- 6) 日本化学会(編): タンパク質の化学 (生化学実験講座, I), p.29 (1974), 東京化学同人
- 7) Wang, J. and Kinsella, J.E.: *J. Food Sci.*, **40**, 1156 (1975)
- 8) 保井忠彦: 栄養と食糧, **27**, 427 (1974)
- 9) 保井忠彦, 岩松君子: 農化, **46**, 597 (1972)
- 10) 満田久輝, 樋口雅子, 白井浩一, 山本愛二郎: 栄

- 養と食糧, **31**, 99 (1978)
- 11) Joint FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee: Energy and Protein Requirement, p.53 (1973)
- 12) Spies, J.R. and Chambers, D.C.: *Anal. Chem.*, **20**, 30 (1948); **21**, 1249 (1949)

(昭和55年3月22日受理)

摂取熱量と脂肪P/S比の高比重リポ たん白コレステロール, 総コレ ステロールおよび中性 脂肪値への影響

岩崎良文

京都大学医学部栄養治療室

Effect of Caloric Intake and P/S Fat Ratio on HDL-Cholesterol, Plasma Cholesterol and Triglyceride Levels

Yoshifumi IWASAKI

Department of Clinical Nutrition, Faculty of
Medicine, Kyoto University, Kyoto, Japan

In this study, we have investigated the effect of caloric intakes in 15 subjects (9 males and 6 females ranging in age from 48 to 66) and the effect of P/S (polyunsaturated/saturated) fat ratio in 9 subjects (7 males and 2 females aged from 50 to 64) on HDL-C, total cholesterol (TC) and triglyceride (TG) levels in plasma. All subjects were selected from inpatients with low HDL-C level (<45 mg/dl).

In the first study (Fig. 1), the subjects were placed on 20-25 Cal (per kg of ideal body weight), 25-30 Cal and 30-35 Cal test diets containing almost constant amount of protein and fat. Each subjects was given one of the test diet for 14-17 days with interval. The order of the diet was randomized. P/S fat ratio of the diet was maintained between 1.0 to 2.0 and daily cholesterol content was 0.3 to 0.7 g. When compared to the control, HDL-C was raised ($p<0.01$) by 20-25 Cal and 25-30 Cal diets. TG was lowered ($p<0.05$) by 20-25 Cal diet. Hypocaloric diet containing less than 30 Cal with medium P/S ratio shows to offer the

advantage with respect to HDL-C and TG metabolism.

In the second study (Fig. 2), the test diets of different P/S fat ratio from 0.3-0.7, 1.0-2.0 and 3.0-4.0 were respectively administered for 14 days. The diets were isocaloric (20-30 Cal per kg of body weight) and contained 0.3-0.9 g of cholesterol. The diet with the lowest P/S fat ratio was initially administered, medium and then the highest one continued with no interval. All subjects lost the weight during the test. HDL-C was increased ($p<0.01$) by the diets with medium and the highest P/S fat ratio. Also the highest P/S ratio diet reduced ($p<0.05$) TC level. Though the increment of HDL-C was observed, it was possibly due to the effect of limited caloric intake provided by the test diet. Accordingly the effect of polyunsaturated fat on HDL-C remained to be clarified.

(Received April 30, 1980)

最近, 血中脂質とくに高比重リポたん白 cholesterol (HDL-C) の動向が動脈硬化性病変の進展との関係で注目されており¹⁾, その調節因子や機序についていろいろと議論されている。とくに食事はリポたん白各分画や HDL-C の調節因子として基本的なものであることは衆目の一致するところであるが²⁾, この方面の知見は数も限られておりとくに国内の具体的なデータに乏しい³⁾。

そこで HDL-C レベルが低値を示す入院患者を対象として食事因子として摂取熱量と脂肪の P/S (多価不飽和脂肪酸/飽和脂肪酸) 比の HDL-C, 総 cholesterol (TC) および中性脂肪 (TG) に対する影響について検討した。

対象と方法

対象は HDL-C が 45 mg/dl 未満で TC, TG は正常域かやや上昇を示すものとし遺伝歴をもつものや明らかに高脂血症を示すものは除外した。また慢性消耗性疾患, 内分泌疾患, 肝, 腎疾患や, 脂質値に変動をきたす薬物の投与を受けているものや日常の食事摂取量がきわめて不安定なものは対象より除外した。実験開始時の体重は標準体重の 107~118% で, 運動機能障害は著明でなく毎日1時間内外の歩行を義務づけた。喫煙とアルコ

