

АНАТОМИЯ СЕРДЦА И КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ: ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ КОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ

Мухамеджанов А.Х.

Научный руководитель: старший преподаватель кафедры “Медицины”, Dsc, доцент.

Тулкинов Х.Х.

Абдуллаев О.Б.

Alfraganus University г. Ташкент, Узбекистан.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17212388>

Аннотация. *Аортокоронарное шунтирование (АКШ) является одним из наиболее эффективных и часто выполняемых вмешательств в кардиохирургии, направленным на реваскуляризацию миокарда у пациентов с ишемической болезнью сердца. Успех данной операции и ее отдаленные результаты в значительной степени детерминированы не только тяжестью атеросклеротического поражения, но и глубоким пониманием хирургом индивидуальных анатомических особенностей сердца и венечных артерий. В настоящем обзоре систематизированы данные о хирургической анатомии коронарного русла, включая описание типичного строения и клинически значимых вариантов артериальной системы.*

Детально проанализированы паттерны коронарного доминирования, аномалии отхождения и хода венечных артерий, а также наличие миокардиальных мостиков.

Проведена параллель между каждой анатомической особенностью и ее непосредственным влиянием на ключевые этапы планирования и выполнения АКШ: выбор оптимальных дистальных анастомозов, селекцию и использование артериальных и венозных кондуитов, а также определение общей хирургической стратегии. Особое внимание уделено роли современных методов визуализации в дооперационной оценке анатомии. Данный обзор подчеркивает, что персонализированный подход, основанный на прецизионном знании анатомии конкретного пациента, является фундаментальным условием для минимизации интраоперационных рисков и достижения стойкого клинического эффекта.

Ключевые слова: *ишемическая болезнь сердца, аортокоронарное шунтирование, хирургическая анатомия, коронарные артерии, вариантная анатомия, доминантность коронарного кровотока, кардиохирургия.*

ANATOMY OF THE HEART AND CORONARY ARTERIES: IMPORTANCE FOR PLANNING CORONARY BYPASS SURGERY

Abstract. *Coronary artery bypass grafting (CABG) is one of the most effective and frequently performed interventions in cardiac surgery aimed at revascularization of the myocardium in patients with coronary artery disease. The success of this operation and its long-term results are largely determined not only by the severity of the atherosclerotic lesion, but also by the surgeon's deep understanding of the individual anatomical features of the heart and coronary arteries. This review systematizes data on the surgical anatomy of the coronary bed, including a description of the typical structure and clinically significant variants of the arterial system. The patterns of coronary dominance, anomalies of the outlet and course of the coronary arteries, as well as the presence of myocardial bridges were analyzed in detail.*

A parallel is drawn between each anatomical feature and its direct impact on the key stages of CABG planning and implementation: the selection of optimal distal anastomoses, the selection and use of arterial and venous conduits, as well as the definition of a general surgical strategy. Special attention is paid to the role of modern imaging techniques in the preoperative assessment of anatomy. This review highlights that a personalized approach based on a precise knowledge of the anatomy of a particular patient is a fundamental condition for minimizing intraoperative risks and achieving a lasting clinical effect.

Keywords: coronary artery disease, coronary artery bypass grafting, surgical anatomy, coronary arteries, variant anatomy, dominance of coronary blood flow, cardiac surgery.

