

## 報 文

## 朝食欠食が昼食後の血糖値変動に及ぼす影響

秦 艶 萍\*<sup>1</sup> 横 山 久美代\*<sup>1</sup> 成 瀬 克 子\*<sup>2</sup>  
徳 久 幸 子\*<sup>1</sup>

## Effect of Skipping Breakfast on Blood Glucose Curve after Lunch

Yan Ping QIN\*<sup>1</sup>, Kumiyo YOKOYAMA\*<sup>1</sup>, Katsuko NARUSE\*<sup>2</sup>  
and Sachiko TOKUHISA\*<sup>1</sup>

Skipping breakfast causes lower vitality in the morning and adversely affects test' scores of college students. Furthermore, it has been pointed out that skipping breakfast possibly leads to so-called lifestyle related diseases, and that those who avoid breakfast are at high risk of having circulatory diseases. This study was conducted to examine the effects of skipping breakfast on plasma glucose levels after lunch in six healthy women. The experiment was conducted as follows:

Meals containing 75g of glucose were given to six subjects (1) as breakfast ([breakfast]) on one day, and (2) as lunch on another day when they took breakfast ([ingesting breakfast/lunch]), and (3) as lunch on a day when they skipped breakfast ([skipping breakfast/lunch]).

In the case of (1)-(3), the plasma glucose levels were assayed at 30, 60, 120, and 180 minutes after the meal intake.  $\Delta 30$  (the difference between the blood glucose levels immediately before and 30 minutes after the meal intake) was significant [ingesting breakfast/lunch] < [skipping breakfast/lunch]. That is, skipping breakfast leads to a higher rise in plasma glucose levels after lunch.  $\Delta 60$  was significant [ingesting breakfast/lunch] < [skipping breakfast/lunch]. This indicates that if one avoids breakfast, a hyperglycemic condition continues.

## 序

平成12年の日本国民栄養調査の結果によると、20～29歳の朝食欠食率は男性30.5、女性16.3%である。朝食欠食と抑うつ指数<sup>1)</sup>、記憶力(空間記憶、単語想起テスト、三文字思い出しテスト)<sup>2)</sup>、大学生の学業成績<sup>3)</sup>との関係を示す研究によると、朝食欠食は午前中の精神活動の低下を招く。また、朝食欠食者は循環器疾患の発生リスクが高いことが示されている<sup>4)</sup>。一方、予めGlcを負荷しておく(1回目負荷)と耐糖能(2回目負荷)が改善される現象は古くStaub(1921)およびTraugott(1922)により認められ(Staub-Traugott現象)、その後多くの追試が行われた<sup>5-10)</sup>。即ち、長時間空腹後の糖質負荷は高血糖を招きやすい。高血糖状態はインスリン抵抗性を高め、シンドロームXと呼ばれる糖不耐性、血中TGの上昇、高血圧など一連の症候を誘発する<sup>11)</sup>。非糖尿病患者であっても空腹時血糖値と心血管疾患発症率は相関する<sup>12, 13)</sup>。僅かな高血糖でも膵β-細胞を損傷することがラットで示されている<sup>14, 15)</sup>。朝食欠食後の昼食、即ち長時間空腹

後の糖質負荷後に高血糖状態が継続するなら、インスリン抵抗性上昇に続く危険がある。食後の血糖値には食事時の糖質含量および糖質のグリセミック・インデックス(GI)が関係し<sup>16-22)</sup>糖質と同時に摂取する食品とも関係する<sup>23)</sup>。食事時の糖のGIがNIDDMや心疾患発症のリスクに関係するという報告もある<sup>24-27)</sup>。

また、インスリン感受性は人種間で相違があり<sup>28)</sup>、インスリン抵抗性と心疾患リスクとの相関の程度にも人種により差がある<sup>29)</sup>。日本人のインスリン分泌量は白人の1/2から3/4といわれている<sup>30)</sup>(門脇 孝)。また、所要エネルギーもヨーロッパ各国の2/3程度である。本研究の目的は、日本人健康女性において朝食欠食が、昼食後の血糖値の上昇幅および高血糖状態の継続に対して影響するか否かを調べることである。

## 実験方法

## 1. 被験者

本代謝実験は本学医学倫理委員会により承認された。被験者(Table 1)には事前に代謝実験の内容等を説明

\*<sup>1</sup> 生化学研究室, 女子栄養大学: Laboratory of Biochemistry, Kagawa Nutrition University.

