

健常日本若年成人における食後血糖値変動の男女差の検討

中 島 英 洋^{1)*}、笠 間 基 寛^{1), 2)}

大阪青山大学 健康科学部 健康栄養学科¹⁾

現 大阪府社会福祉事業団 豊中市立永寿園とよなか²⁾

Gender differences in postprandial blood glucose in healthy Japanese young adults

Hidehiro NAKAJIMA and Motohiro KASAMA

Department of Health and Nutrition, Faculty of Health Sciences,
Osaka Aoyama University Osaka

Summary Gender differences in prevalence, prognosis of diabetes mellitus and glucose tolerance have been reported. The aim of this study is to evaluate sex-related differences in the postprandial blood glucose response during a glucose tolerance test with two different types of carbohydrate loading in healthy Japanese young adults.

A glucose solution (glucose 50g) was orally administrated to 26 females and 9 males, and cooked rice (rice 200g) was eaten by other 223 females and 77 males, with a comparable age (19 y/o) and a similar body mass index (21 kg/m²). Blood glucose concentrations were measured before and 30, 60, 120 minutes after the start of carbohydrate loading by a self-monitoring kit for blood glucose.

Females showed higher blood glucose levels than males 1 and 2 hours after loading with either glucose or rice. Also, females had a higher total AUC (area under the blood glucose curve) and incremental AUC than males after either types of loading. After oral glucose loading, the total AUC, incremental AUC and 2-hour blood glucose were negatively correlated to body height ($r=-0.4$, $p<0.05$), while, after rice loading, the total AUC and incremental AUC were negatively correlated to body weight ($r=-0.2$, $p<0.0001$).

In conclusion, after a fixed carbohydrate load, females were likely to show higher blood glucose levels than males. Especially, females with a smaller body size tended to show a higher postprandial blood glucose level.

Keywords : glucose tolerance, gender difference, body size
耐糖能、男女差、体格

緒 言

日本人の糖尿病有病率は、国民健康・栄養調査によれば平成24年には「糖尿病が強く疑われる人」及び「糖尿病を否定できない人」が男性では総数の27.3%であったのに対し、女性では21.8%と男性に多かった¹⁾。また日本人の糖尿病合併症は、JDACS (Japan diabetes complication study)の登録患者において、2型糖尿病の脳血管障害発症率には男女差が見られなかったのに対し、虚血性心疾患発症率は男性が女性の2倍であった²⁾。一方、日本人糖尿病患者の予後は、2型糖尿病を発症した集団の死亡数と一般人口の死亡率から予想される死亡数との比 (標準化死亡率)³⁾で、男性1.61に対

し、女性1.73と女性の方が高く、一旦、2型糖尿病を発症すると、女性の方が生命予後が悪くなることが報告されている⁴⁾。このように糖尿病の発症や経過・予後には異なった男女差が報告されている。

食後血糖値変動については経口ブドウ糖負荷の結果が主に欧米から報告されているが、健常者においても男女差が認められている。それらでは空腹時血糖値は男性の方が女性より高いが、食後血糖値は女性の方が男性より高くなることが報告されている⁵⁻¹¹⁾。そして、その要因の一つとしては男女間の体格の違いの影響が示唆されている^{5, 7, 9, 11, 12)}。日本糖尿病学会の糖尿病診断の指針では、75g経口ブドウ糖負荷試験の負荷後2時間血糖値で140 mg/dL以上は境界型とされ、糖尿病型への

悪化率は年間4～6％であることが明らかにされている¹³⁾。さらに、食後の急激な血糖値上昇が大血管合併症の発症や進展に関与し^{14, 15)}、食後高血糖を抑制することにより大血管合併症の発生を低下させることが明らかにされてきた^{16, 17)}。加えて、食後血糖値変動には性ホルモンの影響も明らかにされている¹⁸⁾。したがって食後血糖値変動の男女差を考慮することは糖尿病発症や糖尿病合併症の予防に役立つと考えられる。さらに食後血糖値変動は人種差があり¹⁹⁾、また食事内容による影響も大きい²⁰⁾、日本人の糖尿病発症や糖尿病合併症予防には日本人での検討が望ましい。しかしながら日本人の食後血糖値変動の男女差を検討した報告は限られ²¹⁾、さらに主食としている米飯摂取後の血糖値変動の男女差を検討したものはほとんどない。

そこで本研究では、健常日本若年成人においてブドウ糖の経口負荷と、米飯の負荷を行い、日本人における食後血糖値変動の男女差を明らかにすることを目的とした。

方 法

1) 実験対象

対象は健康な日本人大学2年生で、50g経口ブドウ糖負荷試験を施行したのは女性26名、男性9名、また200g米飯負荷試験を施行したのは経口ブドウ糖負荷試験被験者とは異なる女性233名、男性77名であった。対象からは糖尿病や重篤な疾患の既往のある者、負荷試験前、中の食事の指示に従わなかった者、同時期に身長、体重測定を行わなかった者は除外した。表1に実験対象者の年齢、体重、身長、Body mass index (BMI) の内訳を示した (A：経口ブドウ糖負荷、B：米飯負荷)。

表1 実験対象者の年齢、体重、身長、Body mass index (BMI)

(A) 経口ブドウ糖負荷試験			
	女性	男性	p*
被験者数 (名)	26	9	
年齢 (歳)	19.5±0.5	19.0±0	n/a †
体重 (kg)	53.0±6.5	60.7±6.1	<0.01
身長 (cm)	158.1±5.7	169.9±7.7	<0.01
BMI (kg/m ²)	21.2±2.5	21.1±3.2	n.s.

