

肥育牛の血漿リポ蛋白質とロース芯の脂肪交雑

和田 宏・高 光斗^{a)}
Ida Bagus DJAGRA^{b)}・奥島史朗^{c)}
(家畜繁殖学研究室)

Received November 1, 1982

Correlation Between Fat Deposit in Eye Muscle and Concentration of Plasma Lipoprotein in Fattened Steer

Hiroshi WADA, Gwang-Du GOH^{a)}
Ida Bagus DJAGRA^{b)} and Shiro OKUSHIMA
(Laboratory of Animal Reproduction)

Thirty heads of finished steers of Japanese Black breed were employed in this study. Blood was taken at slaughtering, heparinized and centrifuged for separating plasma. The plasma was determined for concentration of lipids including high density lipoprotein (HDL), low density lipoprotein (LDL), triglyceride (TG), total cholesterol (TChol), estrified cholesterol (EChol), lipid peroxide (LPO), non-estrified fatty acid (NEFA), hormones including growth hormone (GH), cortisol (Cort), insulin (Insu), thyroid stimulating hormone (TSH), thyroxine (T_4), triiodo-thyronine (T_3), lutenizing hormone (LH), minerals including magnesium (Mg), calcium (Ca), inorganic phosphorus (IP) and total protein (TP).

There was a significant positive correlation between fat deposit in eye muscle cut at 8 to 9th rib and concentration of plasma HDL or plasma total cholesterol, and the latter was highly significant. In high fat deposit steers, correlation coefficient between concentrations of HDL and LPO was also significantly positive. There was not any significant correlation between concentration of plasma HDL and plasma hormones. However, there was a slight tendency of negative correlation between concentration of HDL and LH or Cort in the plasma in steers with low fat deposit.

Concentration of plasma LDL correlated positively with concentration of plasma TG. In steers with high fat deposit, there was a highly significant positive correlation between concentrations of LDL and TG or HDL. Plasma concentration of LDL also significantly correlated negatively with concentration of GH and positively with IP.

Concentration of plasma HDL and LDL seemed to increase in the phase of low metabolic rate in the tissue, in another word, with the increase of fat deposit.

Necessity of study of production of beef with high ratio of HDL to LDL is suggestible from the point of view of human health.

a) 大韓民国江原道春川市江原大学校農科大学, College of Agriculture, Gangweon National University, Chuncheon, Gangweon-Du, Korea

b) FKHP, Udayana University, Denpasar, Bali, Indonesia

c) 附属農場

緒 言

乳肉卵など畜産物の摂取による血管内コレステロールの沈着に基づく血管の老化現象、高血圧などが現代医学の重要な研究課題となっている。とくに肉・卵の摂取がその原因の1つと考えられている。わが国では牛肉は筋肉中の脂肪交雑が重要視され、枝肉の単価決定の重要な要因である¹⁾。脂肪交雑の進んだ肉は風味もよく高く評価されている。

血漿コレステロール濃度と肉のコレステロール濃度の関係は明らかでないが脂肪交雑の高い肉がコレステロール含量が高いとすれば、それだけから考えると脂肪交雑の高度な肉の多食は人体保健上の問題を生ずる可能性がある。しかし血中の脂質のリポプロテインには数種の分画があり、そのうちの HDL (high density lipoprotein, 高比重脂蛋白質) は血管壁のコレステロールを取り除く作用があることが知られ^{3,4,5,6)}、その効果が医学的分野において非常に注目を浴びている。

肉の脂質中における HDL, およびコレステロールその他の脂質の濃度を知ることはコレステロールに起因する動脈硬化症の予防対策としても必要であり、またコレステロールに因る障害に対する過大な危惧感の緩和の可能性もあり、肉類の消費拡大に対する隘路打開に繋がることにもなる。肉中のこれら諸脂質の濃度の研究以前の問題として、肉の生産過程における血漿中の脂質の濃度の推移および肉の脂肪交雑との関係を知ることも重要である。これまで牛肉の脂肪交雑に関しホルモンその他血清、血漿成分との相関について研究を行ってきた^{1,2,7,8,9)}。

本研究は血中の HDL 濃度とロース芯の脂肪交雑の関係を明らかにし、血漿の HDL 濃度と中性脂肪 (TG), コレステロール (Cho), 過酸化脂肪 (LPO), LDL (low density lipoprotein) など脂質の濃度との関係を明らかにする目的で行い、さらにこれらの血漿中リポプロテイン濃度と血漿中ホルモンおよびミネラル濃度についても検討を行った。