\*<sup>2</sup> 生化学研究室, 香川栄養専門学校: Laboratory of Biochemistry, Kagawa Vocational College of Nutrition.

Table 1. 被験者

被験者	年齢	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI
T	62	152	45.0	19.5
N	58	160	48.5	18.9
Y	48	150	57.0	25.3
S	40	165	65.0	23.9
KO	22	155	48.0	20.0
OK	23	170	63.0	21.8
平均	42.2	158.7	54.4	21.6
SD	17.1	7.8	8.5	2.6

し、文書による同意を得た。被験者は健常な女性ボランティア被験者6名である。日本人女性の平均値を得るため被験者の年齢は23歳から62歳にわたっている。全員糖尿病、虚血性心疾患、高血圧、インスリン感受性に関係する疾患はない。インスリン感受性や糖質脂質代謝に影響する薬剤は使用していない。全員非喫煙者であり、アルコールを飲まない。

2. 実験プロトコール

6名の被験者についてそれぞれ1回ずつ、同じ内容の実験食を、1) 朝食として摂取させた ([朝食]), 2) 朝食は通常にとらせ、昼食として摂取させた ([朝食摂食・昼食]), 3) 朝食は欠食させ、昼食として摂取させた ([朝食欠食・昼食])。実験食摂取直前および摂取後30、

Table 2. タイムスケジュール

時刻	朝食後の血糖変化 [朝食]	昼食後の血糖変化	
		[朝食摂食・昼食]	[朝食欠食・昼食]
7:00	起床	起床	起床
8:00		朝食	
9:30	朝食		
12:30		昼食	昼食
18:00	夕食	夕食	夕食
0:00	就寝	就寝	就寝

60, 120, 180分に前腕皮静脈から約2ml採血し、血糖値を測定した (Table 2)。[朝食], [朝食摂食・昼食], [朝食欠食・昼食]の実験は2~3日の間隔をあけて行った。朝食および昼食に用いた実験食 (Table 3)の糖質含量は耐糖試験にあわせて75gとし、通常摂取する食品

