

## カドミウム汚染地住民検診のための 尿検査方法に関する研究

### (I) O-Toluidine Boric Acid 法による尿糖定量について

金沢大学医学部衛生学教室 (主任: 石崎有信教授)

福 島 匡 昭

坂 元 倫 子

(昭和49年7月8日受付)

集団検診における尿糖検査法としては、ブドウ糖の還元力を利用する方法と酵素試験紙法が広く一般に用いられている<sup>1)</sup>。従来の集団検診では、尿糖検査を行なう第1の目的は多くの場合糖尿病のスクリーニングとしてであり、尿中に比較的多量のブドウ糖が排泄されていないかどうかを判断するためのものであった。

Cdによって引き起こされる腎障害では、主としてその尿細管に病変がみられるが<sup>2)</sup>、尿管障害のため再吸収機能が低下して出現する糖尿ではその濃度が低い場合が多く<sup>3,4)</sup>、また、早期の変化を尿所見の面から発見するためには低濃度の尿糖をも把握出来る定量的検査法が必要である。しかしながら集団検診に利用出来るほどに簡易な尿糖定量法の報告は殆んどみられない。

著者らは、血糖測定に用いられている o-Toluidine Boric Acid 法<sup>5)</sup> (O-TB法)を、このような目的のための尿糖測定法として採用できるかを吟味するために、Cd汚染地住民の集団検診に際して他の尿糖検査法と同時に比較検討を試み、還元反応による検査法でみられる偽陽性や酵素試験紙法での非定量的呈色などの欠陥のあるものと比較して、O-TB法がよい結果を与えることを観察したのでここに報告する。

#### 測 定 方 法

##### 1, O-Toluidine boric acid<sup>5)</sup> 法 (O-TB法) による尿糖測定

O-TB試薬はグルコーステスト・ワコー (和光純薬, 血糖測定用)を用いた。

尿50 $\mu$ lにO-TB試薬5.0mlを加え、沸騰水浴で8分間加温した後真ちに流水中で冷却する。4分間の流水

冷却後可及的速かに波長635m $\mu$ で比色する。対照には蒸留水50 $\mu$ lを尿と同様に操作したものをを用いる。検量線はブドウ糖25, 50, 100, 200, 500mg/dl溶液を同時に操作して作製する。発色は高濃度側で僅かに低くなる傾向があり、完全には Lambert-Beer の法則に従わないが、通常の集団検診では100mg/dlの基準だけで充分であった。また、ブドウ糖による青色の発色は冷却後30分以上安定しているが、一部の尿では非特異的な褐色の発色が時間とともに増強し、測定に影響をあたえる。したがって、肉眼で比色する場合や波長巾の広いフィルタ式などの比色計を用いる場合には、特に冷却後直ちに測定を行なうことが必要である。

##### 2, Benedict 法による尿糖半定量

Benedict の定性試薬<sup>6)</sup>を用いた。加熱には沸騰水浴を用い、ブドウ糖1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 1/2, 1, 2%を含む尿を同時に加熱して判定した。

##### 3, 酵素試験紙法による尿糖測定

Tes-tape(Lilly)を用いた。判定は容器の基準色調表に従った。ブドウ糖水溶液についての Tes-tape 反応の基準色調表との比較成績は図1に示した通りで、よく一致した結果が得られた。また Tes-tape によるブドウ糖検出限界は5 mg/dl前後であった。

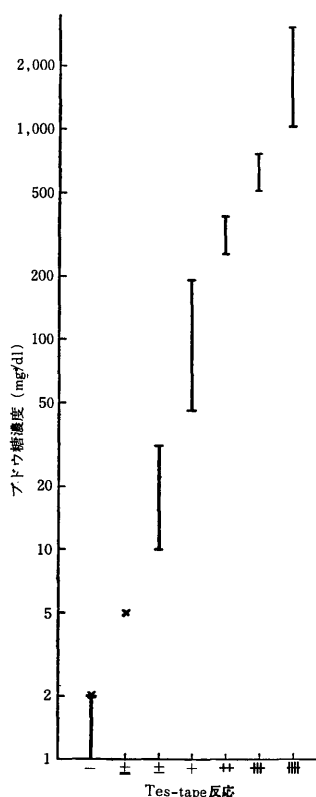
#### 成 績

##### 1, O-TB 法による尿糖測定の吟味

Cd汚染地住民の尿について、ブドウ糖添加回収試験を行なった成績は表1に示す通りで、平均回収率は約90%であって、実用的には十分満足出来る回収率を示した。しかし、尿中に存在する種々の物質によって

Studies on some urinary screening tests for renal dysfunction induced by cadmium exposure. 1. Determination of glucose in urine by o-toluidine boric acid method. **Masaaki Fukushima and Michiko Sakamoto**, Department of Hygiene (Director : Prof. A. Ishizaki), School of Medicine, Kanazawa University.