ールの摂取を行っていない。

第1の摂取熱量に関する実験対象は男性9例、女性6例計15例、年齢は48歳より66歳であった。連続2日間、絶食後に血中脂質を測定した後30~35 Cal, 25~30 Cal および 20~25 Cal (標準体重当たり) に相当する各実験食を摂取順位は無作為にそれぞれ14~17日間連続して供与した。各実験食のたん白、脂肪量はほぼ一定に保たれ P/S 比は 1.0~2.0 であった。対象の実験期間中の cholesterol 摂取量は 0.3~0.7 g/日 であったが各対象ごとに実験前の食事調査結果を参照して摂取 cholesterol レベルが設定されており各対象の cholesterol 摂取量の変動幅は最も大きいもので 0.26 g, 最も小さいもので 0.09 g であった。各実験食の終わりに連続2日空腹時の血中脂質値を測定した。

第2の脂肪 P/S 比に関する実験対象は男性7名、女性2名、計9名で年齢は50歳より64歳であった。P/S 比を 0.3~0.7, 1.0~2.0 および 3.0~4.0 に調整した実験食を全対象がこの順位で各14日間連続して摂取し各実験食の最後に2日間空腹時の血中脂質を測定した。各対象に対する熱量、炭水化物、脂肪、たん白量はほぼ一定に保たれており、熱量は 1,200~1,800 Cal, 炭水化物 150~250 g, 脂肪 40~50 g, たん白 60~90 g で標準体重 kg 当たり 20~30 Cal であった。実験期間中1日 cholesterol 摂取量は 0.3~0.9 g であったが P/S 比の変動により cholesterol 量は変化し 0.3~0.7 の実験食の平均が 0.65 g, 1.0~2.0 が 0.42 g で 3.0~4.0 では 0.35 g であった。各実験食は全量を摂取することを原則としたが第1の摂取熱量実験では残量を生じた場合も実質の摂取量が設定した実験条件域に入る場合のみ対象群内にとどめた。食事熱量、組成、P/S は既報のデータによって算定した。血中脂質の測定は TC, TG は autoanalyzer で、HDL-C は dextran 硫酸, Mn^{2+} 法で沈降させ cholesterol-oxidase 法で定量した。

結果と考察

第1の摂取熱量実験の結果(図1)は実験前 HDL-C は 39.2 ± 2.0 mg/dl (Mean $\pm$ 1 SEM), TC 243 ± 12 mg/dl, TG は 184 ± 10 mg/dl であったが 30~35 Cal 群はそれぞれ 42.5 ± 2.1 , 278 ± 13 ($p < 0.05$) および 209 ± 11 であった。また 25~30 Cal 群は HDL-C は 51.2 ± 2.1 ($p < 0.01$), TC は 255 ± 15 , TG は 159 ± 12 であり 20~25 Cal 群では 48.1 ± 2.3 ($p < 0.01$), 231 ± 13 および 149 ± 11 ($p < 0.05$) で実験前値に対して 30~35 Cal 群で TC が、25~30 Cal 群で HDL-C が、また 20~25 Cal 群で HDL-C と TG がそれぞれ有意の変化を示した。この結果は摂取熱量を適正に保ち(この場合 30 Cal/kg 標準体重未満), P/S と摂取 cholesterol 量に

図1. 摂取熱量と HDL-コレステロール、総コレステロール(TC)と中性脂肪(TG)値。

各実験食の供与順は無作為に決定した。詳細は本文参照。

留意すれば 45 mg 未満の低 HDL-C の対象でその上昇 (LDL-C の上昇を伴わない) を期待できることを示すものと思われる。実験期間中の体重減少は 0.5~1.0 kg が 20~25 Cal 群で 8 例, 25~30 Cal 群で 7 例, 30~35 Cal 群で 3 例, 1.0~2.0 kg は 20~25 Cal 群で 4 例, 20~30 Cal 群で 2 例であり 0.5~1.0 kg の体重増加は 30~35 Cal 群で 6 例, 1.0~2.0 kg の体重増加は同群で 1 例に認められた。Cholesterol 摂取量は実験前と実験期間を通して大きな差はなく実験結果に影響しなかったものと思われる。

