

超音波在透析血管通路的應用

陳盈穎醫師^{1,2,3}、吳志仁教授^{1,2,5}、林承歡教授^{1,2,4}
/台北馬偕醫院 腎臟內科¹、馬偕醫學院醫學系²、
台大醫學院臨床醫學研究所³、馬偕醫護管理專科學校⁴、
中國醫藥附設醫院 醫學研究部⁵

摘要

血液透析為腎臟替代療法最常見的治療模式，而血液透析的血管透析管路功能好壞決定血液透析是否順利，並影響患者預後與生活品質。超音波為一非侵入性，無輻射及顯影劑暴露且較易取得評估監測透析瘻管的儀器，可臨床輔助常規對瘻管之理學檢查。本篇綜論主要討論超音波於血液透析動靜脈瘻管的應用，其可用來術前定位選擇較適宜的血管建置瘻管以提高瘻管成熟比例；術後亦可用超音波評估自體瘻管成熟的狀況，早期發現瘻管是否功能異常，以期及早介入治療，延長瘻管使用年限。

背景

時至今日，末期腎病在全世界，包括台灣，仍然造成了許多醫療經濟上的負擔。根據美國腎病資料庫的顯示，台灣末期腎病的發生率及盛行率，相較於其他國家，已長年蟬聯一位許久¹。在末期腎病的病人中，最常見的腎臟替代療法為血液透析，全世界的盛行率大

約為89%，而腹膜透析僅有11%²。因此，有功能健全的血管通路對於血液透析的效率及透析是否足量就是很重要的，因為足量透析為長期透析病患的存活率重要的影響因子³，因而建立如何建置及維持理想的瘻管策略就變得至關重要。在評估瘻管時，除了臨床理學檢查之外，超音波可說是最常使用且必要的儀器。超音波不僅可以用以協助透析導管的置放，也可用以監測評估瘻管功能。儘管超音波的操作需要訓練及一段學習曲線，但其相較於被當作黃金準則的血管攝影，超音波為非侵入性，無輻射暴露且不需注射顯影劑，且儀器較易取得等優點，仍是臨床上常用以評估瘻管的工具，不論是術前血管定位抑或是術後評估及管路異常偵測皆可使用。因此，本篇綜論會針對超音波對術前血管定位，術後瘻管評估以及常見瘻管異常上的應用作介紹。

透析血管通路簡介

透析血管通路為血液透析的管路，主要有三種：使

用自己的動靜脈相接之自體動靜脈瘻管，使用人工血管接在自己動靜脈上之人工動靜脈瘻管，以及置放在中央靜脈之短期或長期經皮下的透析導管 (vascular catheter)。自體動靜脈瘻管和人工動靜脈瘻管為最常使用之透析血管通路，患者經由此血管通路進行血液透析治療。患者透析時由透析室治療人員將穿刺針在動脈化的靜脈上或是人工瘻管上進行兩處穿刺，將血液引流出來進入人工腎臟端為動脈端，而將血液送回體內端為靜脈端。透析血管留滯針通常管徑為 17 - 19 G，長度約為 1 公分，若同時要將兩針打在瘻管上，則此瘻管至少需要 4-5 公分左右，且瘻管距離皮膚深度也不宜過深否則其入針角度會過大⁴。

使用超音波的適應症

過去 KDOQI(The National Kidney Foundation's Kidney Disease Outcomes Quality Initiative) 指引⁵ 雖有建議使用超音波作為透析瘻管的監測工具，但未建議定期或者是提出明確之使用超

表一：可懷疑透析瘻管異常的臨床徵象⁷

理學檢查	<ul style="list-style-type: none"> • 單側肢體水腫 • 觸診脈搏改變，如變弱，跳動感變強，或靜脈不易被壓扁 • 異常震顫(如變弱併有/無不連續) • 異常血管音(從低頻變高頻) • 抬手測試(Elevation test)手臂舉起瘻管無扁塌(靜脈端狹窄)或增強試驗(Augmentation test)無脈拍增強(動脈端狹窄) • 抬手測試過度扁塌
透析期間	<ul style="list-style-type: none"> • 新發生的上針不易 • 抽出血塊 • 無法達到預期的血流速 • 連續三次瘻管止血所需時間延長 • 無預期的 Kt/V 下降超過 0.2 單位以上

音波的適應症。然而近期的法國血管醫學及法語區血管通路學會之治療指引則較為明確指出⁶，建議使用超音波作的適應症為初次使用動靜脈瘻管時，任何做完手術或是血管內修補後之患者，以及移植病人再次返回需透析狀態時，超音波皆可做為初始評估的工具。同時，超音波亦可用來評估瘻管成熟度，困難上針，透析相關參數異常(如：低流速，高靜脈壓，或再循環發生等)以及臨床表現異常(表一)⁷，皆可考慮使用超音波評估瘻管狀態。此外，在透析中使用稀釋感測器之血液透析流量監視儀，監測到瘻管內血流速下降後，也可先使用超音波先行評估瘻管^{8,9}。除了術後的瘻管之外，術前血管定位(mapping)¹⁰或是中央靜脈臨時透析導管的置放¹¹，也為可使用超音波的時機。