図1 ブドウ糖水溶液による Tes-tape 反応



本反応がやゝ妨害され、ことに尿比重の高い尿で回収率の低下が大きいようである。

ブドウ糖酸化酵素による測定法と比較した成績は表2に示した。酵素的定量には Glucostat (Warthington Biochemical Corporation) を用いた。単に稀釈した尿について測定を行なうと、O-TB 法に比して著しく低い値を与えるが、Salomon ら<sup>7)</sup>の報

表2 O-TB 法とブドウ糖酸化酵素法との比  
との比較

尿No.	O-TB 法 (mg/dl)	ブドウ糖酸化酵素法 (1) (mg/dl)	(2) (mg/dl)
511	7.2	2.9	5.4
512	7.2	3.4	7.4
513	15.0	3.7	13.2
514	9.2	3.2	7.4
516	6.5	1.2	5.5
517	21.9	19.5	24.8
519	6.0	1.7	5.8

(1) 尿を20倍稀釈して測定

(2) 尿を Salmon ら<sup>7)</sup>の方法で処理した後20倍稀釈して測定

表1 ブドウ糖添加回収試験成績 (O-TB 法)

尿 No.	尿糖濃度 (mg/dl)	添加量 (mg/dl)	測定値 (mg/dl)	添加回収量 (mg/dl)	添加回収率 (%)	尿比重
461	33.4	94.8	116.4	83.0	87.6	1.032
462	36.7	94.8	108.3	71.6	75.5	1.033
463	6.2	94.8	81.3	75.1	79.2	1.025
464	10.8	94.8	99.8	89.0	93.9	1.028
465	7.0	94.8	94.6	87.6	92.4	1.025
466	8.6	94.8	95.2	86.6	91.4	1.029
467	31.6	94.8	121.8	90.2	95.1	1.018
468	4.1	94.8	93.6	89.5	94.4	1.016
469	11.0	94.8	96.3	85.8	90.5	1.028
470	7.6	94.8	83.9	76.3	80.5	1.025
平均					88.1	

告した如くイオン交換樹脂 (Amberlite IR-120, IR-45) で尿を処理すると、O-TB 法とよく一致した測定値を与えるようになった。

### 2. 神通川流域の要観察者尿についての尿糖測定法の比較

神通川流域の住民で、イタイイタイ病検診において要観察者とされた者20名の尿を採取し、その尿中糖を O-TB 法、Benedict 法、および Tes-tape で測定した結果は表3の如くであった。Benedict 法による測定値と O-TB 法による測定値との間には高い相関 ( $Y=0.98$ ) があるが、O-TB 法による測定値の方が約2割高い値を示している。Tes-tape による反応の定量性は乏しいようで、例えば+(100mg/

dl)と判定された尿の O-TB 法による測定値は、21 mg/dlから168mg/dlの範囲に亘っている。一般に、Tes-tape による呈色と、O-TB 法 Benedict 法による尿糖測定値との対応には、ばらつきがあるが、平均的には Tes-tape は2倍の濃度に該当する色調を呈するとみなしてよい。

### 3. Cd汚染地住民尿についての O-TB 法と Benedict 法の比較

神通川流域のイタイイタイ病発生地のうちの一部に居住する全ての年齢層の住民から採尿し、O-TB 法と Benedict 法とで尿糖検査を実施した。その成績は図2に示す通りで、O-TB 法による測定値と Benedict 法による測定値がよく一致している一群