YURAK VA KORONAR ARTERIYALAR ANATOMIYASI: KORONAR BYPASSNI REJALASHTIRISHNING AHAMIYATI

Annotatsiya. koronar arteriya bypass grefti (CABG) yurak ishemik kasalligi bo'lgan bemorlarda miokard revaskulyarizatsiyasiga qaratilgan eng samarali va tez-tez bajariladigan kardiojarrohlik tadbirlaridan biridir. Ushbu operatsiyaning muvaffaqiyati va uning uzoq muddatli natijalari nafaqat aterosklerotik shikastlanishning og'irligi, balki jarrohning yurak va koronar arteriyalarning individual anatomik xususiyatlarini chuqur tushinishi bilan ham belgilanadi. Ushbu sharhda koronar kanalning jarrohlik anatomiyasi to'g'risidagi ma'lumotlar, shu jumladan arterial tizimning tipik tuzilishi va klinik ahamiyatga ega variantlari tavsifi tizimlashtirilgan. Koronar dominantlik naqshlari, koronar arteriyalarning chiqishi va yurishidagi anomaliyalar, shuningdek miokard ko'priklarining mavjudligi batafsil tahlil qilindi. Har bir anatomik xususiyat va uning CABGNI rejalashtirish va amalga oshirishning asosiy bosqichlariga bevosita ta'siri o'rtasida parallel chizilgan: optimal distal anastomozlarni tanlash, arterial va venoz konduitlarni tanlash va ulardan foydalanish, shuningdek umumiy jarrohlik strategiyasini aniqlash. Anatomiyani operatsiyadan oldingi baholashda zamonaviy tasvirlash usullarining roliga alohida e'tibor qaratilgan. Ushbu sharh ma'lum bir bemorning anatomiyasini aniq bilishga asoslangan shaxsiylashtirilgan yondashuv intraoperativ xavflarni minimallashtirish va doimiy klinik ta'sirga erishish uchun asosiy shart ekanligini ta'kidlaydi.

Kalit so'zlar: koronar arteriya kasalligi, koronar arteriya bypass operatsiyasi, jarrohlik anatomiyasi, koronar arteriyalar, variant anatomiyasi, koronar qon oqimining ustunligi, yurak jarrohligi.

Введение:

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) на протяжении десятилетий сохраняет лидирующие позиции в структуре заболеваемости и смертности взрослого населения в большинстве стран мира [1]. Несмотря на значительные успехи в развитии интервенционной кардиологии, операция аортокоронарного шунтирования (АКШ) остается основным методом лечения пациентов с тяжелыми и многососудистыми формами коронарного атеросклероза, особенно при сопутствующем сахарном диабете и сниженной сократительной функции левого желудочка [2, 3]. Суть операции заключается в создании обходных путей (шунтов) для кровотока в обход стенозированных или окклюзированных сегментов коронарных артерий, что восстанавливает адекватную перфузию ишемизированного миокарда.

Эффективность этой процедуры напрямую зависит от множества факторов, среди которых основополагающим является доскональное знание хирургом анатомии сердца и его сосудистой системы. Анатомия коронарных артерий отличается высокой вариабельностью, и игнорирование индивидуальных особенностей может привести к техническим ошибкам, неполной реваскуляризации и, как следствие, к неудовлетворительным результатам вмешательства [4, 5]. Целью данного обзора является систематизация данных о хирургической анатомии сердца и коронарных артерий и анализ их прямого влияния на выбор оптимальной стратегии и тактики коронарного шунтирования.

Хирургическая анатомия сердца как объект для АКШ

Сердце, расположенное в среднем средостении, имеет поверхности (грудино-реберную, диафрагмальную, легочные), борозды (венечную, межжелудочковые) и верхушку, которые служат важными ориентирами для кардиохирурга. Внешние борозды сердца точно соответствуют расположению магистральных коронарных сосудов и их эпикардиальных ветвей [6].

- **Венечная (атриовентрикулярная) борозда** отделяет предсердия от желудочков и содержит правую коронарную артерию (ПКА) и огибающую ветвь (ОВ) левой коронарной артерии (ЛКА).

- **Передняя и задняя межжелудочковые борозды** разделяют правый и левый желудочки и являются ложем для передней межжелудочковой артерии (ПМЖА) и задней межжелудочковой артерии (ЗМЖА) соответственно.

Понимание топографии этих структур позволяет хирургу быстро идентифицировать целевые артерии для наложения дистальных анастомозов. Кроме того, знание расположения синоатриального (СА) и атриовентрикулярного (АВ) узлов, а также проводящих путей, критически важно для предотвращения их иатрогенного повреждения во время манипуляций и кардиоплегии [7].

Классическая анатомия коронарных артерий

Кровоснабжение миокарда осуществляется двумя главными артериями — левой и правой, которые отходят от аорты на уровне синусов Вальсальвы.