(B) 米飯負荷試験			
	女性	男性	p
被験者数 (名)	223	77	
年齢 (歳)	19.5±1.9	19.5±0.8	n.s.
体重 (kg)	52.8±8.6	63.6±10.5	<0.0001
身長 (cm)	158.0±5.2	171.2±5.2	<0.0001
BMI (kg/m ²)	21.1±3.1	21.7±3.3	n.s.

*平均値の有意差は Welch's t test で検定した
†p 値は男性の標準偏差が0のため計算不能

2) 実験方法

50g経口ブドウ糖負荷試験では、検査用経口50gブドウ糖溶液 (トレランG液50g、味の素ファルマ、東京) を負荷した。

200g米飯負荷試験では、無菌化包装米飯200g (サトウのごはん、サトウ食品、新潟) を負荷した。米飯摂取にあたっては味付けの目的でふりかけ1.7～2.3 g (おとなのふりかけミニ、永谷園、東京) を添加した。表2に負荷した米飯及びふりかけの組成を示した。

表2 負荷米飯とふりかけの組成

無菌化包装米飯	
サトウのごはん	1パック(200 g)あたり
エネルギー	302 kcal
水分	125.4 g
たんぱく質	4.2 g
脂質	0.8 g
炭水化物	69.4 g
灰分	0.2 g
ナトリウム	1 mg
食塩	0.02 g 未満
ふりかけ	
おとなのふりかけミニ	1袋(1.7～2.3 g)あたり
エネルギー	5～8 kcal
たんぱく質	0.2～0.5 g
脂質	0.03～0.2 g
炭水化物	0.9～1.3 g
ナトリウム	96～145 mg
食塩相当量	0.24～0.4 g

結 果

3) 血糖値測定

血糖値測定に際し、実験日は、朝食を午前8時まで
に終え、以後は絶食で実験に臨み、午後12時30分より
測定を開始した。負荷食品は10分以内に摂取し、食
事時間の開始は負荷食の最初の一口を摂取した時
点とした。血糖値は負荷前(空腹時)、負荷後30分、
60分、120分に測定した。測定中は、負荷食品と水
または緑茶以外の飲料、食事、間食の摂取は禁止し、
出来るだけ安静な姿勢で座席についているように
した。

4) 血糖値測定キット

血糖値測定には、グルコースオキシダーゼ酵素電
極法による自己検査用グルコース測定器(測定
器:メディセーフミニGR-102、測定用チップ:メ
ディセーフチップMS-GC30、テルモ、東京)を用
いた。採血・測定は、穿刺ペン(メディセーフファ
イインタッチ、テルモ、東京)に装着した穿刺針(メ
ディセーフ針、テルモ、東京)で指先を穿刺し、血
液を一滴絞り出し、センサーの先端に血液を接触さ
せることにより、被験者自身が行った。

5) 血糖値変動曲線下面積 (area under the curve: AUC) 算出

Total AUC(血糖値変動曲線下全面積)および
incremental AUC(血糖値上昇曲線下面積)を
Woleverの方法^{22, 23)}に従い算出した。Total AUCは
血糖値0mg/dLを基線とし、食前から負荷後120分
までの血糖値変動曲線との間の面積を求めた。また
incremental AUCは食前血糖値から水平に引かれ
た基線と食前から負荷後120分までの血糖値変動曲
線との間の面積を求めた。従ってincremental AUC
では食前血糖値より低い血糖値の部分は含まれな
いことになる。面積の算出は台形法により行った。

6) 統計学的処理

測定値は平均値±標準偏差(mean±SD)で示し
た。男女間の平均値の有意差はWelch's t-testで検
定した。また体重または身長と負荷後2時間血糖
値、total AUCまたはincremental AUCとの相関係
数の有意性はPearson's correlation coefficient
testで検定した。有意水準は両側検定で5%未満
($p<0.05$)とした。

1) 年齢、体重、身長、Body mass index (BMI)

対象者は大学2年生であったため、表1に示した
様に、年齢は大部分が19~20歳の間に分布し、経口
ブドウ糖負荷試験(表1A)、米飯負荷試験(表1B)
の両試験において、男女間ではほぼ一致していた。
また、体重、身長は両方の負荷試験において男性が
女性より有意な高値を示した(経口ブドウ糖負荷試
験:体重 $p<0.01$ 、身長 $p<0.01$ 、米飯負荷試験:体重
 $p<0.0001$ 、身長 $p<0.0001$)。一方、BMIは両負荷試
験において、男女ともおよそ 21 kg/m^2 で男女間に
有意差は見られなかった。

