

学 位 論 文 題 名

Predictability of Cerebral Blood Flow :
Correlative Study of Xenon CT
to Blood Flow Volume in the Common Carotid
Artery Detected by Color Duplex Sonography

(脳血流の予測：Xenon CTによる脳血流測定と
超音波カラードプラ法による総頸動脈血流測定との相関性に関する研究)

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

「背景と目的」超音波カラードプラ法は頸動脈での血流量を測定することができるため、本研究は超音波カラードプラ法にて測定された総頸動脈の血流量が局所脳血流を予測できるかを検討する。

「対象と方法」超音波照射角度 (insonation angle) を最適化するため、健常者1名を対象とし超音波照射角度を0°-90°まで5°毎に変え総頸動脈での血流量を測定した。

flow phantomを用い、最適化された超音波照射角度での超音波カラードプラ法により測定された流速と実際の流速との相関を検討した。

超音波カラードプラ法による総頸動脈の血流量測定を健常者45名 (A群：男性18人、女性27人、年齢23-86歳)、神経系疾患を伴っていない患者13名 (B群：男性3人、女性10人、年齢51-88歳) および神経系疾患を伴っている患者49名 (C群：男性19人、女性30人、年齢20-90歳；脳梗塞8名、多発性脳小梗塞12名、痴呆14名、Parkinson病15名) について行った。xenon CTによる局所脳血流測定をB群C群の患者62名に行った。A群における総頸動脈の血流量測定によって得た値を正常血流量とした。B群における総頸動脈の血流量測定値を平均的脳重量で除した値を脳血流予測値とした。C群において、総頸動脈の血流量とxenon CTで測定した同側の局所脳血流の相関を検討した。xenon CTによる局所脳血流測定部位はborder zone、前、中、後大脳動脈領域、基底核、視床である。

「結果」超音波照射角度を変えると0-45°、65-90°では血流測定値が変動したが、45°-65°では一定の値を示した。最適化された超音波照射角度は、45°-65°と考えられた。

flow phantomで超音波カラードプラ法にて測定した流速は、実際の流速と良い相関を示した ($y=4.542+0.891x$, $\gamma=0.996$)。

A群の健常者における総頸動脈の血流量は、155-458.8 ml/min (平均±標準誤差：267.77±59.91ml/min)であった。総頸動脈の血流量は加齢によっても低下しなかった。B群において予測した脳血流は、xenon CTで測定した両側内頸動脈領域の脳血流と良い相関を示した (左側で、 γ

=0.713, p=0.0062 ; 右側では、 $\gamma=0.686$, p=0.0096). C群では、左右総頸動脈の血流量がそれぞれ186 ml/min以下である場合は、border zone (右側:8.89, 左側:10.03ml/min/100g)、前大脳動脈領域(右側:20.16, 左側:23.49ml/min/100g)、中大脳動脈領域(右側:22.31, 左側:21.56ml/min/100g)、後大脳動脈領域(右側:21.22, 左側:22.39ml/min/100g)、基底核(右側:25.56, 左側:27.54ml/min/100g)、視床(右側:34.14, 左側:36.00ml/min/100g)の局所脳血流が有意差をもって低下していた。しかし、C群の各「考察」総頸動脈は超音波による検索が容易で、かつ、総頸動脈の血流量は内頸動脈と外頸動脈を総合した血流と相関する。一方、内頸動脈と椎骨動脈は、血管径が小さく、深在しているため、信頼性の高いデータを獲得することが困難な場合がある。本研究は、総頸動脈の血流量を測定し、局所脳血流との相関性を調べた。

flow phantomにおいて、超音波カラードブラ法にて最適化された超音波照射角度(45°-65°)を用いた流速測定結果は、実際の流速と非常に良い相関を示した。よって超音波カラードブラ法による測定値は総頸動脈における正確な血流量を反映していると考えられた。

過去に報告されている超音波カラードブラ法で測定された健常者の総頸動脈の血流量は52-564 ml/minであり、MRIのデータでは平均で616 ml/min±143であった。本研究の結果はこれらの報告と一致する。また、総頸動脈の血流量が年齢とともに減少しないことがわかった。

超音波カラードブラ法で測定した総頸動脈の血流量から推測した脳血流は、xenon CTで測定した脳血流と良く相関した。したがって、超音波カラードブラ法で測定した総頸動脈の血流量が脳血流を予測することができると思われる。しかし、この相関性は正常で均一に灌流した脳組織に基づいて得た結果であることを前提としている。

神経系疾患を伴っている場合、xenon CTによるborder zone、前、中、後大脳動脈流域、基底核、視床での脳血流は、総頸動脈の血流が著明に低下する場合には有意差を持って低下した。したがって、超音波カラードブラ法は、患者のふるい分け(triage)することができる。しかし、疾患各群の間にはoverlapがあるため、超音波カラードブラ法にて血流低下を認めた場合はxenon CTを併用することによって脳血流を正確に評価することが望ましい。