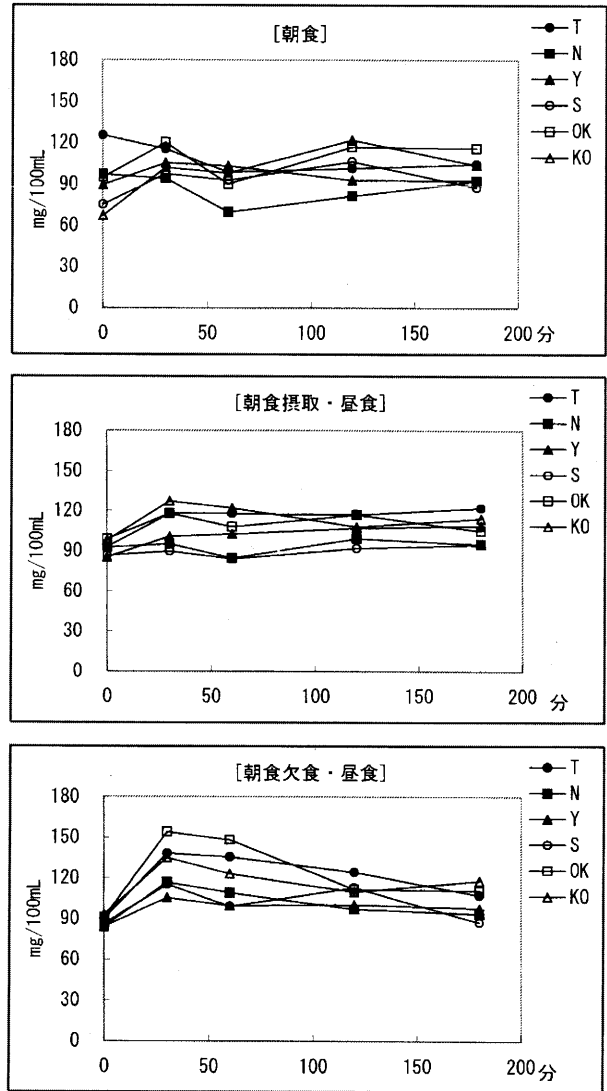


Fig. 1. 食事後の血糖値の変動

Table 3. 実験食の栄養素組成

食品名	概量	正味重量 (g)	エネルギー (kcal)	タンパク質 (g)	脂肪 (g)	糖質 (g)
食パン	6枚切り 1.5枚	90.0	238.0	8.4	4.0	42.0
卵	1コ	50.0	76.0	6.2	5.2	0.2
バター	1切	10.0	75.0	0.1	8.1	0.0
塩	少量	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
こしょう	少量	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
牛乳	1カップ	200.0	134.0	6.6	7.6	9.6
りんご	0.5コ	160.0	86.0	0.3	0.2	23.4
合計		510.0	609.0	21.6	25.1	75.2

を組み合わせた。実験食は研究室で準備し、朝食は9:30に自宅或は研究室で摂取させ、昼食は12:30に研究室で摂取させた。実験前日の就寝は0:00時、実験日の起床は7:00とした。実験前日の食事については、内容は指定しなかったが欠食、過食、高脂肪食などは避け、通常の栄養バランスの良い食事を摂るよう指導した。実験時間内は間食は禁止し飲水は自由とした。

### 3. 血糖値の定量

血糖値の測定には和光純薬工業（株）製、グルコースBテスト和光（グルコースオキシダーゼ法）を用いた。差の検定は student の t 検定（一对の標本による平均の検定）により行った。

#### 実験結果

実験食を [朝食]、[朝食摂食・昼食]、[朝食欠食・昼食] として摂取させた直前および摂取後30, 60, 120, 180分の血糖値を Fig. 1 に示した。

### 1. 摂食直前の血糖値

実験食を摂食する直前の血糖値について差を検定した (Table 4)。被験者6人の摂食直前の平均値は [朝食]、[朝食摂食・昼食]、[朝食欠食・昼食] それぞれ、91.6, 92.4 および 88.1 (mg/100ml) であり、予想通り飢餓時間が長いほど血糖値が低かった。有意に [朝食摂食・昼食] > [朝食欠食・昼食] であった。

### 2. $\Delta 30$

$\Delta 30$  (摂取直前の血糖値と摂取後30分の血糖値の差)、 $\Delta 60$ 、 $\Delta 120$ 、 $\Delta 180$  を求めた (Table 5)。被験者 T, N では朝食摂取後の30, 60, 120, 180分の値が投与前より低くなった。我々の経験によると、糖質投与後の血糖値のピークは投与後15分から30分の間に現れ、一旦下降したのち時には再び緩やかに上昇する。被験者 T, N ではピークは30分以前にあった可能性がある。 $\Delta 30$  について [朝食]、[朝食摂食・昼食]、[朝食欠食・昼食] 間の差を検定した (Table 6)。被験者6人の $\Delta 30$  平均値