表3 要観察者尿による O-TB 法、Benedict 法、Tes-tape 反応の比較

尿 No.	O-TB 法 mg/dl	Benedict 法		Tes-tape	
		%	(mg/dl)	判定	(mg/dl)
44-17	4	—	( $\leq 8$ )	—	( $< 5$ )
44-1	21	$\frac{1}{32}$	(31)	+	(100)
44-18	30	$\frac{1}{32}$	(31)	±	(20)
44-10	35	$\frac{1}{32}$	(31)	±	(20)
44-19	50	$\frac{1}{16}$	(63)	+	(100)
44-11	59	$\frac{1}{32} \sim \frac{1}{16}^{2)}$	(47)	+	(100)
44-14	78	$\frac{1}{16}$	(63)	+	(100)
44-4	83	$\frac{1}{16}$	(63)	+	(100)
44-5	— 88	$\frac{1}{16}$	(63)	+ ~ ++ <sup>2)</sup>	(200)
44-20	103	$\frac{1}{16} \sim \frac{1}{8}$	(94)	+ ~ ++	(200)
44-16	116	$\frac{1}{16} \sim \frac{1}{8}$	(94)	+ ~ ++	(200)
44-8	148	$\frac{1}{8}$	(125)	++	(250)
44-7	168	$\frac{1}{8}$	(125)	+ ~ ++	(200)
44-12	169	$\frac{1}{8}$	(125)	++	(250)
44-6	188	$\frac{1}{8}$	(125)	++	(250)
44-9	194	$\frac{1}{8} \sim \frac{1}{4}$	(190)	++	(250)
44-13	205	$\frac{1}{8} \sim \frac{1}{4}$	(190)	++ ~ +++	(400)
44-15	222	$\frac{1}{8} \sim \frac{1}{4}$	(190)	++ ~ +++	(400)
44-3	243	$\frac{1}{8} \sim \frac{1}{4}$	(190)	+++	(500)
44-2	308	$\frac{1}{4}$	(250)	+++ ~ ++++	(800)

1) O-TB 法と比較のための推定値。Tes-tape は図1による。

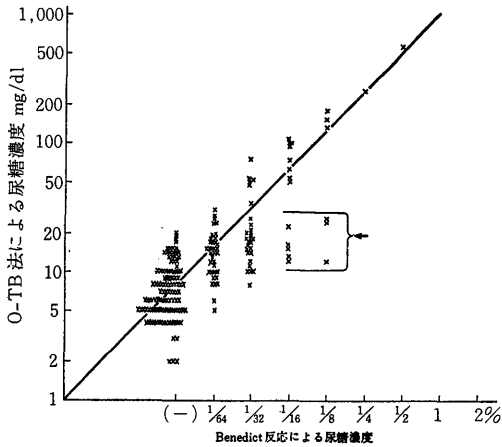
2) 2回の判定が異っていたことを示す。

と、Benedict 法測定値に比し著しく低い o-TB 法測定値を示す一群とに分れた。前者では o-TB 法による測定値は、Benedict 法の値よりやや高く、前述の要観察者での成績と一致している。後者の群に属する尿は、ブドウ糖以外の尿中還元性物質によって

Benedict 反応陽性となったものであるが、このようにブドウ糖濃度が低いにも拘らず Benedict 反応陽性を呈する例が相当な割合でみられる。Benedict 反応がブドウ糖に対し特異的でないことが、この方法

を集団検診に利用した場合に無視出来ない影響を与えることが明かである。イタイイタイ病発生地<sup>8)</sup>の若年層住民では、明かな尿異常所見が観察されていないので、この部落の40才未満の者の尿について、Benedict 反応がブドウ糖以外の還元性物質のためどの程度影響されているかを観察した。その結果は表4に示す通りで、112名のうち Benedict 反応がブドウ糖濃度1/32%以上を示した者は30名(26.8%)であったが、このうち、o-TB 法で21mg/dl以上を示した者は8名(7.2%)にすぎず、残りの22名(19.6%)は o-TB 法では20mg/dl以下の値であった。このことは、Cdによる腎障害のみられない集団での Benedict 反応陽性尿の約3/4は、尿中ブドウ糖濃度の増加によらないものであることを示している。また、表4にみる通り Benedict 反応陰性を示した尿は、全て o-TB 法では20mg/dl以下の糖濃度を示していた。

図2 Benedict 反応と O-TB 法の比較 (イタイイタイ病発生地 S 部落住民尿)



