

妊娠ラットにおける脂肪代謝 とくに脂肪乳剤投与時の代謝について

倉敷成人病センター産婦人科

吉 岡 保 野 間 純

岡山大学医学部産科婦人科学教室

江 口 勝 人 関 場 香

Lipid Metabolism in Pregnancy, Metabolism of Intravenously Injected Fat Emulsion

Tamotsu YOSHIOKA and Jun NOMA

Division of Obstetrics and Gynecology, Center for Adult Diseases, Kurashiki

Katsuto EGUCHI and Kaoru SEKIBA

Department of Obstetrics and Gynecology, Okayama University Medical School, Okayama

概要 ラットを用いて放射性脂肪乳剤を母体に投与して、その代謝を観察することにより、妊娠時における母体及び胎仔の脂肪代謝の特異性について検討した。妊娠経過にともなう母体の血清中の脂質濃度は妊娠後半期に中性脂肪、リン脂質の増加がみられるが、特に中性脂肪の増加が著しい。尾静脈より放射性脂肪乳剤を投与したのであるが、妊娠ラットでは非妊ラットに比べて有意に長い時間血中に止まっており、投与後5時間目の比較では、血漿中の中性脂肪分画中の放射活性は妊娠ラットで12%、非妊ラットで3%であった。また呼吸性 $^{14}\text{CO}_2$ の産生も投与後5時間では非妊ラットで投与全放射活性の31.2%が $^{14}\text{CO}_2$ として測定されたのに対して、妊娠ラットでは18.3%であった。このように外因性の脂肪の利用に関しては妊娠ラットは非妊ラットに比べ代謝速度が遅延していることが判明した。投与後5時間目における肝へのとりこみは、胎仔肝は母体肝の約1/10の外因性脂肪をとりこんでおり、効率よくリン脂質の合成を行なっているという結果が得られた。

Synopsis The triglyceride concentration increased gradually after the 10th day of gestation and it increased continuously until the time of delivery. Then it decreased immediately after birth. The phospholipid concentration also increased with gestational age, but cholesterol did not.

The fatty acid components of fat emulsion (Intralipids) were labeled with carbon-14 and administered into pregnant rats, then the fate of these fatty acids in blood was followed with time. The plasma half life was 74 minutes in pregnant rats and 58 minutes in non-pregnant rats. The disappearance was slower in the pregnant rat. This results agree with human studies. The uptake of radioactivity by the fetal liver was only 1/10 that of the mother.

The radioactivity level in the expired $^{14}\text{CO}_2$ was examined. 18% of radioactivity appeared in expired CO_2 during 5 hours in pregnant rat. While, 30% was collected in non-pregnant animals, showing slower lipid metabolism during pregnancy.

Key words: Pregnant rat • Lipid metabolism • ^{14}C -fat emulsion • $^{14}\text{CO}_2$ production • Fat incorporation

緒 言

妊娠時は高脂血症になつている³⁾⁴⁾。これは母体栄養のみならず、脂児の発育に重要な意義をもっているものと考えられる。

今回はラットを用いて妊娠中の脂質代謝を解明

するために妊娠中の血中脂質の変動を観察するとともに、放射性脂肪乳剤をラット尾静脈より急速注入し、妊娠母体および胎仔ラットにおける脂質代謝を検討した。すなわち妊娠時における脂肪乳剤の血漿からの消失速度、血漿および肝での脂肪

代謝, 利用速度さらに脂肪の体内分布などを ^{14}C の放射活性により測定したので報告する.

