

糖尿病にともなう特別ニーズを支援する カリキュラムの策定に関する研究

Ⅲ 糖尿病性ケトアシドーシスへの対応に関する教育担当者向け教材について

久野 建夫*

Special need education curriculum for patients with diabetes mellitus and their educators; Part Ⅲ : Educational material for care of diabetic ketoacidosis

Tateo KUNO

【はじめに】

本研究は、糖尿病特別ニーズの支援カリキュラム策定を目的とするもので、第Ⅰ部¹⁾において無自覚性低血糖と運転免許に関する教材を、第Ⅱ部²⁾で血糖自己測定のための機器に関する教材を策定した。今回は、糖尿病性ケトアシドーシスへの対応に関する、外来診療への移行過程に重点を置いた教材の策定を行う。この教材は、教育担当者を対象としたものだが、患者にも有益な情報を含むと思われる。

このカリキュラムは、長期慢性疾患患者の生活の質を向上させる外来医療技法をクリニカルパス形式で体系化することを目的とした、「長期慢性疾患ハッピーパス」の一部をなすものである。

【策定教材】

この、「糖尿病性ケトアシドーシスへの対応に関する教育担当者向け教材」は4章からなる。第

1章では、糖尿病性ケトアシドーシスへの対応の基本を述べ、第2章でケトアシドーシス対応に必要となる1型糖尿病の診断基準を、第3章で外来診療への移行過程を考慮したクリニカルパス、第4章で、外来移行の要点である、血糖自己測定に基づくインスリン調節の方法を述べる。

1. 糖尿病性ケトアシドーシスへの対応の基本

糖尿病性ケトアシドーシスは、高度のインスリン欠乏により、ケトン体(アセトン、アセト酢酸、 β ヒドロキシ酪酸)合成が亢進し、高血糖、ケトン血症、アシドーシスをきたした状態である。グルカゴンなどのインスリン拮抗ホルモンが同時に欠乏しケトン体合成が低下した状態では、ケトアシドーシスは出現しにくい。

1型糖尿病でしばしば見られるほか、その他特定の型の糖尿病(遺伝子異常、2次性糖尿病)や2型糖尿病でも、インスリン欠乏の程度が強い場合にはケトアシドーシスとなることがある。ケトアシドーシスに陥りやすい糖尿病が1型糖尿病であり、そうでないものが2型糖尿病であると表現することもできる。

* 佐賀大学文化教育学部

糖尿病性ケトアシドーシスへの対応の基本は次の通りである。

1-1 重症ケトアシドーシス治療の目標は救命である。しかし、いったんケトアシドーシスを脱すれば、患者が在宅インスリン療法に熟練し、生活の質を高めることに目標が換わる。この転換点を明確に意識して治療にあたる必要がある。1型糖尿病でも、ケトアシドーシス発症でなければ、インスリン導入は外来で行う選択肢もある。教育入院が必要であれば、準備を整えて別の機会に行う。

1-2 1型糖尿病の根本原因には不明な部分も残っているが、病態生理やインスリンの補充方法はほぼ確立しているため、それを知って治療にあたる必要がある。特に、インスリン作用、インスリン感受性、ケトン体産生、糖毒性、自己免疫機序について十分知っておく。

1-3 発症後数週間の疾病教育が1型糖尿病の疾病受容に重大な影響を与えること、超速効型インスリンとグラルギンの導入がインスリン療法を大きく変えたことについても十分知っておく。

1-4 バリエーション(通常と異なったパスの進行)として、脳浮腫、高度の低カリウム血症が重要である。これらは不幸な転帰をもたらすことも少なくない。脳浮腫がなぜ起こるのかはわかっていないが、血糖低下速度が速すぎる、輸液過量、低Na濃度の初期輸液、重炭酸の投与などが要因として疑われている。

1-5 インスリン不足による糖尿病性ケトアシドーシスか、あるいは脱水が病態の中心を占める高血糖性高浸透圧性昏睡かを見きわめて、適切な輸液量を選択する必要がある。高血糖性高浸透圧性昏睡は老年期に見られるが、若年者2型糖尿病のケトアシドーシス発症である清涼飲料水ケトアシドーシス(ペットボトル症候群)の病態はこれに近い。

2. 1型糖尿病診断基準(試案)

1型糖尿病と2型糖尿病の特徴は確立した知識となっている。この特徴(図1)から遡って両者

を分別することも可能であるが、一定のアルゴリズムに従って、ケトアシドーシスをきたしたりインスリン分泌が枯渇した2型糖尿病、あるいはその他の型の糖尿病からの1型糖尿病の鑑別を試みた。現在のところみあたらない1型糖尿病の診断基準作成について以下の案を得た。急性期に判断できる項目数は多くないが、クリニカルパス適用にあたっては参考となると思う。

2-1 「インスリン依存状態にある1型糖尿病」の判定

2-1-1 必須条件

- a 日本糖尿病学会の糖尿病診断基準^{3,4)}を満たす。
- b 常時*インスリン療法を行っている。

2-1-2 主項目

- c 糖尿病発症が30歳以下。
- d 本基準で1型糖尿病と判定された者(本項目を含んで診断された者を除く)を、第2度近親以内に持つ。
- e 1型糖尿病関連自己抗体が強陽性**。
- f 糖尿病性ケトアシドーシスの既往***がある。
- g 生検で膵島の所見を認める。

2-1-3 副項目

- h 糖尿病発症が31歳以上50歳以下。(主項目cと同時に選択できない)
- i 1型糖尿病関連自己抗体が弱陽性** (主項目eと同時に選択できない)
- j 他の自己免疫疾患の合併あるいは自己抗体を持つ。
- k 1型糖尿病感受性HLA型****を持つ。
- l 1型糖尿病抵抗性HLA型*****を持たない。
- m 第2度近親以内に2型糖尿病の家族歴を持たない。
- n 糖尿病発症前に肥満#の既往がない。
- o 内因性インスリン分泌枯渇または低下**。
- p 常時*強化インスリン療法を行っている。
- q 常時*血糖自己測定を行い、高血糖および

