

血糖値の連続測定による食事と血糖値との関係の調査

Investigation of the relationship between meals and blood sugar levels by continuous measurement

後藤 昭弘*

Akihiro GOTO

Abstract: In this paper, the relationship between meals and blood sugar levels was investigated by continuous measurement of blood sugar level using “FreeStyle Libre” of Abbott Laboratories. The author measured his own blood sugar level for two weeks and investigated the relationship between food intake and blood sugar levels. As a result, meat, fish, vegetables, and nuts do not raise blood sugar levels significantly. On the other hand, rice, udon, soba, and curry rice significantly raised blood sugar levels. Furthermore, it was found that alcoholic beverages such as wine, sake, whisky and brandy did not raise the blood sugar level at all. While beer raised blood sugar.

1. はじめに

人間ドック等の健康診断では、空腹時血糖値や HbA1C のような血中グルコース濃度（以下、血糖値）に関連する項目が検査項目に含まれることが多い。現在では、糖尿病患者および予備軍とされる血糖値に注意を払わなければならない人の割合が人口の 15%以上とも言われ、糖尿病は国民病ともいえる病気になっている。筆者もご多分に漏れず、年齢の上昇に伴って空腹時血糖値も HbA1C も徐々に上昇しており、昨年度末の人間ドックでは、空腹時血糖値が 100mg/dL、HbA1C が 6.0% となった。親や兄弟に糖尿病患者がいるわけでもないのに、最近までは血糖値に対してさして気にしたことはなかったが、少しずつ気になるようになってきた。そのようなことを考えていたある日、自宅のテーブルに積まれていた本の中に、牧田善二著「糖質中毒」¹⁾ という本があるのを見つけ、手に取り読んだことが、この論文を書くことになるきっかけである。「糖質中毒」の中に、血糖値を連続 2 週間測定できるアボット社の「フリースタイル リブレ」という商品が紹介されていた。そこで、早速購入し、実際に血糖値がどのような食事でのどの程度の影響を受けるのかについて調べることにした。なお、リブレは、実際には直接に血糖値を測定するのではなく、血糖値と相関の高い間質液中のグルコース値を測定して、血糖値に換算しているが、本論文では、血糖値として表記する。また、本論文での議論は、サンプル数が一人（筆者自身）のデータに基づいており、一般化できない可能性があることをお断りしておく。

2. 実験の方法

前述のように、リブレでは 2 週間分の連続した血糖値を測定することができる。初めの数日は、普段の生活を行い、

血糖値がどのように変化するかについての、概略の様子を把握することを目的とした。その後、種々の食品を摂取し、その際の血糖値の変化と照らし合わせた。

測定は、以下の要領で実施した。2022 年 8 月 8 日 23 時 15 分にセンサーを装着し、8 月 22 日 23 時 41 分に取り外した。センサーを装着した時の様子を図 1 に示す。左腕の上腕後部に装着した。センサーには細い針があるが、装着時にも、装着中にも、特に痛みはなく、はじめの 1 日、2 日は、違和感があったものの、その後はほとんど気にならなくなった。測定した期間が真夏の暑い時期だったため、衛生面等気になったが、実際には特に問題もなかった。

（なお、測定中には、センサーの上から、保護用のパッチを使用していた。）リブレでは、定期的（15 分間隔）に自動的に血糖値が記録されつつ、確認したい任意のタイミングでの血糖値が記録される。



図 1 リブレ装着の様子

3. 測定実験準備（通常生活時の血糖値変動の観察）

測定開始時期（測定期間の前半）がちょうど夏休み中だったため、普段の生活とは異なり、自宅にすることが多い

2023 年 5 月 9 日受理

* 理工学部 機械工学科

状態で、血糖値の測定を開始することになった。普段の週末の状態に近いということもできる。

夜中や起床直後の血糖値を見ると、100mg/dL 前後になっていたの、実際の検診での値と同じレベルであり、測定値が妥当な値であることが確認できた。

初日（8月9日）の（遅めの）朝食（図2）では、ゆで鳥、トマト、キュウリ、みそ汁、梅干し2個、玄米100gのお茶漬け、食後のコーヒー3杯（1杯目には市販のコラーゲンを添加）を食した。食後の血糖値の変化の推移を図3に示す。食事を摂った時間をグラフ中に帯で示した。食事後、徐々に血糖値が150mg/dL程度まで上昇し、30分程度で下がり始めたことがわかる。（本論文で示す血糖値推移のグラフは、横軸を特別の断わりのあるもの以外は約3時間の範囲で、縦軸の血糖値（グルコース値）を80～240mg/dLの範囲で示している。）この時点での筆者の血糖値に対する知識は、「空腹時血糖値が100 mg/dLを超えると少し要注意、食後血糖値が180mg/dLを超えると少し危険、200mg/dLを超えるとかなり危険」という程度であったので、食事をするとその程度血糖値が上がるのか、というくらいのものであった。



