

## **К вопросу о строении мясистых трабекул сердца человека**

*Белорусский государственный медицинский университет*

Данный обзор литературы посвящён вариантной анатомии внутрижелудочковой поверхности сердца. Трабекулы и межтрабекулярные пространства в желудочках сердца человека имеют косо-спиральную ориентацию. Существует несколько типов мышечных трабекул. Мясистые трабекулы правого желудочка толще, но короче, чем мясистые трабекулы левого.

Ключевые слова: человек, сердце, желудочки, мясистые трабекулы.

Вопросы строения внутрижелудочковых образований сердца человека, к которым относятся сосочковые мышцы, сухожильные нити и мясистые трабекулы, описаны многими авторами. Значительную работу по расчёту возрастных норм некоторых структур сердца провели U.F. Rowlat, H. Rimoldi a. M. Lev. Наибольшее количество исследований имеется в литературе 70-80 годов XX века. Однако анализ полученных результатов авторами практически не проводился.

В настоящее время распространены и доступны методы точной топической диагностики [13]. В медицинскую практику широко внедрены ультразвуковые методы исследования и методы эхокардиографии, с помощью которых можно достаточно полно и детально изучить рельеф внутренней поверхности желудочков сердца и внутрижелудочковых образований. Актуальность изучения архитектуры внутренней поверхности желудочков и внутрижелудочковых образований сердца человека обуславливается возможностью использования данных об особенностях строения и различных вариантах топографии отдельных анатомических образований внутренней поверхности в кардиологии и кардиохирургии при разработке комплекса лечебных мероприятий и профилактики возможных гемодинамических нарушений, а также при реконструктивных операциях на сердце в связи с ростом сердечной патологии. Одной из важных составляющих сердца являются мясистые трабекулы [8]. Варианты в их строении зависят от индивидуальных морфогенетических особенностей организма, и тем более, от формирования их в процессе пре- и постнатального онтогенеза [9].

Внутри полостей желудочков эмбрионов 3-4 нед. [5, 8] мясистые трабекулы густо переплетены между собой в виде сетей. Трабекулы формируются из среднего слоя миокарда и проникают в полость желудочков в виде тяжей, язычков и валиков. У 5-месячного плода происходит постепенное уплотнение мышечных пучков, появление между ними прослоек соединительной ткани и образование крупных трабекул и сосочковых мышц путём слияния мелких перекладин. В постнатальном периоде трабекулы приобретают более ровные контуры, в них увеличивается количество соединительной ткани. Так, у новорожденных хорошо выражено сетчатое строение мясистых трабекул, расположенных в один слой, контуры их неровные. Такое строение связано с наличием у плода плацентарного кровообращения. Но так как при рождении происходит переход от плацентарного типа кровообращения к дефинитивному, естественная нагрузка на сердце увеличивается, в связи с чем

интенсифицируется рост миокарда и нарастает число трабекул. Увеличение количества последних и размеров межтрабекулярных пространств связаны не только с ростом миокарда желудочков, но и с резким увеличением внутрисердечного и общего артериального давления и изменением гемодинамических параметров, как в самом сердце, так и вне его [5]. К третьему году жизни ребенка количество мясистых трабекул увеличивается, они ветвятся, приобретают более ровные контуры, образуют многослойные сети, особенно в нижних третях желудочков [8].

По мере старения организма трабекулярная сеть как бы сглаживается и к 70 годам сохраняется преимущественно у верхушек желудочков [8]. Эти процессы связаны с общей атрофией кардиомиоцитов в пожилом и старческом возрасте и увеличением содержания соединительной ткани в трабекулах [3].

Различают несколько типов мышечных перекладин. Так, Treder Astrid [16], изучив материалы 100 человеческих сердец, выделил в основании правого желудочка 3 типа перекладин, проходящих перпендикулярно к устью легочного ствола:

А - широкие перекладки, плоские с мелкими пространствами между ними;

В - похожие на А, но при достижении створок трикуспидального клапана подходят параллельно к фиброзному кольцу;

С - тонкие, мелкие перекладки с узкими, глубокими пространствами между ними.

По данным того же автора на передней стенке правого желудочка чаще встречается тип А, реже В, а на задней чаще - С.

Существует также классификация трабекулярной сети, созданная Елкиным Н.И. (1972) [9]:

1 - мелкопетлистая - толщина трабекул 2-3 мм;

2 - среднетлистая - толщина трабекул 3-5 мм;

3 - крупнопетлистая - толщина трабекул 6-10 мм.

