頸部頸動脈狭窄性病変外科的治療での超音波診断 — 3D 超音波画像と Navigation system の応用 —

山口 敬子¹⁾, 中田 恵美子¹⁾, 吉村 豊¹⁾, 菊池 英亮¹⁾, 川原 誠²⁾, 飯田 淳一³⁾, 川口 正一郎⁴⁾

¹⁾ 奈良県総合医療センター 中央臨床検査部

²⁾ 奈良県総合医療センター 神経内科

³⁾ 奈良県総合医療センター 脳神経外科

⁴⁾ 奈良県西和医療センター 脳神経外科

Three-dimensional ultrasound imaging and navigation systems are useful for characterization of carotid plaque

Keiko YAMAGUCHI¹⁾, Emiko NAKATA¹⁾, Yutaka YOSHIMURA¹⁾, Eiryō KIKUCHI¹⁾, Makoto KAWAHARA²⁾,
Jyunichi IIDA³⁾, Syouchirou KAWAGUCHI⁴⁾

¹⁾ Department of Central Clinical Laboratory, Nara Prefecture General Medical Center

²⁾ Department of Neurology, Nara Prefecture General Medical Center

³⁾ Department of Neurosurgery, Nara Prefecture General Medical Center

⁴⁾ Department of Neurosurgery, Nara Prefecture Western Medical Center

Cervical carotid artery evaluation is central to the treatment of carotid stenosis, and is usually performed using MRI, magnetic resonance angiography (MRA), 3-dimensional CT angiography (3D-TA), and carotid ultrasonography. Carotid ultrasonography is a non-invasive, easily repeated method that can also allow real-time intra-operative monitoring. We can accurately determine the location of a carotid lesion using ultrasound navigation. The positions of the cervical vertebrae from C3 to C7 are confirmed before and after carotid evaluation. Using this system, we place marks on real-time images that act as guides to lesion location. We defined this technique as the "vertebral level measurement method". We evaluated whether the technique was effective in a stroke patient with a carotid lesion and an allergy to iodine. The case involved a 69-year-old man with cerebral infarction. Carotid ultrasonography revealed a severe and vulnerable stenotic plaque in the right cervical carotid artery. Cerebral angiography or percutaneous carotid angioplasty could not be performed due to the iodine allergy, but carotid endarterectomy (CEA) needed to be performed. Using the "vertebral level measurement method", we performed an evaluation similar to preoperative angiography. CEA was then successfully completed without contrast examination. This method appears extremely helpful.

Keywords: vertebral level measurement method, navigation system, 3D ultrasonography

(Received August 20, 2015; Accepted November 12, 2015)

はじめに

頸動脈狭窄性病変は脳梗塞や一過性脳虚血発作などの原因となる。一度脳梗塞を起こすと重篤な後遺障害をきたす場合も多く、脳梗塞発症を未然に防ぐためにも適切な治療が重要である。頸動脈狭窄性病変の治療に必要な頸動脈の評価は、通常 MRI, magnetic resonance angi-

ography (MRA), 3-dimensional CT angiography (3D-TA), 脳血管造影や頸動脈超音波検査等で行われる。中でも、超音波検査は、繰り返しベッドサイドや手術室で簡便に施行可能であり、狭窄部位の性状や程度、周辺組織との関係も把握可能な非侵襲的検査法である。したがって、超音波検査による詳細な頸動脈病変の所見は、治療方針や治療法に関わる重要な情報を提供可能で

Reprint request

山口敬子：〒 631-0846 奈良県奈良市平松 1-30-1 奈良県総合医療センター 中央臨床検査部

Keiko YAMAGUCHI: Department of Central Clinical Laboratory, Nara Prefecture General Medical Center, 1-30-1, Hiramatsu-cho, Nara-shi, Nara 631-0846, Japan

E-mail: benmao3@gmail.com, Tel: 0742-46-6001, Fax: 0742-46-6011

Fig. 2 Relationship between the cervical vertebra and the proximal part of carotid stenosis

The arrow shows the stenosis proximal portion. As using our navigation method, the lesion of interest can be identified its level existed between the cervical vertebra number 3 (C3) and C4.

