

Н. И. Аринчин

периферические
«СЕРДЦА»
человека

СОДЕРЖАНИЕ

3	ПРЕДИСЛОВИЕ
5	КРОВООБРАЩЕНИЕ ПО В. ГАРВЕЮ
10	ОДНОГО СЕРДЦА ЧЕЛОВЕКУ НЕДОСТАТОЧНО
14	ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ
18	ПЕРИФЕРИЧЕСКИЕ «СЕРДЦА^ СУЩЕСТВУЮТ
20	РАБОЧАЯ ГИПЕРЕМИЯ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ
28	МИКРОНАСОСНЫЙ МЕХАНИЗМ ВНУТРИМЫШЕЧНОГО ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО.СЕРДЦА»
32	КАК РАБОТАЕТ ВНУТРИМЫШЕЧНОЕ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЕ «СЕРДЦЕ»
38	МИКРОНАСОСНАЯ ФУНКЦИЯ МИОКАРДА
39	ЛИМФАТИЧЕСКИЕ СЕРДЦА ЧЕЛОВЕКА
41	КЛАССИФИКАЦИЯ МЫШЕЧНЫХ НАСОСОВ
44	СХЕМА ГЕМОДИНАМИКИ
45	ВСПОМОГАТЕЛЬНО-ТРЕНИРОВОЧНЫЙ ОХРАНИТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ ДЛЯ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА
47	ПОЧЕМУ ДВИГАТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЛЕЗНА ДЛЯ СЕРДЦА?
49	ДВИЖЕНИЕ — ЭТО ЖИЗНЬ
53	ДОБЕГАЮТ ДО ФИНИША НЕ НОГИ, А СЕРДЦЕ
55	ДВИЖЕНИЕ И КОСМОС
58	ПЕРИФЕРИЧЕСКИЕ «СЕРДЦА, ЧЕЛОВЕКА И МЕДИЦИНА
62	

БУДУЩЕЕ ЧЕЛОВЕКА

65

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛОРУССКОЙ ССР

Институт физиологии

Н. И. Аринчин

периферические

«СЕРДЦА» человека

МИНСК

«НАУКА И ТЕХНИКА» 1988

ББК 28.91 А 81

УДК 612.741.61 :612.146.4

Научный редактор

академик АМН СССР И. К. Шхвацабая

Рецензенты:

доктор медицинских наук И. П. Данилов, доктор
медицинских наук А. А. Кривчик

**Научно-популярное издание Аринчин Николай
Иванович**

ПЕРИФЕРИЧЕСКИЕ «СЕРДЦА» ЧЕЛОВЕКА

2-е издание.

Заведующий редакцией Д. Ф. С а н ь к о.
Редактор Л. Г. Усенкова. Художник Л. М. Г о м о н
о в. Художественный редактор В. А. Ж а х о в е ц.
Технический редактор Л. А. К о р н е е в а.
Корректор М. А. В е » о р р; о. И Б № 3097

Печатается по постановлению РИСО АН
БССР. Сдано в набор 03.02.88. Подписано в
печать 27.04.88. АТ 00543. Формат 84X108¹/₃2.
Бум. тип. № 2. Гарнитура литературная. Высокая
печать. Усл. печ. л. 3,36. Усл. кр.-отт. 3,78. Уч.-
изд. л. 3,52. Тираж 10 000 экз. Зак. № 320. Цена
20 к. Издательство «Наука и техника» Академии
наук БССР и Государственного комитета БССР
по делам издательств, полиграфии и книжной
торговли. 220600. Минск, Ленинский проспект,
68. Типография им. Франциска Скорины
издательства «Наука и техника». 220600. Минск,
Ленинский проспект, 68.

Аринчин Н. И.

А 81 Периферические «сердца»
человека.— 2-е изд.— Мн.: Наука и техника,
1988.— 64 с.: ил. ISBN 5-343-00321-4.

В популярной форме описываются обнаруженные помощники центрального сердца, которые заключены не в сердечно-сосудистой системе, а внутри скелетных мышц и самой сердечной мышцы. Читатели узнают о деятельности периферических «сердец», о том, как использовать их в качестве эффективных помощников центрального сердца для облегчения его работы и повышения надежности, для укрепления здоровья и увеличения длительности жизни человека. Показано, что аналогичные «сердца» имеются и в лимфатической системе.

1-е издание вышло в 1980 г.

Для широкого круга читателей.

2007020000—073

A-----142—88 ББК 28.91

M316(02)—88

© Издательство ISBN 5-343-00321-4
«Наука и техника», 1988.

1003\

Предисловие

Существует тесная связь между снижением двигательной активности, — гипокинезией и распространением сердечно-сосудистых заболеваний, которые по своим последствиям для здоровья людей и масштабам социального и экономического ущерба, наносимого государству, удерживают печальное первенство среди проблем современной медицины и здравоохранения.

Поэтому понятно, что появление публикаций на данную тему может представить интерес особенно в том случае, если в них раскрываются новые стороны проблемы и выдвигаются такие идеи, которые могли бы быть использованы в дальнейшем в интересах практического здравоохранения.

С этих позиций брошюра Н. И. Аринчина, известного своими работами в области физиологии и патофизиологии кровообращения, должна привлечь к себе большой интерес читателей, в том числе врачей и специалистов-кардиологов.

Брошюра по сравнению с первым ее изданием в 1980 году дополнена представлениями о недостаточности одного сердечного насоса для осуществления замкнутой циркуляции крови по сосудам, сведениями о многочисленных аналогичных «помощниках» в

лимфатической системе человека, она отвечает на вопрос, почему двигательная активность полезна для сердца и др.

Интерес состоит прежде всего в том, что брошюра основана на идеях, созвучных с представлением о «периферическом сердце», выдвинутом отечественным ученым академиком М. В. Яновским в начале нынешнего века. До определенного времени термин «периферическое сердце» практически не употреблялся в медицинской литературе и в современной физиологии, а упоминался лишь в историческом смысле. Это произошло из-за крайней противоречивости взглядов на проблему, явившейся следствием недостатка научных фактов и использования несовершенных методов исследований системы кровообращения.

\004\

Этот досадный, на наш взгляд, пробел был восполнен серией многочисленных научных работ, выполненных Н. И. Аринчиным и его сотрудниками. Благодаря им вопрос о «периферическом сердце» не только вновь привлек к себе интерес, но и получил новое звучание в свете проблем лечения, реабилитации и профилактики сердечно-сосудистых заболеваний.

В сравнительно небольшой по объему брошюре автор сумел в увлекательной и вместе с тем содержательной форме представить разнообразные по значению научные факты и вытекающие из них основные положения, относящиеся к различным аспектам порой спорной и недостаточно изученной проблемы «периферического сердца».

Следует отметить убедительность и аргументированность попыток автора использовать новые данные о роли скелетных мышц в функционировании системы кровообращения, представление о «периферическом сердце» для понимания и дальнейшей разработки чисто практических, клинических вопросов. К ним относятся, в частности, роль вспомогательно-тренировочного режима как охранительного для сердечной деятельности и вопрос о взаимоотношении двигательной активности и функции сердца вообще, влияние на сердце гравитационных факторов, значение вспомогательных факторов кровообращения для реабилитации больных сердечно-сосудистыми заболеваниями и пр.

Хочется надеяться, что брошюра будет с интересом принята читателями, и не потому, что имеет на первый взгляд интригующее название, а потому, что содержит новые материалы и положения, расширяющие представления о закономерностях функционирования органов кровообращения, знание которых важно для понимания практических вопросов борьбы с заболеваниями сердца и сосудов, путей лечения и реабилитации больных сердечно-сосудистыми заболеваниями.

\005\

Кровообращение по В. Гарвею

Известно, что кровообращение было открыто в 1628 году английским естествоиспытателем и врачом Вильямом Гарвеем. Это открытие поистине является эпохальным. По выражению Ф. Энгельса, «...Гарвей благодаря открытию кровообращения делает науку из физиологии (человека, а также животных)».

Любое открытие никогда не совершается на пустом месте, каждое из них является итогом и обобщением предшествующих знаний. Поэтому любопытно коснуться вопроса о том, что же было известно о кровообращении до В. Гарвея? Без знания истории трудно дать оценку современного состояния вопроса и прогнозировать перспективы его развития на будущее.

В древнейшие, донаучные времена не знали о существовании кровообращения. Древнегреческий ученый Аристотель (IV век до нашей эры) и римский ученый Клавдий Гален (II век нашей эры) высказывали только догадки о том, что кровь образуется в печени из пищи и движется по венам, слепо оканчиваясь в органах (рис. 1). Эта кровь заполняет правое сердце и по якобы имеющимся отверстиям в его вертикальной перегородке перетекает в левое сердце. В артериях содержится не кровь, а воздух. Сейчас каждый школьник знает, что в артериях содержится не воздух, а кровь, но столь далекие от истины мнения просуществовали более 1500 лет, ибо авторитет Галена был непререкаем.

Легочный круг кровообращения впервые открыл и описал арабский ученый Ибн-Нафис (1208—1288). Он же утверждал об отсутствии отверстий в межжелудочковой перегородке сердца. Но его рукопись долгое время оставалась неизвестной.

\006\

И лишь в эпоху Возрождения, в середине XVI века, испанский ученый Сервет, не знавший об открытии Ибн-Нафиса, весьма убедительно доказал ошибочность представлений Аристотеля и Галена, точно установив, что никаких отверстий в перегородке сердца нет. Он обнаружил, что кровь из правого желудочка течет в левое предсердие через легкие, и тем самым открыл малый, или легочный, круг кровообращения. Но за такие взгляды Сервет вместе со своими книгами был сожжен на костре церковниками.

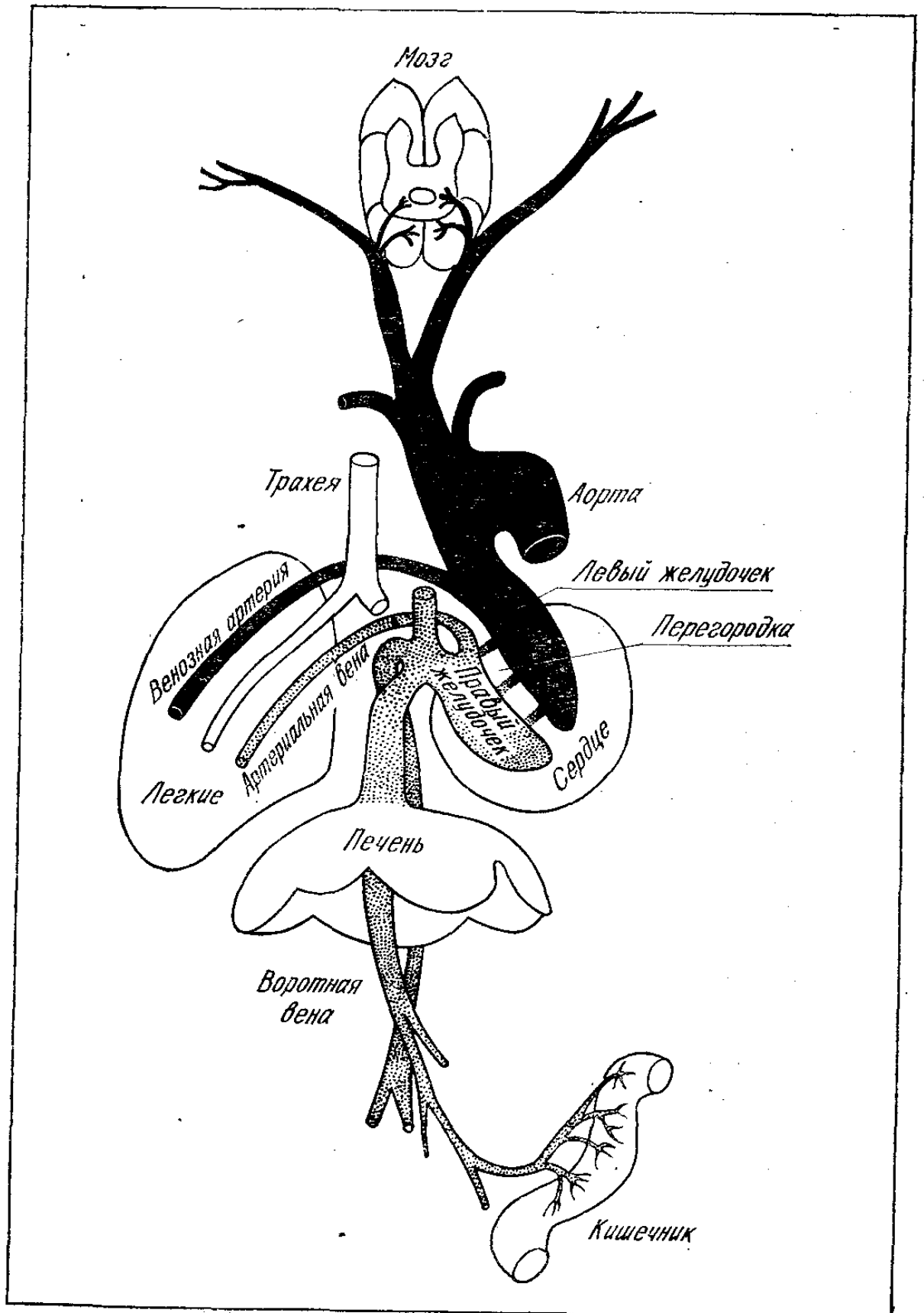


Рис. 1. Схема сердечно-сосудистой системы по Аристотелю—Галену 6

\007\

Уцелели только три экземпляра его трудов. Приверженцы Сервета соорудили ему памятник в Генфе на месте его мучительной смерти.

Несмотря на преследования, ученые продолжали познавать движение крови. В 1581 году итальянский ученый Чезальпино, перевязывая ту или иную вену, обнаружил, что конец ее, обращенный от места перевязки к органу, сильно набухает, а идущий от места перевязки к сердцу, наоборот, запустевает. Следовательно, рассуждал Чезальпино, от сердца артериальная кровь поступает к органам, а по венам кровь течет от органов к сердцу. Между артериями и венами внутри органов должны существовать сообщения, по которым кровь течет из артерий в вены. Таким образом, он подошел к представлению о существовании «большого круга кровообращения». Другой ученый, Сарпи, обратил внимание на наличие и положение клапанов в венах, которые пропускают кровь в одном направлении — от органов к сердцу. Этим он опровергнул мнение Аристотеля и Галена о двустороннем движении крови по венам и одновременно подтвердил правильность представлений Чезальпино о существовании «большого круга кровообращения».

