

# ВОПРОСЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОРФОЛОГИИ ВОСХОДЯЩЕЙ АОРТЫ

Хачина Тамара Васильевна

Кафедра Анатомии человека Кишиневского Университета Медицины и  
Фармации “Nicolae Testemițanu”

Tamara.hacina@usmf.md

## ISSUES OF THE FUNCTIONAL MORPHOLOGY OF THE ASCENDING AORTA

**Background:** The article contains controversial opinions from a literature review about the location, morphology and functional importance of the subepicardial fat pads and location of the aortic reflexogenic areas, which increased in the recent years interest for clinicians. Own research results concerning these aspects are presented.

**Material:** The 404 preparations of the ascending aorta taken from the human corpses, from 16-week fetuses to 96 years, were studied.

**Used methods:** Inspection of the autopsied aortae, fine anatomical preparation, coloring with Schiff reagent, injection of Herot's mass and colored gelatin, immunohistological study and histological studies including the hematoxylin-eosin-treated preparations examination, coloration with methylene blue and by van-Gieson techniques.

**Results:** A large variability of the ascending aorta fat bodies was described, arguments on the existence of the reflexogenic area of the ascending aorta were presented, new hypothesis on the functional morphology of the aorta was put forward.

**Conclusions:** The fat body of Rindfleisch is more significant than it is assumed: a reflexogenic zone is placed at its level; it refers to the need to streamline terminology for a more successful implementation of research findings.

**Key words:** ascending aorta, aortic fat pad, reflexogenic zone.

### Актуальность

Стремительное развитие сосудистой реконструктивной хирургии было одним из величайших достижений XX века. Успехи в ангиологии и сосудистой хирургии были настолько значительны, что опередили общую хирургию и многие другие хирургические специализированные дисциплины. Однако, в начале XXI века в публикациях клиницистов, в частности кардиохирургов, стала прослеживаться тревога о нерешенных проблемах, таких как частота постоперационных осложнений и отсутствие эффективных методов их предупреждения.

При кажущейся полноте накопленных знаний о морфологии аорты, остаются особенности не привлекавшие ранее особого внимания

морфологов, физиологов и клиницистов, которые в наши дни стали недостающим звеном для успешного осуществления хирургических вмешательств в кардиохирургии. Повышенный интерес к функциональной морфологии аорты появился в эпоху бурного развития сердечнососудистой реконструктивной хирургии. В накопленных за многие столетия знаниях о морфологии аорты и сердца не нашлось ответов на современные запросы практической медицины.

Вполне естественно, что статьи кардиохирургов опубликованные в первые годы третьего тысячелетия, в которых говорится о загадочных и недооцененных зонах аорты [17, 8, 16, 9, 10, 12, 13], о частоте обильных кровотечений и фибрилляций предсердий в послеоперационном периоде [11, 14] о предположениях авторов, что пока неизученные жировые образования этого магистрального сосуда могут быть причиной этих осложнений [3, 4, 5, 7, 9, 10, 18], не могли оставить равнодушным читателя, особенно если он морфолог. С другой стороны, статистические данные свидетельствующие о возрастании случаев выше названных осложнений каждое десятилетие в два, а в некоторых странах в три раза, способствовали осуществлению данного исследования не откладывая. Огромный экономический ущерб экономике многих стран исчисляемый в миллиардах долларов [6], а, главное, высокая смертность, указывали на значимость и крайнюю необходимость морфологических исследований аорты в прикладном аспекте.

В доступной литературе морфологического профиля ответы на возникшие проблемы отсутствуют. Стало ясно, что представители фундаментальных дисциплин могут способствовать решению возникающих клинических проблем.

Определились задачи: аргументировать с морфологической точки зрения возникновение более частых осложнений и выявить возможные пути их предупреждения. Противоречивые описания месторасположения рефлексогенных зон аорты определили еще одно направление исследовательской работы: изучение нервного аппарата различных зон грудной аорты.

