

研究

1 型糖尿病患者の日本食摂取時における Carbohydrate Counting 法 (500法) の適応の検討

西村 明子¹⁾, 望月 美恵²⁾, 岡本 裕子³⁾
斎藤 朋洋²⁾, 矢ヶ崎英晃²⁾, 三井 弓子²⁾
小林 浩司²⁾, 雨宮 伸^{2,4)}, 大山 建司⁵⁾

【論文要旨】

超速効型インスリン使用中の1型糖尿病患者で、炭水化物比率の高い日本食摂取時に、500法による carbohydrate counting 法 (以下 CC 法) が食後血糖コントロールに有用か検討した。早朝空腹時に CC 法で決定したインスリンを投与し、年齢、体格、活動度に合わせた標準日本食検査食を摂取し、食前、後15, 30, 60, 120, 180分に血糖値を測定した。食前から120分後の血糖値の差 (以下 Δ PG120) は平均43.1mg/dl (-43~119) だった。10名中7名は、 Δ PG120が50mg/dl未満、あるいは2~3時間値が食前値未満だった。CC法は、日本食においても欧米食同様に食後の血糖上昇を抑制した。CC法によるインスリン量決定は日本食でも有効だった。

Key words : 1 型糖尿病, Carbohydrate Counting, インスリン療法, 食事療法

I. はじめに

1 型糖尿病は、インスリンの絶対的欠乏のため血糖コントロールにはインスリン療法が不可欠である。1 型糖尿病患者の治療目標は、血糖値を正常に近づけ、長期的合併症を阻止することである^{1,2)}。米国糖尿病協会 (以下 ADA) のガイドラインでは1 型糖尿病での食事療法の、食事制限の必要はないと示されている²⁾。1 型糖尿病は、肥満やインスリン抵抗性を伴う2 型糖尿病と異なり、肥満のない同年代と同様の食事の良いと考えられる³⁻⁶⁾。

超速効型インスリン^{7,8)}や持効型溶解インスリン⁹⁾の登場により、basal-bolus 法という、よ

り生理的インスリン分泌に近い投与が可能になった。その中で注目されているのが carbohydrate counting 法 (以下 CC 法) である¹⁰⁾。CC 法は、食後の高血糖を抑制するためのインスリン投与量決定方法である。国際小児思春期糖尿病学会 (ISPAD) や ADA ガイドラインでは、CC 法が1 型糖尿病患者および2 型糖尿病患者での、食事療法に用いられている^{2,6)}。

CC 法は、1 回に摂取する食事に含まれる炭水化物の量から、投与するインスリン量を決定する方法である¹⁰⁾。食後の高血糖・低血糖を予防し、食事の自由度が増すことが期待できる。

超速効型インスリンを用いた CC 法は、1 日インスリン投与総量 (total daily dose 以下

Introduction of Carbohydrate Counting to the Japanese Style Meals for the Type 1 Diabetes Mellitus Patient

[2058]

Akiko NISHIMURA, Mie MOCHIZUKI, Hiroko OKAMOTO, Tomohiro SAITO, Hideaki YAGASAKI, Yumiko MITSUI, Kohji KOBAYASHI, Shin AMEMIYA, Kenji OHYAMA

受付 08. 7. 28

採用 08.10.28

1) 山梨大学医学部基礎看護学講座 (看護師) 2) 山梨大学医学部小児科学講座 (医師)

3) 山梨学院短期大学食物栄養科 (管理栄養士) 4) 埼玉医科大学医学部小児科 (医師)

5) 山梨大学医学部臨床看護学講座 (医師/小児科)

別刷請求先: 西村明子 山梨大学医学部看護学科基礎看護学講座 〒409-3898 山梨県中央市下河東1110

Tel/Fax : 055-273-8391

TDD)と500の法則(以下500法)により, 1回の食事に投与するインスリン量を決定する方法である¹⁰⁾。しかし, 500法は欧米食をもとに検討されている。欧米食の総エネルギーに対する栄養素配分は, 脂質が45%と高く, 蛋白質15~20%, 炭水化物は40%程度である。一方, 日本食は1食の50~60%を炭水化物が占めるため, 欧米食に比べ低脂質高炭水化物食である。