注) 矢印は Benedict 反応に比し O-TB 測定値が著しく低い尿を示す。

4. Cd汚染地住民尿についての Tes-tape 反応と o-TB 法との比較

Cd汚染地である梯川流域の住民検診<sup>9)</sup>(30才以上の男女)に際して、Tes-tape と o-TB 法を併用して尿糖検査を行なった。Tes-tape 反応の判定は判定者によって著しく左右される場合がある。2名の医師が別々に判定した例を表5に示したが、表5(A)は2人の判定がよく一致している例であり、表5(B)は不一致の多い例である。表5(B)の例では±以上を陽性とする1人の判定では8.4%の陽性率となり、他の1人の判定では21.8%の陽性率となるから、集団と

表4 40才未満の住民尿に於ける Benedict 反応と O-TB 法による測定値との関係

Benedict 反応	O-TB 法測定値			
	~20 mg/dl	21~30	31~	計
—	57	0	0	25 } (73.2)
± (16 mg/dl)	25	0	0	
1/32% (31 mg/dl)	17	2	2	6 } (26.8)
1/16% (63 mg/dl)	4	1	1	
1/8% (125 mg/dl)	1	2	0	
1/4%~ (250 mg/dl)	0	0	0	
計	104 (92.9)	5 (4.5)	3 (2.7)	112 (100.0)

表5 (A) 2名の検査者による tes-tape 判定の相関

	-	±	+	++	≡	計
-	69	4	1	0	0	74
±	2	15	2	0	0	19
+	1	1	3	2	0	7
++	0	0	0	1	0	1
≡	0	0	0	0	0	0
計	72	20	6	3	0	101
		(29)				(100)

$\gamma_K = 0.799$

表5 (B) 2名の検査者による tes-tape 判定の相関

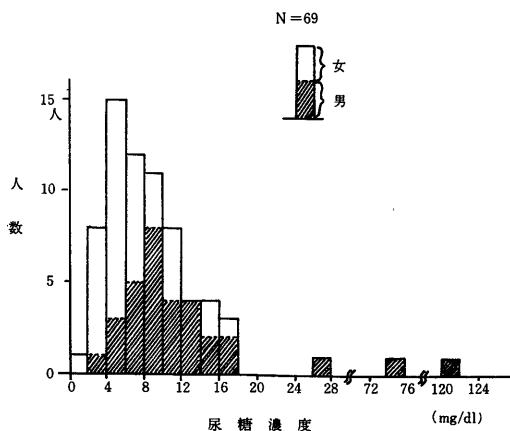
	-	±	+	++	≡	計
-	139	22	2	1	0	164
±	1	6	5	0	0	12
+	0	0	2	0	0	2
++	0	0	0	0	0	0
≡	0	0	0	0	1	1
計	140	28	9	1	1	179
		(22)				(100)

$\gamma_K = 0.553$

表6 Tes-tape 反応別にみた尿糖濃度 (O-TB 法) (mg/dl)

Tes-tape	試料数	平均値±標準偏差	範囲 (min~max)	幾何平均 (対数正規として) の95%範囲
-	311	9.4±4.8	(1~33)	8.2(3~23)
±	59	19.2±5.8	(6~35)	17.9(8~38)
+(100mg/dl)	30	50.8±33.0	(17~173)	43.4(15~124)
++(250mg/dl)	5	235 ±212	(87~655)	175(45~684)
≡(500mg/dl)	4	2073 ±2398	(309~6150)	1009(95~10670)

図3 非汚染地住民の尿糖濃度分布 (30才以上男女)



しての比較は殆んど不可能になる。表6に Tes-tape 反応と o-TB 法測定値との関係を示した。これで

ると同一 Tes-tape 反応を示す尿糖濃度の o-TB 法による測定値はほぼ10倍の濃度範囲にわたって、集団検診では Tes-tape 反応の定量性は著しく悪いことが明かであった。

また、Tes-tape の判定は o-TB 測定値に比し高濃度側に判定されているものがかなり多いが、これはすでに述べた神通川流域要観察者での Tes-tape 反応と o-TB 法測定値との関係と一致している。

5, o-TB 法による非汚染地住民の尿糖濃度 金沢市に居住する本学公衆衛生学教室健康管理家庭<sup>10)</sup>の30才以上の男女69名について、早朝尿を採取し尿糖濃度を測定した。その尿糖濃度分布は図3に示す通りで、大多数は17mg/dl以下を示した。74mg/dlと120mg/dlを示した男2名を除く67名についての尿糖濃度平均値は7.8mg/dl、標準偏差は4.6mg/dlであった。性・年齢階級別に平均濃度を求めた結果は表7に示す通りで、男に比し女の方がやゝ低値であり、また30~49才に比し50才以上の女が低い濃度を示していた。ま

