

懷孕期間的血液氣體分析研究

阮正雄 傅再裕 楊進富 楊元亭

摘 要

懷孕之後，受精之卵子由輸卵管之外 $\frac{1}{3}$ 處移行到子宮腔內着床，胚胎在羊水膜囊內逐漸發育成胎兒，受精卵着床之基底部的脫落膜 (Decidual Basalis) 逐漸發育成爲胎盤。胎兒經由臍帶與胎盤連接。臍帶包含二條動脈及一條靜脈，在臍靜脈中所流通之胎兒血爲含氧血，而在二條臍動脈所流通者爲由胎兒體循環後，回到胎盤來，要進行氣體交換的缺氧血，由解剖學的關係來觀察，胎盤在懷孕期間扮演着非常重要的角色——胎兒營養的供應，荷爾蒙的製造、血液循環、排洩與代謝、及氣體交換，用以維持胎兒生活的內在環境的平衡與調節。每當內在環境的條件改變時，如母體發高燒、受微生物或病毒之感染、或麻醉劑之影響時，常誘發胎兒窘迫症候群。根據 Fuchs, Spackman 與 Assali 等人的理論，胎兒代謝與氣體交換等都在胎盤。氣體交換後的廢料，由絨毛間隙、擴散到母體子宮靜脈血中，經由母體再排洩到體外，保持胎兒內在環境於穩定的狀況。作者等人以產前檢查之孕婦，抽取 3 cc 的靜脈血，利用三台全自動血液分析儀器 Radiometer ABL₃, Corning 175, 及 AVL-940 同時測定不同懷孕期間之血液氣體變化，其結果，經由 T-test 及 P 值的檢定，發現實驗的懷孕組與沒有懷孕的管制組，比較其 PH 沒有多大改變。而 PCO_2 及 HCO_3^- 有增加， PO_2 減少。懷孕期以每 3 個月爲一分段週期來作比較，在懷孕後期，由於胎兒的長大，氧氣的需求量增加，但 PH 值仍維持在一定的穩定範圍內，而 PCO_2 , PO_2 , HCO_3^- 則呈有意義的變動。經由本研究結果，我們了解胎兒窘迫症何以在懷孕後半期容易發生。

關鍵語：懷孕 (pregnancy)，血液氣體分析 (blood gas analysis)

前 言

懷孕之後，受精之卵子由輸卵管外 $\frac{1}{3}$ 處，移行到子宮腔內著床，漸漸長大，以臍帶連繫於胎盤，透過胎盤的成長，胎兒的許多機能，都由胎盤來執行，因此許多人都將胎盤視爲胎兒器官的一部分，甚至將胎兒胎盤視爲一單元而稱爲“Feto-placenta Unite”；因此胎兒

未出生以前，呼吸氣體交換、循環、營養、代謝等均由胎盤機能所替代，使胎兒能在一種恒定的內在環境下生長。若內在環境發生變動，如發高燒、麻醉⁽¹⁾或受微生物、病毒等感染，常引起胎兒窘迫、死亡。內在環境的變動，可經由血液氣體分析結果得知其概況。由於胎兒胎盤單元所需的營養、氣體交換，均得自母體子宮內血液的供應，當母體在正常懷孕狀況下

台北市立婦幼醫院實驗病理檢驗科，本論文在民國 70 年 2 月中華民國婦產科醫學會宣讀。

民國七十年八月受理

，其對胎兒內在環境應為一穩定的條件，經胎盤而排泄於母體靜脈中。若我們要了解，懷孕時胎兒胎盤單位的狀況，可由母體靜脈血中得到某種程度的啓示；爲了解懷孕期間，胎兒胎盤單元之內在環境變遷，作者等人由台北市立婦幼醫院產前檢查的懷孕婦女，採取一定量的血液檢體，嘗試做血液氣體分析檢查，用以探討懷孕期間，內在環境變遷的概況，謹將所得結果提供大家參考。

