


АНАТОМИЯ ЖИВА!



Удивительные
и важные
медицинские
открытия
XX—XXI веков,
которые остались
незамеченными

Кто
разобрался,
почему
сердце
бьется?

Как научились
находить
сосуды,
забитые
тромбом?

Когда
произошло
последнее
крупное
анатомическое
открытие?

Наука, сэр! Медицинский нон-фикшн для ума и тела

Даниил Давыдов

**Анатомия жива! Удивительные и
важные медицинские открытия
XX-XXI веков, которые
остались незамеченными**

«ЭКСМО»

2022

УДК 611/612(091)
ББК 28.70

Давыдов Д. С.

Анатомия жива! Удивительные и важные медицинские открытия XX-XXI веков, которые остались незамеченными / Д. С. Давыдов — «Эксмо», 2022 — (Наука, сэр! Медицинский нон-фикшн для ума и тела)

ISBN 978-5-04-168687-1

Эта книга доказывает: за сухими строчками из учебника биологии скрываются захватывающие истории — гипотезы, споры, совпадения и находки. Ее автор, биолог и медицинский журналист Даниил Давыдов, раскрывает запутанный процесс медицинских открытий, сделанных в XX–XXI веках. Знаете ли вы, что внутренний орган может пропасть из анатомического атласа на несколько столетий? Или что другой орган долго оставался без внимания и был открыт всего несколько лет назад? А мозг до сих пор скрывает множество тайн, и его строение кажется настоящей картой сокровищ. Автор проведет для вас увлекательную экскурсию по историческим эпохам и человеческому телу и поэтапно расскажет, как росли ученые, знания и сама наука. В формате a4.pdf сохранен издательский макет.

УДК 611/612(091)
ББК 28.70

ISBN 978-5-04-168687-1

© Давыдов Д. С., 2022
© Эксмо, 2022

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение | 6 |
| Как читать эту книгу | 7 |
| Глава 1 | 8 |
| Как устроено сердце | 9 |
| Что ученые знали о сердце к началу XX века | 12 |
| Так почему же оно бьется? | 14 |
| Сложим открытия в одну корзину | 17 |
| Как открытие проводящих путей сердца изменило кардиологию | 18 |
| Конец ознакомительного фрагмента. | 19 |

Даниил Давыдов
**Анатомия жива! Удивительные и важные
медицинские открытия XX–XXI веков,
которые остались незамеченными**

© Давыдов Д.С., текст, 2021

© Дьякова А.В., иллюстрации, 2022

© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2022

* * *

Моей семье:

Сергею Давыдову,

который научил меня читать,

Ларисе Давыдовой,

которая привила мне любовь

к биологии и медицине,

и жене Елене – без ее помощи

я бы никогда не превратился из биолога

в научного журналиста.

Введение

Золотой век анатомии начался в XVI столетии и продолжался вплоть до XIX века. Тайны внутреннего устройства человеческого тела привлекали лучших ученых, так что анатомия человека считалась одной из важнейших областей исследований. Престиж анатомии был так высок, что в 1542 году французский анатом, математик и астроном Жан Франсуа Фернель (1497–1558) писал: «Анатомия для физиологии – как география для истории: описывает место действия». Фернель знал, о чем говорит, – в конце концов, именно он придумал термин «физиология» [1].

Однако к началу XX века большая часть органов была уже открыта, а их подробные «портреты» попали в анатомические атласы. Миссия анатомии изменилась – теперь ученые, работавшие в этой области, стремились уточнить строение уже открытых и описанных легких, печени и мозга и разобраться, как именно они работают.

Но к концу XX века многие люди – и среди них немало ученых! – начали считать, что песенка анатомии как области научного исследования спета. В интервью для журнала *The Conversation* профессор эволюционной биомеханики из Лондонского университета Джон Хатчинсон вспоминает [2, 3]: в 90-х годах XX века, когда он учился в аспирантуре, многие его коллеги считали, что строение человеческого тела давным-давно изучено и новых открытий в этой области не предвидится.

Но XXI век показал, что ученые и врачи серьезно переоценили свои знания и недооценили чудесную шкатулку с секретами – человеческое тело.

Современные методы исследования принесли и новые анатомические открытия, причем довольно крупные: от лимфатической системы мозга до неизвестных слюнных желез, которые обнаружили в глотке в 2021 году.

В общем, хоронить старушку-анатомию явно преждевременно. Я уверен, что наше тело еще преподнесет ученым немало сюрпризов. А пока предлагаю почитать о том, что нам в XX–XXI веках удалось узнать о строении и работе тела.

