенсировать индивидуальные энергозатраты. Между тем расчет энергозатрат крайне трудоемок и потому до последнего времени остается весьма ориентировочным, а порой и игнорируется в практической работе врача. С внедрением в клинику персональных компьютеров открываются новые широкие возможности в оценке индивидуальных энергозатрат [1, 2], но для этого должны быть разработаны соответствующие компьютерные программы. Именно этому вопросу, созданию и испытанию в клинической практике компьютерной программы, автоматизирующей оценку энергозатрат человека, и посвящена настоящая работа.

Материалы и методы

Обследовано 16 больных (12 мужчин и 4 женщины) инсулинзависимым сахарным диабетом (ИЗСД) без выраженных осложнений, возраст больных от 16 до 22 лет (19±1 год), продолжительность диабета от 1 года до 13 лет (6±1 год). Все больные получали интенсифицированную инсулинотерапию препаратами человеческого инсулина: 3—4 инъекции инсулина короткого действия в сутки на фоне 2 инъекций пролонгированного инсулина (суточная доза 38±5 ЕД).

Для оценки компенсации углеводного обмена в динамике использовалась степень относительного изменения гликемии — G(%):

$$G(\%) = \frac{(\text{Средняя начальная гликемия}) - (\text{средняя конечная гликемия})}{(\text{Средняя начальная гликемия})} \cdot 100\%$$

т. е. вычислялось в процентах отношение разности между среднесуточными показателями гликемии в начале и в конце лечения к среднесуточной гликемии в начале лечения. Очевидно, что при G% > 0 и конечной гликемии не ниже нормы — компенсация диабета улучшается, в противном случае — ухудшается. Содержание глюкозы в крови определяли глюкозооксидазным методом. На момент поступления в клинику среднесуточный уровень гликемии составил 12,9±0,8 ммоль/л, т. е. сахарный диабет в обследованной группе больных был декомпенсирован.

В стационаре больные получали специально разработанную так называемую метаболическую диету, содержащую 115±4 г белка в сутки, 100±2 г жира и 290±3 г углеводов; суточная калорийность диеты составляла 2800±14 ккал, при этом соотношение жиров, белков и углеводов — 1:1,15:2,9 соответственно. Составление метаболической диеты и меню было автоматизировано: в соответствии с требуемыми в диете больного сахарным диабетом калорийностью, соотношением углеводов, жиров и белков (растительных и животных), полиненасыщенных жирных кислот и других компонентов компьютерная программа формировала меню. С помощью этой же программы проводилась ежедневная оценка индивидуальной энергоемкости рациона, получаемого каждым больным в стационаре, с учетом небольших отклонений, связанных с привычками больного или лечебной необходимостью.

Компьютерный расчет энергозатрат. На персональном компьютере у больных произведен подсчет суточных энергозатрат в стационаре и в домашних условиях с помощью оригинальной компьютерной программы. Принцип работы с программой состоит в следующем.

Для оценки энергозатрат в течение дня суммируются ве-

Таблица 1

Пример компьютерного подсчета суточных энергозатрат в условиях стационара по протоколу видов деятельности

Больной А.
 Пол — муж.
 Возраст — 17 лет
 Рост — 164 см
 Масса тела — 56 кг

Вид деятельности	Продолжительность		Энерготраты	
	ч	мин	кДж	ккал
Бег (9 км/ч)	—	55	2415,5	577,1
Отдыхать (спать) лежа	9	15	111,0	26,5
Смотреть телевизор сидя	1	27	321,9	76,9
Писать сидя	—	15	51,0	12,2
Отдыхать сидя	5	16	522,0	124,7
Есть сидя	2	09	322,5	77,1
Мытьё	—	25	157,5	37,6
Ходьба по ровной дороге в прямом положении (3 км/ч)	3	13	2084,4	498,2
Зарядка: положение — стоя, легкая работа всего корпуса	1	05	1072,5	256,3
Основной энергообмен (за сутки)			6487,0	1550,4
Всего...	24	00	13 544,3	3237,1