儀器需求與檢查技術

使用超音波檢測血管需使用高頻線性探頭，分別執行 B-mode 檢查(7MHz)以及都卜勒檢查(5MHz)¹²。受檢病人須平躺，或是半坐臥，並避免避免手肘彎曲；採坐姿的話則是坐在受檢者前方並放鬆的平放。但大多數檢查者比較傾向受檢者平躺檢查因為可完整檢查上肢血管結構，包括鎖骨下及腋下區域)並且對受檢者來說也比較舒服。手臂姿勢稍微外轉(external rotation)，且與軀幹呈 45 度左右往外伸展。檢查盡量在溫暖舒適的環境進行，並且盡量避免因為檢查用凝膠太冰冷引發受檢血管收縮¹³。理想上，動靜脈系統評估需注意連續性，探頭橫向及縱向掃描整個動脈系統(從上臂到手掌)以及靜脈系統(從周邊到胸部)。根據檢查者個人的偏好及每位受檢者的特性，檢查可以

從動脈或靜脈系統開始。大多時候，不論是自體或人工瘻管，會從注入動脈(inflow artery)以橫向開始掃描。完整的檢查包括 B-mode 的型態學(morphology)及組織學特性評估和評估動靜脈血流的都卜勒超音波，包含脈衝波都卜勒超音波(pulse wave Doppler)、彩色血流都卜勒超音波(color flow Doppler)以及都卜勒頻譜分析(Doppler spectral analysis)¹⁴。想要獲得較準確的結果，則所有的脈衝都卜勒檢查採樣之射束(insonation beam)與血流方向或是血管壁的角度要小於 60 度，若角度越大則造成測出的血流速誤差越大。頻譜都卜勒採樣區域則要將取樣窗置於血管中央，寬度約占血管的四分之一到三分之一，才能測得較準確血管內流速，減少誤差。彩色血流都卜勒則是可用來輔助脈衝

都卜勒找到最適宜測量的位置。最後，必須設定最適當增益 (gain)，也就是灰階，才能得到適宜的血流飽和度。

調整好設定後，開始檢查後，需紀錄的項目除了瘻管管徑大小，結構是否有異常如狹窄，還要包括使用脈衝都卜勒測得到的尖峰收縮血流流速 (peak systolic velocity; PSV)，舒張末期血

流速 (end-diastolic velocity; EDV)，波型，以及其他如阻力系數 (resistance index; RI) 等。瘻管掃描的位置建議如下，詳細流程見表二¹⁵：

- (1) 自體或人工瘻管近端的注入動脈端 (feeding artery)
- (2) 自體或人工瘻管遠端的注入動脈端
- (3) 動靜脈吻合處 (自體瘻管一處，人工瘻管兩處)

- (4) 穿刺部位
- (5) 引流靜脈 (drainage vein) 的近端、中端和遠端
- (6) 腋下及鎖骨下靜脈

確認位置後，用脈衝都卜勒超音波測量記錄瘻管這些部位的波型與尖峰血流流速，以及是否有流速增快或亂流 (turbulence) 的區域。並用 B-mode 檢視瘻管的影像

表二：術後瘻管超音波建議檢查流程¹⁵

血管	超音波發現
供血動脈 (feeding artery)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 評估肱動脈頭端三分之一處偵測是否有狹窄 2. 橫向掃描吻合處頭端 2cm 處的內徑管徑大小 3. 使用彩色血流都卜勒超音波及脈衝都卜勒超音波評估流入動脈縱向評估 <ul style="list-style-type: none"> - 尖峰收縮流速及擴張末期流速 - 若有狹窄則測量其射流 (jet)，並尋找可見狹窄之證據。 - 測量動脈流量。
引流靜脈或 (drainage vein) 或人工瘻管	<ol style="list-style-type: none"> 1. 檢視自體動靜脈瘻管或是人工動靜脈瘻管所有靜脈端的管壁厚度，是否有狹窄或是栓塞 2. 用橫向掃描測量自體動靜脈瘻管管腔前後內徑，並自吻合處往頭端 10-15cm 內多點測量瘻管至皮膚表面深度。測量位置可參考圖一。 3. 若發現自體動靜脈瘻管自吻合處 10-15cm 以內發現有靜脈支流，需紀錄其血管內徑及與吻合處之距離。 4. 血流量的測量通常是測量自體瘻管中段據吻合處頭端大約 10cm 處較筆直的部分；而人工瘻管則測量靜脈及動脈端中段或是瘻管中段較直處。

和解剖構造，包含瘻管本體距離皮膚表面的深度，探頭擺成縱向測量可穿刺深度的(6mm)以內瘻管長度，理想上希望至少有 10cm 長。自體瘻管的部分要記錄瘻管瘻管近端、中端以及遠端的管徑大小以及是否有血管瘤，並測量瘻管流量¹⁶。

術前定位

過去幾十年，術前選擇合適建置瘻管的血管一直都是根據上肢的理學檢查結果，此作法幾乎無須成本且任何其他儀器即可做到。然而這個方法僅能提供表淺靜脈血管循環的資訊，對於動脈血管的評估所獲得的資訊卻是有限，大多是根據

