ソルビトールのビタミン B₂ 節約作用

Riboflavin Sparing Action by D-Sorbitol in Rat

国立栄養研究所応用食品部 (The National Institute of Nutrition)

印 南 敏 (S. Innami)

高 居 百 合 子 (Y. Takai)

見 目 明 継 (A. Kenmoku)

岩 尾 裕 之 (H. Iwao)

Morgan et al has recently reported that sorbitol has the thiamine sparing action in rat.

Then, it is very interesting to research whether sorbitol has a same action on riboflavin in rat.

The diet composition is shown in Table 1.

Growing rats of approximately 60~80 gram body weight were divided into two groups. One was riboflavin supplemented group, the other was riboflavin unsupplemented group.

The former was supplied 5γ of riboflavin per animal per day orally in addition to riboflavin contained in the diet.

The latter was only supplied approximately 0.7γ of riboflavin per animal per day from the diet. Each group was divided into three diet groups.

As shown in Fig. 1, 2, a remarked increase of body weight was obtained in sucrose plus sorbitol diet group than in sucrose diet group, in both riboflavin supplemented and riboflavin unsupplemented group. The amounts of fecal riboflavin for three days were the largest in D-sorbitol added group in both riboflavin supplemental and suboptimal.

It suggests that the riboflavin synthesis by intestinal bacteria was increased by addition of D-sorbitol.

From the results of these experiments, it has been presumed that D-sorbitol may have the riboflavin sparing action in rats.

¹⁾
緒言 Morgan等は飼料中の糖質をグルコースとした場合、グルコースの一部をソルビトールで置き換えると、B₁ 欠乏飼料にても白ネズミの生存日数が延びるばかりでなく、相当期間体重増加をもたらすとのべ、ソ²⁾ルビトールに³⁾ビタミン B₁ 節約作用のあることを見出した。稲垣等、桜井等も白ネズミを用いて Morgan 等の実験を追試し、ソルビトールに B₁ 節約作用のあることを認めた。

そこで、著者等はソルビトールが B₁ と同様に B₂ 節約作用をも有するのではないかと考え本実験を行つたので報告する。

実験方法 Wistar 系の 60~80g の雄白ネズミを B₂ 不足群と B₂ 投与群の二群に大別し、各群はさらに蔗糖群、蔗糖 + D-ソルビトール群、デキストリン群とに分けた。

飼料組成は第1表に示す如くである。カゼインは B₂ の除去には十分でないが O. L. Kline⁴⁾の方法に従つ

て精製したものを使用した。

B₂ 不足群の B₂ 量は精製カゼインに含まれるものから得られるのみで、飼料 100 g 中 8.6γ であった。B₂ 投与群の B₂ 量は飼料から得られるものの外、1 日 5γ を経口投与した。B₁ もいずれも 1 日 5γ を経口投与した。

混合塩類は米国局方 XⅢ の Salt Mixture No. 2 を参考に著者の一人が処方した⁵⁾ものを用いた。ビタミン混合は白ネズミのビタミン要求量に一致する混合割合を参考として著者の一人が処方した。⁶⁾

D-ソルビトールは最初は 5%，次に 20% 投与したが、下痢を起したので 15% に戻して実験を行った。

糞便 B₂ 量は 3 日間の糞便を採集し、八木法により総 B₂ 量を測定した。⁷⁾

実験結果 白ネズミを 30 日間飼育した際の体重曲線を第 1～2 図に示した。

Table I

Diet	Dextrin group %	Sucrose group %	Sucrose plus sorbitol group %
Dextrin	56	—	—
Sucrose	—	56	41
Sorbitol	—	—	15
Casein	20	20	20
Crisco	10	10	10
⁶⁾ Vitamin mixture	10	10	10
⁵⁾ Mineral mixture	4	4	4

