

---



---

原 著

---



---

## 糖尿病スクリーニングにおける 食後尿糖検査の有用性

齋藤君枝

新潟大学大学院医歯学総合研究科公衆衛生学分野

(主任：鈴木 宏教授)

### Screening Effects of Diabetes Mellitus to Use Postprandial Glycosuria Tests

Kimie SAITO

*Division of Public Health, Niigata University*

*Graduate School of Medical and Dental Sciences*

*(Director: Prof. Hiroshi SUZUKI)*

#### 要 旨

##### 【目的】

2型糖尿病（糖尿病）対策は世界的に保健政策上の重要な関心事となっている。新潟県西川町では昭和44年から平成9年まで食後尿糖検査をスクリーニングに利用して糖尿病検診を行ってきた。研究目的はその記録をもとに食後尿糖検査の有用性を明らかにすることである。

##### 【方法】

昭和49年から平成9年の24年間に食後尿糖検査、住民検診、人間ドックのいずれかでスクリーニングされて糖尿病検診を受診した20歳以上の1,433名を対象とし、初回受診時の検診記録を分析に用いた。スクリーニング理由別にOGTT結果による糖尿病判定者の陽性反応的中率と属性を比較した。また、食後尿糖による糖尿病判定者が他の検査でスクリーニングを受けた場合にどの程度見落とされるかシミュレーションを行い、食後尿糖の代替評価としてスクリーニング基準別に糖尿病判定者のOGTT負荷後の尿糖陽性率を算出した。

##### 【結果】

311名が糖尿病と判定され（陽性反応的中率21.6%）、うち56名が食後尿糖検査によってスクリーニングされていた（同18.0%）。この56名はその他のスクリーニングから糖尿病と判定された186名（スクリーニング理由不明者を除く）に比べて有意に若年であった。

糖尿病検診と同年または前年の住民検診で随時血糖を測定されていた2名中、随時血糖 $\geq$

Reprint requests to: Kimie SAITO  
Division of Public Health  
Niigata University Graduate School of Medical  
and Dental Sciences  
1-757 Asahimachi-dori,  
Niigata 951-8510 Japan

別刷請求先：951-8510 新潟市旭町通り1-757  
新潟大学大学院医歯学総合研究科公衆衛生学分野  
齋藤君枝

140mg/dlを満たさなかった者が1名(見落とし率50.0%)、随時尿糖を測定されていた31名中陰性であった者が12名(見落とし率38.7%)みられた。糖尿病検診の検査成績から、空腹時血糖 $\geq 110$ mg/dl、空腹時尿糖 $\geq \pm$ 、HbA1c $\geq 5.5\%$ をスクリーニング基準とした場合、データが得られた各56名、55名、40名における見落とし率は7.1%、70.9%、10.0%であった。一方、全糖尿病判定者におけるOGTT負荷後の尿糖陽性率は98.0%と高率であった。

#### 【考察】

食後尿糖検査は、簡便に実施できるため、住民検診や人間ドックより若い住民まで対象者を広げ若年糖尿病患者の把握に寄与したと考えられる。また、陽性反応的中率は低いが、我が国のスクリーニング基準で見落とされる糖尿病患者を発見できることが示された。食後尿糖が負荷後尿糖と同程度の陽性率であれば、通常のスクリーニング方法で発見される糖尿病の殆どを食後尿糖のみでスクリーニングできる可能性が示された。

キーワード：2型糖尿病 糖尿病検診 食後尿糖検査 スクリーニング 検診評価

### はじめに

近年2型糖尿病(糖尿病)患者の世界的規模での増加が危惧されている<sup>1)2)</sup>。我が国においても成人における“糖尿病が強く疑われる者”の推計総数は平成9年の690万人から平成14年の720万人へと増加し<sup>3)</sup>、ヘルスプロモーション政策の基本方針である“健康日本21”において、糖尿病対策が重要な健康政策課題となっている<sup>4)</sup>。WHOにおいては糖尿病スクリーニングの重要性が強調され<sup>5)</sup>、平成17年度の健康日本21の見直しにおいては、糖尿病検診後の事後指導の推進が重点的な目標としてあげられている<sup>6)</sup>。

無症候者に対する糖尿病診断は、血糖検査が世界的なスタンダードとして用いられ<sup>7)–9)</sup>、我が国ではそれに加えヘモグロビンA1c(HbA1c)がスクリーニングとして用いられている<sup>10)</sup>。しかし、いずれも疼痛を伴う採血を要し、対象者を採血場所に集める必要があるなど、受診率を上げるには困難がある。

新潟県西川町(平成12年国勢調査人口12,635名)は、昭和44年から「糖尿病の早期発見・合併症予防」を目的に糖尿病検診を行ってきた。昭和54年～平成13年の間に、負荷後尿糖検査を毎年45～199名に対して実施し、11～46名を糖尿病として診断する大きな成果を上げてきた<sup>11)</sup>。一次スクリーニングとして、毎年約2,500名が受診する通常の住民検診(昭和44～57年：循環器

