

# 原著 パワードプラー法による頸部リンパ節の良悪性の鑑別

杓掛 康道

浜松医科大学 放射線医学教室

## Differentiation of Benign from Malignant Cervical Lymphadenopathy with Power Doppler Sonography

Yasumichi Kutsukake

Department of Radiology, Hamamatsu University School of Medicine

### Summary

187 cervical lymph nodes of 59 cases were retrospectively evaluated by power Doppler sonography (PD), in order to differentiate benign from malignant lymphadenopathy. The intranodal vascular patterns were classified into seven self-defined criteria: type I (avascular), type II (a single dot or line), type III a (multiple dots or lines in an even distribution), type III b (multiple dots or lines in an uneven distribution), type IV a (an evenly radiating lines or a line with branches), type IV b (an unevenly radiating lines or a line with irregular branches) and type V (multiple peripheral dots or lines). The type I, II, III a and IV a were related to reactive and acute lymphadenopathy and IV b and V were related to malignant. Type III b intranodal vascular patterns were observed in both benign and malignant adenopathy. According to this criterion, the sensitivity, specificity and accuracy were 92%, 82% and 84%, respectively. In comparison to conventional sonography, the evaluation by PD demonstrated superior accuracy in diagnosis for all types of cervical lymph nodes. The author recommends using the PD as an adjunct to conventional sonography whenever there are diagnostic uncertainty with conventional sonography alone.

### はじめに

頭頸部の悪性疾患における頸部表在リンパ節転移の有無は臨床病期や治療法の決定に重要である。従来は触診<sup>(1)</sup>に大きく依存していたが、偽陰性が30%に及ぶとの報告<sup>(2)</sup>もあり、CT・MRI或いは超音波検査等の画像診断が重要になってきた。なかでも超音波検査は簡便で、高周波探触子の普及により、リンパ節の構造が詳細に観察できるようになった結果、大きさ、縦横比、内部エコー、辺縁性状等がリンパ節の良悪性の鑑別に有用との報告<sup>(2-9)</sup>が多数見られるようになった。1992年にSwischuk等<sup>(10)</sup>によって急性炎症性及び悪性リンパ節の豊富な節内血流がカラードプラー法(以下CD)で描出されること及びその将来性が

報告されて以来、頸部リンパ節の内部血流をCDで評価し、良悪性の鑑別に有効であるとの報告<sup>(7, 11-16)</sup>が多数見られるようになった。また、超音波による新しい血流評価法としてパワードプラー法(以下PD)も近年急速に普及してきた。これは、平均周波数の代わりにドプラー偏位の積分を画像表示するもので理論的にCDよりも低流速感度に優れ、折り返しがなく、角度依存性が少ないため、CDよりも頸部表在リンパ節の血流評価には優れていると考えられている。しかし、我々の調べた範囲では頸部リンパ節の血流をPDによって評価した報告は少ない<sup>(17)</sup>。

今回の研究の目的は頸部表在リンパ節の良悪性の鑑別におけるPDの有用性を検討することと、従来の

別刷請求先：〒431-3192 静岡県浜松市半田町3600 浜松医科大学放射線医学教室 杓掛康道

Tel : 053-435-2242 Fax : 053-435-2240

〒438-8550 静岡県磐田市大久保512-3 磐田市立総合病院 放射線科(現勤務先)

Tel : 0538-38-5000 Fax : 0538-38-5050

B-mode法では診断が困難であった小リンパ節におけるPDの役割を検討することにある。

**対象及び方法**

対象は1996年3月から1998年3月までの2年間に浜松医科大学付属病院放射線科にて頸部表在リンパ節の超音波検査を実施し、リンパ節の内部血流をPDによって評価した症例のうち、病理組織学的或いは臨床的に診断された59症例187節である。内訳は悪性リンパ節が22症例38節、炎症性リンパ節腫大が4症例15節、慢性反応性リンパ節が33症例134節である。全例に3周波切り替え可能な7.5MHzのリニアプローブ (Toshiba SSA-380A, Tokyo) を使用した。PDの検査条件は、繰り返し周波数を最小の4KHz、color gainをback ground noiseを生じない最大とし、リンパ節内部の血流が最も描出される画像を含む血流イメージを光磁気ディスクに保存した。血流パターンをタイプI (血流なし)、タイプII (一カ所に点・線状の血流信号)、タイプIII a (複数の点・線状の血流信号が均一に分布)、タイプIII b (複数の点・線状の血流信号が不均一に分布)、タイプIV a (放射状ないし分枝する血流信号が均一に分布)、タイプIV b (放射状ないし分枝血流信号が不均一に分布)、タイプV (辺縁部に複数の点または線) - の7型に分類し (Fig. 1)、その結果を病理組織診断及び臨床診断と比較した。また、B-mode法による従来の診断基準 (最長径、最長径/最短径比)、PDの血流パターンとリンパ節病変との関係と比較した。ここで、最長径はリンパ節の最大長軸径とし、最大短軸面で径の小さい方を最短径、大きい方を中間径と定義した。また、最短径による良悪性の診断が難しい小リンパ節において、PDの血流パターンによる良悪性の診断基準が有用かどうかを検討した。

