

## 母体分娩時ならびに新生児エネルギー 代謝量に関する研究

日本医科大学第一病院産婦人科(指導:鈴木正勝教授)

助手 遠藤 哲 広

**概要** 子宮収縮の機構を解折する研究の一環として分娩時子宮収縮に要するエネルギー量を測定し、また分娩が新生児のエネルギー代謝にどのような変化を与えているかという点から新生児のエネルギー代謝量を測定し次の結果を得た。

1) 分娩時母体エネルギー代謝量(10分間)は、分娩第1期初産婦 $20.5 \pm 2.48 \text{ Cal/10 min}$  経産婦、 $22.2 \pm 2.21 \text{ Cal/10 min}$ 、第2期初産婦 $39.5 \pm 5.68 \text{ Cal/10 min}$ 、経産婦 $34.3 \pm 3.16 \text{ Cal/10 min}$ 、第3期初産婦 $11.2 \pm 2.75 \text{ Cal/10 min}$ 、経産婦 $10.8 \pm 2.09 \text{ Cal/10 min}$ で、分娩第2期に最も大きく、第1期はその $1/2 \sim 2/3$ 、第3期は $1/3 \sim 1/4$ であった。単位時間内に於けるエネルギー代謝量は初産婦でも経産婦でも殆んど同じである。

2) 分娩時子宮収縮1回に要するエネルギーは、分娩第1期初産婦は $2.8 \pm 0.57 \text{ Cal}$  経産婦は $3.3 \pm 0.38 \text{ Cal}$ 、分娩第2期初産婦は $3.4 \pm 0.75 \text{ Cal}$  経産婦は $3.4 \pm 0.22 \text{ Cal}$ であつて、いずれも同程度のエネルギー代謝量であつた。

3) 分娩1回に要する総エネルギー代謝量は、初産婦では約 $2000 \text{ Cal}$  経産婦  $800 \text{ Cal}$  となり、初産婦は経産婦の約2.5倍のエネルギーを消費することになる。

4) 新生児エネルギー代謝量は、分娩直後が最も高く、分娩後2時間まで高値が続き、4時間後より急激に低下し、6時間より24時間まで低い値で安定している。その後3日、4日はやや低く、5日よりやや高くなる。

5) 未熟児は、分娩直後にやや高いが、2時間後より6日目まで正常新生児に比較して低い値で変動も少い。

6) 正常分娩児と異常分娩児との間には差は認められなかつた。

7) 早産児、予定日超過児のエネルギー代謝量は正期産児よりやや低い。

8) 新生児の運動に要するエネルギー代謝量は、哺乳 $10.2 \pm 4.08 \text{ Cal/kg/h}$ 、沐浴 $5.3 \pm 1.96 \text{ Cal/kg/h}$ 、啼泣 $20.6 \pm 5.96 \text{ Cal/kg/h}$ 、軽運動 $11.5 \pm 6.02 \text{ Cal/kg/h}$ であつた。

9) 分娩後チアノーゼを認める新生児と正常新生児を比較すると、酸素消費量とエネルギー代謝量は差が著明で、チアノーゼ群は正常群の約 $2/3$ である。

### 緒 言

分娩が産婦にとってきわめて大きな肉体的疲労をもたらす事は、日常産科医が観察するところであるが、分娩経過中に要する作業量すなわちエネルギー代謝量についての詳細な研究は少ない。

1920年 Knipping と Theodor は産婦のエネルギー消費を計測したが、僅かに2例について行なつたのみで陣痛による正確なエネルギー消費について報告していない。

1936年 Stähler は欧米人1回の分娩に要するエネルギー代謝量はきわめて高く、 $30 \sim 40 \text{ km}$ の歩行と同じ作業量で、したがって疲労性陣痛微弱の

説明や治療に新しい光明を与えたと述べ、また個々の分娩のエネルギー代謝の総量は10倍もの開きがあるが、単位時間または同じ陣痛数に対しては比較的一致した価で1回の分娩時子宮収縮に $2.4 \sim 6.7 \text{ Cal}$ を要したと報告している。

著者は、子宮収縮に関する研究の一環として、分娩時子宮収縮に要するエネルギー量の測定を中心にこれらについて検討した。

一方、新生児のエネルギー代謝に関する研究は、Janet (1929), Bear (1921), Schadow (1932), Benedict (1915) 等と多く、日本に於いても、三浦 (1952), 草間 (1934), 越智 (1935), 砂田 (1937)

等と多くの報告が見られるが、著者は分娩時に受けた影響と考え合わせて、分娩直後よりエネルギー代謝量の変動を再検討した。

#### 実験対象および実験方法

実験対象として、非妊婦、妊娠10カ月末期の妊婦、分娩第1期、第2期、および分娩第3期の産婦、正常新生児、未熟児、鉗子分娩児、吸引分娩児、早産児予定日超過児について測定した。

