

# P F C比の異なる食事摂取が空腹感に及ぼす影響

## —血漿アミノ酸・脂肪酸濃度との関係—

中村美知子\*, 伊勢崎美和\*, 窪田真理\*, 川端輝江\*\*

類似エネルギー (約600kcal) でP F C (protein:fat:carbohydrate) 比の異なる食物を, 異なる日の朝食として健常者 (n = 7) が摂取し, 食後の空腹感と血中脂肪酸・アミノ酸濃度の変化を調べた。その結果, 食前は3回とも空腹感が強かったが, 食後に満腹感を強く感じたのは蛋白食で, ついで脂質食であり, 両食後5時間を過ぎても食前と比較して空腹感が強くはなかった。炭水化物食摂取5時間後は空腹感が強く耐えられない者が多かった。満腹感と有意の正相関を示したのは血清トリグリセリドとインスリン濃度であり, 負相関があったのは血清総タンパク濃度だった。血漿アミノ酸は, 蛋白食後に必須アミノ酸 (EAA) が有意に上昇し, それとともに満腹感が増強する傾向にあり, EAAのすべてと満腹感, 特に分枝鎖アミノ酸のLeu, Ile, Valや芳香族アミノ酸のPhe, Tyrと相関が高い傾向であった。満腹感と血漿脂肪酸濃度との関係は, リノール酸と $\alpha$ -リノレン酸のみが満腹感と有意な正相関を示した。

キーワード: P F C比の異なる食事, 空腹感, 血漿アミノ酸濃度, 血漿脂肪酸濃度

### I はじめに

我が国では疾病構造の変化や高齢化に伴い, 生活習慣病などの慢性疾患患者の増加が予想される。慢性疾患患者の多くが, 全身状態や臓器の機能維持・回復を期待して治療食が与えられ, 膵臓疾患や高脂血症では脂質制限, 腎炎では蛋白質制限, 糖尿病ではバランスのとれたエネルギー制限など, 食事制限を余儀なくされている。こうした食事制限を継続できない理由はいくつかあるが, その1つに空腹感を充足できないことがある。古くはF. H. Netter (1962) が動物実験により, 視床下部にある食欲中枢の存在を証明し, その後血中のブドウ糖濃度や遊離脂肪酸濃度の変化が満腹中枢や空腹中枢に反応するという化学情報説が出されている<sup>1)</sup>。渡辺は, 生体アミンの主に脳内の神経伝達物質であるカテコールアミンとセロトニンなどの脳内アミン含量が食事の影響を強く受けやすく, 食事の組成により血中アミノ酸レベルを変動することにより, 脳内アミノ酸やアミンを変化することを示唆している<sup>2)</sup>。今回, 食事制限患者への援助を考える際の基礎資料とするために, 健常者を対象に類似エネルギーでP : F : C (protein:fat:carbohydrate) 比の異なる食事摂取後の空腹感と血中アミノ酸・脂肪酸濃度の変動を調査し, P F Cバランスの異なる食物摂取が空腹感へ及ぼす影響を調べたので, 以下に報告する。

### II 対象と方法

対象者は本学の20歳から25歳の学生で, 研究の趣旨に同意の得られた7名とした。実験期間は平成9年4月の

3日間である。被験者は, 前日の夕食後から調査実施までは絶食とし, 実験当日は約600kcalでP F C比の異なる朝食 (1日目は炭水化物食:炭水化物80%/kcal, 2日目は蛋白食:蛋白質60%/kcal, 3日目は脂肪食:脂肪60%/kcalの献立作成による食事) を摂取した。実験当日は, 朝食摂取後から実験終了まで飲水のみを可とした。摂取した食事の正確なP F C比の測定のために, 食事のサンプル測定を日本食品分析センターK. K. に依頼した。その結果は表1の通りである。空腹感の調査は, 各日の食前, 食後30分, 1時間, 2時間, 3時間 (または4時間), 5時間に, 「すごく空腹」「ちょっと空腹」「ちょうど良い」「ちょっと満腹」「すごく満腹」の5段階 (評点1から5) 評価を行なった。同一時間に血糖, 血清インスリン, 血清総タンパク, 血清総脂質, 血清トリグリセリド, 血清尿素窒素の各濃度の経時的変動を調べた。さらに, 血漿アミノ酸と脂肪酸組成の変動についても調べた。血漿アミノ酸の測定は, 血漿に10%スルホサリチル酸 (1:1/V:V) を加え, 除タンパクを行ない, 0.45 $\mu$ m フィルター (DISMIC-13HP) で濾過し, アミノ酸自動分析装置 (L-8500型日立高速アミノ酸分析計) を用いた<sup>3)</sup>。血漿脂肪酸の測定は, Forchの方法で脂質を抽出し, 塩酸メタノール法でメチル化して, ガスクロマトグラフィ (GLC, Hitachi製G 3000型)

表1 各食事の栄養素量およびP:F:C比 (実測値)

