

高脂肪食の臨床検査値に及ぼす影響

永瀬 澄香¹, 河口 勝憲²

The Effect of High Fat Diets on the Laboratory Test Value

Sumika NAGASE¹ and Katsunori KOHGUCHI²

キーワード：高脂肪食，脂質検査，リポ蛋白分画，臨床検査値，ALP 活性

概 要

今回我々は、脂肪食が臨床検査値に及ぼす影響について、特に、脂質検査、リポ蛋白分画の変化を中心に食後の検討を行った。血清 TG の変動を見ると、高脂肪食である B 群の方が脂肪食 A 群に比べ食後の各時間において平均 TG 値は高値となり、2 時間値をピークとして、両群とも負荷前より有意な増加が見られた (T 検定：* $p < 0.05$)。脂質負荷によるカイロミクロンの経時的変化に小腸の消化吸収機能が反映され、またリポ蛋白検査の Pre β リポ蛋白 (VLDL) の動きに肝の脂質代謝能が反映されていることが示唆された。遊離脂肪酸および無機リンは脂質負荷後 30 分で低下を示した。血液型別 ALP 活性は、B 群 (B・O 型) において、負荷後 6 時間で明らかに ALP 活性の増加傾向を示す検体が認められ、血液型 B 型、O 型の分泌型では、脂肪食後 ALP 5 活性が増加傾向を示すことが示唆された。ALP アイソザイム検査の評価においては、ALP 5 の出現に着目し、小腸バリエーション型 ALP の影響に注意が必要であると考えられる。

1. はじめに

生化学検査では、採血前に食事をとると臨床検査値にさまざまな影響を与えるということはよく知られており、検査を行う上で必ず気をつけなければならないことの一つである。逆にその特徴を利用して、一定量のブドウ糖を負荷することによって膵臓機能を調べるという耐糖試験が臨床検査に多く実施されているが、脂質病態についても同様な負荷試験が可能となるかも知れない。しかし、脂質負荷試験がどのように臨床検査値に影響を及ぼし、どの臓器の機能を反映しているかについては、一定の見解がなく報告例が少ない。

脂質は食物として摂取され、胆汁や膵液リパーゼなどの作用により、小腸内で脂肪球 (ミセル) という形になる。ミセルは容易に小腸から吸収され、これにアポ蛋白が付加されてリポ蛋白中最も大きなカイロミクロンが合成される。カイロミクロンは腸管リンパ管を通り、腹部の静脈角から静脈に入る¹⁾。解離水解された

カイロミクロンはやや小型のレムナントの形となり、最終的には肝細胞表面に存在するアポリポ蛋白 E に対するレセプターから取り込まれ、処理される (外因性リポ蛋白の代謝経路)。肝ではカイロミクロンの処理によって得られた材料で、新しいリポ蛋白：VLDL (超低比重リポ蛋白) を合成し、血中に放出する。血中に放出された VLDL は LPL (リポ蛋白リパーゼ) の作用で IDL, LDL, HDL の各リポ蛋白に転換されていく。

今回我々は、高脂肪食をとることによって脂質の負荷試験を行い、臨床検査値データを分析し、血中脂質にどのような変動が起こるのかを、主として脂質検査およびリポ蛋白分画によって把握し諸臓器との関与について検討した。またその他の生化学検査項目のうち、食事で影響を受けると考えられる血糖：GLU、無機リン：P およびアルカリ性ホスファターゼ：ALP の脂肪食による血液型別変化について検討を行なったので報告する。

2. 実験方法

1) 脂肪食の摂取

脂質負荷の食事は、10 人の健常女性 (19～23 歳) を対象に A 群 (脂肪食—血液型 A, AB), B 群 (高脂肪食—血液型 B, O 型) 各 5 人ずつの 2 つのグループに分けて摂取量を変えて行った。

(平成 17 年 10 月 7 日受理)

¹⁾川崎医療短期大学 臨床検査科, ²⁾川崎医科大学附属病院 中央検査部

¹⁾Department of Medical Technology, Kawasaki College of Allied Health Professions

²⁾Department of Clinical Laboratory, Kawasaki Medical School Hospital

食事内容として、A群はバターロールパン、ほうれん草のバターいため、目玉焼き、ミルクセーキを準備し、B群はバターロールパン、ほうれん草のバターいため、目玉焼き、ミルクセーキおよびオムレツを用意した。調理方法、使用する調味料の種類は同じである。

脂肪食の摂取方法については表1に示すとおりである。

2) 採 血

被験者は前日より約12時間の絶食後、まず早朝空腹時の採血を午前8時に行い、負荷前とした。その後それぞれのグループごとで決められた負荷量の食品を含む食事を同時に摂取した。食事開始から30分後の午前9時に負荷後1回目の採血を行い、以降、1時間(9時30分)、2時間(10時30分)、3時間(11時30分)、6時間(14時30分)と計6回採血を行った。この間体位、行動は自由とし、激しい運動と食事は避けるように注意した。また水分(お茶、水)は自由に摂取した。