非妊婦および妊娠10カ月末期の妊婦のエネルギー代謝量の測定時には、約30分安静臥床させた後測定した。

なお、妊娠および産婦については、臨床的に何ら異常を認めない者を選び、測定中は陣痛外測計または Balloon 法にて子宮収縮の状態を観測しながら測定した。

新生児は、成人の基礎代謝量測定時のごとく、厳密に安静を求めることは自然の状態では不可能であるので、なるべく体動のすくない時期を選んで測定し安静時の代謝量とした。

実験方法は母体測定装置と新生児測定装置が異なるためそれぞれについて述べる。

#### 1) 妊婦および産婦測定法

測定方法には、直接熱量測定法と間接熱量測定法とがある。現在一般に使用されているのは後者の方法が多く、この方法はさらに閉鎖式と開放式に分けることができる。閉鎖式には Knipping 法 Krogh法, Benedict 氏呼吸装置を用いる法等があり、開放式には Douglas Bag 法がある。

著者は移動可能で、操作が簡単で、運動時エネルギー代謝量の測定に便利であり、さらに基礎代謝量、安静時代謝量の測定も可能な Douglas Bag 法を使用した。

呼吸分析には、信頼性が高く現在最も多く使用されている労研式小型ガス分析器を使用した。その他、ガスメーター、採気管、水銀気圧計を用いた。

基礎代謝の測定は、一般には食事がまったく消化吸収されたと思われる頃、すなわち早朝空腹時に快適な室温のもとで、肉体的、精神的緊張を取り除いた状態のもとで測定するのが理想である

が、実際にはその様な状態で採気するのは困難な場合が多い。そこで非妊婦および妊娠10カ月末期の被検者は朝食を取らないで来院させ、1～2時間の休息の後、30分間安静臥床させて10分間測定した。また、妊娠末期の被検者については、この間陣痛外測計で子宮収縮の無い時を選び測定した。

分娩時エネルギー代謝量の測定は、分娩第1期では、測定30分前よりできるだけ安静を保つようにし、その後10分間採気した。分娩第2期の測定は、15分～30分間できるだけ安静を保たせた後10分間採気し、その後腹圧をかけた状態で10分間採気した。分娩第3期も児娩出直後より10分間採気した。10分以内に胎盤の娩出が終つた場合は直ちに採気を止めて、その採気した時間により呼気量を10分間の量に補正計算した。

分娩時の測定中は、陣痛外測計または Balloon 法により、陣痛回数、子宮収縮の状態を記録した。

分娩時子宮収縮1回に要するエネルギー量の算出は、各例毎に次の式により算出した。

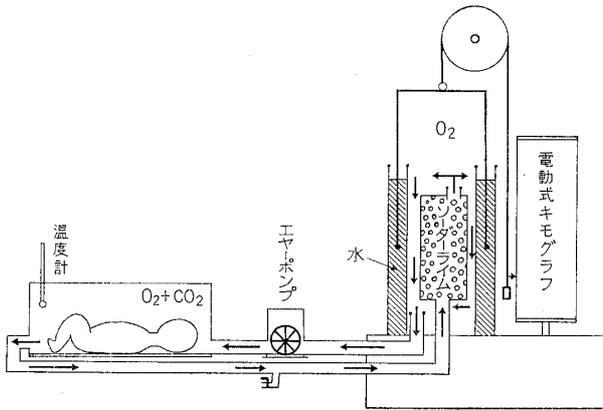
$$\frac{\text{分娩1期(または2期)安静時代謝量(陣痛あり)} - \text{妊娠10カ月末期安静時代謝量(陣痛なし)}}{\text{分娩1期(または2期)安静時10分間陣痛回数}}$$

エネルギー代謝量の計算法は Douglas Bag で採気した呼気量を、採取時の気圧および温度にて標準状態に補正計算し、労研式小型ガス分析器で酸素および炭酸ガス値を求め、酸素消費量および炭酸ガス産生量を計算し、さらにこれより非蛋白呼吸高を求め、Zuntz & Schrumberg の表よりエネルギー代謝量を計算した。この表は非蛋白呼吸高よりエネルギー代謝量を計算したものである。

#### 2) 新生児エネルギー代謝量測定法

新生児のエネルギー代謝量を測定するには Douglas Bag 法のごとく、マスクを用いて採気するのは困難な問題が多く、また新生児の自然な状態を破壊するので、昔から閉鎖式に属する Knipping 法と Benedict 氏呼吸装置を用いる方法が主として用いられて来た。著者は図1のごとく、Benedict-Roth 型レスピロメーターを利用して、

図 1



これにビニール製呼吸室とエアポンプを接続して新生児用 Benedict 氏呼吸装置に近い装置を作成してこの実験を行なった。

エアポンプは毎分15立で酸素を循環せしめた。また呼吸商を必要とする時には、呼吸室からレスピロメーターへ流れるビニール管の一部に活栓をもうけて、この活栓より採気し、吸気分析を行なった。

本装置の人体による予備実験は、成人男子1名、女子4名について行なった。なお、成人の場合はビニール製呼吸室に頭部のみ入れて実験した。予備実験の結果、男子1名は57.3Cal/h 1日量にすると1375.2Cal 女子4名の平均値は49.4 Cal/h 1183.8Cal/day となった。日本人1日基礎代謝量は、男子 1,390Cal 女子 1,140Cal (栄養審議会) であるのでこの結果は良く一致する。すなわち新生児用に改造した結果もその精度に変化はないと思われる。