次に脂肪 P/S 比の影響は(図2), 実験開始時の HDL-C は 38.6 ± 1.6 mg/dl (Mean $\pm$ 1 SEM), TC は 237 ± 11 mg/dl, TG は 188 ± 12 mg/dl であったが P/S 0.3~0.7 の実験食によりそれぞれ 40.2 ± 1.8 , 243 ± 10 , および 204 ± 15 であった。また P/S が 1.0~2.0 に移行後は HDL-C は 45.9 ± 2.1 ($p < 0.01$), TC は 212 ± 15 , TG は 160 ± 12 であり次いで P/S が 3.0~4.0 になった後はそれぞれ 46.3 ± 2.4 ($p < 0.01$), 198 ± 12 ($p < 0.05$) および 155 ± 11 ($p < 0.05$) であり実験開始時の測定値に対してそれぞれ P/S が 1.0~2.0 で HDL-

図 2. 脂肪 P/S 比と HDL-コレステロール、総コレステロール(TC)と中性脂肪(TG)値。各実験食の供与は 0.3-0.7, 1.0-2.0, 3.0-4.0 の順に行なわれた。詳細は本文参照。

C が、また P/S が 3.0~4.0 では HDL-C, TC および TG が有意の変動を示した。実験期間を通しての対象の体重変化は P/S が 0.3~0.7 で 0.5~1.0 kg の減少が 5 例, 1.0~1.5 kg の減少が 2 例, P/S が 1.0~2.0 では 0.5~1.0 kg の減少が 5 例, 1.0~1.5 kg の減少が 2 例であり, P/S が 3.0~4.0 では 0.5~1.0 kg の減少が 6 例であった。脂肪の P/S 比と HDL-C の関係については P/S 比が 0.25 と 4.0 を比較した場合に後者では LDL-C とともに HDL-C も 33% 低下し⁵⁾, HDL₂/HDL₃ も 28% 低下するとの報告があり⁵⁾, このことより P/S 比が極端に高いと DL-C とともに HDL-C も

低下するものと一般に理解されているが²⁾, このような P/S 比の HDL-C に対する作用を否定する報告も見られる³⁾。われわれの結果も P/S 比を 3.0~4.0 に保った場合に LDL-C は低下したが HDL-C は変化せず P/S 比 1.0~2.0 の実験食によるものと同一のレベルに留まっていた。この第 2 実験 (図 2) における対象の cholesterol 摂取量は実験初期(P/S 比 0.3~0.7 の実験食期間)に高く以後段階的に低下しており実験結果に影響し得たものと思われるが P/S 比 0.3~0.7 実験食では LDL-C, HDL-C とともに変化なくむしろ摂取 cholesterol 量が正常レベルになった時期に HDL-C は上昇している。またこの実験ではすべての実験食の供給熱量は標準体重 kg 当たり 20~30 Cal に保たれ全対象例の体重減少を見る結果となった。このことが上述の結果を得た主たる原因と思われ、脂肪 P/S 比と HDL-C の関係を不明確なものとして残した。しかし少なくとも P/S 比が 3.0~4.0 に保っても他の条件によっては必ずしも LDL-C の低下に伴って急激な HDL-C の低下がおこるものとは限らず P/S 比が 1.0~2.0 のレベルに保たれている。

今後、対象例と観察期間を増加するとともに熱量供給量を対象ごとに保ち摂取 cholesterol 量の変動を防ぐことにより食事因子とくに脂肪 P/S 比と HDL との関連を明確にする予定である。

この結果の一部は第 12 回日本動脈硬化学会総会において発表した。

文 献

- 1) Miller, N.E., Eørde, O.H., Thelle, D.S. and Mjøs, O.D.: *Lancet*, 1, 965 (1977)
- 2) Lewis, B.: *High Density Lipoproteins and Atherosclerosis*, p. 143 (1978), Elsevier and North-Holland (Amsterdam and New York)
- 3) Nakamura, H., Ishikawa, T. and Nagano, M.: *Prophylactic Approach to Hypertensive Diseases*, p. 491 (1979), Raven Press (New York)
- 4) Wilson, D.E. and Lee, R.S.: *J. Clin. Invest.*, 51, 1051 (1972)
- 5) Shephard, J., Packard, C.J. and Patsh, J.R.: *J. Clin. Invest.*, 61, 1582 (1978)
- 6) Spitz, N. and Mishkel, A.M.: *J. Clin. Invest.*, 48, 78 (1969)

(昭和 55 年 4 月 30 日受理)