2) 食後血糖値

図1Aに経口ブドウ糖負荷試験、図1Bに米飯負
荷試験における血糖値変動曲線を示した。

経口ブドウ糖負荷試験の血糖値変動曲線では、食
前、30分後血糖値には男女間で有意差は見られな
かった。しかし1時間後血糖値(女性 131.8 ± 34.4
vs 男性 $107.4\pm22.9\text{ mg/dL}$ 、 $p<0.05$)、2時間後血
糖値(女性 103.2 ± 20.0 vs 男性 $86.9\pm17.1\text{ mg/dL}$ 、
 $p<0.05$)では女性の方が男性より有意な高値とな
った。米食負荷試験の血糖値変動曲線は経口ブドウ糖負
荷試験と同じ傾向を示し、食前、30分後血糖値には
男女間で有意差は見られなかった。しかし1時間後
血糖値(女性 145.4 ± 26.5 vs 男性 134.6 ± 27.0
 mg/dL 、 $p<0.001$)、2時間後血糖値(女性 $114.1\pm$
 20.4 vs 男性 $106.2\pm18.8\text{ mg/dL}$ 、 $p<0.01$)では女性
の方が男性より有意な高値となった。

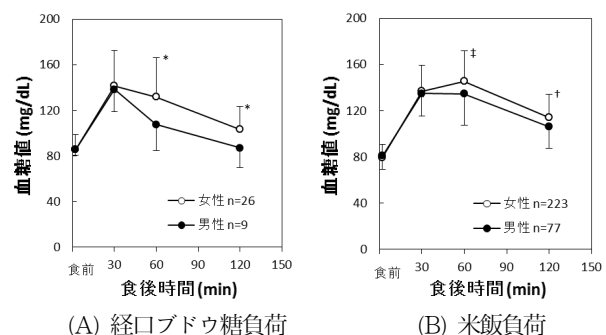


図1 血糖変動曲線

値は平均値+または-標準偏差で示した。

*男女間で有意差あり ($p<0.05$)

†男女間で有意差あり ($p<0.01$)

‡男女間で有意差あり ($p<0.001$)

3) AUC (Area under the curve)

図2に経口ブドウ糖負荷試験における男女のtotal AUCおよびincremental AUCを示した。経口ブドウ糖負荷試験ではtotal AUC (女性 $14,552 \pm 2,696$ 、男性 $12,873 \pm 1,187$ $\text{mg} \cdot \text{dL}^{-1} \cdot \text{min}$ 、 $p < 0.05$) は女性の方が男性と比較し有意な高値を示し、またincremental AUC (女性 $4,364 \pm 2,128$ 、男性 $2,129 \pm 1,352$ $\text{mg} \cdot \text{dL}^{-1} \cdot \text{min}$ 、 $p < 0.05$) も女性の方が男性と比較し有意な高値であった。

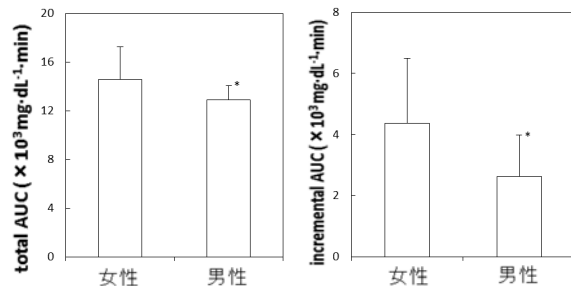


図2 経口ブドウ糖負荷試験における AUC

(area under the curve: 血糖反応曲線下面積)

*男女間で有意差あり ($p < 0.05$)

図3に米飯負荷試験における男女のtotal AUCおよびincremental AUCを示した。米飯負荷試験では経口ブドウ糖負荷試験と同じ変化を示し、total AUC (女性 $15,269 \pm 1,950$ 、男性 $14,502 \pm 1,953$ $\text{mg} \cdot \text{dL}^{-1} \cdot \text{min}$ 、 $p < 0.01$)、incremental AUC (女性 $5,707 \pm 1,987$ 、男性 $4,805 \pm 1,997$ $\text{mg} \cdot \text{dL}^{-1} \cdot \text{min}$ 、 $p < 0.001$) とともに女性の方が男性と比較し有意な高値をとった。

Total AUC (血糖値変動曲線下面積) は負荷試験中の平均血糖値に、incremental AUC (血糖値上昇曲線下面積) は平均血糖値変動量に相当する^{22, 23)}。したがって、経口ブドウ糖負荷試験、米飯負荷試験ともに、女性の方が負荷試験中の平均血糖値および平均血糖値変動量が男性より有意な高値であった。

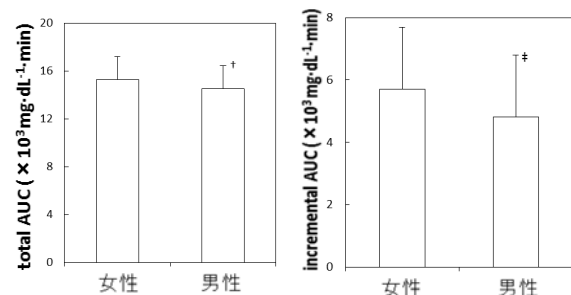


図3 米飯負荷試験における AUC (area under the curve: 血糖反応曲線下面積)