Но прежде чем двигаться, я должен сказать несколько слов о том, как устроена книга, – и сразу же извиниться за ее неполноту. Объем книги не бесконечен, поэтому я включил в нее только те открытия, которые показались мне самыми важными и интересными.

А еще я должен попросить прощения у тех блестящих ученых, которые приложили руку ко многим из упомянутых в книге открытий, но либо не попали в книгу, либо упомянуты только вскользь. В свое оправдание я могу сказать только одно: у меня не было другого выхода. Большинство научных открытий случились только потому, что в этом направлении в разное время работали десятки, а иногда и сотни исследователей. Но если упомянуть всех, то история просто рассыплется на кусочки!

Как читать эту книгу

Человеческое тело устроено сложно. Чтобы говорить о нем правдиво и без лишних упрощений, нужен особый анатомический язык, на овладение которым у специалистов уходит по несколько лет.

Но поскольку у нас этого времени нет, каждую историю об анатомическом открытии я буду предварять коротким введением. Там я в общих чертах расскажу, как устроен и работает орган, о котором идет речь, и познакомлю с основными понятиями анатомического языка, которые потребуются нам в разговоре об этой части организма.

Во второй части каждой главы я расскажу о том, что уже было известно ученым об устройстве органа к концу XIX века. Это важно, ведь многие наши герои совершили свои открытия, возражая своим предшественникам и дискутируя с ними.

В третьей и четвертой частях глав речь пойдет о том, как именно было сделано то или иное анатомическое открытие. Мы увидим, как рассуждали ученые, к каким методам прибегали, с кем спорили и чьи концепции опровергали – и к каким выводам в итоге пришли.

И, наконец, в конце каждой главы расскажу о практической пользе анатомических открытий. Ведь анатомия – именно та наука, прорывы в которой в самом прямом смысле слова спасают жизни. Правда, в главах, посвященных XXI веку, мне зачастую пришлось сочинять. Ведь открытия совсем свежие, можно сказать, с иголочки – так что пока непонятно, к чему все это приведет.

Глава 1

Тайна работы сердца: 1906–1907

С устройством сердца анатомы разбирались в течение долгих тысячелетий. Проблема была и в религиозном запрете на вскрытие тел – в разные эпохи его разделяли представители практически всех человеческих цивилизаций, – и в сложном устройстве самого органа.

Однако наука не стояла на месте. К началу XX века ученые подошли, имея на руках достаточно подробное и точное описание анатомического устройства сердца. При этом оставался нерешенным важный вопрос: почему же оно все-таки бьется и не сбивается с ритма? Чтобы было понятно, почему этот вопрос оказался таким важным и сложным, давайте на минутку заглянем внутрь сердца.

Как устроено сердце

Сердце – мышечный насос, который перекачивает кровь. Размером сердце примерно с кулак, хотя по форме больше похоже на конус. Расположено оно почти посередине грудной клетки, с небольшим креном влево. Грудная клетка – прекрасное место для сердца, потому что крепкая клетка из ребер обеспечивает ему надежную защиту.

Ритмичные сокращения сердца – мы называем это сердцебиением – отправляют кровь в великое путешествие по телу. Без этого путешествия мы просто не смогли бы жить.

Сердце можно сравнить с транспортной развязкой, где сбегаются все кровеносные сосуды – автомагистрали организма.

И у сердца, и у автомобильной развязки одна и та же задача – не дать перепутаться транспортным потокам. Два главных транспортных потока, разделяющих сердце, – артериальная и венозная кровь. А два маршрута, по которым нужно направить эти потоки, называются большим и малым кругами кровообращения.