3) 使用機器および検査項目

生化学検査30項目TG, NEFA, PL, T-Cho, β -リポ蛋白, HDL-Cho, TP, ALB, GLU, BUN, CRE, UA, T-Bil, D-Bil, CRP, LD, ALP, AST, ALT, ChE, Amy, γ -GTP, Na, K, Cl, Ca, Mg, P, Fe

及びUIBCについては、日立自動分析機(7600形)で測定した。また、リポ蛋白分画の測定に関しては、ParagonのLIPO蛋白検査キットを使用し²⁾、ベックマン(BECKMAN)社製アガロース電気泳動法の泳動装置を用いて行なった(図1)。本報では、リポ蛋白分画(カイロミクロン、 β -リポ蛋白、pre- β -リポ蛋白、 α -リポ蛋白)と脂質検査(TG, T-Cho, HDL-Cho, PL, NEFA)を中心に検討を行い、その他食事で影響を受けるGLU, Pについて変動を調べた。さらに、ALPについては脂肪食摂取によって血清ALP活性がどのように変動するか血液型別にA群(A型3人, AB型2人), B群(B型2人, O型3人)の2つのグループで比較を行ない、ALP測定上の問題点と注意点について検討した。

4) リポ蛋白分画検査法

血清中リポ蛋白の比重による分類法として超遠心分離法が用いられ、リポ蛋白の分類の基準となっている。リポ蛋白は、大きさ(脂質とアポ蛋白量的な比からなる重さ)によりカイロミクロン(CM), 超低比重リポ蛋白(VLDL), 中間比重リポ蛋白(IDL), 高比重リポ蛋白(HDL)に分類される。また、リポ蛋白は脂質とアポ蛋白の複合体であるため、各分画の荷電による易

表1 脂肪食の摂取法について

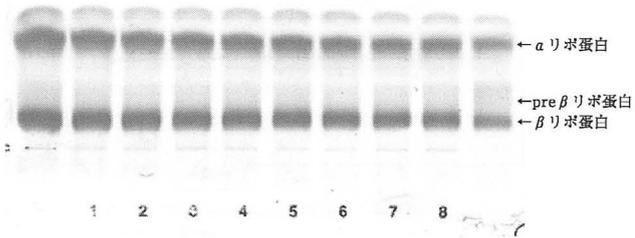
- 対 象：健常女性(19~23歳)10人
 ○負荷量： A群；卵黄50g+バター80g 5人(血液型A型, AB型)
 高脂肪食B群；卵黄100g+バター160g 5人(血液型B型, O型)
 ○摂取栄養成分：A群；エネルギー1602 kcal, 蛋白質33g, 脂質101g, 炭水化物138g, 灰分8g, 重量845g
 B群；エネルギー2394 kcal, 蛋白質41g, 脂質183g, 炭水化物138g, 灰分9g, 重量975g

A群：食品名	エネルギー(kcal)	水分(g)	たんぱく質(g)	脂質(g)	炭水化物(g)	灰分(g)	重量(g)
鶏卵/卵黄/生	181.5	25.5	7.65	15.6	0.4	0.85	50
液状乳/加工乳/普通	252	352	12.4	13.6	19.2	2.8	400
ほうれんそう/葉/生	37.5	135.6	4.95	0.3	6.6	2.55	150
パン類/ロールパン	251.1	31.5	7.92	4.59	44.55	1.44	90
でん粉/とうもろこし=コーンスターチ	212.4	7.68	0.06	0.42	51.78	0.06	60
砂糖/車糖/上白	57.6	0.12	0	0	14.88	0	15
バター類/無塩バター	610	12.6	0.4	66.4	0.2	0.4	80
TOTAL	1602.1	565	33.38	100.91	137.61	8.1	845

B群：食品名	エネルギー(kcal)	水分(g)	たんぱく質(g)	脂質(g)	炭水化物(g)	灰分(g)	重量(g)
鶏卵/卵黄/生	363	51	15.3	31.2	0.8	1.7	100
液状乳/加工乳/普通	252	352	12.4	13.6	19.2	2.8	400
ほうれんそう/葉/生	37.5	135.6	4.95	0.3	6.6	2.55	150
パン類/ロールパン	251.1	31.5	7.92	4.59	44.55	1.44	90
でん粉/とうもろこし=コーンスターチ	212.4	7.68	0.06	0.42	51.78	0.06	60
砂糖/車糖/上白	57.6	0.12	0	0	14.88	0	15
バター類/無塩バター	1220	35.2	0.8	132.8	0.4	0.8	160
TOTAL	2393.6	613.1	41.43	182.91	138.21	9.35	975