材 料 と 方 法

昭和 56 年 12 月岡山県枝肉共進会出品牛のうちの 30 頭のと殺時血液および枝肉を供試した。これらは既報の一連の研究に供試した枝肉および血漿と全く同じ材料である。すなわちと殺時の新鮮血液をヘパリン加容器に採血し、遠心分離によって血漿を採取した。この血漿の各種脂質、ホルモン、総蛋白質 (TP), ミネラルなどの濃度を測定した。

HDL 濃度は NC Histerol を用い沈殿法により測定した。LDL および重リポプロテイン), VLDL (低比重リポプロテイン) の濃度は BLF 栄研により比濁法で測定した。LPO 濃度は Lipoperoxide-Test Wako を用い八木の螢光法によって測定した。TG, 総コレステロール (TCho), エステル型コレステロール (ECho) などの濃度は別報の方法により、遊離脂肪酸 (NEFA) は別報⁷⁾の方法により測定した。6 種のホルモンの濃度は別報⁷⁾の方法により、ミネラル, TP などの濃度は別報⁷⁾の方法により測定した。

ロース芯の脂肪交雑 (fat deposit, FD) は既報の方法¹⁾により審査決定した。そしてロース芯脂肪交雑と血漿成分間の相関係数および回帰係数を求めた。

結 果 と 考 察

1. 血漿中 HDL の濃度

血漿中の HDL, LDL, TCho, ECho, LPO, TG, NEFA などの濃度の Mean±S.E. を Table 1 に示した。脂質の濃度は全供試牛 (FD = 1.0~4.5, 30 頭), 低脂肪交雑牛 (FD = 1.0~2.0, 13 頭), 高脂肪交雑牛 (FD = 2.5~4.5, 17 頭) につき計算した結果を示した。

Table 1 Concentration of plasma lipid in fattened steer

Lipid	All steer FD = 1.0~4.5 (n = 30)	Low FD steer FD = 1.0~2.0 (n = 13)	High FD steer FD = 2.5~4.5 (n = 17)
TG (mg/dl)	9.200±0.817	7.692±1.361	10.353±0.939
HDL (mg/dl)	101.767±3.621	90.692±4.211	110.235±4.629
LDL (mg/dl)	54.400±4.629	60.231±8.253	49.941±5.421
TCho (mg/dl)	115.866±4.578	102.692±5.123	125.941±6.111
ECho (% of TCho)	80.733±0.523	81.000±0.333	80.529±0.607
LPO (n mol/ml)	1.620±0.106	1.485±0.133	1.723±0.156
NEFA (meq/l)	0.501±0.025	0.482±0.043	0.515±0.030

FD: Fat deposit in eye muscle.

血漿脂質の濃度は TCho, HDL, ECho, LDL, TG の順で TCho が最も高い。

2. 血漿脂質の濃度と脂肪交雑の相関

血漿脂質濃度と脂肪交雑の相関係数を Table 2 に示した。

Table 2 Correlation coefficient between fat deposit in eye muscle and concentration of plasma lipid in fattened steer

Lipid	All steer FD = 1.0~4.5 (n = 30) r	Low FD steer FD = 1.0~2.0 (n = 13) r	High FD steer FD = 2.5~4.5 (n = 17) r
TG	0.345 ^(*)	0.145	0.229
HDL	0.483 [*]	-0.307	0.277
LDL	0.002	0.287	0.376
TCho	0.464 [*]	-0.239	0.255
ECho	-0.284	-0.152	-0.571 [*]
LPO	0.274	-0.059	0.255
NEFA	0.325	-0.083	0.675 ^{**}

* Significant at 5% level.

** Significant at 1% level.

(*) Close to significance at 5% level.

脂質と脂肪交雑値との相関は全供試牛では HDL, TCho が有意な正の相関, TG が有意に近い正相関を示し, LDL は高脂肪交雑において正相関の傾向を示した。ロース芯脂肪交雑と LPO の間には有意な相関はなかった。

3. 血漿脂質濃度の相互の比率

血漿脂質相互の比率を Table 3 に示した。血漿 TCho に対する比率でみると HDL および LPO は脂肪交雑の程度によって殆んど変化しない。しかし TCho に対する LDL および ECho の比率は脂肪交雑の高い方が小さい。LDL は血管壁へのコレステロールの運搬体と考えられているので牛に動脈硬化がありとすれば抗動脈硬化の観点からして好都合と考えられる。

高脂肪交雑牛群では低脂肪交雑牛群よりも TG に対する LPO の割合が低くなっている一方, LPO に対する HDL の比率が高くなっている。これは動脈硬化の危険 (促進) 因子である LDL の比率が低く, 抗動脈硬化因子である HDL の比率が高いことを意味する。これは血漿中の脂質の濃度関係であるが, もし肉においてこのような関係がありとすれば高脂肪交雑牛の肉の摂取に伴う人体の保健上の問題は軽減・解消されることになる。