† 男女間で有意差あり ($p < 0.01$)

‡ 男女間で有意差あり ($p < 0.001$)

4) Total AUC、incremental AUC、2時間後血糖値と体重並びに身長との関連

Total AUC及びincremental AUC、2時間後血糖値で男女差が生じた要因を探るために、total AUC、incremental AUC、2時間後血糖値と男女間で大きな差が見られた体重並びに身長との相関関係をみた。

表3Aに経口ブドウ糖負荷試験における男女の実験対象者を合わせた時のtotal AUC、incremental AUC、2時間血糖値と体重並びに身長との間の相関係数を示した。経口ブドウ糖負荷試験では身長とtotal AUCとの間に $r = -0.424$ ($p < 0.05$)、身長とincremental AUCとの間には相関係数 $r = -0.416$ ($p < 0.05$) と中程度の負の相関がみられた。同様に身長と2時間後血糖値との間には $r = -0.429$ ($p < 0.05$) と中程度の負の相関がみられた。しかし体重とtotal AUC、incremental AUC並びに2時間後血糖値との間には相関は認められなかった。

表3Bに米飯負荷試験における男女の実験対象者を合わせた時のtotal AUC、incremental AUC、2時間血糖値と体重並びに身長との相関係数を示した。米飯負荷試験では体重とtotal AUCとの間には $r = -0.236$ ($p < 0.0001$)、また体重とincremental AUCとの間には $r = -0.292$ ($p < 0.0001$) と弱い負の相関がみられた。しかし体重と2時間後血糖値との間には $r = -0.143$ ($p < 0.01$) と相関は認められなかった。また身長とtotal AUC、incremental AUC、2時間後血糖値との間には相関は認められなかった。

5) 血糖値指標と体格指標の散布図

経口ブドウ糖負荷試験で負の相関が認められた身長—total AUC間、身長—incremental AUC間、身長—2時間後血糖値の散布図と回帰直線を図4に示した。これらの図では身長が低値であるほどtotal AUC、incremental AUC、2時間後血糖値が高値をとる傾向が認められた (total AUC $y = -131x + 35200$ 、incremental AUC $y = -107x + 21200$ 、2時間後血糖値 $y = -1.08x + 273$)。Total AUCは負荷中の平均血糖値、incremental AUCは平均血糖値変動量に相当することより、身長が低い方が平均血糖値、平均血糖値変動量、2時間後血糖値ともに大きくなる傾向があることが示された。

米飯負荷試験で負の相関が認められた体重—total AUC間、体重—incremental AUCの散布図と回帰直線を図5に示した。これらの図では体重が低値であるほどtotal AUC、incremental AUCが高値をとる傾向が認められ (total AUC $y = -45.6x + 17600$ 、incremental AUC $y = -57.8x + 8690$)、体重が軽い方が平均血糖値、平均血糖値変動量ともに大きくなる傾向があることが示された。

表3 Total AUC、incremental AUC、負荷2時間後血糖値と体重及び身長との関連

(A) 経口ブドウ糖負荷試験 (n=25)

	体重			身長		
	r	95%信頼区間	p*	r	95%信頼区間	p
total AUC	-0.023	-0.353—0.313	n.s.	-0.424	-0.663—-0.105	<0.05
incremental AUC	-0.182	-0.486—0.161	n.s.	-0.416	-0.658—-0.096	<0.05
2時間後血糖値	-0.201	-0.501—0.142	n.s.	-0.429	-0.667—-0.111	<0.05

(B) 米飯負荷試験 (n=300)

	体重			身長		
	r	95%信頼区間	p	r	95%信頼区間	p
total AUC	-0.236	-0.340—-0.126	<0.0001	-0.155	-0.263—-0.042	<0.01
incremental AUC	-0.292	-0.392—-0.185	<0.0001	-0.181	-0.288—-0.069	<0.01
2時間後血糖値	-0.143	-0.253—-0.031	<0.01	-0.150	-0.259—-0.038	<0.01

