4) 肝臓疾患々者は調査例数が少く結論を得ないが、ビタミンA缺乏となる傾向大と考えられる。

5) 脚氣患者の様に一つのビタミンに缺乏している者はビタミンAも同様に缺乏し易いと考えられる。

6) 栄養失調患者は何れもビタミンA缺乏を示した。
(東北大學醫學部大里内科)

文 献

1) Holm: Am. J. Physiol 73, 79 (1925)

2) Fridericia, Holm: Am. J. Physiol 73, 63 (1925)

3) Jeans et. al.: J. Am. Med. Ass. 102, 892 (1934); 106, 996 (1936); 108, 451 (1937)

4), 5), 6), 7) Jeghers: Am. J. Med. 10, 1304 (1937)に引用

8) Jeghers: Am. J. Med. 10, 1304 (1937)

9) Snelling: J. Pediat. 6, 655 (1936)

10) Palmer, Blumberg: U.S. Pub. Health Rp. 52, 1403 (1937)

11) 大里, 中村: 日本醫師會雜誌 21, 41 (昭22); 中村: 東北臨床 (昭和23年)

12) Blegrad: Am. J. Ophthal, 7, 89 (1924)

13) Jess: Zentralbl.f. gesamt. Ophthal. 6, 1 (1922)

食餌と腸内ガスとの関係について

Relationship between diet and intestinal gas formation

兒 玉 桂 三 三 浦 義 彰
Keizo Kodama Yoshiaki Miura

食餌の献立が異ると腸内ガスの発生量が異なることのあることは経験的にも、また理論的にも知られてはいたが、實驗的にこれを確かめたことは少かつた。わたくしたちは戦時中ロケット噴射機の乗員が Pressure cabin の設備なしで3分間に約 12,000m 以上の高空に達するためには普通の米麦混合のいわゆる兵食を食べていると、ただでさえ腹が張るのに、低壓のため腸内ガスの容積が5~6倍にも増す時は苦痛が甚しく上昇不能に陥るので、これの対策として、どのような食餌が腸内ガスの発生を少くするかをしらべる機会を得た。實驗の成績としては個人差が大きく、各種食餌間の差はあまり明らかではなかつたが、この問題は單に特殊な航空條件の時にのみ起つて來ることではなく、ひろく鼓腸を主訴とする患者の食餌とか、或いは腸内細菌叢の個人差、日差などの問題にも示唆するところがあるから、その實驗法の概要を述べて今後の研究に携わる人の参考に資したいと思う。

I. 實驗方法

本實驗に先立つて第1回の豫備實驗として主食を白米または米麥混合飯とした時の比較をしたが、いずれの場合も單位糞便量から發生する後發酵ガス量は大差はなくとも糞便排泄量が非常に差があるので、白米を主食とした時の方が低壓室内で1,100m 相當高度に急上昇した時の苦痛が少いことを認めた。

次に第2回の豫備實驗として食物中粗センイ量の多い献立(1日約 18g)と少い献立(1日約 5g)を比較したところ低壓室内での苦痛は糞便中の粗センイ量の多寡

には無関係で、むしろセンイに包まれて不消化のまま大腸までゆく澱粉の量が腸内ガスの発生量に關係することが推察された。

それで本實驗では消化の悪い澱粉の例としてジャガイモを用い、これをそのまま焼いたものと裏ごしにしてセンイを除いて澱粉を消化しやすくしたマツシュートポテトをくらべ、また蛋白質や脂肪の割合が多い献立の影響も觀察し當時航空増加食という名で與えられていた牛乳とカルピスの影響などもしらべてみた。

これと同時に試験的につくつた鼓腸防止剤の効果も各食餌でためしてみた。

1) 實驗期日

第1週 1945年3月6日—10日 牛乳, カルピス期

第2週 〃 3月12日—16日 澱粉期

第3週 〃 3月19日—23日 蛋白, 脂肪期

2) 被檢者 19—34才の健康な男子14名で實驗中途で下痢その他の故障を生じたものは除いた。

3) 食餌 献立面から計算した各組の栄養價は表1に示す通りであるが、後に脂肪食組の食餌を分析したところ括弧内に示すような計量より下廻つた數字を得た。

第1週は70%胚芽米を主食とし副食にはかなり動物性蛋白の多いもので朝晝晩の献立は異なるが毎日同一献立をくり返した。これに牛乳は1日 540cc を、カルピスは1日 120cc を加えたのである。第2週は第1回の献立とは似た食餌で主食の70%胚芽米 590g の代り

表1 各組の栄養價

	組 別	總熱量 Cal	蛋白質 g	脂 質 g	粗セイン g
第一週	牛 乳 組	3010	116.01	52.28	6.62
	カルピス組	2941	102.76	35.95	6.62
第二週	焼 ジャガイモ組	2785	115.49	48.21	8.26
	マッシュポテト組	2887	118.28	54.29	8.26
	對 照 組	2863	115.15	38.74	6.82
第三週	蛋 白 組	3002	152.24	33.67	4.49
	脂 肪 組	3001	89.17	86.14	4.82
	同 質 測 値	(2258)	(80.79)	(61.54)	(7.22)