**結果**

対象とした59症例、187節の内訳は反応性リンパ節が134節、悪性リンパ節が38節、急性炎症性リンパ節が15節であった (Table 1)。悪性リンパ節は反応性リ

ンパ節と比較し、最短径が有意 (P<.001) に大きく、最長径/最短径比 (以下L/T比) が有意 (P<.001) に小さかった。急性炎症性リンパ節の最短径は反応性リンパ節より有意 (P<.001) に大きかった。

PDによるリンパ節の血流信号は全187節中151節 (81%) に描出された (Table 2)。疾患別では悪性リンパ節の37/38節 (97%)、反応性リンパ節の98/134節 (73%)、急性炎症性リンパ節の15/15節 (100%) で認められた。血流信号の認められない37節中36節は反応性リンパ節であった。残り1節は最短径11mm、内部無エコーの変性した悪性リンパ節であった。リンパ節の血流パターンとリンパ節疾患との関係を Table 2 に示す。タイプI の36/37節 (97%)、タイプII の47/56節 (84%)、タイプIII a の全33節 (100%) が反応性リンパ節であった。タイプIV a の16節のうち悪性リンパ節は1節のみであった。リンパ節に血流を認めないか、点または線状の血流が一カ所に見られるか、血流信号がリンパ節内部に均一に分布する場合は殆どが反応性リンパ節であった。一方、リンパ節内部に複数の点または線状の血流信号が不均一に分布するタイプIII bは悪性リンパ節が21節と高率で、反応性、急性炎症性リンパ節が各々11節と7節であった。血流信号が不規則な放射状或いは節内で分枝が不均一に分布するタイプIV bは25節中17節が悪性リンパ節であった。また、リンパ節の辺縁部に複数の点または線状の血流が認められたタイプVは43節あり、そのうち30節 (70%) が悪性リンパ節であった。悪性リンパ節の38節中35節 (92%) でこれらのタイプIII b、IV bないしVの少なくとも一つ以上が認められた。従って、タイプIII b、IV bないしVのいずれかを認める場合を悪性リンパ節の血流パターン、他のタイプを良性の血流パターンとする診断基準を設定するとその感度、特異度、正確度はそれぞれ92%、82%、84%となった。一方、血流パターン分類の再現性を見るために診断結果を知らされていない同一の検者が1ヶ月の間隔をおいて血流のパターン分類を行った。いずれの血流パターンもκ値は0.93以上となり、再現性は極めて良好であった (Table 3)。

**Table 1**  
Number, size, L/T and diagnosis of 187 lymph nodes of 59 patients

diagnosis	cases (=15)	n=187	diameter (mm)			L / T*
			maximun	medium	minimum	
reactive lymphnode	33	134	15.3±4.5	10.5±3.2	5.9±2.0	2.9±1.3
malignant lymphnode	22	38	18.4±7.9	13.8±5.9	11.3±4.4	1.7±0.7
acute lymphadenitis	4	15	18.0±7.7	12.9±4.4	8.9±2.5	2.0±0.8

\*longitudinal / minimal short axis diameter

**Table 2**  
**Intranodal Vascular Patterns of Power Doppler Sonography**

Vascular reactive pattern	malignant n=134	acute lymphadenitis n=38	total n=187
type I	36	1	37
type II	47	8	56
type IIIa	33	0	33
type IIIb	11	21	39
type IVa	8	1	16
type IVb	4	17	25
type V	7	30	43

最短径、L/T比及び血流パターンと病理組織及び臨床診断との比較をTable 4に示す。最短径9mm以上を悪性リンパ節とする診断基準を設定すると感度は77%、特異度は86%、正確度は85%であった。これを詳細に検討すると最短径8mm以下の悪性リンパ節は計8節であった。このうち6節はPDによる血流パターンが悪性型であった。残り2節は血流パターンがタイプIIで、いずれも最短径3mm、L/T比2以上であった。しかし、同時に実施したパルスドプラーで明らかな拍動波形が認められた(Fig. 2)。一方、この大きさの反応性リンパ節は17節見られたが、10節はPD上血流信号がなく(Fig. 2)、5節はタイプIIの短線状信号を認めたが、悪性リンパ節と比較すると血流信号が微弱であった。リンパ節の大きさの割に異常な血流信号があるとの判断で吸引細胞診を行い、いずれも悪性細胞が証明された。一方、最短径9mm以上の

反応性リンパ節は14節あったが、そのうち10節は血流パターンが良性型であった。最短径が9mm以上の悪性リンパ節は29/30節でいずれも悪性の血流パターンを呈していた。自験例では最短径8mm以下を良性リンパ節と定義した場合、PDによる血流診断に加えてリンパ節内部の血流強度を考慮することで偽陰性が消失した。

