



〔原著〕 術前造影CTを用いた後頭下筋群付着部による 横静脈洞位置同定の有用性

菊 地 浩 堀 口 健太郎 岩 立 康 男

(2020年2月18日受付, 2020年3月4日受理, 2020年8月10日公表)

要 旨

【緒言】脳神経外科手術手技である、開頭術の合併症のひとつとして硬膜静脈洞の損傷がある。術中ナビゲーションの発展により、静脈洞の位置を正確に予測することが可能となったが、緊急手術時などナビゲーションが使用不可能な場合には、解剖学的指標に基づいた簡便な方法の確立は依然重要な課題である。本研究では後頭蓋窩開頭で重要な横静脈洞と後頭下筋群付着部 (Superior nuchal line: 以下SNL) との位置関係について造影CTを用いて検討した。

【対象と方法】当院にて単純および造影頭部CT (静脈相を含む) を施行した後頭蓋窩手術症例52例を対象として、CT画像にて正中、右側、左側の3段面に分け、横静脈洞とSNLの位置関係の解析を行った。

【結果】正中画像ではSNLが横静脈洞に対して、尾側群38.5% (20/52)、直下群40.4% (21/52)、頭側群21.2% (11/52) であった。また、右側画像では1例で静脈洞の描出がなく、尾側群54.9% (28/51)、直下群29.4% (15/51)、頭側群15.7% (8/51) であった。左側画像では4例で静脈洞の描出がなく尾側群27.1% (13/48)、直下群29.2% (14/48)、頭側群43.8% (21/48) であった。SNLの位置と横静脈洞の位置を3段面にて正確に判定できた。

【考察】造影CTによるSNLと横静脈洞の位置関係の正確な把握は、術中ナビゲーションを使用できない場合や緊急手術時においても、静脈洞の位置を同定し静脈洞損傷を軽減回避するため有用な方法と考えられる。

Key words: 横静脈洞, 後頭下筋群付着部, 後頭蓋窩開頭, 後頭蓋窩腫瘍, 微小血管減圧術

I. 緒 言

脳神経外科領域における開頭時の合併症のひとつとして硬膜静脈洞の損傷がある。特に後頭下開頭時には、横静脈洞や静脈洞交会などの静脈洞を損傷してコントロールが困難な出血を来す危険性

がある。従来は解剖学的指標を用いることで、術中に骨直下の横静脈洞の位置を推測してきた。しかしながら、現在は術前の画像を用いた術中ナビゲーションを使用することで、骨直下の静脈洞の正確な位置が推定できるようになり、解剖学的指標を意識することなく開頭する場面も多くなって

千葉大学医学部附属病院脳神経外科

Hiroshi Kikuchi, Kentaro Horiguchi, and Yasuo Iwadata. Usefulness of muscle insertion line as a landmark to identify the transverse sinus using contrast-enhanced computed tomography.

Department of Neurological Surgery Chiba University Hospital, Chiba 260-8677.

Phone: 043-226-2158. Fax: 043-226-2159. E-mail: xae6025@office.chiba-u.jp

Received February 18, 2020, Accepted March 4, 2020, Published August 10, 2020.

きた。一方で、術前ナビゲーションは、術前にナビゲーション用の画像取得、レジストレーションなどの準備が必要であり、緊急手術の場合は、その時間の猶予がない状況に遭遇する。また、従来用いられてきた解剖学的指標においても、解剖学的多様性があり、確実に安全な方法ではない。従って、硬膜静脈洞の損傷を回避するため解剖学的指標に基づいた簡便な方法の確立は、依然重要な課題である。本研究では後頭蓋窩の開頭で重要な横静脈洞と後頭下筋群付着部（superior nuchal line: 以下SNL）との位置関係について、術前造影3-dimensional CTを用いて評価・検討したので報告する。

Ⅱ. 対象と方法

2018年から2019年の間に、当院にて術前に単純CTと造影CTを施行した後頭蓋窩手術52症例を対象とした。男性20人（38%）、女性32人（62%）。平均年齢は58歳（20～81歳、中央値63歳）であった。後頭蓋窩手術の内訳は、後頭蓋窩腫瘍摘出32例（聴神経腫瘍20例、髄膜腫9例、その他の腫瘍3例）、微小血管減圧術20例（顔面けいれん9例、三叉神経痛11例）であった。右側に手術したものが25例、左側に手術したものが27例であった。