У некоторых ученых, ревностно относящихся к новому, находились веские аргументы против приоритета открытия Гарвея, так как до него были известны и малый и даже большой круги кровообращения.

Но никакого открытия, пожалуй, не было и не будет совершенно без предшественников. Поэтому трудно и просто невозможно создать новое, о котором не было бы упомянуто в той или иной степени ранее. Но одно дело сказать, а другое — доказать. В. Гарвей, опираясь на достижения некоторых наук того времени — механики и гидродинамики — и используя их методы, в частности пережатие сосудов, осуществил разносторонние экспериментальные исследования работы обнаженного сердца, характера его сокращений, сопоставляя их с пульсацией самого крупного сосуда — аорты. Он наблюдал, что при ранении артерии кровь из нее бьет фонтаном. Кровь нагнетается сердцем в артерии под большим давлением. При слабой перетяжке руки вены набухают, а при сильной — прекращается пульсация артерий, потому что и они пережимаются. Применяя различные варианты пережатия артерий и вен и наблюдая, какие их концы запустевают и какие переполняются,

\008\

Гарвей точно проследил направление течения крови по сосудам. Определив количество выбрасываемой сердцем крови за одно сокращение и умножив его на число сокращений сердца в минуту, он нашел, что общее количество крови, нагнетаемое сердцем за день,

многократно превышает массу тела. Следовательно, так много крови не может образоваться из пищи и некоторое ее постоянное количество все время циркулирует по замкнутым кругам кровообращения в организме человека. Сопоставив эти свои данные с уже известными, полученными предшествующими учеными, Гарвей своим знаменитым трудом «Анатомическое исследование о движении сердца и крови у животных» (1628) совершил открытие кровообращения, которое стало гордостью эпохи Возрождения.

Какую нужно было иметь смелость, чтобы пойти против каноников Аристотеля и Галена! Как и следовало ожидать, Гарвей подвергся жесточайшим нападкам, особенно со стороны профессоров медицинского факультета Парижского университета Патена и Риолана. Противники Гарвея объявили его открытие «парадоксальным, ложным, бесполезным, невозможным, непонятым, нелепым, вредным для человеческой жизни», но, несмотря на такого рода эпитеты, оно было признано еще при жизни Гарвея, что бывает сравнительно редко. Учение В. Гарвея вскоре получило новое неопровержимое доказательство. Через четыре года после смерти Гарвея, в 1661 году, итальянец Мальпиги с помощью микроскопа обнаружил в легких лягушки существование капилляров, которые являются соединительным звеном между артериями и венами. Этим было окончательно завершено гарвеевское учение о кровообращении.

Сокращаясь, сердце, как мощный насос, безостановочно гонит кровь по сосудам двух кругов кровообращения (рис. 2).

\009\

Что же они собой представляют? *Большой круг кровообращения* начинается от левого желудочка сердца (1), в который кровь поступает из сокращающегося левого предсердия (15). Из левого желудочка кровь проталкивается в самый/крупный сосуд — аорту (2), затем по более мелким артериям - печеночной (3), кишечной (4) протекает через артериолы, прекапилляры, капилляры большого круга кровообращения (5), где отдает кислород и питательные вещества всем органам и тканям тела человека и принимает от них ядовитые продукты жизнедеятельности. Далее кровь собирается в вены — воротную (6), печеночную (7), а затем в нижнюю (8) и верхнюю (9) полые вены, открывающиеся в правое предсердие (10), которым и заканчивается большой круг кровообращения.

Малый, или легочный, круг кровообращения начинается от правого желудочка (И). -

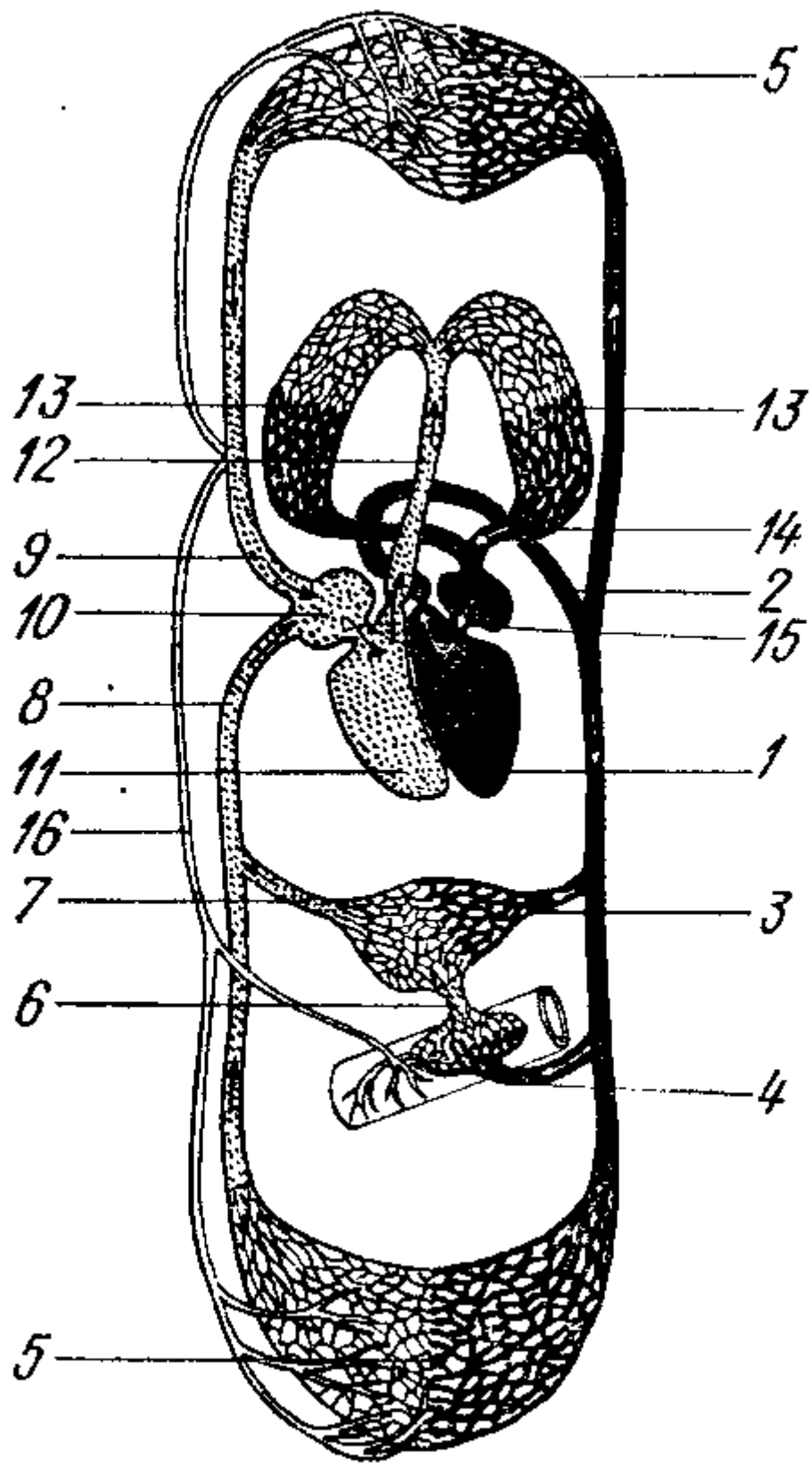


Рис. 2. Схема кровообращения по В. Гарвею: 1 — левый желудочек сердца, 2 — дуга аорты, 3 — печеночная артерия, 4 — кишечная артерия, 5 — капилляры большого круга кровообращения, 6 — воротная вена, 7 — печеночная вена, 8 — нижняя полая вена, 9 — верхняя полая вена, 10 — правое предсердие, И • — правый желудочек, 12 — легочная артерия, 13 — капилляры малого, легочного круга кровообращения, 14 — легочные вены, 15 — левое предсердие, 16 — лимфатическая система

Вследствие его сокращения венозная кровь проталкивается в легочную артерию (12), затем в легочные артериолы, прекапилляры и капилляры, которые окружают легочные альвеолы (13), где она, отдавая углекислый газ, насыщается кислородом, собирается в вены и легочные вены (14). По ним уже насыщенная кислородом артериальная кровь впадает в левое предсердие (15), которым заканчивается малый круг кровообращения. Имеется также и лимфатическая система (16).

По этой схеме до сих пор изучается кровообращение еще со школы. Она же лежит в основе теории и практики биологии, физиологии, медицины.

\010\

Одного сердца человеку недостаточно

Открытие В. Гарвея пришло на смену ошибочным взглядам Аристотеля и Галена. Оно содержит точные и фундаментальные знания о работе сердца и движении крови по сосудам, явилось новым научным этапом разработки учения о кровообращении. Но вот уже более 360 лет гарвеевская схема остается неизменной. Конечно, три с половиной века — период небольшой по сравнению с пятнадцатью веками существования схемы Галена в первый, донаучный период. Но если учесть стремительное развитие современной науки, то возникает вопрос: неужели до сих пор нет данных, которые могли бы служить уточнением и дополнением схемы кровообращения Гарвея?

Подобные вопросы возникают еще и в связи с тем, что если внимательно проанализировать эту схему, то следует прийти к заключению, что в ней представлены, только сердце и сосуды. Сердце показано в качестве единственного насоса, обеспечивающего круговращение крови по сосудам. Природа создала сердце,

действительно чудесный орган-насос, который не перестает вызывать удивление. В покое при 70 ударах в минуту сердце в сутки делает примерно 100 000 сокращений, в месяц — 3 миллиона, в год — 36 миллионов, а в течение всей жизни от 3 до 4 миллиардов и более. За одно сокращение оно выбрасывает крови в сосудистую систему от 50 до 80 мл, а за 70 лет перекачивает примерно 150000—175000 и более тонн крови. Этой кровью сердце снабжает не только весь организм, но и само себя.

Но если сердце есть совершеннейший насос, который, по существующему мнению, обладает надежностью и мощностью, достаточной для продвижения крови по кровеносным сосудам человека, находящегося не только в покое, но и в состоянии напряженной физической деятельности, то почему все чаще оно сдает?

По разнообразным и многочисленным статистическим данным различных стран мира, более 50% случаев смерти обусловлено заболеваниями сердечно-сосудистой системы. А если исключить гибель людей от несчастных случаев, самоубийства и родов, то смертность от сердечно-сосудистых заболеваний, которые называют «болезнью века», достигнет 70%.

\011\

Что же, наше сердце стало менее надежным? Или оно попадает в неблагоприятные условия, которые ведут его к гибели? Тогда какие условия ему требуются? Или одного сердца человека и высших животных недостаточно для кругооборота крови?

Рассмотрим эти вопросы с точки зрения развития сердца в эволюционном плане. Простейшие существа и первичные многоклеточные организмы вообще не имеют сердец (например, губки).

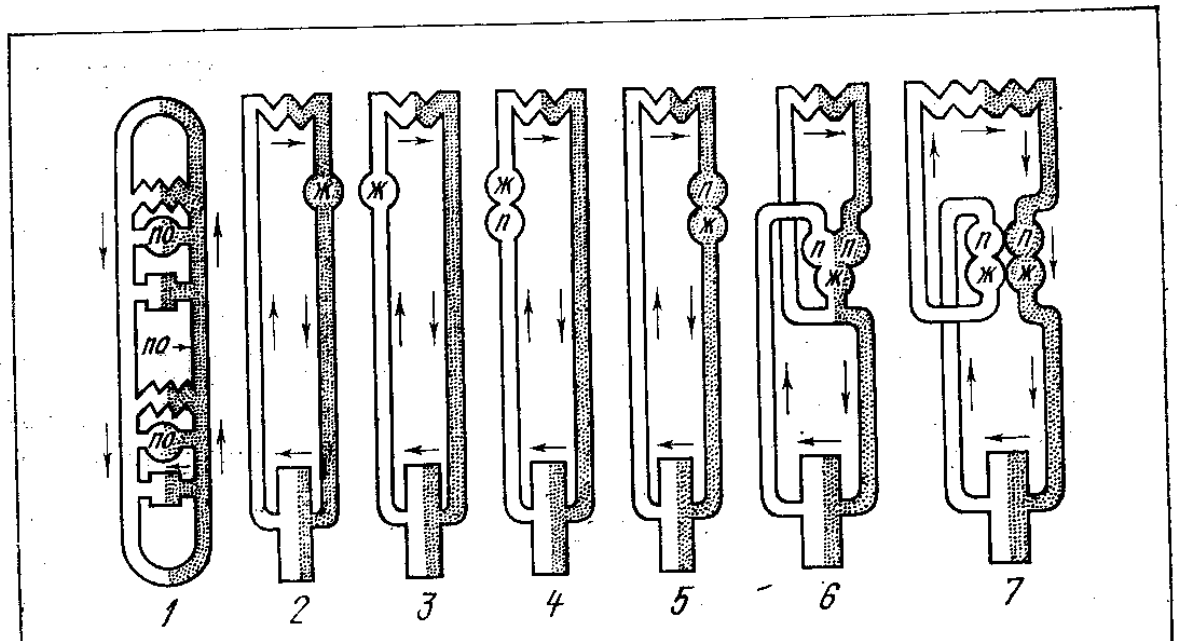


Рис. 3. Схема формирования и совершенствования кровообращения от низших представителей животного мира к высшим: 1, 2, 3 — щетинконогие черви, 4 — рыбы, 5 — пластинчатожаберные; 6 — земноводные (лягушки), 7 — высшие млекопитающие и человек

Самое простейшее сердце появляется в виде пульсирующего участка спинного артериального сосуда у щетинконогих червей (рис. 3, 1), затем образуется лишь один желудочек, расположенный у одних разновидностей щетинконогих на артерии (рис. 3, 2), а у других на вене (рис. 3, 3). Но такого желудочка явно недостаточно, ибо он вынужден преодолевать два препятствия в виде последовательного про-, талкивания крови через сосуды тела и дыхательного аппарата.

Вслед за однокамерным создается двухкамерное сердце, которое состоит из предсердия и желудочка, расположенных у рыб на вене (рис. 3,4), а у пластинчатожаберных на артериальном сосуде (рис. 3,5). Но затруднение проталкивания крови через два барьера и в этих случаях не исключается. Вместо последовательного преодоления барьеров наиболее эффективным оказался параллельный путь нагнетания крови -одним желудочком одновременно в малый и большой круги кровообращения, т. е. в легкие и в ткани тела, с появлением двух предсердий. Так возникло трехкамерное сердце у земноводных — лягушки (рис. 3, 6).