Fig. 1 --- Riboflavin supplemented group

Fig. 2 --- Riboflavin unsupplemented group

体重増加は B₂ 不足群ではソルビトール添加群が最も良く、ついでデキストリン群、蔗糖群であり、B₂ 投与群も全く同様な傾向でソルビトール添加群がもつとも良く、蔗糖群がもつとも劣っていた。

第 2～3 表には飼料効率及び盲腸、糞便中の総 B₂ 量を示した。

飼料効率は表より明かなように、ソルビトール添加群がもつとも良く、つづいてデキストリン群、蔗糖群で体重増加を非常によく裏打ちしている。

又、盲腸内容物の B₂ 含量を測定した結果、各群とも B₂ 投与群と不足群との間には著しい差は認められなかったが、ソルビトール添加群、デキストリン群が最も高い含量を示し、蔗糖群は著しく低かった。しかして

Table 2. The Effect of D-sorbitol Supplementation on Intestinal Riboflavin Synthesis in Riboflavin Suboptimal Group

Group	Number of Animals	Initial Weight g	Final Weight g	Diet Efficiency	Riboflavin Intake γ /day	Weight of Cecum Content g	Riboflavin in Cecum γ	Riboflavin in Cecum γ /g	Feces Weight g	Riboflavin excreted in Feces γ	Riboflavin excreted in Feces γ /g
Dextrin	4	78 $\pm$ 6.7	140 $\pm$ 18.7	4.3 $\pm$ 0.6	0.74 $\pm$ 0.1	4.2 $\pm$ 0.7	31.3 $\pm$ 14.1	7.5 $\pm$ 3.4	2.6 $\pm$ 1.3	37.4 $\pm$ 18.4	14.7 $\pm$ 2.3
Sucrose	5	75 $\pm$ 11.3	76 $\pm$ 10.5	162.6	0.65 $\pm$ 0.1	1.7 $\pm$ 0.6	5.1 $\pm$ 2.4	3.0 $\pm$ 0.6	0.5 $\pm$ 0.2	6.4 $\pm$ 2.7	12.7 $\pm$ 3.9
Sucrose + D-Sorbitol	4	71 $\pm$ 7.7	150 $\pm$ 24.0	4.7 $\pm$ 1.4	0.78 $\pm$ 0.1	4.4 $\pm$ 1.1	30.7 $\pm$ 5.9	7.0 $\pm$ 2.4	2.8 $\pm$ 0.6	62.3 $\pm$ 29.1	21.0 $\pm$ 7.1

Table 3. The Effect of D-Sorbitol Supplementation on Intestinal Riboflavin Synthesis in Riboflavin added Group

Group	Number of Animals	Initial Weight g	Final Weight g	Diet Efficiency	Riboflavin Intake γ /day	Weight of Cecum Content g	Riboflavin in Cecum γ	Riboflavin in Cecum γ /g	Feces Weight g	Riboflavin excreted in Feces γ	Riboflavin excreted in Feces γ /g
Dextrin	4	79 $\pm$ 7.3	158 $\pm$ 9.0	3.7 $\pm$ 0.4	5.8 $\pm$ 0.1	4.9 $\pm$ 1.4	33.9 $\pm$ 8.7	7.2 $\pm$ 2.0	2.8 $\pm$ 0.4	40.2 $\pm$ 9.0	14.5 $\pm$ 3.6
Sucrose	4	78 $\pm$ 8.5	104 $\pm$ 17.9	8.6 $\pm$ 2.1	5.6 $\pm$ 0.1	1.7 $\pm$ 0.7	5.8 $\pm$ 2.1	3.5 $\pm$ 0.4	0.4 $\pm$ 0.1	7.1 $\pm$ 1.6	17.5 $\pm$ 5.7
Sucrose + D-Sorbitol	5	74 $\pm$ 12.5	172 $\pm$ 23.6	2.9 $\pm$ 0.1	5.8 $\pm$ 0.1	5.8 $\pm$ 1.5	32.5 $\pm$ 14.8	5.7 $\pm$ 2.4	3.4 $\pm$ 0.6	52.2 $\pm$ 14.1	15.8 $\pm$ 5.8