そこで, 500法によって決定したインスリン量が, 欧米食に比べ総エネルギーに対する炭水化物の比率が高い日本食で, 食後の血糖上昇を抑制し得るかを検討した。

II. 対象と方法

対象は, bolus インスリンに超速効型インスリンを使用し, 強化インスリン療法中の糖尿病性合併症を有さない1型糖尿病患者10名である。患者背景は, 性別は男性2名, 女性8名, 平均年齢(±標準誤差)は13.7(±2.0)歳, 平均発症年齢は7.9(±1.2)歳, 平均罹病期間は5.8(±1.5)年, 平均HbA1cは8.0(±0.3)%, body mass indexは20.2(±1.0) kg/m², 肥満度は2.5(±3.0)%で, 肥満や痩せはいなかった(表1)。

朝食の総エネルギーの設定は, 朝食の1日の

総エネルギーに対する割合を日本人の一般的な摂取率から, 25%に設定した。各々の総エネルギーは, 身長, 体重, 体表面積, 厚生労働省の身体活動レベルのふつう(Ⅱ)から個人に合った量を決定した¹¹⁾。栄養成分比率は, 食事摂取基準¹²⁾から, 蛋白質15%, 脂質30%, 炭水化物55%とし, 献立を決定した(表2)。主食は米飯とした。

インスリン投与量は, 500法で決定した。500法は超速効型インスリン使用時のCC法で,

表2 検査食の食品成分(例: 6単位)

献立名	食品名	炭水化物 (g)	蛋白質 (g)	脂質 (g)	エネルギー (kcal)
ご飯	飯	57.5	3.9	0.5	260
わかめとねぎ の味噌汁	カットわかめ	0.4	0.2	0.0	1
	わけぎ	0.4	0.1	0.0	2
	味噌	1.5	0.9	0.4	13
	だし汁 (風味調味料)	0.3	0.2	0.0	2
焼き魚	ししゃも	0.2	6.2	4.6	71
野菜炒め	豚肩ロース肉	0.0	5.1	5.8	76
	キャベツ	2.1	0.5	0.1	9
	たまねぎ	1.8	0.2	0.0	7
	ピーマン	0.3	0.0	0.0	1
	にんじん	0.5	0.0	0.0	2
	油	0.0	0.0	4.0	37
	塩	0.0	0.0	0.0	0
	しょうゆ	0.1	0.1	0.0	1
	こしょう	0.0	0.0	0.0	0
計		65.1	17.4	15.4	482
%		54.0	14.4	28.8	

表1 患者背景

No.	性別	年齢 (y.o.)	体重 (kg)	身長 (cm)	BMI (kg/m ²)	肥満度 (%)	発症年齢 (y.o.)	罹病期間 (y)	治療法	basal insulin	HbA1c (%)	TDD (unit)	500/ TDD	体重あたり インスリン量 (unit/kg)	体重あたり 炭水化物含量 (g/kg)
1	M	5.9	24.2	114.5	18.5	18.6*	5.6	0.3	4回法	lantus	6.1	10.3	48.5	0.4	2.0
2	F	6.6	21.0	117.9	15.0	4.5*	4.8	1.8	3回法	NPH	8.4	24.3	20.6	1.2	1.7
3	F	8.0	22.2	119.7	22.2	-0.4*	3.3	4.7	3回法	NPH	7.7	24.0	20.8	1.1	1.6
4	F	11.9	32.9	143.8	15.6	-10.6*	6.9	5.0	CSII	rapid- acting	8.0	28.4	17.6	0.9	2.1
5	F	13.3	49.0	157.7	19.6	-0.6*	4.9	8.4	CSII	rapid- acting	7.5	57.6	8.7	1.2	2.0
6	F	15.0	56.0	155.9	23.3	11.0*	10.5	4.5	CSII	rapid- acting	8.6	66.2	7.6	1.2	0.9
7	M	15.3	64.7	173.1	21.6	5.2*	11.4	3.9	CSII	rapid- acting	8.0	51.0	9.8	0.8	1.5
8	F	15.7	56.0	155.7	23.3	11.1*	13.2	2.5	CSII	rapid- acting	9.4	44.6	11.2	0.8	1.3
9	F	18.4	55.5	155.3	23.1	4.5**	4.2	14.2	CSII	rapid- acting	8.2	59.4	8.4	1.1	0.9
10	F	26.8	49.7	158.0	19.9	-9.5**	13.7	13.1	CSII	rapid- acting	8.2	40.6	12.3	0.8	1.5
平均値		13.7	43.1	145.2	20.2	2.5	7.9	5.8			8.0	42.6	16.6	0.9	1.6
標準誤差		2.0	5.2	6.5	1.0	3.0	1.2	1.5			0.3	50.8	3.9	0.1	1.4
中央値		14.2	49.4	155.5	20.8	2.0	6.3	4.6			8.1	40.6	11.8	1.0	1.6

