

頭頸部血管の個体差の検討

古川智之 森田沙斗武 奥長 隼 西 克治

滋賀医科大学法医学講座

はじめに

頸静脈は法医学領域では鬱血・縊頸・絞頸・扼頸などの検討において重要な事項である。中心静脈カテーテルの挿入を目的とした右内頸静脈穿刺に関する報告は古よりなされている¹⁾。内頸静脈カテーテルは中心静脈確保として一般的であり、中心静脈確保の手技は表在の解剖と血管走行の知識に基づいている。手技の合併症の発生率は15%と高く²⁾、Ullmanらは1978年内頸静脈カテーテル留置に初めて超音波エコーを用いたと述べている²⁾。超音波エコーは血管構造および穿刺針を直視することができ、内頸静脈の計測も可能である。しかし表在超音波の手技は反対側への頭部の傾き、トレンデルンベルグ体位の程度や、プローブの圧迫により静脈が虚脱することなどから一定しない^{3,4)}。左右の内頸静脈を比較することは重要であり、今回剖検時内頸静脈径を計測した。内頸静脈弁は心臓と脳の間を唯一保護する静脈弁である。頸静脈弁は不完全であれば脳圧を亢進させてしまうため医学的に重要であり、医学文献では

Table 1 左右の内頸静脈径

	右の径 (cm)	左の径 (cm)
最 高	2.0	1.8
最 低	1.0	0.4
平 均	1.34	0.94

右>左: 22例
右<左: 3例
右=左: 5例

N: 30 (男性18, 女性12)
平均年齢54.4歳



静脈弁の存在と意義に関連した多くの報告や議論がある。それでもなお多くの臨床医はその存在に気づいていない現状がある。われわれは剖検40例について内頸静脈弁を検討した。

顔面・眼瞼結膜に溢血点がみられず、ウイリス輪の一部である両側後交通枝の形成が不完全であった扼殺事例と、片側後交通枝の形成不全で溢血点に左右差のある事例を経験した。剖検の所見からこのウイリス輪の形態に個体差があることがわかり、検討することとした。頸動脈マッサージは失神をおこした場合に頸動脈過敏があるかどうかの判断、また頸動脈圧迫は発作性上室性頻拍時の処置として行われることがある。しかしこの手技には反応しない場合がある。今回頸動脈分岐部の位置を剖検時100例について無作

Table 2 内頸静脈弁の弁尖数

	左 0	左 1	左 2	左 3
右 0				
右 1	1	6	6	
右 2	1	2	23	
右 3				1

N: 40 (男性24, 女性16)
平均年齢59.5歳



内頸静脈弁 (剖検)

Table 3 The morphology of the circle of Willis (CW)

Posterior part of the CW	Complete	Uncomplete
MRA study (N=200)	21 (10.5%)	179 (89.5%)
Autopsy study (N=55)	25 (45.5%)	30 (54.5%)

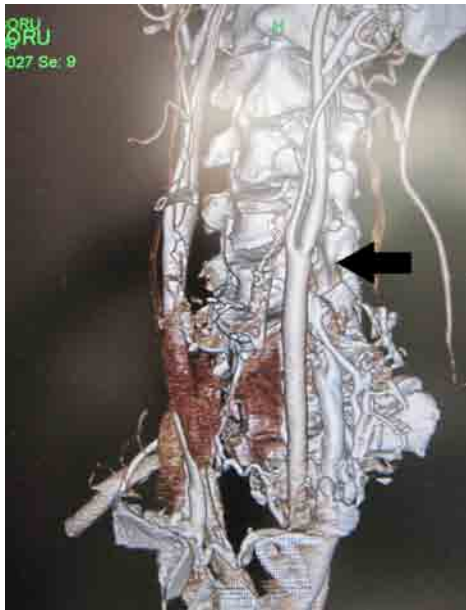


Fig. 1

為に抽出し、その位置が個々により異なることを報告する。

1. 内頸静脈径について

方法・結果：剖検30例（男性18例，女性12例）について検討した．平均年齢は54.4歳（21～85歳）であり，死因は自然死あるいは外傷死であった．それぞれについて甲状腺正中中部で左右の内頸静脈径を計測した．結果は Table 1 に示す．73.3%は内頸静脈径は右側が太く，左側が太い例は10%で，左右差のない例は16.7%であった．