По данным, основанным на изучении слепков полостей левого сердца в эксперименте на животных и в модельных опытах на сердцах трупов людей и латексных моделях, показано, что ток крови в полости левого желудочка здорового человека закручен [6]. Указывается на спиралеобразное расположение трабекул в правом и левом желудочках - ход спирали на передней стенке справа налево, на задней стенке - слева направо в обоих желудочках [8].

В процессе закручивания тока крови также участвуют сухожильные нити, сосочковые мышцы и створки предсердно-желудочковых клапанов [4].

Межтрабекулярные пространства имеют спиральную ориентацию по отношению к продольной оси сердца [12, 14].

Трабекулы и межтрабекулярные пространства в левом желудочке, в частности, имеют косо-спиральную ориентацию и направлены от верхушки левого желудочка к устью аорты [11]. Отпечатки трабекул есть практически на всей поверхности слепка, за исключением области, соответствующей верхней половине межжелудочковой перегородки и вблизи устья аорты. Направление трабекул спиралеобразное. Они начинаются от левого атриовентрикулярного фиброзного кольца, проходят по задней, наружной и передней поверхностям стенки желудочка, достигают межжелудочковой перегородки и верхушки

желудочка. Характерно, что с приближением к верхушке шаг спирали увеличивается, а трабекулы приобретают более вертикальное направление. Трабекулярный рисунок на всех полученных слепках носит упорядоченный характер: трабекулы, в основном, параллельны друг другу и почти не пересекаются. Это обстоятельство дает возможность выявить линии трабекулярности, между которыми удаётся проследить каналы, имеющие различную глубину, ширину и спиралевидное направление. При детальном рассмотрении трабекулярных мышц прослеживается их упорядоченный характер и преимущественно спиралевидное направление, особенно тех трабекул, которые являются непосредственным продолжением глубоких слоёв волокон мышечного массива субэндокардиальной поверхности стенки желудочка. Спиралеобразный трабекулярный рисунок проявлялся больше всего на задней стенке левого желудочка, в меньшей степени на боковой и передней и совсем незначительно на межжелудочковой перегородке, которая, очевидно, принимает незначительное участие в формировании закрученного тока крови в левом желудочке в фазу диастолы [6].

На передней стенке правого желудочка мясистые трабекулы в верхней трети располагаются перпендикулярно к правому предсердно-желудочковому отверстию, а далее направляются косо справа налево к отверстию легочного ствола. На задней стенке правого желудочка трабекулы ориентированы так же, как и на передней, и переходят в мясистые трабекулы передней стенки слева направо. На медиальной стенке этого желудочка трабекулы присутствуют только в нижней половине и переходят в трабекулярную сеть передней и задней стенок. В правом желудочке обнаруживаются наиболее крупные многослойные мясистые трабекулы. В левом желудочке формируется многослойная сеть тонких мясистых трабекул.

Внутренняя поверхность камеры левого желудочка характеризуется менее сложным рельефом, чем правого, вследствие того, что щели на эндокарде располагаются на более значительном расстоянии друг от друга и имеют меньшие размеры в поперечнике. Изучение коррозионных слепков с полостей правого и левого желудочков показало, что щели, обнаруживаемые на поверхности эндокарда, являются начальными отделами межтрабекулярных пространств, размеры которых в правом желудочке достигают в глубину 6- 8 мм, в левом желудочке - 10 - 12 мм. В межжелудочковой перегородке слепки межтрабекулярных пространств имеют листовидную форму и в виде гребней вытянуты вдоль продольной оси сердца. Наибольшей степени сложности форма межтрабекулярных пространств достигает в области верхушки сердца, где формируется большое количество ответвлений. При сравнении слепков, полученных с полостей правого и левого желудочков, обращает на себя внимание меньшая разветвленность межтрабекулярных пространств в левом желудочке [2].

В своей работе Моталин С.Б. [9] определил, что структурные образования (мясистые трабекулы, межтрабекулярные пространства, сухожильные нити, сосочковые мышцы и створки предсердно-желудочкового клапана) левого желудочка сердца, способствующие закручиванию потоков крови при систоле, генетически обусловлены. В процессе пренатального онтогенеза усложняется

конфигурация трабекулярного аппарата левого желудочка, изменяется угол их наклона в такой степени, что морфологически и функционально приближает переход к дефинитивному состоянию. В дальнейшем угол наклона межтрабекулярных пространств и трабекул изменяется согласно росту сердца и тем гемодинамическим нагрузкам, которые соответствуют тому или иному возрастному периоду. Инволюция предопределяет характер изменений, который проявляется в дезинтеграции и дезориентации структур левого желудочка, определяющих закручивание тока крови при систоле.