表7 非汚染地住民の尿糖濃度平均値 (mg/dl)

	30 ~ 49 才		50 才 以 上		計	
	人 数	平均±標準偏差	人 数	平均±標準偏差	人 数	平均±標準偏差
男	16	9.8±3.2	14	10.3±5.9	30	10.0±4.6
女	17	7.6±4.4	20	4.8±2.3	37	6.1±3.7
計	33	8.7±4.0	34	7.0±4.9	67	7.8±4.6

た、尿糖濃度は尿量によって変動することが考えられるが、これら67名の男女では尿糖濃度と尿クレアチン濃度間に高い相関( $r=0.66$ )がみられた。

### 考 察

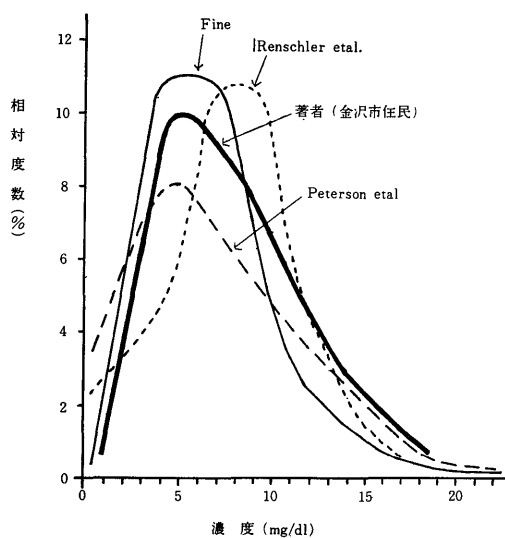
Cdによる環境汚染地として知られる神通川流域に発生したイタイイタイ病患者では、腎性の糖尿がみられるが、この地の住民検診での経験では、患者の尿糖濃度は比較的 low、臨床的に glycosuria として扱われる0.1%以上の濃度を示す者は約半数にすぎなかった<sup>11)</sup>。また、患者は4名の入院成績でも、尿糖陽性はそれぞれ93日中32日、62日中4日、46日中14日、46日中15日であったと報告されている<sup>12)</sup>。神通川流域住民の尿検査では、低濃度の Benedict 反応陽性者が50才以上では年令とともに急増していた<sup>8)</sup>。

従来、集団検診に用いられてきた尿糖検査法は、Benedict 反応と、酵素試験紙法であるが<sup>1)</sup>、前者はブドウ糖に充分特異的でなく、後者は特異的ではあるが定量性に乏しく、検出限界が不定であるため、いずれも尿管障害に起因する比較的低濃度の尿糖<sup>9)</sup>を検査する方法としては望ましい方法とは云えなかった。そこで著者らは住民検診に際していくつかの尿糖検査法を併用して検討を加えた。酵素試験紙法の一つである Tes-tape についてはブドウ糖溶液で吟味したところ、その検出限界は2~10mg/dlであったが、これはもし尿中に反応妨害物質がなければ、正常尿の多くが陽性と判定される程鋭敏であった。健康人尿が陽性と判定されないのは尿中の反応妨害物質の存在によるものであり、尿では酵素試験紙法の糖検出限界は10~100mg/dlに低下するとされている<sup>13)</sup>。Tes-tape はその定量性に問題があるばかりでなく、判定者によって結果が左右され易く、著しく相違した成績が得られるなど、集団としての陽性率や濃度の比較は実際上不可能であることが、同一尿を2名が別々に判定した成績から明かであった。定量性については、o-TB 法との比較からも明かなように、実際の集団検診においては同一 Tes-tape 反応を示す尿の o-TB 法測定