実験材料および方法

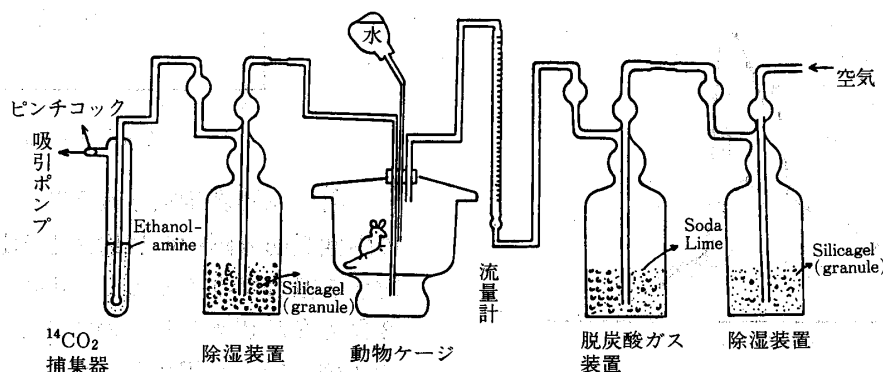
オリエンタル固形飼料 (MF) で飼育した Wi-star 系雌ラットを実験に用いた. 非妊時のラットの体重は250g 程度のものを用いたが, 妊娠末期には体重は約80g~100g 増加した.

妊娠中母体血清中の脂質濃度の測定は, 中性脂肪 (トリグリセライド) は Triglyceride Test Wako, 総コレステロールは Cholesterol Test Wako, リン脂質も Phospholipid Test Wako にて測定した. つぎに放射性脂肪乳剤を用いた実験では, $1\text{-}^{14}\text{C}$ リノール酸又はオレイン酸で標識した大豆油を用いて調整した10%精製大豆油 (w/v) 1.2%精製卵黄リン脂質 (w/v) の脂肪乳剤 (比活性 $0.5\sim 2.3\mu\text{Ci/ml}$ of the solution) を使用した. この放射性乳剤は10ml/kg 体重当りの割合でラット尾静脈より one shot で注入した. 実験は32匹のラットを用いて行なつたが, うち5匹は手技上の失敗により除外し, 残り27匹 (非妊娠ラット10匹, 妊娠20日目ラット17匹) にて行なつた. 放射性脂肪乳剤を注入後経時的に5分より2時間までヘマトクリット測定用キャピラリーを用いて, ラット眼底よりキャピラリー1本分の血液を採血した. 血液は遠沈して上清の血漿を得て以下の分析試料とした.

呼吸からの $^{14}\text{CO}_2$ の測定は, 脂肪乳剤注入後やはり経時的に30分から5時間まで行なつた. この $^{14}\text{CO}_2$ 測定は図1に示す如き装置で行なつた²⁾.

脂肪乳剤を尾静脈から注入後, 直ちにラットを10l 容ガラスデシケーターに入れ, 水流式ポンプで吸引することにより空気を槽内に送った. 実験中空気の流量は500ml/min. とし, 浮子式流量計 (草野科学器械製作所 KG-2) で測定しながらトラッパーと吸引ポンプの間のピンチコックで調整した. 動物ケージに流入する空気はあらかじめ除湿, 脱炭酸ガスを行なつた. ラットより排泄された $^{14}\text{CO}_2$ は空気とともに送られ, 除湿されたのちエタノールアミンで捕捉した. この装置による $^{14}\text{CO}_2$ の回収率は95%であつた. つぎに組織および血漿中の放射活性の測定については, 組織は100~200mg, 血漿では0.1ml を Soluen-350 (Packard 社製) 1~2ml 加え, $50\sim 60^\circ\text{C}$ で消化し, 液化したのち Dioxan 系シンチレーター10ml を加え Packard 社製液体シンチレーションカウンタ (Tricarb-3320型) で放射能を測定した. なお補正は外部線源法にて行なつた. また脂質の抽出はクロロフォルム:メタノール (2:1v/v) 液19容と血漿1容の割合で混和したのち, 4°C で一夜放置した. 硫酸ナトリウムにて脱水した抽出物全量 (クロロフォルム層) を窒素ガスにて留去し, 残渣をクロロフォルム:メタノール (2:1v/v) 液少量に溶解し, 薄層プレート (シリカゲル, メルク社製) に塗布した. 展開は石油エーテル:エチルエーテル:酢酸 (80:11:1 v/v) を用いて行なつた. スポットの検出はヨードガスにて行なつた. 各スポットの放射能の測定はシリカゲルをかきとり, バイアルに移し Dioxan 系シンチレー

図1 呼吸性 $^{14}\text{CO}_2$ の測定装置



ター10ml を添加して前記カウンターにて測定した²⁾.

