

この1冊でカーボカウント・インスリンポンプ・CGMがわかる!



糖尿病 3Cワークブック

スリーシー

著 村田 敬

(独) 国立病院機構京都医療センター糖尿病センター



中山書店

はじめに

このワークブックは、2009年から2012年の間にのべ9回開催された「京都医療センター 1型糖尿病セミナー」における講習内容を土台として、カーボカウント (Carbohydrate counting)、インスリンポンプ (CSII)、CGM の3C に関するノウハウを独学で習得できるようまとめたものです。

70 あるワークはやさしい順から、★ (初級)、★★ (中級)、★★★ (上級)、🪐 (マニアック) に配列してありますが、もし自分には難しすぎると思う項目があったら、正解や解答例をそのまま読んでいただいても結構です。ただ、答えを読むだけではどうしても受け身になってしまいがちですので、電卓を片手に各ワークと能動的に取り組んでいただくことを期待します。

ワークに疲れたら、コラムへ寄り道してってください。今日、常識とされているようなことでも、その背景にはさまざまな物語があるので

す。

それでは、はじめましょう！

2013 年 1 月

(独) 国立病院機構京都医療センター糖尿病センター

村田 敬

目次

はじめに	iii
------	-----

難易度 ★

1. インスリン自己調節の重要性 Carb	1
2. 三大栄養素と血糖値 Carb	3
3. 炭水化物・食物繊維・糖質の違い Carb	5
4. 三大栄養素間の代謝 Carb	7
5. カーボカウントする食品・しない食品 Carb	9
6. 調味料中の炭水化物 Carb	11
7. 栄養成分表示の読み取り Carb	13
8. カーボカウントの有用性 Carb	15
9. カーボカウント指導とチーム医療 Carb	17
10. CSII の原理と特性 CSII	19
11. CSII はどのような 1 型糖尿病の患者さんに適しているか？ CSII	21
12. インスリンポンプの構成 CSII	23
13. 基礎注入と追加注入 CSII	25
14. CSII と健康保険 CSII	27
15. CGM の原理と特性 CGM	29
16. CGM はどのような 1 型糖尿病の患者さんに適しているか？ CGM	31
17. CGM と健康保険 CGM	33

難易度 ★★

18. なぜ牛乳はカーボカウントするのに、チーズはしないのか？ Carb	35
19. 炭水化物とエネルギーの関係 Carb	37
20. 穀類のたんぱく質 Carb	39
21. 糖尿病食の副食中に含まれる炭水化物の量 Carb	41
22. 朝食（食パン中心）のカーボカウント Carb	43
23. 夕食（米飯中心）のカーボカウント Carb	45

24. 乾麺とゆで麺の違い	Carb	47
25. 餃子定食のカーボカウント	Carb	49
26. ハンバーガーセットのカーボカウント	Carb	51
27. すきやきとしゃぶしゃぶの違い	Carb	53
28. はるさめと糸こんにゃくの違い	Carb	55
29. とんかつ定食のカーボカウント	Carb	57
30. たいやきとチーズケーキのカーボカウント	Carb	59
31. ミートソーススパゲッティとペペロンチーノの違い	Carb	61
32. ご飯とお粥のカーボカウント	Carb	63
33. あなたの過去 24 時間の食事内容をカーボカウントしてください	Carb	65
34. インスリン炭水化物比 (ICR) の算出	Carb	67
35. インスリン炭水化物比 (ICR) の活用	Carb	69
36. 修正因子 (CF) の算出	Carb	71
37. 修正因子 (CF) の活用	Carb	73
38. インスリンポンプの種類	CSII	75
39. インスリンポンプの基本操作 (電池交換など)	CSII	77
40. インスリンポンプのベーサル設定	CSII	81
41. インスリンポンプのボーラス操作	CSII	91
42. インスリンポンプのサスペンド操作	CSII	95
43. インスリンポンプの一時ベーサル操作	CSII	99
44. 注入回路の交換方法	CSII	103
45. スマートポンプの活用	Carb CSII	109
46. インスリンポンプのベーサル調節	CSII	113
47. SMBG のグラフ化によるベーサル評価	CSII	117
48. CGM の解釈 (夜間の低血糖)	CSII CGM	119
49. CGM の解釈 (暁現象)	CSII CGM	121
50. CGM によるベーサル設定の調節 (暁現象)	CSII CGM	123
51. CGM による ICR の調節 (食後高血糖)	Carb CSII CGM	127