ソルビトール添加群の盲腸内 B_2 量は非添加の蔗糖群のそのの 5 ~ 6 倍高い値を示した。

更に、3 日間の糞便を採集し、糞 B_2 量を測定した結果は第 2 ~ 3 表から明らかな如く、盲腸内容物中の B_2 量と同一の傾向を示し、ソルビトール添加群がもつとも高く、ついでデキストリン群、蔗糖群の順序となつていた。

考察 ソルビトール添加群における盲腸内容物と糞中 B_2 量の高いことは、ソルビトール添加により腸内 B_2 合成が盛んに行なわれていることを示すものであつて、 B_2 不足群におけるソルビトール添加群の動物の体重増加がすぐれているのは、これら腸内で合成された B_2 が何らかの方法で利用されているためと推定される。⁸⁾ Hanel 等の成績によれば、B ビタミン欠乏飼料の蔗糖を 10~20% ソルビトールまたは 20~40% の乳糖で置換すると、蔗糖を用いた欠乏飼料と明らかな差異を生じ、生存日数は増え、体重増加をもたらすとのべ、ソルビトール投与動物では欠乏動物に比し、尿中排泄 B_1 , B_2 , B_6 , ナイアシンは著しく多く、尿中インジカンも欠乏動物より多く正常動物に近い値を示したとのべている。

何れにしても、これらの結果は現象面からみて、ソルビトールにビタミン節約作用のあることを示すものであつて、 B_1 ばかりでなく B_2 節約作用をも有するものと推定される。しかし乍ら、今回の実験条件では B_1 を 5 γ /day に制限してあるので、ソルビトール添加群の体重増加には腸内合成 B_1 による影響も加味されているものと思われる。

一方、Barnes らは特殊の採糞装置⁹⁾を考案して coprophagy を防ぐとペニシリンによる B_1 節約作用はなく¹⁰⁾なるとのべ、Morgan らは Barnes らの装置を使用してソルビトールによる B_1 の節約作用の研究をしたところ、¹¹⁾ソルビトール投与によつて合成された B_1 の大部分は coprophagy によつてのみ利用されると注目すべき所見を発表している。

従つて、本実験における B_2 節約作用にしても節約の作用機構は coprophagy による可能性が強いと考えられるので、今後この点についても詳細に検討したい。

要約 飼料中の糖質を蔗糖とし、この一部をソルビトールで置き換え、 B_2 不足飼料にてシロネズミを飼育して次の結果を得た。

- 1) 動物の体重増加は B_2 不足飼料群、 B_2 投与群とも、ソルビトール添加群がもつとも大きく、ついでデキストリン群、蔗糖群であつた。
- 2) 飼料効率もソルビトール添加群がもつとも良く、ついでデキストリン群、蔗糖群の順序であつた。
- 3) 盲腸内及び糞 B_2 量は B_2 不足飼料群、 B_2 投与群ともソルビトール添加群、デキストリン群は蔗糖群の数倍高い含量を示した。
- 4) 以上の結果から、ソルビトールは B_1 と同様に B_2 節約作用の現象を示すことを認めた。

文 献

- 1) T. B. Morgan, J. Yudkin: *Nature*, 180, 543 (1957)
- 2) 稲垣長典・須川洋子・吉岡佐和子: 栄養と食糧, 12, 420 (1960)
- 3) 桜井芳人・宮崎基嘉・須永洋子: ビタミン, 18, 255 (1959)
- 4) O. L. Kline, C. D. Tolle, E. M. Nelson: *Science*, 88, 508 (1938)
- 5) 岩尾裕之: 栄養学雑誌, 11, 117 (1954)
- 6) 高居百合子: 栄養学雑誌, 15, 23 (1958)

7) 八木国夫: ビタミン, 9, 349 (1955)

8) H. Haenel, H. Ruttloff, H. Ackermann: *Biochem. Z.*, 331, 209 (1959)