Allen test 的結果來評斷尺動脈是否通暢等等^{17,18}，僅靠理學檢查不足以應付臨床上病人的需求。都卜勒超音波是一個比理學檢查耗時且須要有經驗者來執行，以及特定儀器才能執行的檢查。然而它可提供我們不論表淺深層、前臂上臂的動靜脈血管功能及型態特性等資訊，且其為一非侵入性，重複性高，安全及高性價比的方法^{19,20}。它可以讓我們了解血管的解剖學資訊以決定哪裡是較佳建置瘻管的位置(前臂或上臂)，以改善瘻管不成熟的風險。不論是過去或是最近的KDIGO血管通路治療指引^{5,7}指出並非每位患者在手術前皆須接受血管定位，僅建議在瘻管不成熟高風險的病人上需要定位，但根據最近歐洲血管外科學會針對血管通路剛發表的治療

指引，根據最近之隨機對照研究及統合分析結果，根據其高證據等級，強烈建議所有病患不論是自體瘻管或人工瘻管術前，皆使用都卜勒超音波定位血管²¹⁻²³。

術前動脈定位

術前動脈評估通常包括鎖骨下、腋下、肱動脈、饒動脈以及尺動脈²⁴。但臨床實際操作大多從鎖骨下動脈或甚至從肱動脈開始評估¹⁷。都卜勒超音波可透過一系列的型態及功能指標評估動脈循環¹⁸。型態上包括血管管徑、血管壁厚度、走向，是否有血管鈣化或是有無空間上狹窄阻塞等問題。功能性的評估則有測量血流量與動脈可擴張的能力。

動脈內管徑的測量可用橫向或縱向來測量，後者可以看到深淺血管的內皮層，因此可更精確的了解內皮層間的距離。目前研究橈動脈頭靜脈瘻管的成熟與否和束前動脈管徑大小有相關，術前動脈管徑小於 1.5mm 者，相較於大於 1.5mm 者，會有較高的早期失敗率^{25,26}。

Silva 等學者²⁷更提出術前動脈大於 2mm 者，其早期瘻管失敗率僅有 8%，且一年後瘻管初級暢通率 primary 血管通暢率可達 83%。然而，還是有部分研究顯示²⁶，即使術前動脈管徑小於 1.5mm，其自體瘻管成功率還是可達 50% 左右。因此最適合之術前橈動脈管徑大小目前尚未有絕對的定論，但要記住的重點是，自體瘻管

暢通率和存活隨著動脈管徑增加而上升 25, 28。而最近的KDIGO血管通路治療指引⁷則建議術前不論是自體或人工瘻管的動脈管徑大於 2mm。

術前靜脈定位

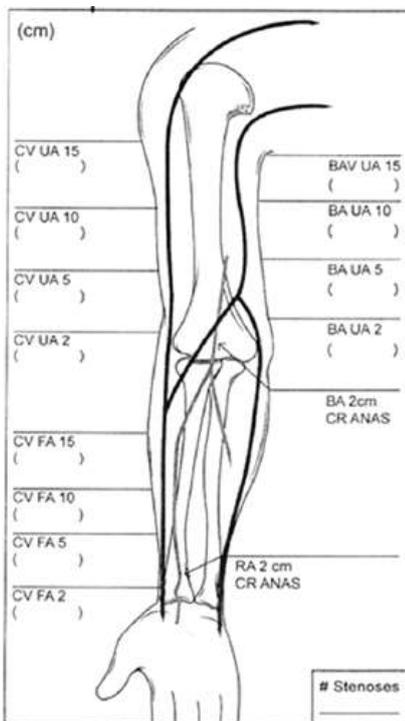
術前靜脈都卜勒超音波評估包括上肢從手腕至中央靜脈之間的表面淺層及深層靜脈。用超音波可檢查至鎖骨下靜脈的遠端，但無法看到近端以及無名靜脈¹²。超音波掃描可以從近端掃至遠端，檢測使用壓脈帶前後的變化。靜脈本身是壁薄，呼吸時大小有變化，探頭易壓扁的，且在遠端施以壓力壓迫會鼓起的。必須要測量的參數包含靜脈深度，有無壓脈帶時之內層管徑(使用壓脈帶時，至少擴張至少

50%)，回流至深層靜脈的路徑，以及是否有狹窄或是栓塞。檢查紀錄需有深度及有無使用壓脈帶之管徑，通暢度，延展度，以及有無側枝循環²⁹。壓脈帶則是綁在手臂根部，探頭橫向檢查淺層靜脈循環從頭靜脈開始延伸至其深部回流系統¹⁷，上臂的話亦會檢查貴要靜脈。通常會選擇較直的靜脈，至少要 8-10cm，且深度小於 6mm 以利未來穿刺使用。靜脈的通暢度通常會藉由壓迫靜脈觀察血管是否可被壓扁，若靜脈無法被壓扁，通常代表阻塞，高度懷疑的話可用彩色血流都卜勒超音波確認。術前靜脈管徑大小也與術後瘻管成熟率有關，而至少需要多大的管徑，過去