Table 4. 食事直前の血糖値の有意差検定

	[朝食] と [朝食摂食・昼食] の比較		[朝食] と [朝食欠食・昼食] の比較		[朝食摂食・昼食] と [朝食欠食・昼食] の比較	
	[朝食]	[朝食摂食・昼食]	[朝食]	[朝食欠食・昼食]	[朝食摂食・昼食]	[朝食欠食・昼食]
平均	91.6	92.4	91.6	88.1	92.4	88.1
分散	415.1	32.0	415.1	14.1	32.0	14.2
観測数		6		6		6
自由度		5		5		5
t		-0.10		0.40		3.10
t 境界値 両側		2.57		2.57		2.57

有意差あり

(mg/100ml)  
 [朝食欠食・昼食] (88.1)  
 [朝食] (91.6)  
 [朝食摂食・昼食] (92.4)  
 \* 有意差あり (p<0.05)

Table 5. 食後の血糖変動値

(mg/100ml)

時間 (分)	[朝食]				[朝食摂食・昼食]				[朝食欠食・昼食]			
	$\Delta 30$	$\Delta 60$	$\Delta 120$	$\Delta 180$	$\Delta 30$	$\Delta 60$	$\Delta 120$	$\Delta 180$	$\Delta 30$	$\Delta 60$	$\Delta 120$	$\Delta 180$
被験者												
T	-10	-27	-24	-21	25	25	24	29	48	46	34	17
N	-3	-28	-16	-5	2	-8	7	2	33	25	13	9
Y	16	14	4	3	15	17	22	23	21	16	17	14
S	22	18	31	12	3	-2	5	8	29	13	27	1
OK	25	-5	22	21	19	9	18	6	63	57	21	20
KO	35	31	55	37	29	24	10	16	42	30	17	25
平均値	14.2	0.5	12.0	7.9	15.7	10.8	14.3	14.1	39.4	31.0	21.5	14.5

$\Delta 30$  は食直前と食後30分の差を示す。以下同じ

Table 6. 血糖変動値の有意差検定

	[朝食] と [朝食摂食・昼食] の比較							
	△30		△60		△120		△180	
	[朝食]	[朝食摂食・昼食]	[朝食]	[朝食摂食・昼食]	[朝食]	[朝食摂食・昼食]	[朝食]	[朝食摂食・昼食]
平均	14.2	15.7	0.5	10.8	12.0	14.3	7.9	14.1
分散	304.1	121.9	596.2	191.1	896.1	64.5	413.4	111.2
観測数	6	6	6	6	6	6	6	6
自由度		5		5		5		5
t		-0.20		-1.01		-0.17		-0.58
t境界値 両側		2.57		2.57		2.57		2.57

	[朝食] と [朝食欠食・昼食] の比較							
	△30		△60		△120		△180	
	[朝食]	[朝食欠食・昼食]	[朝食]	[朝食欠食・昼食]	[朝食]	[朝食欠食・昼食]	[朝食]	[朝食欠食・昼食]
平均	14.2	39.4	0.5	31.0	12.0	21.5	7.9	14.5
分散	304.1	222.1	596.2	297.5	896.1	61.3	413.4	69.7
観測数	6	6	6	6	6	6	6	6
自由度		5		5		5		5
t		-2.80		-2.11		-0.71		-0.86
t境界値 両側		2.57		2.57		2.57		2.57

	[朝食摂食・昼食] と [朝食欠食・昼食] の比較							
	△30		△60		△120		△180	
	[朝食摂食・昼食]	[朝食欠食・昼食]	[朝食摂食・昼食]	[朝食欠食・昼食]	[朝食摂食・昼食]	[朝食欠食・昼食]	[朝食摂食・昼食]	[朝食欠食・昼食]
平均	15.7	39.4	10.8	31.0	14.3	21.5	14.1	14.5
分散	121.9	222.1	191.1	297.5	64.5	61.3	111.2	69.7
観測数	6	6	6	6	6	6	6	6
自由度		5		5		5		5
t		-4.35		-2.73		-2.01		-0.10
t境界値 両側		2.57		2.57		2.57		2.57

