Japan Society of Obstetrics and Gynecology

日本産科婦人科学会雑誌 ACTA OBST GYNAEC JPN Vol. 40, No. 9, pp. 1377—1384, 1988（昭63, 9月）

分娩中の産婦過換気と酸素吸入が胎児血液ガス状態に及ぼす影響

日生病院産婦人科

春田 道男　舩渡 孝郎　中 義章　佐伯 典厚

Effects of Maternal Hyperventilation and Oxygen Inhalation during Labor on Fetal Blood-gas Status

Michio HARUTA, Takao FUNATO, Yoshiaki NAKA and Noriatsu SAEKI

Department of Obstetrics and Gynecology, Nissei Hospital, Osaka

概要 産婦の過換気と酸素吸入が胎児に与える影響を検討するため，合併症のない頭位の自然分娩54例の母児の血液ガス値を測定し，症例を4群に分けて比較した．N群(18例)は酸素不投与一正常換気〔MA（産婦動脈血）pH＜7.5，MA Pco_2＞23mmHg〕，H群（9例）は酸素不投与一過換気（MA pH＞7.5，MA Pco_2＜23mmHg），NO群（18例）は酸素投与一正常換気（MA pH＜7.5，MA Pco_2＞23mmHg），HO群（9例）は酸素投与一過換気（MA pH＞7.5，MA Pco_2＜23mmHg）のものである．H群のUV（臍静脈血）Po_2（27.8mmHg：平均），So_2（60.8%），Co_2（酸素含有量，12.4ml/dl）とUA（臍動脈血）Po_2（17.9mmHg），So_2（35.6%），Co_2（7.3ml/dl）はN群のそれらよりも有意に低かつた．HO群のUVとUA酸素値はN群のそれらとほぼ等しく，NO群のそれらは最も高かつた．H，HO群のUV，UAは呼吸性アルカローシスに傾いていた．酸素投与に関係なく，UV酸素値とMA pHの間には負の，前者とMA Pco_2の間には正の相関があつた．H群ではPco_2に関して母・児血間の相関がなく，胎児酸素利用係数（平均41%）が他群よりも高いことから，胎盤循環障害が示唆される．産婦過換気は見逃されやすく，胎児酸素化を低下させ，予備力のない胎児ではアシドーシスを誘発しうるので，分娩第2期には胎児酸素化改善のための産婦への酸素投与と血液ガス分析が勧められる．

Synopsis The effects of maternal hyperventilation and oxygen inhalation on fetal blood-gas status were studied in 54 fetuses, vaginally delivered of mothers without medical and obstetrical complications. The cases were divided into four groups according to MA (maternal arterial) pH and Pco_2 values and by respiring either oxygen or room-air as follows. Group N: pH＜7.5, Pco_2＞23mmHg (normoventilation), without maternal oxygen inhalation, group H: pH＞7.5, Pco_2＜23mmHg (hyperventilation), without oxygen inhalation, group NO: pH＜7.5, Pco_2＞23mmHg, with oxygen inhalation and group HO: pH＞7.5, Pco_2＜23mmHg, with oxygen inhalation. Umbilical venous (UV) Po_2 (27.8mmHg: mean), So_2 (60.8%) and Co_2 (oxygen content, 12.4ml/dl), and umbilical arterial (UA) Po_2 (17.9mmHg), So_2 (35.6%) and Co_2 (7.3ml/dl) values in group H were significantly lower than those in group N. The fetal oxygenation in group HO was similar to that in group N, and the fetal oxygen values in group NO were significantly higher than those in the other groups. The fetuses in groups H and HO tended to respiratory alkalosis. The UV oxygen values had negative correlations with MA pH and positive correlations with the MA Pco_2 value in both oxygen and no-oxygen groups. There was no significant correlation between maternal and fetal Pco_2 values, and higher fetal oxygen extraction (41%: mean) in group H. These facts suggest that severe maternal respiratory alkalosis due to hyperventilation may lead to a disorder in placental circulation.

The practice of maternal oxygen inhalation and blood-gas analysis during the second stage of labor is recommended, because although maternal hyperventilation during labor is frequently overlooked, it reduces fetal oxygenation; and decreased fetal oxygenation due to maternal hyperventilation is also improved by maternal oxygen inhalation.