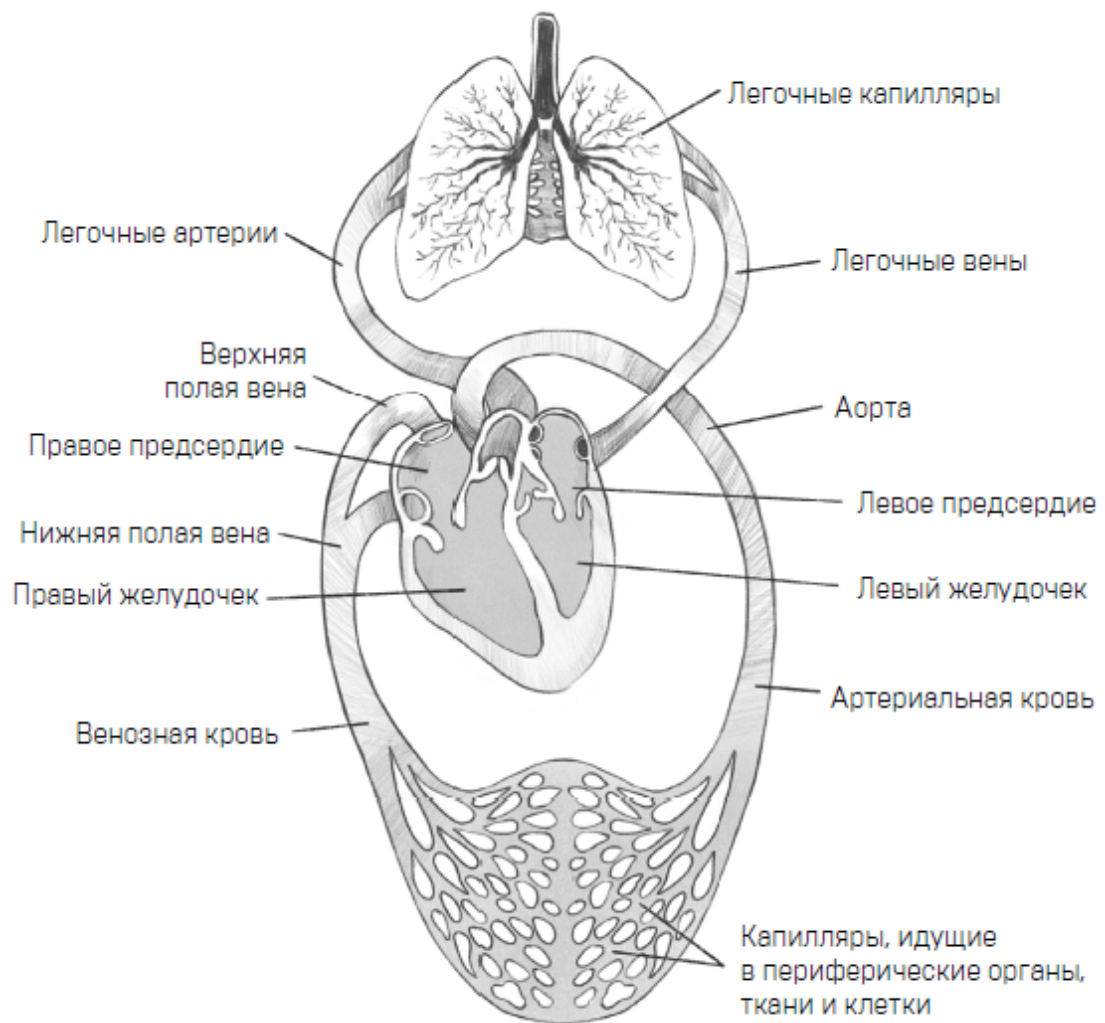
Малый круг кровообращения идет от сердца к легким и обратно, а большой – от сердца к органам и тканям и возвращается назад к сердцу.

Разделение крови возможно благодаря особому устройству сердца – оно состоит из правой и левой частей.

Правая часть работает с венозной, то есть с насыщенной углекислым газом кровью, которая возвращается от органов и тканей.

А левая – с артериальной, богатой кислородом кровью, приходящей из легких. Благодаря перегородке, разделяющей сердце на две части, артериальная и венозная кровь не смешиваются.