*村田の年齢別身長別標準体重を用いた

**BMIの標準体重を用いた

500をTDDで割った値が1単位のインスリンが対応する炭水化物量として、インスリン量を決定する方法である¹⁰⁾。1日のTDDは検査前1週間の平均を用いた。食前高血糖是正のための1800法¹⁰⁾やスライディングスケールによる、インスリンの追加投与は行わなかった。

前日の夜10時以降は禁食とし、検査日の朝7時に前値0分の採血後、インスリンを投与し検査食を摂取した。食事開始時から15, 30, 60, 120, 180分後に血糖値の測定を行った。検査中は通常の日常生活に近い状態で過ごした。

有効性の判定は、ADAの報告¹³⁾を参考に、食前から120分後の血糖値上昇が50mg/dl未満であること、あるいは120～180分値が食前値未満であることとした。どちらかの条件に当てはまる有効群をA群、どちらの条件にも当てはまらない効果不十分群をB群とした。

統計は、t検定とピアソンの相関係数を用いた。

本研究は、山梨大学医学部倫理委員会の承認を得て実施した。

Ⅲ. 結 果

検査前1週間の平均TDDは10.3～66.2単位、検査食単位は糖尿病食品交換表の3～8単位、検査食の炭水化物量は35.9～97.8g、インスリン投与量は1.0～11.0単位だった。

各々の血糖値の変動を図1に示した。食前の血糖平均値は133.0 (±81.2) mg/dlで、食後15分から上昇を始めた。10名中7名(A群)は120分には低下に転じ、180分までには低下した。4人は上昇が50mg/dl未満で、6人は180分ま

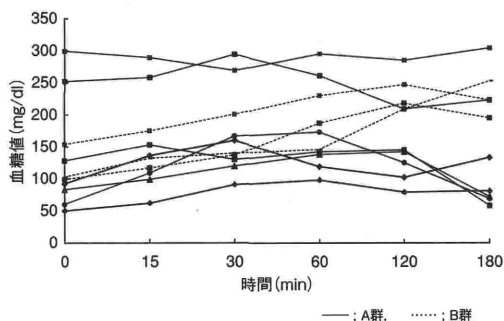


図1 1型糖尿病10例の血糖値の推移

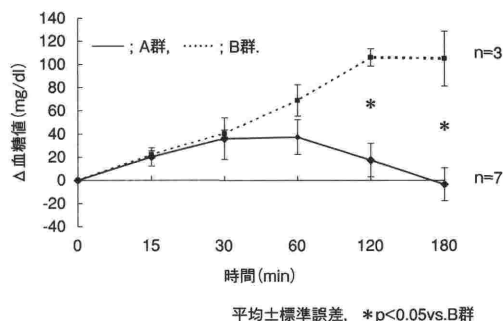


図2 2群の食前から食後の血糖値の差

でに前値に復していたので、有効と判断した。一方、残り3名(B群)は、食前の血糖平均値は118.7 (±17.7) mg/dlと比較的良好なのに対し、120分までに低下を示さなかった。