Key words: Hyperventilation•Oxygen inhalation•Labor•Fetal oxygenation•Acid-base equilibrium

緒　言

母体の極端な過換気（呼吸性アルカローシス）が胎児に与える有害作用は，まず動物ではMorishima et al.[14]，ヒトではMoya et al.[18]によつて明らかにされた．後者の研究によると[18]，7.66以上のMA（産婦動脈血）pHで胎児血にSo_2（酸素飽和度）の低下と代謝性アシドーシスが認められ，新生児の臨床状態も悪化している．その原因は産

NII-Electronic Library Service

Japan Society of Obstetrics and Gynecology

婦アルカローシスに由来する子宮・胎盤血流量の減少にあると推察された．産婦の強い過換気が胎児に不利であるとの見解は，その後の業績から普遍化しつつあるが[6)7)25)]，その原因・機序，MA Pco_2 または pH の臨界値，児への侵襲に関しては，諸家の間に意見の相違がある．著者は，経腟分娩例について産婦の過換気，すなわち呼吸性アルカローシスが胎児血液ガス状態に与える影響と，その際の産婦への酸素投与の効果を観察し，興味ある知見を得たので，ここに報告する．

研究方法

最近，任意抽出の経腟分娩112例について，分娩時の母・児の血液ガス・酸一塩基値を測定した．研究対象は，その内の54例の，全身および産科合併症のない，正常経過を示した妊娠38～41週の頭位の自然分娩例である．除外例は妊娠中毒症・糖尿病の合併例，骨盤位・臍帯巻絡・誘発分娩例などであり，分娩第1期所要時間が8時間を超えるものも，胎児が代謝性アシドーシスに傾くことが確認されたので，対象から外した．対象例の分娩第1期の所要時間は8時間以内，第2期のそれは1時間以内，排臨から児娩出までの時間は20分以内であつた．産婦の体位は排臨までは左または右側臥位，排臨後は半臥位とした．27例の産婦には，無作為に児娩出までの15～120分間，経鼻カニューレで6l/min の酸素を投与した．血液ガス・酸一塩基値は全自動血液ガス測定装置（ABL2, Radiometer Copenhagen）によつて採血直後に測定した．血液は，産婦では排臨の陣痛間欠時に橈骨動脈から，臍帯では児娩出直後で呼吸開始前に挟鉗した臍帯の動・静脈から無気的に採取した．Co_2（酸素含有量）は Gregory の酸素結合能（産婦血：1.306ml/g，胎児血すなわち臍動・静脈血：1.312ml/g）に基づき[5)]，胎児血の So_2 は Nelson et al.の方程式から算定した[21)]．

症例は，過換気および酸素投与の有無によつて，表1のように N（酸素不投与一正常換気），H（酸素不投与一過換気），NO（酸素投与一正常換気），HO（酸素投与一過換気）の4群に分けた．産婦の正常換気と過換気の区別は諸家によつて多少の意見の相違があるが，著者は，Peng et al.[23)]と同様に MA Pco_2 ＞23mmHg，MA pH＜7.5の症例を

表1 Characteristics of population

Group	N	H	NO	HO
O_2 inhalation	−	−	+	+
Ventilation	Normo-	Hyper-	Normo-	Hyper-
(MA Pco_2	(＞23mmHg	(＜23mmHg	(＞23mmHg	(＜23mmHg
MA pH	＜7.5	＞7.5	＜7.5	＞7.5
No. of cases	18	9	18	9
Maternal				
age(y)	27.5±2.9	28.3±2.1	27.9±3.2	27.9±1.8
parity	0.7±0.8	0.7±0.7	0.4±0.6	0.8±0.8
body weight(kg)	62.3±6.0	59.0±3.9	62.9±7.7	66.2±6.9
Hb(g/dl)	10.9±0.8	10.6±0.8	11.3±0.8	10.9±0.5
duration of(min) O_2 inhalation	／	／	50±56	21±5**
Neonatal				
body weight(g)	3,112±342	3,099±282	3,125±296	3,261±315
1min. Apgar score	8.6±0.5	8.1±0.4*	8.8±0.6	8.3±0.4
5min. Apgar score	9.1±0.5	9±0	9.2±0.4	9.2±0.4
Hb(g/dl)	15.5±0.6	15.4±0.7	15.5±0.7	15.7±0.7
Placental weight(g)	574±99	542±89	567±95	589±108

Hb : Hemoglobin concentration. (Mean±S.D.)

*,** : Significant difference compared to group NO ($p<0.05$, $p<0.01$).

Normo- : Normoventilation. Hyper- : Hyperventilation.