実験成績

I. 妊娠時の血清脂質の変動

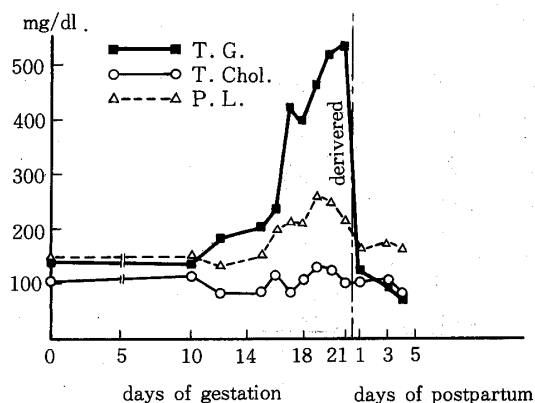
妊娠ラットの血清脂質の変動は表1, 図2に示す通りである. 妊娠10日目頃までは中性脂肪, 総コレステロール, リン脂質のいずれも非妊時の値と有意差がみられなかつた. その後, 中性脂肪の増加がみられ, とくに妊娠17日目以後には急上昇し分娩直前には最高値をしめた. この中性脂肪も分娩後には急激に低下した. リン脂質は中性脂肪ほど大きな変動はみられなかつたが, 妊娠15日目頃より上昇しはじめ妊娠19~20日目に最高値となり以後低下した. また総コレステロールは妊

表1 妊娠ラットにおける血清脂質の変動

	n	Triglycerides	Total cholesterol	Phospholipids
Non Preg.	6	169.0±43.7*	103.8±17.4*	156.3±15.3*
Preg. 10 day	5	134.6±55.5	113.3±32.4	148.2±29.2
12	4	179.8±87.4	82.5±48.4	132.3±27.2
15	6	194.8±64.7	91.6±14.9	146.0±30.7
16	3	229.0±92.3	116.0±19.9	195.5±35.8
17	7	420.5±106.2	85.0±13.7	208.1±38.3
18	6	393.2±114.3	106.6±33.3	208.2±41.7
19	10	457.4±152.5	128.0±24.2	255.2±73.2
20	6	517.2±132.2	122.7±21.7	248.7±45.2
21	16	525.1±198.3	104.5±36.0	213.8±62.3
Post partum				
1 day	4	112.2±51.3	89.5±22.7	165.5±6.3
3	5	91.3±34.4	103.2±10.4	175.2±7.9
5	3	73.0±35.4	79.0±3.4	165.0±8.6

* mg/dl Mean±SD

図2 妊娠ラットにおける血清脂質の変動

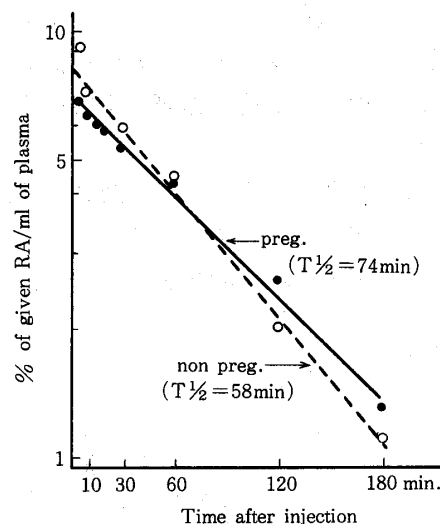


娠全経過を通じて変動は少なく, ほぼ一定した値をしめた.