Три группы профессий в зависимости от энергозатрат при занятии ими [4]

Энерготраты при выполнении профессиональной деятельности, ккал		
480—1000	1000—1500	1500—2000
Парикмахер	Домашняя хозяйка	Мясник
Стенографистка	Садовник	Кузнец
Лаборант	Столяр	Плотник
Крановщик	Слесарь	Лесник
Дежурный у коммутационного аппарата	Массажист	Обрубщик в металлургической и сталелитейной промышленности
Электрик	Пекарь	
Рабочий по отделке (лакировщик, маляр и т. д.)	Колхозник	
Токарь	Кровельщик	
Сварщик	Формовщик больших форм стального литья	

Примечание. При отсутствии профессии обследуемого среди указанных группа определяется путем ориентировочного сопоставления энергозатрат при занятии ею с данными, имеющимися в таблице.

личина основного обмена человека и его энергозатраты в процессе выполнения различных видов деятельности, которые предварительно протоколируются. Такой протокол наиболее точно отражает деятельность человека тогда, когда он заполняется непосредственно в течение дня, однако во многих случаях возможно и даже целесообразно представлять в нем «типичный» трудовой день. В нашем исследовании протокол физической активности больного в стационаре заполнялся непосредственно в течение произвольно выбранного дня, а протокол, отражающий его деятельность вне стационара, — в соответствии с представлением больного о своем наиболее типичном трудовом дне, включая учебу и/или работу. В протокол заносятся все виды деятельности в течение суток, длительность которых превышает 5 мин.

Запротоколированные данные вводятся в компьютер с указанием вида деятельности, времени начала ее и конца, после чего компьютер вычисляет продолжительность каждого из них, контролируя пропуски во времени в протоколе. Если выявляются ошибки в заполнении протокола, то компьютер предоставляет возможность внести исправления, а затем автоматически группирует однотипные виды деятельности и распечатывает соответствующую таблицу (табл. 1), которая и используется в программе оценки суточных энергозатрат. После ввода продолжительности каждого из видов деятельности компьютер производит подсчет энергозатрат, основываясь на данных [4], и их суммирование. Таким образом, удается оценить суточные энергозатраты в большинстве случаев. Однако иногда встречаются виды деятельности, не содержащиеся в банке данных компьютера (например, «зарядка»). В этих случаях энергозатраты вычисляются компьютером в зависимости от положения тела и степени напряжения мышц при выполнении данного вида деятельности [4].

Для сравнения нами проводилась также ориентировочная оценка суточных энергозатрат, при которой в компьютерной программе использовалась таблица, где все виды деятельности разделены на три класса в зависимости от величины средних энергозатрат при их выполнении (табл. 2); ориентировочная величина суточных энергозатрат определяется после отношения профессиональной деятельности обследуемого к соответствующему классу.

При работе подпрограммы ориентировочного расчета энергозатрат основной обмен вычисляется по формуле Бенедикта [4], которая определяет зависимость величины основного обмена от массы тела, роста и пола для лиц тридцатилетнего возраста. Применительно к другим возрастным группам вводится поправка на возраст:

$$\text{«Поправка»} = 29 \cdot (30 - \text{возраст}), \text{ кДж,}$$

где возраст выражен в полных годах. После ввода в компьютер данных о поле, возрасте, массе тела и росте больного на дисплее появляется информация о величине его основного обмена.

При использовании подпрограммы уточненного расчета энергозатрат основной обмен измерялся методом непрямой калориметрии с помощью аппарата Beckman MMS (Metabolic Measurement Cart), калиброванного газовой смесью, содержащей 14,33 % кислорода и 5,82 % углекислого газа на азоте, и воздухом (20,93 и 0,03 % соответственно).

