

1 原著論文

2 食後高脂血症と食事療法

3

4 療法食の給与が健常犬の食後の血中脂質濃度に及ぼす影響

5 **Effect of dietary therapy on the postprandial serum lipid**

6 **concentrations in dogs**

7

8 五十嵐寛高*、奥田歩、伊藤哲之、新田卓、久末正晴

9 麻布大学獣医学部獣医学科小動物内科学研究室

10 〒252-5201 神奈川県相模原市中央区淵野辺 1-17-71

11

12 *責任著者 五十嵐寛高 (hi-igarashi@azabu-u.ac.jp)

13

14 キーワード postprandial lipid metabolism, dietary therapy, fiber, fat, dog

15

16 要約

17 高脂血症は血清中のトリグリセリド (TG) および総コレステロール (T-
18 Cho) 濃度に基づいて診断されており、これらは食後に上昇することが知られ
19 ている。本研究では、食事療法の違いによる食後の血清 TG・T-Cho 濃度への
20 影響を明らかにすることを目的とした。健常なビーグル 6 頭を 2 頭ずつ無作
21 為に 3 群へ振り分け、3×3 のラテン方格法により高栄養食、低脂肪食、または
22 高繊維食を 2 週間ずつ給与した。各食事を 2 週間給与した時点の朝における
23 食前および食後 2、4、6、8、10、12 時間における血清 TG および T-Cho 濃度
24 を測定し、各食事間で比較検討した。血清 TG 濃度は、高栄養食でのみ有意な
25 食後の上昇が認められ、低脂肪食および高繊維食と比べて食後 2-10 時間にお
26 いて有意な高値を示した。一方で、いずれの食事でも食後 12 時間までに基準
27 範囲内の水準にまで低下した。血清 T-Cho 濃度は、いずれの食事でも食後の
28 上昇は認められず、全ての時間帯において食事の差異による有意差も認められ
29 なかった。高栄養食では血清 TG 濃度を長時間にわたって上昇させることか
30 ら、日常的な高栄養食の給与によって慢性的な高 TG 血症を引き起こす可能性
31 が示唆された。

32

**Effect of dietary therapy on the postprandial serum lipid
concentrations in dogs**

Hiroataka Igarashi*, Ayumi Okuda, Noriyuki Ito, Suguru Nitta, Masaharu
Hisasue

Laboratory of Small Animal Internal Medicine, Azabu University, 1-17-71
Fuchinobe, Chuo-ku, Sagamihara, Kanagawa, 252-5201, Japan

*Corresponding author: Hiroataka Igarashi (hi-igarashi@azabu-u.ac.jp)

Abstract: Serum triglyceride (TG) and Total Cholesterol (T-Chol)
concentrations have been known to elevate postprandially. The objective of
this study was to evaluate the effect of dietary therapy on the
postprandial change of serum TG and T-Chol concentrations in dogs.
Healthy 6 Beagles were randomly divided into 3 groups, and fed with
high-energy diet, low-fat diet, or high-fiber diet for 2 weeks under 3×3
Latin Square protocol. Baseline and postprandial (2, 4, 6, 8, 10, and 12
hours after feeding) serum TG and T-Chol concentrations were measured
and compared among the 3 dietary therapies. Only high-energy diet
induced significant elevation of serum TG concentration postprandially.
Serum TG concentrations 2–10 hours after feeding with high-energy diet
were significantly higher than those with other 2 diets. Serum TG
concentration was returned within reference range 12 hours after feeding
with each diet. Serum T-Chol concentration did not show postprandial
elevation. High-energy diet provided with a tendency to elevate the

baseline serum T-Cho concentration when compared with other 2 diets, but there was no statistically significant difference. Although the baseline concentrations of TG and T-Cho was equivalent, high-energy diet could induce potential hypertriglyceridemia due to the dairy postprandial elevation of serum TG concentration. The effect of dietary therapy on the dogs with hyperlipidemia needs to be investigated.

Key words: postprandial hyperlipidemia, dietary therapy, fiber, fat, dog

高脂血症は血清中のトリグリセリド（TG）および総コレステロール（T-Cho）濃度に基づいて診断されており、これらの数値は食後に上昇することから絶食時に検査することが求められている。一方で、食後に上昇した血清脂質濃度は 7-12 時間で基準値レベルにまで低下すると報告されているが、実際の絶食時間については 15 時間以上を設定することが推奨されている[9]。

現在、高脂血症症例犬に対する食事療法としては低脂肪食が広く用いられている[9]。一方で、食物繊維は消化抵抗性である性質ゆえに食後および持続的な高血糖を抑制することが知られているため[2, 4, 5]、食後の血清中脂質濃度の上昇幅やその持続時間にも影響することが予測される。しかし、これらの食事療法が食後の血清脂質濃度に与える影響は報告されていない。

