

〔原 著〕

顎下腺領域の血流における超音波ドプラ検査法の検討
—カラードプラ法とパワードプラ法の比較—

大西 隆, 田中 力延, 佐野 友昭, 細川洋一郎, 金子 昌幸

北海道医療大学歯学部歯科放射線学講座

(主任: 金子 昌幸教授)

Evaluation of Doppler sonography of the blood
flow in the submandibular gland
—A comparison of power and color Doppler imaging—

Takashi OHNISHI, Likinobu TANAKA, Tomoaki SANNO,
Youichiro HOSOKAWA, and Masayuki KANEKO

Department of Dental Radiology, School of Dentistry,
Health Sciences University of Hokkaido

(Chief: Prof. Masayuki KANEKO)

Abstract

Purpose: This study evaluated the effectiveness of power Doppler ultrasonography by comparing power Doppler imaging to color Doppler imaging of the blood flow around the submandibular gland.

Methods: Ultrasonographic examinations were performed with a SSD-1700 (Aloka Co., Japan) equipped with a linear electronic scanner using a 7.5MHz probe. Twenty-five healthy volunteers with no history of submandibular gland diseases were examined ultrasonographically. In the facial artery, the submental artery, the lingual artery, the palatine ascending artery, the suprahyoid branch of the lingual artery and the branch of the external carotid artery around the submandibular gland, ultrasonographic images obtained with power Doppler and color Doppler were compared.

Results: The power Doppler was appeared more sensitive to demonstrate blood flow of the branch of the facial artery, the submental artery, the lingual artery, and the palatine ascending artery, which are inside and outside of the submandibular gland, but there was little difference

in the sensitivity to blood flow in the main arteries. It was difficult to demonstrate blood flow of the suprahyoid branch of the lingual artery and the branch of the external carotid artery.

Conclusion : The results showed that power Doppler imaging is more valuable to demonstrate blood flow around the submandibular gland.

Key words : submandibular gland, Doppler sonography, power Doppler imaging, color Doppler imaging

緒 言

超音波検査法は操作が容易で無侵襲的な検査法なので頭頸部領域に広く使用されている¹⁻⁸⁾, 唾液腺の診査においては, 唾液腺造影法, エックス線CT, MRIと共に有効で, 病巣の性状や脈管系をリアルタイムで描出できる⁹⁻¹⁴⁾. 顎下腺に分布する動脈は顔面動脈, オトガイ下動脈, 舌動脈, 上行口蓋動脈, 舌骨上枝からの各腺枝および外頸動脈からの直接枝であるが¹⁵⁾, 現在, この血管系における血流の画像検査法として, 臨床的に超音波ドプラ検査法が利用されている^{16,17)}.

超音波ドプラ検査法には従来の超音波カラードプラ法(速度表示法)とパワードプラ表示法がある. 速度表示法は, ドプラ偏移周波数の平均値を基に血流速度に応じて画像形成するもので, 超音波検査装置における補助的な方法として有効であると言われているが, 欠点として, 音量が大き過ぎたり, 閾値が低過ぎたりすると, 血流の信号がノイズによって抑制されることや, 角度依存性があること, そして, エリアジングを起こすことが挙げられている^{18,19)}.