検診、昭和58～61年：一般健康診査、昭和62年～：基本健康診査)や人間ドックからの紹介に加え、食後尿糖検査を独自のスクリーニング方法として使用してきた。これは3年サイクルで20歳以上の全対象住民が含まれるように計画され、昭和54～平成13年の各年の対象者792～3,899名のうちの630～2,020名が本検査を受けた(平均回収率63.1%、うち平均尿糖 $\pm$ 以上の陽性率5.4%)。食後尿糖は、自宅での検体採取が可能であること、採血を要さず検査も容易であることなど、スクリーニング方法としては大きな利点を有している。その有用性が確認できれば、血糖検査など採血を要する検査に比べて幅広い対象者に実施することができ、本疾患の第一スクリーニングになりうる。

以上の背景から、西川町での糖尿病検診の記録を分析し、食後尿糖検査による糖尿病スクリーニング検査としての有用性を明らかにする目的で本研究を行った。

### 方 法

対象は、昭和49年から平成9年の24年間に西川町で糖尿病検診を受診し、糖負荷試験(以下OGTT)を受けた20歳以上の受診者1,433名である。なお昭和49年から54年までは50gOGTT、昭和55年からは75gOGTTで行われた。期間中に複数年の糖尿病検診を受診した者は、初回の受

診記録を今回の分析に用いた。西川町に保存してある検診記録個人票（個人票）に記載された検診記録をもとに、スクリーニング理由を食後尿糖（食後尿糖検査結果±以上）、健診尿糖（住民健診の尿糖±以上）、HbA1c（基本健康診査でHbA1c 5.5%以上、平成8年から実施）、健診血糖（空腹時の血漿グルコース値〔血糖〕 $\geq 110\text{mg/dl}$ または随時血糖 $\geq 140\text{mg/dl}$ 、平成8年から実施）、人間ドック（ドックのOGTTで境界型以上と判定された者）、および不明（個人票からスクリーニング理由が特定できなかった者）の5つに分類した。なお食後尿糖は夕食後2時間に採尿し、健診血糖は、食後10時間以上経過後の採血を空腹時血糖、10時間以内を随時血糖とした<sup>10)</sup>。

糖尿病の判定は1999年に改訂された日本糖尿病学会の糖尿病診断基準<sup>9)</sup>を用い、OGTT血糖の空腹時 $126\text{mg/dl}$ 以上または2時間値 $200\text{mg/dl}$ 以上を糖尿病と判定し、先に述べた5つの各スクリーニング理由別に陽性反応的中率を計算した。なお、50gOGTTが実施された昭和54年までの受診者も便宜上この診断基準によった。

食後尿糖検査でスクリーニングされた糖尿病の特性を検討するため、糖尿病と判定された受診者を、食後尿糖単独または他検査との重複によってスクリーニングされた「食後尿群」、食後尿糖以外の検査でスクリーニングされた「他検査群」に分け、糖尿病健診で測定された諸項目の比較を行った。比較した項目は、基本属性として年齢、性、両親の糖尿病歴、Body mass index (BMI)、血圧、血清総コレステロール値、血清HDLコレステロール値、血清中性脂肪値である。糖尿病健診成績としては、OGTTによる空腹時と負荷後1時間および2時間の血糖値および尿糖陽性者割合（±以上）、HbA1c値、インスリン指数（(OGTT30分時インスリン値 $[\mu\text{U/ml}]$  - 空腹時インスリン値 $[\mu\text{U/ml}]$ )/(OGTT30分血糖値 $[\text{mg/dl}]$  - 空腹時血糖値 $[\text{mg/dl}]$ )), HOMA - IR (HOMA - IR = 空腹時インスリン値 $(\mu\text{U/ml})$  × 空腹時血糖値 $(\text{mg/dl})/405$ )である。なお、年齢とOGTTによる血糖値以外の項目は年度によって検査項目が異なること、および記載漏れがあることから、個

人票に記載されていなかった場合は欠損値とした。

食後尿糖検査の有用性を検討するためのシミュレーションを糖尿病健診の同年または前年の住民健診における随時血糖と随時尿糖、糖尿病健診時のOGTT結果とHbA1c値をもとに行った。ひとつは全糖尿病判定者および食後尿糖スクリーニングから糖尿病と判定された食後尿群を対象とし、随時血糖 $\geq 140\text{mg/dl}$ 、随時尿糖 $\geq \pm$ 、空腹時血糖 $\geq 110\text{mg/dl}$ 、空腹時尿糖 $\geq \pm$ 、およびHbA1c $\geq 5.5\%$ をスクリーニングの基準と設定した陰性率を推定見落とし率（見落とし率）として検討した。さらには、食後尿糖の代理指標としてOGTT後1時間または2時間のいずれかで尿糖が±以上を負荷後尿糖陽性として用い、他の5つのスクリーニング基準の陽性糖尿病判定者における負荷後尿糖の陽性率を求めた。