BECKMAN 泳動装置



リポ蛋白電気泳動像

図1 リポ蛋白泳動装置および電気泳動像

動度の違いによって判別することができる。簡単にリポ蛋白の質的異常を知る方法として、主にアガロース電気泳動法が用いられ、泳動位置により α -リポ蛋白 (HDL), pre- β -リポ蛋白 (VLDL), β -リポ蛋白 (LDL), カイロミクロン {塗布原点} に分類される。

3. 結 果

1) 高脂肪食における脂質検査値の動態

血清 TG の変動を見ると、A群よりも高脂肪食である B群の方が各時間において平均 TG 値は高値となった(図2)。2時間値をピークとして、両群ともに負荷前より有意な増加が見られた (T検定: * $p < 0.05$)。また、負荷前と比較した TG 上昇率を%表示でグラフに表わすと、TG の変動は、6時間値においても持続的に高値を示した。高脂肪食負荷では食前に比べ3~4倍上昇しており、明らかに食後の回復が遅く長時間影響を受けることがわかった。中性脂肪は個体差による変動が大きかった。

その他の脂質検査項目において、PLは2時間まで大きな変化はないが、6時間後に有意な上昇が認められた(t検定: $p < 0.01$)。6時間値で増加が見られたことは興味深い。NEFAは日内変動、個体差があり、A、B共に食後30分値で低下し、3時間でほぼ空腹値に戻り、6時間後には上昇していた。T-Cho, HDL-Cho, β -リポ蛋白については、個体差変動が TG や NEFA に比べて少なく、食後6時間までの測定では経時的に大きな変化はなく脂質食の影響がなかったと考えられる(図3)。

2) 脂質食におけるリポ蛋白分画の動態

リポ蛋白分画の動態を見ると、TG の増加に伴いカイロミクロン、pre- β (VLDL)分画の増加が見られた。脂肪食A群および高脂肪食B群共に負荷後2時間前後

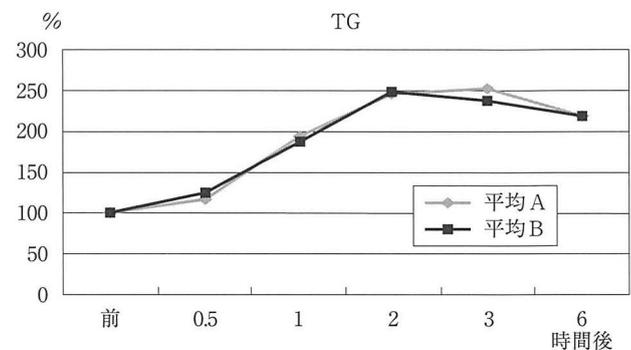
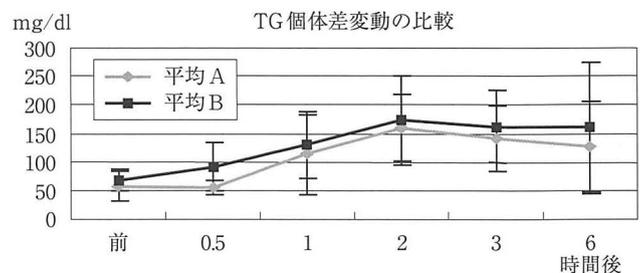


図2 脂肪食における TG 検査の動態

よりほとんどの検体において乳び血清を認め、乳び血清が出現すると同時に、リポ蛋白分画電気泳動像では原点が染まるバンド:カイロミクロンが出現した。負荷後2時間前後からカイロミクロンが明らかに上昇し、3時間でピークになり6時間で減少した。pre- β リポ蛋白 (VLDL)は30分~1時間後をピークに上昇し、その後減少傾向が見られた(図4)。経時的変動はカイロミクロン、pre- β リポ蛋白で大きく、 α -リポ蛋白、 β -リポ蛋白で小さかった。

3) 高脂肪食における生化学検査項目への影響

糖を負荷した場合、消化管からの吸収によって血清 GLU は上昇し、30~60分後に頂値に達する。GLU の動態では、今回の脂肪食による糖負荷量を15gとしたため、大きな変化が見られなかった。糖負荷試験では一般に食後2、3時間で空腹時に戻るのに対し、脂質