*相関係数の有意性は Pearson's correlation coefficient test で検定した。

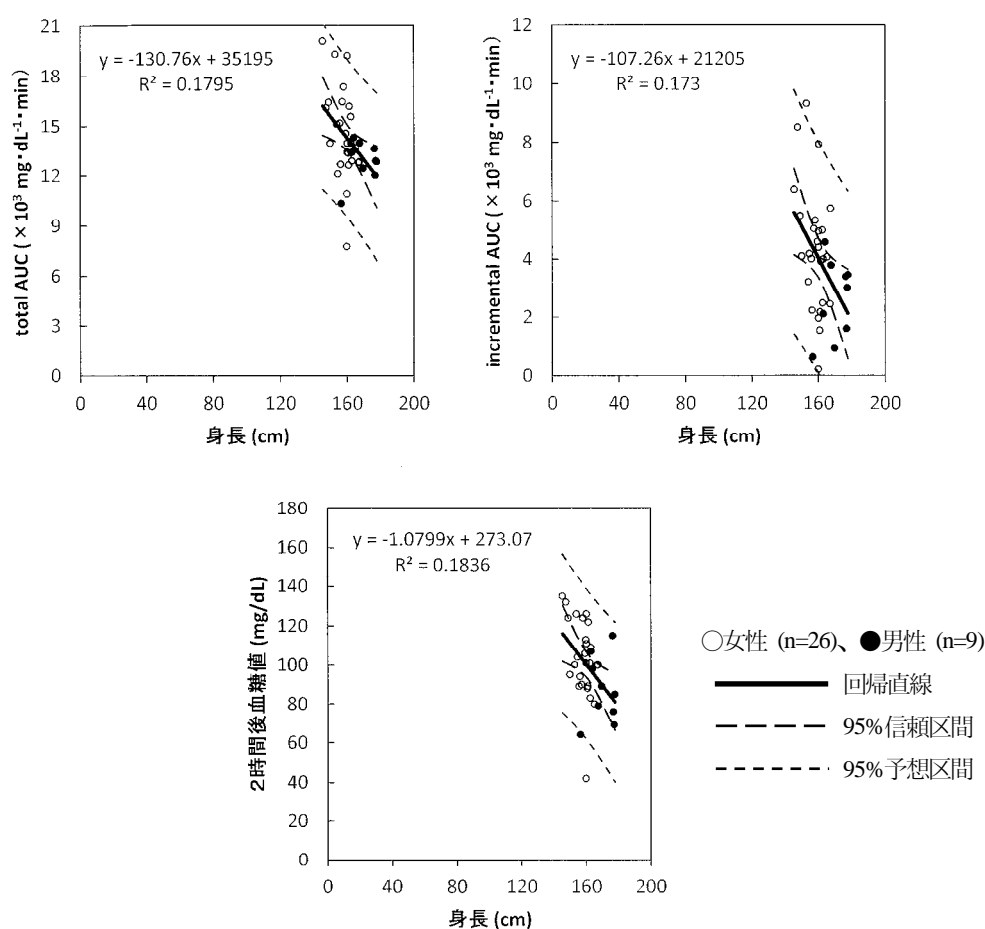


図4 ブドウ糖経口負荷試験における身長—total AUC、incremental AUC並びに2時間後血糖値の散布図と回帰直線 (n=35)

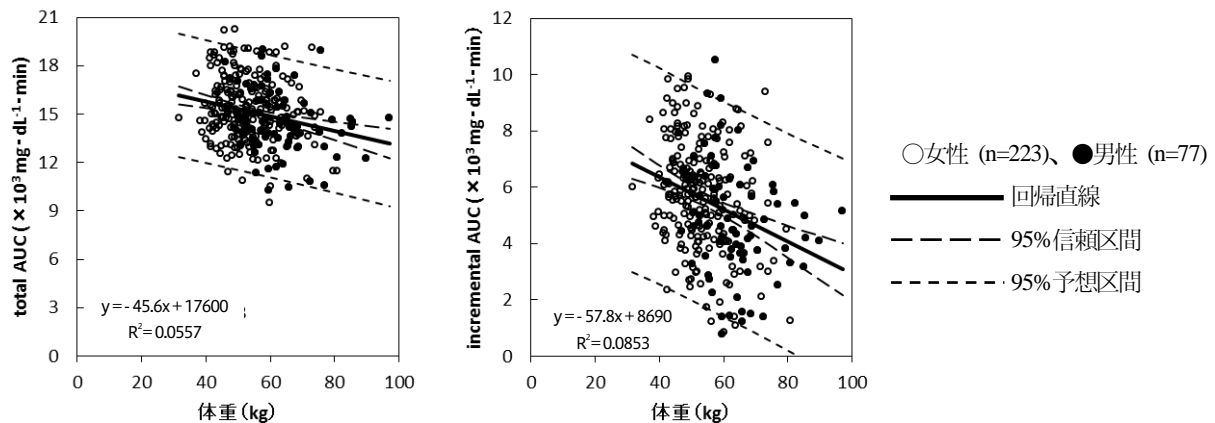


図5 米飯負荷試験における体重—total AUC 並びに incremental AUC の散布図と回帰直線 (n=300)

考 察

1) 食前血糖値 (空腹時血糖値)

本研究では、年齢 (19歳) とBMIの平均 (21 kg/m²) がほぼ一致している健康な日本人男女を対象とした。経口ブドウ糖負荷試験、米飯負荷試験とも食前血糖値 (空腹時血糖値) には男女差が認められなかった (図1)。これまでの報告の中に、空腹時血糖値 (食前血糖値) は本研究と同様に男女差が認められないものもあるが⁸⁾、多くは、女性より男性の方が高値であった^{6, 7, 9-12, 21)}。このことは、これまでの多くの研究における対象者が40歳から50歳代であったのに対し、本研究の対象者が19歳と若年であることが原因ではないかと推測している。空腹時血糖値 (食前血糖値) は、若年時には男女差ははっきりしないが、加齢に伴い男性では女性より大きく上昇するために、中年以降は男女差が顕著化する傾向がある^{5, 21)}。