難易度 ★★★

52. 小児・思春期のカーボカウント	Carb	131
53. カーボカウントと家族への支援	Carb	135

54. カーボカウントと低炭水化物ダイエットの違い	Carb	137
55. カーボカウント指導を患者さんが拒否した場合	Carb	141
56. 飲酒時のインスリン自己調節	Carb	143
57. 水泳時にインスリンポンプをどうしたら良い？	CSII	145
58. インスリンポンプを使っているのに血糖測定しない患者さんにどう説明する？	CSII	147
59. 寝る前に入浴して回路交換するリスクとは？	CSII	149
60. 説明のつかない高血糖が発生したときの対応	CSII	151
61. 妊娠中の血糖コントロール	Carb CSII CGM	153
62. インスリンポンプのメリットの説明	CSII	157
63. インスリンポンプに伴うトラブルの説明	CSII	159
64. CSII のエビデンス	CSII	161
65. CGM のエビデンス	CGM	163
66. 糖尿病の自己管理	Carb CSII CGM	165
難易度 マニアック 		
67. おいしいカレーの作り方	Carb	169
68. カーボカウントを最初に考案したのはどこの国の人でしょう？	Carb	171
69. CSII を最初に臨床応用したのはどこの国の人でしょう？	CSII	173
70. 携帯型人工膵臓実用化の条件	Carb CSII CGM	175
あとがき		177
付録 インスリンポンプ評価シート		179
索引		180

Column

インスリン自己調節のエビデンス 2
水溶性食物繊維と不溶性食物繊維 6
インスリンが脂質代謝に果たす役割 8
患者さんの知恵に学ぶ 12
カーボカウントのエビデンス 16
カーボカウントの指導と健康保険 18
QOL の改善は臨床上の大切な治療成果 20
ランダム化比較試験 22
医療費の問題 28
CGM の訳語 30
欧米における CGM 事情 34
乳児用調製粉乳 36
危機に瀕するバナナ 38
グルテンフリー食品 40
炭水化物量の簡単な見積もり 42
朝ごはん食べた？ 44
うどん定食 48
餃子は主食 50
「キング・コーン」 52
牛丼のつゆはどこへ消えた？ 54
しらたきと糸こんにゃくの違い 56
ソースの原材料を知っていますか？ 58
栗入りどら焼きのカーボカウント 60
トマトと貝原益軒と狩野探幽 62

全粥・五分粥・重湯 64
ICR か、CIR か、それが問題だ 68
500 ルール 70
1800 ルール？ 1700 ルール？
それとも 2000 ルール？ 72
1 単位のインスリンを笑う者は、
1 単位のインスリンに泣く 74
絶食試験の実施手順 115
血糖認識トレーニング (BGAT) 126
現在の CGM が抱える課題 129
若年糖尿病患者の心理・社会的問題 133
小児糖尿病サマーキャンプの役割 136
アレンの飢餓療法 139
性交為の際のインスリンポンプの扱い 146
飛行機旅行とインスリンポンプ 152
妊娠を希望する 1 型糖尿病患者さんに
対するケア 155
一般の人にインスリンポンプを
どう説明する？ 158
メタ解析 162
1 型糖尿病のパイロット 168
カレーライスと食後高血糖 170
フェール・セーフ 176

1. インスリン自己調節の重要性

難易度 ★★★

問題

1 型糖尿病の患者さんが血糖値を目標範囲内に保つためには、インスリンの単位数を自己調節する必要があります。さて、インスリンの単位数は以下のどれを基準に調節する必要があるのでしょうか？ 正解を○で囲んでください。