\012\

Такое сердце лучше предыдущих, но и оно не лишено недостатков, так как одним желудочком нагнетается и в легкие, и в ткани тела смешанная кровь — артериальная и венозная. В дальнейшем наступило разделение желудочков на две самостоятельные полости, что привело к образованию наиболее совершенного четырехкамерного сердца у высших животных и человека, состоящего из двух предсердий и двух желудочков (рис. 3, 7). Однонаправленному току крови способствуют клапаны, расположенные как в сердце, так и в сосудах.

Эти важнейшие этапы развития кровообращения позволяют проследить за появлением и совершенствованием сердца, которое в процессе эволюции от низших животных к человеку оказывалось недостаточным насосом и как бы «перебрасывалось» с одних сосудов на другие, «испытывалось» то на венах, то на артериях в поисках наиболее удобного для него места во всей сосудистой системе.

На первый взгляд вопрос о помощниках сердца покажется наивным, ибо всем хорошо известно, что каждый из нас имеет по одному сердцу. Но если мы обратимся к другим органам человека, то обнаружим, что многие из них являются парными. К ним относятся конечности, органы зрения, слуха, обоняния, осязания, легкие, почки и т. д. Для чего это понадобилось? В паре их деятельность значительно расширяется, приобретает даже новые важные качества и повышает их надежность, поскольку они могут дублировать, т. е. в известной степени заменять друг друга. Многие люди, лишившиеся в силу тех или иных причин одного из парных органов, продолжают жить с оставшимся.

У человека хотя и имеется правое и левое сердце, но их нельзя отнести к парным и дублирующим органам. Правый и левый его отделы имеют свои самостоятельные, различные круги кровообращения и ответственны за них. В силу этих причин ни тот, ни другой отделы сердца не могут заменить друг друга. Поэтому сердце находится в менее выгодных условиях по сравнению с дублирующими и взаимозаменяющимися парными органами.

\013\

Все это послужило поводом английскому ученому Дж. Баркрофту в 1937 году написать: «Дублирование встречается так часто, что едва является случайным, очевидно, оно составляет определенное свойство строения, функции и тем более производит впечатление, что осуществляется столь различными путями, но я часто удивляюсь, почему не дублировано само сердце. Меня всегда удивляет, что в организме имеется только одно сердце».

Принцип дублирования создан самой природой и широко распространен в животном мире. Этот принцип стал копироваться в

современной технике, особенно космической, где наиболее важные узлы копируются трижды и даже четырежды.

Почему же природа «позаботилась» о создании многочисленных парных органов для человека и животных и лишь сердце оставила в одиночестве? А может, у него есть дублиеры или, помощники, о которых мы еще не знаем? Тогда где они находятся? Что собой представляют? Как работают?

Известно, что эволюционное развитие сердца шло по линии не только его совершенствования, но и дублирования. Например, у головоногих моллюсков, у осьминогов по три сердца, из них одно центральное и два жаберных. Последние не мешают, а, наоборот, помогают центральному сердцу, облегчая его работу. А вот кольчатые черви имеют даже по пять бьющихся сердец. Всем хорошо известная лягушка наряду с кровяным сердцем имеет лимфатические сердца. Стенки вен крыльев летучих мышей обладают самостоятельной пульсацией, направленной на проталкивание венозкэй крови. И такие примеры можно было бы продолжить. Значит, существование дублиеров при недостаточности одного сердца в принципе возможно. Возникает вопрос: почему у некоторых низших животных имеется несколько сердец, а у человека только одно сердце?

Этот вопрос легче задать, чем на него ответить. Предположение о том, что помощников сердцу не требуется, отпадает вследствие того, что хотя сердце и является 'чудо-насосом, но его недостаточно и оно все чаще не справляется с работой и гибнет. Нельзя допускать, что возможности природы ограничены и проявлялись лишь на ранних этапах развития животного мира, ибо известны сообщения о появлении высших

\014\

животных с несколькими сердцами, хотя эти факты от - . носят к области тератологии, т. е. считаются отклонениями от нормального развития, уродствами,

Так, недавно обнаружен петух с четырьмя сердцами. У другого петуха оказалось 9 сердец и, 3 печени. Сердца были расположены гирляндой, имели одинаковые размеры и, судя по развитию организмов петухов, отнюдь не были лишними, а скорее помогали друг другу. Недалеко от центра столицы Югославии Белграда, в селе Жарково, при медицинском обследовании школьников было обнаружено, что у одного из них —• Рано Османи бьются два сердца. Одно расположено в правой, другое в левой половине грудной клетки. Этот мальчик привлек к себе внимание врачей, которые установили, что размеры каждого из этих сердец меньше нормального, но работают они четко, координированно, не мешают, а помогают друг другу и в общем безукоризненно справляются со своими обязанностями. Этот мальчик не только лишен каких-либо других

аномалий в развитии, но, наоборот, более вынослив и крепок по сравнению со своими сверстниками. Он легко справляется с физическими нагрузками. Значит, появление дублеров сердца возможно и для человека, но почему оно не закрепилось, а осталось эпизодическим явлением? Да потому, что даже десятки и сотни таких дублеров не обеспечат возврат венозной крови, ибо давление ее в капиллярах не может быть выше 10—15 мм рт. ст., иначе нарушаются обменные процессы. Следовательно, сердце доставляет кровь лишь в капилляры, что недостаточно для замкнутой циркуляции по сосудам.

Вспомогательные факторы кровообращения

Отсутствие у *Homo sapiens* — человека разумного — дублеров сердца вовсе не означает, что у него нет помощников — вспомогательных факторов, кровообращения, без которых замкнутая циркуляция крови, особенно в положении стоя, невозможна.

Во-первых, сердцу помогает присасывающее действие грудной клетки. При вдохе объем грудной клетки увеличивается.

\015\

Внутри нее развивается разрежение, оно втягивает внутрь грудной клетки не только воздух, но и, венозную кровь, которая из всех конечностей и брюшной полости по венозным сосудам присасывается к правому сердцу для его наполнения (рис. 4).

Во-вторых, наряду с грудной клеткой и грудным дыханием большую и примерно аналогичную роль играет брюшная полость. При брюшном дыхании венозная кровь присасывается из нижних конечностей и внутренних органов в крупные вены и проталкивается в грудную полость.

В-третьих, есть мощный диафрагмальный насос.

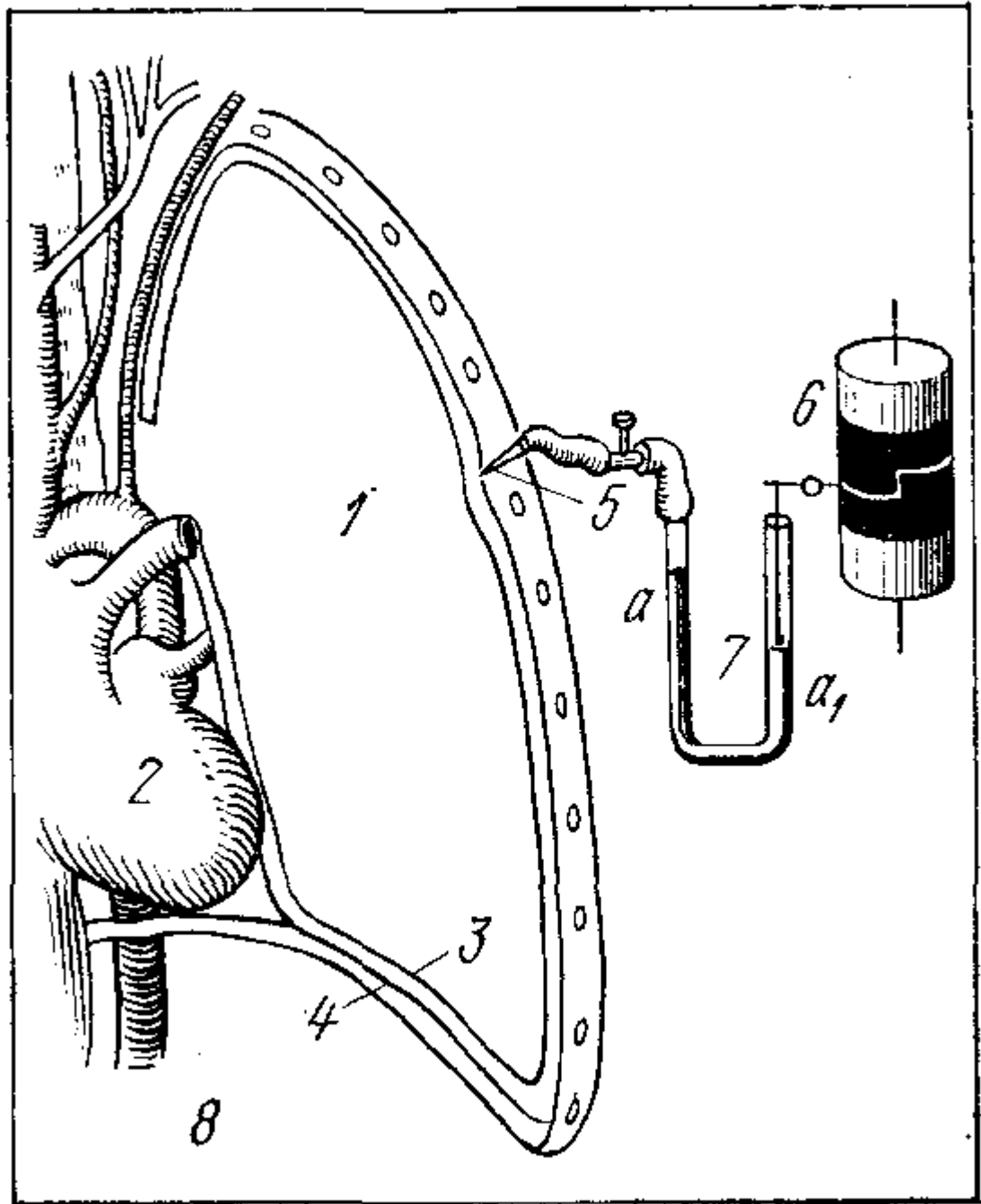


Рис. 4. Схема грудного, брюшного и диафрагмального насосов: 1 — левое легкое, 2 — сердце, 3 — плевра, 4 — диафрагма, 5 — игла, введенная в плевральную полость, 6 — барабан кимографа для регистрации давления, 7 — ртутный манометр, a и a_1 — уровень ртути в коленях манометра, 8 — брюшная полость

Разъединяющая грудную полость от брюшной диафрагма при вдохе опускается. Это ведет к одновременному увеличению грудной полости с понижением в ней давления и к увеличению давления в брюшной полости. Последняя сдавливает расположенные внутри нее крупные венозные сосуды и благодаря наличию в них клапанов приводит к выжиманию содержащейся в них крови из вен брюшной

полости в вены грудной полости. Это освобождает вены брюшной полости для приема крови из вен нижних конечностей. При выдохе диафрагма поднимается, объем брюшной полости увеличивается, давление падает, и кровь из вен нижних конечностей поступает в вены брюшной полости.

В-четвертых, вместе с описанными механизмами сердцу помогают активные сокращения стенок кровеносных сосудов. При сокращении сосудов их просвет уменьшается, а кровь выталкивается в сторону меньшего давления, чему способствуют еще и клапаны в венах.

\016\

В-пятых, благодаря наличию клапанов общий столб крови в венах при положении человека стоя разбивается на многочисленные отдельные сегменты, в которых давление крови становится значительно меньше. Без такого сегментирования вен поднятие венозной крови от нижних конечностей к сердцу в виде сплошного столба крови с давлением 100 мм рт. ст. явилось бы очень трудной задачей.

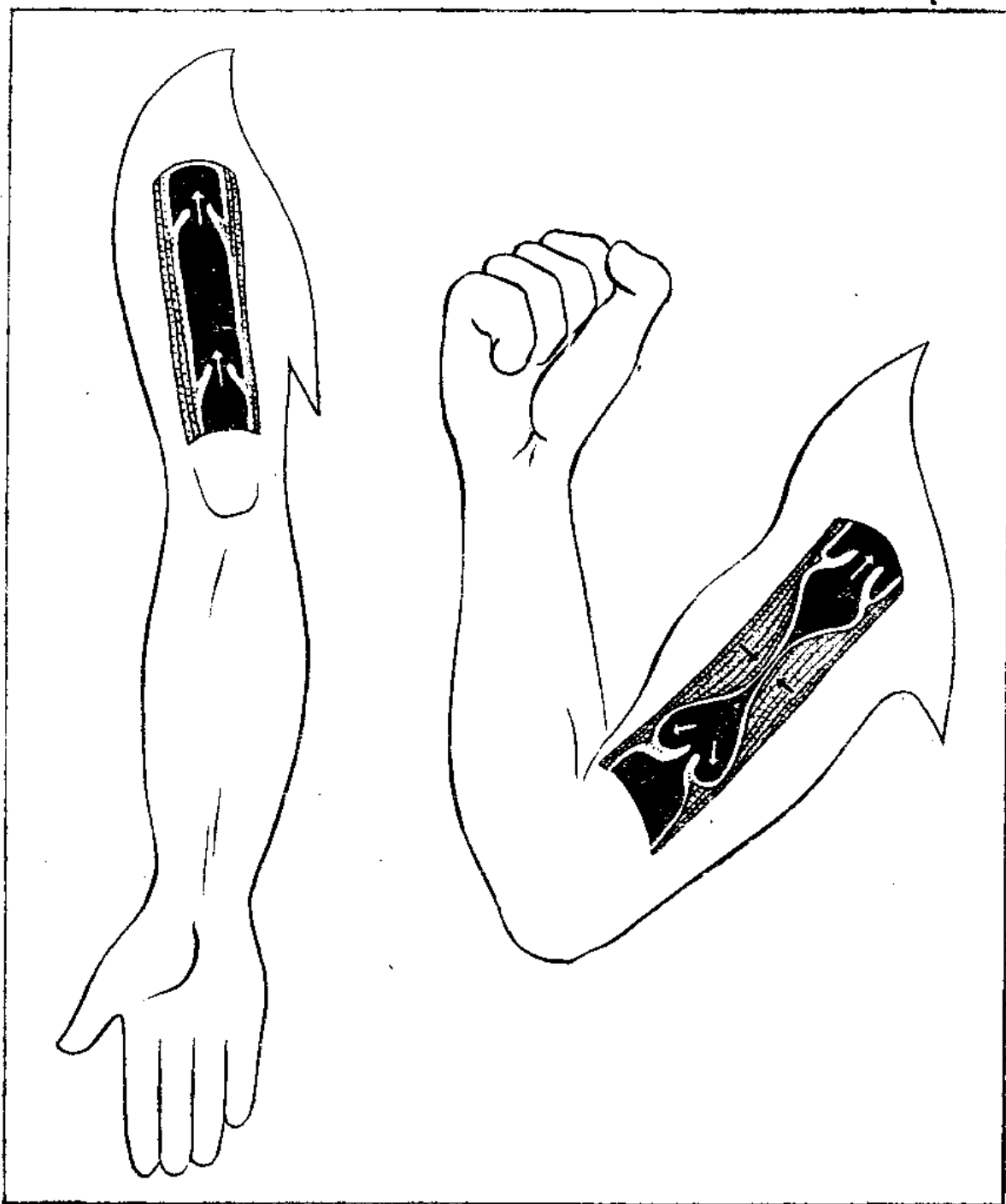


Рис. 5. Схема действия венозной помпы у человека: слева — мышцы расслаблены и вена наполняется кровью, справа — мышцы при сокращении выдавливают венозную кровь к сердцу для его наполнения

Кроме того, стенки сосудов сильно бы растягивались, сосуды разбухали, что бывает при варикозном расширении вен.