В желудочках выделяют приносящий и выносящий тракты [14]. Выносящие тракты лежат выше и впереди приносящих. Приносящий тракт правого желудочка тянется от правого атриовентрикулярного отверстия до верхушки правого желудочка, а выносящий тракт от верхушки правого желудочка до отверстия легочного ствола. Во всех возрастных группах длина выносящего тракта правого желудочка больше длины приносящего. У лиц старше 60 лет разность между путями притока и оттока составляет только 0,7-1,5 см. Это укорочение пути оттока связано с атрофией верхушечного отдела желудочка у лиц старческого возраста [10].

Внутренняя поверхность передней стенки левого желудочка имеет выраженную трабекулярную сеть, однако, трабекулы здесь более тонкие и длинные. У верхушки левого желудочка трабекулы передней стенки, переплетаясь с трабекулами медиальной и задней стенок, образуют сеть. Толщина трабекул передней стенки не превышает 0,4-0,6 см, длина - 0,8-6 см. На передней стенке наиболее часто встречаются пристеночные трабекулы и реже мостовидные. Толщина пристеночных трабекул у взрослых достигает 0,3-0,6 см, а мостовидных - 0,7-0,9 см. Длина трабекул колеблется от 0,6 до 5 см. У людей 41-50 лет, кроме вышеописанных трабекул, существует еще поверхностная сеть тонких хорд и перекладин, соединяющих между собой крупные трабекулы всех трех стенок и основания сосочковых мышц.

Внутренняя поверхность задней стенки левого желудочка в области ее верхушки и по краям покрыта мелкими трабекулами. Они, в основном пристеночные, идут от верхушки желудочка в область устья аорты. Максимальная толщина трабекул задней стенки 0,3-0,7 см. Трабекулярная сеть выражена только в нижнем отделе медиальной стенки; здесь трабекулы тонкие, плоские и образуют с трабекулами передней и задней стенок сеть у верхушки левого желудочка.

Межтрабекулярные пространства представлены системой широко ветвящихся и сообщающихся между собой каналов в толще стенок желудочков. Наибольшей степени сложности межтрабекулярные пространства достигают в области верхушки сердца, где формируется большое количество ответвлений. В левом желудочке межтрабекулярные щели выражены слабее, чем в правом [2].

Трабекулярная сеть передней стенки правого желудочка индивидуально различна и ее выраженность зависит от возраста. Наибольшей мощности трабекулярная сеть правого желудочка достигает в возрасте 15-25 лет. В области верхушки правого желудочка трабекулы располагаются беспорядочно и образуют густую запутанную сеть. В средней трети длины стенок правого желудочка трабекулы S-образно изгибаются по направлению к артериальному конусу. Трабекулы артериального конуса и верхней трети стенок располагаются