術前の単純CTによる頭蓋骨、後頭下筋群の頭蓋骨付着部であるSNLと造影CTでの横静脈洞の位置関係を3次的に検討した。CTは320列エ

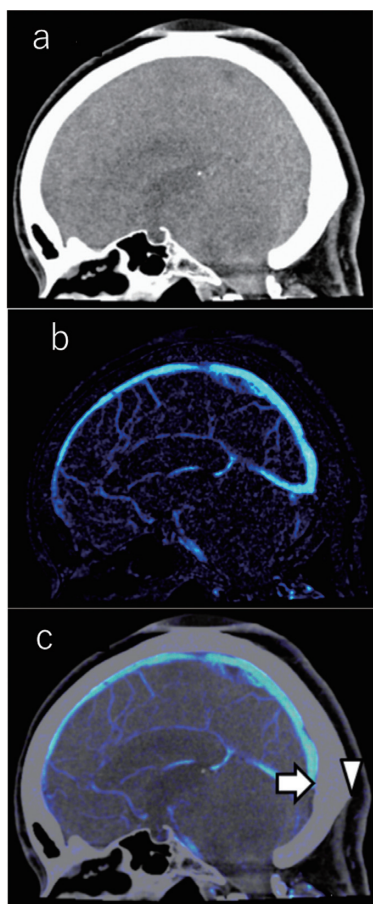


図 1

- a: 単純CTの正中画像
- b: 造影CTの静脈相正中画像を単純CTの正中画像でサブトラクションして作成した画像
- c: aとbの画像を融合させて作成した画像。この画像は直下群。矢頭がSNL、矢印がSNL直下の骨表面上の点と最も近い横静脈洞の位置を表す。

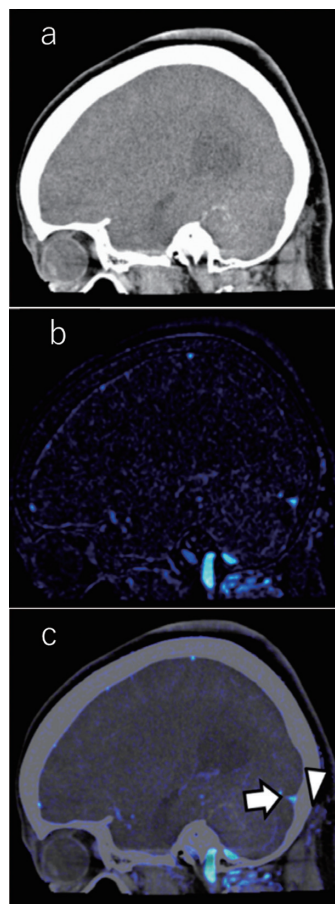


図 2

- a: 単純CTの右側画像
- b: 造影CTの静脈相右側画像を単純CTの右側画像でサブトラクションして作成した画像
- c: aとbの画像をフュージョンさせて作った画像、この画像は直下群。矢頭はSNL、矢印はSNL直下の骨表面上の点と最も近い横静脈洞の位置を表す。

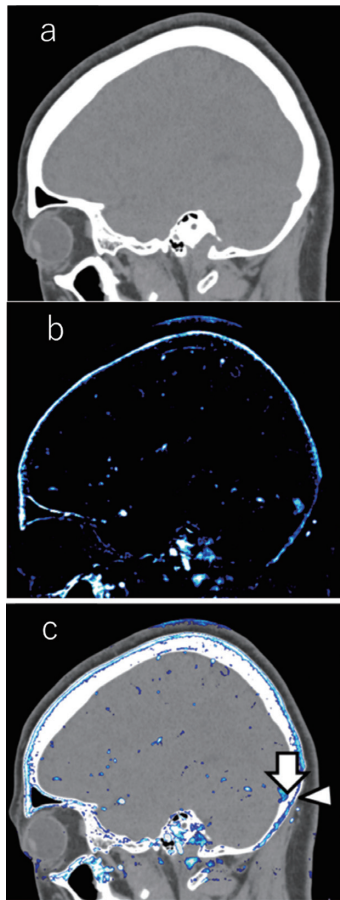


図 3

- a: 単純CTの左側画像
 b: 造影CTの静脈相右側画像を単純CTの左側画像でサブトラクションして作成した画像
 c: aとbの画像をフュージョンさせて作った画像, この画像は直下群。矢頭はSNL, 矢印はSNL直下の骨表面上の点と最も近い横静脈洞の位置を表す。