統計学的方法は、対象者の属性比較ではLogistic重回帰分析または一般線形モデルによって性・年齢を補正した分析を行った。糖尿病に関する検査成績の比較は、カテゴリ変数にはFisherの正確確率検定、平均値の比較はStudentのt検定またはWelchのt検定を用いた。両側検定で有意水準0.05未満を統計学的に有意と判定した。なお中性脂肪については対数変換値によって検定し、表には対数変換値の平均値 $\pm$ SDに相当する値を幾何平均 $\times/\div$ SD逆対数変換値として表示した。

本研究は自治体からの分析依頼により匿名化された検診記録個人票（個人票）の提供を受け、新潟大学医学部倫理委員会の審査と承認により実施した（平成17年、受付番号398）。

## 結 果

24年間に糖尿病健診を受診し、OGTTを受けた20歳以上の受診者1,443名中糖尿病と判定されたのは311名（21.6%）であった（表1）。スクリーニング理由別のスクリーニング数と糖尿病判定数では健診随時尿糖が最多であり、それぞれスクリーニング数の43.9%、糖尿病判定数の59.2%であった。食後尿糖は各々21.6%、18.0%であった。

表1 対象者の一次スクリーニング理由内訳と陽性反応的中率

スクリーニング理由	スクリーニング数		糖尿病判定数		陽性反応的中率
	n	(%)	n	(%)	(%)
総数	1443	(100.0)	311	(100.0)	(21.6)
食後尿糖 <sup>a)</sup>	311	(21.6)	56	(18.0)	(18.0)
住民検診尿糖 <sup>a)</sup>	633	(43.9)	184	(59.2)	(29.1)
住民検診血糖 <sup>b)†</sup>	53	(3.7)	14	(4.5)	(26.4)
住民検診HbA <sub>1c</sub> <sup>c)‡</sup>	81	(5.6)	18	(5.8)	(22.2)
人間ドックOGTT異常 <sup>d)</sup>	34	(2.4)	4	(1.3)	(11.8)
不明	433	(30.0)	69	(22.2)	(15.9)

a) ±以上, b) 空腹時110mg/dl以上または随時140mg/dl以上, c) 5.5%以上

d) 正常以外(人間ドック受診時の日本糖尿病学会基準による)

住民検診: 循環器検診(～昭和58年), 一般健康診査(昭和59～61年), 基本健康診査(昭和62年～)

†平成8年から実施

‡うち257名は食後尿糖のみでスクリーニング

‡うち35名は食後尿糖のみでスクリーニング

表2 糖尿病判定者のスクリーニング理由別の基本属性

	全糖尿病 <sup>a)</sup>		食後尿群 <sup>b)</sup>		他検査群 <sup>c)</sup>		p <sup>d)</sup>
	n	mean(SD) or 陽性数(%)	n	mean(SD) or 陽性数(%)	n	mean(SD) or 陽性数(%)	
年齢(歳)	311	59.3 (9.4)	56	56.3 (10.9)	186	60.6 (9.2)	0.009
性別	309		56		184		0.714
男性		147 (47.6%)		31 (55.4%)		80 (43.5%)	
女性		162 (52.4%)		25 (44.6%)		104 (56.5%)	
両親の糖尿病歴 <sup>e)</sup>	311	46 (14.8%)	56	11 (19.6%)	186	24 (12.9%)	0.529
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	310	24.5 (3.9)	56	24.3 (4.0)	186	24.5 (3.9)	0.881
BMI 25kg/m <sup>2</sup> 以上		131 (42.3%)		21 (37.5%)		77 (41.4%)	0.577
収縮期血圧(mmHg)	288	136.5 (18.4)	56	135.0 (16.9)	166	136.9 (18.4)	0.943
拡張期血圧(mmHg)	287	76.7 (11.1)	56	79.3 (10.3)	166	75.9 (11.4)	0.085
血清総コレステロール(mg/dl)	185	207.3 (39.5)	47	217.3 (44.3)	104	208.2 (36.3)	0.372
血清HDLコレステロール(mg/dl)	185	47.8 (53.9)	46	45.3 (16.5)	105	52.0 (70.3)	0.425
Log(TG)	185	2.2 (0.294)	47	2.2 (0.4)	105	2.2 (0.3)	0.606
血清中性脂肪(mg/dl) <sup>f)</sup>	185	151.8 (2.0)	47	172.3 (2.3)	105	143.4 (1.9)	0.192

n, 各項目の有効数

a) スクリーニング理由不明を含む

b) 食後尿糖検査単独または他検査と重複してスクリーニングされた受診者から発見された糖尿病判定者

c) 食後尿糖検査以外の検査でスクリーニングされた受診者から発見された糖尿病判定者

d) 性・年齢補正(年齢では性補正, 性では年齢補正), 血清中性脂肪は対数変換値で検定

e) 両親のいずれかに糖尿病あり

f) 幾何平均×/÷SD(対数変換値の平均値±SDを逆対数変換した値)