	炭水化物食	蛋白質	脂質食
水分 (g)	430.0	665.0	386.0
蛋白質 (g)	15.4	73.8	34.5
脂質 (g)	5.7	11.7	45.7
繊維 (g)	1.1	1.6	1.0
灰分 (g)	4.0	8.6	6.1
糖質 (g)	116.0	26.4	35.1
エネルギー (kcal)	580.0	513.0	696.0

P:F:C比 10:10:80 60:20:20 20:60:20

\*理想的な食事のP:F:C比 (エネルギー%) = 15:25:60

\*山梨医科大学看護学科

\*\*女子栄養大学栄養学部

(受付:1998年8月31日)

に注入し、コンピューターデータ処理装置 (Hitachi 製 2500型) で測定した<sup>4)</sup>。

III 統計処理

空腹感の変化は Wilcoxon の符号付順位和検定, 生化学的検査値の変化は t-検定, 空腹感と生化学的検査・血漿アミノ酸濃度・血漿脂肪酸濃度との相関は Spearman の相関係数を用いた。また, 血中アミノ酸と脂肪酸濃度の経時的变化の比較には, t-検定を用いた。

IV 結果

1. 食欲の経時的变化

炭水化物食, 蛋白食, 脂肪食摂取日の空腹感の経時的变化を図1に示す。3回共, 食前は「すごく空腹」であったが, 食後30分が最も満腹感を感じ, 5時間後の空腹感PFC比の異なる食事摂取によって異なっていた。満

腹感が強いのは蛋白食摂取後, ついで脂質食後であり, 食後2時間までは食前よりも有意に高い値であり, 5時間を過ぎても食前よりも高値であった。ただし, 炭水化物食摂取5時間後は空腹感が強く, 耐えられずに横になってしまう者が2名いた。

2. 血中成分と空腹感の経時的变化

食前後の血糖 (BS), 血清インスリン (IRI), 血清総蛋白 (TP), 血清総脂質 (TL), 血清トリグリセリド (TG), 血清尿素窒素 (BUN) 濃度の経時的变化を調べた (表2)。その結果, IRIが食後1時間目に有意に上昇した。BUNは蛋白食と脂肪食摂取後の3時間と5時間後に有意に上昇している。BSやTGは, 食後の有意な変動は認めなかった。一方, 空腹感と有意の正相関を認めたのはTGとIRIであり, 負相関があったのはTPだった。すなわち, 食後満腹感を感じているときはTGやIRIも高い値であり, 空腹になると低下することを示している (図2, 図3)。TPは逆の傾向を示し, 満腹感がある時にTPは低下することを示していた。

3. 血漿アミノ酸濃度と空腹感の関係

血漿アミノ酸濃度の経時的变化の特徴として, 蛋白食後が最も大きく3から5時間経てから有意に上昇した。ついで脂肪食後が上昇しているが, 食後1から3時間に有意な上昇を示した。これは, 摂取した食事の蛋白組成によるところが大きく, 必須アミノ酸 (EAA) のすべてが有意に上昇し, 非必須アミノ酸 (NEAA) の多くも上昇を認めている (表3)。EAAのうち分枝鎖アミノ酸 (BCAA) の変化は蛋白食と脂肪食摂取後顕著であり, 芳香族アミノ酸 (AAA) も有意に上昇

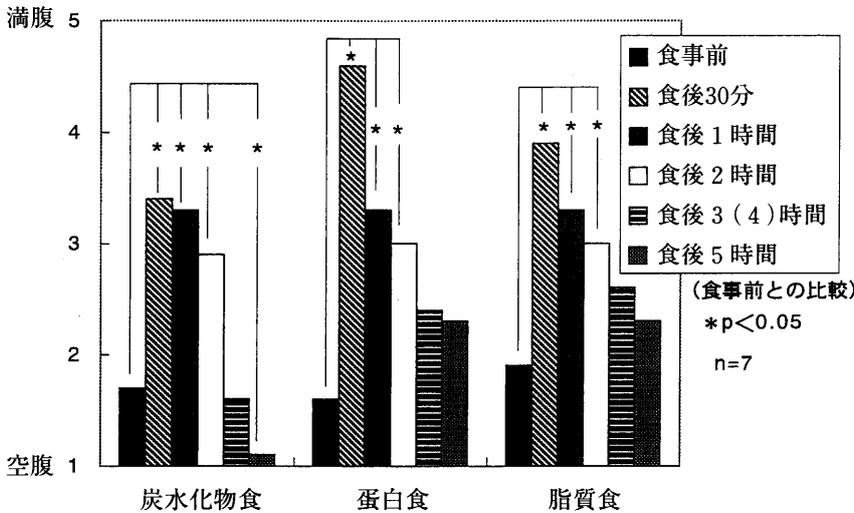


図1 炭水化物食・蛋白食・脂肪食摂取日の空腹感の経時的变化

表2 血中物質の経時的变化

(n = 7)