Результаты и их обсуждение

Среднесуточные энергозатраты в домашних условиях у больных обследованной группы, вычисленные с использованием ориентировочного табличного метода расчета, составили 2792 ± 87 ккал, а с помощью протокола 3117 ± 122 ккал; различие между полученными величинами значимо ($p < 0,01$), что наглядно иллюстрирует важность учета реальной деятельности человека в определении энергозатрат. Максимум энергии в домашних условиях затрачивался на ходьбу (351 ± 29 ккал), физические упражнения (220 ± 84 ккал) и сидячую работу (209 ± 11 ккал), причем за счет длительности последней, так как большинство обследованных — учащиеся. Какой-либо связи между уровнем физической активности в домашних условиях и степенью декомпенсации обмена веществ на момент поступления в стационар не выявлено, что, вероятно, отражает известный факт благоприятного воздействия физической активности только у больных с компенсированным диабетом.

Вычисленные из протоколов суточные энергозатраты в условиях стационара составили 2722 ± 14 ккал и были существенно ниже домашних (3117 ± 122 ккал/сут; $p < 0,005$), хотя основные затраты энергии в условиях стационара приходились, так же как и дома, на ходьбу и физические упражнения (411 ± 35 и 140 ± 8 ккал/сут соответственно). Более низкие энергозатраты в стационаре обусловлены меньшим объемом физической деятельности: отсутствием работы по дому и других видов деятельности (рис. 1).

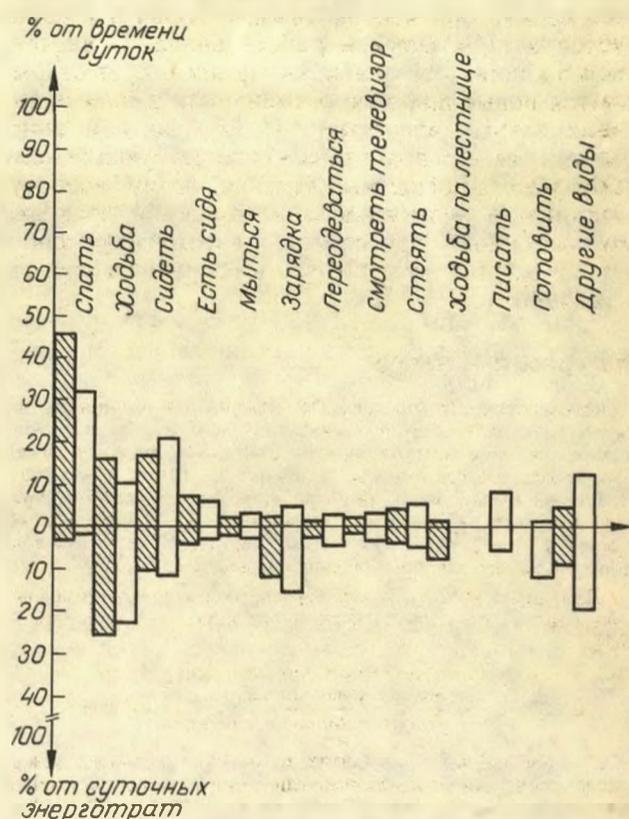


Рис. 1. Удельный вклад (в %) различных видов деятельности в суточные энергозатраты (в % от суточных энергозатрат) и их относительная продолжительность (в % от времени суток) в стационарных (заштрихованные столбики) и амбулаторных (светлые столбики) условиях.

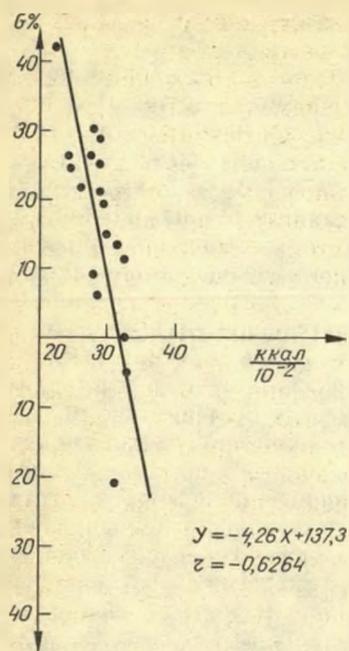


Рис. 2. Зависимость между изменением среднесуточной гликемии (G %) и суточными энергозатратами во время пребывания в стационаре.