NII-Electronic Library Service

Japan Society of Obstetrics and Gynecology

正常換気，MA Pco_2＜23mmHg, MA pH＞7.5の例を過換気とした．H, HO群のMA pHの最高値は7.604, 7.648, MA Pco_2の最低値は15.2mmHg, 14.6mmHgであつた．なお，どの例も分娩初期から胎児監視装置（コロメトリックス，FMS-115）で監視した．分娩第2期になるまで胎児心拍数(FHR)の異常は1例も認められなかつたが，特異的なこととしてH群の2例に排臨の数分前から160～180b.p.m.の頻脈が発生したことが挙げられる．4群の内訳は表1に示すように，ほとんどの指標数値に有意差がない．NO群とHO群の酸素投与時間に差があるのは偶然である．

研究結果

〔1〕母・児の血液ガス・酸—塩基状態

MA，臍静脈血（UV），臍動脈血（UA）の血液ガス・酸—塩基値は表2に示す．

イ）MA

当然であるが，過換気のH, HO群では呼吸性アルカローシスを示し，酸素投与のNO, HO群では酸素値が高い，H群のPo_2, So_2値がN群のそれらよりも高いのは過換気のためである．BD値に関してHO群とN, NO群の間に有意差があるが，いずれも正常範囲の値であり，臨床的には問題とならない．

ロ）UVおよびUA

UVの酸素値についてはH群はN群よりも低いが，HO群はN群とほぼ等しい．NO群はN群よりも高い．どの群のBD値も正常である．N, NO群と比べて，H, HO群は呼吸性アルカローシスの傾向を帯びている．H群のPo_2, So_2, Co_2, pHの最低値は，それぞれ22.4mmHg, 52.2%, 10.3 ml/dl, 7.265で，Pco_2とBDの最高値は，それぞれ46.1mmHg, 6.8mmol/lであつた．

UAについても，酸素値に関してH群の方がN群よりも低いが，HO群はN群とほとんど変らず，NO群はN群よりも高い．UVの場合と同様に，H, HO群の方がN, NO群よりも呼吸性アルカローシスに傾いている．各群のBD値は正常で

表2　Maternal and fetal blood-gas status

Blood-gas		Group N	H	NO	HO
MA	Po_2 (mmHg)	105.6±6.5	117.6±11.8*	198.6±14.6**††	199.6±3.3**††
	So_2 (%)	97.3±0.4	98.3±0.6*	99.3±0.1**††	99.4±0**††◇◇
	Co_2 (ml/dl)	14.1±1.0	14±1.0	15.3±1.0**††	14.7±0.7
	pH	7.421±0.035	7.546±0.048**	7.426±0.046††	7.564±0.051**◇◇
	Pco_2 (mmHg)	28.2±2.7	19.8±2.5**	27.9±2.8††	19.1±2.5**◇◇
	BD (mmol/l)	4.8±2.1	4.3±2.3	4.8±2.5	2.7±1.8*◇
UV	Po_2 (mmHg)	32.3±2.3	27.8±2.8**	37.1±1.7**†	32.9±2.5††◇◇
	So_2 (%)	69.2±4.1	60.8±5.2**	75.5±2.3**†	70.1±4.8††◇
	Co_2 (ml/dl)	14.2±1.0	12.4±1.2**	15.5±0.8**††	14.5±1.1††◇
	pH	7.343±0.029	7.386±0.05	7.340±0.033	7.407±0.056*◇
	Pco_2 (mmHg)	39.3±3.6	33.9±6.8	39.4±3.2	31.7±3.9**◇◇
	BD (mmol/l)	4.1±1.4	4.8±1.5	4.3±2.1	3.7±2.2
UA	Po_2 (mmHg)	22.4±2.9	17.9±2.3**	25.0±3.0*††	22.1±3.3††◇
	So_2 (%)	46.3±8.1	35.6±5.9**	52.8±7.6*††	48.3±8.7††
	Co_2 (ml/dl)	9.5±1.7	7.3±1.3**	10.8±1.6*††	10.1±1.9††
	pH	7.296±0.034	7.328±0.044	7.300±0.030	7.354±0.061
	Pco_2 (mmHg)	47.5±4.6	42.0±6.6*	46.5±3.6	37.8±4.2**◇◇
	BD (mmol/l)	4.1±1.5	4.9±1.9	4.1±2.0	4.2±2.4

So_2 : Oxygen saturation.　Co_2 : Oxygen content.　BD : Base deficit.　(Mean±S.D.)
MA : Maternal arterial.　UV : Umbilical venous.　UA : Umbilical arterial.
*,** : Significant difference compared to group N ($p<0.05$, $p<0.01$).
†,†† : Significant difference compared to group H ($p<0.05$, $p<0.01$).
◇,◇◇ : Significant difference compared to group NO ($p<0.05$, $p<0.01$).