有意差あり

△30 (平均値) (mg/100ml)  
 [朝食] (14.2)  
 [朝食摂食・昼食] (15.7)  
 [朝食欠食・昼食] (39.4) ]\* ]\*  
 \* 有意差あり (p<0.05)

△60 (平均値) (mg/100ml)  
 [朝食] (0.5)  
 [朝食摂食・昼食] (10.8)  
 [朝食欠食・昼食] (31.0) ]\* ]\*  
 \* 有意差あり (p<0.05)

は [朝食], [朝食摂食・昼食], [朝食欠食・昼食] それぞれ, 14.2, 15.7および39.4 (mg/100ml) であり, 有意に [朝食摂食・昼食]<[朝食欠食・昼食] であった。すなわち, 朝食を欠食すると, 昼食後の血糖値上昇幅が大きいたことが示された。

### 3. △60

被験者6人の△60平均値は [朝食], [朝食摂食・昼食], [朝食欠食・昼食] それぞれ, 0.5, 10.8および31.0 (mg/100ml) であり, 有意に [朝食摂食・昼食]<[朝食欠食・昼食] であった。すなわち, 朝食を欠食すると昼食後の血糖値上昇状態が継続することが示された。[朝食] と

[朝食摂食・昼食]の間には、飢餓時間が異なるにもかかわらず、有意差が見られなかった。

## 考 察

### 1. Staub-Traugott 現象

予めGlcを負荷しておく（1回目負荷）と、耐糖能（2回目負荷）が改善される現象は古くStaub（1921）およびTraugott（1922）により認められ、Staub-Traugott現象として知られている。その後多くの研究者によって追試が試みられた。Szaboらは健常人に一夜絶食ののち、0.5g/kgのGlcを静脈注射し（1回目負荷）、45分後に再び同量のGlcを静脈注射した（2回目負荷）。血中からのGlcの消失速度係数Kは1回目負荷、2回目負荷それぞれ $2.04 \pm 0.23$ および $2.87 \pm 0.16$ であり、2回目の方が早く消失することを示した<sup>5)</sup>。

Lewisらは非糖尿病妊婦にGlc 50g負荷試験を空腹時（[空腹時投与]）、食後1時間（[食後1h投与]）および食後2時間（[食後2h投与]）に行った。負荷直前の血糖値は[空腹時]<[食後2h投与]<[食後1h投与]であったにもかかわらず、負荷後60分の血糖値は[空腹時]>[食後1h投与]>[食後2h投与]であった。また、投与時から1時間後までのインスリン曲線下の面積は、[空腹時]>>[食後1h投与]<[食後2h投与]であったことは、血糖値がインスリン分泌にのみ調節されているのではないことを示している<sup>6)</sup>。成長ホルモンその他のさまざまな因子の関与を受ける複雑なメカニズムである。

### 2. 血糖値と心疾患などのリスク

Balkauらのthe Whitehall Study, Paris Prospective Study, the Helsinki Policemen Studyを用いたコホート研究によると、非糖尿病患者でも、空腹時および耐糖試験2時間後の血糖値が高い者は、心血管疾患、腫瘍などによる死亡率が高い<sup>12)</sup>。Coutinhoらも過去の文献の調査により同じような結果を得ている<sup>13)</sup>。Leahyらはラットを用いて、僅かな高血糖状態が膵β-細胞に損傷を与えることを示している<sup>14, 15)</sup>。食後の高血糖を招くような日常の食習慣は避けるべきである。

### 3. 食事の糖質と摂食後の血糖値

食事の糖質の量、糖質の種類（起源および加工・調理法、グリセミックインデックスGIで表される）は、摂食後の血糖値およびインスリン濃度に影響を与える。我々の実験によると、日本人の健常な若い女性では、パン、飯、ジャガイモ50g摂取の間には有意差は認められなかった<sup>22)</sup>。しかし、飯を卵と同時に摂取した時には血糖上昇が抑制された<sup>23)</sup>。本実験で使用した食事は、糖質の量のみならず、食品の組合せも一定にした。