почти параллельно друг другу и перпендикулярно к поперечным осям этих стенок и конуса. После 51-60 лет эта поверхностная сеть уменьшается, остаются только крупные пристеночные трабекулы. На передней стенке можно выделить крупно-, средне- и мелкотрабекулярную сетчатость. Преобладающей является среднетрабекулярная сетчатость. Изменения трабекулярной сети задней стенки идентичны изменениям, происходящим на передней и медиальной стенках. Трабекулярная сеть медиальной стенки выражена только на ее передне-нижнем и задне-нижнем краях. Медиальная стенка совместно с передней участвует в образовании артериального конуса, который ограничен от полости правого желудочка на внутренней стенке наджелудочковым гребнем, а на передней стенке - надкраевой трабекулой. На передней стенке правого артериального конуса имеются тонкие трабекулы, расположенные почти параллельно. В возрасте 51-60 лет и старше, трабекулы сглаживаются, и стенки конуса становятся гладкими. Передняя стенка конуса имеет большую длину по сравнению с задней, так как надкраевая трабекула, ограничивающая ее снизу, располагается ниже наджелудочкового гребня, являющегося нижней границей внутренней стенки. Форма и выраженность надкраевой трабекулы индивидуально изменчивы. Трабекула начинается на медиальной стенке, подходит к основанию передней сосочковой мышцы и далее ветвится на ножки, которые продолжаются в трабекулы правого артериального конуса. Наджелудочковый гребень лучше выражен при длинной и узкой форме сердец. Величина гребня и трабекулы зависит от общей выраженности трабекулярной сети правого желудочка и, наряду с возрастной атрофией трабекул, происходит атрофия гребня и трабекулы в старческом возрасте. Все три стенки правого желудочка коротких и широких сердец связаны между собой: от медиальной стенки к основанию передней сосочковой мышцы подходит надкраевая трабекула, в свою очередь основание передней сосочковой мышцы при помощи трабекулы связано с основанием одной из сосочковых мышц задней стенки. При оперативных доступах, осуществляемых через переднюю стенку правого желудочка [8], следует помнить о возможности повреждения надкраевой трабекулы или одной из ее ножек. Трабекулы на передней стенке правого желудочка имеют в основном, цилиндрическую форму. Здесь выделяются мостовидные трабекулы длиной 6 - 15 мм у широких и коротких сердец и 9 - 20 мм у узких и длинных сердец. Эти трабекулы прикрепляются своими концами к противоположным стенкам желудочка. Наиболее выражена перегородочно-краевая трабекула, которая начинается на медиальной стенке (межжелудочковой перегородке) и идет к основанию передней сосочковой мышцы [3, 8, 15]. Перегородочно-краевая трабекула имеет цилиндрическую форму и составляет в длину у взрослых людей от 22 до 43 мм. Эту трабекулу называют препятствующим пучком, т.е. мышцей, препятствующей чрезмерной дилатации правого желудочка при диастоле и обеспечивающей полное исчезновение его полости при систоле. Отмечается связь этой трабекулы с мышечными пучками наджелудочкового гребня. Эти образования расположены винтообразно, закручивая ток крови, и выполняют роль его регуляторов: кровь поступает в пространство между стенкой желудочка и передней створкой предсердно-желудочкового клапана правого желудочка, что

составляет один из механизмов смещения створок предсердно-желудочкового клапана при систоле. Также в смещении створок участвуют межтрабекулярные щели, более широкие вблизи предсердно-желудочкового отверстия, чем в других участках и расположенные здесь вертикально. При систоле желудочка кровь по межтрабекулярным щелям поступает к основанию створок предсердно-желудочкового клапана и происходит их горизонтализация. Кроме перегородочно-краевой трабекулы от основания передней сосочковой мышцы в правом желудочке сердца отходит мощная мясистая трабекула - межмышечная трабекула - к основанию задней сосочковой мышцы [1,8]. Перегородочно-краевая, межмышечная трабекула и наджелудочковый гребень являются модераторными тяжами, препятствующими чрезмерному растяжению желудочка. Весь папиллярно-трабекулярный аппарат сердца участвует в акте уменьшения объема камеры правого желудочка путем сближения противоположных стенок [7].

У верхушки сердца трабекулы передней стенки правого желудочка переплетаются с трабекулами других стенок, формируя сетевидное образование. От основания передней сосочковой мышцы берут начало крупные трабекулы, подходящие к медиальной стенке желудочка. Более тонкие трабекулы идут к нижнему отделу этой стенки [8].

Трабекулы передней стенки правого желудочка наиболее крупные, по сравнению с мясистыми трабекулами других стенок этого желудочка, а также трабекулами левого желудочка сердца [1]. Рельеф задней стенки правого желудочка сходен с рельефом передней. Мясистые трабекулы имеют цилиндрическую и неправильную форму. Толщина их у взрослых колеблется от 4 до 6 мм, длина - у широких и коротких сердец 6 - 12 мм, у узких и длинных сердец 8 - 16 мм. Их размеры меньше, чем на передней стенке. Рельеф медиальной стенки правого желудочка имеет ряд особенностей. Поверхность межжелудочковой перегородки в верхней половине почти гладкая, трабекулярная сеть мелкопетлистая и локализована, в основном, у задненижнего и передненижнего краев межжелудочковой перегородки, где они переходят в трабекулярную сеть задней и передней стенок желудочка. Длина трабекул у широких и коротких сердец на медиальной стенке правого желудочка составляет 5 - 11 мм, а у узких и длинных - 7 - 15 мм [8].

Трабекулярная сеть на стороне межжелудочковой перегородки, обращенной в левый желудочек, значительно тоньше, поверхность её более гладкая и ровная из-за отсутствия сосочковых мышц. Таким образом, трабекулярная часть правого желудочка сердца более мощная и характеризуется преобладанием высоты над шириной. Около половины ее ширины относится к выводному отделу правого желудочка, а остальная - к приточному отделу [13].