### **Материал**

Были изучены 355 препарата грудной аорты, взятые у человеческих трупов, возраст от 16-недельных плодов до 96 лет.

### **Используемые методы**

Анатомические препаровка, гистологическое и иммуногистологическое и исследования, окраска реактивом Шифф, инъекционные методы, наблюдение и морфометрия.

## Результаты и обсуждение

Трудность возникшая в ходе исследования, начиная с этапа изучения литературы, это несовершенство терминологии в публикациях на интересующие темы. Термины используемые для ряда макроскопических и микроскопических компонентов аорты отличаются большим разнообразием. По причине неразберихи в терминологии зачастую очень сложно разобраться о какой зоне аорты идет речь. Так, по анатомической классификации, прохимальная часть восходящей аорты представлена аортальным клапаном, дистальная заканчивается у места отхождения плечеголового ствола. Клиницисты считают местом перехода восходящей аорты в дугу воображаемую горизонтальную линию, проходящей через угол грудины (Louis). Это важный анатомический ориентир, на этом уровне эпикард переходит в париетальный серозный листок. Часто хирурги использует косую плоскость, проходящую по верхнему краю восходящей аорты проксимальнее точки отхождения плечеголового ствола. Такой подход полезен в хирургии, но анатомически является неправильным, поскольку под восходящей аортой подразумевается только ее подэпикардиальная часть.

Анатомически, проксимальный расширенный отдел аорты называется луковицей (*bulbus aortae*). В ряде медицинских словарей следующее расширение находится в дистальном отделе восходящей аорты, в других – в восходящем отделе дуги аорты (*sinus maximus*). В последние годы намечается тенденция к выделению прохимального расширенного отдела аорты в самостоятельную морфофункциональную единицу под названием „корень аорты”, являющуюся промежуточной структурой между левым желудочком и аортой [20]. Это вполне оправдано поскольку корень аорты функционирует как отдельная сложная гемодинамическая система [20]. В условиях, когда в миллионах сердечно-сосудистых хирургических вмешательствах эта зона оказывается вовлеченной, в реконструктивной хирургии аортального клапана, в пластике восходящей аорты без детальных знаний о каждом компоненте корня аорты не обойтись.

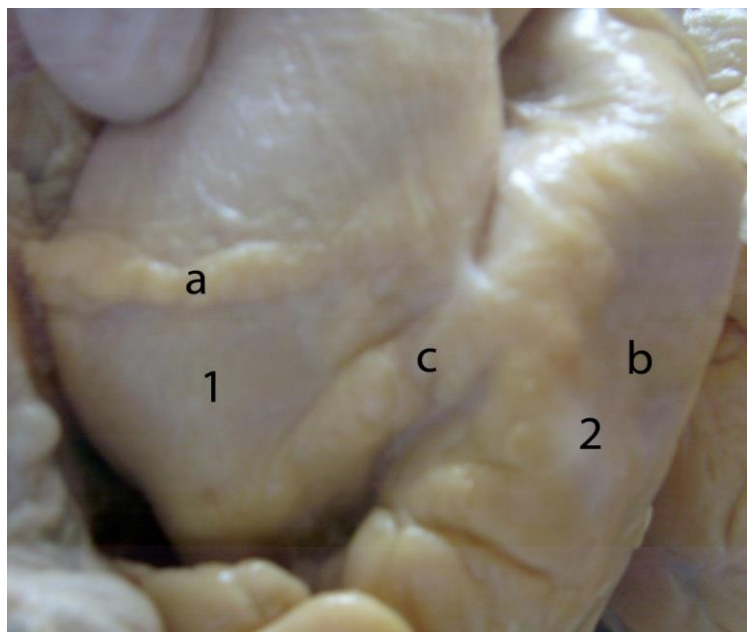
В описании некоторых структур, например жировое подэпикардиальное скопление восходящей аорты, используется более десятка терминов. При этом ни один не отражает полностью расположение, форму, функции конкретной структуры. Приводим сокращенный вариант терминов для жирового тельца восходящей аорты расположенного по линии соприкосновения аорты с ушком правого предсердия (таб. 1)