### 4. 食事の糖質と糖尿病、心疾患発症のリスク

近年脂質の過剰摂取を避けるため、高糖質-低脂肪食が推奨されているが、一方で高糖質-低脂肪食に対して

注意を促す研究もある。Jappesenらによると、健康な閉経女性に高糖質-低脂肪食を摂取させた結果、空腹時血糖、TG、VLDL-コレステロールの上昇が見られた<sup>24)</sup>。

また、Salmeron, Liurらのコホート研究によると、高GI-低繊維食はNIDDMや冠状血管性心疾患発症リスクが高い<sup>25-27)</sup>。

### 5. 人種による差

白人ではパン、飯、ジャガイモを摂取した後の血糖値には差があるとされているが、日本人の健常な若い女性では認められなかった<sup>22)</sup>。Chiuらはアジア系アメリカ人、アフリカ系アメリカ人、白人、メキシコ系アメリカ人の間に、高血糖クランプ法で測定したインスリン感受性の差を認めた<sup>28)</sup>。Howardらは白人、黒人、ヒスパニック、アジア/太平洋島民の間に、インスリン抵抗性症候群（肥満、血中脂質像、高血圧）と心血管疾患発症リスクとの相関の程度に差を認めた<sup>29)</sup>。朝食欠食の影響も人種によって異なる可能性があり、日本人のデータが必要である

### 6. 朝食欠食による午前中の血糖値

朝食欠食が有害であることの原因として、長時間の空腹による午前中の低血糖がしばしば挙げられる。本実験では、昼食までの空腹時間は、朝食摂食の場合は4.5時間、朝食欠食の場合は12時間以上であった。[朝食摂食・昼食]、[朝食欠食・昼食]直前の血糖値はそれぞれ、92.4および88.1 (mg/100ml)で、朝食を欠食すると血糖値が低くなり、その差は有意であったが、極端なものではなかった。

### 7. 昼食後の血糖値

長時間の空腹が単に体内のエネルギー源の欠乏を招くだけであるなら、長時間の絶食後に摂取した糖質は速やかに消費され、血糖値はあまり上昇することなく、速やかに低下するであろう。結果は反対であった。すなわち、△30（摂食後30分における上昇幅）の平均値は[朝食摂食・昼食]、[朝食欠食・昼食]それぞれ、15.7および39.4 (mg/100ml)であり、有意に、[朝食摂食・昼食]<[朝食欠食・昼食]であった。また、△60の平均値は[朝食摂食・昼食]、[朝食欠食・昼食]それぞれ、10.8および31.0 (mg/100ml)であり、有意に[朝食摂食・昼食]<[朝食欠食・昼食]であった。すなわち、朝食を欠食すると、昼食後の血糖値の上昇幅が大きく、上昇状態が長く続くことが示された。高血糖状態の継続が生活習慣病を誘発する可能性が考えられる。

健常な女性6人について同じ内容の食事を、1) 朝食として摂取させた（[朝食]）、2) 朝食は通常にとらせ、昼食として摂取させた（[朝食摂食・昼食]）、3) 朝食は欠食させ、昼食として摂取させた（[朝食欠食・昼食]）。1)~3)について、30、60、120、180分後の血糖値を測定

した。△30 (摂取直前の血糖値と摂取後30分の血糖値の差)は有意に、[朝食摂食・昼食]<[朝食欠食・昼食]であり、朝食を欠食すると、昼食後の血糖値上昇幅が大きいたことが示された。△60は有意に[朝食摂食・昼食]<[朝食欠食・昼食]であり、朝食を欠食すると、昼食後の血糖値上昇状態が継続することが示された。