2) 食後血糖値

本研究の経口ブドウ糖負荷試験、米飯負荷試験30分後血糖値はともに男女間で有意差は認められなかった。しかし両負荷試験とも1時間後血糖値、2時間後血糖値には男女差がみられ、女性の方が男性より有意な高値となった (図1)。さらにそれぞれの血糖値変動曲線より算出される、負荷試験中の平均血糖値に相当するtotal AUC及び平均血糖値変動量に相当するincremental AUCを比較すると、やはり女性の方が男性より有意な高値となった (図2、3)。これらのことから、同種同量の食物を摂取した場合、男性より女性

の方が食後血糖値が上昇しやすいことが推測された。この結果は、食後血糖値は女性の方が高くなるとする諸外国からの多くの報告⁶⁻¹²⁾に一致した。

3) 食後血糖値変動と体格の関連

これまでの報告で、食後血糖値と身長をはじめとする体格の指標との関連が示されている^{6, 8, 9)}。本研究では表1に示した様にBMIの平均には男女間で違いは見られなかったが、身長、体重には大きな差がみられた (経口ブドウ糖負荷試験：p<0.01、米飯負荷試験：p<0.0001)。そこでtotal AUC、incremental AUC及び2時間後血糖値で男女差の見られた要因を探るためにこれらの値と身長、体重と間の相関関係をみた (表3)。

経口ブドウ糖負荷試験ではtotal AUC、incremental AUCともに身長との間で相関係数r=-0.4台と中程度の強さの負の相関を認めた。また2時間後血糖値は日本糖尿病学会の糖尿病診断指針において、糖負荷試験を行った際、空腹時血糖値とともに糖尿病診断に必須の値とされている耐糖能を示す値であるが¹³⁾、やはり身長との間にr=-0.4台の中程度の強さの負の相関を認めた。一方、体重との間ではtotal AUC、incremental AUC、2時間後血糖値のいずれも相関は認められなかった。さらに経口ブドウ糖負荷における身長とtotal AUC、incremental AUC、2時間後血糖値との間の散布図 (図4) より、身長が低いほど食後血糖値が高くなる傾向が示された。

米飯負荷試験では、経口ブドウ糖負荷試験の結果とは異なり、身長とtotal AUC、incremental AUC、2時間後血糖値との間ではr=-0.1台でほとんど相関は認めなかった。一方、体重との間にはtotal AUCおよび

incremental AUCは $r=-0.2$ 台の弱い負の相関を認めた。しかし2時間血糖値との間では $r=-0.1$ 台で相関は認められなかった。体重とtotal AUC、incremental AUCとの間の散布図(図5)では、体重が軽いほど食後血糖値が高くなる傾向があることが示された。

諸外国の報告でも^{6,8,9,24)}、経口ブドウ糖負荷試験では身長と食後血糖値との間に中等度の負の相関が示され、長身であるほど骨格筋量は多い傾向があることが要因であると考えられている⁹⁾。経口摂取されたブドウ糖は2/3が骨格筋に取りこまれ、脂肪組織への取り込みは1%以下で、血中からのブドウ糖消失には主に骨格筋量が影響する²⁵⁾。女性は男性より身長が低いと骨格筋量が少ない傾向がある。したがって同量のブドウ糖を摂取した場合、ブドウ糖の組織への取り込み量が男性に比べ少なく、高血糖が持続することが示唆されている^{25,26)}。

加えて、経口摂取されたブドウ糖は腸管から血中に吸収されるが、腸管の長さがブドウ糖吸収速度に影響することが報告されている。腸管の長さは長身であるほど長い傾向にあるため、女性は腸管長が男性より短い。したがって同量のブドウ糖を摂取した場合、血中へのブドウ糖吸収が遅れ、このことも高血糖が持続する一因であることが示唆されている^{7,8)}。

一方、本研究では米飯負荷試験は経口ブドウ糖負荷試験とは異なり、身長ではなく体重との間に弱い負の相関が認められた。体重増加や肥満は2型糖尿病のリスクファクターとして広く知られている²⁷⁾。しかしながら標準体重以下の低体重者においては耐糖能と体重との間に正の相関関係があり、体重が減少すると耐糖能が低下し食後血糖値が上昇しやすくなることが報告されている²⁸⁾。本研究では対象者のBMIの平均が 21 kg/m^2 と標準値の 22 kg/m^2 より低値であったことより標準体重より軽量の集団と考えられる。低体重者では一般に体脂肪が占める割合が少なく、体重の絶対値は骨格筋量に大きく依存する。低体重の女性では骨格筋量が少ない傾向があり、食後血糖値が上昇しやすくなったものと筆者らは推測している。

なぜ食後血糖値上昇が、経口ブドウ糖負荷では身長との間で、一方、米飯負荷では体重との間で、異なった因子と負の相関を持ったのか、本研究では血糖値の測定のみしか行っていないためその原因を明確にすることはできない。以前、筆者らは50g経口ブドウ糖負荷と200g米飯負荷試験を比較し、米飯の方が食後血糖値やAUCが高値となり食後血糖値の低下が遅れることを報告した²⁹⁾。この米飯での食後血糖値の低下の遅