NII-Electronic Library Service

Japan Society of Obstetrics and Gynecology

ある．H群の Po_2, So_2, Co_2, pHの最低値は，それぞれ15.0mmHg, 25.9%, 5.1ml/dl, 7.228で，Pco_2とBDの最高値は，それぞれ52.4mmHg, 7.4 mmol/lであつた．

結局，胎児の酸素化は産婦の過換気（MA Pco_2<23mmHg, MA pH>7.5：呼吸性アルカローシス）のために低下するが，胎児は酸素不足（Hypoxia）やアシドーシス（UV pH<7.25, UA pH<7.20）に陥ることはない（H群）．このような胎児酸素値の減少は産婦への酵素投与で改善される（HO群）．

〔II〕産婦過換気と胎児酸素化の関係

表3は，MA pHおよびPco_2値とUVの酸素値との相関関係を表わしている．酸素投与に関係なく，UV酸素値とMA pHおよびPco_2値との間には有意な相関があり，産婦の過換気，すなわち呼吸性アルカローシスが強くなると胎児酸素化は悪くなるといえよう．ただし，過換気があつても，酸素吸入で胎児酸素化の低下は軽減される（表2，HO群）．

表3　Correlation coefficients: Maternal arterial pH or Pco_2 value versus fetal oxygen value

MA / UV		MA pH		MA Pco_2	
		N+H groups	NO+HO groups	N+H groups	NO+HO groups
UV	Po_2	−0.489**	−0.651**	0.599**	0.588**
	So_2	−0.398*	−0.595**	0.546**	0.591**
	Co_2	−0.418*	−0.404*	0.516**	0.389*

MA: Maternal arterial.　UV: Umbilical venous.
So_2: Oxygen saturation.　Co_2: Oxygen content.
*,**: Significant correlation ($p<0.05$, $p<0.01$).

表4　Correlation coefficients: Maternal arterial versus umbilical venous and arterial acid-base values

Acid-base \ Group		N	H	NO	HO
MA: UV	pH	0.654**	0.667*	0.479*	0.759*
	Pco_2	0.646**	0.401	0.478*	0.388
	BD	0.599**	0.724*	0.719**	0.712*
MA: UA	pH	0.735**	0.818**	0.468*	0.660*
	Pco_2	0.512*	0.410	0.522*	0.273
	BD	0.511*	0.673*	0.602**	0.664*

MA: Maternal arterial. UV: Umbilical venous.
UA: Umbilical arterial. BD: Base deficit.
*, **: Significant correlation ($p<0.05$, $p<0.01$).

〔III〕産婦過換気時の胎児低酸素化の原因

以下に示すイ），ロ）の二つのデータから，産婦過換気の胎児低酸素化の原因を検討した．

イ）酸—塩基値に関する母・児相関

pH, Pco_2, BD値に関するMAとUVおよびMAとUAの相関関係は表4に示す．N, NO群では全指標について有意な相関があるが，H, HO群ではPco_2値に相関がみられない．このことは，理由は後述するが（考案），産婦過換気が胎盤循環障害を誘発することを示唆している．

ロ）胎児のoxygen extraction

胎盤を介して胎児に放出される全酸素量のうち，胎児の酸素消費量が占める割合，すなわち，胎児oxygen extraction[8]（酸素利用係数）[17)23)]を下記の式で算出し，図1に示した．

$$\frac{\text{酸素消費量}}{\text{酸素放出量}}\times 100 \fallingdotseq \frac{(UV-UA)Co_2}{UVCo_2}\times 100(\%)$$

H群の酸素利用係数は他の群のそれらよりも高い．そこで，臍帯血流量の減少は胎児酸素利用係数を増加させるとの動物実験から[8)23)]，産婦過換気が胎盤循環障害，とくに臍帯血流量の減少を誘

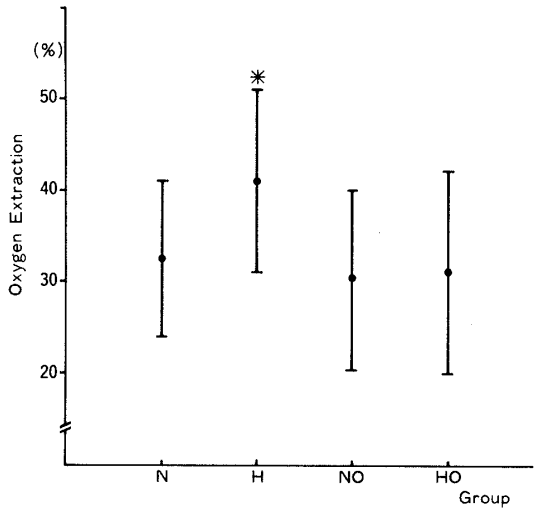

図1　Oxygen extraction
*: Significant differences compared to the other groups ($p<0.05$).