	血糖 (mg/dl)	血清インスリン (μu/ml)	血清総蛋白 (g/dl)	血清総脂質 (mg/dl)	血清トリグリセリド (mg/dl)	血清尿素窒素 (mg/dl)
<炭水化物食>						
食前	88.7 ± 6.7	9.4 ± 4.0	7.1 ± 0.4	404.4 ± 83.3	65.6 ± 29.5	14.4 ± 2.0
1時間後	92.4 ± 17.7	28.0 ± 19.2*c	6.9 ± 0.3	391.9 ± 90.8	62.4 ± 42.0	14.1 ± 2.2
4時間後	85.1 ± 7.5		7.0 ± 0.4	381.9 ± 71.6	59.6 ± 22.8	13.9 ± 2.0
5時間後	85.1 ± 7.5		7.0 ± 0.3	376.0 ± 75.7	52.3 ± 14.2	14.0 ± 2.0
<蛋白質食>						
食前	90.3 ± 9.1	7.0 ± 1.8	7.3 ± 0.4	389.4 ± 85.7	87.1 ± 46.0	12.6 ± 2.6
1時間後	89.0 ± 6.8	12.2 ± 5.5*c	6.9 ± 0.3	378.9 ± 87.5	71.6 ± 40.0	15.3 ± 3.3*c
3時間後	89.3 ± 5.7		6.9 ± 0.4	394.1 ± 94.5	94.7 ± 58.0	19.0 ± 3.6*a
5時間後	92.3 ± 5.3		7.0 ± 0.4	402.7 ± 86.6	107.1 ± 44.2	22.5 ± 3.8*a
<脂質食>						
食前	90.3 ± 9.6	6.6 ± 1.9	7.4 ± 0.3	407.1 ± 84.8	64.7 ± 38.4	13.1 ± 1.8
1時間後	91.1 ± 10.4	19.1 ± 13.6*c	7.1 ± 0.4	440.7 ± 80.0	80.4 ± 45.6	14.1 ± 1.6
3時間後	84.9 ± 11.5		6.9 ± 0.5*c	425.7 ± 97.6	92.6 ± 53.1	16.4 ± 1.5*b
5時間後	86.1 ± 6.3		7.0 ± 0.3	407.9 ± 56.8	72.9 ± 22.3	16.8 ± 2.1*b

注) t-検定 (空腹時との比較) \* a : p < 0.001, \* b : p < 0.01, \* c : p < 0.05)

表3 血漿アミノ酸組成と食後の経時的変動 (n = 7)