病態 (病期)	正常血糖		高血糖		
	正常領域	境界領域	糖尿病領域		
			インスリン非依存状態		インスリン依存状態
病因	(1)	(2)	インスリンはなくてもよい (3)	高血糖是正に必要 (4)	生存に必須 (5)
1型 特定の遺伝子が原因とわかった場合、その他の型となる					1型は最終的にすべてこの病態となる。
↓ その他 特定の型 ↑	さまざまな原因によるものを集めたグループなので、病態もバラエティに富む。				1型に見えても遺伝性がある場合はここに入る可能性が強い。
特定の遺伝子が原因とわかった場合、その他の型となる			食事、運動、経口血糖降下剤で治療できる病態	2型でもインスリン投与が必要な場合が少なくない。	ここに入る代表例が清涼飲料水ケトアシ
2型					
妊娠糖尿病	さまざまな原因によるものを集めたグループなので、病態もバラエティに富む。				

図1⁵⁾ 糖尿病の分類、日本糖尿病学会委員会報告に説明を加えた。

低血糖が確認されている。

2-1-4 除外診断

- r その他の型の糖尿病
- s 2型糖尿病、特に蔗糖、ブドウ糖過剰摂取、ストレス等の誘因によるケトアシドーシス発症例および続発性の内因性インスリン分泌低下例

2-1-5 判定^{##}

必須条件 a、bの両者を満たすもので、下の t から w の条件のいずれかを満たすものを、「インスリン依存状態にある1型糖尿病」と判定する。ただし、2-1-4にあてはまる場合を除く。

- t 発症年齢が5歳以下
- u 主項目の2項目以上を満たす
- v 主項目の1項目および副項目の3項目以上を満たす
- w 副項目の5項目以上を満たす

2-2 「インスリン依存状態に至らない1型糖尿病」の判定基準

2-1-5を満たす患者について、1型糖尿病の発症契機以降、初めて同基準を満たすまでの時期を「インスリン依存状態に至らない1型糖尿病」と判定する。

2-3 関連事項

* インスリン療法、血糖自己測定

必須項目 b、副項目 p、qについては、6ヶ月程度継続的に条件を満たすことを求める。これらの項目を含んで判定された場合、条件を満たさなくなれば判定は取り消される。インスリン療法を開始して6ヶ月経過していない場合、慎重に判定するものとする。

** 1型糖尿病関連自己抗体の判定

GAD65抗体：コスミック社製キットでの10.0

U/ml 以上を強陽性とし、10.0 U/ml 未満で正常値を越える場合を弱陽性とする。IA-2 抗体：コスミック社製キットでの 5.0 U/ml 以上を強陽性とし、5.0 U/ml 未満で正常値を越える場合を弱陽性とする。抗ランゲルハンス島抗体原法での陽性、インスリン未投与時の抗インスリン抗体陽性は、主項目 e にあてはまるものとする。抗インスリン抗体以外については、測定時期は問わない。新しい測定法、キットが一般的になった場合は、基準を見直す必要がある。

*** 糖尿病性ケトアシドーシス

蔗糖、ブドウ糖過剰摂取、ストレス等の誘因によるケトアシドーシス発症の 2 型糖尿病を除く。

**** 1 型糖尿病感受性 HLA 型

HLA クラス II DR 4、DR 9、DQ 4、DQ 9 など、1 型糖尿病感受性 HLA 型として認められているもの。

***** 1 型糖尿病抵抗性 HLA 型

0601 など、1 型糖尿病抵抗性 HLA 型として認められているもの。

肥満の判定

日本肥満学会「2000 年版新しい肥満の判定と肥満症の診断基準」に基づいて判定する。

内因性インスリン分泌の判定

1 年以上にわたって代謝コントロールを良好に保っている場合（例：HbA1c 7.0 % 以下など）に限って以下の通り判定する。（C ペプチドのカットオフ値は、シオノギリア II キットでの測定値として示す。）

##-1 インスリン内因性分泌枯渇

以下のうち 2 項目以上を満たすもの

- ・空腹時血中 C ペプチドが ≤ 0.5 ng/ml 以下であること
- ・食後 2 時間の血中 C ペプチドが ≤ 1.0 ng/ml

以下であること

- ・グルカゴン負荷時の血中 C ペプチドが ≤ 1.0 ng/ml 以下であること
- ・24 時間尿中 C ペプチドの 3 日間の平均値が ≤ 20 mg/day 以下であること。

##-2 インスリン内因性分泌残存

以下のうち 1 項目以上を満たすもの

- ・空腹時血中 C ペプチドが ≥ 1.0 ng/ml 以上であること
- ・食後 2 時間の血中 C ペプチドが ≥ 2.0 ng/ml 以上であること
- ・グルカゴン負荷時の血中 C ペプチドが ≥ 2.0 ng/ml 以上であること
- ・24 時間尿中 C ペプチドが正常であること

##-3 インスリン内因性分泌低下

枯渇でも残存でもないもの

将来、自己反応性 T 細胞の存在を証明する方法が確立すれば、本基準に採用する。

なお、この基準案では、若年発症ほど積極的に診断され、また 1 型糖尿病の家系内再発の可能性を考えているが、これらには検討の余地がある⁶⁻⁸⁾。

3. 糖尿病性ケトアシドーシスのクリニカルパス

多くの場合入院治療を要する糖尿病性ケトアシドーシスに対する、入院クリニカルパス⁹⁻¹¹⁾を以下に示す。本カリキュラムは外来診療での利用を主目的としたものであるため、外来診療への移行過程に重点を置いたクリニカルパス¹²⁾とした。

なお、特定機能病院での医療費算定に適用される DPC（診断群分類）で、糖尿病性ケトアシドーシスの平均在院日数が 10 日とされていることに基づき、退院日を第 10 日と設定した。

3-1 入院第 1 日

項目	パ ス ¹³⁻¹⁹⁾	説 明
問診	体重減少、多飲多尿、夜尿の再発、易疲労、腹痛、自己免疫発症契機となる感染症の既往、合併自己免疫疾患（バセドウ病、特発性血小板減少症など）についての問診、家族歴の聴取。	ケトアシドーシスの誘因（感染、ストレス、治療アドヒアランス、CSII トラブル）についても聞く。