図2 初日の朝食（8月9日）

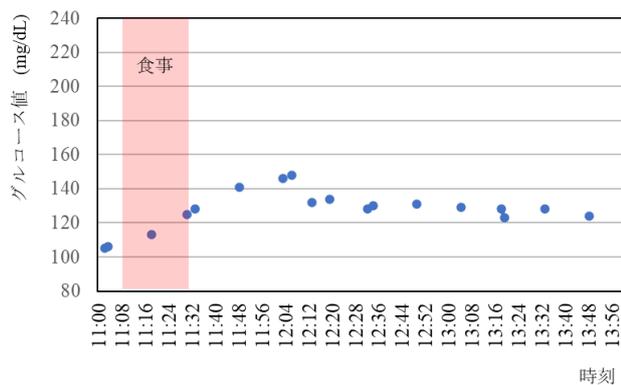


図3 初日の朝食（8月9日）での血糖値の変化

同日の昼食には、自作のカレーライスを食べた（図4）。前日に豚バラ肉をゆでておき、豚角煮入りのカレーを作り、玄米の米飯100gとのカレーライスとした。ピーマンの煮物を付け合わせにした。筆者にとってはカレーは好きな食事メニューであり、かつ、カレーライスは健康的な食事

あると思っていたので、その結果はかなりショッキングなものであった。食事の時間とその後の血糖値の推移を図5に示す。それほど量の食事でもなかったが、食後10分程度で、血糖値が180mg/dL程度まで上昇した。朝食でも同じ量の米飯を摂っているの、血糖値の上昇の原因はカレーにあると考えざるを得ない。そこで思い当たったのが、カレー粉の成分である。カレー粉にはターメリック等いろいろな成分が含まれているが、主成分が小麦粉である。小麦粉と米飯の組み合わせ、すなわち、糖質の組み合わせで血糖値が上昇したのだと推測した。



図4 初日の昼食（8月9日）

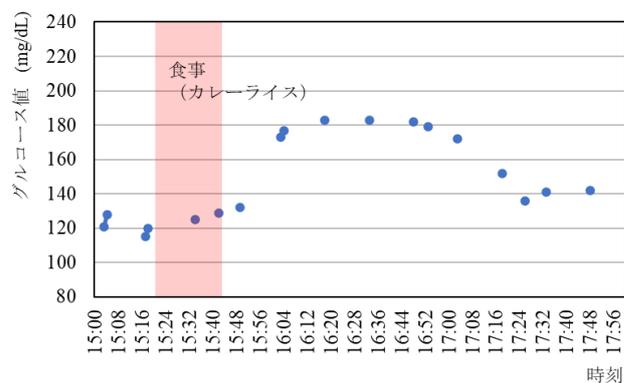


図5 自作カレーライス（8月9日）での血糖値の変化

夕食には、ビール、ウィスキー、赤ワインを飲みながら、中華飯、切り干し大根、焼き豆腐等の簡単な食事を摂った（図6）。食事時の血糖値は昼食ほどには上がらず、160mg/dL 台程度までの上昇だったが、なんとなくではあるが、ビールは血糖値を上げ、ウィスキーやワインは上げなさそうに感じられた。この後の実験で詳細を確認していくこととした。

翌日（8月10日）は、朝食を摂った後に外出し、昼食は外食した。昼食に摂ったのは図7に示すかき揚げそばである。筆者の認識ではそばは比較的GI値（glycemic Index）の低い食品であり、血糖値を上げにくいと思っていたが、結果はこれも衝撃的であった。かき揚げそばを摂った後の血糖値の推移を図8に示す。食事後1時間くらいの時間で、血糖値が220mg/dLあたりまで上昇していたことがわかる。

血糖値上昇の理由がつなぎの小麦粉にあるのではないかと、この時点では思っていた。



図6 初日の夕食 (8月9日)