また、L/T比2以上を悪性リンパ節とする診断基準を設定すると感度、特異度、正確度は各々71%、76%、75%であったが、同様に血流パターンを加味すると各々76%、87%、80%に上昇した。

一方、特徴的な形態で良悪性の鑑別に有用と思われる血流パターンが少なくとも2型認められた。一つはリンパ節の中央を長い線状信号が走行するパターン(Fig. 3)で、反応性リンパ節の11節、急性炎症性リンパ節の3節に見られた。もう一つはリンパ節の側

**Table 3**  
**Reproducibility of vascular pattern classification**

	type I	type II	type IIIa	type IIIb	type IVa	type IVb	type V
kappa value	0.98	0.95	0.93	0.98	0.99	0.99	0.98

**Table 4**  
**Accuracy of different size criteria, L/T and Vascular Pattern of Power Doppler Sonography**

size(mm)*	sensitivity	specificity	accuracy	npv**	ppv***
7 $\geq$	91	59	65	97	35
8 $\geq$	86	76	78	96	46
9 $\geq$	77	86	85	94	57
10 $\geq$	63	92	86	91	65
L/T	71	76	75	92	49
Vascular pattern	92	82	84	98	57

\*minimum short axis diameter

\*\*npv: negative predictive value

\*\*\*ppv: positive predictive value

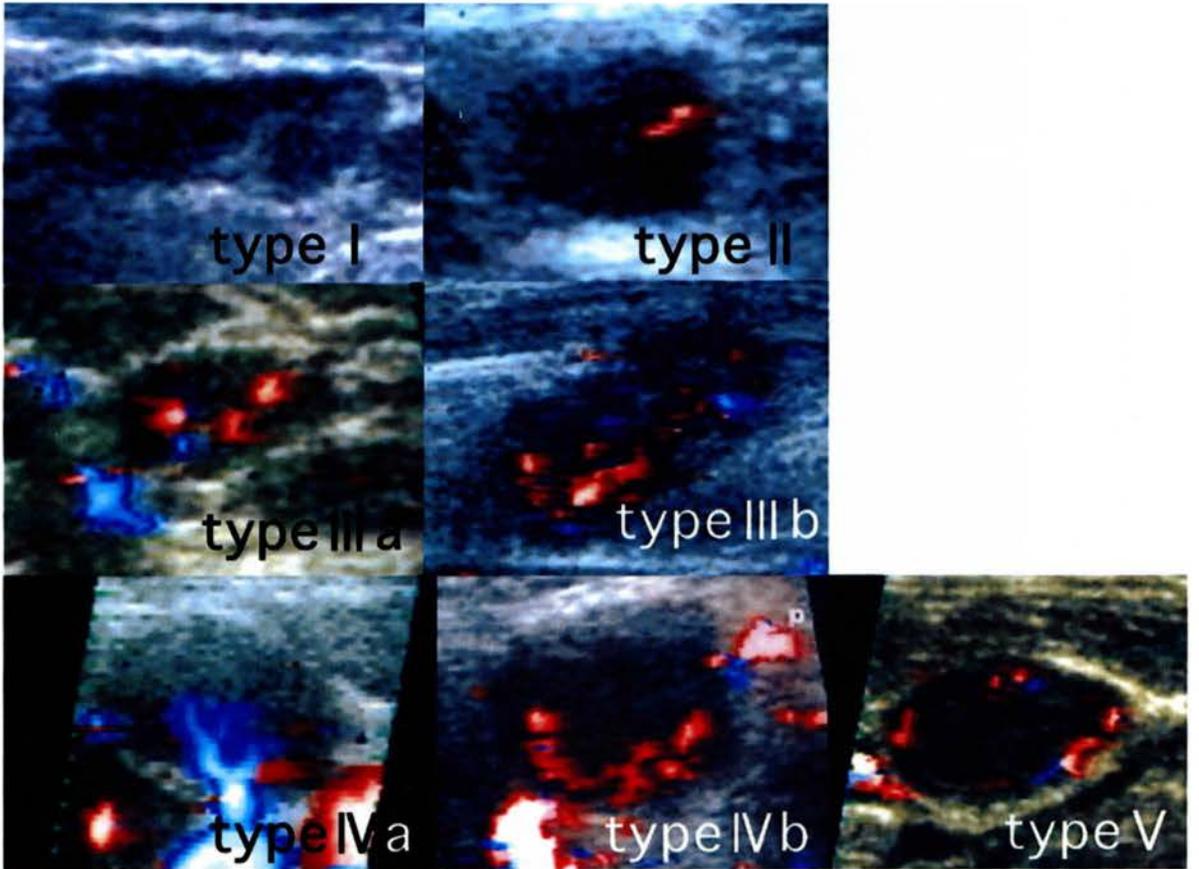


Fig. 1

Examples of each Vascular Pattern of Power Doppler Sonography

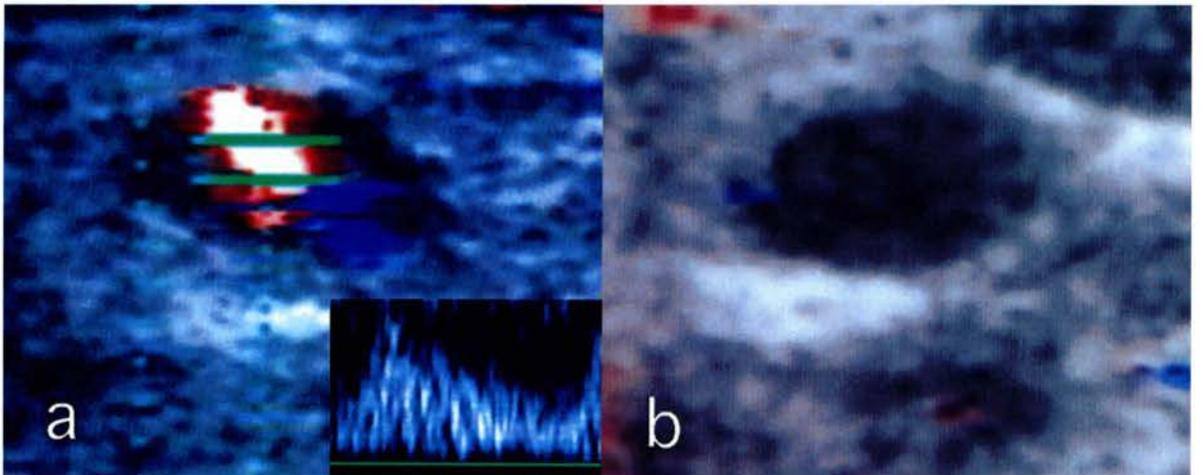
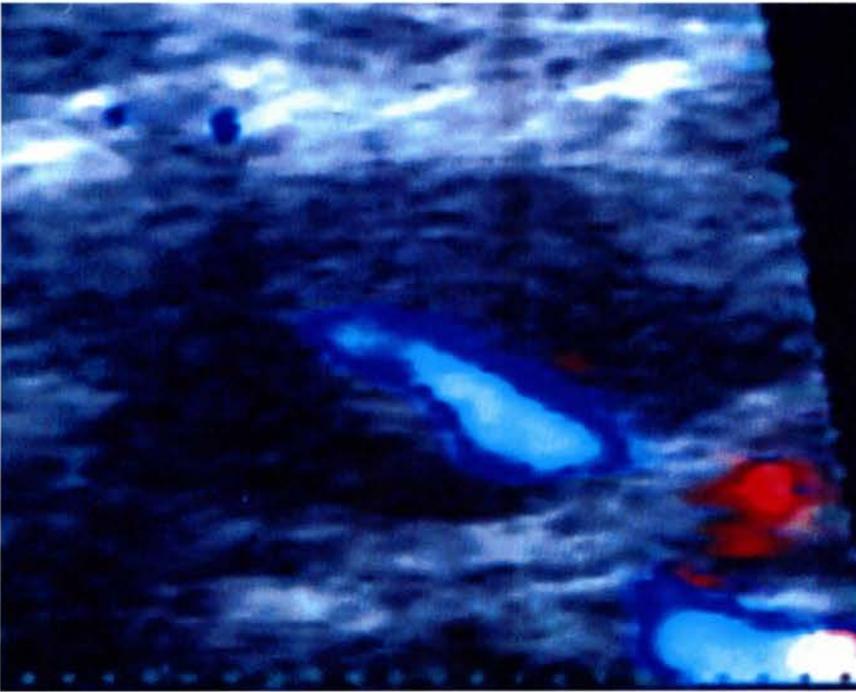


