

# 大動脈瘤の破裂メカニズム解明と 力学視点による破裂予測

研究者：名古屋工業大学大学院工学研究科 電気・機械工学専攻 杉田修啓 准教授

生体と機械工学は、何の関係もないように思われがちだが、心臓は血液のポンプ、血管は血液が流れるチューブ（管）という具合に、材料力学や機械力学など機械工学の観点から生体の構造を知ることができる。機械工学の知識を生かして生体の様々な仕組みを解明し、医学や医工学に応用する医用生体工学（バイオメカニクス）研究室の杉田修啓准教授は、血管病変の発生メカニズムの解明、大動脈瘤の破裂予測、細胞発生張力の測定法などを研究し、非侵襲で体に負担をかけない新たな診断法や治療に貢献する手法の提案を目指す。



## ◇大動脈瘤の破裂予測

大動脈瘤は、大動脈の一部がこぶ状に膨れる血管病変で、瘤が次第に拡張して破裂した場合の致死率が非常に高いため、CT検査、MRI検査、超音波検査などで瘤の大きさや形状を調べ、瘤が一定の大きさ以上になると手術が適応される。しかし、基準以下の大きさの瘤でも破裂する場合があります。破裂予測のためには、血管壁の弱り具合を知る必要がある。

正常な大動脈の場合、血圧が増加すると血管径が増加していくが、同時にかたさも増すため、次第に血管径の増加が鈍る。一方、大動脈瘤の場合、ある圧力以上になるとかたさが増加しなくなり、瘤が膨らみ続けることを発見した。そこで、これ以上かたくならないという、かたさが一定になる圧力の数値を「かたさ降伏パラメータ」とし、これに着目した。すると、正常なブタの胸部大動脈と患者から摘出した胸部大動脈瘤試料を用いた力学試験で、かたさ降伏パラメータと、破裂圧力との関係が確認できた。つまり、通常は破壊して初めて情報を得られる血管壁の破裂圧力ではなく、破壊せずとも得られる血管壁のかたさ情報から、血管壁の脆弱度が予測できると考えられる。

かたさ降伏パラメータは、血管壁の変形量（ひずみ）、曲率、血圧の1心拍周期中の変化から算出できる。ひずみと曲率はMRIによってデータが得られる。血圧は一般的な上腕部で測る血圧ではなく、大動脈内にカテーテルを挿入して測る中心血圧の圧力波形が必要だが、非侵襲での破裂予測を目指している

ため、トノメトリ法という経皮的に測定した圧力波から1心拍ごとの中心血圧を推定する。血圧と曲率半径を利用して血管壁に働く張力データを算出し、1心拍中で計測したひずみ-張力曲線に対してこの傾きである接線剛性を求める。これを血圧に対する曲線の式（図1参照）に当てはめると、「かたさ降伏パラメータ」が決まる。このかたさ降伏パラメータの数値を用いて破裂血圧を予測する方法が考えられる。

より精緻な破裂予測のためには、瘤のある場所の血圧が必要である。今後は、瘤のある場所の血圧を非侵襲かつ正確に求める方法を研究するとともに、身体の様々な部位の破壊現象に対して強さを予測する応用が期待される。

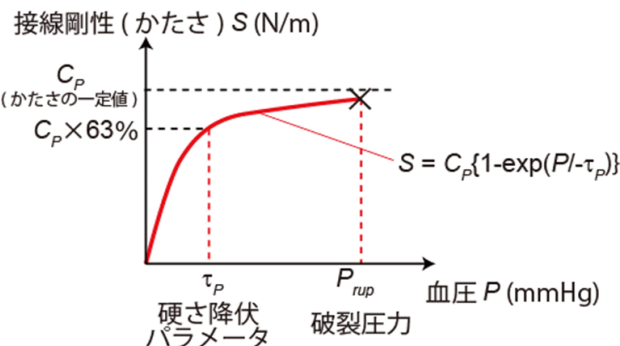


図1 接線剛性-圧力関係とかたさ降伏パラメータの関係