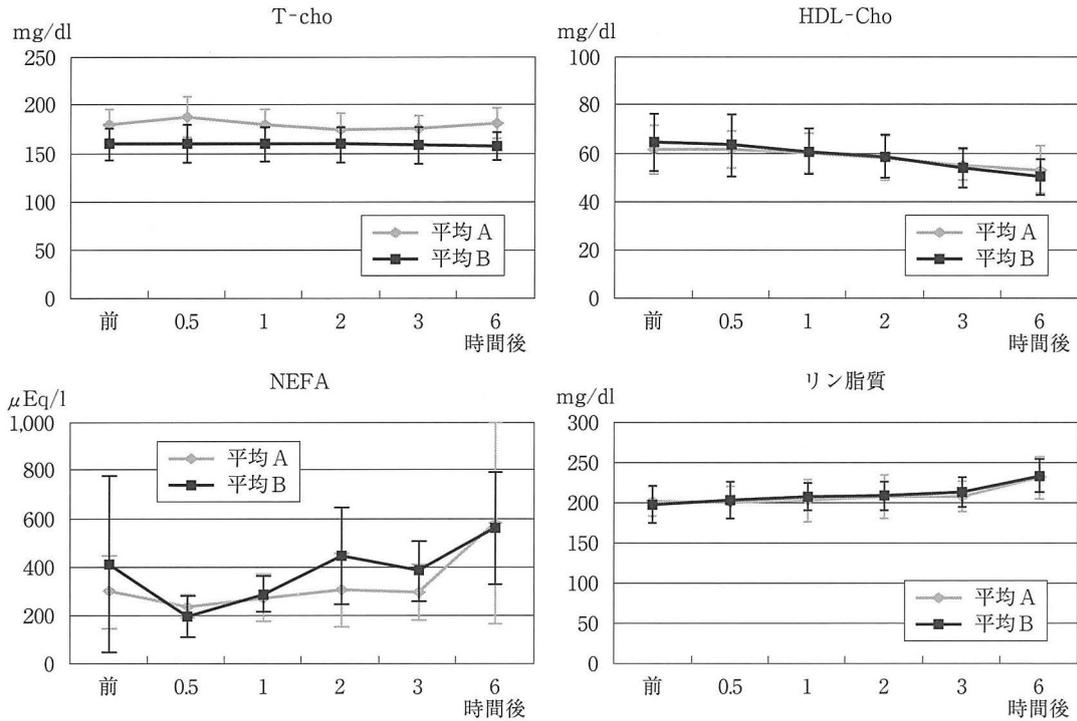


図3 脂質検査項目の動態

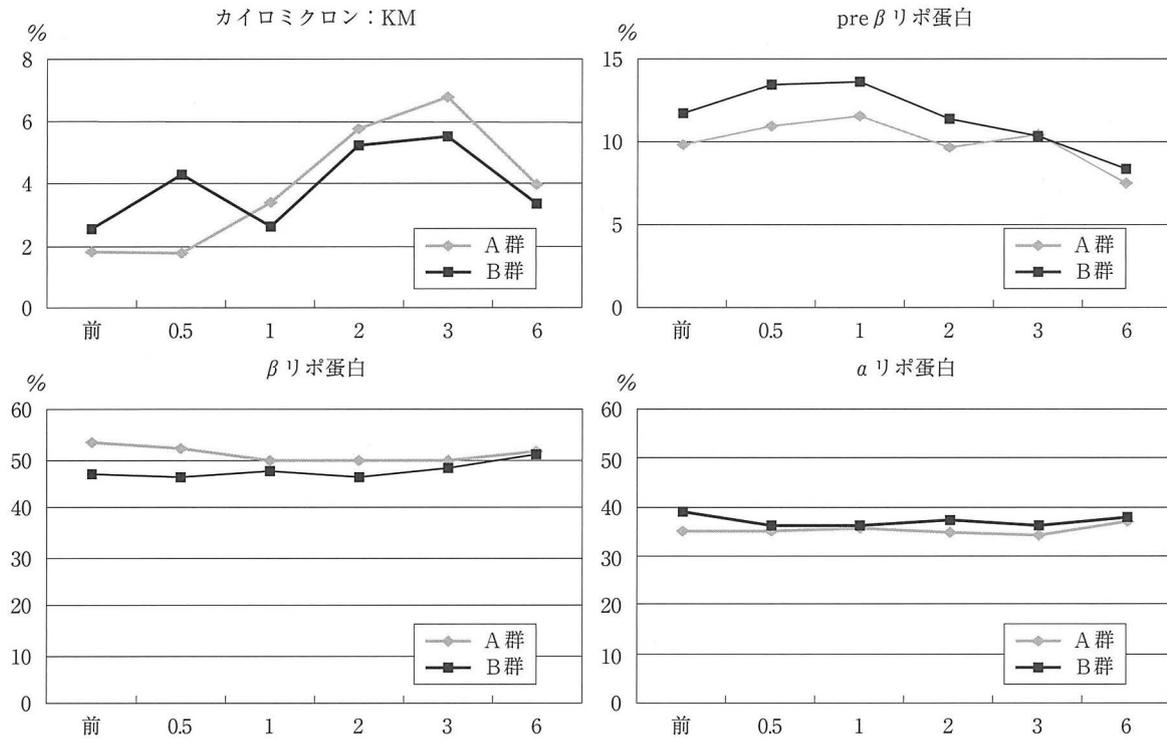


図4 脂肪食におけるリポ蛋白分画の動態

成分の変動は食後回復が遅く、特に TG は長時間影響を受けていた。P は30分で低下傾向が見られ、その後すぐに空腹値まで回復した (図5)。

4) 脂質食における ALP 活性の動態

小腸性 ALP 5 は血液型により異なる出現率を示し、O 型・B 型の分泌型では食後増加するが、A 型・AB 型の分泌型はあまり変化しないと言われている¹⁾。

我々の実験では、A群(A・AB型)に比べB群(B・O型)においては、脂肪食負荷前と負荷6時間後のALP活性を比較すると明らかに活性の上昇傾向が見られ、変化率は平均でA群8%、B群13%の上昇率であった(図6)。各検体のALP活性の経時変化を調べると、食前と6時間後の変化率はO型3名でB1:9%、B2:29%、B3:4%であり、B型2名でB4:5%、B5:17%の上昇を示した。一方A群においては、A型3名はA2:8%、A4:0%、A5:7%を示し、AB型2名はA1:18%、A3:7%のALP活性値

の上昇が認められた(図7)。B型・O型の分泌型において、小腸性ALPの出現が促進されている可能性が示唆された。さらに、詳しい検討を行なうためには、ALPアイソザイムの分析が必要である。