本論文は秦 艶萍の修士論文(平成14年度, 本学, 栄養学研究科, 栄養学専攻)の一部に加筆を行いまとめたものである。

## 文 献

- 1) Smith, AP.: Breakfast and mental health. *Internal. J. Food Sci. Nutrition*, **49**, 397-402 (1998)
- 2) Benton, D., Parker, P.: Breakfast, blood glucose, and cognition. *Am. J. Clin. Nutr.*, **67**, 772-778 (1998)
- 3) 香川靖雄, 西村薫子, 佐東準子, 所沢和代, 村上郁子, 岩田弘, 太田拔徳, 工藤快訓, 武藤信治, 手塚統夫: 朝食欠食と寮内学生の栄養摂取量, 血清脂質, 学業成績. *栄養学雑誌*, **38**, 283-294 (1980)
- 4) 坂田清美, 松村康弘, 吉村典子, 玉置淳子, 橋本 勉, 小栗重統, 岡山 明, 柳川 洋: 「国民栄養調査を用いた朝食欠食と循環器疾患危険因子に関する研究」, *日本公衆衛生雑誌*, **48**, 837-841 (2001)
- 5) Szabo, AJ., Maier, JJ., Szabo, O., Camerini-Davalos, RA.: Improved glucose disappearance following repeated glucose administration. Serum insulin growth hormone and free fatty acid levels during the Staub-Traugott effect. *Diabetes*, **18**, 232-237 (1969)
- 6) Lewis, GF., McNally, C., Blackman, JD., Polonsky, KS., Barron, WM.: Prior feeding alters the response to the 50g glucose challenge test in pregnancy. The Staub-Traugott effect revisited. *Diabetes Care*, **16**, 1551-1556 (1993)
- 7) Anderson, DM.: The effect of fasting and glucose load on insulin secretion and the Staub-Traugott phenomenon in pigs. *J. Endocrinol.*, **58**, 613-625 (1979)
- 8) Abaira, C., Lawrence, AM.: Preservation of glucose tolerance and insulin secretory response to repeated glucose levels by the feeding of minimal glucose during prolonged fasting. *Metabolism*, **30**, 1200-1208 (1981)
- 9) Buchanan, B., Abaira, C., Hodges, L.: Potentiation of <sup>14</sup>C-glucose oxidation by priming glucose loads: effect of starvation. *Metabolism*, **33**, 411-414 (1984)
- 10) Grill, V., Adamson, U., Viklund, M.: Effects of previous intake of glucose on postprandial hyperglycemia in type 2 diabetics. *Acta Med. Scand.*, **217**, 41-45 (1985)
- 11) Reaven, GM.: Do high carbohydrate diets prevent the development or attenuate the manifestations (or both) of syndrome X? A viewpoint strongly against. *Curr. Opin. Lipidol.*, **8**, 23-27 (1997)
- 12) Balkau, B., Shipley, M., Jarrett, RJ., Pyorala, K., Pyorala, M., Forhan, A., Eschwege, E.: High blood glucose concentration is a risk factor for mortality in middle-aged non-diabetic men. 20-year follow-up in the Whitehall Study, the Paris Prospective Study, and the Helsinki Policemen Study. *Diabetes Care*, **21**, 360-367 (1998)
- 13) Coutinho, M., Gerstein, HC., Wang, Y., Yusuf, S.: The relationship between glucose and incident cardiovascular events. A metaregression analysis of published data from 20 studies of 95,783 individuals followed for 12.4 years. *Diabetes Care*, **22**, 233-240 (1999)
- 14) Leahy, JL., Cooper, HE., Weir, GC.: Impaired insulin secretion associated with near normoglycemia. Study in normal rats with 96-h in vivo glucose infusions. *Diabetes*, **36**, 459-464 (1987)
- 15) Leahy, JL., Bonner-Weir, S., Weir, GC.: Minimal chronic hyperglycemia is a critical determination of impaired insulin secretion after an incomplete pancreatectomy. *J. Clin. Invest.*, **81**, 1407-1414 (1988)