材料與方法

自民國 69 年 10 月 1 日至民國 70 年 1 月 31 日，作者等人在台北市立婦幼醫院作產前

檢查婦女之中，其懷孕月數不盡相同，共取 120 例，抽取 3 cc 靜脈血，來做血液氣體分析檢查。先以 Heparin 濕潤抽血針筒內壁^(2,3)，再由孕婦靜脈血中抽取 3 cc 的血，經均勻混合後，同時以全自動血液氣體分析儀器 Radiometer ABL₃、Corning-175 與 AVL-940 來測定，觀察妊娠期間 PH、PCO₂、PO₂、HCO₃⁻之變化。另外抽取一組（10 例）確實無懷孕之生殖年齡婦女的血液。做爲血液氣體分析的管制組，來比較其間之變化。其所得結果，依統計學的方法，求出 t 值與 P 值之關係。做爲觀察之依據。

表 I 懷孕婦女妊娠（時期）Trimester 靜脈血之血液氣體分析值

測定值* Trimester	PH	PCO ₂	PO ₂	HCO ₃
I (n = 45)	7.310 ± 0.032	52 ± 2.0	30 ± 5.0	26 ± 1.0
II (n = 47)	7.319 ± 0.012	52 ± 2.0	29 ± 4.0	26 ± 1.0
III (n = 28)	7.323 ± 0.012	49 ± 2.0**	24 ± 2.0	25 ± 1.0**

* : Mean ± SD

** : 與 I, II 作 t test 均爲有意義的差異 P < 0.05

表 II 婦女靜脈血之血液氣體分析各項測定值

測定值* 種類	PH	PCO ₂	PO ₂	HCO ₃
pregnancy (study group) n = 120	7.316 ± 0.019	51 ± 2.0**	28 ± 4.0**	26 ± 1.0**
non-pregnancy (control group) n = 10	7.327 ± 0.031	49 ± 4.0	35 ± 3.0	25 ± 1.0
general women References	7.28 ~ 7.42	41 ~ 51	25 ~ 40	22 ~ 30

* : Mean ± SD

** : 懷孕婦女組與未懷孕婦女組作 t test 爲有意義的差異 P < 0.05

結 果

在實驗群的 120 例懷孕婦女中，懷孕二個月的 14 例，懷孕三個月的 11 例，懷孕 4 個月的 20 例，懷孕 5 個月的 17 例，懷孕 6 個月的 15 例，懷孕 7 個月的 15 例，懷孕 8 個月和 9 個月的各為 14 例；已入院待產者，有產痛者不列入本研究中。為了觀察的方便，作者等人以懷孕每三個月為一階段；而分為第一妊娠 3 個月，First Trimester (2 - 4 個月)，共 45 例，第二個三個月 Second Trimester (5 - 7 個月)，共 47 例，第三個三個月 Third Trimester (第 8 個月以後)，共有 28 例，各例檢查均分別測定 PH、PCO₂、PO₂、HCO₃⁻，其結果如表 I、表 II、表 III。PCO₂ 與 PO₂ 之單位為 mm/Hg，HCO₃⁻ 的單位為 mM/l。

表 III

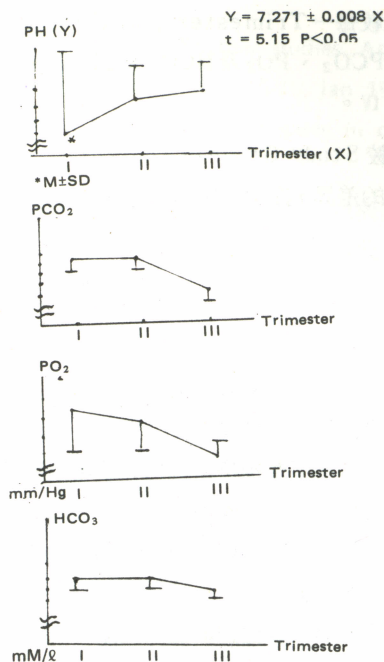


表 IV 孕婦各項血液氣體檢定值在不同孕期中之比較分析 (t - test)

t 值	檢定項目	PH	PCO ₂	PO ₂	HCO ₃ ⁻
I II (df = 90)		0.29	0	2.26*	0
I III (df = 71)		0.34	8.89*	12.85*	4.19*
II III (df = 73)		0.35	8.89*	11.75*	4.19*