そこで、本研究では健常犬を用いて食後の血清 TG・T-Cho 濃度、および脂質の担体であるリポタンパク分画の変動を解析し、食後の血清脂質濃度の経時的変化に対する食事内容の影響を明らかにすることを目的とした。

材料と方法

本研究は、麻布大学動物実験委員会の承認のもとで実施した（承認番号：200312-8）。過去 3 ヶ月間にわたり一切の投薬を受けておらず、臨床的に無症状であり、血液検査（CBC、血液化学検査）および超音波検査にて特異所見を認めない健常なビーグル 6 頭を用いた（表 1）。

6 頭のイヌを 2 頭ずつ無作為に 3 群へ振り分け、3×3 のラテン方格法の形式で高栄養食（消化器サポート、RoyalCanin、Aimargues、France）、低脂肪食（消化器サポート低脂肪、RoyalCanin）または高繊維食（満腹感サポート、RoyalCanin）を 2 週間ずつ給与した。それぞれの食事の成分平均分析値は表 2 に示した。全てのイヌは屋内ケージで個別に飼育し、自由飲水をさ

せ、食事は朝晩の 2 回、定められた時間帯（8 時、17 時）に給与することとし、食事量は各個体の安静時エネルギー要求量（RER）に相当する分量を給与した。2 週間の給与終了日のみ、朝に 1 回の食事の 2 倍量を与え、夕方は絶食させた。

2 週間の食事給与終了日において、食事給与前および食事給与の 2、4、6、8、10、12 時間後に採血し、血清中の TG および T-Cho 濃度を測定した（cobas® 6000、ロシュ・ダイアグノスティックス株式会社）。また、食前および食後 4、8、12 時間における血清は-20℃にて凍結保存し、スペクトラムラボジャパン（秋田県秋田市）に送付して高感度ゲル濾過液体クロマトグラフィー法によりリポタンパク分画を測定した。

各時間における血清 TG・T-Cho 濃度およびリポタンパク分画の測定値やその上昇幅、最高値に達するまでの経過時間、および基準範囲内へ回復するまでの経過時間について、Shapiro-Wilk 検定にて正規性を評価した。食事内容の異なる 3 群間の比較には、Kruskal-Wallis 検定を使用し、Dunn-Bonferroni の事後検定を用いて多重比較を行った。さらに食後の経過時間による経時的変化について、Friedman 検定を用いて評価した。統計解析ソフトは、SPSS Statistic ver.28.0.1（日本 IBM、東京）を用いた。 $P<0.05$ を以て統計的に有意であるとみなした。

結果

血清 TG 濃度はいずれの食事においても食後 2-4 時間において最高値となった（図 1）。特に、低脂肪食または高繊維食による食後の血清 TG 値の上昇はほぼ基準範囲内（17-102 mg/dL）の変動に留まるものであったのに対し（食後 4 時間における中央値〈範囲〉、低脂肪食：81.5〈59.0-182.0〉 mg/dL、高

115 繊維食：71.5〈48.0–117.0〉mg/dL)、高栄養食では食後に明らかな血清 TG
116 濃度の上昇が認められ（食後 4 時間における中央値〈範囲〉、156.5〈129.0–
117 332.0〉mg/dL）、食後 4、6、8 時間において食前と比べて有意な高値を示した
118 （図 1）。さらに、高栄養食給与時は低脂肪食および高繊維食の給与時と比べ
119 て食後 2–10 時間において血清 TG 濃度が有意な高値を示し（図 1）、高栄養食
120 給与時の血清 TG 濃度の上昇幅も低脂肪食または高繊維食給与時と比べて有意
121 に増大していた（表 3）。TG 値が最高値に達するまでの時間について食事間の
122 差は認められず（表 4）、いずれの食事においても食後 12 時間までに基準範囲
123 内の水準にまで低下した（表 5）。

124 血清 T-Chol 濃度は、いずれの食事においても食後の上昇が認められず、ほ
125 ぼ全ての血清検体で基準範囲内（107–314 mg/dL）に留まるものであり、その
126 上昇幅や最大値に到達するまでの経過時間、基準値内に戻るまでの経過時間の
127 いずれにおいても食事間での有意差は認められなかった（図 2、表 3–5）。ま
128 た、いずれの時間帯においても食事の差異による血清 T-Chol 濃度の有意差は
129 認められなかったが、全ての時間帯において高栄養食給与時の血清 T-Chol 濃
130 度は高繊維食または低脂肪食給与時のものよりも高値を示す傾向にあった（食
131 前における中央値〈範囲〉、高栄養食：215.0〈196.0–303.0〉mg/dL、高繊維
132 食：194.0〈143.0–232.0〉mg/dL、低脂肪食：160.0〈136.0–231.0〉
133 mg/dL）。