本装置全体に100%の酸素を満し、ビニール製呼吸室に新生児を入れ、エアポンプにて呼吸室とレスピロメーターの中を循環させると、新生児の摂取した量だけスパイログラムのペンは上昇する。記録紙は32mm/min で回転するので一定のスロープが画かれる。スロープが一定になった状態で3分間測定し、このスロープの高さにより酸素消費量および代謝量を計算した。なお、測定値は温度、気圧で補正した。Benedict-Roth 型レスピロメーターは、スパイログラムのスロープ1cm

の酸素消費が1Calの熱量産生に相当するので、スロープの高さをHとすると1時間エネルギー代謝量は次式により求めた。

$$\text{安静時エネルギー代謝量 (Cal/h)} \\ = H \text{ cm} \times 60 \text{ min} / 3 \text{ min} \times \text{補正係数}$$

新生児のエネルギー代謝量を表わす単位については、体表面積単位で表わすべきか、体重単位で表わすべきかについて問題がある。

Rubner が基礎代謝を表わす単位について、動物の種類、大きさに関係なく、体表面積単位で表わすと、大体同じ熱量を出すと言って以来一般に基礎代謝は体表面積当り、すなわち (Cal/m<sup>2</sup>/h) で示されるようになった。しかし体表面積で表わすことに反対の意見も多く、Harris と Benedict は熱発生量と体表面積とは何ら理論的な因果関係なく、熱発生は身長、体重、性、および年齢に関係すると述べ、また Benedict と Talbot は身長を Wang, Kern は体重をそれぞれ基礎代謝の単位にすべきであると論じている。また日本でこれらについて検討した。中川 (1948), 阪上 (1960), 堀 (1960) の成績についてみると、中川は小児では体表面積、体重、身長、何れも同じ程度に相関し、何れか最も適当であるかを決定し得ないので、正確な体表面積算出式の作られるまでは、小児では体重によることが、むしろ正確であると述べ、阪上は体重と基礎代謝量との相関が最も大で、ついで体表面積、身長順であったと報告している。また堀は6~15才の児童においては体表面積と基礎代謝量との相関が最も大で、身長と体重は同じ程度の相関を示したと述べている。著者は主として分娩直後の新生児について検討したので、この状態の新生児では体重単位 (Cal/kg/h) で表わす方が、正確であると考え、体重単位で表わした。

### 実験成績

#### 1. 母体エネルギー代謝量

##### 1) 非妊時、妊娠末期母体エネルギー代謝量

表1および表2に示すように、非妊婦10分間の安静時エネルギー代謝量は平均8.8Calであった。これを24時間量にすると約1,270Calとな

表 1

	10分間消費エネルギー				陣痛1回		分娩時間				
	妊娠 XM	I期	II期		I期	II期	I期	II期	III期	計	
			腹圧(-)	腹圧(+)							
初産	13.0	20.5 (2.6)	28.2 (4.8)	39.5 (4.9)	11.2	2.8	3.4	797'	72'	11'	877' (14h37')
経産	12.0	22.2 (2.7)	27.7 (4.2)	34.3 (4.7)	10.8	3.3	3.4	274'	39'	12'	325' (5h25')
非妊	8.8										

( ) は, 10分間平均陣痛回数

表 2

	非妊	妊娠XM		I期		II期		III期	
		初産	経産	初産	経産	初産	経産	初産	経産
例数	4	16	6	10	6	8	6	6	5
平均値	8.8	13.0	12.0	20.5	22.2	39.5	34.3	11.2	10.8
信頼限界		$\bar{x} \pm 1.54$	$\bar{x} \pm 1.63$	$\bar{x} \pm 2.48$	$\bar{x} \pm 2.21$	$\bar{x} \pm 5.68$	$\bar{x} \pm 3.16$	$\bar{x} \pm 2.75$	$\bar{x} \pm 2.09$
棄却限界		$\bar{x} \pm 6.35$	$\bar{x} \pm 4.32$	$\bar{x} \pm 8.23$	$\bar{x} \pm 5.85$	$\bar{x} \pm 17.03$	$\bar{x} \pm 8.36$	$\bar{x} \pm 7.28$	$\bar{x} \pm 5.11$
F		4.35		4.60		4.75		5.12	
F <sub>0</sub>		0.06		1.16		3.03		0.09	
有意差		無		無		無		無	

り, ほぼ基礎代謝量に一致する.

妊娠10カ月末期の毎10分間の安静時エネルギー代謝量は, 初産婦 $13.0 \pm 1.54$ Cal 経産婦 $12.0 \pm 1.63$ Cal となり非妊時と比較すると両者とも約28%の増加となる. また, 初産と経産との間には安静時エネルギー代謝量に差はみられない.

## 2) 分娩時エネルギー代謝量

分娩第1期は, 初産婦 $20.5 \pm 2.48$ Cal 経産婦 $22.2 \pm 2.21$ Cal で両者の間に差は無い.