図7 かき揚げそば (8月10日)

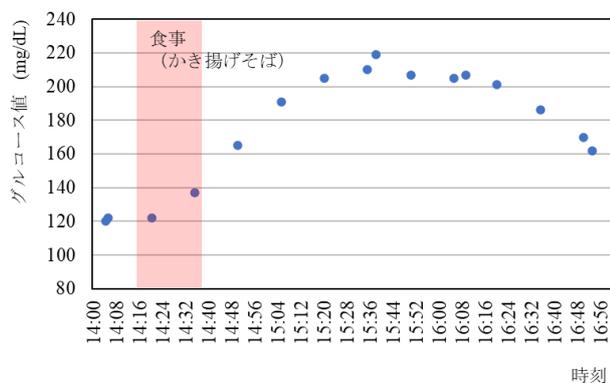


図8 かき揚げそば (8月10日) での血糖値の変化

以上のように、リブレを装着して2日間の血糖値の変化を観察し、以下のようないくつかの疑問が生じた。

- ・ どのような食事を摂ると血糖値が上がり、どのような食事なら血糖値を上げないのか。食事を摂る量と血糖値の上昇具合は関係ないように見える。
- ・ GI値が低いと言われている食事でも血糖値は上がるのではないかと。
- ・ カロリーと血糖値は関係ないのではないかと。
- ・ 酒類は血糖値に影響しないのではないかと。

これらの中には、既に一般的に既に知られている内容もあるが、筆者のような医学的な知識がない者にとっては新鮮な疑問であった。これ以降の期間で、これらの疑問に対する答えを探ろうと試みた。

4. 炭水化物制限の血糖値への影響

測定開始直後に血糖値が上昇しやすい食事を摂れたことは、後の実験を組み立てる上で参考になった。カレーライスとかき揚げそばという炭水化物の大量摂取が血糖値に影響していると考えられたので、測定実験の1つ目として、炭水化物を制限した時にどのような血糖値の変化を示すかを調べた。制限の方法は、米飯を摂らなかつただけであり、副食に用いられる炭水化物類は制限していない。また、食事も制限せず、普段と同じような満腹感が得られる量の食事を摂った。アルコール類も制限しなかつた。

朝食には、ゴーヤ+豚肉+卵の炒め物、もずく、味噌汁、コーヒーを摂った。昼食には、冷ややっこ 350g+オクラ+イワシ節+醤油、トマト、(休日だったので) ビール 350ml 1缶、ミックスナッツ、ワインを摂った。夕食前に、ビール1缶を摂り、その後、夕食として、キュウリのサラダ、白身魚のカレームニエル、オクラを摂り、その後、ウイスキーとナッツ類を摂った。

この日1日の血糖値の推移を図9に示す。横軸は起床時から就寝前までの約17時間の時刻を示している。これまでのグラフ同様に食事を摂っていた時間を帯で示している。食事の時間あたりで血糖値が上昇しているが、炭水化物制限をすることで、この日の血糖値は最高でも150 mg/dL程度までしか上昇しなかつた。夕食時(20時付近)に食事中にも関わらず、血糖値が低下している様子を示していることから、この付近の血糖値上昇の原因は、夕食ではなく、食前に飲んだビールにあると言えるかもしれない。ビールにより上昇した血糖値が、食事を摂っていても下降し、食後にはウイスキーやナッツ類を摂ったが、血糖値上昇には全く寄与していないことがわかる。そう考えると、昼食時の血糖値上昇も食事そのものよりも、ビールの影響である可能性が高いことがわかる。

以上の結果から、血糖値の上昇を抑えるためには、炭水化物の摂取の制限(およびビールの摂取)が有効であることがわかる。近年、炭水化物ダイエットという言葉をよく耳にするようになったが、このようなことを言っているということが確認できた。以下、個別の食品と血糖値との関係を調べた結果について述べていく。

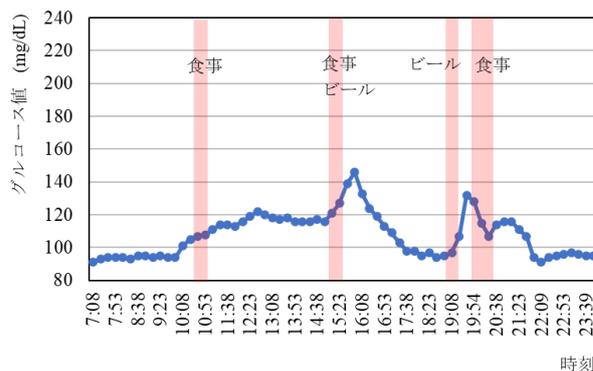


図9 炭水化物制限時の血糖値の推移 (1日)