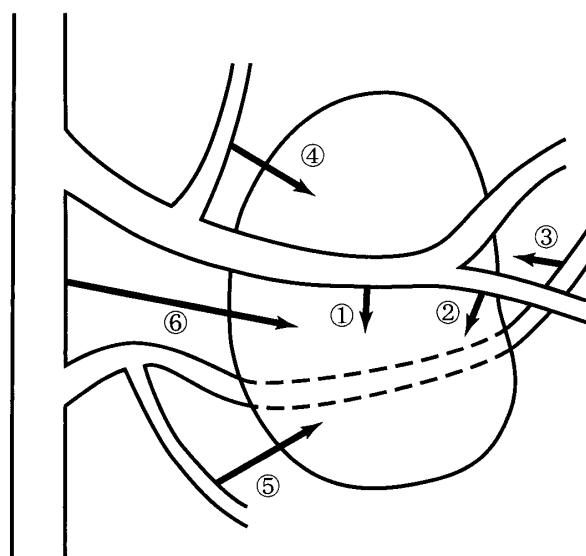
これらの欠点を克服する方法としてパワードプラ表示法と呼ばれる超音波ドプラ法が開発され臨床応用されている^{20,21)}. パワードプラ表示法はドプラ偏移周波数の平均値の代わりに, ドプラ信号強度の積算をカラー表示するものである. この方法は以前から心臓の診査で使用され, 主に狭窄や逆流の描出に適用されてきている¹⁹⁾. また, エリアジングを起こすことがなく低

血流状態に対してより高感度であるが, 腹部などの深部において超音波減衰による影響や動きによって画像が劣化する欠点も指摘されている²¹⁾.

頭頸部領域の血流を対象に超音波ドプラ検査はいくつか行われている^{22,23)}. しかしドプラ表示法の選択に関する情報は少ない. そこで, 顎下腺に分布する動脈における血流を対象にして, 従来の超音波カラードプラ法(速度表示法)とパワードプラ表示法を比較検討し, 適切な表示法を調べ, 同部位における超音波ドプラ検査による血流の描出状況を明らかにすることとした.

方 法

観察は唾液腺疾患の既往が無いボランティア



- | | |
|--------------|-------------|
| ① 顔面動脈の腺枝 | ④ 上行口蓋動脈の腺枝 |
| ② オトガイ下動脈の腺枝 | ⑤ 舌骨上枝の腺枝 |
| ③ 舌動脈の腺枝 | ⑥ 外頸動脈の直接枝 |

図1 観察対象の顎下腺に分布する各動脈

の顎下腺25例を対象とした。性別は男性19名、女性6名で、年齢は22～28歳、平均年齢24.2歳だった。原則的に全例右側の顎下腺領域を観察した。超音波ドプラ検査は顎下腺に分布する動脈の顔面動脈、オトガイ下動脈、舌動脈、上行口蓋動脈、舌骨上枝からの各腺枝および外頸動脈からの直接枝を対象にそれぞれ実施した(図1)。

超音波装置はSSD-1700(ALOKA社製)で、7.5MHz電子リニア走査探触子を使用して、速度表示方式で観察した後にパワードプラ表示に切り替えて検査を実施した。撮像条件はゲイン80dB、有効視野42mmで、動脈判定時の速度表示法の流速スケールは $\pm 15\text{cm/sec}$ 、パワードプラ表示は流速スケール換算で $\pm 10\text{cm/sec}$ だった。カラーゲインは共にアーチファクトが発生しない範囲で最大値になるように調節した。

顔面動脈、オトガイ下動脈、舌動脈、上行口蓋動脈、舌骨上枝自体の描出に関して、その本幹との分枝部の連続性の有無で判断し、連続性が識別できるかどうかを調べた。各動脈から顎下腺へ入っている腺枝および外頸動脈からの直接枝に関しては、これも分枝部の連続性の有無で判断した。

そして探触子の接触面の長軸を下顎骨下縁に平行に当て、同時に顎下腺腺体部の断面積が最大に表示された位置で、腺体内部で認められた動脈数を計測して速度表示法とパワードプラ表示法を比較した。

結 果

顔面動脈、オトガイ下動脈、舌動脈、上行口蓋動脈、舌骨上枝の上位の本幹との分枝部を速度表示法(以下VMとする)とパワードプラ表示法(以下PMとする)で撮像したものをそれぞれ示す(図2, 3, 4)。対象とした25例中分枝部が連続的に描出できたものは、顔面動脈でVM17例・PM17例、オトガイ下動脈でVM19

