

Е. С. Хиневич, Д. В. Житко

ХАРАКТЕРИСТИКА ЛАМЕЛЛЯРНЫХ ЕДИНИЦ СРЕДНЕЙ ОБОЛОЧКИ БРЮШНОЙ АОРТЫ ЧЕЛОВЕКА

Научные руководители: канд. мед. наук, ассист. Юзефович Н.А.

Кафедра гистологии, цитологии и эмбриологии,

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

E. S. Khinevich, D. V. Zhitko

CHARACTERISTIC OF LAMELLAR UNITS OF THE TUNICA MEDIA OF THE ABDOMINAL AORTA

Tutors: assistant professor N. A. Yuzefovich

Department of Histology, Cytology and Embryology,

Belarusian State Medical University, Minsk

Резюме. В статье приведены данные морфометрического анализа средней оболочки стенки брюшного отдела аорты человека в возрасте от 1 года до 35 лет. По мере развития сосудистой стенки в средней ее оболочке отмечается изменение количества ламеллярных единиц. Данные изменения определяют функциональные характеристики сосудистой стенки.

Ключевые слова: брюшная аорта, ламеллярная единица, средняя оболочка.

Resume. The article presents the data of a morphometric analysis of the tunica media of the human abdominal aorta. During the development of the vascular wall there is a change in the number of lamellar units in tunica media. These changes determine the functional characteristics of the vascular wall.

Keywords: abdominal aorta, lamellar unit, tunica media.

Актуальность. Механические свойства аорты обусловлены в первую очередь строением ее эластического каркаса [3,4]. Именно он определяет морфологическую и функциональную целостность сосудистой стенки. Наиболее крупными компонентами эластического каркаса являются окончатые эластические мембраны средней оболочки стенки аорты. Чередуясь с компонентами внеклеточного матрикса, продуцируемого гладкими миоцитами, они формируют «ламеллярные единицы».

По мере развития организма человека идут процессы формирования стенки аорты [1]. Значительное влияние на ее окончательное формирование оказывают гемодинамические условия, изменения которых могут происходить под влиянием факторов окружающей среды (гиподинамия, нарушение питания, гормональные изменения и т.д.). В свою очередь особенности морфологических характеристик сосудистой стенки определяют протекание процессов адаптации и компенсации при возникновении патологических процессов [2,5-7].

Цель: установить количественные характеристики и особенности распределения ламеллярных единиц вдоль стенки средней оболочки брюшной аорты человека.

Задачи:

1. Проследить постнатальное развитие средней оболочки стенки брюшной аорты человека в возрасте от 1 года до 35 лет.
2. Проанализировать изменение толщины средней оболочки брюшной аорты человека и количества ламеллярных единиц в ней в возрасте от 1 года до 35 лет.
3. Проанализировать особенности распределения ламеллярных единиц в пре-

делах одного сегмента аорты.

Материалы и методы. Материалом для исследования послужили гистологические препараты аутопсийного материала стенки брюшного отдела аорты 16 человек в возрасте от 1 года до 35 лет из коллекции кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии УО «БГМУ». Морфометрический анализ проводили с помощью программы ImageJ. На кафедре гистологии, цитологии и эмбриологии УО «Белорусский государственный медицинский университет» старшим преподавателем И.А. Мельниковым был разработан алгоритм для полуавтоматического анализа изображения поперечного среза стенки аорты, реализованный в виде макроса для программы ImageJ. Статистический анализ полученных данных проводился с использованием STATISTICA 10. Статистическая значимость различий оценивалась по критерию Манна-Уитни.

Результаты и их обсуждение. Наличие выраженного эластического каркаса в стенке аорты позволяет ей легко растягиваться при прохождении порции крови во время систолы сердца и возвращаться в исходное состояние при диастоле, обеспечивая непрерывность потока крови.

Наибольшего развития эластический каркас достигает в средней оболочке аорты, где эластические волокна экстрацеллюлярного матрикса формируют более крупные структуры – окончатые эластические мембраны. Структурной единицей средней оболочки аорты является «ламеллярная единица», состоящая из двух параллельных окончатых эластических мембран и расположенных между ними гладких миоцитов и компонентов внеклеточного матрикса.