理学所見	身長、体重、意識レベル、脱水所見、血圧、呼吸数、Kussmaul呼吸、頰脈、低体温、眼球運動、眼底検査、深部腱反射、ケトン口臭、外陰部カンジダ（女兒）など。眼科に受診予約。	身長は意識回復後でよい。
検査	一般血球検査（白血球増多）、一般生化学検査（血糖、BUN、クレアチニン、Na、K、Cl、Pi、アミラーゼ、脂質を含む）、HbA1c（Bayer社DCA-2000等によりリアルタイム測定）、血中（および尿中）C-ペプチド、インスリン、血中ケトン体、尿ケトン、血液浸透圧、乳酸、血液ガス（静脈血でも可、anion gapの算出を含む）、自己免疫指標（GAD抗体、IA-2抗体、インスリン抗体、抗核抗体、ミクロゾームテスト、サイロイドテスト等）、検尿、尿中アルブミン（尿蛋白陰性の場合）、尿培養、血液培養、胸部X線、心電図モニター。 他の自己免疫疾患の合併や二次性糖尿病が疑われる場合は、その方向で検査を進める。	尿中C-ペプチドの評価は見解がわかる。血糖と血中C-ペプチドを同時に測定するのが最も判定しやすい。自己免疫指標としてのインスリン抗体は治療開始前検体で見えるが、キット測定値が評価できるか不明。Glomerular hyperfiltrationを見る目的で腎エコーを行う場合もある。
診断	感染症やストレスに伴う高血糖の鑑別（主に高血糖の程度やHbA1cによる。糖尿病以外の原因でも、インスリン投与という選択肢もある。）、ケトosisとしての鑑別。次に、得られた情報の範囲で病型 ²⁰⁾ を推測する。（2章参照）	ある程度確実な判断ができれば、患者の希望に従って小児慢性特定疾患治療研究事業申請のための意見書を交付する。
生活	意識障害があれば嚴重な監視が必要。家族も近くにいてもらう。意識清明となれば経口摂取が可能で、安静も解除できる。	嚥下障害がないことを確認して経口摂取を始める。
疾病教育	1) ケトアシドーシス治療に伴い脳浮腫などの重篤な状態をきたしうることを説明する。 2) 1型の原因、病態、2型との差異について教育する。 3) 本人用の血糖自己測定機器を手配する。 4) 低血糖の定義と症状、補食について説明する。	リスクマネージメントに関わる情報も持つておくとよい。
輸液	1) 水分量：維持量+欠乏量×1/3、初期は10-15 ml/kg/hr。欠乏量は病歴、理学所見で推定するが、10%程度のことが多い。インスリン不足が主病態の場合は、通常の脱水治療と比べ極端な水分過量投与にならないようにする。血糖値が腎の排泄閾値を割れば脱水の進行は止まる。脱水が病態の中心を占める清涼飲料水ケトosisの場合は、欠乏量の補充を主目標に置く。 2) Na：急速な低Na輸液は脳浮腫のリスクを増す。 3) K：既存のK欠乏に加え、インスリンの効果によりKが急激に細胞内に移動し血中濃度が低下する。インスリン投与後、血糖が下がり始めたらすぐに、高K血症がないことを確認の上、輸液にKを加える必要がある。（20-40 mEq/Lが原則だが、さらに高濃度とせざるを得ない場合がある） 4) Pi：Kと同じ挙動を示すが、補充は可能な限りでよい。	Kの投与タイミングとして、(1)利尿がついてから、(2)血糖が下がり始めたらすぐに、などが考えられる。ここでは(2)とした。輸液中のKの最終濃度を誤らないよう十分注意する。低K血症が増強する場合はインスリン投与をいったん中止する。 Naは高血糖によって見掛け上低下する。Glucose 100 mg/dlごとにNa1.6 mEq/l。重炭酸（メイロン）投与は、原

輸液	5) 糖：グルコースを含む輸液を用いると、血糖値をインスリン効果の指標とするのが難しくなり、血液 pH、ケトン体を指標とすることになる。グルコースを含まない輸液は治療指標がわかりやすい。300 mg/dl を割ったら低血糖予防のためにグルコース含有輸液とする。ブドウ糖以外の糖（マルトース、キシリトール）は合併症のリスクからも不適當。	因療法でなく、ケトン体代謝によって供給されるものなので、投与すべきでないとする意見も強い。血中ケトン体の低下はインスリンの直接作用ではなく、腎からの排泄によるので、血糖低下より遅れる場合がある。
インスリン療法	<p>1) インスリン必要量は、感受性低下の程度によって幅があるが、入院を要する程度のケトアシドーシスでは、少なくとも 6-12 時間程度は経静脈投与が必要と思われる。レギュラーインスリン (100 U/ml) を生理食塩液で 100 倍希釈し、1 U/ml の濃度にしたものを用いる。まず 0.1 U/kg 程度を静注（静注は行わない選択肢もある）し、続いて 0.1 U/kg/hr 程度を持続点滴静注する。</p> <p>2) 血糖値の低下速度は、75~100 mg/hr または 10 %/hr 程度がよいとする意見が多い。血糖値がある程度下がってくると、糖毒性解除とともに急激にインスリン感受性が回復し、低血糖をきたすので注意する。</p> <p>3) ケトアシドーシス改善または経口摂取開始のタイミングで CSII に切り替える。CSII には超速効型インスリンを用い、ベサル量は最終の静注速度に等しくする。ボラス注入量は食後に摂取炭水化物量を見て注入する。</p> <p>4) 補食用グルコースを処方する。</p>	<p>経静脈投与には regular insulin（ノボリン R、ヒューマリン R、いずれもバイアル製剤で 1000 U/10ml）以外は使用できない。</p> <p>CSII は、MiniMed507、508、Top8100 などのポンプ、付属チューブ (Polyolefin コーテッド)、超速効型インスリン (現在市販のものは緩衝剤含有) を用いる。ボラス注入は、患者自身あるいは保護者が行ってもよい。</p>
治療のモニター	血糖、Na、K、Pi、血液ガス、尿ケトン、心電図モニター。低 K 血症のモニターには心電図波形も利用する。血糖値が低下してきたら、糖毒性解除とともに急激にインスリン効果が増強することに注意する。変化の早い時期は 30-60 分ごと、落ち着いたら 2-3 時間ごとにモニターする。	著しい高血糖では簡易測定器の測定レンジを超えるので、検査室で測定する。簡易測定器の攪乱要因 (PaO ₂ 、Ht、マルトース) にも注意が必要である。
食事	意識清明となって、嚥下障害がないことを確認して開始する。年齢相当の常食。	
運動	意識清明となれば嚴重な安静は不要。	
バリアンス	著しい低カリウム血症、脳浮腫、重症低血糖、その他の原因による意識障害、アシドーシスの改善に時間を要する場合。	