5. 個別の食事と血糖値との関係調査

5.1 血糖値を上げた食事

これまでの調査で、どのような食事や酒類で血糖値が上昇するのか、概略雰囲気がつかめてきたので、個々の食品の影響の大きさを調べることにした。

図10にカレー店でカレーとナン（ドレッシングがかかった小さなサラダとスープもついた）セットを摂った時の血糖値の推移のグラフを示す。カレー店でのテストを試みたのは、前掲の自作カレーライスで血糖値が上がった理由が市販のカレー粉に小麦粉が多く含まれているためではないかと考えたからである。カレー店のカレーなら香辛料だけで味付けをされているのではないかと想像したが、実はその点は店主に確認していないので、実験としては中途半端なものとなった。しかし、カレールーに小麦粉が入っているのがいまいが、大きなナンを摂るのでその影響の方が大きいかもしれない。図10からわかるように、食後30分程度で血糖値が230mg/dLに達した。この値は、今回の2週間の測定期間中の最高値であった。

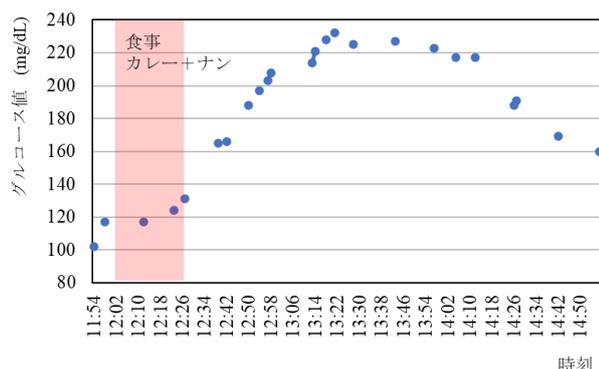


図10 カレー+ナンでの血糖値の変化

次に、十割そばの影響について調べた。前掲の外食したかき揚げそばでの血糖値上昇が、つなぎの小麦粉のためではないかと考えたからである。GI値が比較的低い十割そばであれば、それほど血糖値を上げないのではないかと想像していたが、結果は予想とは異なっていた。市販の十割そばの乾麺200gを茹でて盛りそばとして摂った時の血糖値の推移を図11に示す。いきなりそばだけを摂ればよかったが、実験とはいえ、高血糖になる食事をそれまでに何度か摂ったので、そばの前に小鉢一杯分くらいの野菜（キャベツが主、ドレッシング等なし）を摂った後でそばを摂った。それでも、カレーの時よりも急激に血糖値が上昇し、200mg/dLを超える値にまで達した。GI値が低いと言われるそばであるが、血糖値の上昇スピードは図10のカレーの時よりも速く、GI値で血糖値をコントロールしようという考えの有効性に疑問を感じる結果となった。なお、図11の15:54辺りで一旦血糖値が低下しているが、その理由はわからない。

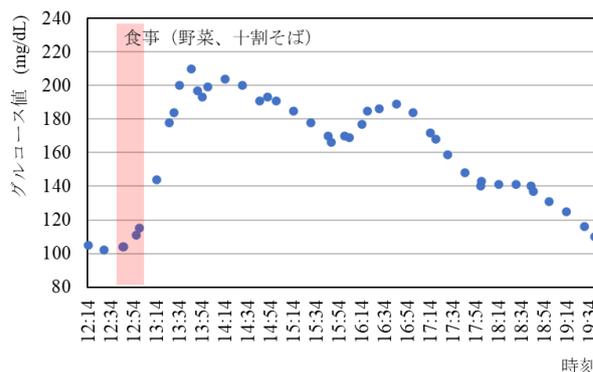


図11 十割そばでの血糖値の変化

5.2 血糖値を上げなかった食事

血糖値を上げる食事について述べてきたが、本節では、予想外に血糖値を上げなかった食事、予想通り血糖値を上げなかった食事について述べる。

まず、予想外に血糖値を上げなかった食事として、鮭がある。血糖値測定期間中に摂った鮭の写真を図12に示す。サラダ、茶わん蒸し、みそ汁、鮭10貫のセットメニューである。鮭10貫ではあるが、追加で注文するつもりだったが追加できないほど満腹感を得た量の食事だった。鮭は、甘い酢飯でできているので、相当に血糖値を上げると予想していたが、図13に示すように、血糖値は上昇するものの、最高値で160mg/dLと、低い値に留まった。酢飯と比較して大きな鮭ネタにより糖質の吸収速度が抑えられていたことが考えられる。カレーやそばに比べて、160mg/dL辺りで推移する時間は長いようにも見える。