NII-Electronic Library Service

Japan Society of Obstetrics and Gynecology

発させるという推測も成り立つ.

〔IV〕産婦への酸素投与と胎児酸素化

産婦への酸素投与は胎児酸素値を高める（表2：N群＜NO群，H群＜HO群）．このことをより詳細に確認するため，以下の検討を行なつた.

イ）産婦動脈・臍動脈間酸素分圧勾配（MA－UA）Pco_2とUV酸素値

両者の間には表5に示すように有意な相関がある．したがつて，産婦の換気状態に関係なく，産婦への酸素投与が胎児酸素化を改善すること，母・児間酸素分圧勾配の増大が胎児酸素化を促進することは一層明白となつた.

ロ）酸素投与時間と胎児酸素化

表6は，NO群の胎児酸素値を30分未満と30分を超える酸素投与時間の2群に分けて示したものである．2群（Short, Long）の胎児酸素値の間には有意差がなく，酸素投与が30分を超えても胎児酸素化は変らないといえよう.

〔V〕胎児血液ガス・酸—塩基値とApgar score

全54例について，UVおよびUAの血液ガス・酸—塩基値とApgar scoreとの相関関係をみると，UV，UAともに酸素値およびpH値と1分Apgar scoreとの間には相関はなかつた．しかし，1分Apgar scoreとUV Pco_2および BD値との間（$r=0.340$；$p<0.05$，$r=-0.329$；$p<0.05$），UA Pco_2および BD値との間（$r=0.397$；$p<0.01$，$r=-0.294$；$p<0.05$）には有意な相関があつた．なお，5分Apgar scoreとUV, UAの血液ガス・酸—塩基値との間には相関はなかつた.

表5　Maternal to fetal oxygen pressure gradient versus fetal oxygen pressure value(Correlation coefficients)

Groups		N+NO	H+HO
(MA-UA)Po_2 : UV	Po_2	0.763**	0.663**
	So_2	0.674**	0.654**
	Co_2	0.566**	0.635**

MA : Maternal arterial. UA : Umbilical arterial. UV : Umbilical venous. So_2 : Oxygen saturtion. Co_2 : Oxygen content.

** : Significant correlation($p<0.01$).

表6　Duration of maternal oxygen inhalation and fetal oxygenation

Group		Short	Long
Duration		<30min. (15～27min.)	>30min. (34～120min.)
No. of cases		9	9
MA	Po_2 (mmHg)	198.9±19.2	198.2±9.2
	So_2 (%)	99.3±0.1	99.3±0.1
	Co_2 (ml/dl)	15.1±1.0	15.4±1.0
UV	Po_2 (mmHg)	37.4±1.7	36.8±1.8
	So_2 (%)	76.4±2.2	74.6±2.1
	Co_2 (ml/dl)	15.3±0.5	15.6±1.1
UA	Po_2 (mmHg)	25.4±2.8	24.6±3.3
	So_2 (%)	54.2±7.9	51.3±7.6
	Co_2 (ml/dl)	10.9±1.4	10.7±1.8

(Mean±S.D.)

MA : Maternal arterial. UV : Umbilical venous. UA : Umbilical arterial. So_2 : Oxygen saturation. Co_2 : Oxygen content.

考　案

周知のように，妊婦の正常な換気状態はMA $Pco_2 \fallingdotseq 30$（26.4～33.6）mmHg，MA pH≒7.42（7.40～7.47）という値によつて確認できるものの，これらの値は非妊婦では過換気を示すものである[7]．胎児は，このような慢性過換気，すなわち呼吸性アルカローシスを呈する母体を最適な環境として生存している．しかし，極端な過換気に基づく母体の強い呼吸性アルカローシス（MA Pco_2＜17～20mmHg）は胎児に悪影響を及ぼし，胎児の酸素不足やアシドーシスを招くかもしれない[6)7)25)]．過換気の動物実験では，ほとんどが胎児血 Po_2，So_2または Co_2値の低下を示している[2)9)15)～17)22)]．しかし，胎児血酸—塩基状態に関しては呼吸性アルカローシス[16)22)]，呼吸性アシドーシス[14)]，代謝性アシドーシス[15)22)]，アシドーシスなし[9)]など，報告に相違がある．ここで留意すべきは，過換気が機械的人工換気によるものであり，Levinson et al.の例[9)]以外には全身麻酔が実施されていたことである．なぜなら，子宮血流量が人工過換気のために減少し[9)25)]，全身麻酔薬によつて変動しうるから—．ヒトの研究でも，帝王切開（脊椎および全身麻酔）[18)23)]・経腟分娩（無麻酔）[10)13)]を問わず，胎児血の Po_2または So_2は低下している．酸—塩基状態については著者と同様の呼吸性アルカローシス[12)13)18)]，また代謝性アシドーシスが報