134 各リポタンパク分画に含まれる TG 濃度は、全ての時間帯における LDL-
135 TG、食後 8 時間における VLDL-TG、食後 4、8 時間における HDL-TG 濃度
136 が、高栄養食給与時に高繊維食給与時よりも有意な高値となった（表 6）。ま
137 た、食前および食後 4、8 時間における LDL-TG 濃度は、低脂肪食給与時と比
138 べた場合でも高栄養食給与時に有意な高値となった。食前および食後 12 時間

における CM-TG 濃度、ならびに食後 12 時間の VLDL-TG 濃度は、低脂肪食
給与時の方が高繊維食給与時よりも有意な高値となり、食前の VLDL-TG 濃度
においても同様の傾向が認められた。

高栄養食給与時の VLDL-Cho 濃度は食後 4、8 時間において高繊維食給与時
よりも有意に高値を示し、食後 8 時間では低脂肪食給与時の値と比較して有
意な高値を示した（表 6）。また、高栄養食給与時の LDL-Cho 濃度は、食前に
おいて高繊維食給与時よりも有意に高値を示し、食後 4、8、12 時間でも 3 群
間で最も高値を示す傾向にあった。

考察

本研究では、健常犬を用いて食後の血清脂質濃度の上昇に対する食事療法の
影響を解析した。これにより、脂質代謝異常症例を用いていないという制限は
あるが、高脂血症と食事療法に関する基礎的なエビデンスを得ることができた
ものと思われる。

今回、食後 12 時間経過により食前と同等の血清 TG 濃度が得られることが
明らかになった。Silva らは大半のイヌにおける成犬用維持食の給与後の絶食
時間は 12 時間よりも短縮できる可能性を指摘していたが[7]、今回の研究では
高栄養食給与時において食後 10 時間においても軽度の血清 TG 濃度上昇が継
続していたことから、正確な脂質代謝機能の評価のためにはやはり 12 時間以
上の絶食時間を設けることが好ましいと考えられる。さらに、高栄養食給与時
には可逆性の食後高脂血症に陥っている可能性も否定できないため、これによ
る長期的な予後調査を始めとした食事性の食後高脂血症に対する検討が今後必
要ではないかと考えられる。一方で、血清 T-Cho 濃度は全ての時間帯におい
て基準範囲内の変動に留まり、いずれの食事においても食後の上昇が認められ

なかった。これは過去の報告と同様の所見であることから[7]、血清 T-Cho 濃度の評価においては絶食時間を考慮する必要性が低いことが示唆された。

食後における血清脂質濃度の上昇が発生する時間帯は、消化吸収性の高い低脂肪食で早く、消化抵抗性である高繊維食では遅くなると考えられている[1]。しかし、今回の研究において食後の血清 TG 濃度が最高値に達するまでの時間について、食事療法の間で有意差は認められなかった。これは、恐らくは健常犬を用いた研究デザインであるがゆえに低脂肪食や高繊維食では食後の血清 TG 濃度の上昇がほとんど認められなかったことに起因していると思われる。そのため、脂質代謝異常の症例犬での再評価が今後必要であると考えられる。また、食後における血清 TG 濃度の上昇幅は高栄養食で有意に増大することが明らかになった。食事は一日に複数回摂取することが一般的であるため、絶食時の血液検査で高 TG 血症を認めない場合でも、高栄養食は低脂肪食や高繊維食と比べて一日の大半の時間帯で血清 TG 濃度の上昇が発生しているしている可能性があることが示唆された。

一方で、血清 T-Cho 濃度は高栄養食給与時において他の食事給与時よりも比較的高値で推移したものの、有意差は認められなかった。現在、イヌにおける食事性高脂血症は食事中的脂質含有量が 50% 以上である必要があると考えられている[9]。これに対し、今回用いた食事は最も脂質含有量が高い高栄養食でも 20% に留まるものであったため、血清 T-Cho 濃度への影響は限定的であった可能性がある。また、ヒトの高コレステロール血症は高脂肪食の長期給与が影響すると報告されている[3]。これに対し、今回は食事の給与期間を 2 週間に限定していたため、食事療法による血清 T-Cho 濃度への影響を明らかにするにはより長期間にわたる検討が必要であると考えられた。