陽性反応的中率では食後尿糖は18.0%と人間ドックOGTT異常に次いで低い値であった。なお食後尿糖から糖尿病と判定された56名中35名は食後尿糖のみでスクリーニングされていた。

食後尿糖検査から糖尿病が発見された食後尿群56名と、他のスクリーニング法から発見された他検査群186名の基本属性比較では、受診時の年齢は、食後尿群が56.3歳と対照群の61.1歳よりも有意に低かった(表2)が、他の項目では有意な差は見られなかった。初診時年齢の分布では、食後尿群では20歳代、30歳代および40歳代の割合が他検査群よりも高かった(図1)。

糖尿病に関する検査成績の比較では、OGTTに

よる血糖値が、空腹時値、1時間値、2時間値ともに食後尿群で高い傾向が見られたが、有意な差はみられなかった(表3)。また、HbA<sub>1c</sub>、インスリン指数、HOMA-IR指数でも有意な差は認めなかった。

随時血糖 $\geq 140$ mg/dl、随時尿糖 $\geq \pm$ 、空腹時血糖 $\geq 110$ mg/dl、空腹時尿糖 $\geq \pm$ 、負荷後尿糖 $\geq \pm$ 、HbA<sub>1c</sub> $\geq 5.5\%$ をスクリーニング基準とした場合の各検査の見落とし率は、全糖尿病判定者を対象とした場合には随時血糖40.9%、随時尿糖34.3%、空腹時血糖6.1%、空腹時尿糖70.8%、HbA<sub>1c</sub>12.5%と空腹時血糖が最も低かった(表4)。また食後尿群における見落とし率は随時血糖

表3 糖尿病診断者の糖尿病に関する検査成績

	全糖尿病		食後尿群		他検査群		P
	n	mean(SD) or 陽性数(%)	n	mean(SD) or 陽性数(%)	n	mean(SD) or 陽性数(%)	
OGTT血糖値 (mg/dl)	311		56		186		
空腹時		154.0 ( 45.0 )		160.7 ( 53.5 )		155.2 ( 45.4 )	0.443
1時間値		290.9 ( 72.1 )		312.6 ( 78.2 )		291.0 ( 71.6 )	0.054
2時間値		261.3 ( 88.8 )		289.9 ( 110.6 )		264.0 ( 85.1 )	0.111
空腹時血糖値 $\geq$ 126mg/dl		250.0 ( 80.4 %)		47 ( 83.9 %)		151 ( 81.2 %)	0.698
2時間値 $\geq$ 200mg/dl		240.0 ( 77.2 %)		45 ( 80.4 %)		147 ( 79.0 %)	1.000
HbA <sub>1c</sub> 値	160	6.84 ( 1.58 )	40	7.1 ( 1.7 )	91	6.8 ( 1.7 )	0.331
インスリン指数 <sup>a)</sup>	145	0.17 ( 0.21 )	39	0.12 ( 0.10 )	78	0.2 ( 0.2 )	0.763
インスリン指数 $<$ 0.4		136 ( 93.8 %)		37 ( 94.9 %)		73 ( 93.6 %)	1.000
HOMA-IR <sup>b)</sup>	148	2.8 ( 2.0 )	40	3.0 ( 2.5 )	80	2.7 ( 1.9 )	0.320
HOMA-IR $\leq$ 2.5		57 ( 38.5 %)		15 ( 37.5 %)		31 ( 38.8 %)	0.663

n, 各項目の有効数

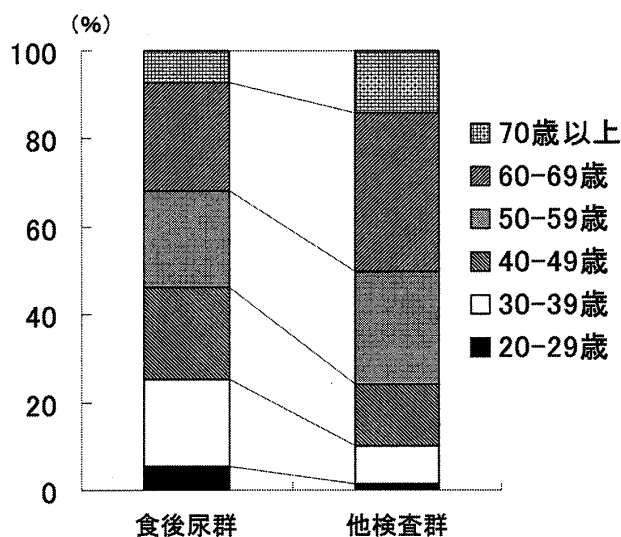
a) インスリン指数= (OGTT30分時インスリン値[ $\mu$ U/ml]-空腹時インスリン値[ $\mu$ U/ml]) / (OGTT30分血糖値[mg/dl]-空腹時血糖値[mg/dl])b) HOMA-IR=空腹時インスリン値( $\mu$ U/ml)  $\times$  空腹時血糖値 (mg/dl) /405