- (1) 食事
- (2) 血糖値
- (3) 運動
- (4) 上記すべて

Carb

CSII

CGM



正解 (4)

解説

在宅のセッティングにおいて、1型糖尿病患者さんの食事内容・実際の血糖値・運動量は日によって異なってきます。このような生活の変化があるなかで血糖値を一定範囲内に保つためには、患者さん自身がインスリンの単位数を微調節することが必要不可欠です。このため、正解は(4)となります。

Carb

CSII

CGM

Column インスリン自己調節のエビデンス

北米で行われた大規模臨床研究 DCCT (Diabetes Control and Complications Trial) では、以下の3つの要素からなる強化療法により、血糖コントロールが改善し、三大合併症(糖尿病網膜症・糖尿病腎症・糖尿病神経障害)の進行を抑制できることが証明されました¹⁾。

- (1) 1日3回以上の頻回注射法 (multiple daily injection: MDI) もしくはインスリンポンプ療法 (continuous subcutaneous insulin infusion: CSII) の実施
- (2) 1日4回以上の血糖自己測定 (self-monitoring of blood glucose: SMBG)
- (3) 血糖値、食事内容、予期される運動量に基づくインスリン単位数の自己調節

血糖コントロールが悪いと糖尿病の合併症が増えることは以前よりわかっていましたが、血糖コントロールを改善することにより三大合併症を減らせるかどうかについては、1993年にDCCTの結果が発表されるまで、確かなことがわかっていなかったのです。

DCCTの強化療法における血糖値の目標は、食前血糖値70~120mg/dL、食後血糖値180mg/dL未満、午前3時の血糖値(週1回測定)65mg/dL以上、HbA1c正常範囲内(6.05%未満)という厳格なものでした。

日本ではDCCTの強化療法というと(1)と(2)のイメージが強いですが、実は(3)の要素が非常に重視されていたのです。

◎参考文献

- 1) N Engl J Med 1993; 329 (14): 977-86.

18. なぜ牛乳はカーボカウントするのに、チーズはしないのか？

難易度 ★★★

課題

ワーク5で学んだように、牛乳はカーボカウントする必要がありますけれども、チーズはカーボカウントしません。この理由につき、患者さんにわかりやすく説明する方法を考えてください。なお、このワークと取り組むにあたっては、書籍やインターネットでチーズの製造方法などの情報を集めることを勧めます。

Carb

CSII

CGM



解答例

牛乳にはたんぱく質、脂質のほかに、乳糖を中心とした炭水化物が含まれています。コップ1杯（200mL）の牛乳には、約10gの炭水化物が含まれており、カーボカウントする必要があります。冷たい状態ではわかりにくいですが、牛乳を温めて飲むと、たしかに甘みを感じます。

一方、チーズは炭水化物をほとんど含まないため、カーボカウントする必要はありません。これは、チーズの製造過程で、炭水化物が除去されるからです。チーズは牛乳を発酵させ、固形分と上澄みに分離し、得られた固形分をさらに加工して作られます。このとき、分離された上澄みはホエー（乳清）と呼ばれ、牛乳に含まれる乳糖は水分と一緒に除去されます。

Carb

CSII

CGM

解説

カーボカウントの理解を深めるにあたって、さまざまな食品がどのように加工・調理されるかを知ることは、とても役に立ちます。このワークでは、私たちの身近な食品である牛乳からチーズが作られる過程を例に取り上げました¹⁾。

乳製品のうち、牛乳を遠心分離して作るクリームは乳脂肪分に富みますが（35～50%）、この段階ではまだ炭水化物が残っています（100mL中3g程度）。バターはクリームからさらに脂肪を分離させ、水分を除去して作りますが、バターになると炭水化物はほとんど含まれず、ほぼ脂質のみとなります。また、牛乳からバターを作った残りの成分を乾燥させると、脱脂粉乳（スキムミルク）となり、炭水化物を多く含みます（100g中50g程度）。牛乳を発酵して作られるヨーグルトは、無糖のものでも炭水化物を含みます（100g中3～5g程度）。