Rindfleisch E. (1884)	Полулунная складка, гребень, vincula
Davis D. J. (1927)	Периаортальное жировое тельце
Smetana H.F. (1930)	Жировое кольцо
Robertson H.F. (1930)	Периаортальная жировая подушечка
Parke W.W., Michels N.A. (1966)	Гребень аорты

Lebona G. T. (1991)	Восходящая складка аорты
Unger Felix, Rainer W.Gerald (1999), Falkowski George, Dzigivker Ilya, Bitran Dani (2001)	Поперечная складка аорты
Davis Zev, Kurt H. (2000, 2004)	Жировая подушечка аорты
Lebona G. T. (1993)	Жировая складка: косая, горизонтальная, вертикальная, овальная и т. д.
Morrison J. J., Codispoti M., Campanella C. (2003)	Поперечный гребень аорты
Unger Felix (2005), Morrison J. J., Campanella C. (2003)	Гребень
Wesley W. Parke, Nicholas A. Michels (2005 )	Гребень с подушечкой

С целью исключения противоречивых толкований полученных результатов читателями, уточняем: нами это анатомическое образование называется жировым тельцем Rindfleisch (рис.1), как дань первому морфологу обратившему внимание на жировую структуру аорты.

В других случаях, один и тот же термин применяется к различным структурам. Например, „переднее жировое тельце (ПЖТ)" расположено в передней борозде между аортой и легочным стволом согласно Kazemi V. с соавт. (2011) [7]; на передней поверхности восходящей аорты по описаниям Cummings J. E. (2004) [3]. White C. M., 2007, описывает переднее эпикардиальное тельце на задней поверхности восходящей аорты, но спереди сердечных предсердий [18]. Поскольку все сердечные и аортальные жировые тельца являются эпикардиальными, этот термин является более подходящим для жирового образования на передней поверхности восходящей аорты.



**Рис.1. Подэпикардальные жировые тельца (ПЖТ).**

1 – восходящая аорта, 2 – легочной ствол. а – ЖТ Rindfleisch; b – ЖТ легочного ствола; с – аортопулмональное ЖТ.

Cummings E. (2004) с соавторами утверждают, что сохранение целостности ПЖТ при хирургических вмешательствах снижает частоту фибрилляций предсердий [3], а Kazemi В. и соавторы (2011) [7] констатируют обратное. Понятно, что такая ситуация, в итоге, наносит ущерб процессу внедрения новых научных данных на практике.

В наши дни назрела необходимость в глубоких разносторонних данных о морфологии и функциях жировых субэпикардальных телец (ЖТ). Первое описание жирового скопления восходящей аорты принадлежит немецкому патологоанатому Rindfleisch 1884 году. Значительный вклад в изучение гистологических аспектов данного жирового образования в 30-е годы XX столетия внесли Gross (1921), Davis (1927), Campbell (1939) и Н. Ф. Robertson (1930).

Н. Ф. Robertson обратил внимание на несоответствие степени развития аортальных жировых телец степени общих жировых отложений. Ему принадлежит описание трёх жировых телец по трайекту восходящей аорты: 1) вдоль передней аортолегочной борозды, 2) на задней поверхности, выше левой венечной артерии, 3) у основания аорты – вокруг начальных отделов венечных артерий.

До '90-х годов XX столетия исследователи не проявляли интерес к этим анатомическим образованиям. В начале III-го тысячелетия, когда операции на сердце с вовлечением восходящей аорты стали рутинными, появились первые публикации кардиохирургов о возможной взаимозависимости между возникновением грозных постоперационных осложнений и нарушением целостности ПЖТ. Взоры исследователей опять были

обращены на жировые образования сердца и аорты которые могут быть причастны к этим осложнениям.

