

Взаимосвязь биомеханических свойств и КТ-показателей эластичности стенки дилатированной восходящей аорты

Саушкин В.В., Варламова Ю.В., Врублевский А.В., Панфилов Д.С., Козлов Б.Н., Сазонова С.И.
Научно-исследовательский институт кардиологии - филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук»



ТОМСКИЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МЕДИЦИНСКИЙ ЦЕНТР



НИИ
КАРДИОЛОГИИ

Аннотация

Цель исследования: сопоставить показатели эластичности, рассчитанные по данным ЭКГ-синхронизированной мультиспиральной компьютерной томографии с показателями биомеханического исследования фрагментов восходящего отдела аорты

Введение

Исследование эластических свойств стенки грудной аорты имеет важное значение для диагностики и прогнозирования течения сердечно-сосудистых заболеваний. В данной работе проводится сравнение результатов механометрии интраоперационных фрагментов аортальной стенки с показателями эластичности, полученными по данным КТ-исследования, для оценки корреляции между прямыми и неинвазивными методами диагностики

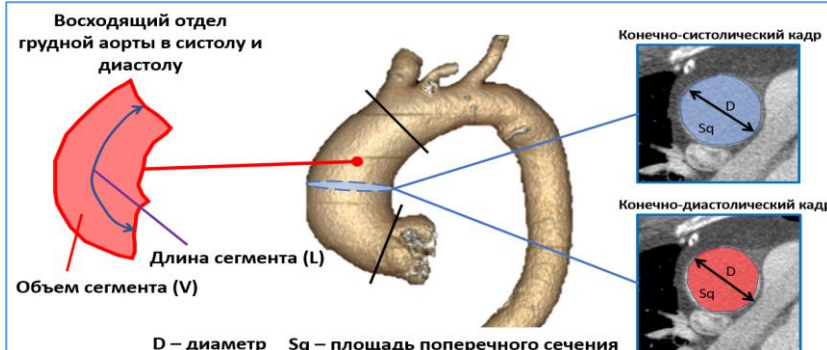


Рис. 1. Измеряемые морфометрические показатели

Методы и материалы

В исследование включены 24 пациента (возраст 61 ± 9 лет; 13 мужчин) с дилатацией восходящей аорты (диаметр >50 мм). Всем пациентам была проведена МСКТ ангиография грудной аорты с ЭКГ-синхронизацией. При постпроцессинговой обработке измеряли диаметр аорты, площадь поперечного сечения и длину восходящего отдела грудной аорты в систолу и диастолу. Кроме того, рассчитывали циркулярную деформацию (Cst), продольную деформацию (Lst), объемную деформацию (Vst), комплаенс (com) и растяжимость (dis) восходящего отдела аорты. Всем пациентам было проведено протезирование восходящего отдела аорты. Из резецированной аорты вырезали циркулярные (cir) и продольные (lon) образцы восходящего отдела аорты. Полученные образцы использовались для прямого одноостного механометрического тестирования на разрыв. Для всех образцов были получены следующие показатели: модуль Юнга (YM); напряжение разрушения (FS); напряжение растяжения (TS); удлинение (E); деформация (ST).

Результаты и обсуждение

Было установлено, что биомеханические свойства продольных и циркулярных образцов восходящей аорты существенно отличаются друг от друга по механической прочности: YM – 2,6 (2,02-3,33) vs 3,2 (2,37-3,72) МПа, $p < 0,02$; FS – 2,14 (1,36-2,87) vs 3,59 (1,94-4,81) Н, $p < 0,03$; TS 0,19 (0,13-0,32) vs 0,34 (0,27-0,45) МПа, $p < 0,02$; E 6,9 (4,8-8,9) vs 8,3 (6,3-10,8) мм, $p < 0,005$; ST 4,5 (2,9-5,7) vs 4,8 (3,9-6,3)%, $p < 0,04$. В ходе дальнейшего анализа была обнаружена корреляция между эластичностью (по МСКТ) и биомеханическими свойствами фрагментов восходящей аорты. Умеренная положительная корреляция обнаружена между Cst и YM (lon) ($r = 0,41$, $p = 0,004$), Lst и YM (lon) ($r = 0,401$, $p = 0,05$), Lst и YM (cir) ($r = 0,48$, $p = 0,02$), Vst и YM (cir) ($r = 0,48$, $p = 0,03$), Dis и ST (cir) ($r = 0,52$, $p = 0,01$). Умеренная отрицательная корреляция выявлена между Vst и TS (cir) ($r = 0,46$, $p = 0,03$), Vst и ST (cir) ($r = -0,54$, $p = 0,009$). Выявлена сильная положительная корреляция между Dis и E (cir) ($r = 0,63$, $p = 0,001$) и сильная отрицательная корреляция между Vst и FS (cir) ($r = -0,61$, $p < 0,002$).