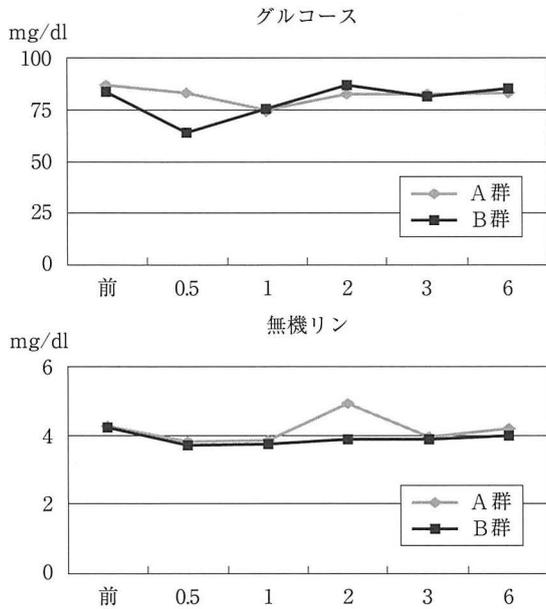


図5 高脂肪食による生化学検査項目への影響

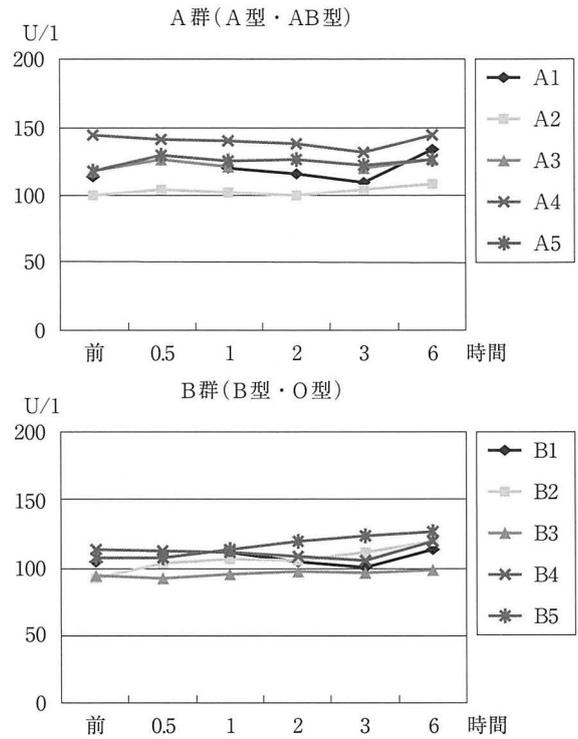


図7 血液型別各ALP活性の動態

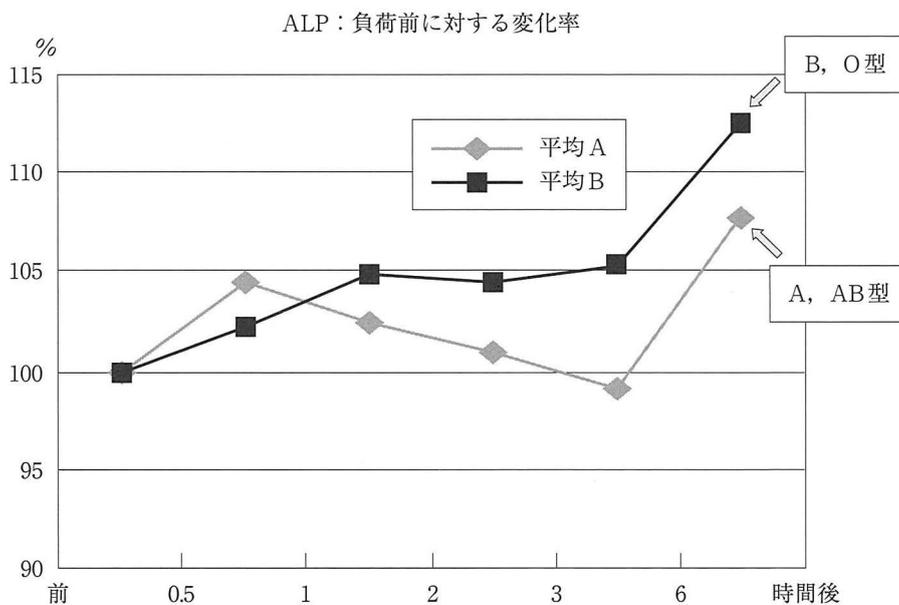


図6 ALP 血液型別データの比較

4. 考 察

1) 脂質検査および食事により影響を受ける臨床検査値の変化と注意点

今回我々は、脂肪食摂取後の臨床検査項目のなかで、第一に日常診療でよく実施する検査のひとつであり、検査値に影響を及ぼすと考えられる脂質・リポ蛋白検査に着目して分析を行なった。

GLU や TG にみられる食後の上昇は、同じ食事をしていても午前より午後に強まるため診断上注意を要するといわれている^{3,4)}。今回の脂肪食の実験では昼食をとっていないため、TG の上昇は日内リズムより脂質負荷による食事の影響であると考えられる。A群および脂肪摂取量の多いB群ともに食前空腹時に比較してTG値が時間とともに上昇している(図2)。リポ蛋白分画検査のカイロミクロンの%変化においても、食前に比べ時間とともに食後上昇が見られた(図4)。カイロミクロンは外因性TGの動きを反映するため、食事による脂質負荷試験によって、これらの検査値が時間とともにどのように変動するかを観察することは、小腸の消化吸収能を推測するうえで大切であると思われる。

今日の診療で重要な病態の一つに脂質代謝異常がある。そのなかで高脂血症は日常診療でよく見られ、高脂血症がどのような状態で起こってきたのか見極めることが重要となる。種々の病態に合併したものか、先天的(遺伝的)なものか、あるいは不適切な食事、運動によってもたらされるのかを判断することは、その後の治療を左右する重要なステップとなる⁵⁾。脂質代謝異常を知る窓口は血清中の総コレステロール(T-Cho)、中性脂肪(TG)、およびHDL-Choの測定であり、これらの検査は動脈硬化の危険因子を正しく評価するうえで不可欠である。これらの脂質検査項目に加えて、本当の危険因子として注目すべきLDL-Choが挙げられる。