II. 外因性脂肪の血漿からの消失速度

ラット尾静脈に放射性脂肪乳剤を注入後, 血漿からの消失速度をその放射活性で追跡した. まずリノール酸に標識した脂肪乳剤投与時における血中からの消失速度 K_1 (最大消失速度) および K_2 (指数関数的トリグリセライド除去率) を求めた. その結果, 非妊ラットの K_1 値は0.0928であるのに対し, 妊娠ラットの K_1 値は0.0698と非妊時に比べて低値を示した. また妊娠群 K_1 /非妊群 K_1 の比は0.710であつた. さらに K_2 値についても非妊ラットの値が0.00483であるのに対し, 妊娠ラットでは0.00349と K_1 値と同じく低値を示し, 非妊群 K_2 /妊娠群 K_2 の比は0.73となつた. また各時間における血中の放射活性量を片対数グラフでプロットした場合, 投与後180分まではほぼ直線性がみられた. この直線の傾きから $T_{1/2}$ 時間を求めると, 非妊ラットの58分に比べて妊娠ラットでは74分と延長していた (図3).

図3 (1-¹⁴C) リノール酸標識脂肪乳剤投与時における血中からの消失速度時間 ($T_{1/2}$ 時間)



放射性脂肪乳剤投与後5時間目における血漿中の中性脂肪分画中の放射活性を投与総放射活性に対する割合でみると, 非妊ラットでは僅かに3%程度が認められたのであるが妊娠ラットでは約4倍の12%が認められた.

つぎにリノール酸で標識した脂肪乳剤が血漿中でどのような割合で他の脂質へ移行しているかを投与後3時間目で観察した。非妊ラットにおいては26%が他の脂質に変っており FFA 分画に12.9%, リン脂質分画に5.6%, コレステロール・エステル分画に3.4%の割合で放射活性が認められた。これに比べて妊娠ラットでは総放射活性の89.1%は中性脂肪分画に残存しており, 他の脂質分画には僅かに11.9%の放射活性であり, このうち FFA 分画に6.8%, リン脂質分画に1.2%, コレステロール, エステル分画に1.5%といった割合であった(表2)。

表2 血漿中における各脂質分画への(1-¹⁴C)リノール酸標識による脂肪乳剤の分布

	Lipids	Time (minutes)						
		Before	5'	10'	30'	60'	120'	180'
Non Preg. (n=3)	CE	1.3*	1.3	1.4	1.5	1.5	1.9	3.4
	TG	97.8	85.8	81.2	82.5	86.1	86.6	74.2
	FFA	0.5	5.5	7.4	8.6	8.2	10.4	12.9
	DG+MG	0.2	4.5	6.5	4.5	2.3	0.5	3.8
	PL	0.2	2.4	3.7	2.9	2.0	0.8	5.6
Preg. (n=3)	CE	1.3	1.1	1.2	1.2	1.4	2.1	1.5
	TG	97.8	89.1	87.0	86.4	89.9	89.3	89.1
	FFA	0.5	5.4	6.5	6.9	6.7	6.1	6.8
	DG+MG	0.2	2.4	3.1	3.5	1.0	1.0	1.3
	PL	0.2	1.9	2.2	2.0	1.0	1.5	1.2

* Percentage

CE: コレステロール・エステル, TG: 中性脂肪, DG: ジグリセリド, MG: モノグリセリド, PL: リン脂質

Ⅲ. 呼吸性 ¹⁴CO₂ の産生

まずリノール酸に標識した脂肪乳剤を注入後5時間まで経時的に呼気中の¹⁴CO₂を測定した。その結果, 投与後5時間で非妊ラットでは投与全放射活性の31.2%が代謝されて¹⁴CO₂として測定された。これに対し妊娠ラットでは18.3%と有意に低値をしめした。またオレイン酸に標識した脂肪乳剤を投与した場合も, リノール酸の場合とほぼ同じ結果となつた(表3, 図4)。