На рис. 2 видно, что чем больше суточные энергозатраты больных в стационаре, тем эффект лечения хуже (при сопоставимой степени декомпенсации диабета при поступлении в стационар). Для выяснения причин этого феномена были сопоставлены суточная калорийность потребляемого в стационаре рациона и индивидуальные суточные энергозатраты за один произвольно выбранный день (рис. 3). Оказалось, что у тех больных, у которых энергозатраты превышали калорийность питания (дефицит составил 373 ± 41 ккал/сут), снижение среднесуточной гликемии за курс лечения составило лишь $14,1 \pm 5,8$ %, в то время как у больных, у которых калорийность питания превышала на 324 ± 50 ккал/сут энергозатраты, — $27,8 \pm 4,1$ % ($p < 0,01$). Заметим, что полного совпадения энергозатрат и калорийности рациона не было ни в одном случае и различие между ними по абсолютной величине составляло минимум 130 ккал.

Таким образом, при ИЗСД даже умеренный дефицит калорийности питания не позволяет добиться удовлетворительной компенсации обмена веществ и, несмотря на то что дефицит калорий-

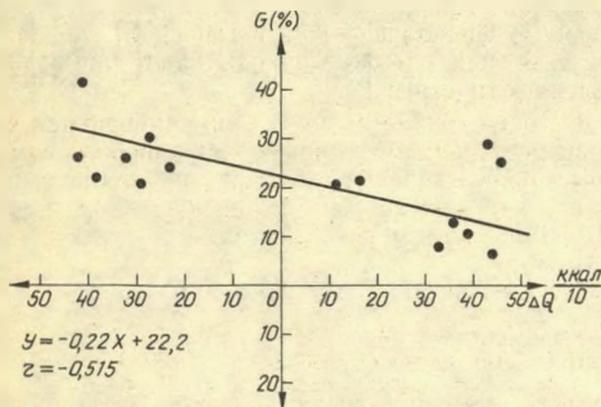


Рис. 3. Зависимость между относительной степенью изменений гликемии (G %) и дефицитом или избытком энергоемкости рациона (ΔQ).

ности был сопоставим по величине с избытком, именно в первом случае компенсация была хуже. Здесь возможны по крайней мере два объяснения: или же умеренный дефицит калорийности питания неблагоприятнее для течения диабета, чем умеренный избыток, или же предложенный метод расчета энергозатрат занижает реальные их величины.

Следует отметить, что в нашем исследовании ни у одного из больных не наблюдалось существенной потери массы тела. По-видимому, умеренное отклонение калорийности рациона от величины энергозатрат легко компенсируется адаптационными механизмами организма и может быть выявлено только расчетным путем. Особую актуальность такой подход приобретает в тех случаях, когда больной ИЗСД регулярно занимается физическими упражнениями, поскольку дисбаланс между поступлением энергии и ее тратами приводит к нежелательным последствиям в виде гипогликемий или усугубления декомпенсации [3]. Важность этого положения иллюстрируют два клинических примера.

Больной М., студент, совмещающий учебу с работой, поступил в клинику с диагнозом: ИЗСД, средней тяжести, декомпенсированный. Диабетическая ангиопатия сетчатки. Жалобы при поступлении на жажду, сухость во рту, полиурию, повышенный аппетит, общую слабость. Болен диабетом в течение 13 лет; с начала заболевания получает инсулинотерапию. Суточная доза инсулина на момент поступления в стационар 34 ЕД. Рост 164 см, масса тела 60 кг. Со стороны внутренних органов без особенностей. Среднесуточная гликемия при поступлении $17,4 \pm 0,6$ ммоль/л, ацетон в моче +. Суточные энергозатраты в домашних условиях составляли 3451 ккал, преимущественно за счет длительной ходьбы (568 ккал/сут). В стационаре в соответствии с рекомендациями целенаправленно ограничил физическую активность, отказавшись от зарядки и длительных прогулок, при этом его энергозатраты составили 2519 ккал/сут, а калорийность рациона — 2702 ккал/сут. На этом фоне в результате диетотерапии и минимальной коррекции дозы инсулина (увеличение на 2 ЕД/сут без изменения режима введения) удалось постепенно добиться улучшения компенсации: за 35 дней прибавил в массе 2,5 кг, исчезли жажда, полиурия, нормализовался аппетит, уменьшилась слабость; уже на 15-й день госпитализации среднесуточная гликемия составила $11,3 \pm 0,3$ ммоль/л, а к моменту выписки — $9,2 \pm 0,4$ ммоль/л.