リポタンパク中に含まれるコレステロール濃度について、今回 VLDL-Cho

および LDL-Cho 濃度が高栄養食給与時に高値を示す傾向が認められた。
VLDL は余剰な CM を基に肝臓で合成され、末梢組織へのさらなる TG を供給
するための担体となり、余剰な VLDL はリポタンパクリパーゼまたは肝 TG
リパーゼにより LDL へと変換されてコレステロールを抹消組織へと供給する
[8]。これに対し、HDL は末梢組織における余剰なコレステロールを回収して
肝臓へ輸送する役割を担うとされている[8]。医学領域では HDL/LDL 比の低
下が動脈硬化症などの心血管疾患の発症リスクを上昇させると考えられてお
り、イヌにおいても HDL/LDL 比の中央値が健常犬で 7.9 であるのに対して高
コレステロール血症の症例犬では 2.2 にまで低下することが報告されている
[6]。今回の研究では、高栄養食の給与によって HDL/LDL 比が低下する傾向
が認められたが、過去の報告よりは高値レベルの範囲に留まっていた。そのた
め、これが未病の高コレステロール血症として扱うべきかについては議論の余
地があり、将来的な合併症のリスク因子となるかについてさらなる検討が必要
と考えられる。

一方、リポタンパク中に含まれる TG 濃度に着目すると、本研究では LDL-
TG 濃度の持続的な高値および食後 4、8 時間後における HDL-TG 濃度の有意
な上昇が高栄養食給与時に認められた。TG は CM や VLDL によって末梢組織
に供給され、余剰 VLDL から合成される LDL は結果としてコレステロールを
多く含むようになる[8]。そのため、LDL-TG 濃度の持続的な上昇は高栄養食
による慢性的な TG の供給過剰を示唆していると考えられ、そこにさらなる
TG の供給負荷が食後に加えられることで食後の HDL-TG が発生していること
が示唆された。すなわち、HDL は末梢組織における過剰なコレステロールだ
けでなく過剰な TG の回収も担っている可能性が示唆された。

本研究の制限として、健常犬において食後の脂質濃度上昇を検出するために

朝食を通常の 2 倍量 ($RER \times 1.0$ の量) を 1 食で与えたことが挙げられる。そのため、食後の血清 TG 濃度の上昇幅や持続時間については過大評価している可能性がある。今後は、通常の活動状態にある飼主のいる健常犬に対し、1 日当たりのエネルギー要求量 (DER) に基づいた 1 食当たりの食事量 (1 日 2 回として、DER の半量) を給与した場合の脂質濃度の変動を評価することが望まれる。

今回の研究により、高栄養食の給与時には食後 10 時間にわたって血清 TG 濃度の上昇が発生すること、および血清 T-Chol 濃度は食後ほとんど変動しないことが明らかとなった。高栄養食による食事管理を継続することで、慢性的に食後の血清 TG 濃度の上昇が誘発されている可能性が示唆されることから、これによる合併症のリスクについての長期的な評価が必要である。さらに、高脂血症の症例犬における食後の血清脂質濃度上昇の病態を明らかにし、最適な食事療法についての検討を進めていくことが望まれる。

利益相反の開示

本研究において開示すべき COI はない。

謝辞

本研究は日本ペット栄養学会研究奨励金を受けて実施した。また、リポタンパク分画の解析においては栗山恒二氏 (株式会社免疫生物研究所) の技術的な支援を受けた。

参考文献

[1] Batt, R. M. 1990. Relationships between diet and malabsorption in dogs.

235 J. Small Anim. Pract., 10: 489-493.

236 [2] Deng, P., A. N. Beloshapka, B. M. Vester Boler and K. S. Swanson. 2013.

237 Dietary fibre fermentability but not viscosity elicited the 'second-meal effect'

238 in healthy adult dogs. Br. J. Nutr., 110: 960-968.

239 [3] Fukuo, Y., Y. Kobayashi, Y. Nakazawa, H. Inaba, T. Shibuya, H. Ootsuka,

240 K. Hada, N. Oouchi, K. Iijima, A. Terashi, K. Oohashi, M. Kawamorita, T.

241 Tsushima, K. Seta and J. Atarashi. 1982. Serum lipoprotein metabolism in

242 long-term users of high cholesterol diet (3 egg-yolks & green tea). J. Jpn.

243 Atheroscl. Soc., 10: 981-988.

244 [4] Graham, P. A., E. Maskell, J. M. Rawlings, A. S. Nash and P. J. Markwell.

245 2002. Influence of a high fibre diet on glycaemic control and quality of life in

246 dogs with diabetes mellitus. J. Small Anim. Pract., 43: 67-73.

247 [5] Hesta, M., J. Debraekeleer, G. P. Janssens and R. De Wilde. 2001. The

248 effect of a commercial high-fibre diet and an iso-malto-oligosaccharide-

249 supplemented diet on post-prandial glucose concentrations in dogs. J. Anim.