После рождения по мере того как организм растет и развивается, продолжается и развитие сосудистой стенки. Так, в средней оболочке стенки брюшной аорты человека отмечается увеличение количества окончатых эластических мембран, рост количества ламеллярных единиц и расширение межмембранных промежутков (Рис.1).

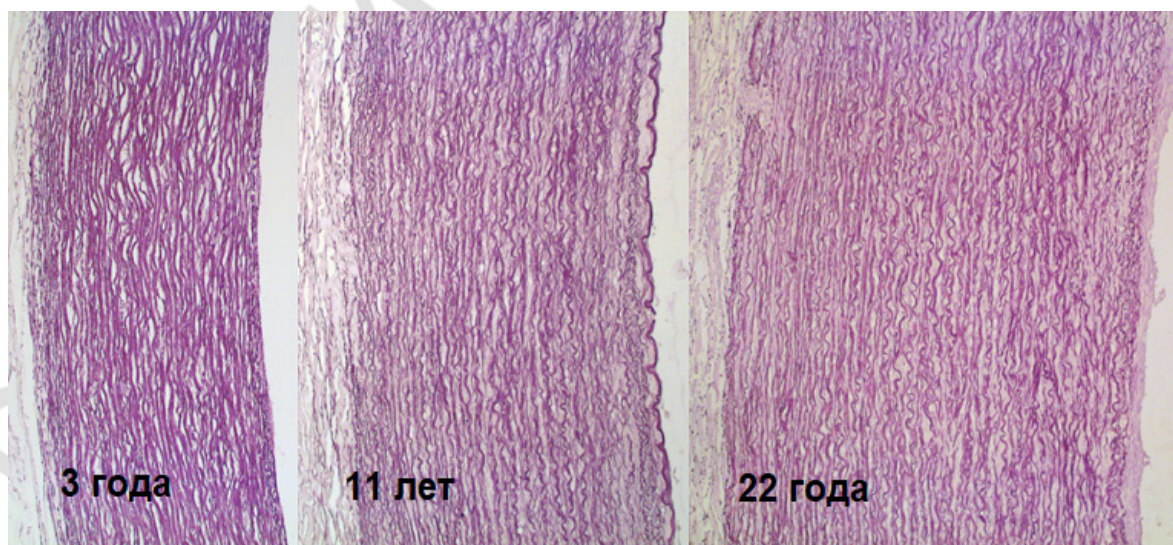


Рис. 1 – Окончатые эластические мембраны в средней оболочке стенки брюшной аорты человека.

В среднем до 12 лет данные изменения носят интенсивный характер и морфологические отличия в гистологических препаратах определяются довольно легко.

После 12 лет интенсивность процессов роста сосудистой стенки замедляется и отличия в морфологических характеристиках не всегда удается выявить.

Для определения динамики количественных характеристик был проведен морфометрический анализ.

При сравнении различных возрастных групп было выявлено, что статистически значимое увеличение толщины средней оболочки аорты отмечалось в возрасте после 6 и 12 лет (Табл.1). После 12 лет, несмотря на продолжающийся рост толщины средней оболочки стенки аорты, статистически значимых отличий выявлено не было.

Табл. 1. Количественные характеристики толщины средней оболочки брюшной аорты человека и ламеллярных единиц

Показатель	Возрастная группа				Значимость различий по критерию Манна-Уитни
	1 (1-5 лет)	2 (6-11 лет)	3 (12-25 лет)	4 (26-35 лет)	
	Me (25%-75%)	Me (25%-75%)	Me (25%-75%)	Me (25%-75%)	Уровень значимости (P)
Толщина средней оболочки	367,45 (351,69-385,77)	534,54 (527,54-564,43)	714,41 (652,72-788,66)	715,88 (669,63-780,18)	$P_{1,2} < 0,05$ $P_{2,3} < 0,05$ $P_{3,4} > 0,05$
Среднее количество ламеллярных единиц во всей оболочке	36,69 (36,33-40,85)	55,83 (54,23-61,14)	70,82 (66,79-73,49)	69,48 (64,6-78,44)	$P_{1,2} < 0,05$ $P_{2,3} < 0,05$ $P_{3,4} > 0,05$
Количество ламеллярных единиц в 100 мкм.	10,48 (9,97-11,07)	10,69 (10,17-11,08)	9,64 (9,13-10,49)	10,06 (9,46-10,28)	$P_{1,2} > 0,05$ $P_{2,3} > 0,05$ $P_{3,4} > 0,05$

Аналогичная динамика была выявлена у показателя количества ламеллярных единиц. По мере роста толщины средней оболочки стенки аорты отмечалось увеличение количества ламеллярных единиц в ней (Табл.1). Статистически значимое увеличение данного показателя отмечалось в возрасте после 6 и 12 лет. Несмотря на продолжающееся увеличение значений данного показателя после 12 лет, статистически достоверных отличий выявлено не было.