NII-Electronic Library Service

Japan Society of Obstetrics and Gynecology

告され[10)18)23)]，新生児の抑制もみられたという[18)23)]．ただし，中等度(MA Pco_2：20mmHg位)までの産婦過換気では胎児は呼吸性アルカローシスになるだけで，酸素化に異常はないとの研究もある[12)18)]．

そこで，諸家によつて異なる産婦過換気の胎児に与える悪影響を検討するには，胎児に有害な産婦呼吸性アルカローシスの程度，すなわち，MA Pco_2およびpHの臨界値について考慮する必要があろう．従来の報告では，MA Pco_2の臨界値は17[18)]または23mmHg[23)]と幅があり，Huchは20mmHg未満を危険値としている[7)]．MA pHに関しても，母獣の代謝性アルカローシスが呼吸性アルカローシスと同様に胎児に危険であることが判明しているので[16)24)]，その臨界値の設定が望ましい．しかし，それも7.5[23)]，7.66[18)]または7.70[24)]などと明確でない．著者は，Peng et al.[23)]と同様にMA Pco_2＜23mmHg, MA pH＞7.5の症例を過換気または呼吸性アルカローシスとし，このH群での胎児血酸素値の低下を認めたが(表2)，症例数が少ないので，上記の値を臨界値とすることは差し控えたい．

今回の研究では，過換気のH群の胎児は呼吸性アルカローシスの傾向を示し酸素値が減少したが，酸素不足や代謝性アシドーシスにまでは至らなかつた(表2)．この結果は，血液の採取部位は違うものの，Miller et al.[13)]の成績と類似している．また，例外[12)]は別にして，動物[9)15)16)]やヒト[13)23)]で母体血Pco_2値と胎児血Po_2値との間に正の相関が認められているが，著者はそれだけでなく，MA pH値もUV酸素値と負の相関を示すことを実証した(表3)．過去の報告を検討すると，胎児の酸素不足と，それに基づく代謝性アシドーシスは，産婦過換気（呼吸性アルカローシス）が強度で長時間に及ぶか[7)10)12)13)15)18)22)]，Aortocaval compressionまたは産婦低血圧[13)14)18)25)]や潜在胎児仮死[3)13)25)]が合併したときに発生する可能性が高い．さらに，後述するような過換気の発生原因そのものも関与するだろう．著者例で胎児にアシドーシスが起こらなかつたのは，上述の状態が回避されたためと理解される．いずれにしても強い過換気は阻止されなければならない．

強度の産婦過換気（呼吸性アルカローシス）が胎児に有害作用を与える機序については，次のようなことが推定される．1）母体側胎盤血流量の減少または子宮血管の収縮[9)11)14)]，2）胎児側胎盤血流量の減少または臍帯血管の収縮[3)15)~17)23)]，3）産婦血酸素解離曲線の左方移動（産婦血酸素親和性の増強）[2)7)13)15)16)20)]による胎児への酸素移行量の低下．

1)は，アルカローシスのために脳血管と同様に子宮血管も収縮するとの考えによるものであるが[7)14)18)]，想像の域をでない．全身麻酔による帝王切開時の人工過換気では，胸腔内圧増強による心への静脈還流量さらには心拍出量の減少から子宮血流量の減少が起こるはずであるが[9)14)25)]，子宮血流量は変化しないとの実験もある[19)22)]．2)は，既述のようにH群での高いoxygen extraction（図1）からも推測されるが[8)17)23)]，実際に臍動脈[15)]や臍静脈血流量の減少[3)]が確認されている．ただし臍帯血流量の減少は有意でないともいう[16)]．また，MA pH値と（MA－UV）Pco_2（絶対値）との間の正の相関から胎盤血管shuntingの増加も考えられたが[16)]，Levinson et al.[9)]や今回の研究〔r＝0.051(N＋H群)，r＝0.189(NO＋HO群)〕ではその間に相関はない．なお，表4の結果から著者はH, HO群での胎盤循環障害を疑つた．それは，胎盤での炭酸ガス拡散能は最も高く，母体側・胎児側いずれかの胎盤血流障害があると，Pco_2値に関する母・児血間の相関がまず失なわれるからである．3)は妥当な機序である．これをAarnoudse et al.は胎児低酸素化の主因と推定したが[2)]，Carter and Gronlundによると原因の一部（15%）にすぎないという[4)]．結局，胎児への悪影響の機序については1)の関与に疑問が残るが，今日でも通用するShniderの図式(図2)[25)]を紹介するにとどめる．