250 Physiol. Anim. Nutr (Berl)., 85: 217-221.

251 [6] Oda, H., A. Mori, Y. Hirowatari, T. Takoura, D. Manita, T. Takahashi, S.

252 Shono, E. Onozawa, H. Mizutani, Y. Miki, Y. Itabashi and T. Sako. 2017.

253 Cholesterol concentrations in lipoprotein fractions separated by anion-

254 exchange-high-performance liquid chromatography in healthy dogs and dogs

255 with hypercholesterolemia. Res. Vet. Sci., 114: 163-169.

256 [7] Silva, N. L. T., N. C. M. Bonatto, P. L. Oliveira, G. C. Vieira, B. P.

257 Floriano, L. D. Barros, M. R. M. Bosculo and B. F. M. Almeida. 2019. Post-

258 prandial lipemia and glycemia in dogs fed with industrialized pet food. Comp.

259 Clin. Path., 28: 253-258.

260 [8] Xenoulis, P. G. and J. M. Steiner. 2010. Lipid metabolism and

261 hyperlipidemia in dogs. Vet. J., 183: 12-21.

262 [9] Xenoulis, P. G. and J. M. Steiner. 2015. Canine hyperlipidaemia. J. Small

263 Anim. Pract., 56: 595-605.

264

265

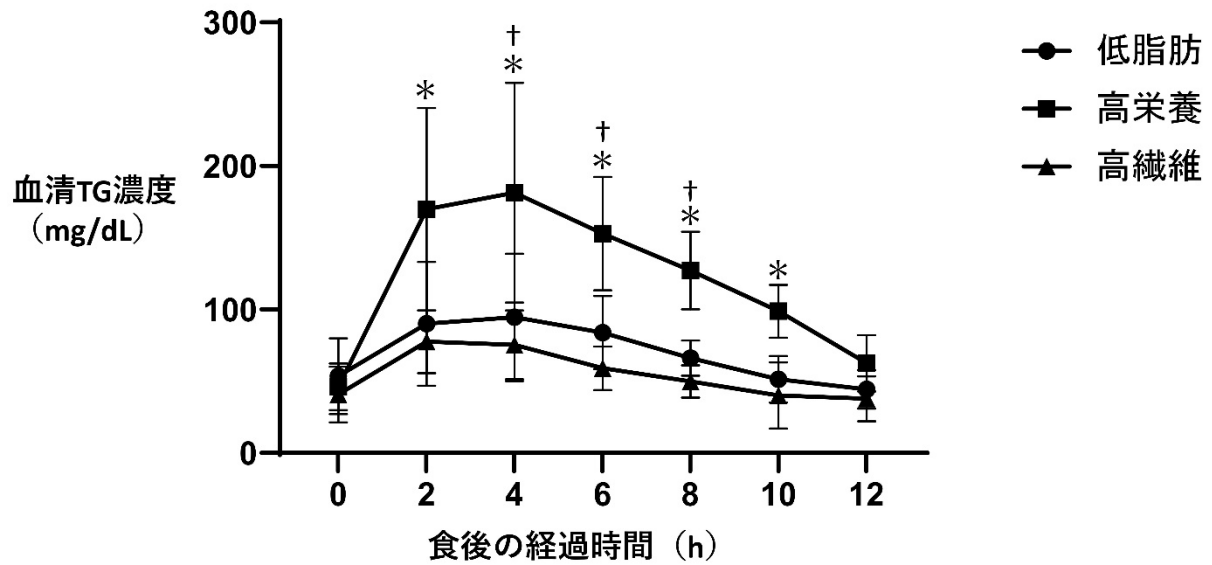
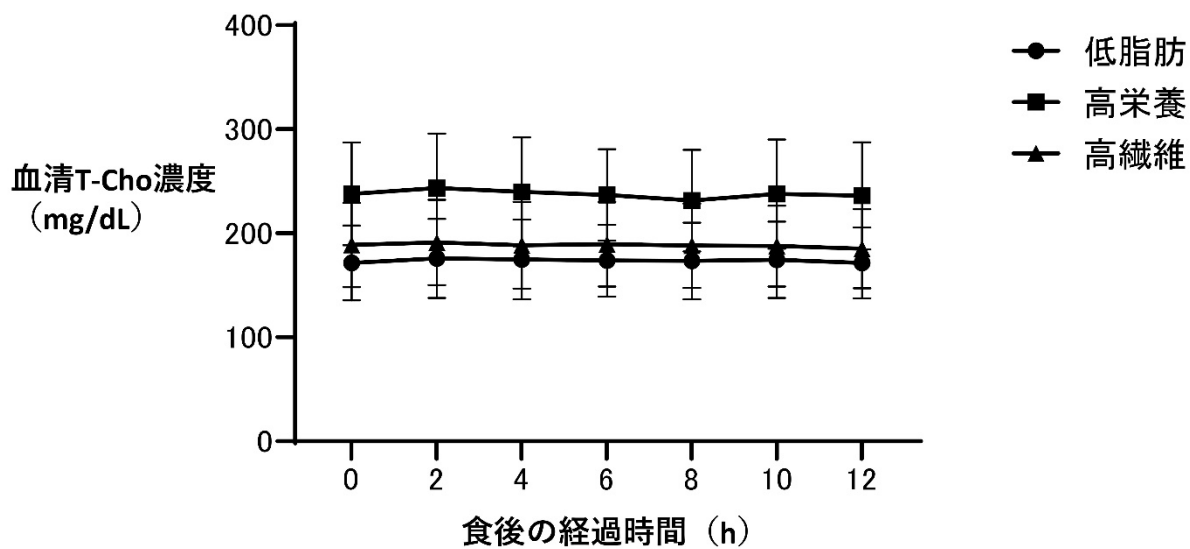