3-2 入院第 2 日

問診	自覚症状、保護者の目から見た状態を聞く。	
----	----------------------	--

理学所見	体重、通常の診察プロセジャ、インスリン投与に伴う水分貯留、浮腫の有無、振動覚、関節合併症を見る。	インスリンの腎作用による水分貯留に注意する。
検査	一般血球検査、一般生化学検査（血糖、K、Piを含む）、検尿	
診断	新たに得られた情報に基づいて病型分類の推測を進める。	2章参照
生活	輸液が終了すれば行動制限を解除。	
疾病教育	1) ケトアシドーシスを脱し意識が清明となったら、危機的状況が去ったこと、この後は在宅インスリン療法の知識習得が入院の目的であることを説明する。 2) 同性同世代の患者に頼んで来院してもらい、血糖自己測定、インスリン自己注射の「模範演技」を見せてもらう。 3) 本人用の血糖自己測定機器を貸与または給与し、使用方法を説明する。採血用バネ付き針を給与する。 4) 血糖自己測定を実際に行わせ、記録させる。 5) 超速効型のディスポーザブルペンを用いてインスリン自己注射を行わせる。 6) 食品交換表を購入させ、表1の食品の概略をみておいてもらう。 7) 保護者から学校、幼稚園の先生などに連絡させ、可能であれば来院してもらい、説明する日程を打ち合わせる。	教育担当者は、治療目標の転換点を明確に意識する。 同性同年代の患者、その保護者と接触できる機会を作る。 患者会に関する情報も提供してよい。 採血針については他人が使用したものを混同しないよう十分注意する。 血糖自己測定の記録は4章参照
輸液	十分量の経口摂取ができるようになれば輸液は終了する。脱水の治療が不十分な場合は、輸液を継続する。	清涼飲料水ケトアシドーシスでは脱水治療に時間を要することが多い。
インスリン療法	CSIIでベーサル分のみ投与し、ボーラスは超速効型のディスポーザブルペンを用いた自己注射とする。	
モニター	血糖自己測定：ボーラス注射2時間後（厳密に言えば投与後1-3時間の最低値）、各食前、午前3-4時	4章参照
食事	年齢相当の常食。	
運動	病室内で自由にさせる。	
バリアンス	ケトアシドーシス、脱水の治療が長引く場合、食が進まない場合	

3-3 入院第3-4日

問診	自覚症状、保護者の目から見た状態を聞く。	
理学所見	体重、通常の診察プロセジャ、眼科受診、頸部エコー	
検査	血糖自己測定	4章参照

診断	新たに得られた情報に基づいて病型分類の推測を進める。	2章参照
生活	半日（例えば昼食から夕食前まで）自宅に外出。	
疾病教育	1) グラルギンの注射デバイスの使用説明。 2) 各栄養素の血糖への影響の説明。発症前の自宅での食事内容を聴取。 3) 時間帯ごとに責任を持っているインスリンがどれかの知識。 4) 学校の先生への説明。 5) 合併症に関する教育。	グラルギンの注射デバイス： オブテクリック 通学の準備：低血糖への対応、昼食前の注射、体育の授業などの運動、給食について、学校の先生に説明する。合併症について過度の恐怖をあおるのは逆効果。
輸液	なし。	
インスリン療法	CSIIを終了する。グラルギン+超速効型インスリンによるbasal-bolus療法。	感受性の改善にあわせ、やや高め血糖値をめざす。
モニター	血糖自己測定	4章参照
食事	年齢相当の常食	
運動	自宅では自由に過ごさせる。	
バリアンス	自己注射、自己測定に消極的な場合、技能修得が困難な場合。	

3-5 入院第5－6日

問診	自覚症状、保護者の目から見た状態を聞く。	
理学所見	体重、通常の診察プロセジャ	
検査	血糖自己測定	4章参照
診断	新たに得られた情報に基づいて病型分類の推測を進める。	2章参照
生活	朝食を食べた後、登校。昼食は学校または自宅で。夕食は自宅で食べ、帰院。	
疾病教育	1) インスリン自己注射、血糖自己測定の手技の確認。 2) 低血糖の症状、対応についての知識の確認。 3) グルカゴン自己注射の説明。 4) 各栄養素の血糖への影響について復習。	グルカゴン注射手技は保護者などに説明。
輸液	なし。	

インスリン療法	グラルギン+超速効型インスリンによる basal-bolus 療法。	感受性の改善にあわせ、やや高めの血糖値をめざす。
モニター	血糖自己測定	4章参照
食事	年齢相当の常食。	
運動	学校（体育は見学でもよい）、自宅で自由に過ごさせる。	

3-6 入院第7-9日

問診	自覚症状、保護者の目から見た状態を聞く。	
理学所見	体重、通常の診察プロセジャ	
検査	血糖自己測定	4章参照
診断	新たに得られた情報に基づいて病型分類の推測を進める。	2章参照
生活	登校、日中のみ自宅、自宅で一泊などを組み合わせる。	
疾病教育	1) 運動によるインスリン感受性亢進、低血糖予防法。 2) シックデイルール。 3) 復習。	
輸液	なし。	
インスリン療法	グラルギン+超速効型インスリンによる basal-bolus 療法。	感受性の改善にあわせ、やや高めの血糖値をめざす。
モニター	血糖自己測定	4章参照
食事	年齢相当の常食	
運動	学校（体育は見学でもよい）、自宅で自由に過ごさせる。	