分娩第2期は腹圧を加えた時と子宮収縮以外の筋肉活動をできるだけ禁じた状態の時に分けて測定し, できるだけ安静な状態では初産婦 $28.2 \pm 2.68$ Cal, 経産婦では $27.7 \pm 1.26$ Cal であつて両者の間に差はみられない. しかし腹圧を加えた時, 初産婦 $39.5 \pm 5.68$ Cal 経産婦 $34.3 \pm 3.16$ Cal であつた. すなわち分娩第2期の腹圧が加わつた時には初産婦の方がやや多量の熱量を費しているようである.

分娩第3期では, 初産婦 $11.2 \pm 2.75$ Cal, 経産婦 $10.8 \pm 2.09$ Cal となり, 両者の間に差は無い.

## 3) 分娩時子宮収縮1回に要するエネルギー代

## 謝量

10分間の所要エネルギー代謝量と10分間の子宮収縮回数より各例毎に子宮収縮1回に要するエネルギー代謝量を計算した. すなわち表3に示すごとく, 分娩第1期では初産婦で,  $2.8 \pm 0.57$ Cal, 経産婦で  $3.3 \pm 0.38$ Calとなり, 分娩第2期では初産婦  $3.4 \pm 0.74$ Cal 経産婦  $3.4 \pm 0.22$ Cal であつた. 初産婦と経産婦を比較しても, 分娩第1期と第2期を比較しても差はない. すなわち分娩時子宮収縮1回に行なうエネルギー代謝量は, 初産婦, 経産婦, 分娩第1期, 第2期に関係なく大体同じ程度と思われる.

なお, エネルギー代謝量測定中, 同時に陣痛外測計または Balloon 法により陣痛回数を記録したが, その10分間平均は, 初産婦では分娩第1期が平均 2.6回, 第2期の腹圧を禁じた時は 4.8回, 腹圧を加えた時は 4.9回, 経産婦は, 第1期が 2.7回, 第2期で腹圧を加えない時が 4.2回, 腹圧を加えた時が 4.7回であつた.

## 4) 分娩時に要する総エネルギー代謝量

分娩時に要する総エネルギー代謝量を各症例毎

表3

	I 期		II 期	
	初産	経産	初産	経産
例数	10	6	13	6
平均値	2.8	3.3	3.4	3.4
信頼限界	$\bar{x} \pm 0.57$	$\bar{x} \pm 0.38$	$\bar{x} \pm 0.74$	$\bar{x} \pm 0.22$
棄却限界	$\bar{x} \pm 1.88$	$\bar{x} \pm 1.00$	$\bar{x} \pm 2.76$	$\bar{x} \pm 0.57$
平均値の検討	$\begin{array}{c} \text{F } 4.60 \\ \text{F}_0 2.40 \end{array}$		$\begin{array}{c} \text{F } 4.45 \\ \text{F}_0 0.01 \end{array}$	
有意差	無し		無し	

表4

	分娩第I期		分娩第II期		分娩第III期		分娩時 総エネルギー
	初産	経産	初産	経産	初産	経産	
例数	10	6	8	6	6	5	初産 2012.8 Cal 経産 807.0 Cal
平均値	1639.4	657.8	359.1	135.2	14.2	14.0	
信頼限界	$\bar{x} \pm 252.25$	$\bar{x} \pm 312.71$	$\bar{x} \pm 182.80$	$\bar{x} \pm 21.53$	$\bar{x} \pm 6.81$	$\bar{x} \pm 7.51$	
棄却限界	$\bar{x} \pm 834.95$	$\bar{x} \pm 827.12$	$\bar{x} \pm 548.40$	$\bar{x} \pm 56.95$	$\bar{x} \pm 18.05$	$\bar{x} \pm 18.40$	
F F <sub>0</sub> 有意差	4.60 32.38 有		4.75 6.13 有		5.12 0.00 無し		

に計算すると表4のごとくになった。すなわち、初産婦では分娩第1期に平均1639.4±252.25Cal 第2期に359.1±182.8Cal 第3期に14.2±6.81Cal, 合計2012.8Calを要し、経産婦は分娩第1期に657.8±312.71Cal 第2期に135.2±21.53Cal, 第3期に14.0±7.51Cal, 合計807.0Cal, を消費しており、初産婦は経産婦の約2.5倍のエネルギーを消費していることがわかった。

なお、本症例の分娩時間の平均は、初産婦では分娩第1期が797分、第2期72分、第3期11分、合計877分(14時間37分)となり、経産婦では分娩第1期が274分、第2期39分、第3期12分、合計325分(5時間25分)であった。これは諸家の報告とほぼ一致する。また初産婦は経産婦の約2.7倍の時間を要している。

## 2. 新生児代謝量

1) 正常新生児および未熟児生後6日間の変動  
表5に示すように、正常新生児は第1日(分娩

当日) 7.9±2.49Cal/kg/h, 第2日 6.9±1.06, 第3日 6.1±1.35, 第4日 6.0±1.39, 第5日 7.4±1.55, 第6日 6.8±1.74, であつた。正常新生児では第1日が最も高値を示し、第2日目より安定して第5日目にやや高くなる。未熟児では、第1日 4.5±1.84, 第2日 4.0±0.81, 第3日 3.5±1.08, 第4日 4.4±1.43, 第5日 4.8±1.22, 第6日 4.0±0.88であつた。未熟児ではやはり第1日がやや高いが、正常児に比較して低値を示し、エネルギー代謝量を低く抑えているように推測される。