ある。

今回著者らは、造影剤副作用の既往がある内頸動脈狭窄症での頸動脈血栓内膜切除術（CEA）施行に際し超音波検査を用いて、狭窄部位を3D超音波画像とNavigation systemを含めて観察した。本症例の術前評価、手術計画、術中病変部位確認、治療後評価において超音波検査が有用であったので報告する。術前の頸動脈超音波検査で狭窄レベルをNavigation systemを利用して描出した。この手法を「椎骨レベル測定法」とする。

症例

患者：69歳男性

主訴：突然の左前腕感覚障害および脱力発作

既往歴：67歳時、胆嚢造影検査後、間質性肺炎を患った。

現病歴：2014年3月5日突然の左前腕の感覚障害と脱力発作を自覚し、症状改善傾向にあるも持続するため、当日当院神経内科を受診した。

初診時理学所見：左手の温痛覚障害以外には明らかな神経症状を認めなかった。

初診時検査所見：頭部単純MRI検査で右大脳半球に多発性微小脳梗塞を、MRAでは右内頸動脈起始部に約70%狭窄を認めた。頸部超音波検査では右内頸動脈に可動性プラークを認め、ECST狭窄率は70%、狭窄部の最高血流速度は190cm/secであった¹⁾。この2D超音波画像¹⁾(Fig.1A)と3D超音波画像²⁾(Fig.1B)を記録した。

経過：右内頸動脈起始部狭窄症に起因する脳梗塞と診断し、精査加療目的で受診した当日に入院した。造影剤に対するアレルギーがあることが問題であった³⁾が、病変の性状を考慮し、治療法はCEAを行うこととなった。なお、脳血管撮影は施行せずに術前の超音波検査で病変の椎骨レベルも確認し、また術中は超音波を用いて病変の詳細を確認しながら手術を行った。

術前超音波検査は、LOGIQ E9 with XD clear（GEヘルスケア・ジャパン社、東京）9MHzプローブを用いた。右内頸動脈起始部に等輝度のプラークを認めた。同ブ

Fig. 3 Explanation of “vertebral level measurement method”

A: The ultrasound axial image shows C6, its transverse processes, and spinal cord. We put mark 1, and 2 on these C6 transverse processes using navigation system.

B: This image shows C7 and its single transverse process. We can identify C7 as lacking of one transverse process. We also put mark 3 on C7 single transverse process.

C: After marking from 1 to 3, we turn the ultrasound probe longitudinal direction and we can easily identify the level of C6 and C7.

D: As moving the probe to facial side, we can identify the C5 and C4 serially and put mark on those.

ラークは可動性であり、被膜が破綻していた^{1,2)}(Fig.1). 椎骨レベル測定法により、狭窄部位がC3～4レベル(Fig.2)であると診断した. その測定手法(Fig.3)は、まず9MHz超音波プローブを用い頸椎横断面像でC6～7と神経根⁴⁾を検索する(Fig.3A,B). 横突起と神経根の解剖学的特徴としてC7は頸椎横突起の形成に前結節が欠けている⁵⁾ことから椎体C6, C7を同定する.

腹部超音波検査では、複数の類似形態の腫瘍を認めた場合、LOGIQ E9 6MHz コンベックスプローブ(GEヘルスケア・ジャパン社、東京)を用い Navigation system を起動させる. その目的の腫瘍に空間的にナンバーをつけ、腫瘍の数量や追跡する. これによりナンバー化された腫瘍を他方向からの描出でも確認できる. この Navigation system⁶⁾の機能を利用して頸椎横断面にてC6, C7横突起を空間的にマーキングする. 縦断面にてマーキングをもとにプローブを高位に移動させることでC3, C4, C5を認識でき新たにマーキングする(Fig.3C,D). 目的の狭窄部位を描出するとマーキングされた椎骨との位置関係が判明する.

術中超音波検査^{7,8)}では、LOGIQ e Expert (GEヘルスケア・ジャパン社、東京) 18MHzの高周波プローブを用い、病変部頸動脈露出後、狭窄の範囲とプラーク性

状を確認した(Fig.4). 病変部の摘出、頸動脈切開部の縫合後、超音波検査を施行した. CEA後の内頸動脈内膜面が平滑であることと、良好な血流が得られていることを確認した. 術後経過は、神経脱落症状をきたすことなく、第21病日に退院した. 術後の超音波検査でも、プラークがなく、良好な血流が保たれていることを確認した⁹⁾.

考察

超音波検査は頸動脈の狭窄病変のスクリーニング検査に無侵襲的な方法であることからよく利用されている.

頸動脈の狭窄病変の精査には血管造影検査を用いることが一般的である. しかし一方で、腎機能低下や造影剤の副作用により造影検査³⁾が困難で、積極的治療を行えない場合もある. 本症例では、造影剤による副作用の既往があり、造影剤を用いた脳血管撮影が施行できなかった. しかしながら、超音波による狭窄病変の部位や性状を、3D超音波画像、Navigation system等で評価し、手術を安全に施行することができた.