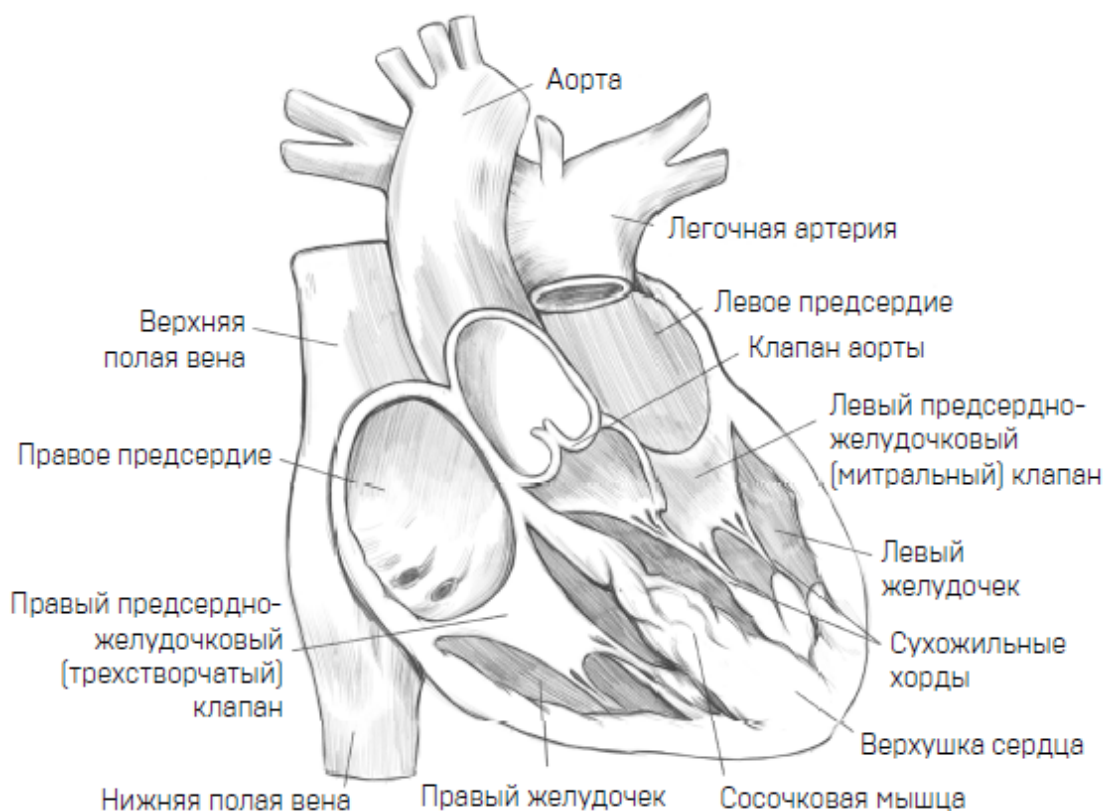
Каждая половинка сердца разделена перегородкой еще на две части: верхняя называется предсердием, а нижняя – желудочком. То есть у сердца четыре камеры: два предсердия и два желудочка. Предсердия и желудочки работают синхронно. Это необходимо для нормального функционирования сердца. Ведь если бы каждая камера сокращалась в собственном темпе, добиться синхронности было бы очень сложно.



Циркуляция крови

Когда расслабляется правое предсердие, одновременно расслабляется и левое. В этот момент оба предсердия наполняются кровью: правое – венозной из полой вены, которая идет от тела, а левое – артериальной из легочной вены, идущей от легких. Эта фаза сердечного цикла называется диастолой.

И справа, и слева между предсердием и желудочком есть «дверца» из тонкой, но прочной соединительной ткани. Эти «дверцы» называют предсердно-желудочковыми клапанами. Они нужны, чтобы кровь всегда текла в одном направлении, от предсердий в желудочки.



Строение сердца

Когда предсердия сокращаются, предсердно-желудочковые клапаны открываются, и кровь из предсердий переходит в расслабленные желудочки. Наполнившись кровью, желудочки одновременно сокращаются. В результате венозная кровь из правого желудочка поступает в артерию, которая несет ее в легкие, а артериальная кровь из левого желудочка попадает в крупную артерию – аорту, откуда бежит к органам и тканям. Эта фаза сердечного цикла называется систолой.

В артериях, по которым кровь уходит из сердца, тоже есть клапаны – они мешают ей возвращаться в сердце. Когда кровь из сердца поступает в сосуды, клапаны открываются и закрываются, издавая особый звук, который мы называем стуком.

Дело сделано! Венозная кровь от сердца отправилась в легкие избавляться от углекислого газа и насыщаться кислородом, а артериальная кровь из сердца понесла кислород к клеткам всего тела. Но как именно сердцу это удалось?

Что ученые знали о сердце к началу XX века

Самыми первыми исследователями, которые всерьез взялись за изучение анатомии сердца, принято считать двух древнегреческих анатомов [4] – Герофила и Эрасистрата, которые жили во второй половине III века до нашей эры. Этим ученым повезло дважды: во-первых, они жили и работали в Александрии – античной столице наук. А во-вторых, они застали времена, когда можно было проводить вскрытия умерших естественной смертью или казненных людей.

Возможность вскрывать трупы, не боясь осуждения жрецов и преследования со стороны закона, быстро принесла свои плоды. Эрасистрат не только описал форму сердца, но и обнаружил, что внутри у него есть полости-камеры, разделенные клапанами. Он же доказал, что в сердце впадают все кровеносные сосуды в организме.

