OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	In vivo aortic elasticity measurement using electrocardiogram-gated computed tomography: validation with ex vivo loading test
Author(s)	横田, 純己
Citation	大阪大学, 2026, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/105303
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

論　文　内　容　の　要　旨

Synopsis of Thesis

氏　　名 Name	横田　純己
論文題名 Title	*In vivo* aortic elasticity measurement using electrocardiogram-gated computed tomography: validation with *ex vivo* loading test (心電図同期CTを用いた大動脈壁弾性率の非侵襲的測定法 -組織引張試験による検証-)

論文内容の要旨(Abstract of Thesis)

〔目　的(Objective)〕

胸部大動脈瘤に対する外科的治療適応は、現在も最大短径を中心とした形態学的指標に基づいて判断されている。しかし臨床現場では、ガイドラインで示される径基準に達する前に大動脈解離や破裂といった致死的イベントを発症する症例を少なからず経験する。これらの事実は、大動脈径のみでは大動脈イベントのリスクを十分に予測できない可能性を示唆しており、径評価を補完する新たなリスク指標の確立が求められている。

本研究では、大動脈壁そのものの力学的特性、特に弾性率に着目した。弾性率は血圧負荷に対する大動脈壁の変形抵抗性を表す指標であり、理論的には解離や破裂といった力学的破綻と密接に関連すると考えられる。これまで弾性率の評価にはMRIや超音波を用いた相対的指標が報告されてきたが、いずれも外科的に採取した実測値との絶対的一致性は十分に検証されていなかった。そこで本研究では、心電図同期CT（electrocardiogram-gated computed tomography：EGCT）と材料力学に基づく理論式を用いて、大動脈壁弾性率を非侵襲的に算出する手法の妥当性を検証することを目的とした。

〔方法(Methods)〕

対象は2020年から2022年にかけて上行大動脈を含む人工血管置換術を施行された症例のうち、術前EGCTが施行され、かつ十分な組織検体が得られた49例とした。

EGCT画像から上行大動脈の径および壁厚を測定し、撮影時の血圧値を加味した管の力学モデルに基づき弾性率を算出した。解析にはCT画像解析ソフト上に理論式を実装し、収縮期および拡張期における径変化から弾性率を導出した。一方、外科的に切除された上行大動脈組織を用いて、一軸引張試験を実施した。生体内の生理的血圧範囲を想定した張力条件下で荷重―変位関係を測定し、応力―ひずみ曲線から同様に弾性率を算出した。

両測定法の関連性および一致度について、Spearmanの順位相関係数、Bland-Altman解析、intraclass correlation coefficient（ICC）を用いて検証した。

〔結果(Results)〕

EGCTによる弾性率は中央値3.17（四分位範囲1.74-4.12）MPa、引張試験による弾性率は3.15（2.07-3.84）MPaであり、両者の分布に有意差は認められなかった。両測定値の間には強い正の相関が認められ（Spearman r＝0.733）、Bland-Altman解析では49例中46例（93.9%）が一致限界内に収まり、系統誤差は0.0975と極めて小さかった。さらにICCは0.86と高値を示し、EGCTに基づく弾性率測定の高い信頼性が確認された。

〔総　括(Conclusion)〕

EGCTと材料力学モデルを組み合わせた本手法は、大動脈壁の弾性率を非侵襲的かつ定量的に評価できる有用な方法であることが示された。本手法は、従来の最大短径による評価を補完し、大動脈イベントのリスク層別化を高度化する新たな画像バイオマーカーとして、将来的な臨床応用が期待される。

[Format-H07]

論文審査の結果の要旨及び担当者

（申請者氏名）　横田　純己

論文審査担当者	（職）	氏名	
主　査	大阪大学教授	宮川 勝	署名
副　査	大阪大学教授	新谷 陳	署名
副　査	大阪大学教授	江口 英利	署名

論文審査の結果の要旨

本研究は、大動脈瘤や大動脈解離といった致死的疾患のリスク評価において、従来広く用いられてきた大動脈径のみでは十分でないという臨床的課題に着目し、大動脈壁の硬さを示す弾性率を非侵襲的に評価する新たな方法を検討したものである。著者は、心電図同期CT画像から弾性率を算出する手法を確立し、外科的に摘出した大動脈組織を用いた引張試験との比較により、その妥当性と信頼性を統計学的に検証した。さらに、探索的検討として、弾性率と患者背景因子との関連についても検討し、臨床的解釈の可能性を示した。本研究は、大動脈疾患の評価に新たな視点を提供するものであり、研究の独創性、方法論の妥当性および臨床的意義のいずれの点においても高く評価できる。よって、本論文は博士（医学）の学位に値するものと認める。