図1 スクリーニング理由別にみた糖尿病判定者の年齢構成

50.0%, 随時尿糖 38.7%, 空腹時血糖 7.1%, 空腹時尿糖 70.9%, HbA<sub>1c</sub> 10.0% であり, 食後尿糖の代わりにこれらの検査がスクリーニングで用いられたと仮定した場合, 食後尿糖で発見された糖尿病患者が各々見落とされると推定された。

糖尿病判定者における負荷後尿糖のスクリーニング基準別陽性率は, 全糖尿病の 98.0%, 随時血糖 $\geq$ 140mg/dl の 100%, 随時尿糖 $\geq$ ±の 96.8%, 空腹時血糖 $\geq$ 110mg/dl の 97.9%, 空腹時尿糖 $\geq$ ±の 100%, HbA<sub>1c</sub>  $\geq$  5.5% の 100% であり, いずれのスクリーニング基準陽性者においてもほぼ

全例をカバーしていた (表5)。

## 考 察

今回食後尿糖によるスクリーニングから糖尿病と判定された食後尿群に対して, 負荷後尿糖以外のスクリーニングが用いられたと仮定した場合, 最も陽性率が高い空腹時血糖 $\geq$ 110mg/dl を用いても 7% 程度の見落としが生じるとの結果が得られた。我が国<sup>9)</sup>, および米国<sup>8)</sup> や WHO<sup>7)</sup> の糖尿病診断基準では空腹時血糖 110mg/dl 未満は正常型に分類されるため, 他検査の異常がなければ通常は OGTT の対象外となる。しかし, 今回の結果から, 本研究の対象となった食後尿糖検査はこのような対象者からも糖尿病患者を抽出し得ることを示している。なお食後尿糖検査から糖尿病と判定された食後尿群の一般属性および糖尿病検診成績は他のスクリーニング理由から糖尿病と判定された他検査群と年齢を除き有意な差がなかったことから, 食後尿糖で把握される糖尿病は特殊なものではないと考えられる。

随時血糖 $\geq$ 140mg/dl<sup>10)</sup> は我が国の検診でスクリーニング基準としてよく用いられているが, 随時血糖も測定されていた食後尿群のうち 2 名中 1 名を見落とししていた。例数が少ないため, これによって食後尿群における見落とし率を判断することは困難であるが, 全糖尿病でも随時血糖測定者 22 中 13 名 (40.9%) の見落としが見られた。

表4 糖尿病判定者における種々のスクリーニング基準を適用した場合の見落とし率

	全糖尿病			食後尿群		
	n	陰性数	見落とし率	n	陰性数	見落とし率
随時血糖 $\geq 140\text{mg/dl}^{\text{a}}$	22	9	( 40.9 %)	2	1	( 50.0 %)
随時尿糖 $\geq \pm^{\text{a}}$	239	82	( 34.3 %)	31	12	( 38.7 %)
空腹時血糖値 $\geq 110\text{mg/dl}^{\text{b}}$	311	19	( 6.1 %)	56	4	( 7.1 %)
空腹時尿糖 $\geq \pm^{\text{b}}$	301	213	( 70.8 %)	55	39	( 70.9 %)
HbA <sub>1c</sub> $\geq 5.5\%^{\text{c}}$	160	20	( 12.5 %)	40	4	( 10.0 %)

n, 各項目の有効数

a) 糖尿病検診と同年または前年の住民検診における検査結果に基づく。他は全て糖尿病検診時の成績に基づく

b) OGTT負荷前値による

c) 糖尿病検診の値による

表5 全糖尿病判定者、および食後尿糖以外のスクリーニング基準陽性糖尿病判定者における OGTT 負荷後尿糖陽性率

	有効対象者数	陽性数 <sup>a)</sup> ( % )
全糖尿病 <sup>b)</sup>	304	298 ( 98.0 %)
随時血糖 $\geq 140\text{mg/dl}^{\text{c}}$	13	13 ( 100.0 %)
随時尿糖 $\geq \pm^{\text{c}}$	157	152 ( 96.8 %)
空腹時血糖値 $\geq 110\text{mg/dl}^{\text{d}}$	286	280 ( 97.9 %)
空腹時尿糖 $\geq \pm^{\text{d}}$	88	88 ( 100.0 %)
HbA <sub>1c</sub> $\geq 5.5\%^{\text{e}}$	140	140 ( 100.0 %)

n, 各スクリーニング基準陽性の糖尿病判定者数

a) 糖尿病検診時のOGTT1時間尿または2時間尿のいずれかが $\pm$ 以上を陽性とした

b) 全糖尿病判定者311名中OGTT1時間および2時間尿が記録されていた糖尿病判定者

c) 糖尿病検診と同年または前年の住民検診における検査結果に基づく

d) 糖尿病検診のOGTT負荷前値による

e) 糖尿病検診の値またはスクリーニング理由による

他のスクリーニング理由別の見落とし率は食後尿群と全糖尿病で大きな差がないことから、随時血糖の食後尿群での見落とし率も全糖尿病での見落とし率と同程度になると推定される。また、HbA<sub>1c</sub>  $\geq 5.5\%$ <sup>10)</sup>では食後尿群の10.0%が見落とされた。すなわち、食後尿糖では、我が国で頻用されている随時血糖やHbA<sub>1c</sub>によるスクリーニングでは見落とされる糖尿病を相当数発見できることを示している。このことから、検診において随時血糖やHbA<sub>1c</sub>を補完する検査として食後尿糖検査を採用すれば、糖尿病患者の新たな掘り起こしによる早期発見に大きく寄与できると思われる。