LDL-ChoはT-Cho、HDL-Cho、TGの測定を行いフリーデワルド(Friedewald)の式⁶⁾($LDL-Cho = T-Cho - HDL-Cho - TG/5$)から求めることができる。現在では、LDL-Choを測定する方法が開発され、一般の検査室で簡単に直接測定が可能となった。脂質検査値に異常が見られ精査が必要な場合、治療効果をみる場合やFriedewaldの式が適用されない(TG>400mg/dlの高値)場合は、LDL-Choを直接測定する必要性があり、その後の検査では、T-Cho、HDL-Choなどの脂質検査と組み合わせて検査を進めることが好ましいと考えられている⁷⁾。特に高トリグリセライド血症(TG>

400mg/dl)ではFriedewaldの式によるLDL-Cho計算値が求められない。つまり、Friedewaldの式は元来IDLを含んだLDL-Cho計算値であることを認識する必要がある。また、Ⅲ型高脂血症でIDLが増加する場合、用いる試薬の種類によりFriedewaldの式によるLDL-Cho計算値と直接法による測定値が乖離する可能性があるため、TGの測定値に注意を要する。TGの基準値は30~150mg/dl程度であり、食事内容、肥満度、環境、地域、人種差があり食事により高値を示すと言われ、高TG血症は低HDL血症の合併、動脈硬化を促進するとされるsmall dense LDLの生成、血液凝固や線溶系にも関係し血栓形成を促進することなどが報告され、動脈硬化症への関与が示唆されている⁸⁾。

NEFAはCho、TGと並ぶ重要な脂質成分であり、血中では主にアルブミンと結合して存在する。NEFAはインスリン欠乏や交感神経緊張状態において増加し、特に心筋梗塞の際に高値をとると予後が悪いと言われている。

リン脂質はChoやTGと並ぶリポ蛋白の成分であり、そのうちスフィンゴミエリンは遊離型Choと、リン脂質のなかで最も多いレシチンはTGとともに増加することが知られている。従って、今回の脂質負荷による6時間後のPL上昇は、高脂肪食によるTG増加の影響を受けていると思われる。