Ⅳ. 投与脂肪乳剤の生体内への分布

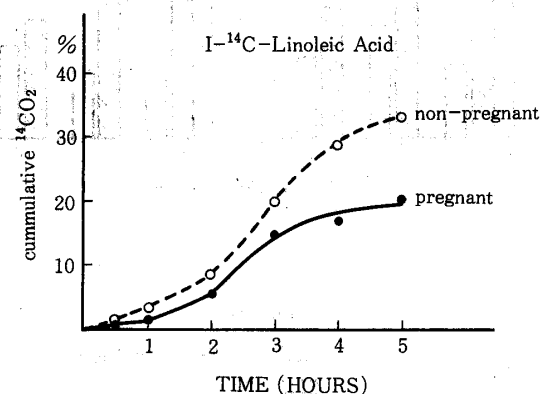
外因性脂肪は血漿から消失したのちは, 主として肝などの末梢組織のリパーゼにより分解されて FFA となつたのち, 肝実質細胞にとりこまれ,

表3 呼吸性 ¹⁴CO₂ の産生

	Non Preg. (n=8)	Preg. (n=8)
Linoleic acid	31.2±6.0*	18.3±4.9
Oleic acid	31.9±5.3	19.3±2.9

* Percent of given radioactivity Mean±SD

図4 呼吸性 ¹⁴CO₂ の産生の時間的推移



肝内で中性脂肪やリン脂質に組み込まれるか, 又はエネルギー源として利用されると考えられている。まずリノール酸に標識した脂肪乳剤の肝へのとりこみを非妊娠群と妊娠群で比較した。脂肪乳剤投与後5時間までの短期間では, 妊娠ラット肝へのとりこみは非妊ラットの約1/2程度であつた(表4, 図5)。また皮下脂肪へのとりこみについても, 肝と同様に妊娠ラットは非妊ラットの約1/2と低値であつた。つぎにオレイン酸に標識した脂肪乳剤で同じ実験を行なつたがやはりリノール酸で得られた結果と同じ結果が得られた。

リノール酸に標識した脂肪乳剤を投与したのち5時間目における肝での脂質代謝を検討するために各脂質分画にとりこまれた放射性物質の分布状態を測定した。その結果, 非妊ラットでは肝に認

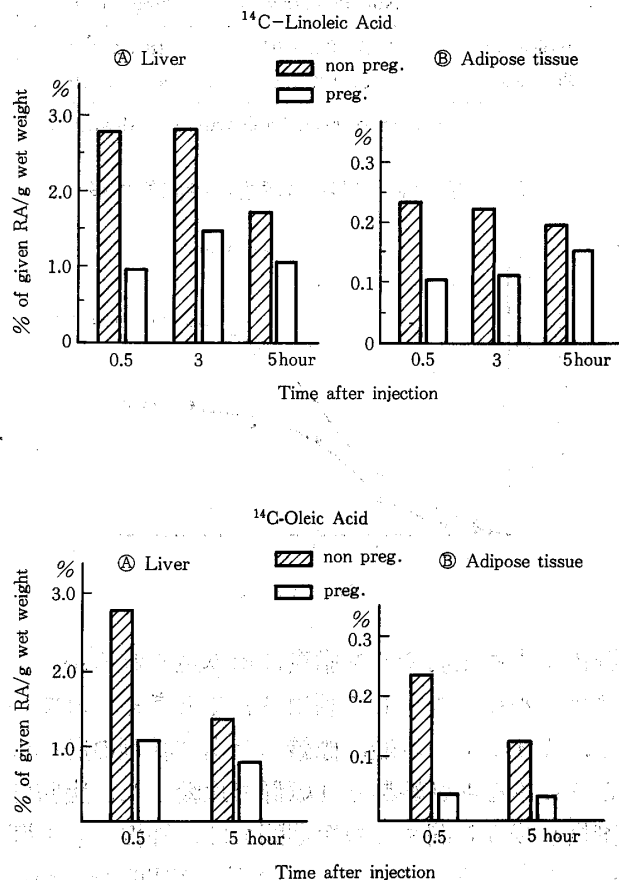
表4 (1-¹⁴C)リノール酸標識による脂肪乳剤の肝および皮下脂肪へのとりこみ

Min	Liver		Adipose tissue	
	Non Preg. (n=9)	Preg. (n=9)	Non Preg. (n=9)	Preg. (n=9)
30'	2.81±0.39*	0.95±0.15	0.24±0.01	0.11±0.01
3 hr	2.82±0.36	1.50±0.34	0.22±0.13	0.11±0.08
5 hr	1.74±0.63	1.05±0.44	0.20±0.14	0.15±0.13