食前から120分後の血糖値の差(ΔPG120)は、7名(A群)は16.1mg/dl(-43～59)で、3名(B群)の106.0 mg/dl(93～119)に比し有意に低値だった(p=0.004)(図2)。

Ⅳ. 考 察

CC法は欧米で広く使われているインスリン投与量決定法であるが、理論的な裏づけはなく経験的に決められた方法である。また、わが国では、食品交換表による食事療法が中心で、本法の有用性を検討した報告は少ない。今回、炭水化物の比重が高い日本食摂取時に、CC法の食後の血糖値上昇抑制効果を検討した。

今回の10例の血糖の変動は、前値が高い症例が多く、食後の血糖も140mg/dlを超えていた。これは、今回投与インスリンの食後血糖への作用を評価するため、食前高血糖を是正するインスリンの追加を行わなかったことが一因と考えられた。しかし、10名中7名では60分以降血糖値は低下していた。

CC法ではTDDが基本となるため、インスリン投与量が十分であることが前提になる。今回の対象のHbA1c値は8%前後で、事前のTDDが不足していたため、インスリン投与量を少なく推定してしまった可能性も否定できない。

また、今回ΔPG120が50mg/dl未満に抑制されていなかった一因に、朝食摂取時は他の食

事摂取時に比べ、炭水化物量 1 g あたりの必要インスリンが最も大きくなるが¹³⁾、今回は均等に配分した。朝食時には500法で計算されるインスリン量よりも、より多いインスリン量が必要であった可能性が考えられる。

今回 CC 法有効性の判定に、120～180分で前値未満を採用した。しかし180分で、前値以下の症例は120分、180分と低下してきていたため、240分にかけてさらに低下し低血糖を呈したことも推察される。超速効型インスリンの食前投与時の血中動態については、30～60分でピークを示し、通常180～240分以降は前値に服するため¹⁴⁾、低血糖は少ないと考えられる。しかし投与量の増加に伴い、血中濃度低下が遷延するとの報告もあり¹⁵⁾、摂取炭水化物が多い時には、CC 法でのインスリン量が多くなるため、低血糖の発症に留意する必要がある。

パンを複合糖質として CC 法の有効性を検討した報告では¹⁶⁾、CC 法のみでは食後血糖の上昇を抑えられないと報告されている。日本の食事療法では、主食への脂肪添加の比率が低く、比較的グリセミック・インデックス指数が高い。その点から日本食は、より180分以降の、血糖上昇の関与が少ないと考えられる。CC 法は食品交換表に沿った、日本食での高血糖の管理には向いていると推察される。つまり、CC 法は米飯を主食とする日本食でも、インスリン投与量決定の目安となり、現行の食事療法に沿った食事内容においても応用可能であると考えられた。このことは広瀬の報告¹⁷⁾と同様で、肥満のない1型糖尿病患者ではより積極的に使えるものであると考えられる。