nmol/dl	炭水化合物食				蛋白質食				脂肪食			
	食前	1時間後	4時間後	5時間後	食前	1時間後	3時間後	5時間後	食前	1時間後	3時間後	5時間後
	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD
P-ser	6.7±2.9	5.4±1.9	5.3±0.6	4.9±1.7	4.5±1.3	10.1±2.6 <sup>a</sup>	6.1±1.5	6.4±2.1	6.1±1.8	4.8±0.8	6.9±2.3	4.9±0.9
Tau	43.1±4.7	57.3±11.0	47.1±7.6	39.4±5.0	51.1±4.2	201.0±48.0 <sup>a</sup>	122.7±25.3 <sup>a</sup>	81.0±22.0 <sup>b</sup>	57.2±8.9	54.5±9.8	64.4±12.1	43.1±5.4
Asp	10.9±1.9	10.5±2.0	12.4±2.3	10.5±3.0	9.6±1.4	15.5±3.4 <sup>a</sup>	13.7±3.8 <sup>c</sup>	17.4±4.0 <sup>a</sup>	12.1±2.9	15.4±3.0 <sup>c</sup>	14.8±3.8	13.4±2.6
Thr	102.5±27.9	102.5±21.9	92.2±20.8	99.1±22.9	108.1±34.5	153.2±24.3 <sup>b</sup>	160.7±44.6 <sup>b</sup>	165.8±34.2 <sup>b</sup>	104.8±26.4	129.6±34.2	143.4±43.7 <sup>c</sup>	105.0±26.3
Ser	105.6±23.4	105.9±18.3	105.6±13.5	100.7±17.7	106.3±22.4	140.9±22.2 <sup>b</sup>	134.3±22.4 <sup>b</sup>	138.0±16.9 <sup>b</sup>	102.4±17.3	121.5±17.1	127.7±13.0 <sup>c</sup>	103.0±15.7
Glu	110.3±15.4	105.5±11.9	116.9±19.7	114.2±20.2	127.3±10.7	92.7±7.4 <sup>a</sup>	122.9±16.1	116.2±16.3	97.4±16.8	128.0±16.2 <sup>a</sup>	101.1±8.3	134.4±20.6 <sup>a</sup>
Gly	186.5±31.8	182.5±30.7	185.2±19.6	176.2±32.4	210.9±59.3	251.0±23.3 <sup>c</sup>	213.2±34.1	187.1±25.1	194.6±35.6	194.6±36.8	196.2±37.2	151.0±15.5
Ala	277.2±79.1	401.6±75.0 <sup>c</sup>	296.7±61.5	311.3±56.4	376.5±91.3	433.9±67.2	364.5±70.7	333.1±63.8	330.4±90.6	354.7±106.9	352.8±103.8 <sup>c</sup>	236.4±45.4
Cit	21.2±4.4	20.7±6.3	24.9±6.8	22.1±4.9	21.2±5.3	30.8±8.2 <sup>c</sup>	35.4±12.7 <sup>b</sup>	38.5±10.8 <sup>a</sup>	21.6±2.3	17.6±4.4	25.0±9.9	23.6±5.4
Val	164.9±44.9	152.5±33.0	160.8±27.1	154.9±30.8	164.4±65.5	262.5±40.9 <sup>a</sup>	313.7±103.2 <sup>a</sup>	343.0±42.0 <sup>a</sup>	154.4±30.9	206.0±38.2 <sup>c</sup>	251.3±29.1 <sup>a</sup>	205.9±37.1
Met	20.8±6.1	20.7±3.5	18.8±3.9	19.7±5.1	24.4±8.1	43.2±3.3 <sup>a</sup>	50.9±13.0 <sup>a</sup>	52.9±9.5 <sup>a</sup>	19.2±3.8	29.9±5.1 <sup>a</sup>	34.0±5.6 <sup>a</sup>	22.3±3.5
Ile	57.1±18.3	49.6±10.3	54.0±8.4	51.2±11.8	55.0±22.2	110.6±10.6 <sup>a</sup>	129.5±37.9 <sup>a</sup>	138.8±15.2 <sup>a</sup>	50.5±10.9	82.3±16.7 <sup>b</sup>	95.2±16.4 <sup>a</sup>	69.0±18.7
Leu	91.6±26.4	83.4±18.1	90.5±14.2	84.8±15.7	96.4±35.9	181.6±19.8 <sup>a</sup>	212.7±62.4 <sup>a</sup>	219.9±24.3 <sup>a</sup>	90.3±17.4	137.8±25.6 <sup>b</sup>	151.5±22.8 <sup>a</sup>	105.7±23.3
Tyr	52.2±12.5	48.8±10.4	48.6±9.0	45.9±10.8	54.0±14.8	82.0±9.3 <sup>a</sup>	90.9±15.0 <sup>a</sup>	98.8±7.4 <sup>a</sup>	50.2±11.6	68.0±13.3 <sup>b</sup>	78.4±13.2 <sup>a</sup>	56.9±12.0
Phe	43.6±7.2	47.9±7.6	47.8±4.0	42.6±5.7	50.9±17.0	65.8±6.0 <sup>b</sup>	72.5±18.7 <sup>a</sup>	77.4±8.2 <sup>a</sup>	46.8±5.9	56.6±7.8	63.8±9.1 <sup>b</sup>	46.3±7.2
TRP	12.7±2.4	11.4±2.4	11.0±1.6	10.6±2.2	11.2±4.5	17.3±2.6 <sup>b</sup>	16.5±6.1 <sup>b</sup>	19.0±2.0 <sup>a</sup>	13.2±2.5	16.9±2.5 <sup>c</sup>	15.3±2.4	12.4±3.3
Om	44.6±12.0	49.3±9.0	46.3±4.3	46.4±13.7	49.3±16.0	77.7±10.9 <sup>a</sup>	78.5±16.3 <sup>a</sup>	85.5±21.9 <sup>a</sup>	46.8±9.0	67.3±14.6 <sup>b</sup>	70.8±8.7 <sup>b</sup>	50.9±13.4
Lys	143.2±33.6	127.2±18.6	134.5±17.4	128.6±17.0	154.2±53.2	258.4±26.9 <sup>a</sup>	258.1±45.5 <sup>a</sup>	237.9±17.3 <sup>a</sup>	144.6±23.3	199.2±22.1 <sup>b</sup>	200.0±24.4 <sup>b</sup>	138.6±17.1
His	69.4±7.3	67.9±11.4	68.5±8.1	66.5±6.3	70.0±15.3	83.7±13.9 <sup>c</sup>	80.2±14.8	81.0±15.8	64.9±11.4	74.2±14.2	80.4±13.8 <sup>c</sup>	59.9±8.3
3 Mehis	3.2±1.6	2.8±0.7	2.5±0.6	2.7±0.8	2.7±1.5	4.0±0.9 <sup>c</sup>	4.7±1.2 <sup>b</sup>	5.6±1.2 <sup>a</sup>	2.9±0.8	3.6±0.7	3.9±0.7	4.0±0.8
Arg	69.3±18.2	57.9±13.9	68.9±14.5	62.7±14.5	70.7±24.8	131.2±24.5 <sup>a</sup>	131.2±28.2 <sup>a</sup>	119.1±21.5 <sup>a</sup>	67.2±17.7	89.6±20.3 <sup>c</sup>	90.4±23.7 <sup>c</sup>	68.3±21.8
Pro	124.2±31.9	197.3±29.7 <sup>b</sup>	157.4±29.0	147.1±33.3	141.8±38.1	245.9±42.0 <sup>a</sup>	221.3±38.5 <sup>a</sup>	200.6±24.7 <sup>b</sup>	140.3±33.6	179.1±29.3 <sup>c</sup>	194.9±28.1 <sup>b</sup>	140.8±19.9
EAA	14.1±3.0	13.3±1.7	12.3±3.7	13.2±2.0	14.7±4.9	23.5±1.5 <sup>a</sup>	25.9±6.4 <sup>a</sup>	26.7±1.4 <sup>a</sup>	12.5±3.5	18.6±2.7 <sup>b</sup>	20.7±2.3 <sup>a</sup>	14.1±3.0
BCAA	6.3±1.8	5.7±1.2	5.5±1.9	5.8±1.1	6.3±2.5	11.1±1.4 <sup>a</sup>	13.1±4.1 <sup>a</sup>	14.0±1.6 <sup>a</sup>	5.4±1.7	8.5±1.6 <sup>b</sup>	10.0±1.3 <sup>a</sup>	6.9±1.6
AAA	1.9±0.4	1.9±0.4	1.7±0.6	1.8±0.3	2.1±0.6	3.0±0.3 <sup>b</sup>	3.3±0.7 <sup>a</sup>	3.5±0.3 <sup>a</sup>	1.7±0.5	2.5±0.4 <sup>b</sup>	2.8±0.4 <sup>a</sup>	1.9±0.5
Fisher比	3.2±0.3	3.0±0.3	3.2±0.3	3.3±0.3	3.0±0.5	3.8±0.5 <sup>b</sup>	4.0±0.4 <sup>a</sup>	4.0±0.5 <sup>a</sup>	3.1±0.5	3.4±0.4	3.6±0.6	3.8±0.8 <sup>b</sup>