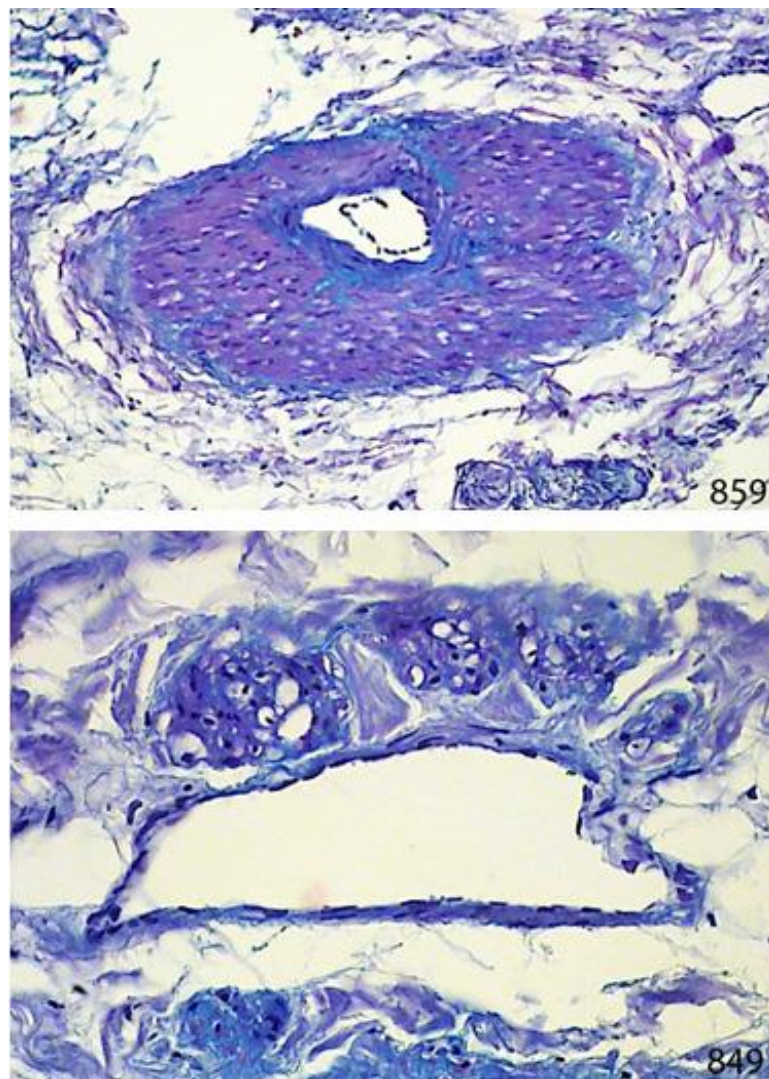
В настоящее время существуют описания ряда жировых подэпикардальных скоплений сердца и аорты, пока отсутствуют данные о жировом тельце легочного ствола. Самый живой интерес представляет ерикардиальное выпячивание заполненное жировой тканью, расположенное по линии контакта правого ушка сердца с аортой.

Во время операционных вмешательств на сердце проксимально от данного образования проводится введение аортальной канюли и наложение аортального зажима. На его уровне тельца устанавливается антеградная кардиоплегия и катетер для проведения сердечнолегочного шунтирования и проксимального коронарного шунтирования.

Нами описаны многочисленные варианты этого жирового тельца:

- а) по внешнему виду: полоска, цилиндр, гребень, складка, круглые и овальные тельца (обычные, раздвоенные, разветвленные, фрагментированные), сочетанные: складка-подушечка, цилиндр- подушечка, гребень- подушечка и т.д
- б) по расположению: косые, горизонтальные, вертикальные, комбинированные и т.д.