Правда, тот же Эрасистрат искренне считал, что артерии, как и левый желудочек сердца, наполнены воздухом, а не кровью. К тому же он был убежден, что люди вдыхают и выдыхают через поры кожи, и думал, что в сердце есть всего две камеры.

Больше подробностей о том, как Эрасистрат представлял себе работу артерий, можно найти в главе 7. А о том, зачем нужны вены – в главе 3.

По его мнению, предсердия были просто расширениями артерий, впадающих в сердце. Это, кстати, противоречило мнению его коллеги Герофила, который считал, что предсердия – часть сердца, так что камер в нем все-таки четыре.

Исправить ошибку Эрасистрат не успел. Даже в просвещенной Александрии вскрытия разрешалось делать всего 30–40 лет, и вскоре эту практику запретили. С тех самых пор и до эпохи Возрождения, то есть до конца XV века, официально заниматься анатомированием трупов было фактически невозможно. В итоге ошибочное мнение Эрасистрата, что в сердце всего две камеры, продержалось вплоть до XVII века.

Но стоило только религиозным запретам ослабеть, как десятки талантливых людей с энтузиазмом взялись за скальпели. Среди них были не только врачи, но и художники, причем вклад последних в науку об устройстве и работе человеческого тела был едва ли не самым весомым.

Сегодня многие исследователи считают, что первым человеком, оставившим подробные иллюстрации, на которых хорошо видны все четыре камеры сердца, был знаменитый художник XVI века Леонардо да Винчи.

К сожалению для науки, Леонардо да Винчи, судя по всему, был не слишком амбициозным исследователем. Во всяком случае, он так и не передал свои рукописи в печать [5]. Так что даже в знаменитой *De humani corporis fabrica* Андреаса Везалия¹, вышедшей в свет в 1543 году, которую многие исследователи считают самым первым качественным анатомическим атласом, сердце все еще двухкамерное.

Идея четырехкамерного сердца, которое бьется для того, чтобы разносить кровь по телу, восторжествовала только в XIX веке. Поблагодарить за это мы должны многих ученых, но особенно Ричарда Лоуэра². Считается, что именно он в 1669 году поставил в этом вопросе жирную точку. В дальнейшем анатомы и врачи в основном уточняли строение сердца – например, описали систему коронарных сосудов, питающих само сердце. Но вплоть до начала XIX века,

¹ Андреас Везалий – врач и анатом, лейб-медик Карла V, затем Филиппа II. Младший современник Парацельса, основоположник научной анатомии. – Прим. ред.

² Ян Эвангелиста Пуркyně – чешский врач, оказавший большое влияние на развитие медицинской науки. Наиболее известен своими работами по переливанию крови и функции сердечно-легочной системы. – Прим. ред.

насколько известно, никто не пытался разобраться, почему же оно вообще работает так, как нужно.

Управляющие сердцебиением клетки обнаружил знаменитый чешский анатом и физиолог Ян Эвангелиста Пуркинье (1787–1869) [6]. Это было далеко не первое его открытие. Именно он отыскал тормозные нейроны в коре головного мозга (в честь исследователя их потом назовут нервными клетками Пуркинье), нашел потовые железы в коже, доказал, что экстракты поджелудочной железы влияют на переваривание белков, и сделал еще много всего – например, ввел в научный обиход термин «протоплазма».

Но для нас важнее другое его открытие. В 1839 году Пуркинье вскрыл баранье сердце и обнаружил в стенках его желудочков сеть из серых плоских водянистых волокон. Первоначально исследователь решил, что это хрящевые волокна, но через шесть лет пришел к выводу, что все-таки мышечные. Правда, для чего они нужны сердцу, Пуркинье в то время выяснить не смог.

К ответу на этот вопрос вплотную подобрался английский физиолог Уолтер Холбрук Гаскелл (1847–1914) [7]. Почти всю свою жизнь он посвятил исследованиям кровотока и сердцебиения. Возможно, Гаскелл был первым, кто заподозрил, что сокращениями сердца управляет вовсе не мозг. Вероятно, именно поэтому он в начале 1880 года организовал важный эксперимент: извлек из еще сокращающегося желудочка сердца черепахи полосу мышцы и доказал, что она продолжает сокращаться, хотя ведущие к ней нервы уже обрезаны.