* P < 0.05 為有意義之差異

表 V 孕婦與一般無懷孕婦女各項血液氣體分析檢定值之比較

統計別	檢定項目	PH	PCO ₂	PO ₂	HCO ₃ ⁻
t - test		0.25	4.15*	10.73	3.04
P 值		> 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05

* 有意義之差異

爲了比較每一 Trimester 之數值，各項檢查 PH、PCO₂、PO₂ 及 HCO₃⁻ 均以 t 值來表示，如表 IV。

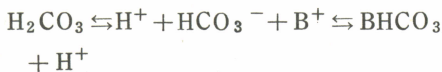
爲了比較 Study Group 與 Control Group 之間的差異，亦以 t 值與 P 值來表示，如表 V。

討 論

人類爲了健康，在身體內有自動調節的防衛系統，使血液的 PH 維持在 7.28 至 7.42 的恒定⁽²⁻⁷⁾。爲了要維持這種內在環境的穩定，身體通常採用 4 種防衛機構：

- (1) 血液、組織液及細胞或甚至於骨骼礦物質組成的緩衝系統。
- (2) 肺部排除交換二氧化碳與氧的機能。
- (3) 由腎臟排除多餘的酸或鹼。
- (4) 氨或有機酸的形成與排泄。

這些緩衝系統均以離子的增減來調節，組織內產生的二氧化碳，受碳酸酐酶的催化，形成碳酸 (H₂CO₃)。但在血液 PH 值 7.4 的情況下，仍有非常少量的 CO₂，因爲平衡的關係存在於血液中，一般估計 24 小時內，肺臟可以移走 1 NH₂CO₃ 有 20 - 40 升之多，這樣大量的酸，並不影響血液的酸鹼度，因爲大部分的二氧化碳被轉變成碳酸氫塩。



B 代表正離子

在血液 PH = 7.4 之情況下，碳酸氫塩與

$$\text{碳酸之比爲 } 20:1, \frac{20}{1} = \frac{BHCO_3}{H_2CO_3}$$

任何因素影響比率發生變動時，則會造成酸鹼之不平衡，引起酸或鹼的中毒 (Acidosis or Alkalosis)。

二氧化碳的含量，可以做爲碳酸 H₂CO₃ 或碳酸氫塩 (bicarbonate) 的度量，在呼吸性酸中毒 (Respiratory acidosis) 時，CO₂ 的量會增加，呼吸性鹼中毒 (Respira-

tory alkalosis) 時，CO₂ 的量會減少，所謂酸鹼中毒就是 $\frac{HCO_3^-}{H_2CO_3}$ 之比改變，而 PH

亦隨之改變，在血液碳酸氫塩的變化，可以藉著測定血漿內二氧化碳結合力 (Carbining Power) 而知道，若血漿內加入酸，則 CO₃⁼ 和 HCO₃ 轉變成 CO₂ 而放出體外，對比 CO₂ 量可以代表 bicarbonate 的含量或稱爲鹼容 (Alkali restrve)，以 100ml 血漿內含多少毫升的二氧化碳表示，正常時 100 ml 血漿可以得到 50 ~ 70ml 二氧化碳，約有 26 毫摩耳⁽⁴⁻⁷⁾。

當一位女性懷孕時，隨著妊娠月數的增加，胎兒逐漸會長大，母體經由各種防衛系統來維持內在環境的穩定。而胎兒是以胎盤連接到母體子宮內壁，Ramsey^(8,9) 及他的同伴證實；由於母體動靜脈血壓之差異，使血液經由 Spiral artery 噴射在絨毛間隙 (Intervillous Space) Freese⁽¹⁰⁾ 與 Wiggles Worth⁽¹¹⁾ Reynolds⁽¹²⁾ 認爲胎絨毛葉 (Fetal Cotyledon) 環繞著 spiral artery，形成一個絨毛葉 Cotyledon 的單元，胎兒經由此解剖學上的特點行氣體交換，乃由母體得到充份的營養補充，以維持內在環境的穩定，故母體血液與胎兒血液並無直接的交流。