Мы неоднократно наблюдали хорошее развитие жировых телец при кахексии и, наоборот, слабое – при ожирении. Наши данные не согласуются с мнением исследователей 30-х годов о пролиферации жирового аортального тельца с возрастом. Мы наблюдали хорошо выраженные тельца у плодов в преднатальном периоде и новорожденных, а у пожилых – слабовыраженные. По нашим данным, существует прямая зависимость между развитием левого предсердия и жирового скопления на уровне контакта ушка данного предсердия с восходящей аортой. Относительно хорошо развитые предсердия плодов и новорожденных приводят к выраженным жировым тельцам.



**Рис. 2.** Гломусные структуры жирового тельца **Rindfleisch**. М., 51 год, мезентериальный тромбоз.

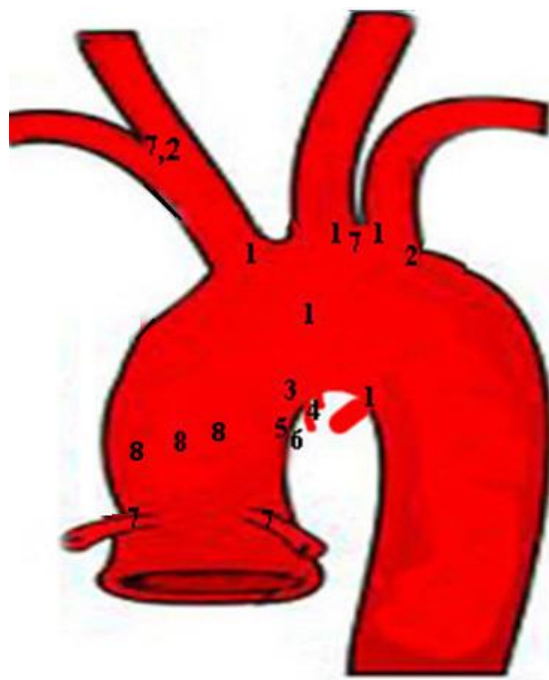
Следующий аспект представленный разнообразием мнений - это рефлексогенные зоны аорты. Сама история исследований рефлекторных зон этого сосуда складывалась более сложно, чем зоны каротидного синуса. Так, бельгийские исследователи **J. Т. Neumans** и **С. Neumans** открыли присутствие хеморецепторов в области дуги аорты в 1927 году, а к 1931 году, внимание ученых переключается на зону каротидного синуса, уделяя мало внимания первым. В то время, когда каротидная зона многократно исследовалась, оказалась детально изученной и неясных вопросов уже давно не возникает, существование аортальных рецепторов еще некоторое время отрицалось рядом исследователей (**Gautrelet J.** и **Halpern N.**, 1933; **Dautrebande L.** и **Wegria R.**, 1937). В 1938 году, **С. Neumans** присуждена Нобелевская премия „за открытие роли синусного и аортального механизмов в регуляции дыхания”.

Спустя многие десятилетия, наличие рефлексогенных зон аорты общепризнано, но данные о локализации и функции рознятся (рис.3). Нами исследованы на мезоскопическом и микроскопическом уровне участки грудной аорты где такие зоны, по данным разных авторов, расположены. В итоге, мы не отрицаем существование сосудистых зон с повышенной концентрацией чувствительных структур описанных другими авторами. При этом не можем не обратить внимание на участок восходящей аорты, где выявлены особенности не встречающиеся в других участках аорты.

Во первых, нервный аппарат стенки аорты в пределах жирового тельца Rindfleisch намного богаче и количественно, и качественно. Обилие свободных нервных окончаний и наличие инкапсулированных, микроганглии и нервные клетки, структуры аналогичные каротидному тельцу различных форм и размеров характерны для всех возрастов. Нами обнаружены необычные веретенообразные сосудистонервные комплексы каких не приходилось наблюдать ни в других отделах аорты, ни в других органах.

**Рис. 3. Локализация аортальных рефлексорных зон.**

1 – Т.А. Григорьева (1948); 2 – J. Crause (1971); 3 – J.H. Comroe, W. H. Addison (1938); 4 - J.H. Comroe (1939), V. E Krahl (1960); 5 Н.М. Быков; 6 – G.H. Edwards, D. Heath (1960); 7 – J. Vamcombel (2011); 8 – Т.Насина (2011).