3-7 入院第10日

問診	自覚症状、保護者の目から見た状態を聞く。	
理学所見	体重、通常の診察プロセジャ	
検査	血糖自己測定	
診断	新たに得られた情報に基づいて病型分類の推測を進める。	2章参照
生活	退院。翌日外来を受診。その次は3日後、さらに少しずつ受診間隔を開けていく。	

疾病教育	外来への移行教育。これまでの教育の要点（注射、測定手技、インスリンと栄養素の効果、低血糖、測定血糖値の判断、シックデイルール）を復習。	意図的に低血糖を起こして症状を体験しておくのがよいとする意見がある。自然に起こった低血糖で十分と思われる。
輸液	なし。	
インスリン療法	グラルギン+超速効型インスリンによる basal-bolus 療法。	感受性の改善、内因性インスリン分泌が回復するハネムーン期などの要因を説明する。
モニター	血糖自己測定	4章参照
食事	年齢相当の常食。	
運動	学校、自宅で発病前と同様に過ごさせる。運動習慣を持つことが望ましい。	

氏名		年		月から		月まで						
血糖値	低血糖症状	測定前最後に打った超速効型インスリン			測定前の		必要があれば記入					
		何時間前?	注射はどの食事の前でしたか?	その量は?	食事は?	運動	シックデイ	平日	休日	月	日	時
	有・無	h	朝・昼・夕・間食	U	多・普通・少	多・少		平・休				
	有・無	h	朝・昼・夕・間食	U	多・普通・少	多・少		平・休				
	有・無	h	朝・昼・夕・間食	U	多・普通・少	多・少		平・休				
	有・無	h	朝・昼・夕・間食	U	多・普通・少	多・少		平・休				
	有・無	h	朝・昼・夕・間食	U	多・普通・少	多・少		平・休				
	有・無	h	朝・昼・夕・間食	U	多・普通・少	多・少		平・休				
	有・無	h	朝・昼・夕・間食	U	多・普通・少	多・少		平・休				
	有・無	h	朝・昼・夕・間食	U	多・普通・少	多・少		平・休				

超速効型インスリン注射後の時間を記入して下さい。朝食前の血糖値の場合は、前日夕食前の注射からの時間を記入して下さい。

図2 要因評価型血糖値記録システムの記入用紙

4. 要因評価型血糖値記録システムを用いた、インスリン調節

高血糖や低血糖の要因²⁾を評価できるよう作成した要因評価型血糖値記録システムを紹介する。

このシステムは図2に示す用紙を用い、以下の7ステップに従って評価を進めるものである。第1ステップから始めて、使用者の理解と必要に応

じて進めていくように作成した。

4-1 記入

4-1-1 この血糖値記録用紙により、高血糖や低血糖の要因が評価できる。超速効型インスリンの毎食前注射とグラルギンによる強化インスリン療

法のほか、超速効型インスリンとNPHインスリン(N、中間型)を組み合わせている場合にも利用できる。レギュラーインスリン(R)や混合製剤(超速効型やRと中間型の混合製剤)を使っている場合は対象外となる。CSIIでも応用できる。

4-1-2 血糖を測定したら、必ず左から7項目全部に記入する。低血糖症状については、明確な症状でなくても、極端な口渇感、空腹感など、なんとなく変だなという感じがあれば〔有〕とする。

4-1-3 次に、その測定の前、最後に注射した超速効型インスリンについて記入する。何時間(h)前に注射したのか、どの食事の時に注射したのか(朝・昼・夕・間食のどれかを□でかこむ)、注射量は何U(単位)だったかを書く。朝食前の測定の場合は、前日夕食からの時間(10hまたは12hなど)とする。

4-1-4 さらに、□をつけた食事の炭水化物量、その食事の後の運動量について記入する。炭水化物量については、普段より〔多〕かったか、〔普通〕か、普段より〔少〕なかったか、の3段階から選び、運動については、運動したか〔多〕、しなかったか〔少〕、の2段階から選ぶ。朝食前の測定の場合は、前日の夕食、前日の運動について書く。炭水化物量は、主に主食、果物、牛乳の量で決まる。芋、カボチャ、レンコンをたくさん食べた場合には、それも含める。食品交換表の表1、表2、表4が、炭水化物を多く含む食品である。

4-1-5 発熱、風邪、下痢や嘔吐などがある時を、シックデイと呼ぶ。その場合はシックデイ欄に簡単に症状、体温を記入する。記入欄が不足の場合は枠外に付け加えてもよい。

4-1-6 平日と休日で生活パターンが大きく違う場合は、〔平〕または〔休〕として区別する。重症低血糖の時、一日通しで測定した時など、特に必要な場合は測定日時を記入する。

4-2 記録に基づいた判断

4-2-1 目標血糖値。

超速効型インスリン注射2-3時間後に70-100 mg/dl、グラルギンの効果の出ている時間帯も70-100 mg/dlになるのが目標である。

目標血糖値の下限、すなわち低血糖の定義については、簡易血糖測定器の機種ごとの差が30 mg/dlもあるため、一つの数字を基準とするには困難もある。通常、60-70 mg/dl以下を低血糖とする。

4-2-2 それぞれの血糖値に影響しているインスリンは何かを判断する。

超速効型インスリンが影響するのは、注射から4時間以内である。時間が4以下となっている測定を選び出し、朝・昼・夕・間食のどれかについて□を赤線でなぞる。

例：〔朝〕・昼・夕・間食

その測定値は、□のついた超速効型インスリンの影響を受けている。

4時間を越えたら、それは超速効型インスリンの効果が切れ、グラルギンまたはNだけが効いている時間帯である。時間が4を越えた測定を選び出し、朝・昼・夕・間食の欄の右隅に、赤でラ(グラルギンの場合)またはN(Nの場合)と記入する。

例：朝・昼・夕・間食 ラ

インスリン量は、影響している時間帯での血糖値を見て調節する。例えば、朝食前の超速効型インスリンの効果を見るなら、それは〔朝〕となっている血糖値に反映されているので、それを探す。