Fuchs, Spackman 及 Assali⁽¹³⁾；由絨毛間隙 (Intravillous Space) 採血，測定其 PO₂、PCO₂、PH 及 Standard bicarbonate 則發現其結果與子宮靜脈血的 PO₂、PCO₂、PH 及 Standard bicarbonate 相同。因此作者利用母體產前檢查例，由手臂靜脈採血，用以衡量胎兒之內在環境，不像一般

ICU 之病例及呼吸有障礙之病例，採用動脈血爲檢體⁽¹⁴⁻²²⁾。由本研究之結果可發現，妊娠第一個三個月與第二個三個月比較其 PH、PCO₂、PO₂ 及 HCO₃⁻ 均無大變化，在統計學上呈無意義的變化，然妊娠第一與第二 3 個月與妊娠末期的第三 3 個月比較則可發現，其結果除 PH 外，PO₂、PCO₂、HCO₃⁻ 有

逐漸降低之傾向，此傾向經統計處理，發現是有意義的下降，若與未懷孕的管制組比較，則呈現除了PH無大變化外， PCO_2 、 HCO_3^- 等均呈有意義的增高，而 PO_2 降低，即表示妊娠時，由於胎兒對氧氣需求增加， CO_2 與 HCO_3^- 相對排除增加，而使母血內 PCO_2 、 HCO_3^- 增加、 PO_2 減少，由此看來，妊娠末期很容易發生缺氧與胎兒窘迫症（Hypoxic and Fetal distress），要避免生產過程中，胎兒缺氧與胎兒窘迫症，應鼓勵母體常做深呼吸與拉梅茲的生產方式⁽²³⁾，或給與充分的氧氣，可幫助胎兒維持穩定的內環境，減少胎兒死亡率。

結 論

作者等人利用在醫院產前檢查之病例，依照Fuchs, Spackman及Assali之理論⁽¹³⁾，採取靜脈血，依一定方式⁽²⁻⁶⁾，以自動血液分析儀器，分別測定血液中PH、 PCO_2 、 PO_2 及 HCO_3^- ，將其結果歸納，並找出妊娠月數（以三個月為一期）之間的變化，經統計學處理，發現第一、二期無多大變化，但到第三期，除PH無大變化外， PCO_2 、 HCO_3^- 靜脈血中含量增加， PO_2 減少，顯示到了妊娠末期，很容易發生胎兒缺氧與胎兒窘迫症，為了減低胎兒之死亡率，應盡可能的鼓勵母體作深呼吸，以補充身體所需之氧氣。

謝 辭

感謝台北市立婦幼醫院院長陳焜霖博士的指導與支持，也對台北醫學院公共衛生學科洪清霖副教授，葉錦瑩講師，協助本研究結果的統計處理，使本研究得以順利完成，謹此合併誌謝。

參考文獻

1. Gordon S. Fox, J. Bruce Smith, Y. Namba, et al: Anesthesia for Cesarean

section; Further studies. Am. J. Obstet. Gynecol. 133: 15-19, Jan. 1979.

2. Lapuerta: Blood gases in clinical practices. 蕭瑞和、黃啓薰合譯，血液氣體的臨床應用 P.20 合記圖書出版社，民國68年8月出版
3. Jeunie Van Schaick: PH and blood gas specimen collection and storage procedures. Radiometer A/S Emdrupve J 72 DK 2400, Copenhagen N.V. Denmark.
4. Fleischer W.R., Gambino S.R.: Blood Ph, PO_2 and oxygen saturation. Chicago American Society of Clinical Pathologists Commission on continuing education 22 (1972).
5. Siggaard Anderson O: The Acide - Base status of the blood 4th revised edition, Munksgaard, Copenhagen, 1974.
6. Haskins S.C.D.: Sampling and storage of blood for PH and blood gas analysis J.A.V.M.A., 170, No. 4 P. 429-433, Feb. 15, 1977.
7. Harold A Harper: Review of physiological chemistry 13th edition 林仁混鑑修許世明編譯 P. 358 合記圖書出版社，民國61年8月18日出版
8. Ramsey, E.M. and Davis R.W.: A composite drawing of the placenta to show its structure and circulation. Anat. Rec. 145; 366, 1963.
9. Ramsey E.M. and Harris J.W.S.: Comparison of utero placental vasculature and circulation in the Rhesus monkey and man. Contrib Embryol. 38: 59, 1966.
10. Freese U.E.: The uteroplacental vascular relationship in the human. Am. J. Obstet. and Gynecol. 108: 8, 1968.