図 1 血清 TG 濃度における食後の経時的変化および食事内容の影響

数値は平均値±標準偏差で示した。本測定系での血清 TG 濃度の基準範囲は (17–102 mg/dL) である。

*は食事間で統計学的に有意差があることを示した。 ($P < 0.05$)

†は食前の血清 TG 濃度と比較して統計学的に有意差があることを示した。 ($P < 0.05$)



273

274 図 2 血清 T-Cho 濃度における食後の経時的変化および食事内容の影響

275 数値は平均値±標準偏差で示した。本測定系での血清 TG 濃度の基準範囲は

276 (107–314 mg/dL) である。

277 表 1 本研究に用いた健常ビーグルの基礎情報

| | 性別 | 年齢 | 体重(kg) | BCS |
|-----------|-----|-----|--------|-----|
| dog 1 | 去勢雄 | 9.2 | 19.0 | 4.0 |
| dog 2 | 避妊雌 | 4.6 | 11.5 | 3.0 |
| dog 3 | 去勢雄 | 9.4 | 16.0 | 3.5 |
| dog 4 | 雌 | 4.0 | 13.0 | 3.0 |
| dog 5 | 雌 | 4.0 | 15.0 | 3.5 |
| 278 dog 6 | 避妊雌 | 9.4 | 12.0 | 3.0 |

279 ボディコンディションスコア（BCS）は 5 段階スケール（1.0–5.0）で評価し
280 た。

281

282 表 2 本研究に用いた療法食の成分組成

| 成分 | 単位 | 低脂肪食 | 高栄養食 | 高繊維食 |
|---------------------|---------|-------|-------|-------|
| タンパク質 | % | 22.0 | 25.0 | 30.0 |
| 脂質 | % | 7.0 | 20.0 | 10.0 |
| 食物繊維 | % | 8.4 | 6.7 | 28.1 |
| 灰分 | % | 6.2 | 6.5 | 5.8 |
| 水分 | % | 9.5 | 8.0 | 9.5 |
| 炭水化物 | % | 53.7 | 38.6 | 27.9 |
| カルシウム | % | 1.1 | 1.2 | 0.9 |
| カリウム | % | 0.6 | 0.7 | 0.9 |
| リン | % | 0.8 | 1.0 | 0.7 |
| マグネシウム | % | 0.09 | 0.08 | 0.11 |
| 鉄 | mg/kg | 163 | 168 | 146 |
| 銅 | mg/kg | 15 | 15 | 15 |
| 亜鉛 | mg/kg | 172 | 170 | 171 |
| クロール | % | 0.6 | 0.6 | 0.9 |
| ナトリウム | % | 0.4 | 0.4 | 0.3 |
| セレンウム | mg/kg | 0.4 | 0.4 | 0.3 |
| EPA+DHA | % | 0.14 | 0.31 | 0.47 |
| L-カルニチン | mg/kg | - | - | 325 |
| タウリン | % | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| アルギニン | % | 1.39 | 1.59 | 1.45 |
| ビタミンA | IU/kg | 18000 | 18000 | 20500 |
| ビタミンE | mg/kg | 500 | 500 | 750 |
| ビタミンC | mg/kg | 270 | 300 | 330 |
| ビタミンD ₃ | IU/kg | 1000 | 1000 | 1000 |
| ビタミンB ₁ | mg/kg | 4.6 | 4.3 | 17.8 |
| ビタミンB ₂ | mg/kg | 6.0 | 7.5 | 65.2 |
| パントテン酸 | mg/kg | 26.3 | 26.4 | 58.8 |
| ビタミンB ₆ | mg/kg | 8.5 | 8.5 | 28.9 |
| ビタミンB ₁₂ | mg/kg | 0.07 | 0.07 | 0.18 |
| ニコチン酸 | mg/kg | 36 | 53 | 216 |
| ビオチン | mg/kg | 1.12 | 1.13 | 1.85 |
| 葉酸 | mg/kg | 0.9 | 0.9 | 4.7 |
| コリン | mg/kg | 2100 | 2510 | 3300 |
| 代謝エネルギー | kcal/kg | 3471 | 4120 | 2696 |