極端な産婦過換気の発生原因としては，精神的ストレス（心配・恐怖），強い疼痛（陣痛），ラマーズ法の誤用，全身麻酔による帝王切開中の人工換気が挙げられる[7)12)13)25)]．前二者によるα-adrenergic receptorの刺激は，子宮血管抵抗の増

NII-Electronic Library Service

Japan Society of Obstetrics and Gynecology

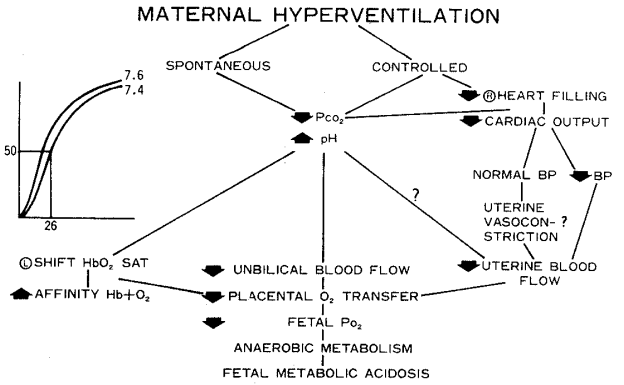

図2　Pathophysiology of maternal hyperventilation
Quoted from Shnider, S.M. and Moya, F.: The anesthesiologist, mother and newborn, 98. Williams and Wilkins, Baltimore, 1974.

強から子宮血流量の減少を誘発する[6)7)]．著者や諸家の症例でも[9)10)13)18)]このことが起こつていたかもしれず，胎児酸素化の障害は過換気の原因によつても発生することに注意すべきである．上記の原因中，後三者は阻止されうるが，精神的ストレスの回避はかなり難しい．一方，呼吸パターンや症状に注意しても[7)]，産婦過換気の発見は容易でなく，その決定的診断法は血液ガス分析以外にない．そこで，分娩時，特に強い過換気が発生しやすい第2期には，血液ガス分析とともに産婦への酸素投与が推奨される．酸素投与の効果と安全性はすでに証明ずみであり[1)]，酸素投与が過換気時の胎児血酸素値の低下を改善するからである（表2，5）．

胎児への産婦過換気の影響として，ほかにFHRのaccelerationまたは頻脈があり[12)19)20)]，H群の2例にも認められたが，その反応の良否や原因の解明は残された課題といえよう．また，胎児血液ガス状態はApgar scoreにあまり反映しないが[26)]，今回の研究では胎児血Pco_2値が低くなると，1分Apgar scoreが悪くなる傾向があつた（〔V〕参照）．軽度の新生児抑制にはHypocapniaに起因するものがあるかもしれない．