Сердце черепахи оказалось хорошим экспериментальным объектом, ведь оно очень медленно сокращается. Наблюдая за сокращениями, Гаскелл заметил, что волна сокращений зарождается в конкретном месте сердца и постепенно распространяется на другие его части. А что будет, если помешать волне сокращений перемещаться по сердцу?

В 1882–1883 годах он провел серию экспериментов, в которых перерезал или перевязывал мышцы на стыке желудочков и предсердий. Если мышцу перерезали, волны сокращений прекращали распространяться раз и навсегда, а если сначала перевязывали, а потом снимали нитку, – начинали снова. Гаскелл подозревал, что сокращения проводит «особая эмбриональная мышечная ткань», по описанию напоминающая волокна Пуркинье.

Но предполагать и доказать – разные вещи. Эта честь выпала на долю коллег Гаскелла, которые жили и работали уже не в XIX, а в XX веке.

Так почему же оно бьется?

В 1906–1907 годах ответ на этот вопрос дали четыре исследователя [8] – один из них был родом из Японии, второй – из Германии, а двое других – из Великобритании.

Гис: предсердие и желудочки соединяет мышечный пучок, который, возможно, проводит импульсы для сокращения сердца

К ответу вплотную подошел немецкий кардиолог Вильгельм Гис – младший (1863–1934) [9]. Младший – это чтобы не перепутать. Отец Вильгельма Гиса, тоже Вильгельм, к моменту прихода сына в науку уже сделал себе имя как анатом и эмбриолог. Но для начала Гис-младший доказал, что верна миогенная, то есть мышечная, теория сокращения сердца. Несмотря на открытия Гаскелла, во времена Гиса многие анатомы все еще думали, что сердце бьется по прямым приказам мозга, которые тот «спускает» через спинномозговые нервы. Эти взгляды объединяли сторонников нейрогенной теории сокращения сердца.

Примерно с 1888 года молодой исследователь начал использовать в работе эмбриологические методы, разработанные его отцом. Наблюдая за развитием эмбрионов разных животных, Гис обнаружил, что сердце эмбриона начинает биться еще до того, как развиваются спинномозговые нервы. Шах и мат, сторонники нейрогенной теории!

На этом Гис не остановился. В 1893 году он обнаружил мышечный пучок, который объединяет стенки предсердия и межжелудочковой перегородки. Позже его называли пучком Гиса. Хотя исследователь и предполагал, что мышечный пучок проводит импульсы, заставляющие сердце сокращаться, он не провел никаких экспериментов, чтобы это доказать. А вскоре и вовсе оставил занятия эмбриологией, чтобы стать профессором внутренней медицины и директором клиники в Берлине.

Тавара, Ашофф, Кейт и Флэк раскрывают загадку сердцебиения

Начался XX век, а загадка сердцебиения все еще не была разгадана. И кто знает, когда бы еще человечество разобралось с этим вопросом, если бы не японский патолог и физиолог Сунао Тавара (1873–1952) [10].

С середины XIX века правительство Японии – некогда изолированного от всего мира феодального государства – понемногу начало открывать границы, модернизировать производство и переосмысливать образование. В последнем вопросе японцы ориентировались в первую очередь на Германию: немецкие профессора приезжали преподавать в японские университеты, а японские студенты повалили в немецкие учебные заведения.

Одного из японских студентов, попавших на стажировку в Германию, звали Сунао Тавара. Еще студентом медицинского факультета Токийского университета он заинтересовался анатомией, так что в 1903 году Тавару отправили стажироваться в Институт патологической анатомии Людвиг Ашоффа (который жил в 1866–1942 годах) [11]. Ашофф, уже вполне состоявшийся ученый, в то время особенно интересовался физиологией сердца, поэтому новый сотрудник почти с порога получил важное и трудное задание. Тавара должен был исследовать под микроскопом ткани 150 сердец, принадлежавших людям, погибшим от ревматического миокардита. Ему предстояло разобраться, как развивается воспаление мышц сердца при этой болезни. Тавара справился, обнаружив в мышцах сердца небольшие воспалительные участки, с появления которых начинался миокардит. Позже эти участки называли тельцами Ашоффа.

Но самого Тавару миокардит не так уж интересовал. Он ставил себе более амбициозные задачи: стремился выяснить, зачем на самом деле нужны волокна Пуркинье и пучок Гиса и правда ли, что именно они проводят импульсы, заставляющие сокращаться сердечную мышцу.

Первая цель, которую поставил себе Тавара, – проследить, где заканчивается пучок Гиса. Задача была не из легких: японскому исследователю пришлось кропотливо исследовать под микроскопом тысячи тонких срезов сердца. Но ему было уже не привыкать – в конце концов, чтобы обнаружить тельца Ашоффа, тоже пришлось потрудиться.