В-шестых, сердцу помогают проталкивать кровь по венам мышечные сокращения. При ритмических движениях — ходьбе, беге, трудовой деятельности и т. д. — расположенные между мышцами или между мышцей и костью крупные вены с клапанами периодически сдавливаются, а содержащаяся в них кровь направляется в сторону сердца (рис. 5), что получило название «мышечного насоса», или, точнее, «венозной помпы».

\017\

В положении лежа и при отсутствии сокращения мышц венозные помпы не работают, а венозная кровь относительно свободно течет по горизонтально расположенным сосудам к сердцу. Длительно же сокращенные скелетные мышцы надолго сдавливают вены и в этом случае из активных помощников превращаются в помеху для сердца, затрудняя возврат венозной крови. Вероятно, по этой причине люди, долго стоящие в строю по стойке «смирно», иногда падают в обморок. Правда, при положении стоя скелетные мышцы несколько дрожат, что наблюдается и при утомлении. Кроме того, в этом положении все же совершаются едва заметные на глаз перемены положения тела, вследствие чего венозные помпы все же работают, но не так эффективно, как при ритмической деятельности. Если недостаточно работают венозные помпы и другие факторы продвижения крови, то возникают значительные затруднения для сердца. Вот и приходится убедиться в том, что сердце все-таки имеет помощников, но все они относятся главным образом к венозной системе и если помогают сердцу, то в осуществлении венозного кровообращения. И ни один из этих помощников не отвечает категории периферического «сердца».

Каким критериям должно отвечать периферическое «сердце»? Оно должно представлять собой самостоятельное образование, обладать своей собственной способностью к эффективной насосной деятельности независимо от центрального сердца, проявлять себя при полной изоляции из организма и обладать рядом других самостоятельных качеств и механизмов деятельности. Перечисленные же помощники сердца не отвечают этим критериям, не могут самостоятельно осуществлять движение крови, а в ряде случаев даже создают затруднение кровотока, например, при натуживании, при длительном сокращенном состоянии скелетных мышц и выключении венозных помп и т. д.

Кроме того, перечисленные помощники способствуют лишь возврату венозной крови от органов к правому сердцу. А есть ли какие-либо пособники сердца в проталкивании им артериальной крови к органам по артериям через артериолы в прекапилляры и капилляры? Ведь они в 50 раз тоньше волоса и имеют длину 0,4—0,7 мм,

\018\

Если учесть их общее количество, достигающее 100—• 160 миллиардов, то вся их длина у одного человека составит примерно 60—90 тысяч километров, что почти в два раза больше длины земного экватора. Проталкивание крови, через такую сеть сосудов представляет для сердца трудную задачу. И до сих пор еще не установлено, достаточно ли силы сердца для осуществления такой работы, ибо точно неизвестно, через какое количество капилляров сердце нагнетает кровь в вены. При одном количестве сосудов работы одного сердца достаточно, при другом — нет. Тогда откуда приходит помощь сердцу для проталкивания крови через капилляры?

Из ряда предположений большой интерес и резонанс в науке вызвали мнения нашего известного врача, ученого, академика М. В. Яновского, который в начале века вместе со своими учениками развивал представление об «артериальном периферическом сердце». Смысл его в следующем. При сокращении левый желудочек выбрасывает кровь в самый крупный сосуд — аорту, которая своими перистальтическими (червеобразными) движениями проталкивает эту кровь далее ко всем органам и тканям нашего тела, помогает сердцу и играет активную роль в кровообращении. Такие представления привлекли внимание многих исследователей. Одни разделяли взгляды М. В. Яновского, поддерживали и развивали их, а другие отвергали. В 1920—1930-е годы развернулись острые дискуссии в печати, на конференциях и съездах терапевтов. Они завершились отрицанием существования «артериального периферического сердца», так как пульсации аорты и крупных сосудов не являются самостоятельными, а обусловлены работой сердца, вследствие чего сам термин «периферическое сердце» был исключен из лексикона физиологии и медицины и стал иметь лишь исторический интерес.

Периферические «сердца» существуют

Так, шаг за шагом была обследована вся сосудистая система, и кроме центрального сердца никаких периферических «сердец» не было обнаружено. Ни один из рассмотренных ранее экстракардиальных, т. е. вне-сердечных, факторов кровообращения не оказался принадлежащим к категории периферического «сердца» и должного внимания их изучению не уделялось.

\019\

Но на пути поисков периферического «сердца» все еще загадочной оставалась скелетная мышца — эта удивительная «машина», непосредственно превращающая химическую энергию в механическую с наивысшим коэффициентом полезного действия.

Тайны скелетной мышцы

Вот любопытные данные о мышце, взятые из проспекта лекции профессора Д. Р. Вильке, опубликованные В. Н. Павловым и В. П. Ткаченко: «Двигатель с автономным энергопитанием. Линейного типа. Весьма доступен. Прост в обращении, надежен в работе. Конструкция усовершенствована опытами, проводившимися длительное время. Все модели представляют собой разновидности топливного элемента с высоким коэффициентом полезного действия. Двигатель может работать на весьма широком диапазоне общедоступных топлив. Запас энергии небольшой, но тем не менее двигатель может в течение микросекунд набрать мощность до 1 киловатта. Модульная конструкция. Развиваемое усиление от 2 до 5×10^5 ньютонов на квадратный метр. Управляется импульсами мощностью в микроджоули. Несмотря на низкий уровень энергии входа, двигатель имеет очень высокое отношение сигнал — шум. Усиление энергии 10^6 раз. Число выполняемых операций без капитального ремонта $2,6 \times 10^9$ (в среднем), максимально $3,6 \times 10^9$. Кроме того, генерирует тепло, которое утилизируется.

Общепринятое название — мышца». Для современной науки и техники, конструкторов остается мечтой создание подобного топливного двигателя, обладающего перечисленными качествами с высоким КПД.

Скелетная мышца является универсальным органом, обладающим многими свойствами. Благодаря возбудимости и сокращению скелетных мышц человек передвигается, выполняет трудовые процессы, занимается физической культурой, спортом и т. д. Скелетная мышца генерирует тепло, в связи с чем она образно была названа И. П. Павловым «печкой», согревающей организм. Скелетные мышцы и сухожилия представляют собой, как принято говорить, большое рецепторное, т. е. чувствительное, поле. В них заложены многочисленные чувствительные образования, сигнализирующие в головной мозг о состоянии скелетных мышц, степени их сократимости, напряжения, положения тела и т. д.

\020\

Вероятно, нет другой такой ткани, которая изучалась бы так глубоко, разносторонне и тщательно, как мышечная. Но, несмотря на это, она до сих пор содержит в себе еще много тайн. Некоторые из них раскрыты только в последние годы.

Л. В. Полежаев открыл способность конечностей у позвоночных и мышечной ткани сердца у млекопитающих к регенерации, т. е. восстановлению. А. Н. Студит-ский сделал научное открытие о возможности восстановления из мышечной ткани мышечных органов. Если у кроликов с соблюдением правил стерильности извлечь

икроножную мышцу, измельчить ее и полученный «фарш» внести на прежнее место, а кожу зашить, то через некоторое время из этого «фарша» образуется похожая на прежнюю эластичная икроножная мышца кролика. Эти два открытия зарегистрированы Государственным Комитетом Совета Министров СССР по делам изобретений и открытий в 1974 и 1975 годах.

Но раскрытые тайны, безусловно, не последние, и скелетная мышца продолжает привлекать к себе внимание многих исследователей. Не менее важен вопрос об отношении скелетных мышц к кровообращению, ибо еще В. Гарвей предполагал, что в движении крови, осуществляемом сердцем, принимают участие сокращающиеся скелетные мышцы, но он не проводил специальных исследований в этом направлении.

Рабочая гиперемия скелетных мышц

Изучая кровоснабжение скелетных мышц, русские ученые И. П. Щелков в 1863 и В. К. Задлер в 1869 годах сделали очень важное открытие, получившее название рабочей гиперемии скелетных мышц, т. е. усиления их кровоснабжения при сокращении. Указанное явление присуще и многим другим органам.

Когда те или иные органы работают, к ним притекает больше крови, например, к мозгу — при умственной работе, к органам пищеварения — после приема пищи и т. д. Такое усиление кровоснабжения — полнокровие органов, называемое гиперемией, хорошо объясняется расширением сосудов, что можно внешне наблюдать, например, при покраснении лица.

\021\

По аналогии с этим и рабочую гиперемия скелетных мышц стали объяснять тем же расширением сосудов и увеличением их пропускной способности для поступающей от сердца крови. Открытая И. П. Щелковым и В. К. Задлером рабочая гиперемия скелетных мышц привлекла пристальное внимание многих исследователей. Но научные поиски были направлены не на изучение возможной активной роли каждой скелетной мышцы в кровообращении, а на решение вопроса о том, как происходит расширение просвета заключенных в ней сосудов.

Более чем за 100-летний период со времени этого открытия было создано много гипотез предполагаемого механизма расширения сосудов: метаболическая (Гас-келл, Баркрофт), вазомоторная (Бернард, Ловен), ги-поксическая (Задлер, Гайтон), гиперосмотическая (Мел-ландер, Фрегги), гистомеханическая (Хаятин) и др. Но, по мнению Хилтона (1962), все гипотезы падения тонуса сосудов оказались несостоятельными, а само явление рабочей гиперемии

скелетных мышц, не вызывающее никаких сомнений в реальности своего существования, продолжало оставаться нераскрытой тайной, .Эта тайна приоткрывается благодаря обнаружению нового, долгое время остававшегося неизвестным, присасывающе-нагнетательного микронасосного свойства скелетных мышц.

Обнаружение нагнетательной насосной способности скелетных мышц

Разнообразные исследования рабочей гиперемии скелетных мышц проводились в общем по такой принципиальной схеме (рис. 6). Кровь к скелетной мышце поступала от сердца (С) или перфузионного насоса с постоянным объемом или максимальным артериальным давлением, равным, например, 100 мм рт. ст. Кровоснабжение скелетной мышцы оценивалось по объему вытекающей из мышцы венозной крови в мерный сосуд, что отмечалось также и каплеписцем (К). Если мышца в покое, крови вытекает мало (сосуд справа), а при раздражении нерва (Я) электродами (Э) стимулятора (Ст) и ее сокращении за то же время крови вытекает в десятки раз больше (сосуд слева).

\022\

Как это происходит? Объяснение такого явления расширением сосудов недостаточно по многим причинам. Вот одна из них. При различных видах сокращения, особенно длительных, внешнее давление со стороны сокращенной мышцы на заключенные в ней сосуды возрастает до 300—400 мм рт. ст. и более, тогда как внутрисосудистое, в венах, равно 3—5 мм рт. ст., в капиллярах— 10—20 мм рт. ст., а в артериях—120 мм рт. ст., т. е. внешнее давление на стенки сосудов во много