グラルギンの効果を見る場合は、ラと記入されている血糖値を探す。

4-2-3 無自覚性低血糖の有無を判断する。

低血糖が頻繁に起こると、自律神経が「慣れ」現象を起こす。「慣れ」現象によって、血糖値の軽度低下による症状(自律神経刺激症状)が失われた状態を無自覚性低血糖と呼ぶ。この状態では、前ぶれなくいきなり意識をなくすので、自動

車運転、危険作業などは控えなければならない。

1ヶ月分の記録を見て、血糖値が60 mg/dl以下で低血糖症状〔無〕ということがあれば、無自覚性低血糖に陥っている可能性がある。しかし、血糖測定器の誤差や、血糖値の低下に脳内の糖濃度の変化が追いついていない場合もあるので、1回の記録だけでは確定的なことは言えない。複数回あったときには、無自覚性低血糖があると確認できる。

細かく見る場合は、次のように「しきい値」を決め、判断する。

低血糖症状〔有〕の時の血糖値で一番高いものを探し A とする。また、〔無〕で一番低い血糖値を B とする。A と B から「しきい値」を決める。A が B より低い場合は、A と B の平均を「しきい値」とする。A が B より高い場合は、B の値を「しきい値」とする。「しきい値」が60 mg/dl 以上であれば無自覚性低血糖は否定できる。60 mg/dl 未満であれば無自覚性低血糖ということになる。また、「しきい値」が低ければ低いほど重症の無自覚性低血糖ということになる。低血糖の基準は70 mg/dl とする場合もある。

4-2-4 間食前の超速効型インスリン

間食前に超速効型インスリンを注射しておれば、4-2-2の方法で判断できる。注射しない場合、間食から次の超速効型インスリンの注射までは4-2-2をそのままあてはめることはできない。この間にみられた高血糖は、間食が原因ということになる。

なお、低血糖の治療や予防のための補食、就寝前の補食にはインスリン注射は不要である。ただし、その時も、補食から次の超速効型インスリンの注射までは4-2-2の判断法をあてはめることはできない。(グラルギン使用時に就寝前の補食をすべきかどうかは結論がでない)

4-2-5 インスリン量調節の責任

インスリン在宅自己注射は保険医である主治医の指導下に行われるもので、インスリン量調節の責任も主治医にある。患者が量を調節する場合に

も、主治医の指導が必要である。主治医は、なるべく低血糖を起こさず HbA1c を低下させるために、外来受診ごとに最適な方法を指導することになる。しかし、次回外来を待たず速やかに調節した方がよい場合もあり、その際には電話や電子メール等で連絡をとるか、患者が量を調節し、事後に主治医の指導を得ることになる。

インスリン量調節で最も大切なのは、根拠に基づいて理屈の通った調節をすることであり、ふりかえって理由を説明できない変更は不適切である。根拠なく調節すると、必要以上に減量しがちになる。この血糖値記録用紙の方法に基づけば、その問題は起きない。

4-3 低血糖の要因評価とインスリン調節

4-3-1 低血糖の要因評価。

低血糖症状〔有〕となっているか、または測定値が60 (または70) mg/dl 以下の場合を探し、その時間帯に影響しているインスリンがどれかを4-2-2の方法で判断する。この操作を1ヶ月分の測定について行い、あるタイミングのインスリンが、繰り返し低血糖を起こしていないかを考える。

低血糖の原因は炭水化物の摂取不足、運動のこともある。炭水化物量〔少〕や 運動〔多〕となっている場合、これらの要因も重視する必要がある。

4-3-2 インスリン量を変更しない場合。

低血糖回数ゼロが望ましいが、月に1-2回程度の軽い低血糖を完全になくそうとすると、HbA1c が上昇しかねない。このような場合には、インスリン量を変更しない方がよいと思われる。

4-3-3 インスリン量を変更する場合。

4-3-3a 無自覚性低血糖がある場合。

4-3-3b 重症低血糖を一回でも起こした場合。

4-3-3c あるタイミングのインスリンが、繰り返し低血糖を起こしている場合。

4-3-3d シックデイに低血糖をきたしている場

合。

4-3-3aでは目標血糖値を全体に高め、低血糖を抑え込むことで、無自覚性低血糖から脱するようにし、4-3-3b、4-3-3cでは原因となるインスリンを減量する。ただし、本当にインスリンが原因なのか、炭水化物の摂取不足、運動が原因ではないのか、よく検討することが必要である。

変更幅は通常注射量の1-2割程度とする。例えば朝食前に超速効型インスリン10単位を注射している場合、注射2時間後の低血糖が毎日連続で起きるなら、そのインスリンを1-2単位減らすことになる。

4-3-3dについては4-5-1で説明する。

4-4 高血糖の要因評価とインスリン調節

4-4-1 高血糖の要因評価。

シックデイでなければ、高血糖の要因評価は主治医に任せてもよい。評価が必要な場合、その時間帯に影響しているインスリンがどれかを4-2-2の方法で選び出す。この方法を1ヶ月分の測定について行い、あるタイミングのインスリンが、繰り返し高血糖を起こしていないかを考える。

高血糖の原因は炭水化物の過量、運動量の減少のこともあるので、それらも考慮する。

4-4-2 インスリン量を変更しない場合。

シックデイでなく、HbA1cが6.5%以下で安定している場合、原則としてインスリン量を変更しない。

4-4-3 インスリン量を変更する場合。

4-4-3a シックデイに高血糖をきたしている場合。

4-4-3b あるタイミングのインスリン不足が原因の高血糖が3日以上連続して起こっている場合。

4-4-3aについては4-5-1で説明する。4-4-3bでは、炭水化物摂取量、運動について考慮し、インスリンが原因であれば、増量する場合もある。変更幅は通常注射量の1-2割程度とする。