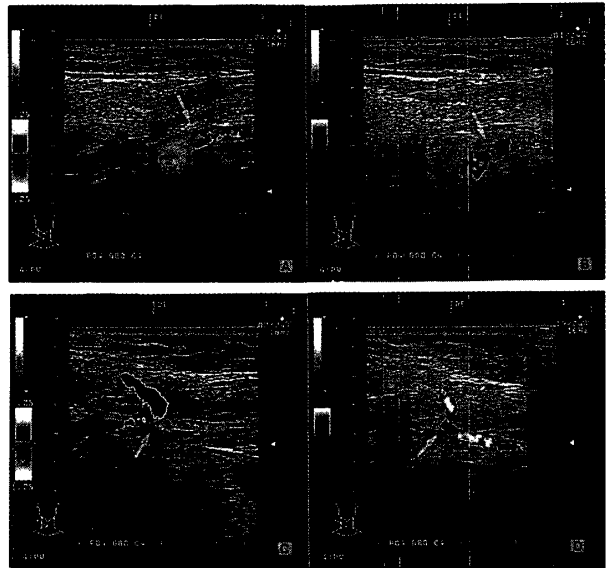


図2 顔面動脈、オトガイ下動脈の本幹との分枝部における速度表示法(VM)とパワードプラ表示法(PM)による超音波断層像
A: 外頸動脈—顔面動脈の分枝部(VM)
B: 外頸動脈—顔面動脈の分枝部(PM)
C: 顔面動脈—オトガイ下動脈の分枝部(VM)
D: 顔面動脈—オトガイ下動脈の分枝部(PM)

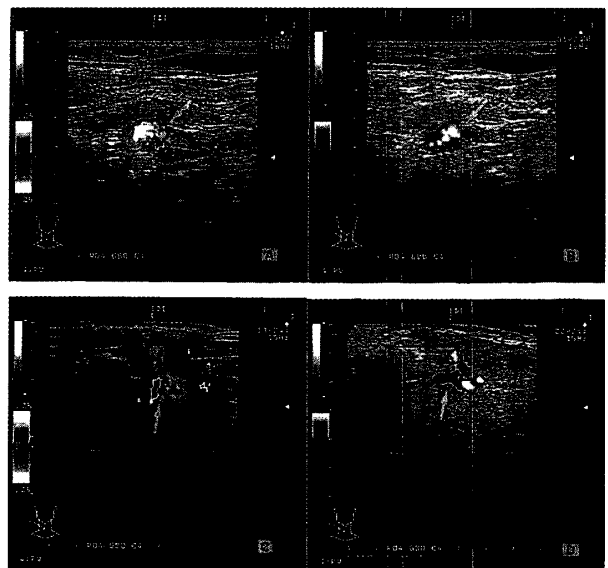


図3 舌動脈と上行口蓋動脈の本幹との分枝部における速度表示法(VM)とパワードプラ表示法(PM)の超音波断層像
A: 外頸動脈—舌動脈の分枝部(VM)
B: 外頸動脈—舌動脈の分枝部(PM)
C: 顔面動脈—上行口蓋動脈の分枝部(VM)
D: 顔面動脈—上行口蓋動脈の分枝部(PM)

例・PM20例、舌動脈でVM15例・PM16例、上行口蓋動脈でVM10例・PM11例、舌骨上枝でVM4例・PM4例、外頸動脈直接枝でVM1例・PM1例となり、分枝部の識別数にあまり差

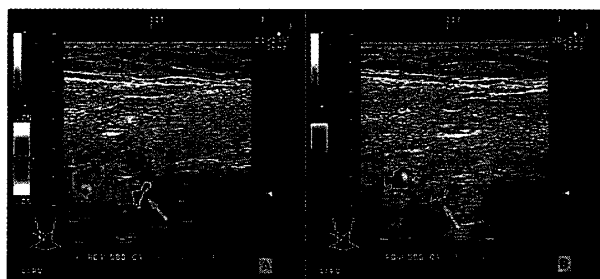


図4 舌骨上枝の本幹との分枝部における速度表示法 (VM)とパワードプラ表示法 (PM)の超音波断層像
A: 舌動脈-舌骨上枝の分枝部 (VM)
B: 舌動脈-舌骨上枝の分枝部 (PM)