Левая коронарная артерия (ЛКА) ЛКА отходит от левого коронарного синуса и имеет короткий общий ствол (5-15 мм), который обычно делится на две основные ветви [8]:

- **Передняя межжелудочковая артерия (ПМЖА):** Считается важнейшей артерией сердца. Она следует по одноименной борозде к верхушке, отдавая септальные ветви (кровоснабжающие межжелудочковую перегородку) и диагональные ветви (кровоснабжающие передне-боковую стенку левого желудочка). ПМЖА является приоритетной целью для шунтирования, а использование для ее реваскуляризации левой внутренней грудной артерии (ЛВГА) является "золотым стандартом" современной кардиохирургии [9].

- **Огибающая ветвь (ОВ):** Идет в левой части венечной борозды, огибая сердце. От нее отходят ветви тупого края (ВТК), кровоснабжающие боковую и задне-боковую стенки левого желудочка.

В 25-30% случаев ствол ЛКА делится не на две, а на три ветви (трифуркация), где третьей ветвью является **промежуточная артерия (Ramus intermedius)**, которая кровоснабжает высокую боковую стенку левого желудочка [10].

Правая коронарная артерия (ПКА) ПКА берет начало от правого коронарного синуса и проходит в правой венечной борозде. Она кровоснабжает правый желудочек (через ветви острого края), а также СА-узел (в 60% случаев) и АВ-узел (в 85-90% случаев). Достигая "креста" сердца (место пересечения борозд на диафрагмальной поверхности), ПКА делится на **заднюю межжелудочковую артерию (ЗМЖА)** и **задне-боковые ветви (ЗБВ)** [8, 11].

Паттерны доминантности и клинически значимые вариации

Тип коронарного кровоснабжения (доминантность) Доминантность определяется тем, какая из коронарных артерий (ПКА или ОВ) отдает ЗМЖА и ЗБВ, то есть кровоснабжает задне-нижние отделы миокарда [12].

• **Правый тип доминирования (≈85% популяции):** ЗМЖА и ЗБВ являются ветвями ПКА. Это классический и наиболее частый вариант. При планировании АКШ у таких пациентов поражение дистального русла ПКА требует наложения шунта именно в эту зону.

• **Левый тип доминирования (≈8%):** ЗМЖА и ЗБВ отходят от огибающей ветви ЛКА. В этой ситуации ОВ становится критически важным сосудом, кровоснабжающим огромный массив миокарда (боковую, заднюю и нижнюю стенки). Ее окклюзия приводит к обширному инфаркту, а ее адекватная реваскуляризация является первоочередной задачей.

• **Сбалансированный (смешанный) тип (≈7%):** ЗМЖА отходит от ПКА, а ЗБВ — от ОВ. Обе артерии вносят вклад в кровоснабжение задней стенки.

Определение типа доминантности перед операцией является обязательным, так как оно напрямую влияет на стратегию реваскуляризации и интерпретацию ишемических изменений.

Миокардиальные мостики Это врожденная аномалия, при которой сегмент коронарной артерии (чаще всего ПМЖА) проходит не эпикардиально, а интрамурально, то есть в толще миокарда. Во время систолы мышечный мостик сдавливает артерию, вызывая гемодинамически значимый стеноз [13].

• **Значение для АКШ:** Наложение дистального анастомоза на сегмент артерии, покрытый миокардиальным мостиком, или непосредственно перед ним технически сложно и рискованно. Это может привести к перфорации артерии или раннему тромбозу шунта. Хирург должен идентифицировать мостик и наложить анастомоз строго дистальнее него, на эпикардиальном участке артерии.

Аномалии отхождения коронарных артерий (АОРТА) Хотя и редкие (0.3-1.3%), эти аномалии представляют серьезную опасность. Наиболее грозным вариантом является отхождение ЛКА от правого синуса Вальсальвы с ее прохождением между аортой и легочной артерией. Такой ход артерии может приводить к ее сдавлению и внезапной сердечной смерти [14].

При планировании АКШ такие аномалии требуют особой осторожности при канюляции аорты и кардиоплегии, а иногда и выполнения сочетанных процедур по коррекции самой аномалии.