例えば朝食前に超速効型インスリン10単位を注射している場合、注射2時間後の高血糖が連続して起きるなら、そのインスリンを1-2単位増やすことになる。

4-5 特別な場合のインスリン調節

4-5-1 急性の病気の時の調節法、シックデイルール

シックデイ、すなわち発熱、風邪、下痢や嘔吐などの急性の病気の時は、多くの場合、インスリンの効果が弱まるため、インスリンを増やす必要が出てくる。食事摂取が減っても、普段どおり、あるいはさらに増量したインスリンが必要になる。食事がとれないからとインスリンを打たないと、ケトアシドーシスになる。

しかし、シックデイでも低血糖におちいる場合もある。高血糖になっているか、低血糖になっているかは、測定してみないとわからない。低血糖になっているなら、インスリンは減らすことになる。

高血糖の際には、少量の超速効型インスリンを、2-3時間ごとに血糖値を見て追加していく。この方法は、シックデイ以外の高血糖にも応用できる。

低血糖の際には、摂取量に応じたインスリン量とするが、どれだけ食べられるかわからない場合には、超速効型インスリンを食後に注射する。食事のムラが大きい場合にも、この方法は適用できる。

4-5-2 運動、生活パターンの日による差が大きい場合

交代制勤務、夜間勤務などで、日によって生活パターンが大きく違う場合は、それを3-4通りに分類し、各パターンをイ、ロ、ハなど(例えば、イ：早出勤務、ロ：遅出勤務、ハ：休日、または、イ：日勤、ロ：準夜、ハ：深夜、ニ：休日など)と決めて、平日・休日の欄に記入する。

運動部など運動量の日による差が大きい場合は、運動量のパターンを3-4通りに分類し、各

パターンをイ、ロ、ハなど(例えば、イ：練習日、ロ：試合日、ハ：オフ日)と決めて運動の欄に記入する。

各パターンごとにインスリンを調節し、低血糖や高血糖を検討することになる。各パターンごとに別ページに記入すると、わかりやすくなる。

4-5-3 無自覚性低血糖から脱する方法

目標血糖値を全体に高め、低血糖を抑え込むことで、無自覚性低血糖から脱することができる。

2-3週間で可能であるとされている。

4-6 食事とインスリンの関係

4-6-1 炭水化物カウンティング法(簡易法)

炭水化物カウンティング法は、炭水化物量にあわせて超速効型インスリン量を変更し、食後血糖値を正常に保つ方法である。この方法を会得すれば、食事量を自由に変更できる。以下は、その簡易法である。

4-6-1a ある食事について、炭水化物量〔普通〕に最適な超速効型インスリン量を定める。

4-6-1b その食事に対し、炭水化物量を〔少〕、〔普通〕、〔多〕の3段階に区別する。

4-6-1c 〔少〕となる食事を意図的に作って、その時、〔普通〕よりインスリンを1割減らす。朝食を減らすなら、普通の朝食時インスリンを、例えば10単位であったとすれば、それを9単位とする。2時間後の血糖値を測定して、4-2-1の目標値より低くなるなら次回は8単位とする、目標値より高いなら次回は朝食をさらに減らす、のように調節していく。

4-6-1d 〔多〕の場合も同じようにする。夕食を増やすなら、〔普通〕の夕食インスリン量を1割増、例えば20単位であれば22単位とする。2時間後の血糖値を測定して、4-2-1の目標値より高くなるなら次回は24単位とする。変わらないなら、食事のその程度の変化は無視してよいことになるので、20単位のままとする。

このようにしてインスリンの調節法が定まったら、食べる前にその食事の炭水化物量をあらかじめ

判断し、それに合わせたインスリンの増減も可能となる。インスリン依存状態の糖尿病の食事療法には、炭水化物カウンティング法が最も適切と思われる。

この簡易法でうまくいかない場合には、より厳密な、献立中の炭水化物量を計算する方法を用いる。

4-6-2 体重についての注意(思春期以後の場合)

炭水化物カウンティング法を会得すれば自由に食べても高血糖を避けることができるが、この方法は全体の食事量を考慮していないので、体重が増加する場合がある。適切な体重が維持できることが、全体としての食事量の目安である。炭水化物カウンティング法を行う場合、常に自宅で体重を測定し、全体としての食事量をモニタリングする。体重が増加してくるなら、次の順序で肥満を防ぐ。ただし、思春期前では食事の制限は必要ない。

4-6-2a 運動量を増やす。

4-6-2b 食事時の脂肪量を減らす。このためには脂肪の多い食品を制限したり、脂肪の少ない食品に換える、油を使わない調理方法を選ぶなどの方法がある。

4-6-2c 炭水化物量を減らす。この時、炭水化物カウンティング法を用いて低血糖や高血糖を防ぐ必要が出てくる。

4-7 血糖測定の必要回数

4-7-1 低血糖がなく HbA1c も高くない場合。(1ヶ月に0-20回程度)

1ヶ月の間に低血糖がなく、HbA1cも6.5%以下で安定している場合は、インスリンの調節は不要なので、血糖自己測定の必要性は非常に低い。1回も測定しなくてもかまわない。1型糖尿病では、HbA1cは良いのにたまたま血糖の高い時点にでくわすことがあるが、これを気にする必要はない。ただし、自動車運転、危険作業、人生の重大事(試験、人前でのプレゼンテーションなど)、環境の激変(入学や就職の直後など)では、

作業前など要所で血糖測定が必要であろう。

【おわりに】

4-7-2 時おり低血糖がある、または、HbA1cが高い場合。(1ヶ月に20-30回程度)

低血糖の時はなるべくすべて測定する。また、各タイミングのインスリンごとに1ヶ月あたり少なくとも1回、できれば3-4回の測定が必要である。しかし、これ以上測定回数を増やす意義はない。

原理的にいうと、各時間帯ごとの平均値を大きく低めない測定結果を付け加えても治療上なら意義はない。

4-7-3 運動、生活パターンの日による差が大きい場合。(1ヶ月に20-60回程度)

運動パターン、生活パターンを3-4通り程度に分類し、それぞれについて、各タイミングのインスリンごとの測定が必要になる。パターン分類を細かくしすぎると、現実生活に適用できなくなるので不適當である。

4-7-4 炭水化物カウンティング法を始める場合。(1ヶ月に40-80回程度)