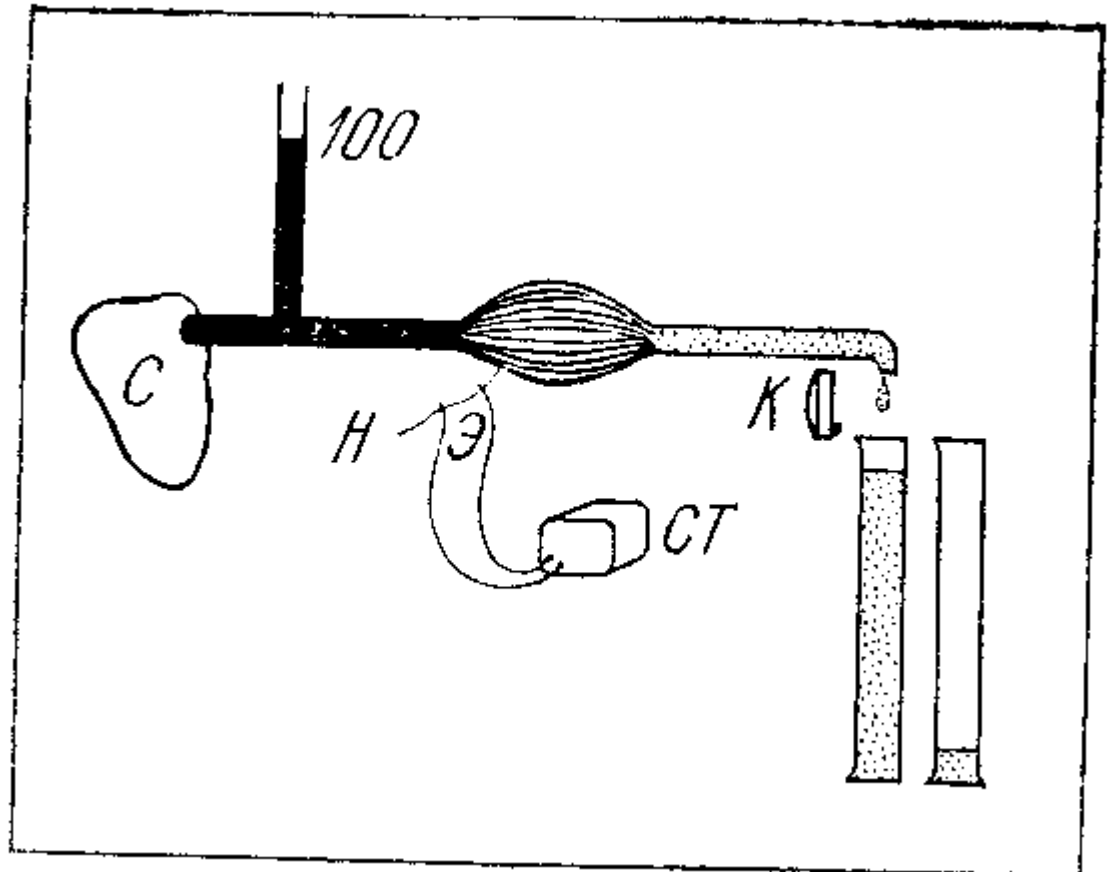


Рис. 6. Принципиальная схема изучения рабочей гиперемии скелетных мышц

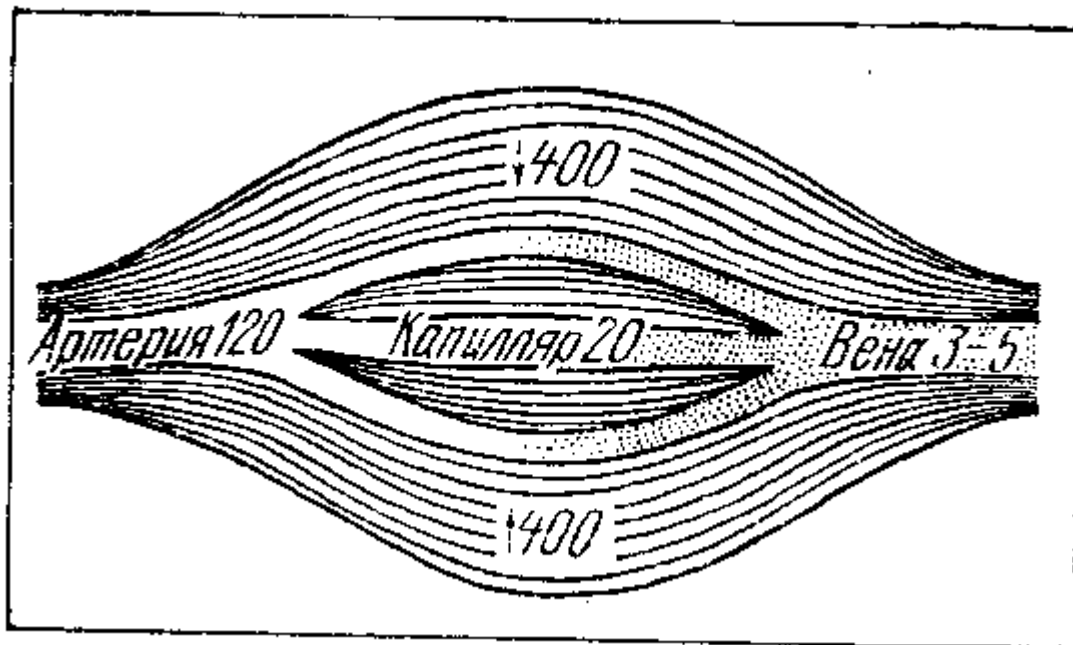


Рис. 7. Превышение внешним давлением со стороны сокращенных мышечных волокон внутрисосудистого давления крови раз больше, чем внутрисосудистое (рис. 7). По законам механики все сосуды, проходящие внутри скелетной мышцы при длительном ее сокращении, должны сдавливаться, а кровоснабжение ее прекратиться.

Однако, как ни странно, кровоток в скелетной мышце в этих условиях не останавливается, а даже возрастает. Объяснить это ни одной из существующих гипотез расширения сосудов не представляется возможным, так как стенки сосудов не способны преодолеть во много раз превышающее внешнее (со стороны мышечной ткани) давление и увеличить свой просвет.

Недостаточность представлений о расширении сосудов послужила поводом к созданию *вибрационной гипотезы* усиления кровоснабжения скелетных мышц. Она основана на том, что скелетная мышца состоит из огромного количества мышечных волокон. Каждое из них под действием поступающих по нервам из головного мозга импульсов возбуждения быстро сокращается и расслабляется, причем разновременно, асинхронно. Одни волокна сокращаются, другие расслабляются.

\023\

Эти процессы осуществляются столь часто, что мышечные волокна вибрируют в звуковой частоте.

Расположенные вдоль мышечных волокон капилляры подвергаются в этих условиях вибрационному воздействию, под влиянием которого кровь проталкивается от сосудов с большим давлением, т. е. из артериол, к пре- • капиллярам, капиллярам в вены и вены в сторону меньшего давления.

Многочисленные и разнообразные опыты все больше убеждали в том, что каждая отдельно взятая скелетная мышца активно проталкивает кровь с помощью большого внешнего давления на сосуды. Но для такого утверждения требовались неопровержимые доказательства.

Увеличение кровотока — недостаточный аргумент для более глубоких суждений, поскольку оно наблюдается в любом органе, который начинает усиленно работать, в том числе и в головном мозге, не обладающем насосной способностью. Тот факт, что в большинстве органов кровоток усиливается в несколько раз, а в скелетных мышцах во многие десятки раз, тоже трудно рассматривать как их насосную способность.

Для обнаружения этой предполагавшейся проталкивающей силы со стороны скелетной мышцы оказалась необходимой регистрация не объема, а давления вытекающей крови. С этой целью (рис. 8) к выходящему из мышцы венозному сосуду был подключен второй манометр (справа) для регистрации давления вытекающей венозной крови. Благодаря этому простому приему обнаружено, что в покое давление венозной крови, вытекающей из открытого венозного сосуда, незначительно. Но при раздражении и работе скелетной мышцы и преграждении венозного оттока пережатием венозного сосуда (зажимом 3) оно достигало уровня максимального артериального давления — 100 мм. рт. ст. и начинало превышать его в 2 и более раза (манометр справа). И это сделала скелетная мышца? Невероятно!

Этот феномен подтвержден многочисленными опытами. Таким образом, было обнаружено, что на пути от сердца расположен еще насос, который, получая кровь, хотя и под большим давлением—110—120 мм рт. ст., способен подавать, пропуская ее через себя дальше с большей силой.

\024\

Превышение застойным венозным давлением максимального артериального является принципиально новым и важным фактом. Если бы этот насос был маломощным, то трудно было бы выявить и доказать его существование, и вот почему. Движение крови подчинено закону движения жидкостей — гидродинамике. Из гидродинамики

известно, что если два сосуда (рис. 9) с жидкостью, находящейся на разных уровнях (a_1 — a_2), соединить между собой трубкой (0), заполненной пористым веществом — губкой, то по закону сообщающихся сосудов жидкость, встречая сопротивление пористого тела, медленно потечет от большего давления к меньшему и в обоих сосудах займет одинаковый уровень (b_1 — b_2). В средней трубке (в), допустим, находится насос, но маломощный.

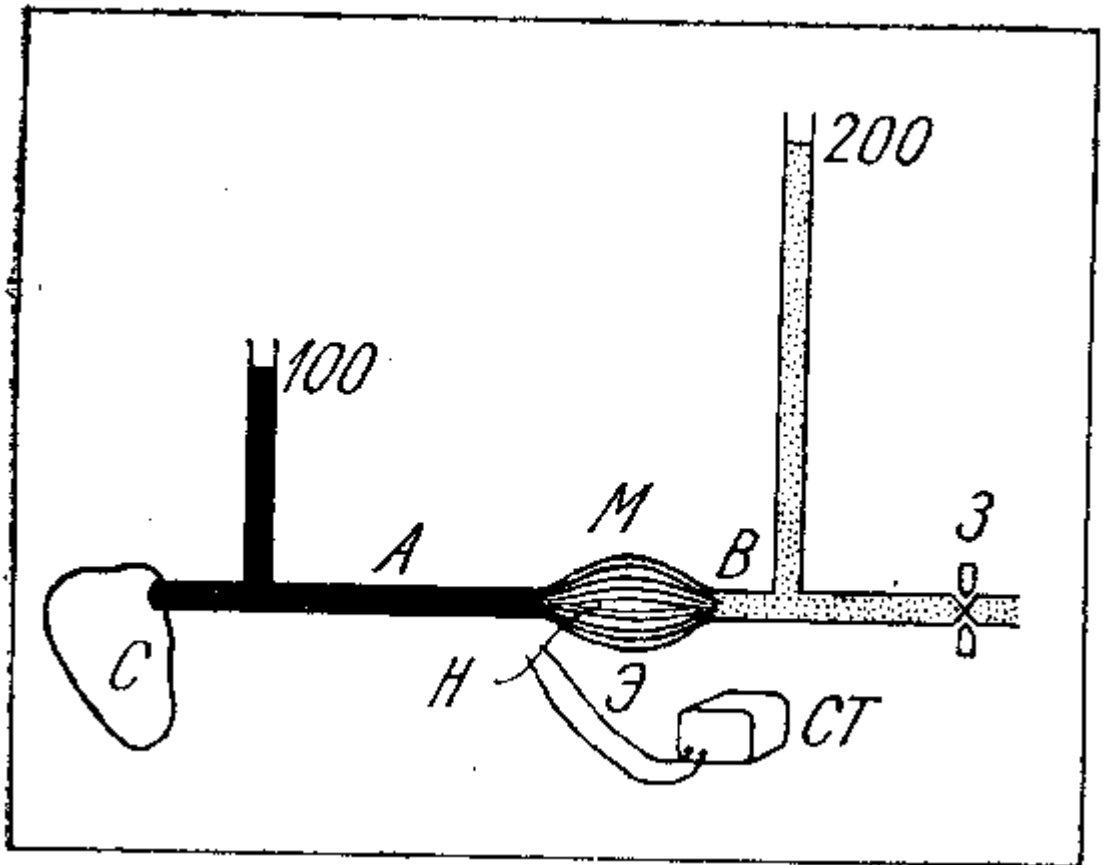


Рис. 8. Скелетная мышца — самостоятельный нагнетательный насос

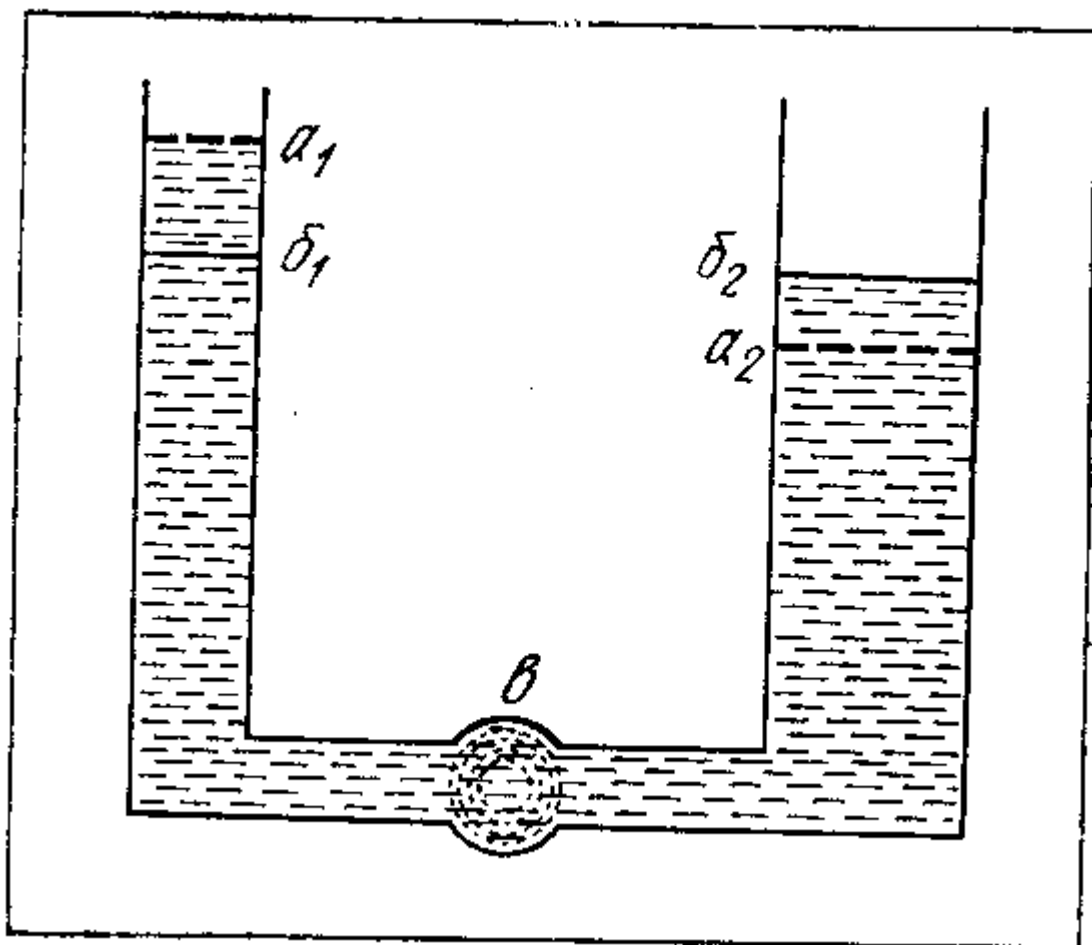


Рис. 9. Закон сообщающихся сосудов. Объяснение в тексте

Его работа способствовала бы ускорению установления жидкости на одном уровне, так как на большее этот насос не способен и его трудно обнаружить. Но если перемещение жидкости продолжается с превышением в трубке справа, над уровнем в трубке слева, т. е. на выходе больше, чем на входе, то, несомненно, в системе действуют какие-то дополнительные силы — нагнетательные насосы.

Идея М. В. Яновского о «периферическом сердце» оказалась плодотворной. Она способствовала обнаружению нового и чрезвычайно важного внутриорганным насосного свойства, которое присуще скелетной мышце.

\025\

По развиваемому ею нагнетанию крови она не только не уступает, но даже превышает давление, поддерживаемое центральным сердцем, и служит эффективным его помощником. В связи с тем что скелетных мышц очень много, более 1000, их роль в продвижении крови у здорового и больного человека, несомненно,

велика. Обнаружение присасывающей насосной способности скелетных мышц

Что же произойдет, если условия будут меняться и, от сердца начнет поступать все меньше артериальной крови (при снижении давления) или к мышце совсем перестанет поступать кровь? Что будет со скелетной мышцей как насосом в этих условиях?

Это легко выяснить с помощью отключения артериального притока крови (рис. 10), т. е. пережатия зажимами (з) одновременно и артерии и вены. Если это сделать в условиях пребывания мышцы в покое, то артериальное давление падает, а венозное возрастает. Но взаимоотношения между уровнями давления крови, в артериях и венах в покое еще не раскрывают возможностей, которыми обладает скелетная мышца на входе. Между тем при растяжении и массаже мышца так сильно перекачивает кровь, что в ряде случаев в артериях появляется даже отрицательное давление до нескольких мм рт. ст. (манометр слева), а венозное давление увеличивается до 150—260 мм рт. ст., в два раза превышая максимальное артериальное (манометр справа).