Column 乳児用調製粉乳

ヒトの母乳（人乳）は牛乳より炭水化物が多く、たんぱく質と脂質が少ない特徴を有しています²⁾。市販されている乳児用調製粉乳（いわゆる粉ミルク）は、脱脂粉乳に乳糖・植物油などを加え、乾燥させて保存しやすいように製造されています。機会があれば、ぜひ、乳児用調製粉乳を規定の濃度で溶かして味見してみてください。

◎参考文献

- 1) チーズの製造方法. 一般社団法人日本乳業協会. <http://www.nyukyou.jp/dairy/cheese/cheese02.html>
- 2) 乳児用調製粉乳. 一般社団法人日本乳業協会. <http://www.nyukyou.jp/dairy/powdered/powdered06.html>

22. 朝食（食パン中心）のカーボカウント

難易度 ★★★

問題

下記の献立の朝食の炭水化物量の合計を見積もってください。ただし1品目5g以下のものは「カーボカウントしない」と判断してください。また小数点以下は四捨五入してください。

Carb

CSII

CGM

品目	100g あたりの 炭水化物量 (g)	品目あたりの 炭水化物量 (g)
食パン 6 枚切り 2 枚 (120g)		
バター (10g)		
普通牛乳 (200g)		
プロセスチーズ (20g)		
バレンシアオレンジ (可食部* 120g)		
グリーンサラダ (100g)		
マヨネーズ (10g)		
合計		

*皮などを除いた食べられる分

※必要に応じて「日本食品標準成分表 2010」、書籍、インターネット上の情報などを参照してください。



正解

品目	100g あたりの 炭水化物量 (g)	品目あたりの 炭水化物量 (g)
食パン 6 枚切り 2 枚 (120g)	47	56
バター (10g)	カーボカウントしない	—
普通牛乳 (200g)	5	10
プロセスチーズ (20g)	カーボカウントしない	—
バレンシアオレンジ (可食部 120g)	10	12
グリーンサラダ (100g)	カーボカウントしない	—
マヨネーズ (10g)	カーボカウントしない	—
合計		78

Carb

CSII

CGM

解説

食事の炭水化物量を見積もるためには、まず各品目をカーボカウントする必要があるかどうかを判断し、カーボカウントする必要がある場合は、100g あたりの炭水化物量と実際の重量から品目あたりの炭水化物量を計算します。各品目の炭水化物量が計算できたら、それを合計すると、1 食あたりの炭水化物量が判明します。

このメニューの場合、バター、プロセスチーズ、グリーンサラダ、マヨネーズは「カーボカウントしない」品目となり、食パン、牛乳、バレンシアオレンジの炭水化物量を計算すれば良いことになります。

Column 朝ごはん食べた？

一般に朝は忙しいため、朝食のメニューは比較的、一定の内容となる傾向があります。また、パン食の場合、果物（ジュース・ジャムを含む）、乳製品（牛乳・ヨーグルト）など炭水化物を含む食品が多くなる傾向がみられます。

一方、1 型糖尿病の患者さんが朝食を抜くと、前日夕食から当日の昼食まで長時間、絶食となるため、尿中ケトン体が陽性となるケースをときどき経験します。朝食を摂るかどうかは基本的に患者さんの問題であり、医療側が強制することはできませんが、受診時の尿検査でケトン体が陽性の場合は、ちゃんと朝ごはんを食べたか、聞いてみてはいかがでしょうか？

39. インスリンポンプの基本操作 (電池交換など)