我が国では地域住民を対象とする基本健康診査<sup>12)</sup>、勤労者を対象とする職域での定期健康診断のいずれにおいても尿糖検査が実施されている。通常は受診時に採尿する随時尿が検体とされ

るが、随時尿糖は糖尿病の感度が低いため食後の採尿が望まれることが報告されている<sup>12)</sup>。新たな項目として受診者に受診前の食後尿を採取してもらい、食後尿糖検査を導入することは容易と思われる。また副次的な効果としてこれまでの方法で必要とされていた多くの受診者が同時に利用可能なトイレがある検診実施場所の確保が不要となり、検診の効率化にも寄与できる。

更に一步踏み込んで、食後尿糖検査を血糖検査やHbA<sub>1c</sub>に代わる単独のスクリーニング法とすることが可能かどうかについては議論が残る。Daviesらによれば白人地域住民における食後1時間尿糖検査の感度は43%であり、空腹時血糖108mg/dl(6.0mmol/l)の65%や117mg/dl(6.5mmol/l)の61%より低く<sup>13)</sup>、糖尿病患者を発見するという観点からは、空腹時血糖の方が優

れていると考えられる。また Friderichsen らも食後 1-2 時間尿の感度が 20.8% と低いことを指摘している<sup>14)</sup>。これらの研究では尿糖検査結果を受診者自らが判定しているのに対して我々は検査技師が判定していること、採尿時点を一日のうちエネルギー摂取量が最も多い夕食後<sup>15)</sup>に設定し、食事から採尿までを 2 時間として高血糖を捉え得る時間を長く設定したことなどから、Davies らの食後尿糖より高い感度が期待できる。しかし我々のデータベースは何らかのスクリーニングで陽性と判定されて集まってきた糖尿病検診受診者のみの情報に限定されているため、食後尿糖陰性者についての情報は含まれず、感度・特異度の分析が不可能である。また、食後尿糖は食事の内容や量、尿糖が検出される血糖値閾値の個人差などにも大きく影響を受けることから、有用性が確立している空腹時血糖に代替しうるかどうかについては、今後さらに検討が必要である。

我が国では随時血糖  $\geq 140\text{mg/dl}$  が頻用されているが、感度特異度の詳細な検討がなされていないように思われる。この基準を用いた場合、今回の研究では全糖尿病における見落とし率が 40% 程度であり、空腹時血糖  $\geq 110\text{mg/dl}$  の 6.1% に比べて極めて高く、感度が大きく劣ることを示している。また HbA1c は、Sekikawa らがカットオフ値を 5.6% とした場合の感度を 35% とした<sup>16)</sup>。これは Davies らの食後尿糖の感度より低い。より高いカットオフ値設定にもかかわらずより高い感度を得たとの報告もあるが<sup>17)</sup>、その評価は一定していず、今後の検討対象になりうると思われる。

通常の食事を食べた後に測定する食後尿糖と OGTT の負荷後尿糖を同一視することはできないが、わが国では炭水化物を男性では一日あたり平均約 300g、女性では約 250g 摂取し<sup>18)</sup>、1 食あたりでは男性約 100g、女性約 83g を摂取すると推定され、グルコース 75g 摂取後の負荷後尿糖に近い陽性率が得られる可能性がある。負荷後尿糖は今回対象とした糖尿病判定者のほぼ全例が陽性になるが、このような理由により食後尿糖でも同様に高い陽性率が得られる可能性があり、食後尿糖検査が単独のスクリーニング法として随時血糖や

HbA1c に代替できる可能性を、検診費用軽減の観点から検討する価値があると思われる。

なお夕食の摂取エネルギーは全摂取エネルギーの約 40% と 3 食中最も多いこと<sup>15)</sup>、男性の 83~95%、女性の 87~96% が家庭で夕食を摂っており朝昼に比べて家庭食の割合が高いこと<sup>18)</sup>などから、食後尿糖検査は尿の採取を夕食後に設定していた。しかし一日の食事の中でどの時点での採尿が最も有効かについては今後の検討課題である。特に我が国と食環境が異なる国・地域では、食事摂取パターンも考慮に入れて再検討する必要がある。