今回、CEAを安全に施行するために術前超音波診断で行った椎骨レベル測定法は、腹部超音波領域でコンベックスプローブにより Navigation system を利用し肝

Fig. 4 The arrow shows the high resolution ultrasound probe

A: The intraoperative photograph shows the high resolution linear probe (arrow) putting on patient's carotid artery directory.

B: The intraoperative B mode image before endarterectomy shows patient's carotid lesion character and location to be clearly identified.

C: The postoperative B mode image shows whole carotid lesion to be removed completely.

断面画像内に腫瘍等をマーキングする方法⁶⁾を、頸部超音波領域で応用したものである。実際には、通常の頸部超音波検査で使用するリニアプローブを用い、Navigation system を利用し頸椎体の画像上で横突起をマーキングする。頸椎体などの骨性構造物、神経根、血管等の軟部組織の解剖学的位置関係^{4,5)}を理解把握し病変部位の椎骨レベルの同定が可能である。頸動脈超音波検査で通常得られる狭窄部位のプラーク性状や狭窄の程度の所見だけでなく、椎骨レベル測定法により、血管撮影と同等に狭窄病変の高位診断が可能となった。特に本症例のように、造影剤による副作用がある症例では、CEAの手術計画に有用な検査法であった。CEA術中超音波検査^{7,8)}の有用性については、従来から報告がある。本症例でも、術中超音波を施行し、病変部位の位置、プラーク性状と範囲を確認した。また、プラーク切除後、血管縫合が終了した時点で、内膜面の把握とドプラ血流波形を評価した。手術支援としての術中超音波検査により、安全確実なCEAが施行できた。

今後、頸動脈狭窄性病変では、症例に応じて通常の頸動脈超音波検査に加え、3D超音波画像とNavigation systemを加えた椎骨レベル測定法により病変を評価することが極めて有用である。

結語

頸部頸動脈狭窄性病変に対し、超音波検査のみの病変把握によりCEAを施行し、良好な結果が得られた一例を報告した。頸部頸動脈狭窄症病変での頸動脈超音波は、

スクリーニングや術後評価だけでなく、3D超音波画像やNavigation systemの応用により、外科的治療であるCEAの安全確実な施行にも有用な検査法であることが示された。今後の更なる技術的発展とその普及が望まれる。

●文献

- 1) 松尾汎：第2章頸部編，神吉秀明，長束一行：9不安定プラークについて，久米伸治，西田俊博，栗栖薫：10 Jellyfish plaque, 浜口浩敏，西上和宏（編）：超音波検査テクニックマスター頭部▶頸部▶胸部▶上肢編，Vascular Lab 増刊，大阪：メディカ出版，2012，p122-135.
- 2) 大庭秀樹：頸動脈の3D 4D超音波検査．超音波検技 2014；39：372-378.
- 3) Malins AF: Pulmonary oedema after radiological investigation of peripheral occlusive vascular disease. Adverse reaction to contrast material. Lancet 1978; 1: 413-415.
- 4) 千葉知史，伊達久，滝口規，他：超音波ガイド下第6頸椎—および第7頸椎—星状神経節ブロックにおける頬部，手掌皮膚温度変化の検討．日本ペインクリニック学会第47回大会抄録集 2013；20：01-3, 363.
- 5) Netter FH: 脊柱胸椎，相磯貞和（訳）：Atlas of Human Anatomy Third Edition, 東京：南江堂，2004，p146-147.
- 6) Kunishi Y, Numata K, Morimoto M, et al.: Efficacy of fusion imaging combining sonography and hepatobiliary phase MRI with Gd-EOB-DTPA to detect small hepatocellular carcinoma. AJR Am J Roentgenol 2012; 198:106-114.
- 7) 熊野潔，沖田進司，川本仁志，他：CEA術中超音波により動脈縫合後に再切開した11例の検討．第33回日本脳神経超音波学会総会プログラム・抄録集 2014；27 (suppl)：0-4-1,68.
- 8) 山根冠児，沖田進司，熊野潔，他：頸動脈内剥離術（CEA）の術中超音波エコー検査の有用性．Neurosonology 2010; 23:101-106.
- 9) 高瀬憲作，佐藤浩一，宇野昌明：IV臨床応用編3) CEA術後のfollow up, 一般社団法人日本脳神経超音波学会（編）：脳神経超音波マニュアル，鳥根：報光社，2006，p138-141.