「結論」超音波カラードブラ法を用い、正常の総頸動脈の血流量を確定した(155-458.8 ml/min : 平均±標準誤差:267.77±59.91ml/min)。この血流量は加齢とともに減少しない。総頸動脈の血流量が低下している場合、局所脳血流は減少していることがわかった。したがって、超音波カラードブラ法で総頸動脈の血流量が低下した場合は、局所脳血流が低下していることが予測できる。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 宮 坂 和 男

副 査 教 授 玉 木 長 良

副 査 教 授 田 代 邦 雄

学 位 論 文 題 名

Predictability of Cerebral Blood Flow : Correlative Study of Xenon CT to Blood Flow Volume in the Common Carotid Artery Detected by Color Duplex Sonography

(脳血流の予測：Xenon CTによる脳血流測定と
超音波カラードプラ法による総頸動脈血流測定との相関性に関する研究)

超音波カラードプラ法にて測定された総頸動脈の血流量が局所脳血流を予測できるかを検討する。健常者1名を対象とし超音波照射角度 (insonation angle) を最適化した。また、flow phantomを用い、最適化された超音波照射角度での超音波カラードプラ法により測定された流速と実際の流速との相関を検討した。超音波カラードプラ法による総頸動脈の血流量測定を健常者45名(A群)、神経系疾患を伴っていない患者13名(B群)および神経系疾患を伴っている患者49名(脳梗塞8、多発性脳小梗塞12、痴呆14、Parkinson病15)について行った。xenon CTによる局所脳血流測定をB群とC群の患者に行った。最適化された超音波照射角度は、 45° - 65° と考えられた。また、flow phantomで超音波カラードプラ法にて測定した流速は、実際の流速と良い相関を示した ($y=4.542+0.891x$, $\gamma=0.996$)。A群の健常者における総頸動脈の血流量は、 267.77 ± 59.91 ml/min (平均±標準誤差)であった。総頸動脈の血流量は加齢によっても低下しなかった。B群における総頸動脈の血流量測定値を平均的脳重量で除した値を脳血流予測値とし、xenon CTで測定した両側内頸動脈領域の脳血流と良い相関を示した(左側で、 $\gamma=0.713$, $p=0.0062$; 右側では、 $\gamma=0.686$, $p=0.0096$)。C群では、左右総頸動脈の

血流量がそれぞれ186 ml/min以下である場合は、border zone (右側: 8.89, 左側: 10.03ml/min/100g)、前大脳動脈領域 (右側: 20.16,左側: 23.49ml/min/100g)、中大脳動脈領域 (右側: 22.31, 左側: 21.56ml/min/100g)、後大脳動脈領域 (右側: 21.22, 左側: 22.39ml/min/100g)、基底核 (右側: 25.56, 左側: 27.54ml/min/100g)、視床 (右側: 34.14, 左側: 36.00ml/min/100g)の局所脳血流が有意差をもって低下していた。したがって、超音波カラードプラ法で総頸動脈の血流量が低下した場合は、局所脳血流が低下していることが予測できる。

口頭発表に際し、玉木教授より頸動脈の血管の流れは脳組織血流との相関を取る意義およびカラードプラ法での照射角度に因る誤差の原因について、質問がなされた。申請者は、正常で均一に灌流した脳組織の場合には超音波カラードプラ法で測定した総頸動脈の血流量が脳血流と一致する。照射角度は 45° - 65° であるとき、総頸動脈の血流量は一定であることやflow phantomで測定した流速は、実際の流速と良い相関を示したため、正確に血流量を反映することができると回答を行った。田代教授より頸動脈血流量が年齢で変化しないのは測定上のばらつきか、対象疾患の選択に問題はないかについて、質問がなされた。申請者は、血管の面積の測定は誤差が出やすいことによる測定上のばらつきが頸動脈血流量が年齢で変化しない原因と推測した。本研究は総頸動脈血流量と脳血流との相関性の研究の目的で、対象疾患を問わずに同じ群に入れた。宮坂教授より頸動脈の血流量と脳局所血流の相関を調べる上で側副の血行路の影響や総頸動脈の血流量を計算する際の定数の設定について、質問がなされた。申請者は、本研究は側副の血行路の影響は調べていなかった。頸動脈の血流がparabolicであるため、定数をいれ、計算した血流量はより正確に実際の血流量を反映することができると回答を行った。

この論文は、超音波カラードプラ法を用い脳血流を予測することで高く評価され、今後の脳血流の評価する際にscreening手段として期待される。

審査員一同は、これらの成果を高く評価し、大学院課程における取得単位なども併せ申請者が博士(医学)の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。