

氏名	長澤史朗 ながさわしろう
学位の種類	医学博士
学位記番号	医博第582号
学位授与の日付	昭和56年3月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
研究科・専攻	医学研究科外科系専攻
学位論文題目	ヒト脳血管のバイオメカニクス的研究

(主査)  
論文調査委員 教授 翠川 修 教授 佐々木和夫 教授 半田 肇

### 論文内容の要旨

血管壁の変形特性は血行力学的諸因子と相互に作用しつつ、心臓血管系の生理および病態生理を決定する重要な因子である。血管壁は主として、互いにその力学的性質が著しく異なる弾性線維、膠原線維、平滑筋の3要素から構成されている。これら構成要素の血管壁に占める割合や配列は、血管部位、加齢により変化するため、血管壁の変形特性もこれに対応して変化すると考えられている。しかしながら上述の血管壁の変形特性に関する研究では、多くの場合大動脈、総頸動脈、大腿動脈といった大口徑の動脈が用いられており、頭蓋内動脈に関する研究は著しく少ない。

本研究では頭蓋内動脈に注目し、加齢にともなう血管壁の伸展性の減少を動脈硬化の力学的側面として把握し、その血管部位による変化、加齢による影響を検討した。また血管平滑筋が血管壁の変形特性におよぼす効果を調べ、頭蓋内動脈の特徴ならびにクモ膜下出血後に頻発する脳血管攣縮の力学的機構につき検討した。

#### 対象および方法

対照群19剖検例、クモ膜下出血群2剖検例より、脳底動脈、頭蓋内および頭蓋外椎骨動脈、内頸動脈、総頸動脈を円筒状試料として摘出し tissue bath 中に固定した。各試料血管につき、平滑筋非活性時、活性時の内圧—外径曲線を求め、これらの曲線より、stiffness parameter ( $\beta$ )、増分弾性係数、接線方向壁応力および歪み、発生応力、外径変化率を計算した。

#### 結果

1. 頭蓋内、頭蓋外動脈の間には動脈硬化の進展態度に著しい相違がある。頭蓋外動脈は30歳までは伸展性に富むがそれ以後硬化する。頭蓋内動脈は生下時に既に伸展性に乏しく、加齢により次第にその傾向を強める。
2. 若年群頭蓋内動脈に生じていた有意に大きい壁応力は加齢にともなう血管壁の肥厚のために減少し、頭蓋外動脈の小さい応力値に収束した。壁応力が中膜細胞の結合織産生を調節する機構が推定される。
3. 頭蓋内動脈における動脈硬化は本態は壁の肥厚であり、若年群頭蓋内動脈に生じている高い応力や

加齢にともなう血管壁材質の弾性係数の減少を代償していると考えられる。

4. 平滑筋の活性化により内圧—外径曲線は2相性となり屈曲点までの外径変化は著しく小さく、この点を過ぎると急激に大きな外径変化を生じ始める。屈曲点の出現は平滑筋の収縮によって結合織成分に生じる圧縮応力によるものと考えられる。

5. 平滑筋活性化の血管壁変形特性に対する影響は、頭蓋外動脈より頭蓋内椎骨動脈において著しい。最大発生応力値は両群ともほぼ同じ値であるが最大外径変化率は後者で有意に大きく、頭蓋内動脈においては血管平滑筋がより有効に血管収縮をおこす機構の存在が推定される。

6. 血管平滑筋活性時、クモ膜下出血群では屈曲点は約 180mmHg という高い内圧値に出現し、生理的内圧範囲では血管壁は著しく stiff となる。また血管収縮もほぼ同じ内圧値まで保持される。これらの点がクモ膜下出血後の攣縮血管壁の変形特性の特徴と考えられる。

7. 血管攣縮時の血管壁の変形特性を決定する因子としては血管平滑筋の変形特性のみならず、結合織成分によって決定される平滑筋非活性時の血管壁の変形特性も重要である。

8. 人為的高血圧療法は、攣縮血管に屈曲点以上の内圧を負荷し得れば血管径が増加し有効であると考えられる。

#### 論文審査の結果の要旨

血管壁の変形特性は血行力学的諸因子と相互に作用しつつ、心臓血管系の生理および病態生理を決定する重要な因子であるが、頭蓋内動脈に関する研究は著しく少ない。本研究ではヒト剖検例より摘出した頭蓋内、外動脈の力学的性質を検討し、加齢にともなう血管壁の伸展性の減少を動脈硬化の力学的側面として把握し、その血管部位、加齢による影響を検討した。また血管平滑筋が血管壁の変形特性におよぼす効果を調べ、頭蓋内動脈の特徴ならびにクモ膜下出血後に頻発する脳血管攣縮の力学的機構につき検討した。その結果；(1)頭蓋内、外動脈の間には動脈硬化の進展態度に著しい相違があり、頭蓋内動脈は生下時にすでに伸展性に乏しく、加齢により次第にその傾向を強める。(2)頭蓋内動脈における動脈硬化の本態は壁の肥厚であり加齢にともなう血管壁材質の弾性係数の減少を代償していると考えられる。(3)平滑筋活性化による血管壁変形特性に対する影響は頭蓋外動脈より頭蓋内椎骨動脈において著しい。(4)クモ膜下出血群では平滑筋活性時、約 180mmHg という高い内圧値まで血管壁は著しく伸展性を減じた。(5)血管攣縮時の血管壁の変形特性を決定する因子としては平滑筋の変形特性のみならず、結合織成分によって決定される平滑筋非活性時の血管壁の変形特性も重要である。

以上の研究は脳血管性疾患の病態解明に寄与するところが大きい。

したがって、本論文は医学博士の学位論文として価値あるものと認める。