Во всех возрастных группах наиболее стабильным оказался показатель количества ламеллярных единиц в 100 мкм сканирующей линии. Статистически достоверных отличий данного показателя при сравнении разных возрастных групп не выявлено (Табл.1). Вероятно, такое относительно стабильное расстояние между соседними окончатými эластическими мембранами обеспечивает оптимальный уровень протекания метаболических процессов. А также определяет поддержание структурной целостности внутри ламеллярной единицы (взаимосвязь гладких миоцитов с компонентами внеклеточного матрикса и окончатými эластическими мембранами).

При проведении морфометрического исследования было отмечено, что в пределах одного сегмента аорты с учетом сторон количество ламеллярных единиц варьирует. Для более детального исследования в каждом анализируемом случае мы

построили графики, описывающие распределение количества ламеллярных единиц в пределах одного среза (сегмента) (Рис.2).

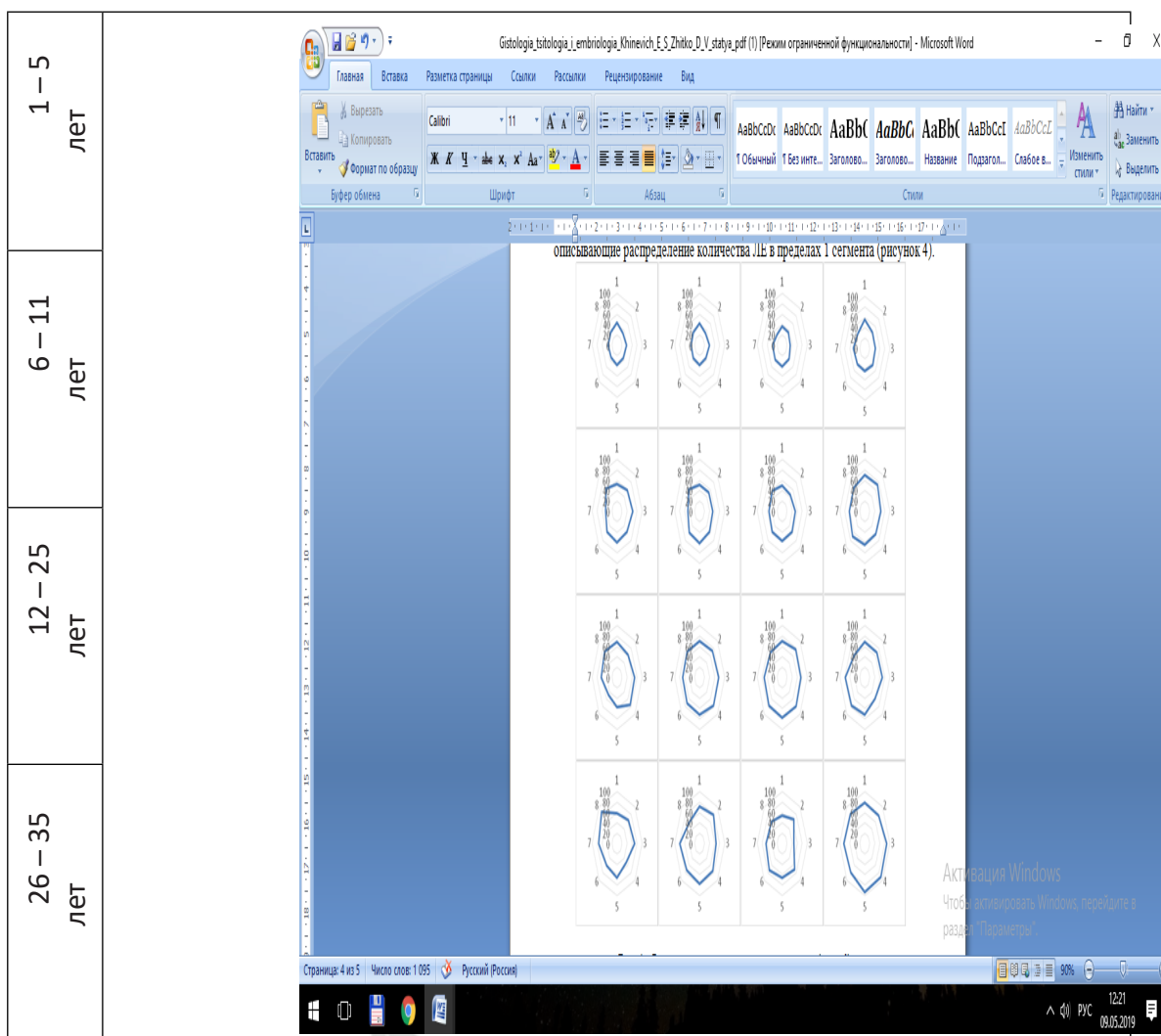


Рис. 2 – Распределение количества ламеллярных единиц в средней оболочке стенки брюшной аорты человека в пределах одного сегмента: 1 – вентральная сторона, 3 – правая сторона, 5 – дорсальная сторона, 7- левая сторона.

На предложенных диаграммах видно, что с возрастом количество ламеллярных единиц увеличивается, но увеличение это идет неравномерно. Определяются «пики» с максимальными и минимальными значениями количества ламеллярных единиц в пределах одного сегмента средней оболочки стенки брюшной аорты. На первый взгляд данные отличия носят индивидуальный характер, но при более детальном изучении было отмечено, что в 75% исследуемых случаев максимальные «пики» приходились на 7-8-1 позиции. Данные особенности требуют проведения дальнейшего исследования на серийных срезах.

Выводы:

1. По мере формирования средней оболочки стенки брюшной аорты человека на протяжении постнатального периода онтогенеза отмечается увеличение ее толщины и рост количества ламеллярных единиц.