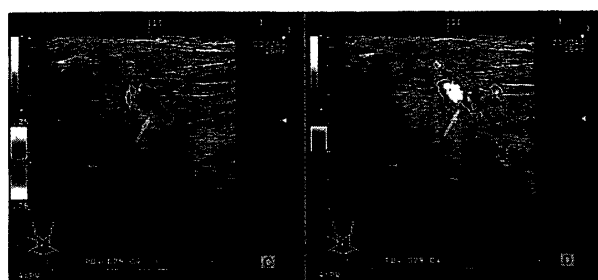
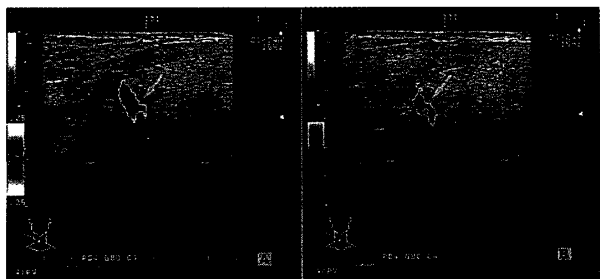


図5 顔面動脈とオトガイ下動脈の腺枝との分枝部における速度表示法 (VM)とパワードプラ表示法 (PM)による超音波断層像
A: 顔面動脈-腺枝の分枝部 (VM)
B: 顔面動脈-腺枝の分枝部 (PM)
C: オトガイ下動脈-腺枝の分枝部 (VM)
D: オトガイ下動脈-腺枝の分枝部 (PM)

表1 速度表示法とパワードプラ表示法による各動脈の本幹との分枝部の描出例数 (n=25)

	速度表示法	パワードプラ表示法
顔面動脈	17(68%)	17(68%)
オトガイ下動脈	19(76%)	20(80%)
舌動脈	15(60%)	16(64%)
上行口蓋動脈	10(40%)	11(44%)
舌骨上枝	4(16%)	4(16%)

はなかった (表1)。また、VMで分枝部を識別できてPMで識別できなかったものは無かった。

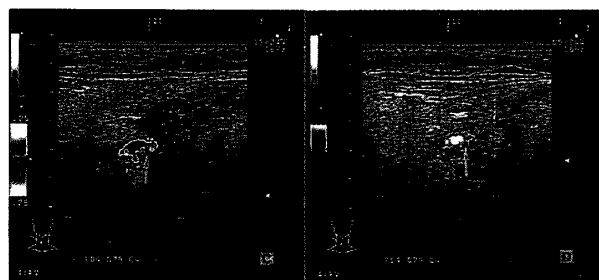
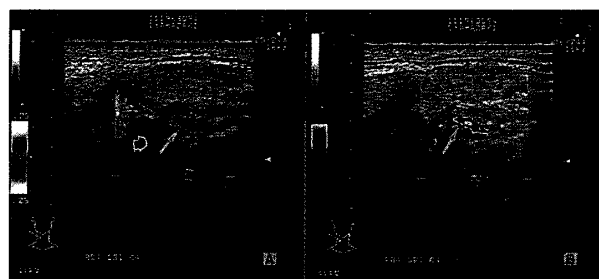


図6 舌動脈と上行口蓋動脈の腺枝との分枝部における速度表示法 (VM)とパワードプラ表示法 (PM)による超音波断層像
A: 舌動脈-腺枝の分枝部 (VM)
B: 舌動脈-腺枝の分枝部 (PM)
C: 上行口蓋動脈-腺枝の分枝部 (VM)
D: 上行口蓋動脈-腺枝の分枝部 (PM)