今後臨床の場で、CC 法を導入した症例と従来の症例でコントロール状態、QOL を比較することにより、CC 法の有用性を明らかにしていく必要がある。

V. 結 語

日本食は多様で、CC 法の応用が難しいとされているが、食品交換表に準拠し炭水化物60%と設定した日本食による準実験研究の結果、CC 法の有効性が示された。

本研究の一部は、第53回日本小児保健学会（2006

年10月、山梨）にて発表した。

文 献

- 1) 日本糖尿病学会編．科学的根拠に基づく糖尿病ガイドライン．南江堂，2004：13-19.
- 2) American Diabetes Association Nutrition recommendations and Interventions for Diabetes-2006 A position statement of the American Diabetes Association, *Diabetes Care* 2006；29：2140-2157.
- 3) Wolfsdorf JI, Anderson BJ, Pasquarello C. Treatment of the child with diabetes : Joslin's Diabetes Mellitus 13th Ed, Kahn CR, Weir GC eds, Lea & Febiger, Malvern, 1994：530-551.
- 4) American Diabetes Association Nutrition recommendations and principles for people with diabetes mellitus 1998：21：Suppl 1：S32-S35.
- 5) Franz MJ, Bantle JP, Beebe CA, et al. Evidence-based nutrition principles and recommendations for the treatment and prevention of diabetes and related complications, *Diabetes Care* 2002；25：148-198.
- 6) Hans H-J, Danne T, Deed LC, et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2006-2007 Insulin treatment, *Pediatric Diabetes* 2007；28：88-102.
- 7) Schernthaner G, Wein W, Sandholzer K, et al. Postprandial insulin lispro. A new therapeutic option for type 1 diabetic patients. *Diabetes Care* 1998；21：570-573.
- 8) Lindholm A, McEwen J, Riis AP. Improved postprandial glycemic control with insulin aspart. A randomized double-blind cross-over trial in type 1 diabetes. *Diabetes Care* 1999；22：801-805.
- 9) Hamann A, Matthaei S, Rosak C, et al. For the HOE901/4007 Study Group A randomized clinical trial comparing breakfast, dinner, or bedtime administration of insulin glargine in patients with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2003；26：1738-1744.
- 10) Warshaw HS, Bolderman KM. Practical carbohydrate counting, A how-to-teach guide for health professionals. American Diabetes Association.

ciation 1992.

- 11) 日本糖尿病学会編, 小児・思春期糖尿病管理の手びき. 第2版, 南江堂, 2007.
- 12) 厚生労働省策定日本人の食事摂取基準2005年版 第一出版編集部編, 第一出版, 2005.
- 13) Phillip M, Battelino T, Rodriguez H, et al. Use of insulin pump therapy in the pediatric age-group. Consensus statement from the European Society for Paediatric Endocrinology, the Lawson Wilkins Pediatric Endocrine Society, and the International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes, endorsed by the American Diabetes Association and the European Association for the Study of Diabetes. *Diabetes Care* 2007; 30: 1653-1662.
- 14) Toshikazu Takahashi. Efficacy and safety of insulin aspart in patients with type 1 diabetes mellitus, *Clin Pediatr Endocrinol* 2002; 11: 87-92.
- 15) 浦江明憲, 前田 彰, Bowsher RR, 他. 超速効型インスリン製剤 LY275585の臨床第I相試験 超速効型インスリン製剤との比較. *臨床医薬* 2000; 16: 1601-1611.
- 16) 石橋理恵子, 丸山千寿子, 荒木理沙, 他. 超速効型インスリン製剤で治療中の1型糖尿病患者ならびに健常者における同一糖質量食負荷後の血糖応答. *糖尿病* 2007; 50: 379-384.
- 17) 広瀬正和. 日本人小児1型糖尿病患者におけるカーボカウント法の有用性の検討. *糖尿病* 2007; 50: 731-738.

[Summary]

We investigated the effectiveness of carbohydrate counting to Japanese-style meals containing high percentage of carbohydrates. Our subjects consisted of 10 juvenile-onset type 1 diabetic patients treated with rapid-acting insulin analogue. We administered personal doses of insulin, which had been determined based on carbohydrate counting, to these fasting patients early in the morning. They ate standard Japanese-style meal that was individually designed according to age and physical activity. Plasma glucose levels were measured at 0, 15, 30, 60, 120 and 180 minutes after the meal. The difference in pre- and 2-hour postprandial plasma glucose levels (Δ PG120) averaged 43.1 mg/dl ($-43 \sim 119$ mg/dl). Seven of the 10 patients satisfied these Δ PG120 were less than 50 mg/dl or their postprandial plasma glucose levels at 2-3 hours were lower than the pre-prandial levels. We concluded that the carbohydrate counting was effective to prevent postprandial hyperglycemia, for Japanese-style meals as same as in European style meals.

It may be more use to decide insulin dose according to carbohydrate counting, if we consider differences of insulin sensitivity in each meal-time and physical activity after each meal.

[Key words]

type 1 diabetes, carbohydrate counting, insulin therapy, nutrition therapy