2) 正常新生児および未熟児生後24時間の変動  
新生児の分娩による影響をさらに詳細に見るために、分娩後30分より2時間ごとに24時間測定し、その平均値を求めた。

表6に示すように、正常新生児および未熟児共に分娩後30分が最も高値を示し、正常新生児では9.2±2.32Cal/kg/h, であつた。2時間まで高値

表5

(Cal/kg/h)

		例数	平均値	信頼限界	棄却限界	F	F <sub>0</sub>	有意差
第1日	正常児	15	7.9	$\bar{x} \pm 2.49$	$\bar{x} \pm 9.96$	4.28	4.75	有
	未熟児	10	4.5	$\bar{x} \pm 1.84$	$\bar{x} \pm 6.09$			
第2日	正常児	14	6.9	$\bar{x} \pm 1.06$	$\bar{x} \pm 4.10$	4.32	18.46	有
	未熟児	9	4.0	$\bar{x} \pm 0.81$	$\bar{x} \pm 2.55$			
第3日	正常児	13	6.1	$\bar{x} \pm 1.35$	$\bar{x} \pm 5.50$	4.38	3.46	無
	未熟児	8	3.5	$\bar{x} \pm 1.08$	$\bar{x} \pm 3.24$			
第4日	正常児	12	6.0	$\bar{x} \pm 1.39$	$\bar{x} \pm 5.00$	4.45	2.72	無
	未熟児	7	4.4	$\bar{x} \pm 1.43$	$\bar{x} \pm 4.03$			
第5日	正常児	9	7.4	$\bar{x} \pm 1.55$	$\bar{x} \pm 4.90$	4.60	9.23	有
	未熟児	7	4.8	$\bar{x} \pm 1.22$	$\bar{x} \pm 3.44$			
第6日	正常児	8	6.8	$\bar{x} \pm 1.74$	$\bar{x} \pm 4.54$	4.67	10.65	有
	未熟児	7	4.0	$\bar{x} \pm 0.88$	$\bar{x} \pm 2.48$			

表6 正常新生児24時間の変動 (Cal/kg/h)

時間	30分	2時間	4 //	6 //	8 //	10 //	12 //	14 //	16 //	18 //	20 //	22 //	24 //
例数	9	8	7	6	7	6	8	6	6	6	6	6	6
平均値	9.2	8.5	5.6	3.4	4.0	5.6	5.5	3.6	5.2	4.3	5.0	4.5	4.5
信頼限界	$\bar{x} \pm 2.32$	$\bar{x} \pm 2.22$	$\bar{x} \pm 1.20$	$\bar{x} \pm 0.56$	$\bar{x} \pm 1.91$	$\bar{x} \pm 2.56$	$\bar{x} \pm 3.16$	$\bar{x} \pm 1.33$	$\bar{x} \pm 2.21$	$\bar{x} \pm 1.36$	$\bar{x} \pm 1.86$	$\bar{x} \pm 0.79$	$\bar{x} \pm 1.11$
棄却限界	$\bar{x} \pm 7.33$	$\bar{x} \pm 6.66$	$\bar{x} \pm 3.38$	$\bar{x} \pm 1.47$	$\bar{x} \pm 5.38$	6.81	9.48	3.51	5.81	3.59	4.91	2.08	2.91

未熟児24時間の変動 (Cal/kg/h)

時間	30分	2時間	4 //	6 //	8 //	10 //	12 //	14 //	16 //	18 //	20 //	22 //	24 //
例数	6	6	7	6	6	5	6	6	7	6	6	6	6
平均値	6.5	4.6	4.3	4.4	4.4	6.4	5.7	4.6	4.7	4.2	4.6	4.4	5.2
信頼限界	$\bar{x} \pm 1.28$	$\bar{x} \pm 1.09$	$\bar{x} \pm 1.33$	$\bar{x} \pm 1.92$	$\bar{x} \pm 1.04$	$\bar{x} \pm 1.55$	$\bar{x} \pm 1.22$	$\bar{x} \pm 1.71$	$\bar{x} \pm 2.33$	$\bar{x} \pm 2.23$	$\bar{x} \pm 1.38$	$\bar{x} \pm 2.41$	$\bar{x} \pm 1.59$
棄却限界	$\bar{x} \pm 3.37$	$\bar{x} \pm 2.87$	$\bar{x} \pm 3.75$	$\bar{x} \pm 5.06$	$\bar{x} \pm 2.74$	$\bar{x} \pm 3.79$	$\bar{x} \pm 2.95$	$\bar{x} \pm 4.51$	$\bar{x} \pm 6.57$	$\bar{x} \pm 5.88$	$\bar{x} \pm 3.64$	$\bar{x} \pm 6.36$	$\bar{x} \pm 4.19$