Исследователи описывают структуры аналогичные каротидному тельцу под большим разнообразием терминов: гломусные структуры, параганглии, хромафинные или *non*-хромафинные тельца. Пока исследователи не пришли к единому мнению по их поводу, мы, не вдаваясь в их химическую сущность, будем называть их гломусными структурами. Они являются обязательным компонентом аортального ЖТ. В зрелом возрасте, наряду с модифицированными структурами характеризующимися уменьшением клеток I типа и увеличением опорных, имеются и такие которые характерны для молодых лиц (рис.2). В каждом жировом тельце восходящей аорты нами выявлены многочисленные гломусные образования (компактные и дисперсные).

В поверхностных слоях адвентиции гломусные структуры более крупные, до 2 мм в диаметре, находятся в тесном контакте с кровеносными сосудами. Как правило, артериолы из системы *vasa vasorum internaе*



проходят по их центру, отдавая многочисленные веточки обеспечивающие их богатое кровоснабжение.

Для глубоких слоев адвентиции характерны мелкие гломусные структуры локализованные вблизи лимфатических сосудов (рис.2). Зачастую они представляют собой небольшие разрозненные скопления клеток вдоль лимфатических сосудов. В средней оболочке аорты нам не приходилось обнаруживать их.

Мы не встречали в доступной литературе сведений о взаимоотношениях гломусов и лимфатических структур. Похоже, под контролем находится состав крови, лимфа и межклеточная жидкость.

Возникает ряд вопросов: Почему гломусные структуры восходящей аорты многочисленны? Почему так разнообразны? Зачем они нужны на протяжении всей жизни?

Пока конкретно никто этими вопросами не занимался. Полагаем, функции гломусных структур в составе одного и того же жирового тельца отличаются. О важности структур в составе жирового тельца Rindfleisch свидетельствует и наличие специальных источников кровоснабжения *vasa vasorum internaе*, выявленные и описанные нами в предыдущие годы.

Все сказанное и сопоставление трайекта выше упомянутых сосудов с зарисовками известного исследователя рефлекторных зон аорты Iu. H. Comroe, дают основание утверждать: зона жирового тельца Rindfleisch является рефлексогенной (рис.3).

В истории исследований гломусных образований аорты был этап когда их относили к эндокринным структурам. Хотя в наши дни к этой гипотезе не возвращаются, в процессе исследований нам стало понятно почему этот этап состоялся. Неоднократно, в самых поверхностных слоях адвентиции, под мезотелием эпикарда нам приходилось наблюдать скопления клеток типичные для эндокринных желез. Факты свидетельствуют, что наряду с гломусами в стенке данного участка аорты есть и эндокринные структуры.

Нами изучена лимфатическая сеть грудной аорты. Особое внимание уделено топографии лимфатических коллекторов сердца на уровне восходящей аорты, включая коллестор зоны синусного узла. Анализ всех полученных данных в совокупности показывает необходимость разработки операционных тактик направленных на сохранение целостности ЖТ Rindfleisch.

Незнание морфологии жировых телец и чувствительных телец аорты могут привести к ошибочной диагностике. Так, хорошо выраженные жировые скопления могут симулировать опухоли, а опухоли чувствительных телец остаться недиагностированными.

## Выводы

1. Зона жирового тельца Rindfleisch является более значимой в функциональном плане, чем это принято считать.
2. На уровне данной структуры расположена рефлексогенная зона аорты.

3. При хирургических вмешательствах на уровне восходящей аорты необходимо стараться к сохранению целостности ее жирового тельца.
4. Назрела необходимость упорядочения терминологии относящейся к аорте для избежания ошибок и облегчения внедрения полученных данных в практику.

