

21. 杜卜勒超音波和胎兒血流

現代醫學對於心臟血管的病變診斷偏重於依靠超音波心臟活動影像（Echocardiography）及血管杜卜勒血流超音波研究（Doppler Blood Flow Study）。在胎兒醫學的領域，杜卜勒超音波成為研究胎兒及胎盤血流的最佳方法。子宮動脈血流及臍帶動脈血流和胎盤供應胎兒氧氣及營養有直接的關連。當胎兒缺氧時，測定子宮動脈血流及臍帶動脈血流都會有相應的變化。至於胎兒體內的血流，大動脈、頸動脈、股動脈、腎動脈、及中腦動脈等等都可以Doppler測量血流的變化，其中研究最多的是臍帶動脈和中腦動脈的血流互動，反應胎兒因缺氧重新調整血流量的現象。

1977年Fitzgerald及Drumm首先發表以杜卜勒超音波來測量人類胎兒血液循環並強調這種檢查方法的不具侵犯性（Noninvasive），快速而確實地評估胎兒的健康與病變。1982年Eik-Nes、Kurjak分別從西班牙及匈牙利也發表從事胎兒臍帶血流的杜卜勒研究結果，此後三年這方面的研究如雨後春筍，在世界各地展開。1985年及1986年，澳洲的Frudinger及Giles、荷蘭的Wladimiroff、英國的Campbell、美國的Schulman都有大量這方面的研究報告，確認了杜卜勒血流測量的臨床應用價值。

杜卜勒血流波形的定義

超音波杜卜勒可以顯示波浪形的連續影像。當心臟收縮時，血管內血流增加至高點為A點，當心臟舒張時，血流減少，最低點為B點。A點和B點通常都會在基礎線（Baseline）上面。A/B（即A和B的比值）代表收縮壓（Systolic Pressure）和舒張壓（Diastolic Pressure）的比值，故亦稱為S/D比值（S/D Ratio）。Pulsatility Index譯成脈衝指數則為 $A-B/A$ 和B的平均值。血管阻力指數（Resis-



tance Index) 等於 $A \cdot B/A$ 。這些數值在閱讀杜卜勒血流變化時常會用到。以下討論胎兒醫學中幾個重要的血流測量和其臨床價值。

子宮動脈

Schulman 報告子宮動脈血流的杜卜勒影像在妊娠24至26週開始可以測到。左右兩側子宮動脈數值可能有15%的差異。在正常妊娠，S/D比值的平均為2.7，脈衝指數的平均值為1.02，阻力指數的平均值為0.7。

比較特殊的是高血壓妊娠呈現的杜卜勒影像波形在由A點下降時呈現凹陷 (Notching) 而且S/D比值增高，符合臨床上子宮及胎盤血流量減少，氧氣及營養的供應亦相對減少。其他的高危險妊娠，糖尿病、氣喘病等的子宮血流和正常妊娠沒有太多差別。

臍帶動脈

臍帶動脈杜卜勒血流速度波形 (Umbilical Artery Flow Velocity Waveform) 為所有胎兒血管中評估胎兒健康最有用的一項。不但測量容易，變化明顯，且和各種臨床狀態的關聯十分確定。Schulman 曾報告從24週至41週正常妊娠臍動脈S/D比值的平均值，隨著妊娠週數的增加而降低。24週為3.7，26週為3.5，28週為3.1，32週為2.8，36至41週為2.5與2.6之間，表示血流隨著妊娠的進展而增加。在動物實驗證實，妊娠末期雌性荷爾蒙 (Estrogen) 使血管阻力減少而擴張，大量增加血流以增加氧氣及營養供應胎兒快速成長及增加活動之需。

在高危險性妊娠中，以胎兒成長遲滯及妊娠性高血壓最常見低舒張期流速 (Low diastolic flow velocity) 造成很高的S/D比值。最嚴重情況之下其舒張臍動脈血流常接近於零，或甚至成反向逆流。此時杜卜勒影像呈現低至基準線或在基準線下方。

1985年Trudinger報告53個胎兒成長遲滯的病例中，有34個 (64%) 有異常偏高的臍動脈S/D比值。合併妊娠性高血壓的更有高至

85%的S/D比值偏高。Schulman報告在雙胞胎中有一個胎兒正常發育，其臍動脈杜卜勒影像也正常。另一胎兒則有嚴重的成長遲滯症，其舒張臍動脈的流速則低於基準線。這個病例顯示兩者的胎盤大小相差很多，輕體重者得到的氧氣及營養供應不足導致成長遲滯。