を示し4時間から急激に下り、6時間で最低を示し  $3.4 \pm 0.56$  となる。その後  $3.6 \sim 5.6$  の間で安定し変動は少ない。

未熟児の場合は分娩後30分で最高の  $6.5 \pm 1.28$  で、やや高いが、全体に24時間を通して同じ程度の平均値で安定している。

### 3) 正常分娩児と異常分娩児の比較

分娩直後の異常分娩児にエネルギー代謝から見て何らかの変化があらわれないか、正常新生児と

比較してみた。

表7に示すように、正常分娩児  $9.2 \pm 2.32$  Cal/kg/h であるのに対し、異常分娩児（鉗子分娩3例、吸引分娩3例）の平均値  $7.2 \pm 3.20$  Cal/kg/h であつた。異常分娩児がやや低値を示したが差は認められなかつた。

### 4) 正期産、早産、予定日超過例の比較

分娩第1日の新生児を正期産、早産、予定日超過の3群に分けて比較した。表8に示すごと

表7

	正常分娩児	異常分娩児
例数	9	6
平均値	9.2	7.2
信頼限界	$\bar{x} \pm 2.32$	$\bar{x} \pm 3.20$
棄却限界	$\bar{x} \pm 7.33$	$\bar{x} \pm 5.85$
F F <sub>0</sub> 有意差	4.65 1.57 無し	

表8

	~38W	38W~42W	42W~
例数	8	13	6
平均値	6.6	8.1	6.0
信頼限界	$\bar{x} \pm 2.87$	$\bar{x} \pm 3.13$	$\bar{x} \pm 3.35$
棄却限界	$\bar{x} \pm 7.02$	$\bar{x} \pm 9.34$	$\bar{x} \pm 7.68$
F F <sub>0</sub> 有意差	4.38 3.22 無し		4.45 2.19 無し

(分娩第1日 Cal/kg/h)

表9

	代謝量		呼吸数		O <sub>2</sub> 量/呼吸数		呼吸商	
	正常	チアノーゼ	正常	チアノーゼ	正常	チアノーゼ	正常	チアノーゼ
例数	5	5	5	5	5	5	5	5
平均値	7.9	4.0	50.6	60.0	1.56	0.96	0.83	0.86
信頼限界	$\bar{x} \pm 2.03$	$\bar{x} \pm 1.22$	$\bar{x} \pm 3.06$	$\bar{x} \pm 6.69$	$\bar{x} \pm 0.43$	$\bar{x} \pm 0.18$	$\bar{x} \pm 0.027$	$\bar{x} \pm 0.024$
棄却限界	$\bar{x} \pm 4.97$	$\bar{x} \pm 3.01$	$\bar{x} \pm 11.49$	$\bar{x} \pm 16.39$	$\bar{x} \pm 1.05$	$\bar{x} \pm 0.44$	$\bar{x} \pm 0.066$	$\bar{x} \pm 0.058$
F F <sub>0</sub> 有意差	5.32 10.61 有		5.32 6.51 有		5.32 6.31 有		5.32 3.35 無	

く、妊娠38週までに生まれたものは  $6.6 \pm 2.87$  Cal/kg/h 妊娠38週から42週までに生まれたものは、 $8.1 \pm 3.13$  Cal/kg/h 妊娠42週以後に分娩したものは  $6.0 \pm 3.35$  Cal/kg/h となつた。有意差はないが、正常産が最も高く、38週以前に分娩したものの、42週以後に生まれたものはやや低い平均値になつた。

#### 5) 体動時エネルギー代謝量の比較

新生児の生活の中で代謝の高まると思われる哺乳、沐浴、啼泣、手足を軽く動かす運動について測定してみた。

正常新生児第4日の平均値  $6.0 \pm 1.39$  Cal/kg/h を安静時エネルギー代謝量として、それぞれ比較すると、沐浴  $5.3 \pm 1.96$ 、哺乳  $10.2 \pm 4.08$ 、啼泣  $20.6 \pm 5.96$ 、軽運動  $11.5 \pm 6.02$ 、となつた。これによると、啼泣時に最もエネルギーを費し、安静時の3倍以上にもなつている。沐浴時の平均が安静時よりやや低くなつたが、これは沐浴中の3~5分では、その影響があらわれないためと思われるので、沐浴終了後10分~20分間に測定すると、沐浴中の平均  $5.4 \pm 1.63$ 、沐浴後の平均  $7.2$

$\pm 2.14$  となり、その差の検討を行なうと有意の差を認めた。すなわち沐浴後にエネルギー代謝の上昇を認めた。

#### 6) 正常新生児とチアノーゼ(+)児の比較

分娩直後チアノーゼが認められた例について、エネルギー代謝量、呼吸数、酸素消費量、呼吸商を正常新生児と比較すると、表9のごとくエネルギー代謝量では正常新生児  $7.9 \pm 2.03$  に対し、 $4.0 \pm 1.22$  であり、呼吸数では正常新生児  $50.6 \pm 3.06$  回/min に対し、 $60.0 \pm 6.69$  回/min となり、1回の呼吸で消費する酸素の量は正常新生児  $1.56 \pm 0.43$  cc に対して、 $0.96 \pm 0.18$  cc となつた。呼吸商については  $0.83 \pm 0.027$  と  $0.86 \pm 0.024$  となり差は認められなかつた。これらを見ると酸素消費量とエネルギー代謝量はその差が著明で、チアノーゼ群は正常群の約2/3しか酸素を消費していないことがわかる。

#### 考案

妊娠時エネルギー代謝に関する報告は多数あり、外国に於ては、Magnus Levy (1904), Zuntz (1910), Murlin (1910), Bear (1929), Cornell

(1923), Root (1923), Sandiford (1924)等であり, 本邦に於ては藤本 (1936), 島倉 (1966) 等が報告している. しかし, 分娩時エネルギー代謝に関しては意外に少なく, 古く Knipping-Theodor (1922) と Stähler (1936) の報告を見るのみである.