に790gのジャガイモを用い、對照組の普通食ではイモの代りに胚芽米を用いた。第3週の蛋白質組は食肉量を増し、脂肪組はバター、植物油等で脂肪量を増し、いずれも晝食だけはパンを用いた。

- 4) 試製した鼓腸防止劑は過酸化マグネシア 0.3, ジアスターゼ 0.3, 薄荷腦 0.003, 白糖 0.5を1錠としこれを1日量5錠まで食後に與えた。
- 5) 低壓實驗は試験食開始後3日を経て開始直前にのんだカルミンが完全に排泄され、腸内容が變化したと思われる時から行い、酸素マスクを装着し、約3分間で12,000m 相當高度に急上昇し、その時の腹の張り具合、ガス放出の回数、體各部のカエミを各人が記録した。
- 6) 糞便は排泄後 pH 試験紙で pH を簡単にしらべた後よく混和してからその5g をとり Schmidt & Strassburger の酸酵管を圖1の如く改良したものをを用いて、24時間 37°C の孵卵器におさめた時のガス發生總量とその組成を CO_2 , CH_4 , H_2 , N_2 について分析した(分析法については後に述べる)。また糞便中に溶存している CO_2 量も糞便を酸性にして追出して測定した。残りの糞便は風乾し乾燥量を測定し、すべての計算の基礎を乾燥量について行つた。そのほか、Kjeldahl 法で總窒素量を、Bertrand 法で糖量をブドウ糖として測定した。
- ・後酸酵ガスの分析法については成書に述べるところが少いので少しく詳細を述べよう。

まず酸酵管は内容 50cc の瓶とガス集提管とよりなり、集提管は下端に金網をはり、糞便がガスと共に集提管に上つて来るのをふせぐ。また上端は酸酵中に細管部の水が蒸發して空氣と置換されるのを防ぐためにゴム管に水を満してガラス棒を挿し込んだカフを附した。糞便は濕量で 10g を酸酵管中に秤取し、水を満し集提管を以て栓を

なし、集提管にも水を満して 37°C の恒温器に置く。

腸内ガスは主として CH_4 , H_2 , CO_2 , N_2 , O_2 よりなるからガス分析は次のように行つた。

圖1においてAはガス測定用ビュレット、Bは10% NaOHを入れた CO_2 吸収管、Cはアルカリ性ピロガロールを入れた O_2 吸収管、Dはメタン及び H_2 の燃焼管でDはD'の水銀溜に連結してある。點火はガラス管に封じた銅線と裸の鐵線の兩電極管にはつた白金線に4ボルトの電池から電流を通じて行ふ。

測定に當つてはまず酸酵管の尖端のカフを除きこれをEに連結し、ガス全部をAに導きその容積を讀む(V_a)。次にB'を操作してガスをBに導きよく振盪して CO_2 を完全に吸収せしめた後再びAにかえてその容積をよむ(V_b)

$$V_a - V_b = V_{\text{CO}_2}$$

今度はガスをCに導いて O_2 を吸収させ、再びAにかえてその容積をよむ(V_c)

$$V_b - V_c = V_{\text{O}_2}$$

次いでガスを全部Bに追い込んだ後、Eを経て酸素ポンペから O_2 を約 V_c の2—3倍Aに入れ、BのガスをAにもどし、この時の全ガス量 V_d を讀む

$$V_d = V_c - V_{\text{O}_2}$$

それから全ガスをDに導き入れて點火すると爆發燃焼するから再び全ガスをAにかえて容積 V_e をしらべる。

$$V_b - V_e = V_f$$

再びガスをBに導き酸化によつて生じた CO_2 を吸収させたAにかえてその容積 V_g をよむ

$$V_f - V_g = V_{\text{Methane}}$$

水素ガスの量は次の式から計算する

$$V_{\text{H}_2} = \frac{2}{3} V_f - \frac{4}{3} V_{\text{Methane}}$$

また N_2 の容積 V_{N_2} は次の式で得られる

$$V_{\text{N}_2} = V_c - V_{\text{Methane}} - V_{\text{H}_2}$$

圖 1

II. 實驗成績

1) 低壓タンク内での自覚症状(圖2参照)豫備實驗で腹圍の測定などを行ったがかえつて不正確なことがわかつたので、腹のはり方とガス放出の回数を、土、十、廿、卅の4段階に分けて主觀的に記録してもらつた結果はかなり個人差が強くまた後發酵總量とも一致しない。これは腹のはり方の甚しいのは必しも腸内ガスの多寡によらず、ガスの放出が難しい時にもつとも苦痛を感じるためでもあろうし、同程度の苦痛でも主觀の相違があるからにもよるのであろう。

苦痛の最も甚しかつたのは第2週の焼ジャガイモ組であつた。それにくらべるとマツシユトポテト組は苦痛は少い。脂肪組と蛋白組を比べると後者の方に訴え*

表2 後發酵の多寡と食餌の關係

後發酵量	回数	%	カルビス	牛乳	ジャガイモ	蛋白	脂肪	普通食
多量(50ml以上)	19/36*	53%	0/4 0%	6/8 75%	7/9 78%	3/6 50%	2/6 33%	1/2 50%
少量(30ml以下)	13/36	36%	4/4 100%	2/8 25%	1/9 11%	2/6 33%	3/6 50%	1/2 50%