### Литература

1. Burg Daly Michael 1997 Burg Daly Michael de. Peripheral arterial chemoreceptors. Oxford: Clarendon Press, 1997. LDM ID: 9608745 [Book]
2. Comroe JH Jr. The location and function of the chemoreceptors of the aorta. *Am J Physiol* 127: 176–191.
3. Cummings J.E., Gill I, Akhrass R, Derz M.A., Biblo L.A., Quan K.J.. Preservation of the anterior fat pad paradoxically decreases the incidence of postoperative atrial fibrillation in humans. *J. Am. Coll. Cardiol*, 2004, 43:994-1000.
4. Davis Z. Retaining the Aortic Fat Pad During CABG Decreases Post Operative Atrial Fibrillation. *Heart Surg Forum*. 2000;3(2):108-12.
5. Davis Z., Jacobs HK. Aortic fat pad destruction and postoperative atrial fibrillation. *Cardiac Electrophysiol Rev*, 2003, 7:185-188.
6. Jonathan S. Steinberg. Postoperative atrial fibrillation: a billion-dollar problem. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2004; 43; 1001-1003.
7. Kazemi B., Ahmadzadeh A., Safael N., Jotadi A.R., Sohrabi B., Afrasiabi A.. Influence of anterior periaortic fat pad excision on incidence of postoperative atrial fibrillation. *Eur. J. Cardiothorac. Surg*. 2011; 40(5):1191-1196.
8. Lindsay C.H. John. Crista aortae ascendentes, ascending aortic fold or Rindfleisch's fold – an enigma”, replay, *Clinical Anatomy*, 2004, 17:159-160.
9. Lupinski B.R., Ryszard W. Aortic fat pad and atrial fibrillation: cardiac lymphatics revisited. *ANZ Journal of Surgery*. January/February 2009. Volume 79, Numbers 1-2: pp. 70-74(5)
10. Lupinski, B. R. Aortic fat pad new atrial fibrillation post cardiac surgery. *Cardiac lymphatics revisited*. *ANZ Journal of surgery*, 2007, vol. 77, supp/1, pages A9-A9 (1).
11. Maisel WH, Rawn JD, Stevenson WG. Atrial fibrillation after cardiac surgery. *Ann Intern Med*, 2001; 135:1061-1073.
12. Morrison JJ, Codispoti M, Campanella C. Reply to Crista aortae ascendentes, ascending aortic fold or Rindfleisch's fold – an enigma. *Clinical anatomy*, 2004, 17:161-162.
13. Morrison JJ, Codispoti M, Campanella C. Surgically relevant structure on the ascending aorta. *Clin Anat*. 2003 May;16(3):253-5.
14. Parke WW. Surgically relevant structure on the ascending aorta. *Clin Anat*. 2004, 17:527.
15. Schmidt Carl F., Comroe Julius H.. Functions of the carotid and aortic bodies, 1940, American Physiological Society, *Physiol Rev* January 1, 1940, vol. 20, no. 1 115-157.

16. Unger Felix. Reply to Crista aortae ascendentis, ascending aortic fold or Rindfleisch's fold – an enigma. *Clinical anatomy*, 2005, 18:396.
17. Verrier RL, Zhao SX. The enigmatic cardiac fat pads: critical but underappreciated neural regulatory sites. *J, Cardiovasc. Electrophysiol.* 2002;13:902-3.
18. White C. Michael, Stephen Sander, Craig I. Coleman, Robert Gallanher, Hiroyoshi Takata, Chester Humphrey, Nicole Henyan, Effie L. Gillespie, Jeffrey Kluger. Impact of Epicardial Anterior Fat Pad retention on postcardiothoracic surgery atrial fibrillation incidence. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 2007, vol. 49; 3:298-303.
19. William H. Maisel, MD, MPH; James D. Rawn, MD; and William G. Stevenson, MD. Atrial Fibrillation after Cardiac Surgery. *Ann Intern Med.* 2001; 135(12):1061-1073.
20. А. М. Караськов, А. М. Чернявский, В. А. Порханов. Реконструктивная хирургия корня аорты. Новосибирск: Гео, 2006. 252 с.