注) t-検定 \* a p<0.001, \* b p<0.01, \* c p<0.05 (食前との比較)

している。セロトニンの前駆物質であるトリプトファン (Trp) やカテコールアミンの前駆物質である Tyr も有意な変動を示している。血漿アミノ酸濃度と空腹感との関係を表4に示す。蛋白食後は, EAA, NEAAが有意に上昇し, それとともに満腹感が得られることを示している。EAAのすべてと満腹感が正相関を示し, 特にBCAAのLeu, Ile, Valや, AAAのPhe, Tyrなどの相関が強い傾向であった。

4. 血漿脂肪酸濃度と空腹感の関係

血漿脂肪酸濃度の経時的変化の特徴として脂肪食摂取の3時間後に, 必須脂肪酸のリノール酸 (C18:2 n-6), アラキドン酸 (C20:4 n-6) や $\alpha$ -リノレン酸 (18:3 n-3) は有意に上昇し, 5時間目には食事前の値に減少した (表5)。単価不飽和脂肪酸 (monounsaturated fatty acid: MUFA), 多価不飽和脂肪酸 (polyunsaturated fatty acid: PUFA) は, 脂肪食摂取後有意に上昇した。血中アミノ酸の変動は蛋白食と脂肪食の摂取後5時間まで上昇するのに対して, 血中脂肪酸は脂肪食摂取3時間後に反映することが特徴的であった。空腹感と血漿脂肪酸濃度との関係は, リノール酸と $\alpha$ -リノレン酸のみが有意な正相関を示したが, その他著しい変化を示したものはなかった (表4)。

V 考 察

日本臨床栄養学会は, 平成7年に病院食栄養に関する委員会を設置し, 治療食を従来の疾患別分類ではなく, 患者の病態に適した栄養主成分別分類により行なうことを基本方針とした<sup>5)</sup>。すなわち, エネルギーコントロール食, 蛋白質コントロール食, 脂質コントロール食を,

主とする分類であり, エネルギー, 蛋白, 脂質が食事制限の主たるものであることを示している。治療によってエネルギーコントロールを余儀なくされている場合や食欲不振によって少量しか食事摂取ができない場合は, 空腹感の増減が疾病の改善を左右することもある。食欲は血中アミノ酸や脂肪酸濃度が反映しやすいことを, 今回の実験を通して確認した。蛋白や脂肪に富む食事は, 食後5時間までの血中アミノ酸として反映しやすく, 血中アミノ酸濃度は満腹感と正相関を示していた。筆者等は, 過去に健常者 (n=7) が500kcalの高蛋白質食, 高糖質食, 中間食を摂取した実験を行ない<sup>6)</sup>, 高蛋白質摂取後経時的に血中アミノ酸のうち分枝鎖アミノ酸 (BCAA) が有意に上昇するのに反して, 高炭水化物食後にBCAAの低下を確認した。これは, 今回も同様であり, その理由として, アミノ酸の多くが肝臓で代謝されるが, BCAAは筋肉内代謝を主とするため, 蛋白食摂取後多くの血中アミノ酸が増加する。しかし, 炭水化物食後は血中へのインスリン分泌が亢進するため, BCAAをはじめ多くの血中アミノ酸が食前と比較して低下する傾向があると予測される<sup>7,8)</sup>。一方, Toornvlietらは炭水化物摂取に偏った肥満群 (n=9) と偏らない肥満群 (n=17) を比較した結果, 両群に空腹時の血糖, インスリン, アミノ酸濃度に差はないが, 炭水化物偏食群は空腹時に精神的に怒りやすかったり, 疲労感が強い傾向があったという報告<sup>9)</sup>もあり, 炭水化物に偏った食事摂取後の空腹感に伴う精神的な変化も見逃せない。近年, 脂肪摂取の割合を減少させるために, 蔗糖ポリエステル (SPE:sucrose polyester) によって脂肪代用物摂取による実験を行なった結果, 体重減少をみたという報告<sup>10-12)</sup>もある。しかし, 脂肪のエネルギー%を40%から30%, さらに20%に減らすことにより, 体力の低下や食