(* 總數36例中19例であることを示す以下同じ)

即ち牛乳組及びジャガイモ組の被檢者の75%以上は多量の部に屬し、カルビス組のそれは100%少量の部に屬する。

3) 糞便の pH, 含有糖量窒素量をしらべてみると次のような結果を得た。

表3 食餌別による糞便の平均 pH, 糖量, 窒素量

食餌別	pH	糖量 g	窒素量 g
普通食	6.7	2.2	3.1
牛乳	6.2	2.0	2.8
牛乳+藥品	6.5	2.9	2.5
カルビス	6.2	1.5	2.0
ジャガイモ	6.2	3.9	3.1
ジャガイモ+藥品	6.7	2.7	2.2
マツシユトポテト	6.0	2.0	2.1
蛋白食	6.3	2.6	2.5
蛋白食+藥品	6.5	2.5	2.3
脂肪食	6.2	1.7	1.8
脂肪食+藥品	6.7	2.6	2.0

即ち鼓腸防止劑をのむと pH は中性に近づく傾向があり、ジャガイモは pH を酸性側に傾かせる作用がある。

糞便内の糖量はカルビス組と脂肪組に少くジャガイモ組に目立つて多いのは後發酵の成績とも一致する。

窒素量は大體糖量と相伴うが、食餌の差はそれほど顯著ではない。

*が少い。最も成績のよかつたのはカルビス組で殆ど訴えがなかつた。

試製した鼓腸防止劑は苦痛の輕減に大して役立たないようである。但しガス放出を滑らかにする効果はやゝ有するようであつた。

鼓腸とは無關係のことがらではあるが、急激な氣壓低下に伴う關節痛やカユミを調査したがこのような症状はこの程度の氣壓低下速度では全體の半數位にみられ、鼓腸の主觀的症状の激しい者にもそうでない者にも一様に分布していた。

2) 後發酵ガス量 今かりに後發酵の總量が 50ml 以上のものを多量、30ml 以下のものを少量としてその内、譯をしらべてみると次のような成績を得る。

4) 後發酵ガスの組成は圖2に示す通りであるがこれをまとめて平均すると次のような傾向がうかがわれる。

表4 後發酵ガスの組成の割合

食餌別	CO ₂	CH ₄	H ₂	N ₂
牛乳組	34%	26%	23%	17%
ジャガイモ組	33%	21%	27%	19%
蛋白食組	14%	18%	30%	38%
脂肪食組	13%	19%	20%	48%

即ち牛乳及びジャガイモ組では一般に CO₂ の割合が多く N₂ は少い。蛋白及び脂肪食組はこれに反して CO₂ は少く、N₂ の占める割合が甚が多い。この2群の間には後發酵ガスの總量にかなりの差があるが、それは主に CO₂ 量の多少によることとがうかがわれる。

III. 考察

以上の實驗成績を通覽すると、全體の傾向としては腸内ガスの發生量はジャガイモ組、牛乳組に多く、カルビス組に少いことがわかる。それは主として CO₂ 量によるもので糞便中に未吸収の糖質が多いことに基因する。しかしこれを更に個々のデータについて仔細にみると個人差の方が食餌群の差より大きく、かつ日々の差がまたかなり大きいのに氣づくのである。

IV. 結論

14名の健康な男子に種々の食餌を與えて腸内ガス發生

圖 2 食餌別による後酸酵ガス組成の相異及び個人差を示す

備考 No. 1 は被検者 1 を示す以下同じ

の程度を追求した。大體の傾向としては牛乳やジャガイモは酸酵量を増し、カルビスや脂肪食の場合は減少することがわかったが、個人差はかなり大きいので今遽かに結論を得ることは出来ない。同一食餌をとついても斯く個人差の大であることは腸内細菌叢が人により、大き

な差のあることに基因するものと思われる。

終に臨み當時勤務學徒として進んで被検者となつた東京文理大生物學科の學生諸君の勞を謝する。

(東京大學醫學部生化學教室)

資料

新しい主食配給基準量

昭和25年1月1日より年齢の數え方が満歳を採用するので配給基準量が次のように改訂された。(經濟安定本部發表資料による)

配給基準量		數え年の場合(變更前)			滿年令による新基準		
數量	熱量	年令別	所要熱量	充足率	年令別	所要熱量	充足率
瓦	Cal	才	Cal	%	才	Cal	%
210	735	1~2	1,026	72	0~1	823	89
270	945	3~5	1,402	67	2~4	1,354	70
320	1,120	6~10	1,681	67	5~8	1,648	68
400	1,400	11~15	2,083	67	9~13	1,992	70
405	1,418	16~25	2,266	63	14~24	2,394	59
385	1,348	26~60	2,140	63	25~59	2,283	59
330	1,155	61以上	1,896	61	60以上	1,860	62