食後尿糖検査は自宅で検体採取が可能であり、検査対象者を広げる利点がある。実際西川町においても、各年の食後尿糖検査対象者から平均で 60% を越える高い回収率を上げており<sup>11)</sup>、検査に対する受診者の心理的抵抗が少ないことを表している。また本研究では食後尿群の平均年齢が他検査群より若く、若年者の割合が高い結果であったが、これは西川町が通常は住民検診の対象とならない若年層にまで広く食後尿糖検査の対象者を設定したことにより、若年層の糖尿病を多く把握し、働き盛りの勤労者にも導入可能なことを示唆している。また 23 年間の対象期間中、初回受診者に限っても 35 名が食後尿糖のみをスクリーニング理由として糖尿病と判定された。これらはもし食後尿糖検査が実施されていなければ発見が遅れる患者であり、食後尿糖検査は広く対象者を設定することで糖尿病の早期発見に寄与し得ることを示している。Davies らも地域住民において食後尿糖検査により地域の糖尿病把握率を上げることが可能であることを示している<sup>13)19)</sup>。以上より、食後尿糖検査は、通常の検診の対象とならない住民や、採血を伴うスクリーニングを忌避する住民、あるいは、採血検査によるスクリーニングの実施が困難な国・地域において、次善の策として用いることは極めて有用と考えられる。

食後尿糖検査を今後推進する際の問題点もある。第一には陽性反応的中率が低いことが挙げられる。陽性反応的中率は 18.0% と住民検診の尿糖、血糖、HbA1c より悪く、偽陽性が多く含まれ

ることを意味している。なお人間ドックの陽性反応的中率がさらに低い値を示しているが、これは人間ドックのOGTTで糖尿病型とされた者は糖尿病検診ではなく医療機関を受診したためであると思われる。また陽性反応的中率は対象者の有病率に影響を受けるため対象年齢や民族が異なる場合には単純な比較はできないが、空腹時血糖110mg/dlの陽性反応的中率は27.1～67.4%と我々の食後尿糖より高い値が報告されている<sup>20)～22)</sup>。

第二には、食後の血糖値上昇が軽度の糖尿病を見落とす可能性がある。現行の糖尿病診断基準では空腹時126mg/dl以上あれば糖尿病と診断され<sup>7)～9)</sup>、この患者においての食後の血糖値は200mg/dl未満にとどまる可能性もある。健常者における腎臓の糖排泄閾値は通常160～180mg/dl以上であり<sup>10)</sup>、場合によっては食後尿糖陽性にならないことも考えられる。しかし日本人の糖尿病は食後に高血糖を来すタイプが多いことから<sup>9)</sup>、大きな影響はないと思われる。また近年、動脈硬化性疾患の発症、総死亡などには食後高血糖の影響が大きいことが報告されており<sup>23)～25)</sup>、食後高血糖を来さない糖尿病の見落としはその逆に比べて問題は小さいことも考えられる。

第三には、加齢に伴い糖排泄閾値が高くなることが挙げられる<sup>26)</sup>。しかし糖尿病を発症してから合併症や動脈硬化性疾患などが発症するまで長い期間を要し、より若い糖尿病患者を発見することが重要であることから、高齢者における検出力の低下は大きな欠点にはならないと思われる。

第四に、食後尿糖検査は血糖やHbA1c検査に比べて安価かつ容易に実施可能である反面、陽性反応的中率が低いことから糖尿病を1名診断するために要するOGTT受診者数を多く必要とし、そのための経費も多額となる。一次スクリーニングから糖尿病診断に至る費用対効果の分析も今後不可欠と思われる。

以上のような欠点はあるものの、糖尿病の早期発見早期治療によって合併症や続発症の発症を遅らせ、社会に対する疾病負荷を軽減するためには食後尿糖検査を糖尿病のスクリーニングに利用することの意義は高い。

## 結 語

食後尿糖検査は、我が国で用いられている血糖検査やHbA1cで見落とされる糖尿病患者もスクリーニングできる場合があることが示され、これらを補完する検査として有用と考えられた。また、対象者自ら自宅で検体を採取することが可能であり、スクリーニング対象者の範囲を広げることにも寄与可能である。以上より、食後尿糖検査は糖尿病の早期発見に有効なスクリーニング手段と考えられ、その普及が望まれる。

## 謝 辞

本研究の実施にあたり、資料をご提供いただきました西川町(現、新潟市)、糖尿病健診事業の詳細についてご教示下さいました保健師の齋田由美子様、堀野美恵子様、糖尿病検診事業の実施にご尽力され本研究にご助言をいただきました元新潟県巻保健所長の三沢博人先生、信楽園病院の山田幸男先生(現、新潟県保健衛生センター)および高澤哲也先生、および本研究の実施にあたってご指導をいただきました鈴木宏教授(医歯学総合研究科公衆衛生学分野)、田辺直仁助教授(同・健康増進医学分野)に心より感謝申し上げます。