В левом желудочке на передней его стенке имеется выраженная сеть мясистых трабекул, однако, по сравнению с правым желудочком, как уже указывалось выше, трабекулы здесь более тонкие и короткие. Их длина колеблется от 11 до 17 мм. Межтрабекулярные пространства и сеть мясистых трабекул на передней стенке левого желудочка, по сравнению с правым, выглядят менее выраженными [2,8].

На задней стенке левого желудочка вблизи его основания трабекулы ориентированы вертикально, а ниже - косо. У верхушки желудочка они формируют сеть тонких мясистых и фиброзных трабекул, которая окружает заднюю сосочковую мышцу. Чаще мясистые трабекулы на задней стенке тонкие. Однако нередко от задней сосочковой мышцы может отходить довольно толстый модераторный тяж к медиальной стенке желудочка.

В нижней трети медиальной стенки левого желудочка выражена сеть тонких мясистых трабекул, в верхних 2/3 эта стенка гладкая [1,8]. Таким образом в левом желудочке сеть мясистых трабекул наиболее выражена на передней стенке, по сравнению с другими его стенками. Но эта сеть, в основном, средне - либо мелкопетлистая. Толщина мясистых трабекул в левом желудочке на 1-3 мм меньше, чем в правом. Длина у коротких и широких сердец - 9-18 мм, у длинных и узких - 11-23 мм [1].

Об ориентации мясистых трабекул на стенках желудочков было указано выше. Имеются утверждения о том, что в обоих желудочках сердца наиболее развиты трабекулы передней стенки, далее - трабекулы задней стенки и наименьшую степень развития имеют трабекулы медиальной стенки [8].

#### Литература

1. Агеев, Ю. К. Макроскопическая анатомия сердца. 1994. С. 23, 26-27.
2. Адыширин - Заде, Э. А., Габаин, Л. И. Особенности рельефа внутренней поверхности желудочков сердца и сосуды "Вьессена-Тебезия" // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. 1984. Т. 87. Вып. 10. С. 54-59.
3. Беришвили, И. И., Вахромеева, М. Н., Джананян, В. Л. Анатомия межжелудочковой перегородки сердца и анатомическая номенклатура // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. 1991. Т. 100. Вып. 3. С. 26-35.
4. Большаков, О. П., Углов, Ф. Г., Зубцовский, В. Н. Топография рельефа внутренней поверхности стенки левого желудочка сердца в фазе диастолы // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. 1984. Т. 87. Вып. 9. С. 33-41.
5. Васильева, Л. В. Особенности строения трабекулярного аппарата желудочковых камер у детей с открытым атриовентрикулярным каналом // Архив клинической и экспериментальной медицины. 2000. Т. 9. № 2. С. 196-198.
6. Кузьмина, Н. Б., Роева, Л. А., Агафонов, А. В., Доброва, Н. Б. Форма полости левого желудочка сердца и картина течения крови в ней в норме и при различных видах патологии // IX Всесоюзный съезд анатомов, гистологов и эмбриологов (Тезисы докладов). 1981. С. 224-225.
7. Кулик, Я. А., Марущенко, Г. Н., Буря, Б. П. Клапанный аппарат сердца человека в норме // Медицинский журнал Узбекистана. 1985. № 12. С. 57-61.
8. Михайлов, С. Б. Клиническая анатомия сердца. 1987. С. 48-51, 55, 57, 73, 78-79.
9. Моталин, С. Б. Морфогенез структур сердца и сосудов, определяющих движение крови в них в онтогенезе // Кр. тез. докл. 70-й итоговой научной сессии АГМИ. Астрахань. 1989. С. 46.
10. Петровский, Б. В. Большая медицинская энциклопедия. 1984. Т. 23. С. 158-159, 163.
11. Рашмер, Р. Динамика сердечно-сосудистой системы. 1981. С. 110-112.
12. Соколов, В. В. Сосуды сердца. 1997.

13. Фальковский, Г. Э., Беришвили, И. И. Морфометрическое исследование нормального сердца новорожденного // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. 1982. № 10. С. 79-86.
14. Фомин, А. М., Габаин, Л. И. Топография и параметры межтрабекулярных пространств желудочков сердца человека и некоторых лабораторных животных // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. 1987. № 12. С. 23-29.
15. Armiger, I.S., Urthler, F., James, T.N. Morphological changes in the right ventricular septomarginal trabecula (false tendon) during maturation and age in the dog heart "J. Anat.". 1979. 129. № 4. С. 805-817.
16. Treden- Mentuch, Astrid. The papillary muscles of left ventricle in human heart // "Folia morphol." (PRL). 1984. 43. № 2. С. 115-126.

РЕПОЗИТОРИЙ БГМУ