値はほぼ10倍の濃度範囲を示し、かつ Tes-tape では高濃度側に判定され易いことが示された。Tes-tape では、毛管現象でしみこんだ上端部の発色で判定するため判定に利用する発色部が著しく狭いこと、毛管現象でしみこんだ部では蒸発等の理由で糖濃度の高くなる現象や反応の促進現象が起ることなどがこのような成績を与えた原因として考えられる。

o-Toluidineが体液中のブドウ糖定量に利用出来ることを最初に報告したのは Hultman<sup>14)</sup> であった。この方法はその後血糖定量法として多くの改良が加えられたが、佐々木<sup>5)</sup>は硼酸水の添加により除蛋白せずに測定出来ることを報告し、o-TB 法と名付けた。著者らはこれを尿糖の測定に利用出来ないかどうかについて二三の吟味を行った。添加回収試験、glucose Oxidase 法との比較、神通川流域住民の要観察者尿での Benedict 法や Tes-tape 反応との比較などの成績からみて、o-TB 法は集団検診における尿糖検査法として充分満足出来る測定値を与えることが確かめられた。その後のCd汚染地の住民の検査には、これを糖定量法として採用し、更に検討を加えた。o-TB 法は、Glucose oxidase 法ほどブドウ糖に特異的ではなく、Galactose Mannose は同様に発色し、Lactose などは弱く発色する。しかし、多数のCd汚染地住民について Tes-tape 反応と比較した結果、Tes-tape での発色が全くみられない尿では o-TB 測定値は3~20mg/dlを示したから、ブドウ糖と類似の発色を示す他の糖が多量に尿中にみられる例は稀なものと思われる。Apthorp<sup>15)</sup>によると健康成人尿に Galactose は認められず、Lactose は10mg/dl 以下であったと報告されている。Benedict 反応との比較では、o-TB 法がはるかにブドウ糖に特異的であることは明かであった。また、Benedict 法の値は o-TB 法による測定値よりやや低い<sup>13)</sup>。この点については、尿の Benedict 反応が尿中のクレアチン濃度によって変動することや、蛋白質が本反応を妨害することと関連があると思われる<sup>11)13)</sup>。o-TB 法による尿糖測定値から尿糖排泄増加の有無を判

図4 尿糖(ブドウ糖)濃度分布の比較



断するためのスクリーニングレベルは、今後この方法で多数の健康人について検討されなければならないが、非汚染地住民での成績からみて一応20mg/dl以下を正常範囲と考えてよいであろう。健康人の尿糖排泄については、これまでに種々の方法で測定されたものが報告されているが<sup>15-19)</sup>、最近の報告では健康人の殆んどは15mg/dl以下の尿ブドウ糖濃度を示している<sup>20-22)</sup>。これらの報告と著者らの非汚染地住民でのo-TB法測定値との濃度分布の比較は図4に示す通りでかなりよく一致している。また、イタイイタイ病患者ではしばしば30mg/dl程度の尿糖濃度を示すこと。腎障害に伴って尿量が増加し、排泄の増加程濃度は高くないことなども考慮して、Cd汚染地住民の検診では21mg/dl以上を尿糖排泄増加を疑うレベルとして採用してきた<sup>9)23)24)</sup>。また、30mg/dl以上は尿糖排泄増加を示すレベルとしてよいと思われる。城石ら<sup>25)</sup>はo-TB法で尿糖を測定した際の判定として30mg/dl以上を(±)、50mg/dl以上を(+)とするのが適当と述べている。o-TB法による尿糖測定値は、健康人では、クレアチニン濃度との間に相関がみられる。したがって実際には尿比重や尿クレアチニン濃度を考慮して判断する必要がある。尿細管障害のある者では、尿量も増加しており、尿比重や尿クレアチニン濃度が著しく低い尿も多く、このような場合には低濃度の尿中ブドウ糖も無視することの出来ないものと考えられる。o-TB法による尿糖検査は、Benedict法と殆んど同じ程度の操作ですみ、しかもBenedict法より

ブドウ糖に特異的であるから、尿ブドウ糖定性検査でよい場合にも採用されてよいと考えられる。この場合、ブドウ糖濃度25mg/dl、50mg/dl、100mg/dlなどの1つ以上を尿と同時に操作して、加熱後直ちに比色判定すればよい。集団検診ではスクリーニングの目的には、肉眼判定で十分な場合も多いと思う。

## まとめ

Cd汚染地住民検診における尿糖検査法として、血糖測定に広く利用されているo-TB法が利用出来ないかどうかを検討した。

添加回収試験では88.1±6.7%の回収率が得られ、イオン交換樹脂処理尿でのGlucose oxidase法測定値ともよく一致する成績がえられた。Cd汚染地における集団検診にTes-tape、Benedict法と併用して検討した結果、Tes-tapeによる検査は再現性、定量性とも著しく悪いことが明かであった。また、Benedict法との比較では、Benedict反応がブドウ糖に特異的でないことが、この方法を集団検診に用いた場合無視出来ない影響を与えることが明かであった。

o-TB法は、尿細管障害による糖尿の集団検診のための検査法として、3者の方法のうち最も適当な方法であると考えられる。また、通常の糖尿病のスクリーニングを目的とした集団検診でも、Benedict法とo-TB法は定性検査としてはその操作の煩雑さに殆んど差はないから、よりよい尿糖検査法として利用出来るものと考えられる。