VLDLの分泌はおもに肝の働きであるが、脂質負荷によるVLDLの合成分泌なのか、食事の影響を直接受けているのか、カイロミクロンを介した間接的な動きによるものなのか、はっきりとしたことは不明であるが、一般に言われている普通食のTGの動きに比べ今回の脂質負荷においては、負荷前の3~4倍にも上昇する検体があり、リポ蛋白分画のカイロミクロン、Preβリポ蛋白(VLDL)も同様に上昇し、両群ともに明白な経時的変化が認められた。脂質負荷の食事による今回の実験から、これらの脂質検査項目やリポ蛋白分画の動きは肝の脂質代謝能を反映するものと考えられる。

TGに関しては一夜絶食後の空腹時に測るのが原則とされているが、随分長い年月を経て食後の高脂血症(postprandial hyperlipemia)の意義が認識されるようになり、脂質代謝異常症、動脈硬化性疾患などの早期診断、治療のうえで脂質負荷試験を行なう意義は高いと言える。従って、今回我々が実施した高脂肪食において、臨床検査値がどのように影響をうけるのかを明らかにすることは重要であると考えられる。

2) 食事による ALP 活性の動態と注意点

次に、脂質食による影響を見るうえで着目すべき検査項目は酵素の ALP 活性である。

今回の実験では、A群はA型、AB型を対象とし、B群はB型、O型を対象としてALP活性を測定した。ALP総活性の動きを見ると、特にB群において食後の上昇率が高い検体が見られた。ALP活性の動態をさらに詳しく分析するためにはアイソザイムの測定が重要になってくる。

ALPはALP1(肝由来)、ALP2(肝由来)、ALP3(骨由来)、ALP4(胎盤由来)、ALP5(小腸由来)、ALP6(大腸由来)のアイソザイムが存在し、小腸型ALP5は、血液型や食事の影響によって血中に出現しやすくなることが知られている^{9,10)}。

松下らは、トリトンX-100を含むポリアクリルアミドゲル電気泳動(トリトン-PAGE)法を考案し、血清中にALP5である小腸型ALP(IAP)には2種のアイソフォームが存在することを報告している¹¹⁾。IAP2種のアイソフォームは分子量約72万の高分子型IAP(HIAP)と分子量約14万のノーマル分子サイズIAP(NIAP)である。IAPアイソフォームは血液型に依存しており、HIAPはBまたはO型で分泌型の人に依存して出現すると言われている¹²⁾。また、HIAPは空腹時および脂肪食後でその量はほとんど変動せず、血中での半減期が長い特徴がある。一方、NIAPはすべての血液型において、空腹時血清中にほとんど見られないが脂肪食後上昇するという報告がある。

我々の実験において、ALP活性のA群、B群の上昇率を分析すると、高脂肪食のB群のALP活性は食前に比較して徐々に増加し、6時間後には平均値で食前に比べ13%の上昇を示していた。従って、B型またはO型の検体で分泌型の方は脂肪食による小腸型ALP5の増加が考えられ、血清HIAPおよびNIAPの増加が推測され、食後3時間から6時間でピークに達している可能性が示唆された。また、HIAPは、空腹時と脂肪食後ではほぼ同じ値を示し大きな変動が認められないという報告から、今回A群(A型・AB型)において、脂肪食後に上昇したALP活性は分泌型のALP5のアイソフォームであるNIAPの可能性が考えられた。今後さらに、脂肪食によるALPアイソザイムの検討が必要であると考えている。

さらに、ALP活性が高く、ALPアイソザイムに易動度の異なるバンドが出現した場合はアイソフォームの同定や物理化学的処理を加えて検討する必要性があ

ると思われる。

また、血清IAP活性は肝硬変症で著しく上昇すると言われており、着目すべき点は、これらのアイソフォーム量がHIAP活性では健常者と変わらないが、NIAP活性は健常者に比べ著しく上昇することである。

そこで、今回の実験結果を検討するなかで、ALP測定の問題点と注意点をまとめてみた。

IAPアイソフォームの分析は、ポリアクリルアミドゲル電気泳動法(トリトン・PAGE法)による測定法の他にも、セルロースアセテート膜電気泳動法や市販のアガロースゲル電気泳動法でも測定可能である。Van Hoofらによるとアガロースゲル電気泳動法では、健常者血清中のIAPは β 分画に泳動される通常のIAP(NIAP)と、骨型ALP3($\alpha_2\beta$ に出現するブロードなバンド)と重なる位置に泳動されるIAPバリエーションの2種が検出されることを報告している¹³⁾。この小腸型バリエーションは、先に述べたPAGE法によるALPアイソフォームの血液型依存性高分子小腸型ALP(HIAP)と同じバンドであると考えられている¹⁴⁾。