Table 3 Ratio of concentration of plasma lipid in fattened steer

Ratio of lipid	All steer	Low FD steer	High FD steer
	FD = 1.0~4.5	FD = 1.0~2.0	FD = 2.5~4.5
	(n = 30) Mean ± S.E.	(n = 13) Mean ± S.E.	(n = 17) Mean ± S.E.
HDL/TCho	0.88 ± 0.04	0.88 ± 0.05	0.87 ± 0.03
LDL/TCho	0.475 ± 0.23	0.58 ± 0.28	0.38 ± 0.14
HDL/LDL	2.52 ± 0.32	2.36 ± 0.64	2.65 ± 0.30
ECho/TCho	0.72 ± 0.16	0.81 ± 0.15	0.66 ± 0.14
LPO/TCho	0.01 ± 0.004	0.01 ± 0.005	0.013 ± 0.004
LPO/TG	0.20 ± 0.10	0.24 ± 0.13	0.17 ± 0.07
HDL/LPO	71.85 ± 32.59	69.59 ± 34.00	73.57 ± 32.40

4. リポ蛋白質と他の脂質の濃度の相関

血漿リポ蛋白質の濃度と脂質，ホルモン，ミネラルの濃度の相関係数を Table 4 および Table 5 に示した。

血漿の HDL 濃度は TCh 濃度と非常に有意性の高い正の相関 ($r=0.97$) があり，LPO 濃度とも有意性の高い正の相関 ($r=0.46$) がある。HDL と LPO の濃度間の相関は脂肪交雑の低いものではみられないが，脂肪交雑の高いものでは有意性の高い正の相関 ($r=0.65$) がみられる。

血漿の LDL 濃度は TG 濃度と有意な正相関があり，低脂肪交雑群では有意であるが高脂肪交雑牛群では有意でなかった。また高脂肪交雑牛群では血漿の LDL 濃度は TCho および HDL と有意性の高い正の相関があった。LDL と NEFA とは低脂肪交雑牛群において有意に近い正の相関がみられた。

リポ蛋白質と他の脂質の相関をみれば HDL は TCho と非常に有意性の高い正相関があり，LPO ととも高い正の相関があった。LDL は TG と正の相関があり，LPO とは相関が無かった。

5. 血漿リポ蛋白質濃度と血漿ホルモン濃度の相関

血漿 HDL の濃度は血漿ホルモン濃度とは相関が無かった。血漿 LDL は成長ホルモン濃度と負の相関（高脂肪交雑牛群）があり Cort 濃度とは有意に近い正の相関があった。また LH ととも正の相関の傾向があった。また，LDL は TSH, Insu との間にもいくらかその傾向があった。

6. 血漿のリポ蛋白質濃度とミネラルの濃度の相関

血漿 HDL 濃度は IP 濃度と正相関（全牛群）があり Mg 濃度とも正相関（低脂肪交雑牛群）とも正相関があるが，Ca 濃度とは負相関（低脂肪交雑牛群）を示した。血漿 Mg これは組織の代謝活動と負の相関があり，代謝機能の低下の程度を示す。甲状腺のホルモンの 1 つであるカルシトニンの分泌を増加し，カルシトニンは Ca の体外排泄を増す。

血漿 Mg の増加，Ca の減少は組織の代謝機能の低下を示すものである。HDL は代謝機能の低下，換言すれば脂肪交雑の増進と共に濃度が増加する。

血漿無機 P の増加も組織の代謝活動の低下を示すものとされている。LDL も HDL も血漿 IP と有意な正の相関がある。HDL および LDL の血漿濃度は脂肪交雑の増進と共に増加することがわかった。

Table 4 Correlation coefficient between concentration of HDL and concentration of lipid, hormone and mineral in blood plasma of fattened steer

Correlation	All steers	Low FD steers	High FD steers
	FD = 1.0~4.5	FD = 1.0~2.0	FD = 2.5~4.5
	(n = 30)	(n = 13)	(n = 17)
	r	r	r
HDL : TG	0.252	-0.189	0.367
: TCho	0.978**	0.952**	0.981**
: ECho	-0.136	0.322	0.464 ^(*)
: LDL	0.191	0.010	0.625**
: LPO	0.462(**)	-0.093	0.654**
: NEFA	0.291	0.196	0.335
HDL : GH	-0.148	0.185	-0.379
: Cort	0.130	-0.325	0.135
: Insu	-0.107	0.071	-0.039
: TSH	0.097	0.021	0.290
: T ₄	0.041	0.074	0.009
: T ₃	0.029	0.089	0.135
: LH	-0.128	-0.280	0.157
HDL : TP	-0.299	-0.279	-0.173
: Ca	-0.325	-0.557*	-0.212
: Mg	-0.267	0.676*	0.128
: IP	0.438*	0.486 ^(*)	0.449 ^(*)

* Significant at 5% level.