稿を終るに当たり、御校閲を賜った恩師石崎有信教授に心から感謝いたします。また、本研究の一部は公害医療研究費によったことを付記する。

## 文 献

- 1) 齊藤正行・田中恒男：公衆衛生集団検診法（勝沼・西川・田中・小泉編）。184頁、東京、医歯薬出版、1960。
- 2) Friberg, L. : Arch. Indust. Health, 20, 401 (1959).
- 3) Schreiner, G. E. : Diseases of Metabolism. 5th ed., p.1114, Garfield, G. & Duncan, M. D. Eds., Philadelphia, Saunders Co., 1964.
- 4) 石崎有信他：第17回日本医学会総会，衛生関係6分科会連合学会，名古屋，1967。
- 5) 佐々木匡秀：臨床病理，12，434 (1964)。
- 6) Benedict, S. R. : J. Am. Med. Assoc., 57,

- 1193 (1911).
- 7) **Salomon, L. L. and Johnson, J. E.** : *Analyt. Chem.*, **31**, 453 (1959).
- 8) 福島匡昭・石崎有信・能川浩二・坂元倫子・小林悦子 : *日本公衆衛誌*, **21**, 65 (1974).
- 9) 石崎有信・福島匡昭・能川浩二・坂元倫子・倉知照・小林悦子 : *日本公衛誌*, **17(11)**, 758 (1970).
- 10) 金川克子 : *日本公衛誌*, **19**, 257 (1972).
- 11) 石崎有信・福島匡昭・松田 悟・能川浩二・坂元倫子・湯本 照・小林悦子 : *日衛誌*, **23**, 194 (1968).
- 12) イタイイタイ病研究班 : *日本臨牀*, **25**, 378 (1967).
- 13) **Henry, R. J.** : *Clinical Chemistry, principles and technics.*, p.625, New York, Harper & row, 1964.
- 14) **Hultman, E.** : *Nature*, **183**, 108 (1959).
- 15) **Apthorp, G. H.** : *J. Clin. Pathol.*, **10**, 84 (1957).
- 16) **West, E. S. and Peterson, V. L.** : *Biochem. J.*, **26**, 1720 (1932).
- 17) **Bickel, H.** : *J. Pediat.*, **59**, 641 (1961).
- 18) **Date, J. W.** : *Scand.J. Clin. Lab. Invest.*, **10**, 155 (1958).
- 19) **Froesch, E. R., Renold, A.E. and McWilliams, N. B.** : *Diabetes*, **5**, 1 (1956).
- 20) **Fine, J.** : *Brit. med. J.*, **1**, 1209 (1965).
- 10, 155 (1958).
- 21) **Renschler, H. E., Weicker, H. and Baeyer,** : *Dtsch. med. Wschr.*, **90**, 2349 (1965).
- 22) **Peterson, J. I. and Young, D. S.** : *Anal. Biochem.*, **23**, 301 (1968).
- 23) 石崎有信・福島匡昭・能川浩二・小林悦子 : *日本公衛誌*, **19** (10号附録), 404 (1972).
- 24) 石崎有信・福島匡昭・能川浩二・小林悦子 : *日本公衛誌* **20** (10号附録), 462 (1973).
- 25) 城石和子・谷井美樹子・久保田憲太郎 : *医学と生物学*, **85**, 197 (1972).

#### Abstract

The o-toluidine boric acid method for determination of blood glucose was applied to urine. The recovery of added glucose to urine by this method was  $88.1 \pm 6.7\%$  and the values obtained by the method agreed well with the values by the glucose oxidase method after the treatment of urine with ion exchange resin.

The method was compared with Benedict method and with 'Tes-tape' using urine specimens collected from inhabitants living in cadmium-polluted areas. It was found that the proposed method was specific and accurate enough for glucose determination in urine. Normal glucose level in adult urine was  $7.8 \pm 4.6$  mg/dl by the method and the value agreed well with the reported glucose levels in normal urine measured by the other methods.