Если обратиться к сердцу, то оно лишь нагнетает кровь в аорту и, по общепринятому мнению, которое, однако, не все разделяют, не обладает активной присасывающей способностью.

Скелетная мышца проявляет себя в качестве не

Скелетная мышца проявляет себя не только *нагнетательного*, но и *присасывающего* насоса. В этом отношении она не уступает сердцу и представляет собой *присасывающе-нагнетательное периферическое «сердце»*.

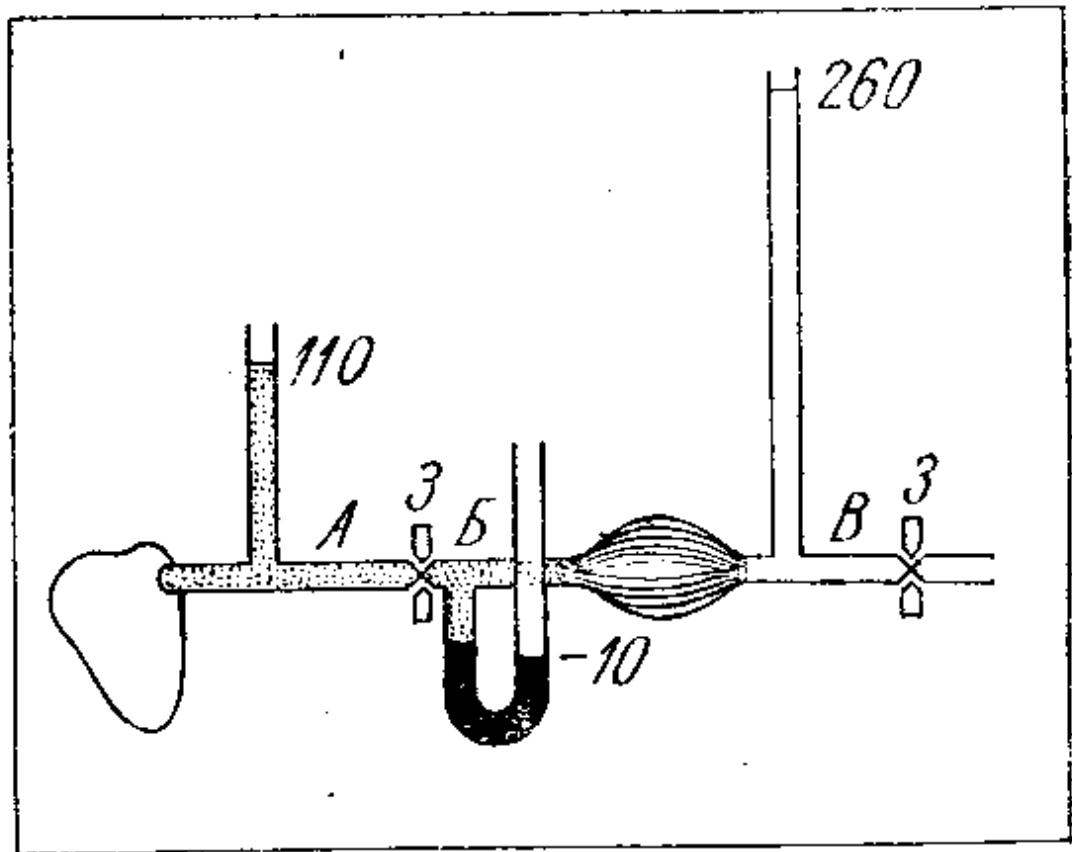


Рис. 10.
присасывающей
скелетных мышц

Проявление
способности

\026\

Значит, для скелетной мышцы не обязательно получать кровь под большим давлением. Если оно снизится, то скелетная мышца начинает присасывать к себе кровь, снабжая ею себя и нагнетая в вены с большой силой.

Однонаправленность присасывающе-нагнетательной насосной деятельности скелетных мышц

Скелетная мышца есть насос однонаправленного действия. Она перекачивает кровь из артерий по внутримышечным прекапиллярам, капиллярам, посткапиллярам, венулам в вены, но не наоборот. Если направить ток крови в мышцу не по артерии, а в обратном направлении, по вене, то в этом случае насос не работает. И на это, несомненно, есть свои причины. Если артериальную кровь нагнетать в противоположном направлении, т. е. в вену, то клапаны, имеющиеся в мелких венах внутри скелетной мышцы, смыкаются и не пускают кровь. Но под большим давлением вены раздуваются, створки клапанов расходятся и, артериальная кровь по венам через некоторое

время начинает поступать в венулы, капилляры и, наконец, в артерию. Но если заставить мышцу сокращаться в этих условиях, то насос не работает. Таким образом, находящиеся на уровне капилляров микронасосы скелетной мышцы обладают однонаправленным действием.

Полностью изолированное внутримышечное периферическое «сердце»

О фактах, утверждающих наличие внутриорганной насосной деятельности скелетных мышц, можно было бы говорить и далее, но это будут узко специальные вопросы. Оставляя их пока в стороне, выясним, на что еще способна скелетная мышца. Если извлечь икроножную мышцу собаки из организма, соединить ее сосуды (артерию и вену) с искусственным кругом кровообращения, состоящим из стеклянных и резиновых трубок, заполненных кровью или замещающей ее жидкостью, а затем заставить мышцу сокращаться, то она приводит в движение кровь по этому искусственному замкнутому кругу кровообращения, на что, казалось бы, способно только сердце.

\027\

В изолированном состоянии мышца лишалась высокого давления, характерного для артериальной крови, поступающей от сердца, отсутствовали сопутствовавшие ей сердечные и внесердечные факторы гемодинамики в виде присасывающего действия грудной клетки, диафрагмы и брюшной полости, венозной помпы и т. д. Мышца одна, но она и вне организма оставалась насосом. Как только она начинала работать, кровь приходила в движение и направлялась из вены по трубкам искусственного круга кровообращения в артерию, подвергаясь замкнутой циркуляции крови. Вот на что способна скелетная мышца!

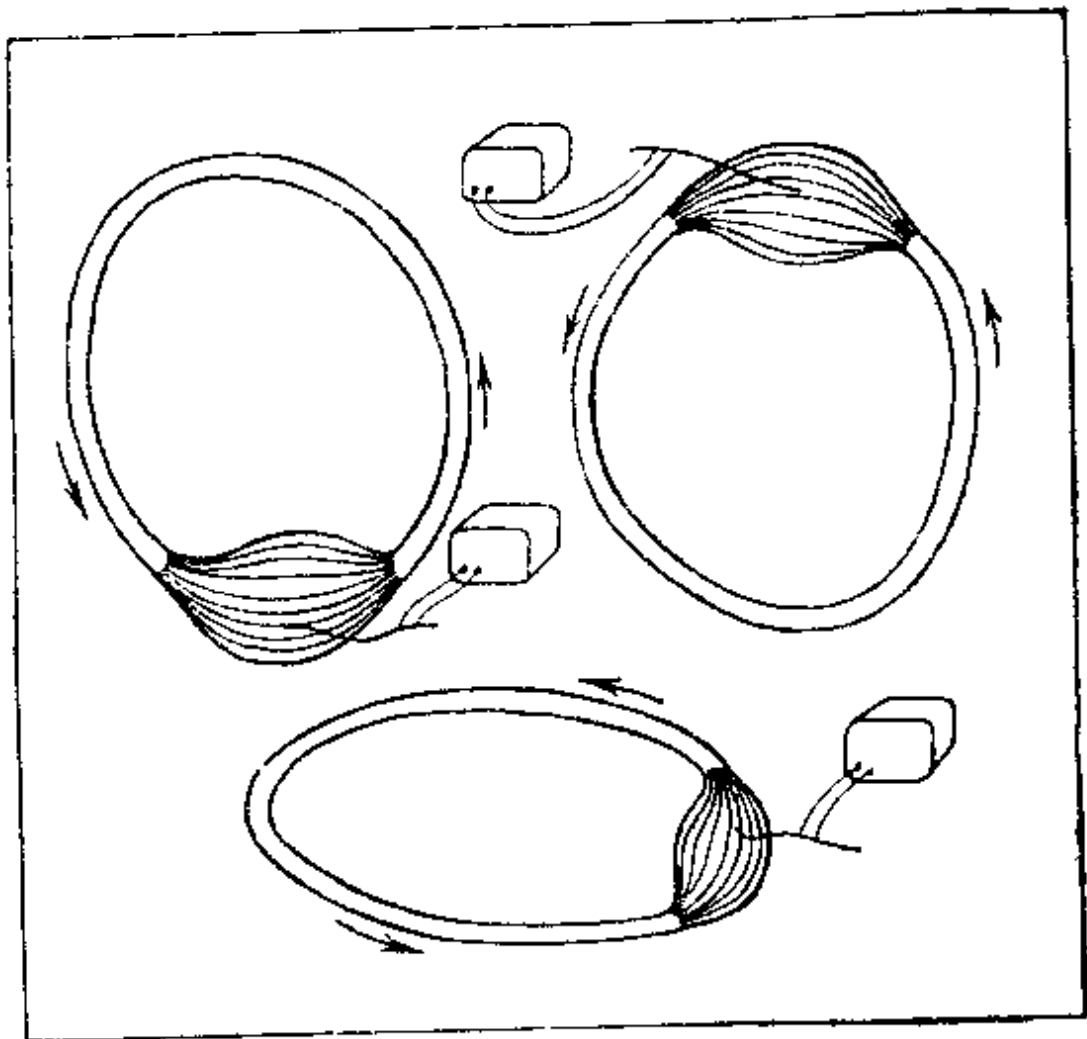


Рис. 11. Насосная способность изолированного внутримышечного периферического «сердца» передвигать кровь по искусственному кругу кровообращения

Она обеспечивала эту циркуляцию во всех положениях (рис. 11): круг вверху, а мышца внизу, в горизонтальной плоскости или круг внизу. На первый взгляд для мышцы лучше, когда круг вверху, ибо жидкость в силу земного притяжения лучше должна была бы наполнять «артерию». Но не меньшая эффективность по объему перекачиваемой крови таким периферическим «сердцем» отмечалась при положении, когда круг находился внизу. Следовательно, оно обладает «антигравитационным» свойством.

Скелетная мышца отвечает всем критериям настоящего периферического «сердца». Она работает даже тогда, когда никакого напора крови в искусственном круге нет, перекачивает кровь внутри себя и гонит ее по искусственному кругу. Скелетная мышца является самообеспечивающимся органом. Но как она это делает? Ведь

объяснить такое явление снижением тонуса и расширением просвета сосудов невозможно. Наиболее удовлетворительное объяснение этому присасывающе-нагнетательному свойству скелетной мышцы дает вибрационная гипотеза.

Скелетная мышца есть физиологический вибратор.

\028\

Вероятнее всего, именно вибрационные колебания асинхронно, одновременно сокращающихся мышечных волокон гонят кровь в расположенных между ними капиллярных сосудах.

Микронасосный механизм внутримышечного периферического «сердца»

Насосный механизм работы сердца, имеющего полости и клапаны, хорошо известен. Кровь при сокращении из предсердий переходит в желудочки, из желудочков в аорту и легочную артерию, а клапаны препятствуют обратному току крови.

Строение венозной помпы тоже несложно. Венозный сосуд периодически сдавливается сокращающимися скелетными мышцами, а заключенная в нем кровь выдавливается к сердцу, так как в эту сторону открываются многочисленные венозные клапаны.

Как же устроен и действует насос, заключенный внутри скелетной мышцы? Ясно, что не по принципу работы сердца, поскольку в ней нет полостей. В насосном механизме периферического «сердца» на первых порах можно усмотреть принцип работы венозной помпы. По аналогии с крупными магистральными межмышечными венами имеются более мелкие вены с клапанами, которые расположены внутри самой скелетной мышцы, на ее выходе. Мышца сократилась — выдавила кровь из вен, расслабилась — вены наполнились кровью и т. д. Но это имеет место лишь при ритмических сокращениях.

Если же обратиться к тетаническому, т. е. длительному, сокращению, то принцип венозной помпы в этом случае исключается. Сокращенная мышца должна была бы пережать вены и остановить кровоток, но он и в этих условиях не только не прекращается, а даже увеличивается. Как же кровь проталкивается из артерий по внутримышечным прекапиллярам, капиллярам в вены с силой, превышающей артериальное давление в длительно сокращенной скелетной мышце? Внешние силы мышцы велики, они превышают внутрисосудистое давление крови, и следует прийти к выводу, что все внутримышечные сосуды должны быть сдавленными.

\029\

Однако сосуды остаются проходимыми для крови и внутримышечные насосы работают, хотя в прекапиллярах и капиллярах нет клапанов. По всей вероятности, в основе микронасосного свойства скелетных мышц лежит вибрационный механизм.

Мышца состоит из пучков мышечных волокон — мионов, к которым подходят нервы. Это образование получило название двигательной единицы. Длина волокон достигает 10 см, а диаметр не превышает 0,1 мм. При возбуждении и сокращении мышечных волокон образуются биологические токи, которые регистрируются приборами в виде электромиограммы. При сокращении мышц биоэлектрическая активность их по амплитуде и частоте повышается. Вместе с этим увеличивается и микронасосная работа скелетных мышц.

Кровь на уровне капилляров нагнетается, надо полагать, в результате колебаний мышечных волокон, совершающихся со звуковой частотой.

Скелетные мышцы звучат вследствие сокращения мышечных волокон. Они издадут звук, похожий на гудение летящего жука или шмеля. Их звучание легко услышать, приложив ухо к сокращенной мышце, например бицепсу — двуглавой мышце плеча своей же собственной руки. Звуки, издаваемые жевательными мышцами, четко можно услышать, стиснув зубы и закрыв плотно оба уха ладонями рук.

Каждое мышечное волокно при сокращении «гудит» подобно тому, как натянутая струна издает звук при воздействии на нее. Но звук струны можно получить и при очень быстром ее натяжении. То же самое происходит и при мышечном сокращении. Звук мышцы есть проявление механических колебаний мышечных волокон, совершающихся с большой частотой. Их можно зарегистрировать приборами в виде фономиограммы. Эти колебания, несомненно, оказывают механические воздействия на параллельно расположенные капиллярные и другие сосуды и двигают содержащуюся в них кровь. Эта микронасосная эффективность скелетных мышц находится в определенной связи с частотой и амплитудой фономиограммы. Таким образом, скелетные мышцы не только генерируют биоэлектрические потенциалы, но и вибрируют, издавая звуки. Механические колебания скелетных мышц записываются приборами в виде вибромиограммы.