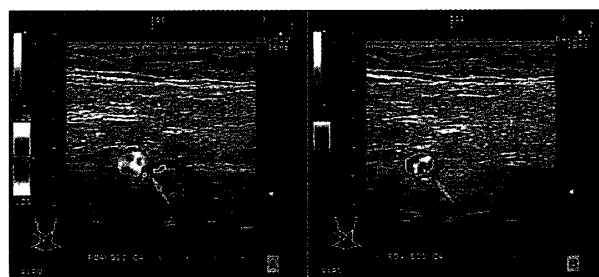


図7 外頸動脈直接枝の分枝部における速度表示法 (VM)とパワードプラ表示法 (PM)による超音波断層像
A: 外頸動脈-直接枝の分枝部 (VM)
B: 外頸動脈-直接枝の分枝部 (PM)

図5, 6, 7に各動脈と顎下腺への腺枝との分枝部を速度表示法とパワードプラ表示法で撮像した例を示す。対象とした25例では、顔面動脈でVM112例・PM17例、オトガイ下動脈でVM8例・PM14例、舌動脈でVM4例・PM9例、上行口蓋動脈でVM2例・PM5例で腺枝との連続性がそれぞれ確認できた。舌骨上枝では腺枝が確認できず、外頸動脈の直接枝はVM4例・PM9例で連続性が確認できた。全体では速度表示法と比較してパワードプラ表示法による分枝部の識別数が多くなっていた (表2)。また、

表2 速度表示法とパワードプラ表示法による各動脈と腺枝との分枝部の描出例数(n=25)

	速度表示法	パワードプラ表示法
顔面動脈の腺枝	12(48%)	17(68%)
オトガイ下動脈の腺枝	8(32%)	14(56%)
舌動脈の腺枝	4(16%)	9(36%)
上行口蓋動脈の腺枝	2(8%)	5(20%)
舌骨上枝の腺枝	0(0%)	0(0%)
外頸動脈の直接枝	1(4%)	1(4%)

VMで分枝部を識別できてPMで識別できなかったものは無く、走行も様々だった。

図8に下顎下縁に平行な超音波断層撮像を行った時の顎下腺腺体内に認められた動脈を示す。確認された動脈数では、VM>PMが2例、VM=PMが8例、VM<PMが15例で、平均描出数はVMで1.28、PMで1.96となり、速度表示法と比較してパワードプラ表示法で確認された動脈数の方が多くなっていた(表3)。

考 察

従来の超音波カラー Doppler 法(速度表示法)は Doppler 偏移周波数の平均値に基づき、生体内を流れる血液の速度における方向性の成分を計測している。そのため、音量が大き過ぎたり Doppler 表示の閾値が低過ぎたりすると、血流の信号がノイズで不明瞭になってしまう。そして、角度依存性があり、エリアジングを起こすなどの傾向がある^{18,19)}。

一方、パワードプラ表示法は Doppler 信号強度のスペクトルの積算に基づいていて、カラーの色調と輝度は Doppler 信号の強度を表し、Doppler 偏移を生じる赤血球の数と関係している。エリアジングを起こすことがなく低血流状態に対してより高感度である。速度表示法と比べ優れた点が多いと思われるパワードプラ表示法ではあるが、腹部などの深部において超音波減衰によ

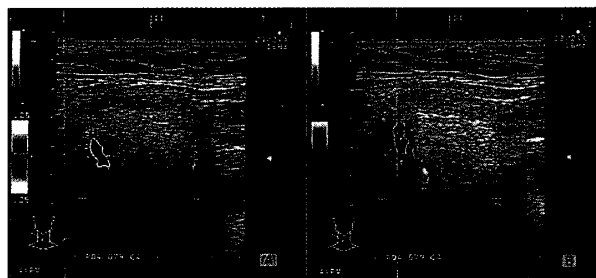


図8 下顎下縁に平行な方向での撮像で顎下腺腺体内に認められた動脈の速度表示法(VM)とパワードプラ表示法(PM)による超音波断層撮像
A:速度表示法(VM)
B:パワードプラ表示法(PM)