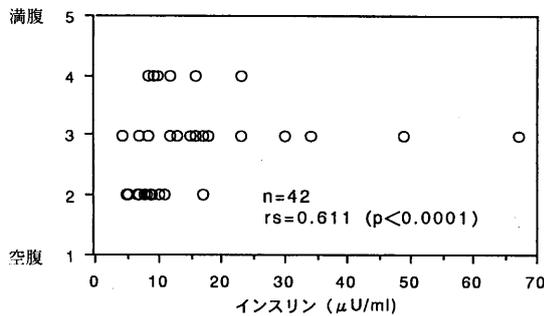


図2 空腹感インスリン (食前、食後1時間) の相関

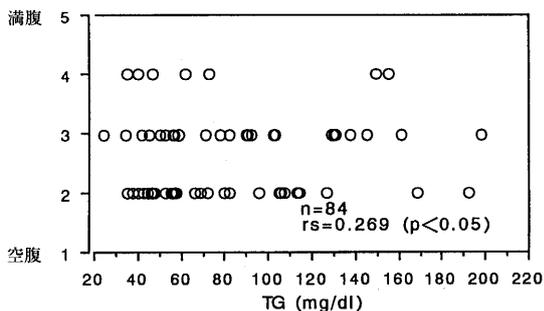


図3 空腹感とTG相関

表4 血漿アミノ酸・脂肪酸濃度と満腹感の関係 (n=84)

アミノ酸	満腹感		脂肪酸	満腹感	
	r	p		r	p
Ser	.326	.003*	c 18:2 (n-6)	.013	.910
Tau	.391	.001*	c 18:3 (n-3)	.220	.044*
Thr	.387	.000*	c 18:3 (n-6)	.250	.022*
Glu	-.138	.219	c 20:4 (n-6)	.086	.437
Gly	.099	.373	c 20:5 (n-3)	.002	.984
Val	.351	.001*	c 22:4 (n-6)	.009	.938
Met	.396	.000*	c 22:5 (n-3)	.020	.859
Ile	.398	.000*	c 22:6 (n-3)	.148	.177
Leu	.394	.000*	S	.057	.607
Phe	.424	.000*	M	.168	.128
Trp	.340	.002*	P	.031	.778
Orn	.351	.001*	n-3	.095	.392
Lys	.367	.001*	EFA	.024	.831
His	.246	.025*			
3 Me-His	.161	.145			
EAA	.358	.001*			
BCAA	.345	.001*			
AAA	.349	.001*			
Fisher 比	.180	.103			

\*Spearmanの検定: p<0.05

表5 血漿脂肪酸組成食後の経時的変動 (n = 7)