2. 内頸静脈弁について

方法・結果：剖検40例（男性24例，女性16例，17～85歳，平均年齢59.5歳）について検討した．剖検例として脳血管障害，肺疾患，右心不全，神経疾患および頸部より上位の外傷例は除いた．

内頸静脈弁は78個に存在し，左右両方とも存在する例は38例（95.0%）であった．内頸静脈弁は鎖骨直下から±2 cm の部位に存在した．2例は片側のみの存在で，21個（27%）は1尖弁であった（8個は左側，13個は右側）．2個（2.5%）は3尖弁であり，残り55個（70.5%）は2尖弁であった（Table 2）．

3. ウィリス輪について

方法・結果：自然死および外傷死であった剖検55例（男性31例，女性24例，37～96歳，平均年齢68.9歳）について無作為に抽出し，ウィリス輪が完全に形成されている割合と不完全形成の特徴をまとめた．

ウィリス輪の完全形成は，55例中18例（32.7%）であり，不完全形成が多い結果であった．そのうちウィリス輪の後交通枝は特に不完全形成が多くみられ，剖検55例中25例（45.5%）であった（Table 3）．

4. 頸動脈分岐部の位置について

方法・結果：剖検時無作為に100例を抽出した．男性60例，女性40例，18～104歳，平均年齢67.1歳であった．頸動脈分岐部の位置は頸椎（C）の位置と比較することとした（Fig. 1）．結果を Fig. 2 に示す．最も多い頸動脈分岐部の位置は C3 であったが，個々により C1～2 椎体間から C5 まで及んでおり個体差のあることがわかった．

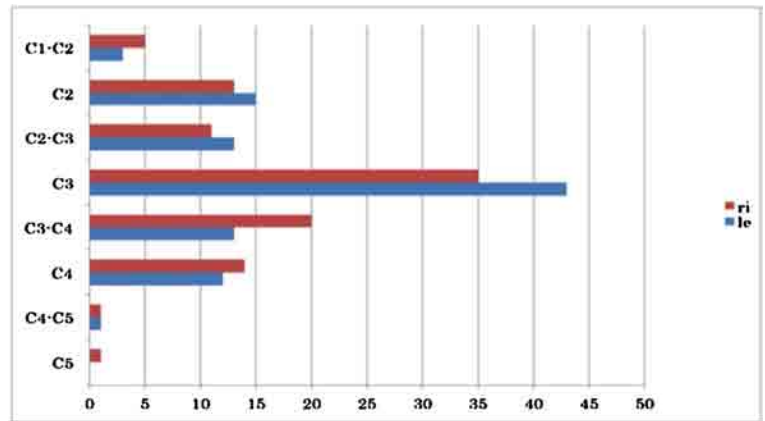


Fig. 2 頸動脈分岐部と頸椎の位置との関係

5. 考 察

中心静脈穿刺はアメリカ合衆国では毎年およそ500万回施行されている．合併症の発生率は15%であり，動脈穿刺・血腫・気胸・死亡が含まれる^{5,6)}．個々の解剖構造は変化に富んでおり，1984年より合併症を減らすため超音波エコーの使用を推奨している^{5,7)}．中心静脈カテーテルの安全な留置は臨床医学の多くの分野で不可欠な手技である．内頸静脈は超音波エコーでみることができ，Lobato らは超音波エコーで左右の内頸静脈を計測している⁸⁾．超音波エコーでは内頸静脈を M モードにより長軸，短軸 2 方向からの計測となるが，多くの因子がその計測に影響を及ぼす．その因子として仰臥位およびトレンデルンベルグ体位，頸部の傾き，呼吸変動がある．血流によっても血管が虚脱する．収縮期と拡張期の変化は呼吸変動や点滴投与により個々に変化することは重要である．内頸静脈径は73.3%について右側の方が太い結果となり，左内頸静脈が気管の前を走行するといった解剖構造によるかもしれないが，10%について左側の方が太いという事実も無視できない．