## 文 献

- 1) Wild S, Roglic G, Green A, Sicree R and King H: Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care* 27: 1047-1053, 2004.
- 2) International Diabetes Federation and World Diabetes Foundation: *Diabetes atlas*. 2nd ed, International Diabetes Federation, Brussels, 2003.
- 3) 厚生労働省健康局: 平成14年度糖尿病実態調査報告. 厚生労働省, 東京, 2004.
- 4) 健康・体力づくり事業財団: 健康日本21(21世紀における国民健康づくり運動について). 健康・体力づくり事業財団, 東京, 2000.
- 5) Department of Noncommunicable Disease Management, World Health Organization: *Screening for type 2 diabetes. Report of a World Health Organization and International Diabetes Federation meeting*. World Health Organization,



- Geneva, 2003.
- 6) 厚生科学審議会地域保健健康増進栄養部会：今後の生活習慣病対策の推進について（中間）とりまとめ. 厚生労働省, 東京, 2005.
  - 7) Department of Noncommunicable Disease Surveillance, World Health Organization: Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Report of a WHO consultation, World Health Organization, Geneva, 1999.
  - 8) The 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* 20: 1183 - 1197, 1997.
  - 9) 葛谷 健, 中川昌一, 佐藤 譲, 金澤康徳, 岩本安彦, 小林 正, 南条輝志男, 佐々木陽, 清野裕, 伊藤千賀子, 島 健二, 野中共平, 門脇孝：糖尿病の分類と診断基準に関する委員会報告. *糖尿病* 42: 385 - 404, 1999.
  - 10) 日本公衆衛生協会：糖尿病の指導区分に関する検討, 老人保健事業における糖尿病及び循環器疾患の指導区分に関する検討. 日本公衆衛生協会, 東京, pp1 - 53, 2002.
  - 11) 西川町：第三部 健康西川 21 糖尿病を減らした西川町, 西川町保健福祉計画. 西川町, 西川町, pp143 - 210, 2003.
  - 12) 篠崎敏明, 山岡和枝, 矢野栄二：定期健康診断における尿糖検査の糖尿病スクリーニングとしての有効性. *日本公衆衛生雑誌* 46: 790 - 798, 1999.
  - 13) Davies MJ, Williams DR, Metcalfe J and Day JL: Community screening for non - insulin - dependent diabetes mellitus: self - testing for post - prandial glycosuria. *Q J Med* 86: 677 - 684, 1993.
  - 14) Friderichsen B and Maunsbach M: Glycosuric tests should not be employed in population screenings for NIDDM. *J Public Health Med* 19: 55 - 60, 1997.
  - 15) 新潟県：第 3 部 身体状況調査の結果. 県民栄養の現状平成 13 年県民栄養実態調査結果. 新潟県, 新潟市, pp111 - 193, 2003.
  - 16) Sekikawa A, Tominaga M, Takahashi K, Watanabe H, Miyazawa K and Sasaki H: Is examination of fructosamine levels valuable as a diagnostic test for diabetes mellitus? *Diabetes Res Clin Pract* 8: 187 - 192, 1990.
  - 17) Engelgau MM, Narayan KM and Herman WH: Screening for type 2 diabetes. *Diabetes Care* 23: 1563 - 1580, 2000.
  - 18) 健康・栄養情報研究会：国民栄養の現状 平成 14 年厚生労働省国民栄養調査結果. 第一出版, 東京, 2004.
  - 19) Davies MJ, Ammari F, Sherriff C, Burden ML, Gujral J and Burden AC: Screening for Type 2 diabetes mellitus in the UK Indo - Asian population. *Diabet Med* 16: 131 - 137, 1999.
  - 20) Hanson RL, Nelson RG, McCance DR, Beart JA, Charles MA, Pettitt DJ and Knowler WC: Comparison of screening tests for non - insulin - dependent diabetes mellitus. *Arch Intern Med* 153: 2133 - 2140, 1993.
  - 21) Modan M and Harris MI: Fasting plasma glucose in screening for NIDDM in the U.S. and Israel. *Diabetes Care* 17: 436 - 439, 1994.
  - 22) Haffner SM, Rosenthal M, Hazuda HP, Stern MP and Franco LJ: Evaluation of three potential screening tests for diabetes mellitus in a biethnic population. *Diabetes Care* 7: 347 - 353, 1984.
  - 23) Home P: Contributions of basal and post - prandial hyperglycaemia to micro - and macrovascular complications in people with type 2 diabetes. *Curr Med Res Opin* 21: 989 - 998, 2005.
  - 24) Tominaga M, Eguchi H, Manaka H, Igarashi K, Kato T and Sekikawa A: Impaired glucose tolerance is a risk factor for cardiovascular disease, but not impaired fasting glucose. The Funagata Diabetes Study. *Diabetes Care* 22: 920 - 924, 1999.
  - 25) The DECODE study group on behalf of the European Diabetes Epidemiology Group: Glucose tolerance and mortality: comparison of WHO and American Diabetes Association diagnostic criteria. *Lancet* 354: 617 - 621, 1999.
  - 26) Butterfield WJ, Keen H and Whichelow MJ: Renal glucose threshold variations with age. *Br Med J* 4: 505 - 507, 1967.

(平成 18 年 1 月 5 日受付)