n=9 各群3例ずつ

Mean±SD

* Percent of given radioactivity

図5 (1-¹⁴C) 脂肪乳剤の肝および皮下脂肪へのとりこみ

められた全放射活性のうち51%が中性脂肪分画に、FFA分画が27%, リン脂質分画に12%が測定された。これに対し、妊娠ラットでは中性脂肪分画に38%, FFA分画47%, リン脂質分画に6%が認められた(表5)。

このように妊娠母体ラット肝は非妊ラット肝と異なつた代謝環境にあり、また胎仔は母体とは全

表5 (1-¹⁴C) リノール酸に標識した脂肪乳剤投与後3時間目における放射活性の各脂質分画への分布状態(肝組織)

Lipids	Non Preg. (n=3)	Preg. (n=3)	Fetus (n=3)
CE	2.50±0.42*	1.30±0.46	0.26±0.38
TG	50.55±1.48	38.07±6.27	15.73±4.91
FFA	26.60±2.55	46.63±7.37	19.30±0.53
FC	2.60±0.28	1.26±1.10	5.83±2.75
DG+MG	5.75±0.64	6.77±0.95	7.20±1.55
PL	11.95±0.64	5.90±0.85	51.63±9.30

* Percentage Mean±SD

く異なつた脂質代謝が行なわれているものと推測される。リノール酸に標識した脂肪乳剤を投与後、3~5時間目における放射活性を胎仔肝と母体肝で比較してみると、胎仔肝へのとりこみは母体肝のとりこみ量の約1/10量程度である(表6)。さらに胎仔肝における放射活性の各脂質分画へのとりこみについてみると、妊娠母体ラット肝とは全く異なつたパターンを示しており、中性脂肪分画に16%, FFAに19%とこれら分画に含まれる放射活性は少なく、リン脂質分画に52.0%と一番多くの活性がみられた(表5)。

表6 (1-¹⁴C) リノール酸に標識した脂肪乳剤の母体肝、胎仔肝へのとりこみ

	Liver (n=9)	
	Mother	Fetus
3 hr	1.33±0.43*	0.16±0.05
5 hr	1.05±0.44	0.11±0.06

* Percent of given radioactivity Mean±SD

考 案

ヒトの場合には妊娠時母体は高脂血症になつていますが、ラットの場合も妊娠後半期には高脂血症になつている。なかでも中性脂肪の変動が最も著明であり、妊娠後半期に急激な増加がみられ分娩直前には最高値をしめした。その値は非妊時の約3倍である。しかし分娩後は急激な低下がみられ産褥第1日目には非妊時のレベルにまで低下した。またリン脂質は妊娠後半期において上昇がみられたが、非妊時に比べると50~60%の増加であつた。総コレステロール値は全経過を通じてほぼ一定した値であつた。Scow et al.⁷⁾の報告によると、妊娠時ラットの総脂質量は妊娠11日目頃より増加しはじめ、妊娠20日目で最高値になつたと述べている。そして中性脂肪の増加は我々の報告よりも多く、妊娠20日目では非妊時の10~20倍もの増加がみられている。しかしながら妊娠21日目では前日の値よりも低い値を示すようになっていく。さらにリン脂質についても妊娠時は非妊時に比べて約30%の増加がみられたが、コレステロール値はあまり変動しなかつたと述べている。こ

