

N005 顱頸動脈的都卜勒血流波型的描述與常用的名詞定義

主筆：陳淑儀醫師、許弘毅醫師 / 童綜合醫院

都卜勒血流波型的紀錄與分析已是顱頸動脈血管超音波檢查極為重要的一部分，都卜勒血流波型可提供豐富的資訊，包括不同程度的血管管腔的狹窄、側枝循環的血流量、以及下游血管的阻力變化等，均可能造成都卜勒血流波型在心收縮期或舒張期血流速度、波型反折點、血流方向等不同的變化。但不同的報告者對於波

型變化的描述多有所差異，本文擬就一般紀錄都卜勒血流波型常用名詞的定義與臨床意義加以說明。

一般對波型的描述可包括：

1. 方向性：不同血管中的血流方向在檢查過程中，因超音波探頭位置及超音波音束發射方向的不同，會記錄到朝向探頭或遠離探頭的血流，若血流為正常的方向稱為順向 (antegrade)，若與正

常循環的方向相反則為逆向 (retrograde)。當出現逆向血流時就要考慮是否為其他血管出現嚴重狹窄，而產生逆向的側枝血流，如頸動脈嚴重狹窄或阻塞時同側眼動脈可出現逆向血流。例外的情況應分別描述波型及相對探頭方向：顱內血管若在轉彎處（如內頸動脈虹吸段）可能同時有正反向 (bidirectional) 的血流，另外