2. На протяжении всего периода роста и формирования средней оболочки стенки брюшной аорты наиболее стабильным показателем является количество

ламеллярных единиц в 100 мкм. При этом среднее количество ламеллярных единиц увеличивается от 1 года до 35 лет.

3. Количественное распределение ламеллярных единиц в пределах одного сегмента аорты также варьирует. Данные морфологические характеристики могут отражать особенности биомеханических свойств сосудистой стенки.

Литература

1. Ефимов, А. А. К вопросу о возрастных изменениях аорты человека / А. А. Ефимов, Л. М. Курзин // Вестн. Тамбов. ун-та. Сер. Естеств. и техн. науки. – 2011. – Т. 16, № 6-1. – С. 1509–1511.
2. A morphometric study of the structural characteristics of the aorta in pigs using an imageanalysis method / D. P. Sokolis [et al.] // Anat., Histol., Embryol. – 2002. – Vol. 31, № 1. – P. 21–30.
3. Analysis of the molecular mobility of collagen and elastin in safe, atheromatous and aneurysmal aortas / V. Samouillan [et al.] // Pathol. Biol. – 2012. – Vol. 60, № 1. – P. 58–65.
4. Arterial extracellular matrix: a mechanobiological study of the contributions and interactions of elastin and collagen / M. J. Chow [et al.] // Biophys. J. – 2014. – Vol. 106, № 12. – P. 2684–2692.
5. Blomgren, B. A novel method for quantification of the folding of elastic laminae in elastic arteries / B. Blomgren, C. Gokturk // Micron. – 2008. – Vol. 39, № 5. – P. 623–630.
6. Kelleher, C. M. Vascular extracellular matrix and aortic development / C. M. Kelleher, S. E. McLean, R. P. Mecham // Curr. Top. in Dev. Biol. – 2004. – Vol. 62. – P. 153–188
7. Sans, M. Mathematical morphologic analysis of the aortic medial structure. Biomechanical implications / M. Sans, A. Moragas // Anal. and Quant. Cytol. and Histol. – 1993. – Vol. 15, № 2. – P. 93–100.