\030\

Ее частота и амплитуда тоже находятся в тесной связи с эффективностью работы микронасосов. Поэтому наиболее вероятное объяснение работы микронасосов скелетных мышц при различных видах их деятельности можно дать с позиций вибрационной гипотезы.

В отличие от центрального сердца и венозной помпы внутримышечные периферические «сердца» перекачивают кровь из артерий по прекапиллярам, капиллярам, посткапиллярам и венулам в вены многочисленными насосами вибрационной природы. Такой их механизм вероятен, ибо, например, в технике уже удалось построить • вибрационные насосы без клапанов. Скелетная же мышца представляется естественным, физиологическим вибратором и самостоятельным насосом в системе кровообращения. Однако детальный механизм вибронасосов остается еще невыясненным.

Американский ученый Гендерсон еще в 1935—1938 гг. высказал предположение о том, что возникающее поперечное давление между мышечными волокнами подобно давлению, создающемуся между прядями каната при его продольном натяжении. В скелетной же мышце каждое мышечное волокно при сокращении утолщается и укорачивается. Поэтому расположенные между мышечными волокнами капилляры и другие сосуды окажутся сдавленными и укороченными, а содержащаяся в них кровь будет выталкиваться в вены, в сторону не только меньшего, но и большего давления.

Рассмотрим некоторые предположения на этот счет. Нервное волокно подходит к середине мышечного волокна. Сюда же поступает и импульс возбуждения. Вероятнее всего, именно здесь, в середине мышечного волокна, и начнется его сокращение и утолщение. Примерно также будет обстоять дело с ближайшими соседними волокнами, в силу чего капилляр здесь впервые получит механическое воздействие. Обратим внимание на то, что крупные сосуды располагаются поперек мышечных волокон, а от них разветвляются в обе стороны капилляры, которые идут параллельно мышечным волокнам. Возникшее в середине мышечных волокон сокращение и утолщение начнет распространяться в обе стороны и в виде бегущей волны или «доющих движений» протолкнет содержащуюся внутри капилляра кровь в венулы и вены (рис. 12), проявляя нагнетательную способность.

\031\

В исходной точке, т. е. в середине мышечных волокон, где началось сокращение, раньше других участков наступит их расслабление и наполнение капилляра кровью из поперечно идущего сосуда с развитием присасывающего эффекта. Причем все это совершается активно и быстро, со звуковой частотой.

Не исключено, что в механизме микронасосов большую роль играет так называемое «косое давление», открытое в 20-х годах прошлого века одновременно тремя учеными: Коши, Пуансо и Навье. До них было известно, что в лишенной вязкости жидкости давление передается во все стороны одинаково и всегда направлено перпендикулярно к источнику давления.

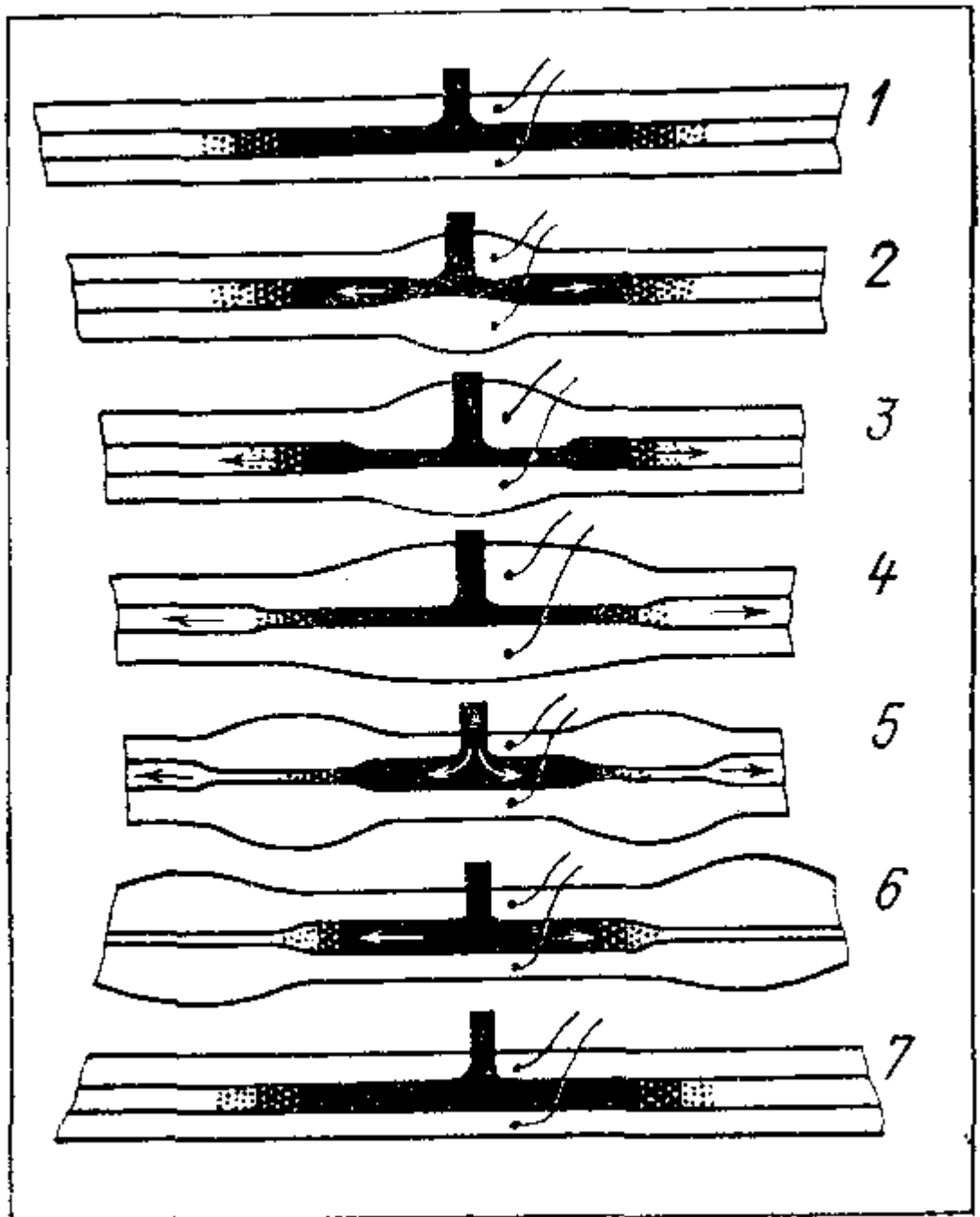


Рис. 12. Предполагаемый микронасосный механизм присасывающе-нагнетательной деятельности внутримышечного периферического «сердца»: 1,7 — мышечные волокна в покое, расслаблены, 2 — начало сокращения мышечных волокон с середины от места поступления раздражения, 3, 4 — распространение

сокращения в обе стороны и проталкивание крови в капилляре бегущей волной, 5, 6 — начало и продолжение расслабления мышечных волокон в месте первоначального их сокращения и присасывание артериальной крови в капилляры

В упругих же телах давление от его источника может быть направлено под любым углом, т. е. появляется «косое давление». Сама кровь обладает вязкостью, а стенки кровеносных сосудов и скелетная мышца еще и упругостью. Поэтому сокращающиеся мышечные волокна могут давить на кровеносный сосуд не строго перпендикулярно, а под углом и проталкивать кровь в одном направлении со звуковой частотой.

Работа микронасосов может быть также связана со звуковыми и механическими колебаниями мышечных волокон по аналогии с явлением ультразвукового капиллярного эффекта, открытого и изученного академиком АН БССР Е. Г. Коноваловым. С помощью подкрашивания воды видно, что под влиянием ультразвуковых волн жидкость в капилляре стремительно поднимается вверх.

\032\

Этот эффект четко проявляется и для вязких жидкостей, к которым относится кровь. С помощью ультразвука жидкость можно не только накачивать в капилляр, но и выкачивать из него.

Открытому эффекту Е. Г. Коновалов придавал универсальный характер и распространял его на движение крови по капиллярам у человека. При общей длине их около 100 000 км и известных законах гидродинамики, по его мнению, без дополнительной помощи сердце должно быть в 40 раз мощнее.

Существующие звуковые явления скелетных мышц не могут не действовать на кровеносные сосуды и не оказывать влияния на микронасосную функцию в капиллярах скелетных мышц.

На одном из конгрессов по механике английский ученый М. Лайтхилл и советские ученые Г. В. Логвинович и Л. И. Седов показали, что загадочный и сверхвысокий коэффициент полезного двигательного механизма рыб и высокая скорость достигаются особыми движениями их тела, по которому проходят волны изгибов. Эти «секреты природы» открывают путь не только к созданию высокоскоростных аппаратов, но и к изучению микронасосов скелетных мышц, ибо при их сокращении заключенные в них микрососуды тоже совершают волны изгибов.

Профессор В. А. Шахламов обнаружил, что капилляры, не имеющие мышечных элементов, все же способны к сокращению и

полному закрытию их просвета за счет особого механизма — функциональных клапанов, которые наблюдала и Я- Т. Володько. А вот другой ученый, А. С. Давыдов, высказал новую, квантовую, резонансную теорию сокращения мышц. А воздействие резонанса, как известно, является не только мощным, но и сокрушительным. Известны случаи, когда под влиянием резонанса разрушались хрустальные подвески в ресторанных люстрах от человеческих голосов, обрушивались мосты от марширующих в ногу людей и т. д. Что стоит мышце силами резонанса гнать кровь?

Как работает внутримышечное периферическое «сердце»

Итак, каждая скелетная мышца по отношению к кровообращению не только проточная сосудистая система и потребитель крови, «иждивенец» сердца, но и самообеспечивающийся орган, мощный насос — периферическое «сердце».

\033\

Интересно рассмотреть, как проявляют себя внутримышечные периферические «сердца» при различных движениях (ходьба, бег), длительных мышечных напряжениях, при растяжении скелетных мышц, мышечной холодовой дрожи, в состоянии покоя и т. д.

Внутримышечные насосы при ритмических движениях человека

С этим видом движения связана вся жизнь и трудовая деятельность человека.

При спокойной ходьбе по улице человек делает примерно 60—70 шагов в минуту. Обратите внимание, какое любопытное соотношение: это количество шагов почти совпадает с частотой сердечных сокращений, которая при той же спокойной ходьбе равна примерно 70—80 ударов в минуту. Сердце перекачивает кровь из венозных сосудов в артериальные, подает ее всем органам, в том числе мышцам, которые с такой же частотой гонят кровь внутри себя и возвращают ее к правому сердцу. Наше центральное сердце в этих условиях работает не одно, а с многочисленными помощниками.

При систематической ходьбе и центральное сердце, и периферические «сердца» прирабатываются, действуют строго согласованно. Они *помогают друг другу* и делают всю сердечно-сосудистую систему экономичной и надежной. Ходьба является типичным примером ритмических движений. Но к ним относятся и многие другие: бег, сгибание и разгибание пальцев кисти, стопы, сочленений верхних и нижних конечностей, туловища, шеи и, т. д.

Человек их совершает для выполнения трудовых процессов, передвижения, при физических упражнениях и др.

Ежедневные ритмические движения совершенствуют все стороны мышечной деятельности: их физическую работоспособность, продуцирование тепла, микронасосную эффективность. Это облегчает работу сердца, а все кровообращение становится более надежным и эффективным.

Повседневные ритмические движения являются наиболее привычными и легкими для человека. Но его жизнь многогранна и разнообразна, и зачастую он сталкивается с необходимостью выполнения длительных физических напряжений. Какова же насосная деятельность скелетных мышц в этих условиях?

\034\

Внутримышечные насосы при статических напряжениях

К статическим напряжениям относятся произвольные длительные сокращения скелетных мышц, направленные, например, на поднятие непосильного груза или удержание его. Работа при этом равна нулю, но для человека это представляет собой большую нагрузку (рис. 13), что заметно по внешнему его виду: тело напряжено, часто возникает натуживание, что приводит к набуханию вен на шее, лице, руках и т. д.

Какова насосная способность такой длительно сокращенной скелетной мышцы?

Считалось, что подобно венозной помпе длительно сокращенная скелетная мышца сдавливает заключенные в ней кровеносные сосуды вплоть до полного прекращения кровотока. Это приводит к трудностям статического напряжения, и человек старается его избегать.

Однако на самом деле при частом раздражении скелетной мышцы, когда она, не успевая расслабиться, получает новое раздражение и вынуждена длительно пребывать в таком тетаническом состоянии, кровоток не прекращается. Стоит лишь пережать вену в этих условиях, как венозное давление начинает превышать максимальное артериальное.

Следует заметить, что в состоянии длительного тетанического сокращения нагнетательная способность мышц как у животных, так и у человека несколько ниже, чем при ритмических движениях, быстрее наступает утомление, что требует повышенной работы сердца.