Больной С., 19 лет, поступил с диагнозом: ИЗСД, средней тяжести, декомпенсированный. Жалобы при поступлении на периодически возникающие гипогликемические состояния, повышенный аппетит, снижение работоспособности. Болен диабетом 5 лет, с начала заболевания получает инсулинотерапию, суточная доза инсулина при поступлении 24 ЕД. Рост 171 см, масса тела 53 кг. Среднесуточная гликемия при поступлении $17,8 \pm 0,5$ ммоль/л. Суточные энергозатраты в домашних условиях составили 3867 ккал/сут, преимущественно (894 ккал/сут) за счет интенсивных физических упражнений — занятий у-шу. Рекомендации временно прекратить тренировки в стационаре больной игнорировал, при этом его энергозатраты поддерживались на уровне 3044 ккал/сут при калорийности рациона 2990 ккал/сут. В данной ситуации лечение оказалось неэффективным: сохранялся повышенный аппетит и не прекращались гипогликемии, высокая среднесуточная гликемия не снижалась. И только после прекращения занятий у-шу, на 4-й неделе стационарного лечения, удалось, не меняя терапии, достичь улучшения компенсации: среднесуточная гликемия снизилась до $14,4 \pm 0,4$ ммоль/л, а к моменту выписки — $11,1 \pm 0,3$ ммоль/л, нормализовался аппетит, прекратились гипогликемические реакции.

Следует отметить, что энергозатраты у обследованных больных как в домашних условиях, так и в стационаре были достаточно высокими, что, очевидно, связано с возрастными особенностями группы: для подростков характерны как высокий уровень основного обмена, так и значительный уровень «подвижности». При этом рассчитанные

по Бенедикту значения основного обмена заметно отличались от измеренных с помощью непрямой калориметрии — 1735 ± 77 и 1550 ± 30 ккал/сут соответственно. Нельзя исключить некоторой неточности в протоколах, особенно домашней активности, составлявшихся по памяти о «среднем дне». Однако выявленные в рамках даже столь ограниченной группы закономерности позволяют достаточно высоко оценить возможности автоматизированного расчета энергетического баланса в оптимизации лечения ИЗСД.

Выводы

1. Разработаны и опробованы на 16 больных ИЗСД компьютерные программы индивидуальной оценки энергоёмкости питания и суточных энергозатрат и показаны существенные индивидуальные различия и отличия от ориентировочного табличного расчета энергозатрат.

2. Продемонстрированы коррелятивные связи между эффективностью лечения больных ИЗСД и индивидуальными энергозатратами и установлено, что умеренный дефицит калорийности питания более неблагоприятен для метаболического контроля, чем его умеренный избыток.

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 1994

УДК 616.379-008.64-021.3-092:612.017.11-07

И. И. Дедов, Л. А. Чугунова, О. М. Смирнова, С. В. Брыкова, Т. С. Щеголькова

ОСОБЕННОСТИ КЛЕТОЧНОГО ИММУНИТЕТА У БОЛЬНЫХ С ВПЕРВЫЕ ВЫЯВЛЕННЫМ ИНСУЛИНЗАВИСИМЫМ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

Эндокринологический научный центр (дир. — член-корр. РАМН И. И. Дедов) РАМН, Москва