ここで注意すべき点は、アイソザイムの分析法がアガロースゲル電気泳動法を用いて分析する場合、アイソザイムALP3の位置に同様な移動度を示す小腸型バリエーションつまりALP5のアイソフォームであるHIAPの分画が重なって検出される可能性が高いことである。ALP電気泳動像をよく観察し、デンストメトリーパターン図より微妙な移動度の違いに気がつけば、さらに化学的処理を加えて、アイソフォームを同定し分画の相違を見極めることができるであろう。しかし、電気泳動法の測定方法の違いにより、小腸バリエーション型ALPはALP3の位置に重なって泳動されることもあるため、骨型ALPであるALP3と誤認される可能性があるので注意を要する。

特に、肝硬変患者で血液型がB型・O型の分泌型の方は、脂肪食後にNIAP活性が著しく高値を示すばかりでなく、小腸型バリエーションALPも健常者と同様に出現すると考えられる。従って、ALPアイソザイム検査の評価においてはALP5の出現に着目し、小腸バリエーション型ALPの影響に注意が必要であると思われる。

ALP活性が高い場合でALP2とALP3の分離が不良な場合、ALP5アイソフォームの存在を見逃してしまうかもしれない。アガロースゲル電気泳動法によるALPアイソザイム分析においては、ALPアイソザイム5(通常の β 位小腸型ALP)が陰性であった検体の中においても、ALP2~ALP3の分離不良な場合

は、血液型（B・O型の分泌型）の影響による小腸バリアント型 ALP の出現を考慮し、抗体処理などの確認検査が必要になると思われる。

今後さらに、高脂肪食によるその他の臨床検査値の影響および ALP アイソザイムの検討を行いたいと考えている。

おわりに

医学の進歩に伴い、臨床検査における測定技術は今日目覚ましい進歩を遂げている。常に新しい検査情報に目を向け、技術および知識の習得に努力し、患者さまのため検査診断に役立つ検査を提供することが重要であると考え。学生教育の場においても、学生が臨床検査技師をめざして興味を持ち、積極的に学べるような教育ができるように新しい検査法にも注目しながら、私たちは日々努力しなければならないと思っている。

最後に、本研究にご協力いただいた技師の方、学生各氏に深く感謝いたします。

文 献

- 1) 河合 忠, 尾形 稔, 伊藤喜久 編集: 異常値の出るメカニズム 第4版, 東京 医学書院 pp 147—164, 2000.
- 2) 永瀬澄香, 河口勝憲: 電気泳動法によるリポ蛋白分画測定の基礎的検討, 川崎医療短期大学紀要 22: 43—48, 2002.
- 3) 上田尚紀: 臨床値の変動, 臨床検査15(6): 601—607, 2001.
- 4) 市原清志: 基準値と生体リズム, 臨床検査45(6): 617—631, 2001.
- 5) 櫻林郁之介: 日常診療での脂質・リポ蛋白検査の役割, Medical Technology 25(10): 968—970, 1997.
- 6) Friedewald WT, Levy RI and Fredrison DS: Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge, Clin. Chem. 18: 499—502, 1972.
- 7) 宇治義則, 岡部紘明: 臨床検査医学の立場から, 臨床検査 44(10): 1059—1066, 2000.
- 8) 稲津明広, 馬淵 宏: 脂質検査 — 臨床医の立場から, 検査と技術31(3): 271—274, 2003.
- 9) Van Hoof VO, Hoylaerts MF, Geryl H, Van Mullem M, Lepoutre LG and De Broe ME: Age and sex distribution of alkaline phosphatase isoenzymes by agarose electrophoresis, Clin. Chem. 36: 875—878, 1990.
- 10) Ulla Domar: Serum levels of human alkaline phosphatase isozymes in relation to blood groups, Clin. Chim. Acta, 203: 305—314, 1991.
- 11) Matsushita M, Irino T, Stigbrand T, Nakajima T and Komoda T: Changes in intestinal alkaline phosphatase isoforms in healthy subjects bearing the blood group secretor and non-secretor, Clin. Chim. Acta, 277: 13—24, 1998.
- 12) 松下 誠: ABO 血液型と小腸性 ALP, 検査と技術, 29(9): 1114—1115, 2001.
- 13) Van Hoof VO, Van Mullem M, DeBroe ME, Lepoutre LG: Comparison of two commercially available systems for the electrophoretic separation of alkaline phosphatase isoenzymes, J. Chromatography. 646: 235—243, 1993.
- 14) 高谷恒範, 森田啓子, 河本弘美, 田中 忍, 波賀義正, 増谷喬之, 岡本康幸: ヘレナ社 REP を用いた ALP アイソザイム検査所見に関する検討, 医学検査 53(6): 876—878, 2004.