難易度 ★★★

課題

インスリンポンプを手にとって、基本操作を確認しましょう。手元にインスリンポンプの現物がない場合は、マニュアルで手順を確認するだけで結構です。

1. ボタンの確認

マニュアルを参照して、インスリンポンプのボタンの名前と機能を確認してください。

2. 電池の挿入

マニュアルを参照して、電池を挿入してください。

3. 日付・時刻の設定

マニュアルを参照して、日付・時刻を設定してください。

Carb

CSII

CGM

解説

1. ボタンの確認

インスリンポンプは本体のボタンを押すことにより設定・操作します。

2. 電池の挿入

電池を挿入する際は、向きを間違えないように注意してください。逆向きに電池を挿入すると、インスリンポンプは動きません。インスリンポンプには、かならず指定された新品の電池を使用してください。インスリンポンプは高価な医療機器ですので、液漏れによる故障を避けるため、品質の確かな電池を使用しましょう。

3. 日付・時刻の設定

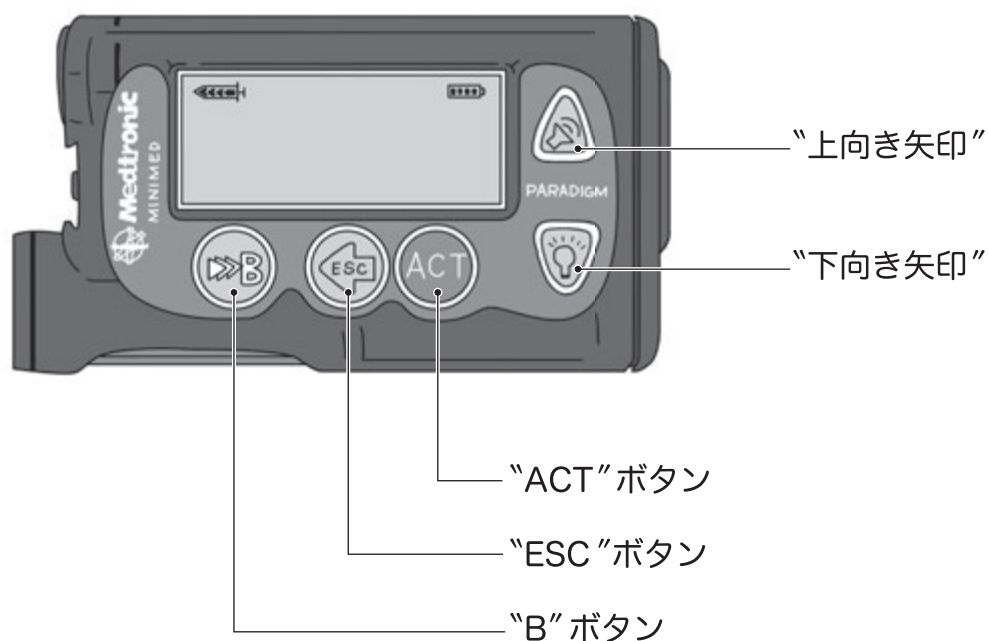
日付・時刻を設定する際は、午前・午後を間違えないよう 24 時間設定にしておくことを推奨します。

重要：インスリンポンプの臨床使用にあたっては、かならず事前に添付文書とマニュアルを熟読してください。

パラダイムインスリンポンプ®の基本操作

1. ボタンの確認

パラダイムインスリンポンプ®にはボタンが5個あり、“B”はボーラス、“ESC”はエスケープ、“ACT”はアクティベートの意味です。また、数値を入力する際は、上向き矢印・下向き矢印を使用します。