文　献

1. **舩渡孝郎，春田道男，角田俊信，中　義章，佐伯典厚，新海敏雄**：長時間の産婦酸素過剰と胎児酸素化．産婦進歩，37：6，1985.
2. *Aarnoudse, J.G., Oeseburg, B., Kwant, G., Zwart, A., Zijlstra, W.G. and Huisjes, H.J.:* Influence of variations in pH and Pco_2 on scalp tissue oxygen tension and carotid arterial oxygen tension in fetal lamb. Biol. Neonate, 40: 252, 1981.
3. *Berry, F.A. and Mitchell, J.S.:* Effects of simulated maternal hyperventilation on the umbilical vein. Am. J. Obstet. Gynecol., 109: 20, 1971.
4. *Carter, A.M. and Gronlund, J.:* Contribution of the Bohr effect to fall in fetal Po_2 caused by maternal alkalosis. J. Perin. Med., 13: 185, 1985.
5. *Gregory, I.C.:* The oxygen and carbon monoxide capacities of fetal and adult blood. J. Physiol., 236: 625, 1974.
6. *Hodgkinson, R. and Husain, F.J.:* 3. Physiologic considerations of the fetus and the neonate. In Obstetric Analgesia and Anesthesia, 1st ed. (eds. G.F. Marx and G.M.Bassell), 89. Excerpta Medica, Amsterdam・Oxford・New York, 1980.
7. *Huch, R.:* Maternal hyperventilation and the fetus. J. Perinat. Med., 14: 3, 1986.
8. *Itskovitz, J., La Gamma, E.F. and Rudolph, A.M.:* The effect of reducing umbilical blood flow on fetal oxygenation. Am. J. Obstet. Gynecol., 145: 813, 1983.
9. *Levinson, G., Shnider, S.M., deLorimier, A.A. and Stoffenson, J.L.:* Effects of maternal hyperventilation on uterine blood flow and fetal oxygenation. Anesthesiology, 40: 340, 1974.
10. *Low, J.A., Boston, R.W. and Cervenco, F.W.:* Effect of low maternal carbon dioxide tension on placental gas exchange. Am. J. Obstet. Gynecol., 106: 1032, 1970.
11. *Ludec, B.:* The effect of acute hypocapnia on maternal placental flow in rabbits. J. Physiol. (Lond.), 210: 165, 1970.
12. *Lumley, J., Renou, P., Newman, W. and Wood, C.:* Hyperventilation in obstetrics. Am. J. Obstet. Gynecol., 103: 847, 1969.
13. *Miller, F.C., Petrie, R.H., Arce, J.J., Paul, R.H. and Hon, E.H.:* Hyperventilation during labor. Am. J. Obstet. Gynecol., 120: 489, 1974.
14. *Morishima, H.O., Moya, F., Bossers, A.C. and Daniel, S.S.:* Adverse effects of maternal hypocapnia on the newborn guinea pig. Am. J. Obstet. Gynecol., 88: 524, 1964.
15. *Motoyama, E.K. and Rivard, G.:* Adverse

NII-Electronic Library Service

Japan Society of Obstetrics and Gynecology

effect of maternal hyperventilation on the foetus. Lancet, 1 : 286, 1966.

16. *Motoyama, E.K., Rivard, G., Acheson, F. and Cook, C.D. :* The effect of changes in maternal pH and Pco_2 on the Po_2 of fetal lambs. Anesthesiology, 28 : 891, 1967.
17. *Motoyama, E.K., Zapletal, A., Suzuki, Y. and Cook, C.D. :* Effects of changes in maternal and fetal pH on the uterine and placental circulation and gas exchanges. Fed. Proc., 28 : 439, 1969.
18. *Moya, F., Morishima, H.O., Shnider, S.M. and James, L.S. :* Influence of maternal hyperventilation on the newborn infant. Am. J. Obstet. Gynecol., 91 : 76, 1965.
19. *Müller, G., Huber, J.C., Saltzer, H. and Reinold, E. :* Maternal hyperventilation as a possible cause of fetal tachycardia sub partu. Gynecol. Obstet. Invest., 7 : 270, 1984.
20. *Navot, D., Donchin, Y. and Sadovsky, E. :* Fetal response to voluntary maternal hyperventilation. Acta Obstet. Gynecol. Scand., 61 : 205, 1982.
21. *Nelson, N.M., Prod'hom, L.S. and Cherry, R. B. :* A further extension of the in vivo oxygen-dissociation curve for the blood of the newborn infant. J. Clin. Invest., 43 : 606, 1964.
22. *Parer, J.T., Eng, M., Aoba, H. and Ueland, K. :* Uterine blood flow and oxygen uptake during maternal hyperventilation in monkeys at cesarean section. Anesthesiology, 32 : 130, 1970.
23. *Peng, A.T.C., Blancato, L.S. and Motoyama, E.K. :* Effect of maternal hypocapnia v. eucapnia on the fetus during caesarean section. Br. J. Anaesth., 44 : 1173, 1972.
24. *Ralston, D.H., Shnider, S.M. and deLonimier, A.A. :* Uterine blood flow and fetal acid-base changes after bicarbonate administration to the pregnant ewe. Anesthesiology, 40 : 348, 1974.
25. *Shnider, S.M. :* The hyperventilation controversy. In Anesthesiologist, Mother and Newborn, 1st ed. (eds. S.M. Shnider and F. Moya), 93. Williams & Wilkins, Baltimore & Maryland, 1974.
26. *Sykes, G.S., Molloy, P.M., Johnson, P., Gu, W., Ashworth, F., Stirrat, G.M. and Turnbull, A.C. :* Do Apgar scores indicate asphyxia? Lancet, 1 : 494, 1982.

（No. 6374 昭63・5・19受付）

NII-Electronic Library Service