mg/dl	炭水化合物食			蛋白質食			脂肪食				
	食前 平均 S D	1時間後 平均 S D	5時間後 平均 S D	食前 平均 S D	1時間後 平均 S D	3時間後 平均 S D	5時間後 平均 S D	食前 平均 S D	1時間後 平均 S D	3時間後 平均 S D	5時間後 平均 S D
C14:0	1.6±0.8	2.8±3.1	1.8±0.9	2.4±1.1	2.3±1.7	2.6±1.7	2.2±0.8	1.6±0.7	1.9±1.0	3.2±2.6	2.2±0.9
C16:0	52.3±8.2	63.6±46.9	42.9±13.8	48.8±13.6	48.1±22.0	53.6±25.7	47.5±16.3	37.0±15.2	43.6±21.3	60.9±31.7	47.4±16.3
C17:0	0.7±0.2	0.8±0.5	0.6±0.2	0.7±0.2	0.6±0.1	0.7±0.2	0.6±0.1	0.5±0.1	0.6±0.2	0.8±0.3 <sup>b</sup>	0.6±0.1
C18:0	13.6±5.0	17.2±7.6	12.8±3.4	14.1±3.4	13.1±1.8	15.3±4.8	14.3±2.4	11.0±3.3	13.2±5.2	13.8±7.6	13.5±2.3
C18:1 (n-9)	41.6±4.6	42.6±23.8	32.0±8.9	36.8±10.4	37.6±15.9	42.7±18.3	38.5±10.3	29.3±11.5	41.1±17.9	52.7±24.9 <sup>b</sup>	38.4±10.7
C18:1 (n-7)	3.8±0.6	4.2±2.8	3.1±1.1	3.1±1.3	2.4±1.1	4.0±2.0	3.6±1.5	2.8±1.2	3.6±1.7	4.3±1.9	3.5±1.3
C18:2 (n-6)	71.8±12.5	74.3±40.9	54.7±15.1	55.6±11.6	54.4±14.3	62.4±20.0	54.7±10.6	50.8±18.9	57.8±21.7	77.0±30.7 <sup>c</sup>	63.0±16.5
C18:3 (n-6)	0.5±0.4	0.4±0.3	0.3±0.2	0.4±0.3	0.4±0.2	0.5±0.4	0.4±0.2	0.4±0.2	0.5±0.5	0.5±0.4	0.4±0.3
C18:3 (n-3)	2.0±0.3	1.8±1.1	1.4±0.4	1.6±0.5	1.4±0.4	2.3±0.9	2.1±0.5	1.4±0.6	2.5±0.8 <sup>b</sup>	3.2±1.5 <sup>a</sup>	2.1±0.4
C20:0	0.6±0.1	0.5±0.2	0.5±0.1	0.5±0.1	0.5±0.1	0.5±0.1	0.5±0.4	0.4±0.1	0.5±0.2	0.6±0.2	0.5±0.1
C20:1 (n-9)	0.4±0.1	0.3±0.2	0.3±0.1	0.3±0.1	0.3±0.2	0.5±0.2	0.5±0.1	0.3±0.1	0.4±0.2	0.5±0.2	0.4±0.1
C20:2 (n-6)	0.5±0.1	0.5±0.4	0.4±0.3	0.4±0.1	0.5±0.3	0.5±0.3	0.4±0.3	0.4±0.2	0.4±0.2	0.6±0.4	0.5±0.2
C20:3 (n-6)	2.1±0.8	2.3±1.8	1.7±0.9	1.8±0.8	1.9±1.3	2.2±1.5	1.9±1.1	1.6±1.0	1.9±1.4	2.1±0.9	1.8±1.5
C20:4 (n-6)	11.2±2.9	10.6±3.4	8.8±2.7	9.0±2.1	8.6±1.9	10.5±3.8	9.0±1.9	8.0±2.4	9.5±5.9	12.1±4.2 <sup>c</sup>	10.2±1.9
C20:5 (n-3)	2.1±1.1	2.0±1.4	1.7±1.1	1.5±0.8	1.4±0.7	2.3±1.1	2.2±1.4	2.2±1.3	2.1±0.9	2.8±1.1	2.6±0.8
C22:0	1.8±0.9	1.4±0.3	1.1±0.3 <sup>c</sup>	1.2±0.3	1.1±0.3	1.0±0.3	0.8±0.4	0.9±0.2	1.1±0.5	1.2±0.4	1.0±0.2
C22:1 (n-9)	0.7±1.2	0.5±1.1	0.6±0.9	0.5±0.7	0.6±0.4	0.2±1.0	0.4±0.4	0.2±0.2	0.5±0.6	0.3±0.1	0.2±0.0
C22:4 (n-6)	0.3±0.1	0.3±0.1	0.2±0.1	0.2±0.1	0.3±0.1	0.4±0.2 <sup>c</sup>	0.3±0.1	0.3±0.1	0.2±0.2	0.3±0.1	0.3±0.1
C23:0	0.8±0.2	0.7±0.3	0.6±0.2	0.6±0.1	0.7±0.2	0.6±0.2	0.6±0.2	0.6±0.1	0.6±0.3	0.8±0.2 <sup>c</sup>	0.7±0.2
C22:5 (n-3)	0.8±0.3	0.7±0.3	0.6±0.3	0.6±0.2	0.6±0.1	0.8±0.2	0.7±0.3	0.6±0.2	0.7±0.3	1.0±0.5 <sup>b</sup>	0.7±0.1
C22:6 (n-3)	5.1±1.3	4.7±1.9	4.2±1.4	4.1±0.5	4.1±1.1	5.5±1.2	5.4±1.8	4.3±1.5	4.6±1.8	6.7±3.3 <sup>b</sup>	5.4±1.4
C24:0	1.0±0.3	0.9±0.4	0.8±0.3	0.8±0.3	0.9±0.3	0.8±0.3	0.7±0.3	0.7±0.2	0.8±0.4	0.9±0.3	0.8±0.2
C24:1 (n-9)	1.9±0.5	1.8±0.5	1.5±0.5	1.7±0.4	1.7±0.5	1.8±0.6	1.5±0.8	1.4±0.3	1.7±0.9	1.9±0.5	1.7±0.5
S	72.8±8.5	88.8±59.3	61.6±18.2	69.6±17.3	67.9±24.1	75.6±32.2	67.7±18.9	53.2±19.2	62.8±28.8	82.9±37.6	67.1±17.2
M	53.6±6.6	56.4±35.5	42.2±13.2	48.1±14.2	48.7±23.0	56.1±26.9	50.1±15.9	38.5±16.5	52.2±24.0	66.8±34.2 <sup>c</sup>	49.3±17.5
P	96.3±14.6	97.6±48.9	74.0±20.2	75.1±14.3	73.7±17.6	87.4±26.5	77.1±15.7	69.9±24.2	80.4±32.7	106.3±41.0 <sup>c</sup>	87.0±20.8
n-3	12.0±3.9	11.3±5.4	9.6±3.8	9.3±2.5	9.1±2.3	13.3±3.5 <sup>c</sup>	12.6±5.1	10.7±3.8	12.3±4.5	16.5±6.8	13.4±2.8
n-6/n-3	9.3±3.3	10.0±2.9	8.8±2.1	8.8±1.7	9.0±2.6	7.1±1.8	6.8±1.6	7.4±1.8	7.0±1.4	6.9±1.5	7.0±1.3