48. CGM の解釈 (夜間の低血糖)

難易度 ★★★

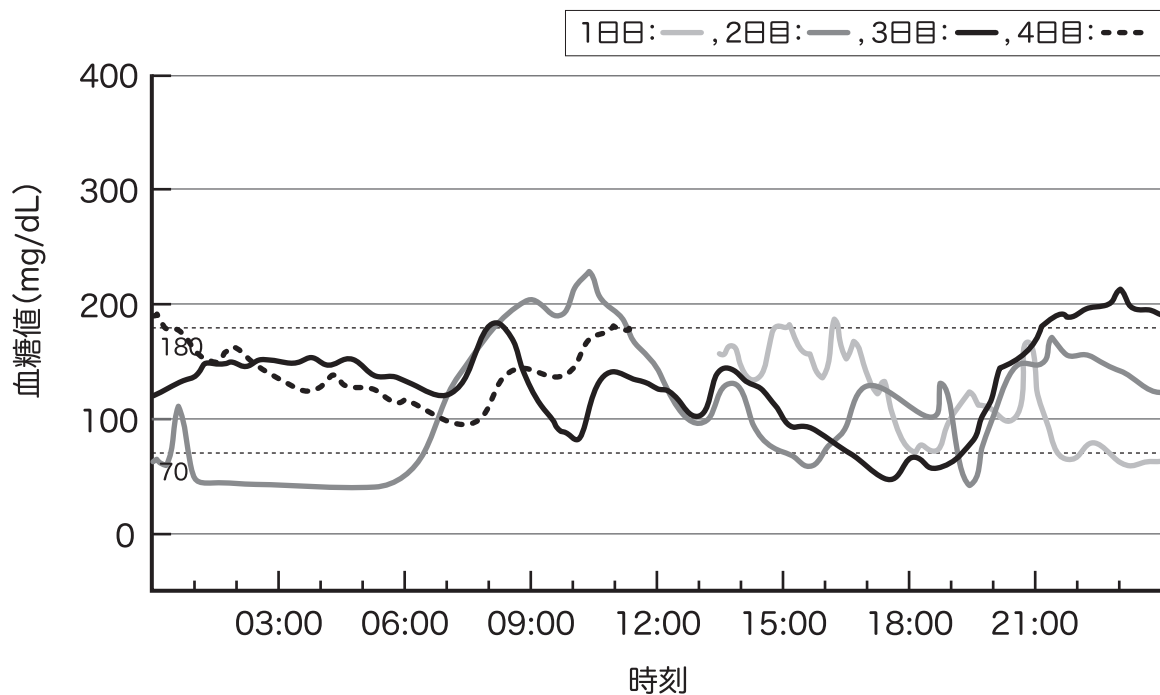
課題

1 型糖尿病患者の D さん（インスリンポンプ使用中）の CGM 結果を見て、気がついた点を述べてください。

Carb

CSII

CGM



ベーサル設定		ボーラス設定	
00:00-	0.60U/H	朝食	6.0U
		昼食	6.0U
		夕食	6.0U
Total	14.40U/Day		

解答例

2 日目の 01:00–06:00 まで CGM のグラフがフラット（40mg/dL 未満）になっており、深夜から早朝にかけて遷延性の低血糖を起こしていることがわかります。

解説

CGM は、見逃されやすい危険な夜間睡眠中の低血糖を発見するのに役立ちます。この患者さんは HbA1c（NGSP）6% 台後半から 7% 台前半で推移していて血糖コントロールはおおむね良好でしたが、本人の自覚症状がないまま長時間にわたる睡眠中の低血糖を起こしていたことが判明し、驚かされました。

一般に HbA1c は平均血糖値とよく相関していますので、HbA1c の値が良いときは平均血糖値が低いと考えられます¹⁾。DCCCT の強化療法群では週 1 回、03:00 に血糖測定を行い、65mg/dL 以上であることを目標としていましたが、この時間帯の血糖測定は患者の QOL との兼ね合いもあり、あまり一般的には行われていません²⁾。

深夜の低血糖の原因と予防策として、以下のような項目が考えられます。

深夜の低血糖の原因	予防策
日中の運動量が多かった 夕食の炭水化物量が少なかった 眠前の修正インスリンが多すぎた	一時ベーサルの使用、適切な補食 正確にカーボカウントを行う 残存インスリンを考慮する

とくに登山などの激しい運動を長時間続けた日の夜は、痙攣発作を含めて遅発性の重症低血糖が起こりやすいので、インスリン投与量を減らす、十分な眠前の補食を摂る、といった対策をとることが重要です^{3,4)}。