表3 速度表示法(VM)とパワードプラ表示法(PM)の腺体内で確認できた動脈数の比較(n=25)

	VM>PM	VM=PM	VM<PM
例数	2	8	15
平均検出数	VM=1.28	PM=1.96	

る影響や動きによって画像が劣化する欠点も指摘されている²¹⁾。そのため画像検査する部位や方向、動脈の内径の大きさや血流速度、撮像条件によって様々に変化することが考えられ、顎下腺領域に分布する動脈を超音波 Doppler 検査する場合には適切な表示法を選択する必要がある。また、頭頸部領域の血流を対象に超音波 Doppler 検査はいくつか行われているが、Doppler 表示法の選択に関する情報は少ない。そこで今回我々は、顎下腺に分布する動脈における血流の全てを対象にして、従来の超音波カラー Doppler 法(速度表示法)とパワードプラ表示法を比較検討した。

顔面動脈、オトガイ下動脈、舌動脈、上行口蓋動脈、舌骨上枝の上位の本幹との分枝部を撮像した結果では、速度表示法とパワードプラ表示法で分枝部の識別数にあまり差はなかったが、これは各動脈の血流が十分認められ、分枝部が位置的に浅部にあり、画像的にそれほど差が生じなかった為と考えられた。顔面動脈、オトガイ下動脈、舌動脈、上行口蓋動脈、舌骨上枝自体の描出に関してはどちらの表示法を選択

しても良いが, 角度依存性や周囲のノイズを考慮して適切な方を選択すべきであると思われる。

各動脈から顎下腺へ入っている腺枝および外頸動脈からの直接枝の分枝部を撮像した結果では, 速度表示法と比較してパワードプラ表示法による分枝部の識別数が多くなっていたが, これは対象とした顎下腺へ血液を供給する各腺枝はどれも内径が小さく, 低血流状態であると考えられ, このような場合にはパワードプラ表示法の方が有利であると思われる。

速度表示法とパワードプラ表示法の両表示法において, 舌骨上枝から出る腺枝の分枝部の連続性を識別できたものが1例も無かったり, 舌動脈, 上行口蓋動脈から出る腺枝及び外頸動脈の直接枝の識別数が, 顔面動脈, オトガイ下動脈から出る腺枝の識別数より少なくなっていたのは, 位置の深さ, 内径の大きさ, 血流状態の低さも大きく関係していると思われるが, 腺枝の出現率の個体差も影響していると考えられた。

顎下腺は比較的表層部に位置するが, 下顎骨の内面に沿って存在し, 超音波ドプラ検査をする時に骨による多重反射を防ぐ必要があったり, 呼吸・体動によるカラーアーティファクトによる影響も考慮しなければならなかった。今後, 唾液腺の変性による血流減少や唾液腺腫瘍の異常血管の鑑別などへの応用に際し, この点に十分注意しながら, 上記の結果を踏まえて適切なドプラ表示法を選択する必要性が示唆された。

結 論

顎下腺付近に分布する腺体の内外面の動脈における血流の描出能に関して, 顔面動脈, オトガイ下動脈, 舌動脈, 上行口蓋動脈, 舌骨上枝自体の描出に関してはどちらの表示法を選択しても良いが, 顎下腺への各腺枝に関してはパ