Интеграция анатомических данных в планирование АКШ

Выбор целевых артерий для шунтирования Решение о шунтировании конкретной артерии принимается на основе ее диаметра, качества дистального русла и объема кровоснабжаемого миокарда.

- Шунтированию подлежат артерии диаметром >1.5 мм с хорошим дистальным кровотоком (без диффузного поражения).

- Приоритет отдается шунтированию артерий, кровоснабжающих большие жизнеспособные участки миокарда (например, ПМЖА, крупные диагональные ветви, ВТК при развитой системе ОВ, ЗМЖА).

- Анатомия определяет возможность наложения **секвенциальных (последовательных) шунтов**, когда один конduit используется для реваскуляризации двух и более артерий, расположенных в одной анатомической области (например, диагональной и ПМЖА) [15].

Выбор кондуитов (шунтов) Анатомические характеристики как собственных сосудов пациента (кондуитов), так и коронарных артерий влияют на их выбор.

- **Левая внутренняя грудная артерия (ЛВГА):** Является лучшим кондуитом благодаря своей устойчивости к атеросклерозу и превосходным отдаленным результатам. Ее анатомическое расположение и достаточная длина идеально подходят для шунтирования ПМЖА [9].

- **Лучевая артерия и правая ВГА:** Используются как дополнительные артериальные кондуиты. Их применение зависит от диаметра и отсутствия кальциноза.

- **Большая подкожная вена ноги:** Наиболее часто используемый конduit. Хирург должен оценить ее анатомическое состояние (варикозное расширение, склероз), так как это влияет на долгосрочную проходимость шунта.

Заключение:

Успешное выполнение аортокоронарного шунтирования — это результат синтеза технологического мастерства и фундаментальных анатомических знаний. Детальное понимание не только классической, но и вариантной анатомии коронарного русла, включая тип доминирования, наличие миокардиальных мостиков и аномалий развития, является обязательным условием для адекватного планирования операции. Современная коронарная ангиография и КТ-ангиография предоставляют хирургу исчерпывающую "дорожную карту" сосудистой системы пациента. Именно на основе этой индивидуальной карты принимаются ключевые решения о выборе целевых артерий, оптимальных кондуитов и общей хирургической тактике. Персонализированный подход, основанный на прецизионном знании анатомии, позволяет не только безопасно выполнить вмешательство, но и обеспечить максимальную полноту реваскуляризации, что является залогом долгосрочной эффективности АКШ и улучшения качества жизни пациентов.

Список литературы:

1. GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2020;396(10258):1204-1222.
2. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, Alfonso F, Banning AP, Benedetto U, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J*. 2019;40(2):87-165.
3. Farkouh ME, Domanski M, Sleeper LA, Siami FS, Dangas G, Mack M, et al. Strategies for multivessel revascularization in patients with diabetes. *N Engl J Med*. 2012;367(25):2375-84.
4. Angelini P. Coronary artery anomalies: an entity in search of an identity. *Circulation*. 2007;115(10):1296-305.
5. Villa AD, Sammut E, Nair A, Rajani R, Bonamini R, Chiribiri A. Coronary artery anomalies overview: The normal and the abnormal. *World J Radiol*. 2016;8(6):537-55.
6. Loukas M, Groat C, Khangura R, Owens DG, Anderson RH. The normal and abnormal anatomy of the coronary arteries. *Clin Anat*. 2011;24(1):114-28.
7. Anderson RH, Yanni J, Boyett MR, Chandler NJ, Dobrzynski H. The anatomy of the cardiac conduction system. *Clin Anat*. 2009;22(1):99-113.
8. Netter FH. *Atlas of Human Anatomy*. 7th ed. Elsevier; 2018.
9. Taggart DP, Benedetto U, Gerry S, Altman DG, Gray AM, Lees B, et al. Bilateral versus single internal-thoracic-artery grafts at 10 years. *N Engl J Med*. 2019;380(5):437-446.
10. Furuichi S, Hoshino T, Kawashima O, Arakawa K. Angiographic characteristics and clinical outcomes of patients with trifurcation of the left main coronary artery. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2013;81(5):811-7.