注) t-検定 \* a p<0.001, \* b p<0.01, \* c p<0.05 (食前との比較)

物に対する執着心が起るなど、異なった問題も生ずるという報告<sup>11)</sup>もあり、PFCバランスを考慮した通常の食品を用いて満腹感を得ることが重要であると思われる。食欲との関係は、アドレナリン・ノルアドレナリンなどのカテコールアミンやセロトニン、プロスタグランディンの影響も述べられている<sup>13)14)</sup>。今回、カテコールアミンの前駆物質であるTyrやTrpの蛋白食摂取による有意の上昇と満腹感との正相関、プロスタグランディンの前駆物質であるアラキドン酸(C20:4 n-6)の脂肪食後の上昇を確認し、蛋白質や脂肪を含む食事摂取が満腹感を維持するために効果的な作用があることを確認した。従来から提唱されている、炭水化物食は短時間の満腹感充足のために、蛋白質や脂肪食は長時間の満腹感を維持するために有効であることを再確認する結果であった。

## 謝 辞

本研究にあたり、協力いただいた元臨床看護学講座助手の細川美和様、貴重な資料を提供して下さった本学看護学科学学生7名の皆様に、心から感謝いたします。

## 文 献

- 1) 末松弘行 (1982) 食行動の生理と病態, 栄養と看護, 1 : 31.
- 2) 渡辺建彦 (1982) 血中アミノ酸と脳内アミン, 医学のあゆみ, 120, 5 : 348-9.
- 3) 中村美知子 (1996) 魚負荷代謝実験による生体のn-3系脂肪酸(DHA, EPA)とn-3系脂肪酸比の検討, 女子栄養大学栄養科学研究所年報, 4 : 119-120.
- 4) 中村美知子 (1993) 老人ホームに在住する高齢者の食生活と血中脂質の変動, 浴風会調査研究紀要, 77 : 126-7.
- 5) 日本臨床栄養学会, 病院食栄養基準に関する委員会 (1998) 病院食栄養基準, 日本臨床栄養学会雑誌, 20, 2 : 1.
- 6) 中村美知子 (1988) 組成の異なる同一カロリーテスト食負荷による血漿中遊離アミノ酸の変動, 日赤看大紀要, 2 : 14-22.
- 7) 岸恭一 (1987) アミノ酸栄養—最近の話題, 臨床栄養, 70, 7 : 785-9.
- 8) Martin-Dupan R et al. (1982) Effect of Various Oral Glucose on Plasma Neutral Amino Acids Levels, Grune & Stratton Inc pp 937-942.
- 9) Toornvliet AC., Pijl H. Tuineburg JC. et al. (1997) Psychological and metabolic responses of carbohydrate carving obese patients to carbohydrate, fat and protein-rich meals, Int J Obesity & Related Metabolic Disorders, 21, 10 : 860-4.
- 10) Cotton JR. Burley VJ. Weststrate JA and Blundell JE. (1996) Fat substitution and food intake: effect of replacing fat with sucrose polyester at lunch or evening meals, Bri J Nutr, 75, 4 : 545-6.
- 11) Cotton JR. Weststrate JA and Blundell JE. (1996) Replacement of dietary fat with sucrose polyester; effect on energy intake and appetite control in non-obese males, Am J Clin Nutr, 63, 6 : 991-6.
- 12) DeGraaf C. Hulshof T. Weststrate JA. et al. (1996) Nonabsorbable fat (sucrose polyester) and the regulation of energy intake and bodyweight, Am J Physiol, 270, 6 Pt 2 : 138-93.
- 13) Karl MP. et al. (1986) Psychobiology of anorexia nervosa, Am J Clin Nutr, 7 : 174-8.
- 14) Exon MS. Lightfoot JB. Stanton MW. et al. (1995) Behaviorally conditioned anorexia; role of gastric emptying and prostaglandins, Physiology & Behavior, 58, 3 : 471-6.

**Abstract**

**Changes in Plasma Free Amino Acid and Fatty Acid Concentrations and  
Young People's Appetites after Isocaloric Test Meal Loads**

**Michiko NAKAMURA\*, Miwa ISEZAKI\*, Mari KUBOTA\* and Terue KAWABATA\*\***

The changes in plasma free amino acid and fatty acid concentrations and the appetite were examined to 7 healthy people after isocaloric test meal loads (600 kcal, the 3 different meals from PFC, protein : fat : carbohydrate ratio), The results were as follows.

1. These subjects were stronger fullness after protein rich meal and fat rich meal loads than before, and felt hungry after 5 hours of carbohydrate rich meal load.
2. Significantly positive correlation was recognized between serum TG and insulin concentrations in young people and their feeling of fullness after meal intakes, though negative correlation between serum TP concentration and their feeling of fullness.
3. There were positive correlations between plasma free amino acid (for example ; EAA, BCAA, AAA, Tyr and Trp) and fatty acid concentrations after protein rich meal intakes and their feeling of fullness.

---

\*Yamanashi Medical University, School of Nursing

\*\*Kagawa Nutrition University, Department of  
Nutrition