Fig. 2

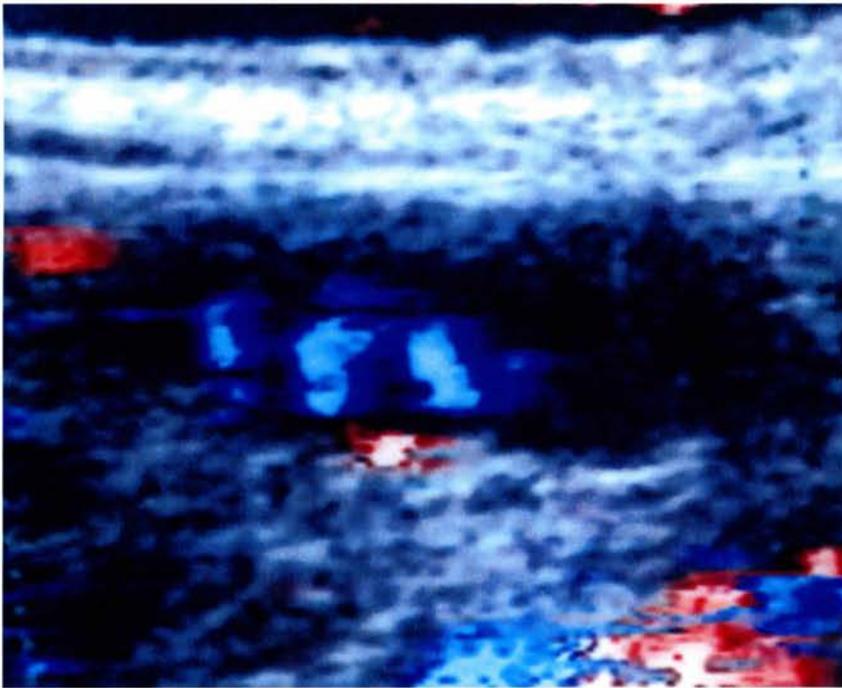
Fig 2a shows a submandibular lymph node (6×3×6mm) in a 75year old man with a laryngeal cancer. Power Doppler sonography shows an apparent linear vessel (type II) with a pulsatile waveform. Following fine needle aspiration biopsy demonstrates class 4.

Fig 2b shows a reactive infra-auricular parotid lymph node (6×3×6mm) in a 61year old man with a laryngeal cancer. No intranodal vascular signal is present.



**Fig 3.**

A reactive lymph node ( $16 \times 10 \times 12\text{mm}$ ) in an upper jugular region in a 57-year old woman with a laryngeal cancer. Power Doppler sonography shows a long linear vessel running across the center of the lymph node.



**Fig 4.**

Several short vessels are seen at the one side of a supraclavicular lymph node ( $17 \times 7 \times 17\text{mm}$ ) in a 52-year old woman with a lung cancer. Class 2 is demonstrated by FNA.

に数本の線状の血流信号が規則的に分布するパターン(**Fig. 4**)で、全9節が反応性リンパ節であった。これらは悪性リンパ節では1例も見られなかった。

## 考 察

7.5 MHz以上の高周波探触子を使用した超音波検査は簡便かつ優れた頸部表在リンパ節の評価法であり、触知不能或いはCTでは見えないリンパ節まで同定可能である<sup>(18)</sup>。最近では13MHzの超高周波探触子の有用性に関する報告も見られる<sup>(2)</sup>。また、他の画像診断と異なり、リンパ節の大きさ、内部構造や辺縁性状が多方向から容易に観察可能で、観察されたリンパ節の最短径<sup>(8)(9)(18)(19)(20)</sup>、L/T<sup>(2)(8)(9)(15)</sup>、辺縁性状<sup>(9)(20)</sup>及び内部エコー<sup>(6)(8)(9)(19)(20)</sup>或いはlinear echogenic hilusやechoic central hilum等と呼ばれるリンパ門ないしリンパ節中心部の線状高エコー<sup>(2)(3)(4)(5)(6)(9)</sup>等が良悪性の鑑別に有用とされている。実際の超音波検査ではリンパ節の大きさにより良悪性の鑑別がなされることが多く、Sasaki等<sup>(8)</sup>は内深頸領域で9mm以上、その他は7mm以上で正診率が向上することを報告し、Brekel等<sup>(19)</sup>は顎二腹筋領域で最短径11mm以上、その他で10mm以上が良悪性の鑑別に有用であると報告している。報告により値がさまざまであるのが現状で、大きさによる評価は難しいとの報告<sup>(18)(20)</sup>や超音波検査のみでは良悪性の鑑別は不十分で超音波観察下の細径針生検との共用でのみ有用であるとの報告<sup>(2)(3)</sup>もある。今回、自験例では最短径7mm以上を悪性とする診断基準では感度が91%となったが、特異度は59%と低く、9mm以上でそれぞれ77%、86%と最も良好な結果が得られた(**Table 4**)が、偽陰性が高率であった。一方、L/T比に関する報告もさまざまであり、L/T比2以上では86%のリンパ節が正常であった<sup>(2)</sup>との報告もあれば、有効ではない<sup>(9)</sup>とする報告も見られた。自験例ではL/T比2未満で、球形に近いほど悪性リンパ節の傾向が強かったが、この診断基準による感度、特異度、正確度は71%、76%、75%にとどまった。しかし、高分解能超音波検査の普及によって小さなリンパ節は日常的に遭遇されるため、良悪性の鑑別はますます重要となっている。自験例でも観察された最小リンパ節は3×4×5mmであった。1立方mmの腫瘍は1億個の腫瘍細胞からなる<sup>(21)</sup>と言われており、2mm径の転移リンパ節の報告<sup>(20)</sup>もある。腫瘍細胞の浸潤がないか、明らかな急性リンパ節炎の症状

がなくてもリンパ節は腫大する<sup>(20)</sup>と言われており、このレベルでの診断率の向上が待たれるが、形態のみによる診断ではやはり限界に近づいていると思われる。