研究自體瘻管術前靜脈管徑約落在 2-2.5mm^{27, 30}，而人工瘻管則需要約 4mm²⁹。然而目前仍缺乏足夠的證據支持最佳的術前血管管徑，因此持續有研究在進行中。

瘻管術後評估

理學檢查仍然是臨床上常用的方法。在透析前，臨床上理學檢查包含視，聽，觸診，視診包括瘻管上的皮膚是否有紅腫，腫脹，以及異常傷口；正常瘻管聽診則是低頻連續性的瘻管音；觸診瘻管的震顫感 (thrill) 與皮膚顏色及溫度是否異常。而透析過程中則注意是否有血流不足或管路抽出血塊，透析後則須注是



圖一、美國梅約診所術後瘻管評估掃描部位。ANAS = anastomosis, BA = brachial artery, CV = cephalic vein, FA = forearm, UA = ulnar artery.

否有不易止血及透析未足量等問題。若有異常，則可使用超音波檢查瘻管，詳細記錄檢查結果。圖一為美國梅約診所使用之術後瘻管評估表¹⁵，可做為瘻管檢查部位參考。

自體動靜脈瘻管成熟及血流量評估

瘻管是否成熟代表的是該瘻管是否可以在四周內有 75% 的時間兩針穿刺成功進行透析，並達到平均流量 300 ml/min 以及 Kt/V > 1.25。儘管透析治療指引皆指出自體瘻管為強烈建議的透析通路，但自體瘻管的無法成熟的比例，常常是最後術後瘻管無法使用的原因。根據研究，自體血管動靜脈吻合處早期阻塞的高發生率與成熟失敗 (failure to mature) 相關。在不同的個案研究，橈動脈-頭靜脈瘻管的瘻管成熟失敗的發生率大約在 30-60% 左右^{24, 31}。

那要如何評估術後瘻管是否成熟呢？一般來說，有經驗的透析護理師多有足夠的能力去判斷瘻管是否成熟可以穿刺上針²⁴。然而，有些問題出在於有些瘻管表面上可能不容易判斷是否成熟，或是患者本身較肥胖觸診不易，或是有些患者的瘻管成熟真的需要較久的時間等等。對於這些個案，使用超音波檢查和評估瘻管可提供是否成熟以及尋找較佳的穿刺部位，亦或是瘻管未成熟時，尋找可能導致無法成熟的因素如狹窄或阻塞等問

題。對於超音波評估瘻管是否成熟，在 2006 年的治療指引便提出了「6 的法則」⁵，包括：1) 流量 ≥ 600 ml/min，2) 流出靜脈管徑 ≥ 6mm，3) 瘻管深度 ≤ 6mm。除此之外，許多研究指出，在術後一天後測量瘻管血流速，即會戲劇性的上升³²，在 Lomonte 等人的研究中，發現術後第一天的瘻管血流量已可達到術後第 28 天瘻管血流量的 50%³³。而最近 Gjorgjievski N 等人的研究則提出術後第一天的血流速可用來預測第四到第八周瘻管是否可成功成熟³⁴。另外 Hakim 等人的回溯性研究則表示由瘻管流量及深度即可預測瘻管成熟與否，與再加上瘻管管徑後三項指標時有差不多的預測度³⁵。而瘻管血流量的計算，原則上則需要正確量測瘻管血管管徑與平均流速測量。首先，使用 B-mode 量測血管的管徑，之後使用脈衝都卜勒模式計算時間 / 流速曲線得到平均血流速，之後便可得到該段之血流量。血管管徑與流速需同時測量，才可確實得到該段血管的結果。至於取樣的位置，如果瘻管本身夠筆直且其管徑變化不大，即可直接測量該段瘻管的流量。

常見瘻管異常

狹窄

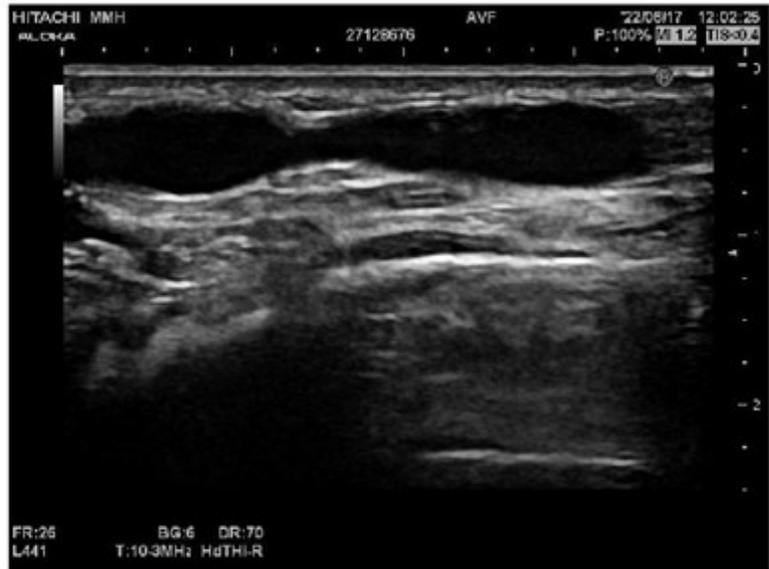
狹窄代表著血管管徑變小並且顯著影響到壓力以及血流量，並且因狹窄造成高會造成內皮的剝蝕