のように中性脂肪の変動について我々の報告と Scow et al. の報告⁷⁾は差がみられたけれども傾向としては同じであつた。

我々はヒト妊娠時の外因性脂肪乳剤投与時における脂質の代謝に関して報告している¹⁴⁾。すなわち、妊娠10か月の妊婦に対して10%イントラリピド®を0.1g/kgの割で one shot で肘静脈より注入し血漿中の脂質代謝について検討したものである。その結果、妊婦では、イントラリピド®注入後の血漿中の中性脂肪の上昇率は非妊婦の場合の約50%と有意に低値を示し、FFA 値の上昇も時間的経過がゆるやかであつた。さらに血中から外因性脂肪の消失する速度 (K_2) 値は非妊時が 2.8 % 1min. であるのに対し、妊婦は1.9% 1min. と有意に低値を示した。

今回はイントラリピド®と同じ組成であり、リノール酸又はオレイン酸に ^{14}C を標識させた脂肪乳剤を妊娠ラットに投与して同様の実験を行なつた。その結果、投与された放射性脂肪乳剤の血漿からの生物学的半減期は非妊ラットは58min. であるのに対し、妊娠ラットでは74min. であつた。このようにラットでもヒトの場合と同様に血漿からの消失速度の遅延がみられた。また脂肪乳剤投与後5時間目における血漿中の中性脂肪分画の放射活性を投与総放射活性に対する割合でみると、非妊ラットでは僅かに3%程度であつたのに対し妊娠ラットでは約12%と明らかに高値を示した。この事実は妊娠中は高脂血症の状態になつており、静注された外因性脂肪は循環系から組織への移行または、とりこみが非妊時に比べて遅延しているといえる。一般に投与された脂肪乳剤は速やかに血漿中から消失したのちは、主として肝や脾などの網内系組織にとりこまれ、そこで代謝され、一部はリパーゼにより分解され、FFA となりエネルギー源として利用され、一部はさらに中性脂肪やリン脂質などの合成に利用されているものと考えられる。今回の成績より組織内での投与脂肪乳剤の代謝をみてみると、投与後5時間目における肝でのリン脂質分画の放射活性を比較したところ、非妊ラットでは総活性の12%が認めら

れたが、妊娠ラットでは6%と低く、反対に FFA 分画の放射活性は非妊ラットの27%に比べて、妊娠ラットでは47%と約2倍の活性値を示した。妊娠ラットにおいて肝の FFA 分画に高い放射活性がみられるということは血中から肝にとりこまれる第一段階である FFA のかたちで存在していることであり、更にすすんで中性脂肪やリン脂質への合成が遅れているものと考えられる。すなわち妊娠時には非妊娠時に比べて母体肝での脂肪代謝が緩慢であると推測される。ちなみに成熟肝ラットの脂質のうち、リン脂質が30mg/g 湿重量と最も多く、中性脂肪は3~6mg/g 湿重量、コレステロールは1~3mg/g 湿重量程度であるといわれている²⁾。妊娠時におけるラット肝の脂質含有量の変動について Dannenberg et al.⁵⁾ はリン脂質、中性脂肪およびコレステロールの含有量はあまり変化しないと述べている。しかし McKey et al.⁶⁾ は妊娠末期における肝の FFA の脂酸構成は変化していると報告しており Smith, Walsh⁸⁾ も妊娠初期では変化は少ないが、末期とくに分娩直前では中性脂肪の含有量が著しく増加し、さらに中性脂肪分画の構成脂酸としてはオレイン酸、リノール酸の増加が特徴的であると述べている。しかしながらリン脂質やコレステロールについて妊娠中に大きな変動はみられなかつたと報告している。

投与した脂肪乳剤が炭酸ガスにまで酸化される速度は投与後2~3時間目に極大値をとり、その後徐々に低下した。リノール酸およびオレイン酸に標識した脂肪乳剤を投与して、非妊時と妊娠時の比較を行なつたところ、投与後5時間までの検討では、非妊ラットは投与放射活性の約30%が炭酸ガスとして呼気より回収されたのに対し、妊娠ラットでは僅か18%にすぎなかつた。このことは妊娠時には外因性脂肪の代謝速度が遅延しているものと考えられる。リノール酸と、オレイン酸における生体内での酸化速度には有意差はみられなかつた。岡本ら²⁾ はラットにて飽和脂肪酸であるパルミチン酸と不飽和脂肪酸であるリノール酸、オレイン酸に標識した脂肪乳剤を使用して今回の方法により $^{14}\text{CO}_2$ の生成を比較検討したとこ