内頸静脈弁の働きは肺の圧迫，閉塞機転において頭蓋内圧の維持に関わっている⁹⁾．この弁は咳きこみ，陽圧換気時における急激な静脈圧上昇を防いでおり，胸腔内圧上昇から脳を保護していると考えられる^{10,11)}．神経学的に問題なければ重要ではないが，頭部外傷後や脳神経手術後の患者にとって重要である．同時に内頸静脈の機能不全や欠損は咳による頭痛，陽圧換気後の脳障害，種々の脳血管障害を引き起こす可能性がある．静脈鬱血による一過性虚血は一過性全健忘（TGA）の原因となっており，1998年 Lewis は静脈鬱血を TGA の原因とした¹²⁾．

ヒトではおよそ90%に内頸静脈弁が存在する^{13,14)}．Imai らは内頸静脈は14ゲージ針で穿刺後機能不全になると報告した¹¹⁾．内頸静脈は鎖骨より上位に存在するため，Imai らはカテーテルを留置した場合医学的に静脈弁を損傷しているだろうと述べた^{10,11)}．

われわれの報告では95.0%に内頸静脈弁が存在した．静脈弁の個体差が臨床的にどれくらい重要であるかはまだはっきりしないが，静脈弁の機能不全や欠損によって生じる逆流圧は一過性に脳血流の乱流を起こすであろうと考える．静脈弁の機能不全は呼吸脳症候群に関連するといわれている^{12,14～16)}．

頭蓋内血管は左右の総頸動脈と脳底動脈から分岐した左右の椎骨動脈により供給されており、それぞれが前交通動脈と左右の後交通動脈で結合している。17世紀 Thomas Willis (1625~1675) が側副血管として不可欠な構造であると提唱し、ウイリス輪と呼ばれた¹⁷⁾。内頸動脈が閉塞した場合は反対側から血液が供給されることで血流が維持される。脳梗塞と一過性脳虚血発作 (TIA) を比較した場合、ウイリス輪の完全形成率に差が出るのか、あるいはウイリス輪の形成と TIA の症状解除時間に関係するかどうか、今後 TIA 症例からウイリス輪の形成について検討する必要があると思われる。頸動脈圧迫は主に発作性上室性頻拍時に行われる。頸動脈圧迫は循環系を虚脱すると報告され、その後迷走神経の直接刺激によるものと記載されたり、頸動脈の機械的刺激と報告されている^{17~20)}。Franke は頸動脈の反応は個々によって異なると記載した²¹⁾。頸動脈の圧迫刺激は個々により反応が異なるが、それだけで死因となるエビデンスはない。今回解剖学的に頸動脈分岐部の位置を検討することで、その位置が個々により変化に富んでいるという報告は重要なことであると考えられる。今回の結果によれば頸動脈を圧迫刺激したつもりでもその位置がずれている可能性があり、また個々により反応が異なるのではなく圧迫刺激した位置の問題である可能性があると思われる。