(denudation)與血小板和類血友病因子(von Willebrand factor)造成血栓產生³⁶。臨床上診斷狹窄的準確度，決定於狹窄的位置，瘻管本身的特性(如深度，流量，靜脈分枝等)，並且需要有經驗的透析室照護人員³⁷。最近Castro等人³⁸的研究發現，臨床上大約有27%的瘻管狹窄在臨床上懷疑時並未被確認。有些狹窄是臨床上無症狀的，這也解釋了為何有時會有無預警突然的栓塞事件發生。也因如此，所以需要發展一些監測的工具。監測是使用一些使用特定儀器的診斷性檢查，週期性的評估血管通路³⁹。除了常規性使用稀釋法的血流監測器檢測血流，都卜勒超音波是最常使用的探測方法。

診斷顯著狹窄的超音波標準⁴⁰

1) 形態學上的狹窄(圖二)

顯著的動脈狹窄通常是當管腔窄縮到顯著減少下游流速的時候，當動脈管腔減



圖二、B-mode顯示型態學上狹窄的瘻管

少了65-75%左右會發生。靜脈顯著狹窄則會發生在當狹窄處不論探頭橫向或縱向掃描都<2-3mm時或者是橫向掃描比平均管腔減少了50%以上⁴¹。

2) 血行動力學標準

可經由彩色都卜勒與脈衝都卜超音波測量獲得的參數。在彩色都卜勒超音波，若看到假影(如混疊、彩色雜音及彩色方差)是狹窄的間接徵象。而在脈衝都卜勒超音波，尖峰收縮血流流速

值減少則是狹窄的直接證據，常見瘻管狹窄診斷標準詳見表三^{42,43}。

(A) 狹窄處與其上游正常靜脈尖峰收縮血流流速比例則是間接參數證據，代表狹窄前後有壓力差。

(B) 阻力參數(resistive index)的計算方式是(尖峰收縮血流流速-舒張末期流速)/尖峰收縮血流流速，其正常比例應在0.5到0.7之間。當該比例上升則代表因狹窄而阻力顯著上升，並造

表三：瘻管狹窄診斷標準(根據Malik⁴²等人與Ishii⁴³等人的研究)

顯著狹窄	可能狹窄*
<u>主要標準</u> 管徑減少>50% 尖峰收縮血流流速(PSV)>2-3X	
<u>額外標準(≥1)</u> 剩餘管徑<1.9-2.0 mm 流量減少>25% 人工瘻管流量<600 ml/min，自體瘻管流量<500ml/min	無額外標準

*如果僅符合狹窄的主要標準而無額外標準同時存在，可6-8週後再行追蹤。

成舒張流速顯著下降。

(C) 肱動脈流量

正常成熟與有功能的瘻管其肱動脈流量會大於

600ml/min。若實際流量減少至小於 500ml/min 或與前次相比減少了 25% 並流量小於 1000ml/min 以下，則是有狹窄的重要證據。

栓塞

栓塞是最常造成血管通路失效，管路不通最常見原因。造成栓塞最常見的原因多是瘻管狹窄，低灌注或是低血壓只佔了少數。當瘻管狹窄的程度越嚴重，血流阻力會導致管路內壓力上升並減少血流。當人工瘻管流量低於 600ml/min 時就有很大的機會容易產生栓塞，而自體瘻管則可維持到最低血流小於 300 ml/min，然而即使未發生栓塞，其功能也仍可能受影響。大約有 65-85% 的瘻管在栓塞後會導致透析管路永久無法使用⁴⁴。

彩色都卜勒超音波及脈衝超音波是最診斷不論是自體瘻管或是人工瘻管栓塞最準確的工具（敏感度約 100%），有一些直接或間接徵象可診斷栓塞的存在（圖三）。直接栓塞在靜脈裡看起來是有一固態回音性的塊狀物並無血流的顏色及血流的波型，且探頭按壓血管不易被壓扁且靜脈不太會隨著呼吸產生正常血流的變化。產生栓塞的間接徵象是靠近吻合處動脈原為低阻力波型轉變為高阻力的三相波 (triphasic waveform) 且尖峰收縮血流流速減少。彩色血流

都卜勒超音波可以幫助發現急性栓塞，因為在急性期，有時血塊看起來會是低回音或是無回音性的。而慢性長期的血塊則會變成高回音性且有鈣化出現，也比較容易偵測⁴⁰。

圖三、被栓塞阻塞的瘻管，瘻管內有高回音性斑塊，彩色血流都卜勒超音波顯示後方無血流。(A) 縱向掃描，(B) 橫向掃描。

血管瘤、偽血管瘤與血腫

反覆的穿刺透析管路會造成血管壁受傷後來形成真

性血管瘤、偽血管瘤或者是血腫。真性血管瘤為一梭狀或袋狀三層血管壁擴張，而血腫和偽血管瘤則是創傷後血液累積形成。血腫的形成是在血管外，與管腔並無連續性；而偽血管瘤，亦稱為假性血管瘤，則是血液累積在血管周圍。和血腫相比，偽血管瘤與血管管腔相連通，然而與真性血管瘤相比，假性血管瘤並未包含三層組成之血管壁，僅僅只有纖維組織和內皮細胞包圍在外層⁴⁵。