283
284 ROYALCANIN プロダクトブック 2023 より。数値は単位/製品重量で表記し
285 た。

286

表 3 血清 TG および T-Cho 濃度 (mg/dL) の上昇幅と食事間の比較

| | 低脂肪食群 | 高栄養食群 | 高繊維食群 | <i>P</i> 値 |
|-------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|------------|
| TG | 49.0 ^x (31.0–107.0) | 150.0 ^y (98.0–263.0) | 45.0 ^x (8.0–73.0) | <0.01 |
| T-Cho | 8.0 (4.0–11.0) | 6.5 (3.0–19.0) | 6.0 (1.0–12.0) | 0.78 |

データは中央値（範囲）で表記した。

表記した中央値のうち、多重比較にて各食事群の間での有意差が認められた数値には、異なるアルファベットを付記した。

表 4 血清 TG および T-Cho 濃度 (mg/dL) が最高値に達するまでに要した時間 (h)

| | 低脂肪食群 | 高栄養食群 | 高繊維食群 | <i>P</i> 値 |
|-------|----------------|----------------|----------------|------------|
| TG | 3.0 (2.0–8.0) | 4.0 (2.0–8.0) | 4.0 (2.0–6.0) | 0.73 |
| T-Cho | 5.0 (2.0–10.0) | 3.0 (2.0–12.0) | 6.0 (2.0–10.0) | 0.81 |

データは中央値（範囲）で表記した。

表 5 血清 TG および T-Cho 濃度 (mg/dL) が基準範囲に戻るまでに要した時間 (h)

| | 低脂肪食群 | 高栄養食群 | 高繊維食群 | <i>P</i> 値 |
|-------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|------------|
| TG | 0.0 ^x (0.0–0.0) | 11.0 ^y (10.0–12.0) | 0.0 ^x (0.0–4.0) | <0.01 |
| T-Cho | 0.0 (0.0–0.0) | 0.0 (0.0–6.0) | 0.0 (0.0–0.0) | 0.37 |