リアディテクターCT (Aquilion ONE[®], Toshiba Medical System) を用い、動脈相から静脈相にかけて経時的に撮影した。評価するCT画像は正中矢状断 (正中画像), 左右の瞳孔中線の矢状断 (右側画像, 左側画像) を単純CTと静脈洞がもっとも造影される静脈相の造影CTの各々3スライス, 合計6スライスの画像を使用して評価した (図1, 2, 3)。SNLと横静脈洞の位置はCTにおける各段面でのSNL直下の骨表面上の点と最も近い横静脈洞までの位置を測定し, SNL直下の点が横静脈洞より頭側にある場合 (頭側群), 直下の点が横静脈洞と同じ高さの場合 (直下群), 直下の点が横静脈洞より尾側にある場合 (尾側群) の3つに分けて検討した (図4)。統計学的検定は, Excel

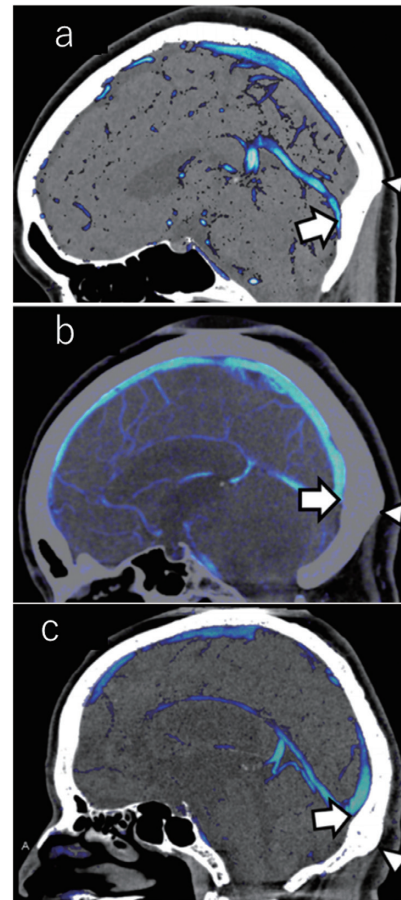


図 4

- a: 正中画像の頭側群
 b: 正中画像の直下群
 c: 正中画像の尾側群
 矢頭はSNLを示し, 矢印はSNL直下の骨表面上の点と最も近い横静脈洞の位置を表す。

(Microsoft) を用いた。SNLと横静脈洞の位置関係 (尾側群, 直下群, 頭側群) における左右での傾向評価には比率の傾向検定 (カイ二乗検定) を行ない, $P < 0.05$ で統計学的有意とした。

Ⅲ. 結 果

静脈洞は全ての正中画像で確認することが出来た。一方横静脈洞は右側画像で1例が確認できず, 左側画像で4例が確認できなかった。

正中画像ではSNLが横静脈洞に対して, 尾側群20/52例 (38.5%), 直下群21/52例 (40.4%), 頭側群11/52例 (21.2%) であった。同様に, 右側画像では尾側群28/51例 (54.9%), 直下群15/51例 (29.4%), 頭側群8/51例 (15.7%) であった。同様に左側画像では尾側群13/48例 (27.1%), 直下

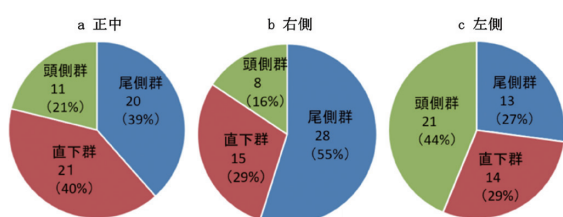


図 5

- a: 正中画像でのSNLと横静脈洞との各群の割合。
 b: 右側画像でのSNLと横静脈洞との各群の割合。
 c: 左側画像でのSNLと横静脈洞との各群の割合。