超音波による頸部表在リンパ節の良悪性の鑑別に関する新たなアプローチとして、ドプラー法が注目されている。CDを用いた検討でChang等<sup>(15)</sup>は良性リンパ節の38%、悪性リンパ節の91%に、Tschemmler等<sup>(16)</sup>は全リンパ節の89%に、また、Steinkamp等<sup>(12)</sup>は82%にリンパ節の内部血流が観察可能であったと報告している。PDを用いた自験例では全リンパ節の81%に血流信号を認め、悪性リンパ節では97%、急性炎症性リンパ節で100%、反応性リンパ節では73%であった。これは、これまでのCDによる報告とほぼ同等であり、頸部表在リンパ節の血流はPDによって十分に描出可能であると考えられる。特に、病的リンパ節におけるPDの血流描出率は十分高いと考えられる。なお、PDの100%、CDの76%にリンパ節内血流を認め、PDが優れていたとの報告<sup>(17)</sup>もあるが、自験例で血流が描出されないリンパ節は殆どが反応性リンパ節であり、Bruneton等も反応性リンパ節にはCDで血流を認めなかったと報告している。

超音波ドプラー法で血流信号が描出されるためには十分な血管径、血流速度及び血球が必要であり、角度依存性の小さいPDでも細小血管の低流速感度はやはり角度に影響される<sup>(22)</sup>。従って、血管造影と異なり、リンパ節内の血管構築全てが描出されるわけではない。また、血管造影ほどの分解能はなく、tumor encasementの描出も難しいと考えられる。そこで今回は自験例を**Table 2**に示すパターンに分類してその診断的意義を検討した。リンパ節内部に血流が同定されないタイプIは97%が反応性リンパ節であった。リンパ節の1カ所に点ないし線状の血流が見られたタイプIIも84%が反応性リンパ節であった。反応性リンパ節に見られるタイプIIの線状血流はリンパ門を出入りする主血管で、従来のリンパ門及び中央部の線状高エコーに対応すると考えられるが、病的な血流増加がない状態ではPDでも主血管の血流が同定されないか部分的にしか同定されないものと考えられた。血流量の増加するタイプの悪性リンパ節や急性リンパ節炎では主血管に以外にその分枝や末梢血管が描出されて、タイプIII及びIVが多くなる(**Table 2**)と考えられる。しかし、この場合もリンパ節内部の血管径、流速、血球量、探触子との角度或いは心拍出の影響を受け

る。また、悪性腫瘍のangiogenesisは不完全であり、腫瘍浸潤による正常血管の偏位や内腔径の変化の影響もあると推測される。その結果、血管造影と異なりPDの感度或いは断層面という条件に制約されてリンパ節内部の血管は連続的に描出するとは限らないし、断続的に描出されると考えられる。リンパ節内に複数の血流をみるタイプⅢと比較的連続性ある血流信号を認めるタイプⅣの差もPDの感度の影響であり、リンパ節内部の血管構築の差を反映している可能性は低いと思われる。腫瘍浸潤の有無は腫瘍細胞の不均一な占拠あるいは腫瘍血管の不整さがPD上では血流信号の不規則あるいは不均一性に反映されると考えられる。実際、タイプⅢは72節あったが、タイプⅢaの33節は全てが反応性リンパ節で、タイプⅢbは反応性リンパ節が11節、悪性リンパ節が21節、急性リンパ節が7節であった。同様にタイプⅣbも悪性リンパ節に高率に見られた。この結果は正常の血管構築<sup>23)</sup>が保たれている場合は反応性リンパ節の可能性が高いこと、血管偏位、断裂、不整など腫瘍性或いは炎症性の血管構築の変化がPDでも描出されることを示していると考えられる。タイプⅤはリンパ門以外から出入りする正常にはみられないneovascularity、リンパ節の辺縁部で生じた血管増生あるいは中央部が壊死したため辺縁に残る栄養血管と考えている。Steinkamp等<sup>12)</sup>は反応性リンパ節腫大でリンパ門部の血流が増加していたのに対し、悪性リンパ節では辺縁部に血流が増加していたと報告している。リンパ節の辺縁血流はNa等<sup>13)</sup>も悪性あるいは結核性リンパ節と関連する6つの異常血流の一つとしており、これらは自験例と同様の変化を捉えているものと思われる。タイプⅠ、Ⅱ、Ⅲa、Ⅳaを良性、タイプⅢb、Ⅳb或いはⅤを悪性とする鑑別診断基準を設定するとその感度は92%、特異度は82%、正確度は84%であった。これは最短径やL/T比等の診断基準と比べ高い正診率であった(Table 4)。これはTschammler等<sup>16)</sup>のCDによる感度96%、特異度77%との報告と比較しても十分な正確度であった。