インスリンの調節法が定まるまでは、測定回数が多くなるが、いったん決まってしまうと、その後は少ない測定で十分になる。

4-7-5 無自覚性低血糖のある場合。1ヶ月に20回以上低血糖がある場合。(1ヶ月に60-120回程度)

無自覚性低血糖があることがわかったら、頻繁に血糖を測定し、目標血糖値を少し高めて、2-3週間以内に脱するようにしなければならない。また、低血糖の多い場合は、速やかに改善を図らなければ無自覚性低血糖に移行する危険がある。この場合も放置してはいけない。

このように頻繁に血糖測定を行わなければならない状態は、2ヶ月以上連続してはいけないということになる。

糖尿病性ケトアシドーシスの治療は、インスリン作用、糖毒性や体液分布などの病態生理が展開される場で、インスリン療法が華々しく活躍する。一方で、初発の1型糖尿病患者にとっては、生涯にわたるインスリン補充の必要性を受け入れなければならない深刻な事態でもある。

適切なクリニカルパス、血糖値評価法、予後を見通すことのできる1型糖尿病診断基準を確立して、患者の生活の質向上²²⁾に資することが望まれる。

なお、本研究の一部(第2章)は、平成13年度厚生科学子ども家庭総合研究「自己管理を必要とする長期慢性疾患への、学校における社会的支援のあり方に関する研究」の援助を受けた。西九州大学健康栄養学科 久野一恵の討議に深謝する。

参考文献

1. 久野建夫(2005) 糖尿病にともなう特別ニーズを支援するカリキュラムの策定に関する研究 I 無自覚性低血糖と運転免許に関する患者及び教育担当者向け教材。J. Fac. Edu. Saga Univ. 9(2):21-34
2. 久野建夫(2005) 糖尿病にともなう特別ニーズを支援するカリキュラムの策定に関する研究 II 血糖自己測定のための機器に関する患者及び教育担当者向け教材。J. Fac. Edu. Saga Univ. 9(2):35-41
3. 葛谷健(1999) 新しい日本糖尿病学会の分類と診断基準。内分泌・糖尿病科 9(2):95-101
4. 小林正(1999) 糖尿病の新しい病型分類-アメリカ糖尿病学会(ADA)・WHOおよび日本糖尿病学会糖尿病診断基準検討委員会の新病型分類-。臨床糖尿病 29(10):1295-1301
5. 久野建夫(2005) 1型糖尿病とその治療。1型糖尿病お役立ちマニュアル Part 1 改訂版 特定非営利活動法人日本IDDMネットワーク、佐賀、p2-7
6. Tamborlane WV, Gatcomb PM, Held NA, Ahern J. (1994) Type I Diabetes in Children. Therapy for Diabetes Mellitus and Related Disorders. 2nd Edition Lebovitz HE(eds), American Diabetes Association, Inc., Alexandria, p45-52
7. 別所寛人、坂頭節哉、三家登喜夫、南條輝志男(1998) 成人のインスリン依存型糖尿病。臨床と研究 75(1):79-81

8. Fajans SS (1990) Classification and Diagnosis of Diabetes. Ellenberg and Rifkin's Diabetes Mellitus. Theory and Practice. 4th Edition Rifkin H, Porte D, Elsevier Science, New York, p346-356
9. 小野百合 (1999) クリティカル・パスに基づく糖尿病診療。プラクティス 16(4):399-403
10. 鎌江伊三夫 (1999) クリティカル・パスと Evidence-based Medicine—特にバリエーションの対処—。プラクティス 16(4):404-409
11. 小野百合 (2003) 糖尿病におけるクリティカルパス。Diabetes Journal 31(4):28-31
12. 久野建夫、宮崎澄雄 (1998) 若年発症糖尿病の治療。30の大学および施設による診断と治療シリーズ 続・糖尿病の診断と治療 真興交易医書出版部、東京、p323-332
13. 田苗綾子 (2002) 糖尿病。専門医による小児内分泌疾患の治療改訂 第2版 田苗綾子、前坂機江、田中敏章、横谷進、立花克彦著、診断と治療社、東京、p154-177
14. American Association of Diabetes Educators 村上啓治 訳 (2002) 高血糖。「日本語版」糖尿病療養指導のためのコア・カリキュラム改訂第3版 三村悟郎、小川明三監訳、メディカルレビュー社、東京、p387-408
15. 平田幸正 (1991) 糖尿病昏睡 糖尿病の治療 文光堂、東京、p795-833
16. 日本糖尿病学会療養指導委員会 (2002) 合併症の重要性を知る 糖尿病性昏睡。糖尿病療養指導の手引き 改訂第2版 社団法人日本糖尿病学会編、南江堂、東京、p130-137
17. Sperling MA (1994) Diabetic Ketoacidosis in Children. Therapy for Diabetes Mellitus and Related Disorders. 2nd Edition Lebovitz HE(eds), American Diabetes Association, Inc., Alexandria, p38-45
18. Kreisberg RA (1990) Diabetic Ketoacidosis. Ellenberg and Rifkin's Diabetes Mellitus. Theory and Practice. 4th Edition Rifkin H, Porte D, Elsevier Science, New York, p591-603
19. Kitabchi AE, Umpierrez GE, Murphy MB (2004) Diabetic ketoacidosis and Hyperglycemic Hyperosmolar state. International Textbook of Diabetes Mellitus. 3rd. Edition DeFronzo RA (eds), John Wiley & Sons, West Sussex, p1101-1119
20. 久野建夫 (2004) 第10回修正国際疾病分類 (ICD-10) の診療現場での利用に関する検討。J. Fac. Edu. Saga Univ. 9(1):13-20
21. 久野建夫 (2005) 低血糖を減らせ！大作戦。1型糖尿病お役立ちマニュアル Part 1 改訂版 特定非営利活動法人日本 IDDM ネットワーク、佐賀、p15-22
22. 久野建夫 (2005) ドイツの糖尿病事情 医療制度改革の中、守られる慢性疾患患者の医療機関への低額支払。月刊糖尿病ライフ さかえ 2:48