** Significant at 1% level.

^(*) Close to significance at 5% level.^(**) Close to significance at 1% level.

Table 5 Correlation coefficient between concentration of LDL and concentration of lipid, hormone and mineral in blood plasma of fattened steer

Correlation	All steers	Low FD steers	High FD steers
	FD = 1.0~4.5	FD = 1.0~2.0	FD = 2.5~4.5
	(n = 30)	(n = 13)	(n = 17)
	r	r	r
LDL : TG	0.388*	0.603*	0.323
: TCho	0.300	0.214	0.665**
: ECho	-0.204	-0.172	-0.298
: HDL	0.191	0.011	0.625**
: LPO	-0.154	0.066	-0.251
: NEFA	0.262	0.505 ^(*)	0.035
LDL : GH	-0.169	-0.090	-0.493*
: Cort	0.141	0.518 ^(*)	-0.093
: Insu	0.255	0.318	0.175
: TSH	-0.008	-0.167	-0.137
: T ₄	-0.162	0.089	0.299
: T ₃	0.261	0.340	0.121
: LH	0.247	0.436	-0.403
LDL : TP	-0.017	0.188	-0.464
: Ca	-0.088	0.195	-0.397
: Mg	0.351	0.257	0.341
: IP	0.610*	0.650*	0.638**

* Significant at 5% level.

** Significant at 1% level.

^(*) Close to significance at 5% level.

摘 要

肥育牛の血漿の HDL, LDL, TG, TCho, ECho, LPO, NEFA などの脂質, GH, Cort, Insu, TSH, T₄, T₃, LH などのホルモン, 総蛋白質, Ca, Mg, 無機リンなどの濃度を測定した。

血漿 HDL 濃度は第 8—9 肋間におけるロース芯の脂肪交雑値 (サシ) と正の相関があり, また TCho とは有意な非常に高い正相関がある。一方, 高脂肪交雑牛では HDL は LPO とともに有意な高い正相関があった。血漿 HDL 濃度はホルモン濃度と有意な相関はなかったが, LH の濃度との間には負の相関の傾向がみられた。

血漿 LDL の濃度は TG 濃度と正相関があり, 高脂肪交雑牛群においては HDL, TCho の濃度と有意性の高い正の相関があった。また血漿の LDL 濃度は GH と負の相関があり, IP とは正の相関があった。

血漿の HDL および LDL の濃度は組織の代謝機能の低い時, 換言すれば脂肪交雑の進んだ段階で増加する。

人体保健上, HDL/LDL 比の大きい牛肉の生産の必要性が提唱された。

謝 辞

本研究に対し助言, 協力を戴いた倉敷中央病院脳神経外科医長医学博士荒木攻氏に深謝の意を表します。

文 献

- 1) DJAGRA I. B. and H. WADA: Sci. Rept. Fac. Agr. Okayama Univ. 56, 37—45 (1980)
- 2) 高 光斗, 和田 宏: 岡山大農学報 60, 33—37 (1982)
- 3) GORDON, T. and W.P. CASTELLI: Am. J. Med. 62, 707—714 (1977)
- 4) HERMANN, W. J., K. Ward, and J. FAUCETT: Am. J. Clin. Pathol. 72, 848—852 (1979)
- 5) 伊藤栄一, 安江正博, 深津敦司, 手島 格, 山口一徳, 室賀辰夫, 後藤 公: Geriat Med. 18, 243—248 (1980)
- 6) MILLER, G. J.: Lancet 1, 16—19 (1975)
- 7) WADA, H., Gwang-Du GOH and S. OKUSHIMA: Sci. Rept. Fac. Agr. Okayama Univ. 60, 11—25 (1982)
- 8) WADA, H. and Gwang-Du GOH: (unpublished)
- 9) WADA, H. and Gwang-Du GOH: (unpublished)

正 誤 表 (Errata)

頁 (Page)	行 (Line)	誤 (Erratum)	正 (Correct)
目 次	15	調整法	調製法
34	28	HDL	HDL-Cho 38頁まで同様
34	28	LDL	LDL-Cho 38頁まで同様
55	3	35.4	35.4%