図12 鮭での血糖値の推移

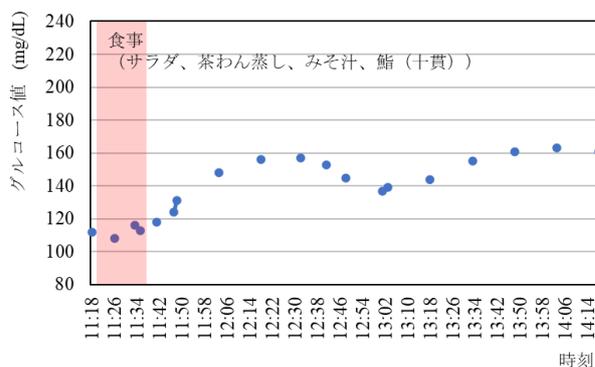


図13 鮭での血糖値の変化

予想していた通りに血糖値が上がらなかった食事として、肉類、魚類がある。

8月16日の夕食に、豚肉200gとキャベツの炒め物を摂った。本当は別の食事を摂る測定も行う予定だったが、それができなくなるほど満腹になった。それでも血糖値は120 mg/dL 台に留まった。

6. アルコールと血糖値との関係調査

今回の血糖値測定を始めるまでは、ここ数年の血糖値の漸増の原因がアルコールの摂取にあるのではないかと考えていた。しかし、測定を始めてしばらくすると、何か違いそうだと思うようになってきた。そこで、いろいろな種類のアルコール摂取によるその後の血糖値の変化を調べることとした。

まず、ワインの影響を調べた。使用したワインは図14に示す長野県で購入した酸化防止剤無添加の甘口の赤ワインである。空腹時（食事前）にワインのみ約800mlを20~30分かけて摂取した。その後の血糖値の変化の推移を図15に示す。非常に甘い口当たりのワインであったにも関わらず、全くと言ってよいほど血糖値には影響を与えていないことがわかる。



図14 試験に使用したワイン

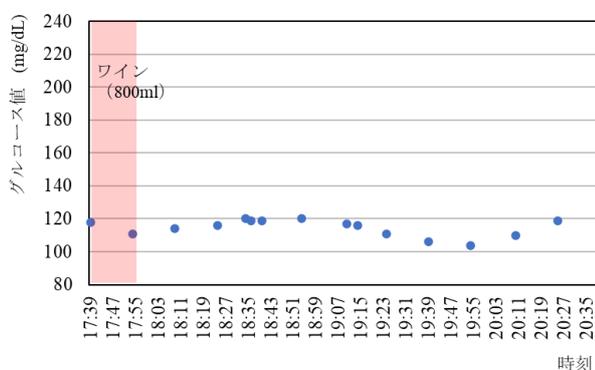


図15 ワインでの血糖値の変化

次に、日本酒とジンの影響について調べた結果を図16に示す。この試験は夕食後の血糖値が下がった時点で行ったものである。日本酒約2合を味付けした魚とともに取っ

た。若干血糖値が上昇しているようにも見えるが、ほぼ変化がないことがわかる。次の実験からも、このわずかな上昇の原因は、一緒に摂った魚の味付けにあると見ている。日本酒を摂った後しばらくして、ジンをナッツ類とともに摂った。ジン（ダブルくらい）を飲んででも、ナッツを食べても血糖値は全く上昇しないことがわかる。