これまでのドプラー法による血流診断は腫瘍の増大による正常血管の偏位、encasement或いはリンパ門以外での血管の出入り等を悪性型としている報告が多い<sup>16)</sup> <sup>12)</sup> <sup>13)</sup> <sup>15)</sup> <sup>17)</sup> <sup>24)</sup>。大きさが数mm以上になると悪性腫瘍はangiogenesis factorを分泌して新生血管を生ずる<sup>25)</sup> <sup>26)</sup>が、増大傾向の少ない悪性小リンパ節における初期の血流の変化に関するPDの有

用性に関する報告はない。しかし、Gadre等はリンパ節の辺縁部が特に細菌や腫瘍細胞をろ過する役割を有し、毛細血管の増生が生じ易いとしている。Don等<sup>20)</sup>は被膜外浸潤は悪性リンパ節の20%に見られ、そのうち30%はリンパ節径が10mm以下であったと報告している。従って、形態的变化が起きる前からリンパ節の内部血流に変化を生じている可能性があり、この変化が描出されれば、小リンパ節の良悪性の鑑別に関する新たな情報となると思われる。今回、自験例のうち最短径8mm以下のリンパ節についてPDの血流を検討した。この大きさの悪性リンパ節は8節であった。そのうち6節は血流パターンが悪性型であった。残り2節は良性型であったが、明瞭な拍動波が認められた。しかし、この大きさの反応性リンパ節には血流がないかあっても線ないし点状の弱い血流信号がほとんどであった。この2節は正常の血流状態ではないとの判断が容易であった。prospectiveに吸引細胞診を行い悪性細胞が証明された。今後症例を積み重ねる必要があるが、最短径に変化を生じないリンパ節、部分的にしか悪性細胞が存在しないリンパ節が形態的情報によって拾い上げられない現状<sup>20)</sup>を改善する新しい診断法となる可能性があると考えている。当施設では血流パターンによる評価と血流強度を考慮した診断基準従って小リンパ節に対して積極的に吸引細胞診を実施し、正診率の向上が得られている。

また、反応性リンパ節に見られる特徴的な血流形態(Fig. 3, 4)はリンパ節内の正常な血管構築を示していると考えられ、これらもPDによる良悪性の鑑別に重要な所見と考えられた。

## 結 論

超音波パワードプラー法による血流パターンを用いたリンパ節の良悪性の鑑別はこれまでの形態診断と比較して正確であり、カラードプラー法のそれと比較しても遜色なかった。また、パワードプラー法の血流による診断基準は小リンパ節においても有効であり、従来の形態診断法では良性とされる腫大のない悪性小リンパ節をふるい分ける新しい評価法となる可能性が示唆された。

## 参考文献

1. 日本頭頸部腫瘍学会編：臨床・病理 頭頸部癌取扱の規約、1991、金原出版、東京。
2. Jean-Noel Bruneton, Catherine Balu-Maestro, Pierre -Yves Marcy, et al. : Very high frequency(13MHz) ultrasonographic examination of the normal neck、 J Ultrasound Med. 13 ; 87-90、 1994
3. R. M. Evans, A. Ahuja and C. Metreweli: The linear echogenic hilus in cervical lymphadenopathy- A sign of benignity or malignancy?, clinical radiology 47 ; 262-264 、 1993
4. Leopoldo Rubaltelli, Enrico Proto, RobertoSalmaso, et al. Sonography of abnormal lymphnodes in vitro: correlation of sonographic and histologic findings. AJR 155 ; 1241-1244、 1990
5. Martin C. Majer, Clemens F. Hess, Gerhard Kelbel, et. al. : Small arteries in peripheral lymphnodes: A specific US sign of lymphomatous involvement、 Radiology 168 ; 241-243、 1988
6. Michiel W.M.van den Brekel, Jonas A. Castelijns, Herbert V. Stel, et. al. : Occult metastatic neck disease: detection with US and US-guided fine-needle aspiration cytology、 Radiology 180 ; 457-461、 1991
7. A.Tschammler, H.Wirkner, G.Ott, et al. : vascular patterns in reactive and malignant lymphadenopathy、 Eur. Radiol. 6 ; 473-480、 1996
8. Fumikazu Sakai, Kunihiro Kiyono, Shusuke Sone, et al. : Ultrasonic evaluation of cervical metastatic lymphadenopathy、 J Ultrasound Med. 7 ; 305-310、 1988 Yasuhiro Saitoh, Tomonori Yamada, Daihei Yoshikawa, et al. : Ultrasonographic evaluation of cervical lymph-node metastasis、 Jpn J Med Ultrasonics 22 ; 19-28、 1995
9. L. E. Swischuk, P. B. Desai, S.D. John. : Exuberant blood flow in enlarged lymph nodes: findings on color flow doppler、 Pediatric Radiology 22 ; 419-421、 1992
11. Von H. J. Steinkamp, M. Rausch, J. Meurer, et.al. : Farbkodierte Duplexsonographie in der Differential diagnostik zervikaler Lymphknotenvergrosserungen、 Fortscr. Roentgenstr. 161 ; 226-232、 1994
12. H.J.Steinkamp, J. Meurer, M.Cornehl, et.al. : Recurrent cervical lymphadenopathy:differential diagnosis with color-duplex sosnography、 Eur Arch Otorhinolaryngol 251 ; 404-409、 1994
13. Dong Gyu Na, Hyo Keun Lim, Hong Sik Byun, et.al. : Differential diagnosis of cervical lymphadenopathy: usefulness of color doppler sonography、 AJR 168 ; 1311-1316、 1997
14. Min Yun Choi, Jun Woo Lee, Kyung Jae Jang : Distinction between benign and malignant causes of cervical, axillary, and inguinal lymphadenopathy: value of doppler spectral waveform analysis、 AJR 165 ; 981-984、 1995
15. Dun-Bing Chang, Ang Yuan, Chong-Jen Yu, et al. : Differentiation of benign and malignant cervical lymphnodes with color doppler sonography、 AJR 162 ; 965-968、 1995
16. Alexander Tschammler, German Ott, Thomas Achang, et al. : lymphadenopathy: differentiation of benign from malignant disease-color doppler US assessment of intranodal angioarchitecture、 Radiology 208 ; 117-123、 . 1998
17. Francesco Giovagnorio, Rossella Caiazzo, Alessandra Avitto : Evaluation of vascular patterns of cervical lymphnodes with power doppler sonography、 J Clin Ultrasound、 25 ; 71-76、 1997
18. Paul C. Hajek, Erich Salomonowitz, Renate Turk, et. al. : Lymph nodes of the neck: evaluation with US、 Radiology 158 ; 739-742 、 1986
19. Michiel W. M. van den Brekel, Herbert V. Stel, Jonas A. Castelijns, et al. : Cervical