データは中央値（範囲）で表記した。

表記した中央値のうち、多重比較にて各食事群の間での有意差が認められた数値には、異なるアルファベットを付記した。

308 表 6 リポタンパク分画ごとの血清 TG および T-Cho 濃度 (mg/dL)、および
309 食事間の比較

| | | 低脂肪食群 | 高栄養食群 | 高繊維食群 | <i>P</i> 値 |
|----------|------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------|
| CM-Cho | | | | | |
| | 0時間 | 3.08 (1.39–4.62) | 1.02 (0.78–3.09) | 1.37 (0.82–1.83) | 0.06 |
| | 4時間 | 1.79 (0.97–3.68) | 1.15 (0.83–4.25) | 1.10 (0.63–2.30) | 0.31 |
| | 8時間 | 1.31 (1.03–2.66) | 1.04 (0.78–2.42) | 1.01 (0.52–1.61) | 0.16 |
| | 12時間 | 1.46 (1.37–3.82) | 1.05 (0.68–3.00) | 0.98 (0.68–1.65) | 0.04 |
| VLDL-Cho | | | | | |
| | 0時間 | 4.37 (3.24–6.04) | 5.03 (3.78–7.05) | 3.67 (2.70–4.55) | 0.07 |
| | 4時間 | 4.50 ^{xy} (3.78–6.90) | 5.42 ^x (4.84–15.13) | 3.95 ^y (2.88–5.98) | 0.04 |
| | 8時間 | 4.44 ^x (3.20–5.02) | 5.57 ^y (4.99–8.85) | 3.90 ^x (2.79–5.12) | 0.01 |
| | 12時間 | 4.69 (3.81–5.84) | 5.14 (3.59–7.22) | 3.75 (2.97–4.62) | 0.05 |
| LDL-Cho | | | | | |
| | 0時間 | 16.93 ^{xy} (10.35–41.17) | 38.88 ^x (30.20–87.35) | 15.08 ^y (10.02–37.74) | 0.02 |
| | 4時間 | 17.19 (9.86–38.53) | 39.50 (26.78–102.15) | 14.74 (8.72–37.65) | 0.06 |
| | 8時間 | 16.74 (10.44–36.56) | 36.92 (27.50–92.59) | 17.81 (10.71–37.44) | 0.07 |
| | 12時間 | 17.47 (11.89–36.93) | 36.78 (26.15–85.03) | 14.80 (10.59–34.98) | 0.08 |
| HDL-Cho | | | | | |
| | 0時間 | 153.95 (117.58–176.52) | 173.55 (163.37–233.01) | 129.57 (111.11–191.10) | 0.06 |
| | 4時間 | 153.47 (119.56–191.14) | 171.35 (161.75–222.39) | 128.34 (107.42–189.31) | 0.12 |
| | 8時間 | 152.09 (125.27–191.35) | 171.18 (150.25–220.35) | 134.24 (110.46–189.63) | 0.22 |
| | 12時間 | 160.43 (125.20–189.36) | 167.07 (143.47–233.22) | 126.54 (112.05–181.64) | 0.20 |
| HDL/LDL比 | | | | | |
| | 0時間 | 9.20 ^x (4.18–13.28) | 4.30 ^y (2.67–5.93) | 8.28 ^{xy} (4.84–12.24) | 0.03 |
| | 4時間 | 9.17 (4.34–13.37) | 4.31 (2.18–6.46) | 8.44 (5.03–12.32) | 0.04 |
| | 8時間 | 9.10 (4.33–13.50) | 4.54 (2.38–6.27) | 6.98 (5.05–12.08) | 0.06 |
| | 12時間 | 8.94 (4.52–12.66) | 4.58 (2.60–6.12) | 8.20 (5.19–11.49) | 0.05 |
| CM-TG | | | | | |
| | 0時間 | 17.94 (7.62–29.69) | 5.43 (4.47–15.02) | 6.22 (3.20–10.54) | 0.06 |
| | 4時間 | 10.18 (5.02–29.90) | 6.35 (3.00–20.30) | 5.77 (4.57–11.72) | 0.24 |
| | 8時間 | 6.84 (6.18–12.64) | 4.55 (2.53–9.67) | 4.64 (1.93–8.55) | 0.14 |
| | 12時間 | 9.28 (7.18–20.15) | 5.20 (3.06–15.38) | 3.80 (3.04–9.17) | 0.04 |
| VLDL-TG | | | | | |
| | 0時間 | 15.85 (10.47–38.67) | 15.66 (9.12–24.11) | 9.24 (6.75–14.94) | 0.06 |
| | 4時間 | 17.94 (10.32–44.18) | 18.59 (11.58–70.23) | 12.29 (10.02–20.12) | 0.23 |
| | 8時間 | 14.35 ^{xy} (10.96–16.86) | 16.65 ^x (11.80–21.25) | 10.17 ^y (5.49–13.63) | 0.01 |
| | 12時間 | 17.01 ^x (13.24–22.86) | 12.47 ^{xy} (9.43–19.61) | 9.04 ^y (6.89–12.32) | <0.01 |
| LDL-TG | | | | | |
| | 0時間 | 6.88 ^x (6.06–20.06) | 12.06 ^y (8.81–20.06) | 6.63 ^x (4.20–8.36) | <0.01 |
| | 4時間 | 7.19 ^x (5.98–9.69) | 15.41 ^y (10.10–24.16) | 7.20 ^x (5.07–9.63) | <0.01 |
| | 8時間 | 8.57 ^x (6.32–10.90) | 15.60 ^y (9.89–21.85) | 8.30 ^x (7.57–9.69) | 0.01 |
| | 12時間 | 9.69 ^{xy} (6.63–13.37) | 13.58 ^x (9.18–21.57) | 8.75 ^y (6.84–9.82) | 0.02 |
| HDL-TG | | | | | |
| | 0時間 | 5.46 (3.07–6.02) | 5.78 (2.74–7.33) | 3.62 (1.39–5.00) | 0.13 |
| | 4時間 | 5.10 ^{xy} (3.40–7.27) | 8.40 ^x (5.33–13.25) | 4.24 ^y (2.64–5.83) | 0.01 |
| | 8時間 | 4.23 ^x (3.36–5.35) | 6.20 ^y (4.94–9.07) | 4.32 ^x (2.80–4.98) | 0.01 |
| | 12時間 | 4.27 (2.87–5.23) | 5.46 (2.72–6.02) | 3.44 (2.13–4.22) | 0.13 |

310
311 データは中央値（範囲）で表記した。

- 312 表記した中央値のうち、多重比較にて各食事群の間での有意差が認められた数
- 313 値には、異なるアルファベットを付記した。
- 314