圖三、被栓塞阻塞的瘻管，瘻管內有高回音性斑塊，彩色血流都卜勒超音波顯示後方無血流。(A) 縱向掃描，(B) 橫向掃描。

使用彩色都卜勒超音波即可鑑別診斷真性血管瘤、偽血管瘤以及血腫。真性血管瘤會保有三層完整的血管壁，且其管徑大於 18mm 或者是管徑比其他成熟的流出靜脈管徑三倍以上^{40,46}。在彩色血流都卜勒超音波下為梭狀或袋狀靜脈擴張，並內有慢速循環血流，在

B-mode 下看起來會像是雲霧狀或是煙狀。是否需要治療不是依照血管瘤尺寸大小而是看臨床是否有症狀。

假性血管瘤的行程通常是因為穿刺後不當的按壓或是反覆穿刺同一部位，導致血管壁受傷，於人工廬管較為常見⁷。人工廬管的合成材質的退化是人工廬管獨有的併發症，與瀰漫或局部沿著人工廬管管壁的假性血管瘤有關。流出靜脈狹窄因為增加靜脈壓，故會導致假性血管瘤的產生或擴大⁴⁵。在假性血管瘤的超音波影像中，通常可在靜脈旁看到一有莖狀連通的袋狀擴張影

像，內部漩渦狀血流在彩色超音波下看起來就像太極圖案（陰 - 陽），形成原因是由於血液透過裂口形成的連通到進入腔體後又回流到循環，因而形成漩渦狀血流，而在彩色超音波圖中呈現顯著的紅藍漩渦。至於血腫，在超音波下則呈現異質的積液，並有一些碎片狀的纖維組織包圍在低回音的病灶旁邊。血腫的邊界常不清晰，其低回音的積液可能會延伸進入肌肉層或是擴散到皮下組織。

假性血管瘤相較於真性血管瘤有較高破裂的風險，也比真性血管瘤更需要治療，所以需要謹慎的監測觀察。若出現持續擴大的血管瘤、覆蓋在血管瘤表面的皮膚變薄且發亮或是有色素沉澱，以及穿刺處持續出血，其破裂的風險很高，需要盡快處理並做手術或是血管腔內血管修復治療⁷。

結論

透析管路為血液透析患

者的生命線，自體動靜脈廬管仍為多數人接受血液透析最常見的選擇。相較於其他透析管路，期可維持較久的時間以及較少的合併症，穩定的透析管路可確保患者的生活品質與存活率。因此，透析室與血管通路建置與維持之相關醫護人員，可利用超音波對術前術後的血管進行詳細評估，提高廬管成熟比例與及早辨識出廬管異常，及早介入治療，使管路可提供足量透析，以此提高廬管和患者的存活率。

關鍵字

都卜勒超音波、動靜脈廬管、術前血管定位、血管通路血流量測量、術後廬管監測

Doppler ultrasound (DUS), Arteriovenous fistula (AVF), Preoperative vascular mapping, Access flow volume measurement, Postoperative AVF surveillance

References :

1. United States Renal Data System. 2024 USRDS Annual Data Report: Epidemiology of kidney disease in the United States.
2. Pecoits-Filho R, Okpechi IG, Donner J-A, Harris DCH, Aljubori HM, Bello AK, Bellorin-Font E, Caskey FJ, Collins A, Cueto-Manzano AM, Feehally J, Goh BL, Jager KJ, Nangaku M, Rahman M, Sahay M, Saleh A, Sola L, Turan Kazancioglu R, Walker RC, Walker R, Yao Q, Yu X, Zhao M-H and Johnson DW. Capturing and monitoring global differences in untreated and treated end-stage kidney disease, kidney replacement therapy modality, and outcomes. *Kidney International Supplements*. 2020;10:e3-e9.
3. Lacson E, Jr., Wang W, Hakim RM, Teng M and Lazarus JM. Associates of mortality and hospitalization in hemodialysis: potentially actionable laboratory variables and vascular access. *Am J Kidney Dis*. 2009;53:79-90.
4. Onoue A and Akiyama T. Vascular access management of hemodialysis patients at the bedside