- lymph node metastasis: assessment of radiologic criteria, *Radiology* 177 ; 379-384, 1990
20. Debra M. Don, Yoshimi Anzai, Robert B. Lufkin, et. al. : Evaluation of cervical lymph node metastases in squamous cell carcinoma of the head and neck, *Laryngoscope* 105 ; 669-674, 1995
  21. Tannock IF. Principles of cell proliferation: cell kinetics. In: De Vita VT Jr, ed. Principles and practice of oncology, 2nd ed. Philadelphia: Lippincott, 3-13, 1988
  22. Hans Peter Weskott, et. al. : Amplitude doppler US : slow blood flow detection tested with a flow phantom, *Radiology* 202 ; 125-130, 1997
  23. Gadre A, Briner W, O'Leary M. : A scanning electron microscopic study of the human cervical lymph node, *Acta Otolaryngol* 114 ; 87-90, 1994
  24. Francesco Giovagnorio, Alessia Rusticali, Anna Lucia Araneo. : Color and pulsed doppler evaluation of benign and malignant adenopathy, *Clinical Imaging* 21 ; 163-169, 1997
  25. Folkman J, Merler E, Abernathy, et. al. : Isolation of a tumor factor responsible for angiogenesis, *J Exp Med* 33 ; 275-278, 1971.
  26. Schor A M, Schor S L. : Tumor angiogenesis, *J Pathol* 141 ; 385-413, 1983

ダウンロードされた論文は私的利用のみが許諾されています。公衆への再配布については下記をご覧ください。

### 複写をご希望の方へ

断層映像研究会は、本誌掲載著作物の複写に関する権利を一般社団法人学術著作権協会に委託しております。

本誌に掲載された著作物の複写をご希望の方は、(社)学術著作権協会より許諾を受けて下さい。但し、企業等法人による社内利用目的の複写については、当該企業等法人が社団法人日本複写権センター((社)学術著作権協会が社内利用目的複写に関する権利を再委託している団体)と包括複写許諾契約を締結している場合にあっては、その必要はございません(社外頒布目的の複写については、許諾が必要です)。

権利委託先 一般社団法人学術著作権協会  
〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル3F FAX:03-3475-5619 E-mail:info@jaacc.jp

複写以外の許諾(著作物の引用、転載、翻訳等)に関しては、(社)学術著作権協会に委託致しておりません。

直接、断層映像研究会へお問い合わせください

Reprographic Reproduction outside Japan

One of the following procedures is required to copy this work.

1. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has concluded a bilateral agreement with an RRO (Reproduction Rights Organisation), please apply for the license to the RRO.

Please visit the following URL for the countries and regions in which JAACC has concluded bilateral agreements.

<http://www.jaacc.org/>

2. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has no bilateral agreement, please apply for the license to JAACC.

For the license for citation, reprint, and/or translation, etc., please contact the right holder directly.

JAACC (Japan Academic Association for Copyright Clearance) is an official member RRO of the IFRRO (International Federation of Reproduction Rights Organisations).

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

Address 9-6-41 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan

E-mail info@jaacc.jp Fax: +81-33475-5619