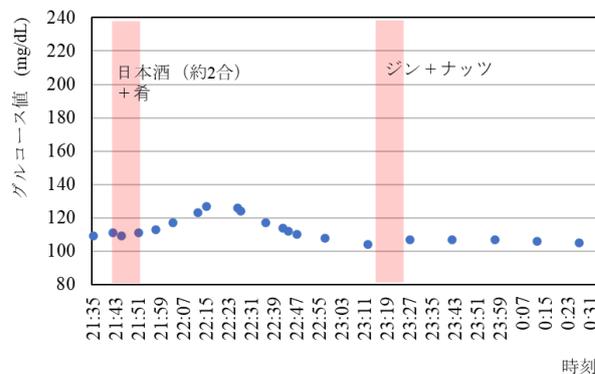


図16 日本酒、ジンでの血糖値の変化

アルコール類で血糖値が上がらないことが示されてきたが、それまでの測定でなんとなく血糖値が上がるように感じていたのが、最もポピュラーなアルコールの1つのビールである。ビールを摂った時の血糖値の変化の様子を図17に示す。食事前の空腹時にビールを1050ml（350ml 缶3本）を摂ったところ、30分くらいの間に血糖値が200mg/dLまで上昇した。ビールは血糖値を上げることがわかる。血糖値が下降しはじめたところで、魚（ただ焼いただけ）と野菜（味付けなし）と日本酒約300mlを摂ったが、食べている最中も食べ終わった後も血糖値は下がっていることがわかる。ついでながら、血糖値が下がったところで、即席麺の影響を調べた（即席麺1袋）。急激に血糖値が上昇すると思ったが、量が少ないためか、それほど上昇しなかった。

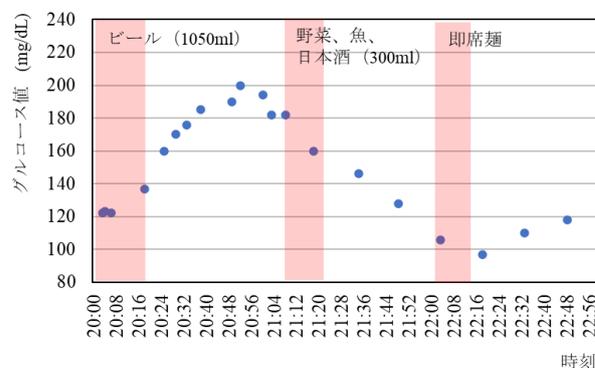


図17 ビール、日本酒、即席麺での血糖値の変化

これらのアルコール類の影響を周りの方々に話すうち、他のアルコール類についての調査依頼が入るようになった。

てきた。その中でも多かったのが、最も甘いアルコール類の一つであるブランデーであった。ワインが影響しなのであるから、ワインを蒸留したブランデーが影響することはないだろうと予想はしていたが、あまりの甘さゆえ、確信は持てないでいた。図18に食後しばらくしてブランデーを摂った時の血糖値の変化を示す。やはり食後に高かった血糖値がブランデーを飲んでいる最中にも低下して行っていることがわかる。かつて、飲食店の従業員が「ブランデーは糖尿病になるので、ウイスキーを飲むようにしている。」と言っていたことを思い出す。当時は、なるほど、と思っていたが、今なら、「それは間違いです。ブランデーでも大丈夫です。」と言うところである。

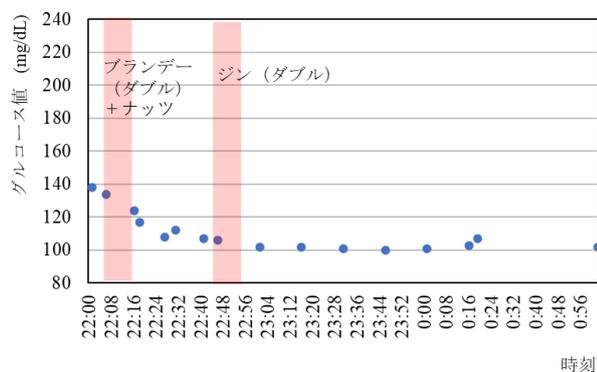


図18 ブランデーでの血糖値の変化

その他のアルコール類については、調査していないが、推測するに、蒸留酒、例えば、焼酎、白酒（中国酒の白酒）等は血糖値を上昇させないと考えられる。一方で、梅酒等、砂糖を直接投入したようなリキュール類は上昇させると推測している。

7. 清涼飲料水（コーラ）と血糖値との関係調査

筆者は普段は清涼飲料水の類を口にするのは全くないが、この試験中に一度は見ておかなければと思い、350mlのコーラで試すことにした。コーラを短時間で摂取した後の血糖値の変化の様子を図19に示す。予想した通りではあるが、急激に血糖値が上昇していることがわかる。