れが要因の一つではないかと推測している。機序については今後検討していきたい。

4) 糖尿病診療に役立てるために

本研究は、若年健康成人であっても体格の小さな女性では食後血糖値が上昇しやすいことを示した。これまでに癌³⁰⁾や慢性低栄養³¹⁾、神経性食思不振症³²⁾といった疾患の低体重者では耐糖能異常が認められることは報告されている。さらに健康人であってもBMIが 20 kg/m^2 未満では肥満と同様に2型糖尿病に進展するリスクが高いことや²⁸⁾、低身長³³⁾や痩せ³⁴⁾の女性では妊娠糖尿病を発症するリスクが高いことも示唆されている。これらのリスクを低下させるためには女性、特に低身長、低体重の女性では骨格筋量を増加させるために身体活動量を上げることが有効と考えられる。しかしながら、現在、若年女性での身体活動量は一般的に低い。国民健康・栄養調査によれば、平成24年には運動習慣がある20～29歳代の男性は27.4%であるのに対し、女性は14.0%と約半数である¹⁾。したがって、今後、女性の身体活動量を増加させることが女性での将来の2型糖尿病への進展や妊娠糖尿病を予防するための課題の一つであると考えられた。

まとめ

年齢(19歳)とBMIの平均(21 kg/m^2)がほぼ一致している健康な男女を対象に、50gブドウ糖または200g米飯を経口負荷したときの血糖値変動曲線の男女差を検討した。

結果として、次のことが認められた。①経口ブドウ糖負荷試験、米飯負荷試験とも1時間後血糖値、2時間後血糖値には男性に比較し、女性の方が有意な高値をとった。②両負荷試験でtotal AUC及びincremental AUCでも女性の方が男性より有意な高値となった。③経口ブドウ糖負荷試験ではtotal AUC、incremental AUC、2時間後血糖値と身長との間で相関係数 $r=-0.4$ 台($p<0.05$)と中程度の強さの負の相関を認めた。一方、米飯負荷試験ではtotal AUCおよびincremental AUCと体重の間で $r=-0.2$ 台($p<0.001$)の弱い負の相関を認めた。

結論として、同種同量の食物を摂取した場合、男性より女性の方が食後血糖値が上昇しやすく、さらに女性の中でも体格の小さい女性の方が食後血糖値が上昇しやすいことが推測された。

文 献

- 1) 厚生労働省. 平成 24 年「国民健康・栄養調査」平成 26 年 3 月.
- 2) 山田信博. 糖尿病と動脈硬化—[Ⅲ]糖尿病の循環器合併症. 2. 糖尿病診療からみた糖尿病合併症. 日本医学会シンポジウム記録集. 2004, 67-71.
- 3) 西村理明. 糖尿病の予後と性差. COMPLICATION-糖尿病と血管 2002, 7, 21-6.
- 4) 佐々木陽, 上原ます子, 堀内成人, 長谷川恭一, 清水孝郎. 15 年にわたるインスリン非依存糖尿病 (NIDDM) の追跡調査. (1) 糖尿病患者の生命予後と死因の変化. 糖尿病. 1996, 39, 31-8.
- 5) Boyns DR, Crossley JN, Abrams ME, Jarrett RJ, Keen H. Oral glucose tolerance and related factors in a normal population sample. I. Blood sugar, plasma insulin, glyceride, and cholesterol measurements and the effects of age and sex. *Br Med J*. 1969, 1(5644), 595-8.
- 6) Færch K, Pacini G, Nolan JJ, Hansen T, Tura A, Vistisen D. Impact of glucose tolerance status, sex, and body size on glucose absorption patterns during OGTTs. *Diabetes Care*. 2013, 36, 3691-7.
- 7) Færch K, Borch-Johnsen K, Vaag A, Jørgensen T, Witte DR. Sex differences in glucose levels: a consequence of physiology or methodological convenience? The Inter99 study. *Diabetologia*. 2010, 53, 858-65.
- 8) Anderwald C, Gastaldelli A, Tura A, Krebs M, Promintzer-Schifferl M, Kautzky-Willer A, Stadler M, DeFronzo RA, Pacini G, Bischof MG. Mechanism and effects of glucose absorption during an oral glucose tolerance test among females and males. *J Clin Endocrinol Metab*. 2011, 96, 515-24.
- 9) Sicree RA, Zimmet PZ, Dunstan DW, Cameron AJ, Welborn TA, Shaw JE. Differences in height explain gender differences in the response to the oral glucose tolerance test- the AusDiab study. *Diabet Med*. 2008, 25, 296-302.
- 10) Janghorbani M, Amini M. Effects of gender and height on the oral glucose tolerance test: the isfahan diabetes prevention study. *Rev Diabet Stud*. 2008, 5, 163-70.
- 11) Williams JW, Zimmet PZ, Shaw JE, de Courten MP, Cameron AJ, Chitson P, Tuomilehto J, Alberti KG. Gender differences in the prevalence of impaired fasting glycaemia and impaired glucose tolerance in Mauritius. Does sex matter? *Diabet Med*. 2003, 20, 915-20.
- 12) Kautzky-Willer A, Brazzale AR, Moro E, Vrbíková J, Bendlova B, Sbrignadello S, Tura A, Pacini G. Influence of increasing BMI on insulin sensitivity and secretion in normotolerant men and women of a wide age span. *Obesity (Silver Spring)*. 2012, 20, 1966-73.
- 13) 日本糖尿病学会 (編). 科学的根拠に基づく糖尿病診療ガイドライン 2010. 東京, 南江堂, 2010.
- 14) DECODE Study Group, the European Diabetes Epidemiology Group. Glucose tolerance and cardiovascular mortality: comparison of fasting and 2-hour diagnostic criteria. *Arch Intern Med*. 2001, 161, 397-405.
- 15) Qiao Q, Nakagami T, Tuomilehto J, Borch-Johnsen K, Balkau B, Iwamoto Y, Tajima N; International Diabetes Epidemiology Group; DECODA Study Group. Comparison of the fasting and the 2-h glucose criteria for diabetes in different Asian cohorts. *Diabetologia*. 2000, 43, 1470-5.
- 16) Hanefeld M, Chiasson JL, Koehler C, Henkel E, Schaper F, Temelkova-Kurktschiev T. Acarbose slows progression of intima-media thickness of the carotid arteries in subjects with impaired glucose tolerance. *Stroke*. 2004, 35, 1073-8.
- 17) Hanefeld M, Cagatay M, Petrowitsch T, Neuser D, Petzinna D, Rupp M. Acarbose reduces the risk for myocardial infarction in type 2 diabetic patients: meta-analysis of seven long-term studies. *Eur Heart J*. 2004, 25, 10-6.
- 18) Goodman-Gruen D, Barrett-Connor E. Sex differences in the association of endogenous sex hormone levels and glucose tolerance status in older men and women. *Diabetes Care*. 2000, 23, 912-8.
- 19) 清野裕. 糖尿病の診断と治療—現状と展望—. 内科学会雑誌. 2009, 98, 1-4.
- 20) Monnier L, Colette C, Dunseath GJ, Owens DR. The loss of postprandial glycemic control