9) R. H. Barnes, G. Fiala, B. McGehee, A. Brown: *J. Nutrition*, 63, 489 (1957)

10) R. H. Barnes, E. Kwong, K. Delany, G. Fiala: *J. Nutrition*, 71, 149 (1960)

11) T. B. Morgan, J. Yudkin: *Nature*, 184, 909 (1959)

(受付: 昭和36年6月26日)

抄 録

中央アメリカにおける学童の血清中各種ビタミン含量とアルカリフォスファターゼ値

Serum ascorbic acid, riboflavin, carotene, Vitamin A, Vitamin E and alkaline phosphatase values in central American school children. Miguel A. Guzman, Guillermo Arroyave, Nevin S. Scrimshaw: *Am. J. Clin. Nutrition* 9, 164 (1961)

7~12才の学童約1000名につき、その血清中のビタミンC, B₂, A, E, カロチン含量およびアルカリフォスファターゼ値を月別、年令別に測定した。血清100ml. 中の夫々の値は、C, 1.53 ± 0.93 mg., 遊離型 B₂ 1.55 ± 0.61 mg, A 26.4 ± 8.4 μg., E 0.65 ± 0.26 mg., カロチン 90.0 ± 44.0 μg. であり、アルカリフォスファターゼ値は 5.25 ± 1.99 mM/L/hr. であつた。血清中 C, A, 総カロチン量は乾期に多く、B₂量は雨期に多かつた。(見目)

濁度法による血清総コレステリンの定量 Turbidimetric determination of total serum cholesterol. George R. Kingsley, Ozie Robnett: *Anal. Chem.*, 33, 561 (1961)

血清0.5ml. に生理食塩水1ml., 56%ナトリウムエチラート 4.5ml. をよく振り混ぜながら加え、20~25°Cで10分間放置した後、赤色フィルター、Wratten No. 70 を用いて測定する。本法によるコレステリンの測定範囲は血清100ml. 当り 100~300mg. である。なお、56%ナトリウムエチラートは、水35ml., 純アルコール45ml. に炭酸塩を含みぬ30%水酸化ナトリウム1ml. 混合して製する。本試液は用時調製することが望ましい。(見目)

子供の栄養状態と尿中クレアチニン量 Urinary excretion of creatinine of children under de-

fferent nutritional conditions. Guillermo Arroyave, Dorothy Wilson: *Am. J. Clin. Nutrition* 9, 170 (1961)

ガテマラの都会に住む socioeconomic group の上流に属する6~8才の子供23名、田舎の socioeconomic group の下流に属する3~6才の子供8名、クワシオコール症患者22名について、24時間に尿中へ排泄されるクレアチニン量を測定した。都会に住む高額所得層の子供は、摂取栄養量が十分であり、田舎の低所得層の子供は摂取量が少なかった。24時間に排泄したクレアチニン量を身長1cm当りで比較してみると、田舎の低所得層の子供とクワシオコール症患者の値は栄養状態の良好な子供のそれよりかなり低かつた。この事は蛋白摂取量とクレアチニン排泄量と関係のあることを示すものと思われる。クワシオコール症患者が回復すると、尿中クレアチニン量は患者の排泄量より遙かに増加するが、正常値には及ばなかつた。(見目)

蛋白不足症の子供の血清および肝臓中 V. A とリピド Serum and liver Vitamin A and lipids in children with severe protein. malnutrition. Guillermo Arroyave, Dorothy Wilson, Jose Mendez, Moisés Béhar, Nevin S. Scrimshaw: *Am. J. Clin Nutrition* 9, 180 (1961)

クワシオコール症の子供にスキムミルクを与えて治療し、その間の血清総リピド、フォスフォリピド、コレステリン、ビタミンA、カロチン量および肝臓組織についても上記成分量をコレステリンを除き測定した。その結果、治療によって、肝臓組織の総リピド量と V. A 量は低下し、血清中のそれは上昇したがフォスフォリピドはあまり変化しなかつた。

(見目)