妊娠末期のエネルギー代謝に関しては, Bear が正常時より33~35%上昇していると述べ Magnus-Levy は17%の上昇といい, Cornell は29%増加と報告している. 島倉は妊娠後半の平均で約 100 Cal の増加という著者の実験では, 分娩直前の妊婦では約28%の増加となつた.

分娩時消費エネルギーについては, Knipping と Theodor が, その労働量は, 重労働1時間30分と軽労働3時間に匹敵すると述べている. また Stähler は30~40km の歩行に匹敵すると述べている. 著者の測定による分娩時に要する総エネルギー量は, 初産婦で2012.8Cal 経産婦で807.0 Cal の熱量を必要とすることがわかつた. 吉村 (1969) によると, 歩行30km~40kmに要するエネルギー量は1,150Cal~1,540Calとなり, 重労働1時間30分と軽労働3時間は約1,800Cal を要すると述べているので, 著者の測定による初産婦の平均は諸家の報告よりやや多く, 経産婦の平均はかなり低い. これは初産婦と経産婦に分けて平均値を出したために, この差が出たと思われる. 著者の測定によると初産婦は経産婦の2.5倍のエネルギーを費しているが, なぜこのように大きな差が出るのか初産婦と経産婦を比較検討すると, 分娩第1期では初産婦 $20.5 \pm 2.48 \text{ Cal}/10 \text{ min}$  経産婦 $22.2 \pm 2.21 \text{ Cal}/10 \text{ min}$  と単位時間に於いては差がない. しかし分娩第1期の所要時間をみると初産婦と経産婦の間に大きな差があり, その結果約1,000Calの差となつている. 分娩第2期では初産婦 $39.5 \pm 5.68 \text{ Cal}/10 \text{ min}$ , 経産婦 $34.3 \pm 3.16 \text{ Cal}/10 \text{ min}$ , と単位時間に於ても初産婦の方がやや多量のエネルギー量を消費し, 分娩第2期所要時間も初産婦72分, 経産婦39分と約2倍を要している. このために分娩第2期では, 約220Calの差が出た. 分娩第3期は, 初産婦 $11.2 \pm 2.75 \text{ Cal}/10 \text{ min}$  分娩時間11分, 経産婦は $10.8 \pm 2.09 \text{ Cal}/10$

min, 分娩時間12分とまったく差はない.

今回の研究の第1の目的である分娩時子宮収縮に要するエネルギー代謝量に関する報告は唯1つ Stähler が, 分娩時子宮収縮1回に要するエネルギー代謝量は2.4~6.7Cal であると報告しているのみで, 本邦には見当たらない. 著者の測定では, 分娩第1期初産婦で $2.8 \pm 0.53 \text{ Cal}$  経産婦で $3.3 \pm 0.38 \text{ Cal}$ , 分娩第2期では, 初産婦 $3.4 \pm 0.73 \text{ Cal}$  経産婦 $3.4 \pm 0.22 \text{ Cal}$ であつた. これはStählerの平均値の下限に近い.

また分娩第1期の初産婦と経産婦の間にも, 分娩第2期の初産婦と経産婦の間にも, また初産婦の第1期と第2期の間にも, 経産婦の第1期と第2期の間にも差がなかつた. 先に分娩第2期の10分間エネルギー代謝量でやや初産婦が多いと述べたが, 子宮収縮1回のエネルギー代謝量が同じで, 収縮回数も4.9回と4.7回であつて差が無いので初産婦は子宮収縮以外の筋肉運動, たとえば腹圧等によりやや多くのエネルギーを使つていることになる.

このように開口期でも娩出期でも子宮収縮のみに要するエネルギー代謝量については, 初産婦でも経産婦でも差がないにもかかわらず分娩に要する総エネルギー代謝量については, 初産婦がきわめて大量のエネルギーを必要とするのは, 経産婦に比べて初産婦では分娩時間が長いためである. 以上のごとく1回の分娩に安静時エネルギー代謝量以外に500~1,400Calのエネルギーを費して児が娩出されることを考えると, 母体のみならず新生児も分娩時に想像以上の影響を受けていることが考えられる. そこで分娩直後の新生児のエネルギー代謝を測定し, 分娩の影響からの回復や, 外界に出て独立して生命を維持しなければならない状態の所要エネルギー代謝量について検討した. 新生児基礎代謝に関する報告は数多くある. しかし, 分娩直後の自然な状態でエネルギー代謝量を測定したものは見当たらない. 著者は, 分娩直後より自然の状態のできるだけ安静を保たせて測定し比較検討した.