- 16) Wolever, TM., Jenkins, DJ., Jenkins, A.L., Josse, RG.: The glycemic index: methodology and clinical implications. *Am. J. Clin. Nutr.*, **54**, 846-854 (1991)
- 17) Indar-Brown, K., Noreberg, C., Madar, Z.: Glycemic and insulinemic responses after ingestion of ethnic foods by NIDDM and healthy subjects. *Am. J. Clin. Nutr.*, **55**, 89-95 (1992)
- 18) Reaven, GM.: Pathophysiology of insulin resistance in human disease. *Physiol. Rev.*, **75**, 473-486 (1995)
- 19) Wolever, TM., Bolognesi, C.: Source and amount of carbohydrate affect postprandial glucose and insulin in normal subjects. *J. Nutr.*, **126**, 2798-2806 (1996)
- 20) Wolever, TM., Mehling, C.: High-carbohydrate-low-glycaemic index dietary advice improves glucose disposition index in subjects with impaired glucose tolerance. *Br. J. Nutr.*, **87**, 477-487 (2002)
- 21) Wolever, TM., Mehling, C.: Long-term effect of varying the source or amount of dietary carbohydrate of postprandial plasma glucose, insulin, triacylglycerol and free fatty acid concentrations in subjects with impaired glucose tolerance. *Am. J. Clin. Nutr.*, **77**, 612-621 (2003)
- 22) 成瀬克子: 日本人健常女子の血糖値およびインスリンの変動—パン, 飯, ジャガイモ摂取後の変動. *女子栄養大学紀要*, **23**, 145-153 (1992)
- 23) 成瀬克子, 徳久幸子: 糖質, タンパク質の同時摂取が血中グルコース, インスリンおよびアミノ酸濃度に及ぼす影響. *日本栄養食糧学会誌*, **47**, 179-184 (1994)
- 24) Jeppesen J, Schaaf P, Jones C, Zhou MY, Chen YD, Reaven GM.: Effects of low-fat, high-carbohydrate diets on risk factors for ischemic heart disease in postmenopausal women. *Am. J. Clin. Nutr.*, **65**, 1027-1033 (1997)
- 25) Salmeron, J., Ascherio, A., Rimm, EB., Colditz, GA., Spiegelman, D., Jenkins, DJ., Stampfer, MJ., Wing, AL., Willett, WC.: Dietary fiber, glycemic load, and risk of NIDDM in men. *Diabetes Care*, **20**, 545-550 (1997)
- 26) Salmeron, J., Manson, JE., Stampfer, MJ., Colditz, GA., Wing, AL., Willett, WC.: Dietary fiber, glycemic load, and risk of non-insulin dependent diabetes mellitus in women. *JAMA*, **277**, 1761-1762 (1997)
- 27) Liu, S., Willett, WC., Stampfer, MJ., Hu, FB., Franz, M., Sampson, L., Hennekens, CH., Manson, JE.: A prospective study of dietary glycemic load, carbohydrate intake, and risk of coronary heart disease in US women. *Am. J. Clin. Nutr.*, **71**, 1455-1456 (2000)
- 28) Chiu, KC., Cohan, P., Lee, NP., Chuang, LM.: Insulin sensitivity differs among ethnic groups with a compensatory response in beta-cell function. *Diabetes Care*, **23**, 1353-1358 (2000)
- 29) Howard, BV., Criqui, MH., Crurb, JD., Rodabough, R.,

Safford, MM., Santoro, N., Wilson, AC., Wylie-Rosett, J.: Risk factor clustering in the insulin resistance syndrome and its relationship to cardiovascular disease in postmenopausal white, black, hispanic, and Asian/Pacific Islander

women. *Metabolism*, **52**, 362-371 (2003)

- 30) 門脇 孝: 21世紀の糖尿病医療. 糖尿病の進歩 2002 第36集 (日本糖尿病学会編), p.98 診断と治療社, 東京 (2002)