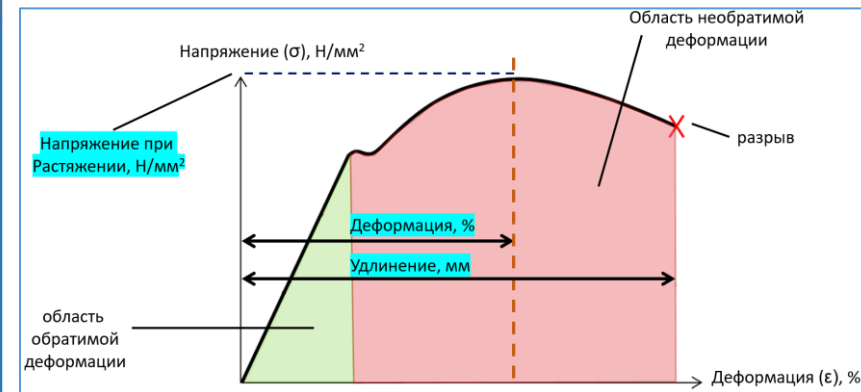


Рис. 3. Расчет экспериментальных показателей

Заключение

Исследование показало, что наиболее сильные корреляционные связи наблюдались между напряжением растяжения циркулярных образцов и объемной деформацией (по МСКТ), а также удлинением циркулярных образцов и растяжимостью (по МСКТ). Циркулярные образцы оказались прочнее и обладали более высокими эластическими свойствами, чем продольные образцы.

Библиографический список

1. Sazonova S.I., Saushkin V.V., Panfilov D.S., Stepanov I.V., Gusakova A.M., Skosyrsky A.B., Vrublevsky A.V., Uvanchikov A.O., Kozlov B.N. Insights into ascending aortic aneurysm: interactions between biomechanical properties of the aortic wall and tissue biomarkers. Heliyon. 2024. Т. 10. № 1. С. e23538.
2. Сазонова С.И., Саушкин В.В., Панфилов Д.С., Гусакова А.М., Шипулин В.В., Мальцева А.Н., Базарбекова Б.А., Козлов Б.Н. Ex vivo исследование ассоциации механической прочности стенки дилатированной восходящей аорты с тканевыми матриксными металлопротеиназами и цитокинами. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2023. Т. 174. № 4. С. 497-501.
3. Врублевский А.В., Панфилов Д.С., Козлов Б.Н., Саушкин В.В., Сазонова С.И. Нарушения биомеханики восходящего отдела аорты при пограничном расширении и аневризме. Российский кардиологический журнал. 2023;28(5):5365. doi:10.15829/1560-4071-2023-5365. EDN UKOGDF

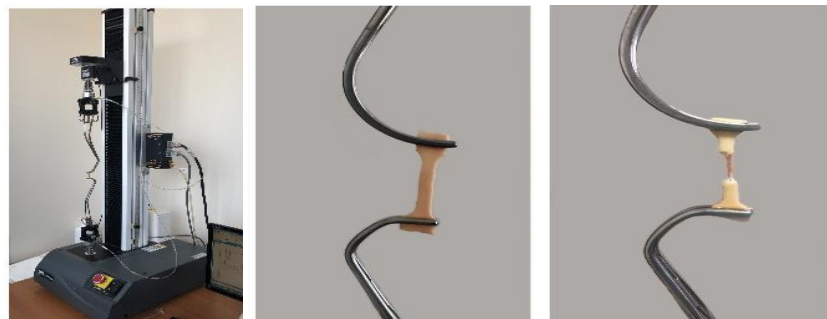


Рис. 2. Ex-vivo механометрическое тестирование