11. Wigglesworth J.S.: Vascular anatomy of the human placenta and its significance for placental pathology. *J. Obstet. and Gynecol. Brit. Comm.* 76: 979, 1969.
12. Reynolds, S.R.M. Freese, U.E. Bieniarz J. et al: Multiple simultaneous intervillous a space pressure recorded in several regions of the hemochorial placenta in relation to functional anatomy of the fetal cotyledon. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 102: 1128, 1968.
13. Fuchs, F. Spaokman T. and Assali N.S.: Complexity and nonhomogeneity of the intervillous space. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 86: 226, 1963.
14. Bageant R.A.B.S., M.S. Arrt: Variations in arterial blood gas measurements due to sampling Techniques. *Respiratory care* 20 no. 6 pp. 565-570, June, 1975.
15. Petty L.T. et al: The simplicity and safety of arterial puncture. *Jama. J.A.M.A.* 195: 693, 1966.
16. Shapiro, B.A.: Clinical application of blood gas. *Chicago Year B.K. Med.* 1973.
17. Andrew, J.L. Jr.: Physiology and treatment of hypoxia, clinical notes on respiratory disease. *American thoracic society Vol. 13, No. 2 New York N.Y.* 1974.
18. Degre S. et al: Hemodynamics responses to physical training for patient with chronic lung disease. *Am. Rev. Resp. Disease* 110; 395, 1974.
19. Karpick R.J.: Recent advances in respiratory therapy. *Med. Ann. D.C.* 43; 137, 1974.
20. Nadel J.A.: Mechanics of airway response to inhaled substances. *Arch. Environ Health* 16; 171, 1968.
21. Petty T.L.: Systemic intensive respiratory care. *Chest.* 65; 363, 1974.
22. Brosens I. and Dixon, H.G.: The anatomy of the maternal side of the placenta. *J. Obstet. Gynecol. Brit. Comm.* 73: 357, 1966.
23. Michael J, Hughey, Thomas W, et al: Maternal and Fetal outcome of Lamaze-prepared patients. *Obstet. Gynecol.* 51; 643-647, June 1978.

The Study of Blood Gas Analysis During the Pregnancy

CHENG-HSIUNG ROAN, TSAI-YU FU, CHIN-FUH YANG AND
YUAN-TYNG YANG

ABSTRACT

The pregnancy begins from union of the sperm and ovum. The fertilized ovum is transported through the outer 1/3 of fallopian tube to the uterine cavity and nidates. The decidua basalis offers the site for placentation. The embryo grows day by day and is connected to the placenta with umbilical cord. The umbilical cord had 2 arteries and one vein usually. The umbilical vein is filled with oxygenated blood. The Nutrition, hormone, circulation, metabolism and gas exchange are performed through the fetoplacental unit for stability of internal environment. Some reasons e.g. anesthesia, fever due to infection, changed the condition of internal environment would produce "fetal distress".

According to the studies from Fuchs, Spackman and Assali blood specimen taken for blood gas determination can represent the gas status in the intervillous space and maternal vein. The authors studied blood gas analysis during the pregnancy. 3c.c. maternal veinal blood was taken to detect PH, PCO_2 , PO_2 and HCO_3^- using the automatic analyser, Radiometer ABL-3, Corning 175, and AVL-940.

Since Oct. 1, 1980 to Jan. 31, 1981, the authors collected blood sample from the prenatal care cases at out patient clinic, Taipei Municipal Women's and Children's Hospital. The samples were divided into 2 groups. 10 cases of non-pregnant women served as control group and 120 cases of pregnant women for studies.

The study group comprised 43 pregnant women in first trimester, 47 in second trimester and 28 in third trimester. Blood gas analysis revealed no significant change during the pregnancy. PCO_2 and HCO_3^- showed no difference between first and second trimester. Either the oxygen consumption were increased. But the PCO_2 , PO_2 and HCO_3^- were significantly decreased in the third trimester. All results were analysed using the T-test and P value. Such alternations facilitated the early detection of fetal distress in the late stage of pregnancy.