В конце концов Тавара обнаружил, что пучок Гиса чем-то походит на дерево. Его «корень» начинается в пологом на узел скопления клеток у основания перегородки, разделяющей предсердия – сегодня этот участок называют атриовентрикулярным узлом. Из этого узла, как из корня, вырастает «ствол», состоящий из пучка видоизмененных мышечных клеток, утративших способность сокращаться. Этот «ствол» заходит в перегородку, разделяющую желудочки, и делится там на две «ветви» – правую и левую ножки Гиса. Правая ножка заходит в правую стенку предсердия, а левая – в левую. Внутри стенок предсердий ножки Гиса делятся на более мелкие «ветки» – мышечные волокна. Тавара доказал, что это и есть волокна Пуркинье.

Но он не ограничился тем, что собрал в единую систему загадочные мышечные волокна. Тавара предположил – и оказался совершенно прав – что по «дереву» из мышечных волокон, составляющих пучок Гиса, распространяется электрический импульс, который заставляет сокращаться мышцы сердца по направлению от предсердий к желудочкам, как это в свое время показал Гаскелл.

Людвиг Ашофф высоко оценил работу ученика и добился, чтобы ее приняли к публикации. Так что оба исследователя – японский и немецкий – вошли в историю как отцы-основатели электрофизиологии.

И все бы хорошо, но оставался нерешенным один очень важный вопрос: а откуда, собственно, в сердце возникает тот самый электрический импульс, который затем бежит по пучку Гиса? Найти ответ смогли два британских исследователя: анатом и антрополог Артур Кейт (1866–1955) и студент-медик Мартин Флэк (1882–1931) [12, 13].

Артур Кейт заинтересовался анатомией еще во время учебы в медицинской школе при шотландском Университете Абердина. В 1893 году его назначили куратором Музея Королевской лондонской больницы – там он демонстрировал посетителям анатомические препараты.

Человеком он был любознательным, поэтому внимательно следил за новостями анатомии и охотно общался с исследователями. В 1905 году Кейт познакомился с кардиологом Джеймсом Маккензи и вслед за новым другом заболел исследованиями сердечной проводимости.

В конце 1905 года Маккензи показал Кейту статью, посвященную сердечным узлам, и предложил поискать такие же на анатомических препаратах сердца. Кейт согласился, но ничего не нашел, о чем и написал в ответном письме.

Но Маккензи не успокоился и переслал Кейту статью Людвига Ашоффа, посвященную исследованиям Тавары, в которой тот описывал, как пучок Гиса растет из атриовентрикулярного узла. Кейт честно признал свою ошибку, а после обнаружил и саму описанную Таварой систему. Но теперь ему нестерпимо захотелось узнать, откуда же берется электрическая искра, возбуждающая атриовентрикулярный узел.

Сказано – сделано. Летом 1906 года Кейт создал в своем коттедже импровизированную анатомическую лабораторию и позвал в помощники соседского сына Мартина Флэка.

Опираясь на уже опубликованные статьи, энтузиасты предположили, что электрическая искра должна возникать в области, где в правое предсердие впадает верхняя полая вена. Чтобы найти точное место, они сделали тонкие срезы сердца и отправили препараты под микроскоп.

По легенде, Мартин Флэк обнаружил искомый узел, когда его босс с супругой катались по окрестностям на велосипеде. На стыке верхней поллой вены с правым предсердием он обнаружил бугорок, очень похожий на узел Тавары. Этот бугорок явно отвечал за что-то важное, потому что к нему шла собственная небольшая артерия.