Аутоиммунная природа инсулинзависимого сахарного диабета (ИЗСД) в настоящее время является общепризнанной [2, 16, 17]. Лимфоцитарный инсулит, развивающийся как основной патогенетический феномен ИЗСД, приводит к деструкции β -клеток, гибели их большей части и клинической манифестации заболевания [7]. Этот процесс, занимающий иногда месяцы и годы, сопровождается образованием специфических аутоантител к островковым клеткам [5, 8, 9]. Аутоантитела к различным структурам β -клеток рассматриваются как иммунологические маркеры β -клеточной деструкции, в ряде случаев усиливающие ее, ингибирующие инсулиновую секрецию, но не в качестве инициирующих этот процесс факторов [10]. Клеточному звену иммунитета придается ведущая роль в развитии аутоиммунных процессов, в том числе и в поджелудочной железе [10, 13]. Особую роль в инициации деструкции островковых клеток играют субпопуляции лимфоцитов (Т-хелперы, Т-супрессоры) и активированные Т-лимфоциты. В экспериментах на животных доказана возможность индукции диабета с помощью активированных Т-лимфоцитов [12].

Одним из важнейших звеньев иммунного ответа является опознавание активированными лимфоцитами антигенных субстратов, ассоциированных с антигенами HLA II класса на поверхности антигенпредставляющих клеток. При воздействии

ЛИТЕРАТУРА

1. Древал А. В., Попова Ю. П., Немая М. А., Яхно В. П. // Пробл. эндокринологии.— 1992.— № 1.— С. 32—36.
2. Древал А. В., Высоцкий В. Г., Яцышина Т. А. и др. // Там же.— 1993.— № 2.— С. 4—7.
3. Касаткина З. П. // Там же.— 1992.— № 1.— С. 45—47.
4. Spitzer H., Heltinger T., Kaminsky G. Tafeln für den Energieumsatz bei körperlicher Arbeit.— Berlin; Köln, 1982.

Поступила 23.03.93

A. V. Dreval, N. V. Anykina, G. A. Nefyodova, D. P. Tishin, A. D. Zubenko, I. V. Proshina — ENERGY EXPENDITURES OF OUTPATIENTS AND INPATIENTS WITH INSULIN-DEPENDENT DIABETES: A COMPUTER ANALYSIS

Summary. Original computer programs for assessment of energetic value of nutrition and daily energy expenditures of man based on physical activity protocols have been developed. The programs were tried in 16 patients with insulin-dependent diabetes, and essential individual differences from tentative table estimations of energy expenditures were detected. Correlations between treatment efficacy and individual energy expenditures of patients were observed; a moderate deficit of nutrition calories was found more detrimental for metabolic control than their moderate excess. The regularities detected even in such a nonrepresentative sample permit us evaluate high the potentialities and significance of the suggested method for assessment of energy expenditures.

определенных факторов (вирусы, токсины) может возникнуть аномальная экспрессия антигенов HLA II класса на поверхности β -клеток и, как следствие этого, представление аутоантигенов активированным Т-лимфоцитам, активация аутоиммунных механизмов и иммунодеструкция инсулинпродуцирующих клеток поджелудочной железы [6, 7].

В периферической крови все эти процессы находят отражение в изменении как количества, так и функциональной активности основных популяций и субпопуляций лимфоцитов [3]. В то же время данные литературы по этому вопросу противоречивы. Одни авторы отмечают достоверные изменения относительного и абсолютного числа лимфоцитов, соотношения Т-хелперов и Т-супрессоров [3, 14], по данным же других авторов, каких-либо характерных изменений в периферической крови у больных ИЗСД не отмечено [11]. Рядом авторов установлена связь между количеством популяций и субпопуляций лимфоцитов и степенью метаболических нарушений [9].

Учитывая клиническую гетерогенность впервые выявленного ИЗСД, проявляющуюся в разнообразии вариантов дебюта, степени тяжести заболевания и темпах прогрессирования, нам представляется интересным изучение иммунного статуса больных с впервые выявленным ИЗСД в период клинической манифестации заболевания.