なお、夜間睡眠中の重症低血糖は非常に危険で、深夜の重症低血糖のため突然死したインスリンポンプを使用中の 1 型糖尿病患者さんの事例が海外から報告されています^{5,6)}。朝食前血糖値が治療目標を達成している患者さんであっても、深夜に目が覚めないまま低血糖を起こしている場合があるので、CGM または頻回の SMBG でチェックしてください⁷⁾。また、ひとたび低血糖が起こると、血糖値を上昇させようとする拮抗ホルモンの作用が強まり、その影響で翌朝の血糖値が高くなる場合があります。これはソモジー効果と呼ばれ、先行する低血糖がないことを前提とする暁現象と区別する必要があります⁸⁻¹⁰⁾。

◎参考文献

- Nathan DM, et al. Diabetes Care 2008; 31 (8): 1473–8.
- N Engl J Med 1993; 329 (14): 977–86.
- Tsalikian E, et al. J Pediatr 2005; 147 (4): 528–34.
- Taplin CE, et al. J Pediatr 2010; 157 (5): 784–8.
- レトロスペクティブ CGM により記録された “dead-in-bed” syndrome における低血糖の確認. 糖尿病ネットワーク. <http://www.dm-net.co.jp/pumpfile/article/006.php>
- Tanenberg RJ, et al. Endocr Pract 2010; 16 (2): 244–8.
- Juvenile Diabetes Research Foundation Continuous Glucose Monitoring Study Group. Diabetes Care 2010; 33 (5): 1004–8.
- 暁現象とソモジー効果. 糖尿病サイト. http://www.club-dm.jp/novocare_smile/zoom19-1.php
- Somogyi Phenomenon-Rebound Hyperglycemia. Diabetes.co.uk. <http://www.diabetes.co.uk/blood-glucose/somogyi-phenomenon.html>
- Sheehan JP. Diabetes Technol Ther 2004; 6 (4): 525–33.

村田 敬（医師，医学博士）

（独）国立病院機構京都医療センター糖尿病センター

著者略歴

東京都出身．1993 年東京大学医学部医学科卒業，2001 年東京大学大学院医学系研究科医学博士課程生殖・発達・加齢医学専攻修了．1999 年から 2003 年までカロリンスカ研究所医学栄養学部（スウェーデン）に留学．2006 年より現職．

この1冊で^{さつ}カーボカウント・インスリンポンプ・CGMがわかる！

^{とうにようびょうすりーしー}

糖尿病3Cワークブック

2013 年 2 月 28 日 初版第 1 刷発行

〔検印省略〕

著者	^{むら た たかし} 村田 敬
発行者	平田 直
発行所	株式会社 中山書店 〒113-8666 東京都文京区白山 1-25-14 TEL 03-3813-1100(代表) 振替 00130-5-196565 http://www.nakayamashoten.co.jp/
装丁	白井弘志(公和図書デザイン室)
イラスト	松永えりか(フェニックス)
印刷・製本	株式会社 シナノ

The 3C (Carbohydrate Counting, CSII, CGM) Diabetes Workbook. 1st ed.

©Takashi Murata, 2013

Published by Nakayama Shoten Co., Ltd.

ISBN978-4-521-73691-4

1-25-14 Hakusan, Bunkyo-ku,

Printed in Japan

Tokyo 113-8666, Japan

落丁・乱丁の場合はお取り替えいたします。

・本書の複製権・上映権・譲渡権・公衆送信権(送信可能化権を含む)は株式会社中山書店が保有します。

・ (社) 出版者著作権管理機構 委託出版物)

本書の無断複写は著作権法上での例外を除き禁じられています。複写される場合は、そのつど事前に、(社) 出版者著作権管理機構(電話 03-3513-6969, FAX 03-3513-6979, e-mail : info@jcopy.or.jp)の許諾を得てください。

本書をスキャン・デジタルデータ化するなどの複製を無許諾で行う行為は、著作権法上での限られた例外(「私的使用のための複製」など)を除き著作権法違反となります。なお、大学・病院・企業などにおいて、内部的に業務上使用する目的で上記の行為を行うことは、私的使用には該当せず違法です。また私的使用のためであっても、代行業者等の第三者に依頼して使用する本人以外の者が上記の行為を行うことは違法です。