文 献

- 1) Suarez T, Baerwald JP, Kraus et al. 2002. Venous access: the effects of approach, position, and head rotation on internal jugular vein cross-sectional area. *Anesth Analg* 95: 1519-1524
- 2) Feller-Kopmann D. 2005. Ultrasound-guided central venous catheter placement: the new standard of care? *Crit Care Med* 33: 1875-1877
- 3) Metz S, Horrow JC, Balcar I. 1984. A controlled comparison of techniques for localizing the internal jugular vein using ultrasonography. *Anesth Analg* 63: 673-679
- 4) Hatfield A, Bodenham A. 1999. Portable ultrasound for difficult central venous access. *Br J Anesth* 82: 822-826
- 5) Maecken T, Grau T. 2007. Ultrasound imaging in vascular access. *Crit Care Med* 35: 179-185
- 6) Domino K, Bowdle T, Posner K et al. 2004. Injuries and liability related to central vascular catheters: a closed claims analysis. *Anesthesiology* 100: 1411-1418
- 7) Legler D, Nugent M. 1984. Doppler localization of the internal jugular vein facilitates central venous cannulation. *Anesthesiology* 60: 481-482
- 8) Labato EB, Sulek CA, Moody RL et al. 1999. Cross-sectional area of the right and left internal jugular veins. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 13: 136-138
- 9) Paradis NA, Martin GB, Goetting MG et al. 1989. Simultaneous aortic, jugular bulb, and right atrial pressures during cardiopulmonary resuscitation in humans: insights into mechanisms. *Circulation* 80: 361-368
- 10) Dresser LP, McKinney WM. 1987. Anatomic and pathophysiologic studies of the human internal jugular valve. *Am J Surg* 154: 220-224
- 11) Imai M, Hanaoka Y, Kemmotsu O. 1994. Valve injury: a new complication of internal jugular vein cannulation. *Anesth Analg* 78: 1041-1046
- 12) Lewis SL. 1998. A etiology of transient global amnesia. *Lancet* 352: 397-399
- 13) Lepori D, Capasso P, Fournier D et al. 1999. High-resolution ultrasound evaluation of internal jugular venous valves. *Eur Radiol* 9: 1222-1226
- 14) Anderhuber F. 1984. Venous valves in the large branches of superior vena cava. *Acta Anat* 119: 184-192
- 15) Brownlow RL Jr, McKinney WM. 1985. Ultrasonic evaluation of jugular venous valve competence. *J Ultrasound Med* 4: 169-172
- 16) Rudikoff MT, Maughan WL, Effron M et al. 1980. Mechanisms of blood flow during cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 61: 345-352
- 17) Dallay AF. 2002. Thomas Willis 1621-1675. *Clin Anat* 15: 2-3
- 18) Lewis T. 1932. Vasovagal syncope and the carotid sinus mechanism. *BMJ* 1: 873-876
- 19) Czermak JN. 1868. Untersuchungen über die Wirkung starker Vagus-Reizung auf den Herzschlag. *Pflug Arch Eur J Physiol* 1: 644-650
- 20) Hering HE. 1924. Die Sinusreflexe vom Sinus caroticus werden durch einen Nerven vermittelt, der rein Ast des Nervus glossopharyngeus ist. *Munch Med Wschr* 71: 1265-1266
- 21) Franke H. 1968. Herzrhythmusstörungen beim hyperaktiven Carotissinus-Reflex. *Internist* 9: 289-296

Clinical assessment of the craniocervical angiology

Satoshi FURUKAWA, Satomu MORITA, Hayato OKUNAGA, Katsuji NISHII
Department of Legal Medicine, Shiga University of Medical Science

The internal jugular vein is a popular route for central venous catheter placement. The internal jugular veins are important venous vessels for returning blood from the brain. We investigated cadavers from legal autopsies to observe the diameter of the internal jugular vein and morphological variations of the internal jugular venous valve. The morphology of the circle of Willis was compared with autopsy data from 55 individuals. This study illustrates the prevalence of anatomical variations of the circle of Willis, with only 33% of the subjects studied at autopsy having an entirely complete circle of Willis. Carotid sinus massage is widely used to detect carotid sinus hypersensitivity in patients presenting with syncope, but some patients do not respond to the procedure. The vertebra level of carotid bifurcation (CB) was differently distributed in distance of the whole neck measured along the vertebral column between the upper border of C1-C2 to the lower border of C5. In 54% the level of CB was asymmetrical between the right and left side. We reported the anatomical variation of the craniocervical angiology.

Key words: the internal jugular vein, the circle of Willis, the level of carotid bifurcation, the anatomical variation, autopsy