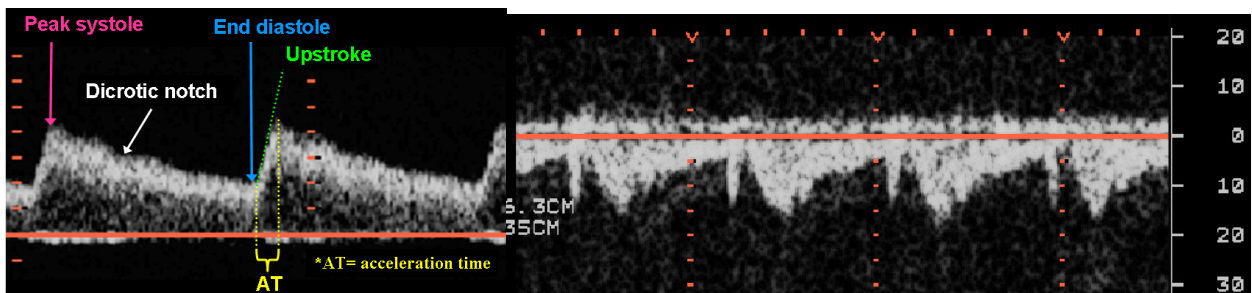


圖 1

圖 2

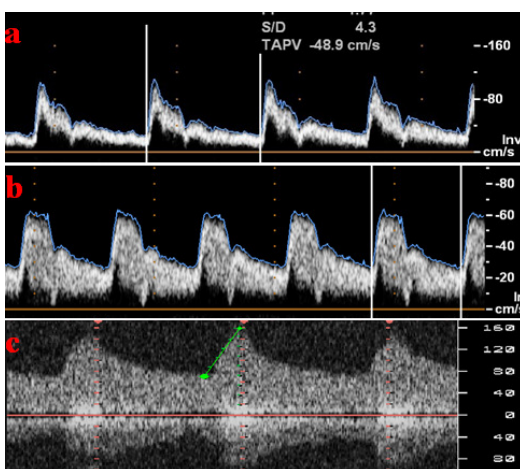


圖 3

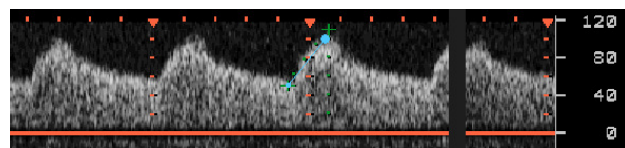


圖 4

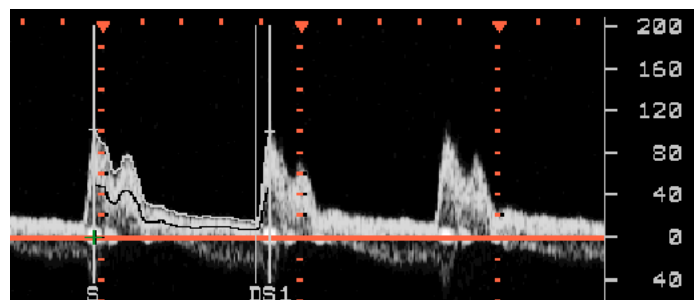


圖 5

某些血管並無固定的血流方向如前交通動脈與後前交通動脈。

2. 反折點 inflection：都卜勒血流波型在一個心跳週期內的起伏會形成反折點，正常腦循環血管的血流波型包括了：1. 起始反折點

(upstroke inflection)，2. 收縮期最高點 (peak systole)，3. 切跡 (dicrotic notch)，4. 舒張末期 (end diastole)，等四個反折點 (圖1)。在起始反折點與收縮期最高點之間為收縮加期速期，描述此期間的參數包括血流加速度 (flow acceleration, FA，正常值 $>5m/sec^2$)，及加速時間

(acceleration time, AT，正常值 $<70 msec$)，當出現加速變慢與加速時間拉長代表可能有近心端狹窄 (參見圖4與說明)；在收縮期最高點與切跡之間則為收縮減速期，當椎動脈出現近端狹窄 (鎖骨下動脈或無名動脈) 而有竊血時 (steal phenomenon)，血流在收縮中期血流會先減速然後再一次加速，而在收縮中期形成下降的缺口 (mid systolic cleft)，當此缺口的低點仍高舒張末期血流速時，波型會像一隻蹲著的兔子，故暱稱為 bunny waveform (圖2)，隨著狹窄程度增加，椎動

脈流速降低，mid systolic cleft 更低，更嚴重時會出現逆向血流。

3. 脈動係數 (Pulsatility Index, PI) 與阻力係數 (resistance index, RI)：這兩種係數的計算不受超音波測量角度影響，可用於描述下游血管的彈性及阻力。脈動係數的計算方法為最高血流速減去最低血流速後再除以平均血流速，而阻力係數的計算方法則是使用最高血流速作為分母；因為顱內血管無法精準校正擷取角度，平均血流速較不受超音波測量角度影響，因此顱內血管多以脈動係數來反映血管末端的阻