群14/48例 (29.2%), 頭側群21/48例 (43.8%) であった。各部位における横静脈洞とSNLの位置関係をグラフに示す (図5)。また, SNLに対する横静脈洞の位置関係 (尾側群, 直下群, 頭側群) の比率は左側と右側で統計学的に有意な差を認めた ($p=0.003$, カイ二乗検定)。

IV. 考 察

開頭時硬膜静脈洞の損傷は, 出血コントロールに難渋するだけでなく, 後に静脈洞閉塞による硬膜動静脈瘻, 静脈性梗塞の原因ともなり得るため回避すべき合併症のひとつである[1,2]。Kivelevらはmagnetic resonance imaging (MRI) でのT1-weighted imageやT2-weighted imageを用いて, 我々と同様に後頭下筋群の頭蓋骨付着部を解剖学的な指標として検討することにより, 全ての症例で横静脈洞の位置を推測できることを報告している[3]。MRIで筋肉は非常に境界明瞭に描出されるので, 後頭下筋群の頭蓋骨付着部は術中所見から容易に判別されるために, MRI画像と術中所見の一致が得られたと思われる。しかしながら, MRIでは骨の描出はCTと比較して劣っており, 骨と筋肉との正確な関連は述べられていない。また, MRIは体内金属を有する症例では禁忌となる場合があり[4], 緊急手術が必要な症例においてもMRIの撮影を待てない場合が少なくない。一方, CTは撮影に伴う制限は通常なく, 短時間で撮影が可能である。さらにCTにおいても筋肉の描出は良好である。近年, MRIとCT画像を融合させ, 静脈洞を描出させる方法も報告されているが[5], 造影CTを施行することでMRIよりも圧倒的に血管描出能力に優れた撮像が可能であり, 静脈洞描

出の信頼性は高いと考えられる。単純および造影CTを用いた本研究において, 横静脈洞とSNLの位置関係を正確に同定することが示された。今回の検討では正中ではSNLの直下40.4% (21/52) に静脈洞が位置するのに対して, 右側画像では尾側群53.9% (28/51) が最も多く, 左側画像では頭側群43.7% (21/48) が最も多い結果となった。このことは 正中と右側ではSNLの直下では静脈洞を損傷しない可能性が高いことが考えられたが, 左側ではSNLのみを指標とした場合, その直下または頭側で開頭した場合, 横静脈洞を跨いで開頭してしまう可能性が高いことが考えられた。横静脈洞やS状静脈洞の発達には左右差があると報告されており, 我々の検討でもSNLと横静脈洞の位置関係に左右差を認めた[6]。過去の報告においては, 右側が発達していることが多いと報告されており[6], 後頭蓋窩の開頭においては左右の横静脈洞の位置及び発達の程度についても十分な注意を払う必要があることが示唆された。また, 本研究において右側画像で1例, 左側画像で4例において横静脈洞が確認できなかった。この評価困難な要因としては, 後頭蓋窩手術の既往 (2回目以降の手術) などが考えられ, より正確な術前評価を行う更なる工夫の必要性が考えられた。

V. おわりに

後頭下開頭での横静脈洞損傷の回避において, CTにより描出されるSNLと造影3DCTにより描出される静脈洞の位置関係を正確に把握することが可能であった。術中ナビゲーションが使用不可能な場合や緊急手術時においても静脈洞損傷の危険性を軽減することが示唆され, 有用な方法と考えられた。

貢 献 者

菊地: 研究の構想および計画, 研究データの収集・分析・解釈, 論文の草稿作成を行った。堀口: 研究データの分析・解釈, 論文の作成および推敲・確認を行った。岩立: 研究の構想および計画, 研究データの分析・解釈, 論文の作成および最終的な推敲・確認を行った。