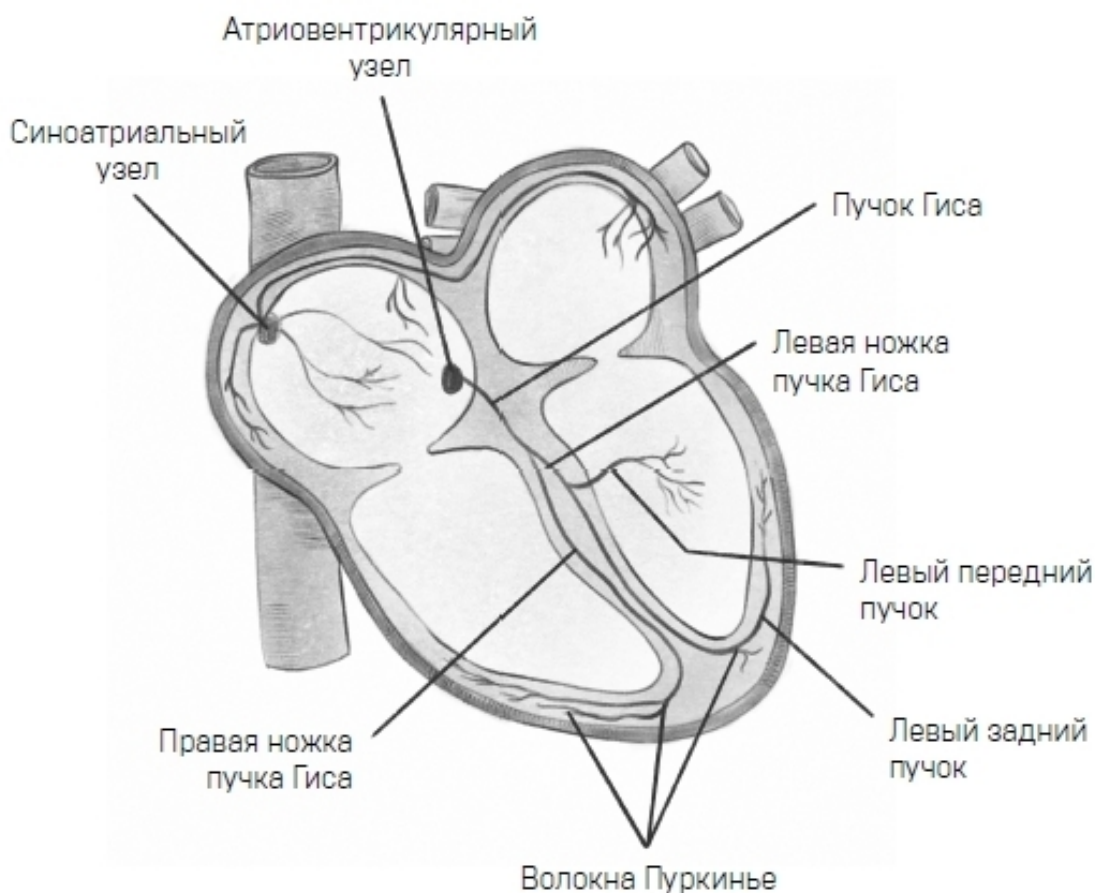
Но самое важное открытие состояло в том, что к узелку Кейта и Флэка – сегодня мы называем эту анатомическую структуру синоатриальным узлом – были подключены блуждающий и симпатический нервы.

Хорошенько все перепроверив, исследователи пришли к выводу, что нервы – это и есть источник электрической искры, которая разбегается по всему «дереву» Тавары, заставляя сердечную мышцу сокращаться. Наконец-то загадка была разгадана!

Сложим открытия в одну корзину

Сегодня мы знаем, что сердце действительно способно сокращаться самостоятельно, без контроля нервной системы. Но для того чтобы завестись, сердцу, как и мотору в машине, нужна первоначальная искра. В машине искру высекает свеча зажигания, а в сердце за первоначальный электрический импульс отвечают нервы, которые подходят к синоатриальному узлу.

После того как первоначальный нервный импульс задаст ритм, синоатриальный узел становится самостимулируемым, то есть для того, чтобы задавать ритм, ему больше не нужно получать сигналы от нервов. От синоатриального узла в левое предсердие и к атриовентрикулярному узлу бегут мышечные пучки.



Проходя по предсердным пучкам, нервный импульс способствует сокращению предсердий. Затем он добирается до атриовентрикулярного узла, разбегается по пучку Гиса по желудочкам, и они тоже начинают сокращаться. А поскольку до предсердия импульс добирается раньше, чем до желудочков, возникает пауза, столь необходимая для работы сердца.

Как открытие проводящих путей сердца изменило кардиологию

Перечислять, к каким революционным изменениям привели открытия анатомов XX века, можно долго. Расскажем хотя бы о двух из них – об электрокардиографе и электрокардиостимуляторе.

Для начала, открытие подарило врачам возможность читать электрокардиограмму (ЭКГ). Нидерландский физиолог Виллем Эйнтховен (1860–1927) [14] изобрел прототип кардиографа – тогда его называли струнным гальванометром – еще в 1901 году. Но разобраться в записях прибора без открытий Тавары, Ашоффа, Кейта и Флэка все равно не получилось бы.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.