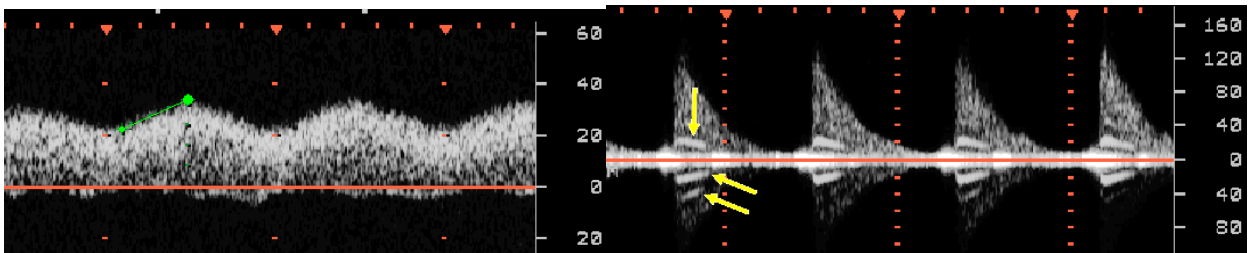


圖 6

圖 7

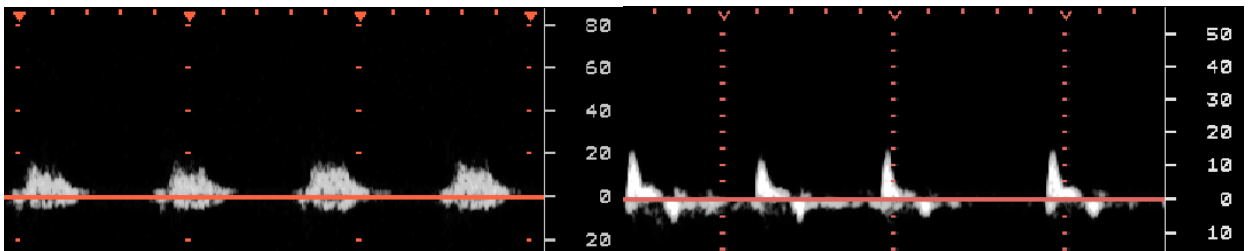


圖 8

圖 9

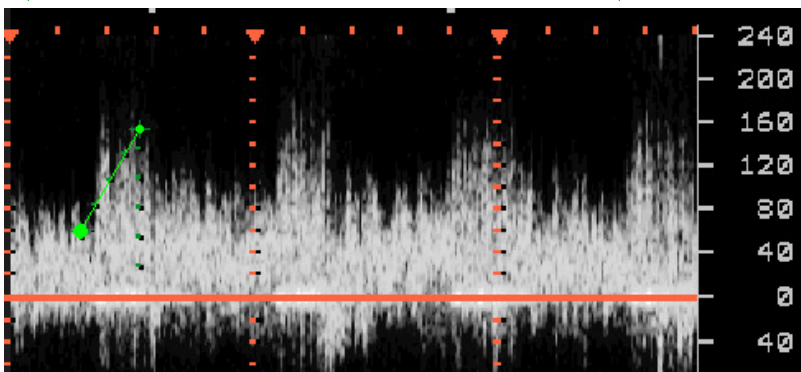


圖 10

力。通常 $PI < 0.6$ 代表非常低阻力， $0.6-1.1$ 低阻力， $1.2-1.6$ 高阻力， $1.7-1.9$ 過高阻力， ≥ 2 非常高阻力，在顱內血管正常 PI 約 $0.5-1.1$ 。阻力係數除反應顱外血管阻力外，也反應血管彈性， $RI < 0.5$ 非常低阻力， $0.5-0.7$ 低阻力， > 0.7 高阻力。

4. 血流速度：過高的血流速度可能代表有血管狹窄，若配合上游阻力增加，下游流速及波型的變化更可確定有意義的狹窄；當出現低阻力高流速時，則多代表血流需求高，如動靜脈瘻管，腫瘤；阻力不變情形下，兩側對稱血管或同一血管前後流速減少過多時 ($> 30\%$ ，**damping flow**)，也要考慮是否因血管狹窄而造成血流量減少造成。

5. 譜窗 (spectral window)：在正常直行的血管中，多為平行等速的血流，故都卜勒頻譜呈現的波形在同一時間的血流速度較為密集，且無低流速之血流，所以會在頻譜下方並無回音訊號，形成所謂的譜窗 (圖 3a 箭頭指處)。血管內血流速度較不平行一致時，同一時間內會記錄到高低不同流速的血流，

故都卜勒頻譜波型會變寬 (spectral broadening, 圖 3b)，當血管內有低速亂流 (turbulence) 時，都卜勒頻譜所記錄到的低速血流會呈現在原來的譜窗內，而使譜窗減少或消失，稱之為譜窗填充 (fill-in, 圖 3c)。

常見異常波型實例：

1. 減波 (Damped waveform)：平均血流速度比同側近端血管或對側相同血管之血流速度減少超過 30% ，但仍保有正常的血流加速度與波型。

2. 低阻力波型 (Low resistance waveform)：心舒張期仍維持較高之血流速度之波型。 $PI < 1.2$ ， D/S ratio $> 25\%$ ，代表遠端阻力小； $PI < 0.6$ 非常低阻力， D/S ratio $> 50\%$ 。

3. 高阻力波型 (High resistance waveform)：心舒張期之血流速度較低之波型。通常 $RI > 0.7$ 或 $PI > 1.2$ ，可稱為高阻力波型。

4. 鈍波 (Blunted waveform; Tardus-pavus waveform)：都卜勒波型在心收縮早期的血流加速變慢且最高血流速度時間拉長 (flow acceleration $< 5m/sec^2$ ，及 acceleration time > 70 msec)，為較圓鈍之

低脈動係數波型 ($PI < 1.2$)，且心舒張期血流未消失，通常代表血管在近心端有嚴重狹窄。 **Pulsus pavidus**：表最高血流速度下降。 **Pulsus tardus**：表血流加速變慢到達最高血流速度時間拉長。

5. 海鷗音：音樂性雜音 (Seagull sound; Harmonic bruits)：因血管狹窄而使血流速度異常增快並發生共振時所產生的類似海鷗叫聲或音樂性的高頻雜音，都卜勒圖亦可見平行之共振雜訊 (箭頭指處)。

6. 殘餘波 (Minimal waveform)：殘留之低速不連續血流訊號，在心舒張期血流為零，通常代表血管阻塞。

7. 返復波，雙向波 (reverberating; to-and-fro waveform)：單一血管內出現往復且不連續之血流訊號通常代表遠端血管阻塞。

8. 血管壁震動音 (Wall covibration; fluttering)：因血流量增大或血流速度增快造成血管壁震動所產生的低頻厚重雜音，血流波型外圍成不規則尖刺狀。