- using point-of-care ultrasound. *J Med Ultrason* (2001). 2022;49:619-627.
5. Hemodialysis Adequacy Work G. Clinical practice guidelines for hemodialysis adequacy, update 2006. *Am J Kidney Dis*. 2006;48 Suppl 1:S2-90.
 6. Pichot O, Diard A, Bosc JY, Abbadie F, Franco G, Mahe G, Sadaghianloo N, Investigators AVAN, Societe Francaise de Medecine V and the Societe Francophone de l'Abord V. Standardized Methodology for Duplex Ultrasound Examination of Arteriovenous Access for Hemodialysis: A Proposal of the French Society of Vascular Medicine and the French-Speaking Society of Vascular Access. *Ultrasound Med Biol*. 2023;49:2213-2220.
 7. Lok CE, Huber TS, Lee T, Shenoy S, Yevzlin AS, Abreo K, Allon M, Asif A, Astor BC, Glickman MH, Graham J, Moist LM, Rajan DK, Roberts C, Vachharajani TJ and Valentini RP. KDOQI Clinical Practice Guideline for Vascular Access: 2019 Update. *American Journal of Kidney Diseases*. 2020;75:S1-S164.
 8. American College of R, Society of Radiologists in U and American Institute of Ultrasound in M. AIUM practice guideline for the performance of a vascular ultrasound examination for postoperative assessment of dialysis access. *J Ultrasound Med*. 2014;33:1321-32.
 9. Itoga NK, Ullery BW, Tran K, Lee GK, Aalami OO, Bech FR and Zhou W. Use of a proactive duplex ultrasound protocol for hemodialysis access. *J Vasc Surg*. 2016;64:1042-1049 e1.
 10. Fedorova E, Zhang GQ, Shireman PK, Woo K and Hicks CW. Association of preoperative vein mapping with hemodialysis access characteristics and outcomes in the Vascular Quality Initiative. *J Vasc Surg*. 2022;75:1395-1402 e5.
 11. Rabindranath KS, Kumar E, Shail R and Vaux EC. Ultrasound use for the placement of haemodialysis catheters. *Cochrane Database Syst Rev*. 2011:CD005279.
 12. Wiese P and Nonnast-Daniel B. Colour Doppler ultrasound in dialysis access. *Nephrol Dial Transplant*. 2004;19:1956-63.
 13. Malovrh M. The role of sonography in the planning of arteriovenous fistulas for hemodialysis. *Semin Dial*. 2003;16:299-303.
 14. Teodorescu V, Gustavson S and Schanzer H. Duplex ultrasound evaluation of hemodialysis access: a detailed protocol. *Int J Nephrol*. 2012;2012:508956.
 15. Sharbidre KG, Alexander LF, Varma RK, Al-Balas AA, Sella DM, Caserta MP, Clingan MJ, Zahid M, Aziz MU and Robbin ML. Hemodialysis Access: US for Preprocedural Mapping and Evaluation of Maturity and Access Dysfunction. *Radiographics*. 2024;44:e230053.
 16. Hoyt K, Hester FA, Bell RL, Lockhart ME and Robbin ML. Accuracy of volumetric flow rate measurements: an in vitro study using modern ultrasound scanners. *J Ultrasound Med*. 2009;28:1511-8.
 17. Ferring M, Henderson J, Wilmink A and Smith S. Vascular ultrasound for the pre-operative evaluation prior to arteriovenous fistula formation for haemodialysis: review of the evidence. *Nephrol Dial Transplant*. 2008;23:1809-15.
 18. Malovrh M. Native arteriovenous fistula: preoperative evaluation. *Am J Kidney Dis*. 2002;39:1218-25.
 19. Schmidli J, Widmer MK, Basile C, de Donato G, Gallieni M, Gibbons CP, Haage P, Hamilton G, Hedin U, Kamper L, Lazarides MK, Lindsey B, Mestres G, Pegoraro M, Roy J, Setacci C, Shemesh D, Tordoir JHM, van Loon M, Esvs Guidelines C, Kolh P, de Borst GJ, Chakfe N, Debus S, Hinchliffe R, Kakkos S, Koncar I, Lindholt J, Naylor R, Vega de Ceniga M, Vermassen F, Verzini F, Esvs Guidelines