- precedes stepwise deterioration of fasting with worsening diabetes. *Diabetes Care*. 2007, 30, 263-9.
- 21) Kawano H, Soejima H, Fujii H, Nakayama S, Katayama I, Irida K, Marubayashi T, Koshi S, Koba I, Nagayoshi Y, Tanaka Y, Yamabe H, Ogawa H. Prevalence of changes in undiagnosed glucose intolerance according to age and gender in Japanese middle-aged working people. *Circ J*. 2009, 73, 1062-6.
 - 22) Wolever TM. Effect of blood sampling schedule and method of calculating the area under the curve on validity and precision of glycaemic index values. *Br J Nutr*. 2004, 91, 295-301.
 - 23) Wolever TM, Jenkins DJ. The use of the glycemic index in predicting the blood glucose response to mixed meals. *Am J Clin Nutr*. 1986, 43, 167-72.
 - 24) Abrams ME, Jarrett RJ, Keen H, Boyns DR, Crossley JN. Oral glucose tolerance and related factors in a normal population sample. II. Interrelationship of glycerides, cholesterol, and other factors with the glucose and insulin response. *Br Med J*. 1969, 1(5644), 599-602.
 - 25) 熊谷秋三, 佐々木悠. インスリン感受性の性差. *健康科学*. 2000, 22, 1-16.
 - 26) Rattarasarn C, Leelawattana R, Soonthornpun S. Contribution of skeletal muscle mass on sex differences in 2-hour plasma glucose levels after oral glucose load in Thai subjects with normal glucose tolerance. *Metabolism*. 2010, 59, 172-6.
 - 27) Mokdad AH, Ford ES, Bowman BA, Dietz WH, Vinicor F, Bales VS, Marks JS. Prevalence of obesity, diabetes, and obesity-related health risk factors, 2001. *JAMA*. 2003, 289, 76-9.
 - 28) Jauch-Chara K, Schmoller A, Oltmanns KM. Impaired glucose tolerance in healthy men with low body weight. *Nutr J*. 2011, 10, 16.
 - 29) 中島英洋. 血糖変動におよぼす難消化性デキストリンの影響—ブドウ糖溶液と米飯摂取後の比較—. *大阪青山大学紀要*. 2008, 1, 1-8.
 - 30) Ehrmann-Jóska A, Siemińska J, Górnicka B, Ziarkiewicz-Wróblewska B, Ziolkowski B, Muszyński J. Impaired glucose metabolism in colorectal cancer. *Scand J Gastroenterol*. 2006, 41, 1079-86.
 - 31) Rao RH. The role of undernutrition in the pathogenesis of diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 1984, 7, 595-601.
 - 32) Yasuhara D, Naruo T, Nagai N, Muranaga T, Nakahara T, Tanaka M, Kojima S, Sagiya K, Masuda A, Inui A. Glucose tolerance predicts short-term refeeding outcome in females with anorexia nervosa. *Psychosom Med*. 2005, 67, 669-76.
 - 33) Kew S, Qi Y, Sermer M, Connelly PW, Hanley AJ, Zinman B, Retnakaran R. Relationship between short stature and postchallenge glycemia in pregnancy. *Diabetes Care*. 2010, 33, e173.
 - 34) 菅原歩美, 谷内洋子, 曾根博仁. 若年女性のやせすぎの現状とリスク. *日本医事新報*. 2012, 4604, 80-5.