ワードプラ表示法の方が速度表示方式より有効と考えられた。

文 献

1. 小林明男: 顎口腔領域疾患の超音波像所見について 第1報 頬部軟組織疾患. 日口外誌 26: 972-981, 1980.
2. 飯塚益生, 長島道夫, 川満富裕, 他: 頸部腫瘍の超音波診断の検討. 超音波医学 10: 14-18, 1983.
3. Isaza M., Ikezoe J., Morimoto S., Takashima S., Kadowaki K., Takeuchi N., Sano M., Nakao K. and Kozuka T.: Computed tomography and ultrasonography in parotid tumors., *Acta Radiologica*, 30: 11-15, 1989.
4. Sato N., Kawabe R., Fujita K., and Omura S.: Differential diagnosis of cervical lymphadenopathy with intranodal color Doppler flow signals in patients with oral squamous cell carcinoma., *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 86: 482-488, 1998.
5. Shimizu M., Ussmuller J., Hartwein J., et al.: Statistical study for sonographic differential diagnosis of tumorous lesions in the parotid gland., *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 88: 226-233, 1999.
6. Shimizu M., Ussmuller J., Doz P., et al.: A comparative study of sonographic and histopathologic findings of tumorous lesions in the parotid gland., *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 88: 723-737, 1999.
7. Ishii J., Nagasawa H., Wadamori T., et al.: Ultrasonography in the diagnosis of palatal tumors., *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 87: 39-43, 1999.
8. Jager L., Menauer F., Holzknrecht N., et al.: Sialolithiasis:MR Sialography of the Submandibular Duct-An Alternative to Conventional Sialography and US?., *Radiology*, 216: 665-671, 2000.
9. Bartlett L.J., Pon M.: High-resolution real-time ultrasonography of the submandibular salivary gland., *J Ultrasound Med*, 3: 433-437, 1984.
10. Seibert R.W., Seibert J.J.: High resolution ultrasonography of the parotid gland in children., *Pediatr Radiol*, 16: 374-379, 1986.

11. Sugahara T., Yanagihara Y., Uyama C., Maeda H., Takafuchi M. and Azumi T. : Measurement of distensibility of blood vessels using cineangiograms., *Invest Radiol*, 4 : 672-677, 1989.
12. 久保田光博, 長沢 亨, 山下安雄, 他 : 超音波画像解析によるヒト唾液腺の形態的特徴の描出. *超音波医学* 17, 33-43, 1990.
13. 中村みちる, 谷口信行, 林 良夫, 他 : 小児顎下腺エコーレベルの年齢的变化. *超音波医学* 22 : 775-780, 1995.
14. 吉田美苗子 : 超音波による健常舌下腺の描出に関する検討. *口科誌* 46 : 28-35, 1997.
15. 上條雍彦 : 口腔解剖学, 第7版, アナトーム社, 東京, 1978, 1403-1416.
16. Yoshida H., Yuasa H., Ueno E. : Use of Doppler Color Flow Imaging for Differential Diagnosis of Vascular Malformations : A Preliminary Report., *J Oral Maxillofac Surg*, 53 : 369-374, 1995.
17. Arijji Y., Yuasa H., and Arijji E. : High-frequency color Doppler sonography of the submandibular gland., *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 86 : 476-481, 1998.
18. 荒川圭二, 斎藤泰博, 佐藤順一, 他 : 頭頸部領域の超音波診断, 中外医学社, 東京, 1995, 1-6.
19. 和賀井敏夫, 松尾裕英, 編集 : 超音波医学, 永井書店, 大阪, 1985, 27-32, 131-180.
20. Rubin J. M., Bude R. O., Carson P. L., et al. : Power Doppler US : A Potentially Useful Alternative to Mean Frequency-based color Doppler US., *Radiology*, 190 : 853-856, 1994.
21. 山田麗子, 平井都始子, 大石 元, 他 : 腎疾患に対するカラードプラパワー表示法の評価. *超音波医学* 22 : 449-454, 1995.
22. 三輪邦弘, 吉浦一紀, 神田重信 : 舌癌組織内照射後の顎下腺の超音波カラードプラ像. *歯科放射線* 36 : 102-103, 1996.
23. 有地榮一郎, 有地淑子, 佐久間重光, 他 : 超音波ドプラ法による血流の描出 : 顎顔面領域への応用. *歯科放射線* 41 : 3-12, 2001.