- R, Mohaupt M, Ricco JB and Roca-Tey R. Editor's Choice - Vascular Access: 2018 Clinical Practice Guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2018;55:757-818.
20. Daltroff G, Bichet J, Febvey L, Lamit J, Gervais D and Rossier S. [Cerebral artery ischemia and neonatal convulsions]. *Ann Pediatr (Paris).* 1991;38:607-9.
21. Ferring M, Claridge M, Smith SA and Wilmink T. Routine preoperative vascular ultrasound improves patency and use of arteriovenous fistulas for hemodialysis: a randomized trial. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2010;5:2236-44.
22. Mihmanli I, Besirli K, Kurugoglu S, Atakir K, Haider S, Ogut G, Numan F, Canturk E and Sayin AG. Cephalic vein and hemodialysis fistula: surgeon's observation versus color Doppler ultrasonographic findings. *J Ultrasound Med.* 2001;20:217-22.
23. Georgiadis GS, Charalampidis DG, Argyriou C, Georgakarakos EI and Lazarides MK. The Necessity for Routine Pre-operative Ultrasound Mapping Before Arteriovenous Fistula Creation: A Meta-analysis. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2015;49:600-5.
24. Davidson I, Chan D, Dolmatch B, Hasan M, Nichols D, Saxena R, Shenoy S, Vazquez M and Gallieni M. Duplex ultrasound evaluation for dialysis access selection and maintenance: a practical guide. *J Vasc Access.* 2008;9:1-9.
25. Malovrh M. Non-invasive evaluation of vessels by duplex sonography prior to construction of arteriovenous fistulas for haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant.* 1998;13:125-9.
26. Parmar J, Aslam M and Standfield N. Pre-operative radial arterial diameter predicts early failure of arteriovenous fistula (AVF) for haemodialysis. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2007;33:113-5.
27. Silva MB, Jr., Hobson RW, 2nd, Pappas PJ, Jamil Z, Araki CT, Goldberg MC, Gwertzman G and Padberg FT, Jr. A strategy for increasing use of autogenous hemodialysis access procedures: impact of preoperative noninvasive evaluation. *J Vasc Surg.* 1998;27:302-7; discussion 307-8.
28. Lemson MS, Leunissen KM and Tordoir JH. Does pre-operative duplex examination improve patency rates of Brescia-Cimino fistulas? *Nephrol Dial Transplant.* 1998;13:1360-1.
29. Brown PW. Preoperative radiological assessment for vascular access. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2006;31:64-9.
30. Mendes RR, Farber MA, Marston WA, Dinwiddie LC, Keagy BA and Burnham SJ. Prediction of wrist arteriovenous fistula maturation with preoperative vein mapping with ultrasonography. *J Vasc Surg.* 2002;36:460-3.
31. Dember LM, Beck GJ, Allon M, Delmez JA, Dixon BS, Greenberg A, Himmelfarb J, Vazquez MA, Gassman JJ, Greene T, Radeva MK, Braden GL, Ikizler TA, Rocco MV, Davidson IJ, Kaufman JS, Meyers CM, Kusek JW, Feldman HI and Dialysis Access Consortium Study G. Effect of clopidogrel on early failure of arteriovenous fistulas for hemodialysis: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2008;299:2164-71.
32. Zamboli P, Calabria M, Camocardi A, Fiorini F, D'Amelio A, Lo Dico C and Granata A. [Color-Doppler imaging and arteriovenous fistula: preoperative evaluation and surveillance]. *G Ital Nefrol.* 2012;29 Suppl 57:S36-46.
33. Lomonte C, Casucci F, Antonelli M, Giammaria B, Losurdo N, Marchio G and Basile C. Is there a place for duplex screening of the brachial artery in the maturation of arteriovenous fistulas? *Semin Dial.* 2005;18:243-6.
34. Gjorgjievski N, Dzekova-Vidimliski P, Cibrev D, Rambabova-Bushljetik I, Dejanov P, Selim G,

Stojanoska Severova A, Trajceska L, Gjorgievska J, Karanfilovski V, Spasovski G and Nikolov IG. The blood flow rate on the first day after arteriovenous fistula creation is a predictor of successful fistula maturation. *Ther Apher Dial.* 2023;27:530-539.

35. Hakim AJ, Brooke BS, Beckstrom JL, Sarfati MR and Kraiss LW. Predicting Dialysis Fistula Maturation Using the 'Rule of 6's'; Not All are Created Equal. *Journal of Vascular Surgery.* 2021;74:e411-e412.

36. Tsai HM. Shear stress and von Willebrand factor in health and disease. *Semin Thromb Hemost.* 2003;29:479-88.

37. Maldonado-Carceles AB, Garcia-Medina J and Torres-Cantero AM. Performance of physical examination versus ultrasonography to detect stenosis in haemodialysis arteriovenous fistula. *J Vasc Access.* 2017;18:30-34.

38. Castro A, Moreira C, Almeida P, de Matos N, Loureiro L, Teixeira G, Rego D, Teixeira S, Pinheiro J, Carvalho T, Fonseca I and Queiros J. The Role of Doppler Ultrasonography in Significant and Borderline Stenosis Definition. *Blood Purif.* 2018;46:94-102.

39. Vachharajani TJ. Diagnosis of arteriovenous fistula dysfunction. *Semin Dial.* 2012;25:445-50.

40. Meola M, Marciello A, Di Salle G and Petrucci I. Ultrasound evaluation of access complications: Thrombosis, aneurysms, pseudoaneurysms and infections. *The Journal of Vascular Access.* 2021;22:71-83.

41. Fahrtash F, Kairaitis L, Gruenewald S, Spicer T, Sidrak H, Fletcher J, Allen R and Swinnen J. Defining a significant stenosis in an autologous radio-cephalic arteriovenous fistula for hemodialysis. *Semin Dial.* 2011;24:231-8.

42. Malik J, Slavikova M, Svobodova J and Tuka V. Regular ultrasonographic screening significantly prolongs patency of PTFE grafts. *Kidney Int.* 2005;67:1554-8.

43. Ishii T, Suzuki Y, Nakayama T, Ohmori M, Masai S, Sasagawa N and Ohyama K. Duplex ultrasound for the prediction of vascular events associated with arteriovenous fistulas in hemodialysis patients. *J Vasc Access.* 2016;17:499-505.

44. Quencer KB and Oklu R. Hemodialysis access thrombosis. *Cardiovasc Diagn Ther.* 2017;7:S299-S308.

45. Padberg FT, Jr., Calligaro KD and Sidawy AN. Complications of arteriovenous hemodialysis access: recognition and management. *J Vasc Surg.* 2008;48:55S-80S.

46. Balaz P and Bjorck M. True aneurysm in autologous hemodialysis fistulae: definitions, classification and indications for treatment. *J Vasc Access.* 2015;16:446-53.