正常新生児と未熟児との分娩直後より24時間の

変動をみると、正常新生児の場合は生後2時間まで明らかに高値を示し、未熟児では生後30分でやや高い。これは分娩時の影響と胎内より環境のまったく異なる外界に適應するためと思われる。すなわち、一時間に代謝の高まる直接の原因は、分娩時胎内で行なつた嫌気性代謝による酸素負債の償還、このための呼吸循環機能の増進、胎内との温度差による熱の産生によるもの。環境のまったく異なる外界へ出たために不安定な状態になり筋肉運動が多い事等も考えられる。

分娩後6時間より24時間までは比較的低い平均値で安定した状態を持続しているが、これは分娩の、影響より回復するために安静な状態を続けるものと思われる。

分娩後6日間の変動をみると、第1日が最も高く、2日目より安定して5日目にやや高くなる。この傾向は三浦らの報告とほぼ一致する。未熟児ではやはり第1日がやや高いが、6日間全体に低値を示し、エネルギー代謝量を低く抑えているように推測される。この事はTalbot (1922), Marsh (1925), Schadow (1932), 三浦 (1952), 高井 (1959) 等の報告と一致する。成熟児よりも未熟児のエネルギー代謝が低いという事の直接の原因は、甲状腺機能のみならず、内分泌機能の発達も充分でなく、また筋緊張が低く、身体運動も乏しく、母体より摂取し貯溜した栄養素の不足等が考えられるが、また一方ではこれらはすべて未熟児が外界に出て独立した生活をし、生命を維持しなければならない時、できるだけエネルギーの浪費を抑える自然の防御反応ともいえる。正常新生児の場合、第5日よりやや高くなるのは、この頃より外界によく適應し、新生児独自の活発な生活と発育が始まるためと思われる。

次に異常分娩児の分娩直後のエネルギー代謝量を正常分娩児と比較した。これにより分娩の影響による差が著明にあらわれるのではないかと思われたが、両者間に差は認められなかつた。しかしチアノーゼが認められる5症例と正常例のエネルギー代謝、呼吸数、酸素消費量、呼吸商を比較すると、エネルギー代謝量と酸素消費量で明らかに低下していた。早産児、予定日超過児は正常産児よりやや低下していた。これは正常産児が最も

生活が活発であることを意味している。新生児エネルギー代謝の上昇限界は、啼泣時 $20.6 \pm 5.96$  Cal/kg/hであつた。Benedictは、激しく泣く際は基礎代謝の200%増にもなることがあると報告している。沐浴については、安静時と同程度になつたが、これは沐浴そのものは、受動的なものでエネルギーの消費ではないと考えられる。しかし受ける熱のために代謝が高まることは考えられる事であり、事実沐浴後10分と20分の間で測定すると明らかにエネルギー代謝の増加を認めた。

稿を終るに臨み御校閲を賜つた恩師鈴木正勝教授に謹んで感謝の意を捧げると共に、終始御指導御教示下さつた本学衛生学乗木教授ならびに本教室三井武助教授、また終始実験に協力して下さい了三原博士、本教室員諸氏に心から謝意を表します。

尚、本論文要旨は昭和44年第21回日本産婦人科学会総会に発表した。

#### 文 献

- 藤本薫喜 (1936) : 栄養研究所報告, 8, 1.  
 草間良男, 越智 匡, 樋口寅郎 (1934) : 慶応医学, 14, 637.  
 越智 匡, 樋口寅郎 (1935) : 慶応医学, 15, 709.  
 三浦徹三 (1952) : 日医大誌, 19, 1217.  
 中川良男 (1948) : 栄養総論, 南条書店.  
 阪上友弥 (1960) : 阪市大医誌, 9, 283.  
 島倉啓剛 (1966) : 日産婦誌, 18, 185.  
 砂田恵一, 石島直輔 (1937) : 日児誌, 43, 127.  
 高井俊夫, 武知久幸 (1960) : 小児の栄養代謝, 医学書院.  
 堀光三郎 (1960) : 阪市大医誌, 9, 353.  
 吉村寿人 (1969) : 新医科生理學中巻, 南江堂.  
 Bear J.L. (1921) : A.J.O.G. 2, 249.  
 Bear J.L. (1929) : Zeitschr. K.H.K. 47, 237.  
 Benedict, F.G., Talbot, F.B. (1915) : Carnegie Inst. Wash. pub. 233.  
 Cornell, E.L. (1923) : Surge. Gyne. and Obst. 36, 53.  
 Knipping, H.W. (1922) : Zentb. f. Gynäk. 46, 1082.  
 Magnus Levy (1904) : Zeitsch. f. Geburt. u. Gynäk. 52, 116.  
 Marsh, M.E., Murlin, J.R. (1925) : Am. J. Dis. Child. 29, 310.  
 Murlin, J.R. (1910) : Am. J. Phy. 26, 134.  
 Root, H.F., Root, H.K. (1923) : Arch. Int. Med. 32, 411.  
 Sandiford, L., Wheeler, T. (1924) : Biol. Chem. 62, 329.  
 Schadow, H. (1932) : Jahrb. Kindh. 136, 1.  
 Stahler, H. (1936) : Arch. f. Gynäk. 161, 376.  
 Zuntz, L. (1910) : Arch. f. Gynäk. 90, 452.  
 (No. 2394 昭45・9・7受付)