ろ、不飽和脂肪酸であるオレイン酸、リノール酸の方が飽和脂肪酸よりも速く代謝されたという成績を発表している。これは生体での要求度の差にもよるものと考えられる。今回我々はパルミチン酸については検討していない。

また胎仔肝にとりこまれた脂肪乳剤の代謝速度は母体肝のそれと非常に異なっていた。すなわちリノール酸に標識した脂肪乳剤を母体に投与後5時間目に屠殺後、母体肝と胎仔肝をとり出し、各脂質分画における放射活性の分布を検討した。その結果母体肝では FFA 分画に47%、中性脂肪分画に38%と多量の放射活性が認められ、リン脂質分画には僅かに6%しか含まれていなかった。しかし胎仔肝では FFA 分画に19%、中性脂肪分画に16%が認められたにすぎずそれぞれ母体肝の約50%の活性値であつた。しかしリン脂質分画には50%と全放射活性の1/2が認められた。このように胎仔肝において、リン脂質分画へのとりこみが多いのは胎仔肝は細胞構築成分として多量のリン脂質を必要とする為にリン脂質の合成がより旺盛になつているものと考えられる。今回は肝のみならず脂肪組織へのとりこみについても一応検討してみたが、母体と胎仔へのとりこみに差は見出せなかった。その理由は脂肪組織において最も高い放射活性がみられるのは脂肪乳剤投与後24~48時間ほどであるといわれている²⁾ 為に、今回の投与後5時間目のものしかみていないことによるものであると推測される。

稿を終るに当り、本研究に御協力頂きました岡山大学医学部産婦人科教室、小池秀爾、小川達博、江尻孝

平先生、ならびにミドリ十字中央研究所岡本浩之氏、横山和正氏に心より感謝いたします。

また放射性脂肪乳剤はミドリ十字株式会社より提供を受けたものであり、感謝いたします。なお本研究の一部は第9回国際産婦人科学会 (FIGO) (東京1979) にて発表した。

文 献

1. 小池秀爾：妊婦における高脂血症に関する研究—特に脂質負荷試験について—。日産婦誌，27：1153，1975。
2. 岡本浩之，津田良夫，横山和正：Intralipid 20% 1回投与における脂質の代謝，排泄について。ミドリ十字株式会社パンフレット，1970。
3. 吉岡 保，小池秀爾，関場 香：妊婦の高脂血症について。日産婦誌，26：1363，1974。
4. 吉岡 保，小池秀爾，杉上 彰，江口勝人：妊婦の高脂血症の臨床的観察。日産婦誌，28：369，1976。
5. Dunnenberg, W.N., Burt, R.N. and Leake, N.H.: Lipid composition and synthesis in rat liver during pregnancy and puerperium. Proc. Soc. Exptl. Biol. Med., 115: 504, 1964.
6. McKey, D.G. and Kaunitz, H.: Studies of the generalized Schwartzman reaction induced by deit, IV. Effects of pregnancy on lipid composition of serum and tissues. Metabolism, 12: 990, 1963.
7. Scow, R.O., Chernick, S.S. and Brinley, M.S.: Hyperlipemia and ketosis in the pregnant rat. Amer. J. Physiol., 206: 796, 1964.
8. Smith, R.W. and Walsh, A.: Composition of liver lipids of the rat during pregnancy and lactation. Lipids., 10: 643, 1975.
9. Yokoyama, K., Okamoto, K., Tsuda, Y. and Suyama, T.: Metabolism of intravenously injected fat emulsion. Acta Chirurgica Scand. Sup., 466: 54, 1974.

(No. 4720 昭55・6・6 受付)