利益相反

著者らは、この論文の内容について財務的および非財務的な利益相反を有しないことを表明する。

倫理的承認

本研究は「脳・脊髄・末梢神経疾患に関する包括的観察研究」の課題にて千葉大学大学院医学研究院倫理審査委員会にて承認されている（承認番号3529）。尚、本研究に関する情報は文部科学省・厚生労働省による「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に基づいて、千葉大学大学院医学研究院脳神経外科学のホームページ上（<https://www.m.chiba-u.ac.jp/dept/neurosurgery/files/1915/8321/9470/0708.pdf>）で公開し、オプトアウトによる研究参加拒否の機会を保障したため、個別のインフォームドコンセントの取得は希求しなかった。

Abstract

【Background】 In the neurosurgical procedures, dural sinus injury is a devastating complication during craniotomy. Recent development of neuroimaging offers identifying a position of the dural sinus quickly and accurately using intraoperative navigation systems. However, the establishment of a simple method based on anatomical landmarks is still useful, when intraoperative navigation systems are unavailable. Therefore, we evaluate the usefulness of muscle insertion line (the superior nuchal line: SNL) as a landmark to identify the transverse sinus using contrast-enhanced 3-dimensional computed tomography (3DCT).

【Method】 This retrospective review included 52 patients who underwent posterior cranial fossa surgery between January 2018 and December 2019. We evaluated the relation between SNL and the transverse sinus at 3 points on 3DCT (midline, right side, left side).

【Results】 SNL placed caudally to the transverse sinus is 38.5% (20/52 cases) at midline, 55.0% (28/51 cases) at the right side, and 27.1% (13/48 cases) at the

left side, respectively. SNL placed on the transverse sinus is 40.4% (21/52 cases) at midline, 29.4% (15/51 cases) at the right side, and 29.2% (14/48 cases) at the left side, respectively. SNL placed rostrally to the transverse sinus is 21.2% (11/52 cases) at midline, 15.7% (8/51 cases) at the right side, and 43.8% (21/48 cases) at the left side, respectively.

【Conclusions】 The identification of SNL and the transverse sinus using contrast-enhanced 3DCT provided a useful and straightforward method to avoid venous sinus complications for posterior cranial fossa surgery.

文 献

- 1) Jean WC, Felbaum DR, Stemer AB, Hoa M, Kim HJ. (2017) Venous sinus compromise after pre-sigmoid, transpetrosal approach for skull base tumors: a study on the asymptomatic incidence and report of a rare dural arteriovenous fistula as symptomatic manifestation. J Clin Neurosci 39, 114-7.
- 2) Ruiz-Sandoval JL, Chiquete E, Navarro-Bonnet J, Ochoa-Guzmán A, Arauz-Góngora A, Barinagarrementeria F, Cantú C, Ruiz-Sandoval. (2010) Isolated vein thrombosis of the posterior fossa presenting as localized cerebellar venous infarctions or hemorrhages. Stroke 41, 2358-61.
- 3) Kivelev J, Kivisaari R, Niemelä M, Hernesniemi J. (2017) Muscle insertion line as a simple landmark to identify the transverse sinus when neuronavigation is unavailable. World Neurosurg 94, 394-7.
- 4) 野手洋雅, 夏目俊之, 丸山尚嗣, 田中 元, 貝沼修, 松崎弘志, 宮崎彰成, 佐藤やよい, 吉岡隆文, 仙波義秀, 小林拓史, 鈴木啓介, 水内 喬, 玉貫圭甲. (2018) 金属クリップを用いた術中エコー法による完全腹腔鏡下幽門側胃切除時の病変同定の有用性. 千葉医学94, 65-8.
- 5) 森脇 寛, 佐々木雄彦, 山崎貴明, 嶋崎光哲, 妹尾 誠, 香城孝磨, 久保田 司, 中西尚史, 佐藤司, 森 大輔, 櫻井 卓, 西谷幹雄. (2015) 後頭蓋窩開頭手術における静脈洞と骨の透視合成画像の有用性. 脳外誌24, 407-12.
- 6) Hwang RS, Turner RC, Radwan W, Singh R, Lucke-Wold B, Tarabishy A, Bhatia S. (2017) Relationship of the sinus anatomy to surface landmarks is a function of the size difference between the right and left side: anatomical study based on CT angiography. Surg Neurol Int 26, 58.