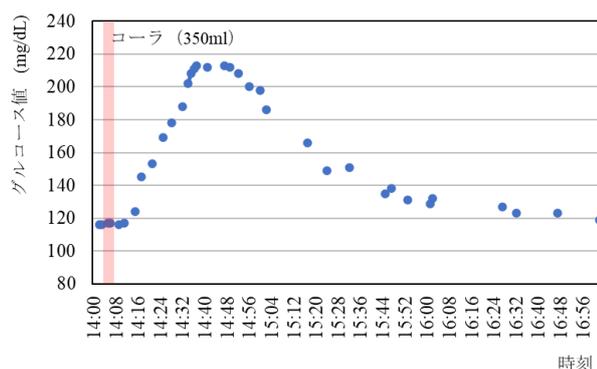


図19 コーラ (350ml) での血糖値の変化

8. 運動の血糖値への影響調査

筆者に詳しい医学的知識はないが、空腹時に運動すると空腹感が緩和されるという話を聞いたことがあった。そこで、運動と血糖値の関係を調べることにした。階段の上り下りのような短時間の運動ではあまり変化が見られなかったが、長い時間に渡る運動では、血糖値に影響があることがわかった。図20に、休み休みではあるが、3時間テニスを行った時の血糖値の変化の様子を示す。テニスを行っている期間（休み時間も含めて）水分補給のために水は飲んだが、一切の食べ物は採っていない。しかし、開始時120 mg/dL程度だった血糖値が、1時間くらいの運動で160 mg/dLまで上昇した。

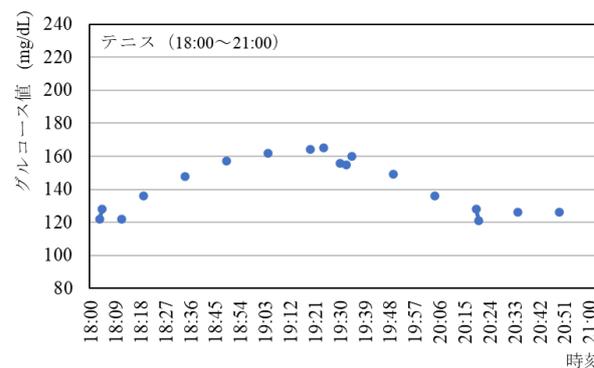


図20 運動（テニス）での血糖値の変化

9. 測定結果を踏まえて

2週間に渡る血糖値測定の結果を踏まえて、以上の考察を基に、食事の内容を少しだけ見直し、全く無理することなく、食事制限をして、体の変化をしばらく見てみることにした。実施した改善は以下の通りである。

- ・炭水化物を気持ち控えめにした。
- ・ビールをなるべく1本に抑え、後は、別の酒類を摂ることにした。
- ・スナック菓子などはあまり食べないようにした。

以上の改善を約1か月続けたところ、全く減らすつもりでなかった体重が2~3kg減り、胴回りが2cmほど減り、30年前に作ったスーツが無理なく着られるようになった。

10. やり残したこと

今回の測定で、実施しようとしていてできなかった内容は以下の項目である。多くの方からの要望も多かったが、実施できず残念だった。

- ・胡椒の影響の調査
胡椒は食事を高GI値にする作用があると言われている。例えば、同じラーメンを1回目は胡椒なしで、2回目は胡椒ありで食べ、血糖値の変化の違いを比較したかった。

・コーラゼロの血糖値への影響調査
コーラにより血糖値が上昇することを人に話した際に複数の方から言われたのが、「コーラゼロはどうなる？」

ということだった。おそらく血糖値の上昇はないものと想像するが、実際に確認できるとよかった。

・食事前の野菜の効果の調査

この内容も、多くの方から要求された内容である。同じ食事を2回摂り、1回は事前に野菜を食べ、2回目は野菜を食べなかった場合の違いを比較し、通説の効果を確認したかった。

11. まとめ

2週間連続して血糖値を測定し、以下の内容を確認した。

- ・カレーライス、そば等の炭水化物を摂取した際に血糖値が上昇した。
- ・炭水化物を制限することで、血糖値の上昇を抑えることができた。
- ・酒類（ワイン、日本酒、ウィスキー、ジン、ブランデー）は血糖値を上げなかった。ただし、ビールは血糖値を上昇させた。
- ・運動により、血糖値を上げるようである。

参考文献

- 1) 牧田善二：糖質中毒、文春新書（2022）