在文獻上有不少報告指出，臍動脈血流在舒張期趨於零或反向逆流的病例，大部份的胎兒預後不良，有些在出現此現象後，一至兩週內死亡。因此這種杜卜勒影像和前篇NST/OCT呈現Positive Nonreactive的測試結果雷同，對胎兒必須作急救的措施。

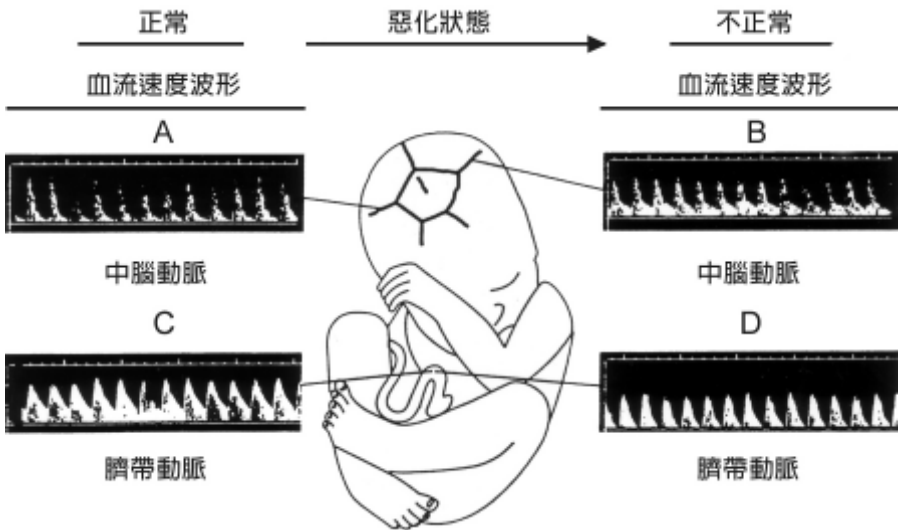


圖21-1 胎兒中腦動脈及臍帶動脈的Doppler血流波形圖。左邊為正常影像。右邊為胎兒缺氧時中腦動脈血流增加，臍動脈血流減少的自動調整機制。

中腦動脈

由動物實驗證實胎兒發生缺氧或酸中毒生命危急時會自動調整體內血流量，增流至腦、心臟等重要器官，身體其他器官就會減流。人類胎兒也顯示同樣的現象。許多研究者因此轉向研究胎兒腦部的血流，包括頸動脈 (Ott, 1991)，及中腦動脈 (Wladimiroff 1987, Arbeille



1988)。

Wladimiroff的研究指出，由於胎兒缺氧會自動調整體內血流量，胎兒成長遲滯（IUGR）和正常胎兒比較臍動脈血管阻力增高，腦血管阻力降低，顯示杜卜勒血流影像的相對變化，即臍動脈血流減少，腦動脈血流增加。Arias（1994）的研究指出以中腦動脈阻力指數和臍動脈阻力指數對比來觀測，其對比數小於1.0者，和IUGR或胎兒預後不良有密切的關係。這兩個研究的結論相同。

Strigni（1997）則研究576個高危險妊娠，其中103個是臨床上診斷為IUGR，比較臍動脈杜卜勒和中腦動脈（Middle Cerebral Artery）杜卜勒的預測功力。結果預測IUGR的功力，臍動脈為73%正確，中腦動脈為58%。預測胎兒預後不良的功力，臍動脈為44%，中腦動脈為42%，因此中腦動脈預測的功力略遜於臍動脈，尤其是預測IUGR的功力相差較大。這個研究是用兩者杜卜勒的脈衝指數（Pulsatility Index）作的。

我對此議題的研究

芝加哥大學的同仁Gary Loy和我設計一個研究，用杜卜勒脈衝指數（PI, Pulsatility Index 脈衝指數）比較正常和IUGR兩組的胎兒臍動脈和中腦動脈血流的不同。隨後再以震動聲響刺激器（Vibroacoustic Stimulator）刺激胎兒頭部後再度測量杜卜勒PI的變化。研究結果IUGR和正常胎兒兩組比較，IUGR的腦血流PI降低，臍動脈血流PI增高，其差別有顯著的統計意義。震動聲響器使用後兩組胎兒的腦血流PI及臍血流PI都比先前下降，表示相對的血流增加。這是表示兩組胎兒都仍保留有充分的調整體內血流的功能。

結 論

杜卜勒超音波血流速影像不失為評估胎兒健康的好方法。配合超音波其他功能和心跳率監視，對胎兒預後偵測有相輔相成的效用。