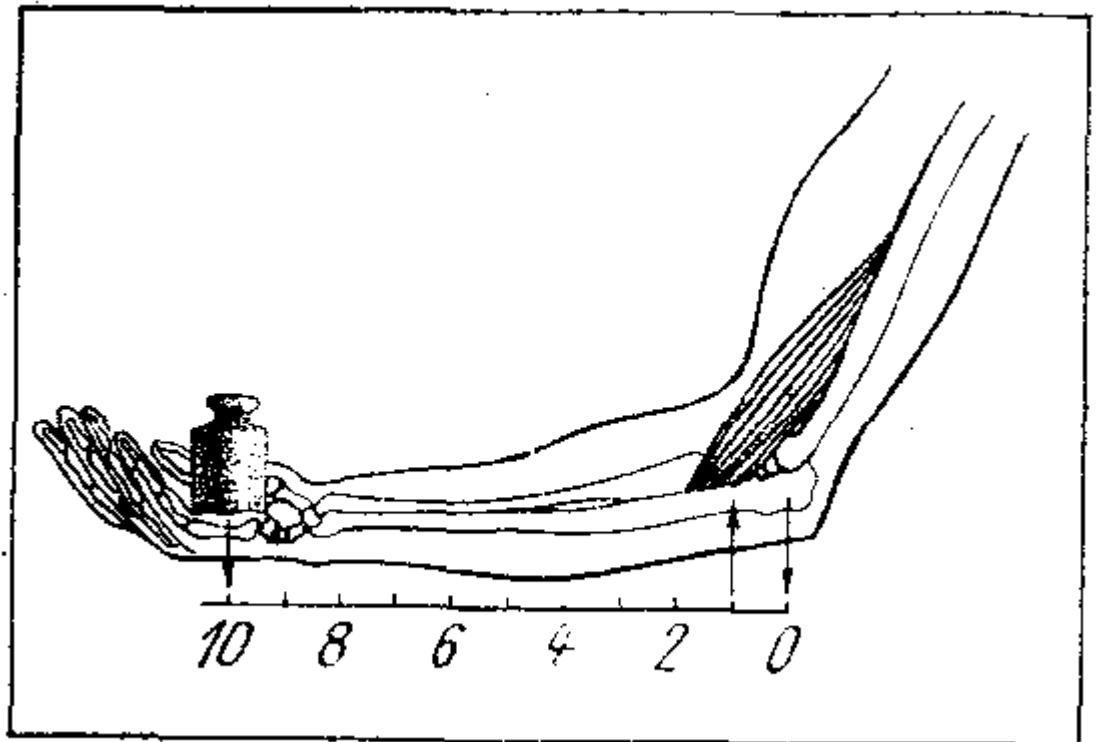


Рис. 13. Статическое напряжение скелетных мышц. Для удержания груза в 1 кг скелетная мышца должна сократиться с силой, необходимой для поднятия груза в 10 кг

\035\

В условиях механизации и автоматизации производства статическая работа все реже встречается в профессиональной деятельности человека, она трудна, но ею пренебрегать не следует. Наоборот, совершенствование микронасосной способности скелетных мышц при тетанусе полезно для всех других видов мышечной деятельности человека.

Насосное свойство при растяжении скелетных мышц

Как работает наше сердце? Оно сокращается (фаза систолы), расслабляется (фаза диастолы) и некоторое время пребывает в расслабленном состоянии (фаза паузы или физиологического покоя, отдыха сердечной мышцы). В таком замкнутом цикле постоянно происходит непрерывная смена фаз сердечной деятельности. Это присуще всему сердцу в целом и каждому из его отделов: и предсердиям, и желудочкам.

Как работает скелетная мышца? Она тоже сокращается, расслабляется и может то или иное время находиться в расслабленном состоянии (физиологическом покое). Если одни мышцы, например сгибатели локтевого сустава, сокращаются, то другие, разгибатели, расслабляются и растягиваются и наоборот. Мы уже знаем, что скелетные мышцы при сокращении не только совершают физическую работу, но и осуществляют насосную функцию. А что происходит при растяжении тех же самых мышц?

Оказывается, что если растягивать изолированную икроножную мышцу, то обнаруживается не меньшая, а нередко даже большая не только нагнетательная (см. рис. 8), но и присасывающая (см. рис. 10) насосная функция, чем при сокращении.

Все это означает, что в нормальных условиях жизнедеятельности человека, когда он идет, трудится и т. д., его внутримышечные насосы работают не только при сокращении, но и при растяжении скелетных мышц, и они как бы «холостого хода» не имеют.

Прочитав это, попробуйте стать прямо, ноги вместе и, не сгибая ног в коленях, достать пол руками, Что? Не всем удастся? А почему? Да потому, что мышцы спины и сгибатели коленных суставов плохо растягиваются. Значит, они являются и плохими насосами растяжения.

\036\

Добиваясь все большего их растяжения, вы тем самым будете совершенствовать внутримышечные насосы растяжения, а это залог наилучшего кровоснабжения этих же мышц и более активного их участия в перекачивании крови из артерий в вены.

Внутримышечные насосы при массаже мышц

Если в тех же вариантах опытов (см. рис. 8, 10) подвергать скелетную мышцу внешнему ритмическому массажу, то на выходе ее венозное давление после преграждения оттока крови так высоко поднимается, что невозможно его измерить обычными манометрами, предназначенными для измерения в клинике, да и в эксперименте, артериального давления. В случае пережатия артерии и блокирования поступления крови от сердца к мышце развивается давление до минус 10 мм рт. ст., и менее вследствие присасывания артериальной крови мышцей.

С учетом этого внешний массаж скелетных мышц, получивший широкое распространение, приобретает новый смысл и значение. Поскольку мышцы расположены близко друг к другу и перекрывают друг друга в различных направлениях, то они в условиях разных видов

двигательной активности человека *взаимно массируются*. Это тоже улучшает их микронасосную функцию.

Внутримышечные насосы в состоянии покоя скелетных мышц

Насосная деятельность четко проявляется при различных сокращениях, массаже, а также растяжении, но исчезает ли она полностью, когда скелетные мышцы пребывают в покое? Легко убедиться в том, что скелетные мышцы, будучи даже в состоянии покоя, все время пребывают в тоническом состоянии, напряжении (рис. 14). У подвешенной на штативе лягушки ее нижние конечности располагаются под углами в суставах, потому что скелетные мышцы преодолевают силы земного притяжения — гравитации. При разрушении спинного мозга конечности лягушки распрямляются, параллельно свисая вниз под воздействием гравитации. Ко всем скелетным мышцам по нервам даже в покое поступают импульсы, которые заставляют их всю жизнь пребывать хотя и в слабом, но сокращенном, тоническом состоянии.

\037\

Тонус можно понимать как напряжение всей скелетной мышцы, которое резко возрастает при сокращении, но не исчезает полностью при расслаблении, т. е. в состоянии покоя. Такое тоническое напряжение и слабое укорочение скелетной мышцы отличается большой экономичностью и, малой утомляемостью. Последнее объясняется также сменной активностью мышечных волокон и может представлять собой разновидность слабого тетануса, поддерживаемого слабыми нервными импульсами.

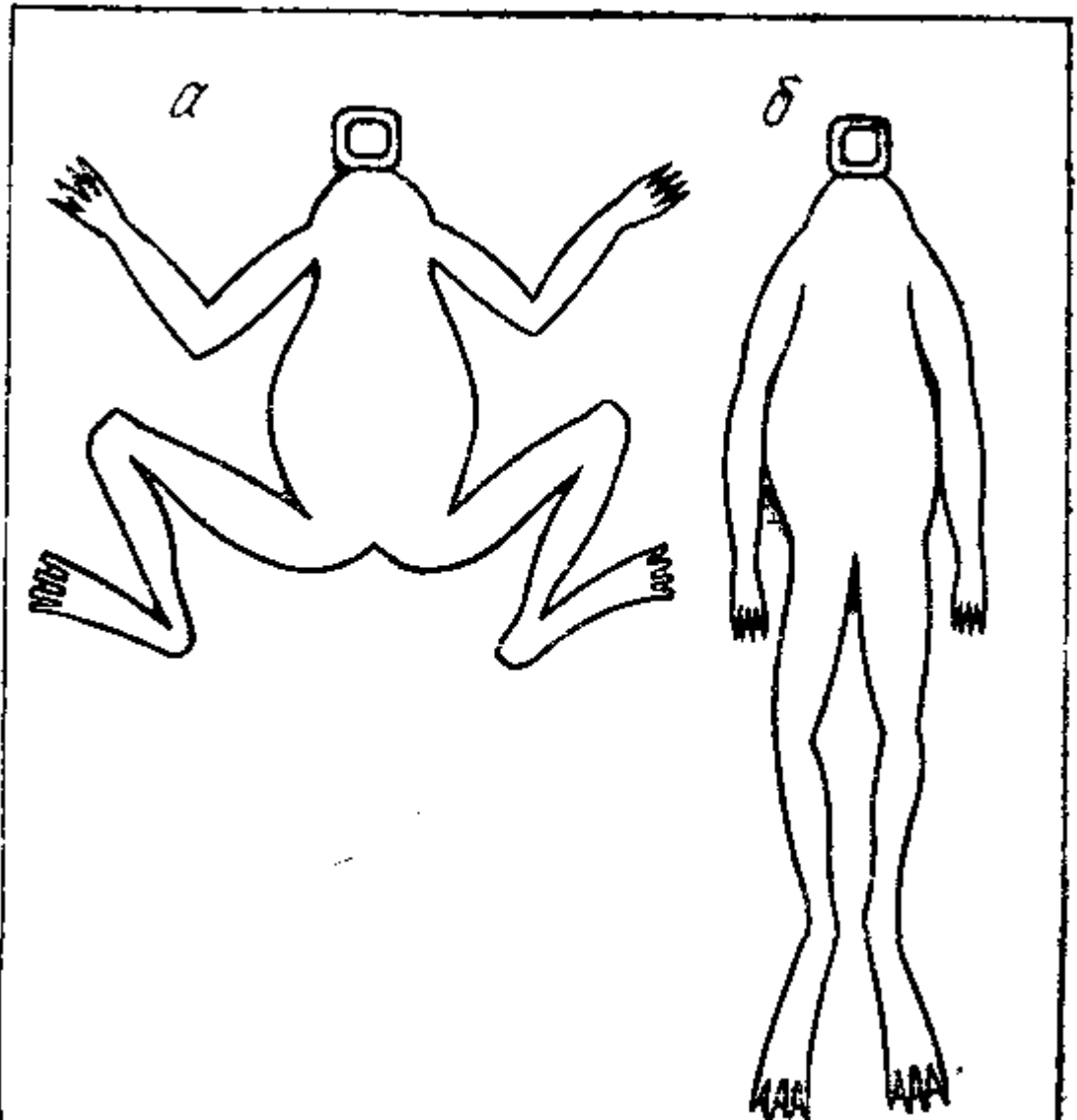


Рис. 14. Скелетные мышцы задних конечностей у лягушки: а — находящиеся в тоническом напряжении; б — потерявшие тонус вследствие разрушения спинного мозга

При четком тетанусе насосы мышц работают хорошо. А как они ведут себя, когда мышца в покое? Для ответа на этот вопрос пережмем вену. Нагнетаемая сердцем кровь будет проходить через сосуды покоящейся мышцы, и давление застойной венозной крови медленно будет повышаться, приближаясь к максимальному артериальному до выравнивания с ним по закону сообщающихся сосудов, о чем была речь выше. Применим способ блокирования

передачи нервных импульсов на мышечные волокна с помощью препаратов кураре — диплацина или тубокурарина.

Как в прошлом охотились индейцы на животных? Они намазывали стрелы ядом кураре, и даже слабоборазные животные через некоторое время под влиянием кураре, попавшего в организм, теряли способность двигаться. Они ложились, к ним подходили охотники и убивали беспомощных животных, которые не могли ни защититься, ни убежать. Мясо этих животных после проваривания можно употреблять в пищу, так как яд кураре при высокой температуре разрушается.

\038\

Скелетная мышца, лишенная импульсов под действием указанных препаратов, бездеятельна. В условиях преграждения венозного оттока застойное венозное давление повышалось медленнее, а высота его была ниже, чем в этих же условиях при сохранении нервного влияния.

Следовательно, и в покое под влиянием нервных импульсов в какой-то степени все же проявляется внутриаорганная насосная способность скелетных мышц. Но в отдельных длительных наблюдениях с пережатием вены в условиях покоя скелетной мышцы с сохранением нервных влияний в случаях появления видимой фибрилляции мышечных волокон застойное венозное давление не только достигало, но и превышало уровень максимального артериального.

Итак, даже в покое скелетная мышца снабжается кровью за счет двух механизмов: 1) как и все органы, за счет насосной деятельности сердца; 2) в отличие от всех других органов за счет насосной способности самих скелетных мышц. Следовательно, и в покое скелетные мышцы проявляют способность к самообеспечению, но принимают лишь некоторое участие в гемодинамике, т. е. они плохо помогают сердцу. Хорошими помощниками сердцу они являются тогда, когда сами эффективно работают.

Микронасосная функция миокарда

В связи с большой общностью строения скелетной и сердечной мышечной ткани можно было предположить, что и сердечная мышечная ткань обладает микронасосным свойством.

Это предположение нашло подтверждение в острых опытах на изолированном сердце собаки при регистрации перфузионного давления в коронарной артерии и перфузионного венозного давления путем канюлирования венозного синуса сердца. При массаже сердца отмечены значительные колебания жидкости, поступающей из венозного синуса, совершающиеся в такт ручного массажа.

Этот опыт, демонстрирующий усиление кровотока по сосудам миокарда, раскрывает сущность массажа путем ритмического сжатия грудной клетки. В ряде случаев в такого внешнего массажа бывает достаточно, чтобы «оживить», заставить остановившееся сердце вновь заработать.

\039\

Но в условиях клиники, если внешний массаж не помогает, хирурги осуществляют прямой массаж обнаженного сердца, ритмически сдавливая его руками, как это делалось и в данных опытах. Таким образом остановившееся сердце снова начинает работать и возвращает человеку жизнь.

Высказанное предположение о существовании микронасосного свойства в сердечной мышце подтвердилось не только при массаже, внешнем сдавливании сердца, но и при растяжении путем введения резинового баллончика в левый или правый желудочек и раздувания его.

Следовательно, кровоснабжение сердечной мышцы меняется не только путем расширения и сужения коронарных сосудов, но и с помощью микронасосного механизма самообеспечения миокарда кровью. Этот микронасосный механизм можно представить как «сердце в сердце»!

Лимфатические сердца человека

Наряду с кровеносной существует еще и лимфатическая, дренажная система. Возникает вопрос: а какие же силы обеспечивают ее движение? У некоторых низших представителей — амфибий и пресмыкающихся (лягушки) имеются две пары лимфатических сердец, у хвостатых амфибий (тритон, саламандра) — 15 парных боковых лимфатических сердец и 8—10 лимфатических сердец в лопаточной, тазовой и других областях, у пресмыкающихся обнаружено два задних лимфатических сердца, у птиц лимфатические сердца отмечены лишь на стадии эмбрионального развития, затем исчезают, а у млекопитающих их вообще нет. Возникает вопрос: почему лимфатические сердца утрачены у млекопитающих и человека и каким образом осуществляется у них движение лимфы по лимфатическим сосудам?

Известна сократительная деятельность стенок самих лимфатических сосудов с клапанами. Движению лимфы способствуют присасывающая способность грудной клетки, движения внутренних органов, сердца, крупных близлежащих артериальных пульсирующих сосудов, сокращения скелетных мышц и др.

Однако не только каким-либо одним из них, но и всеми в совокупности известными науке факторами трудно объяснить движение лимфы и особенно поднятие ее из капилляров нижних конечностей к уровню правого сердца, особенно при положении человека стоя, когда сила гравитации резко сказывается.

Недавно у человека установлена ритмическая пульсация грудного лимфатического протока, который к тому же имеет клапан, и все такое образование названо известным советским ученым А. Ф. Цыбом лимфатическим «сердцем».

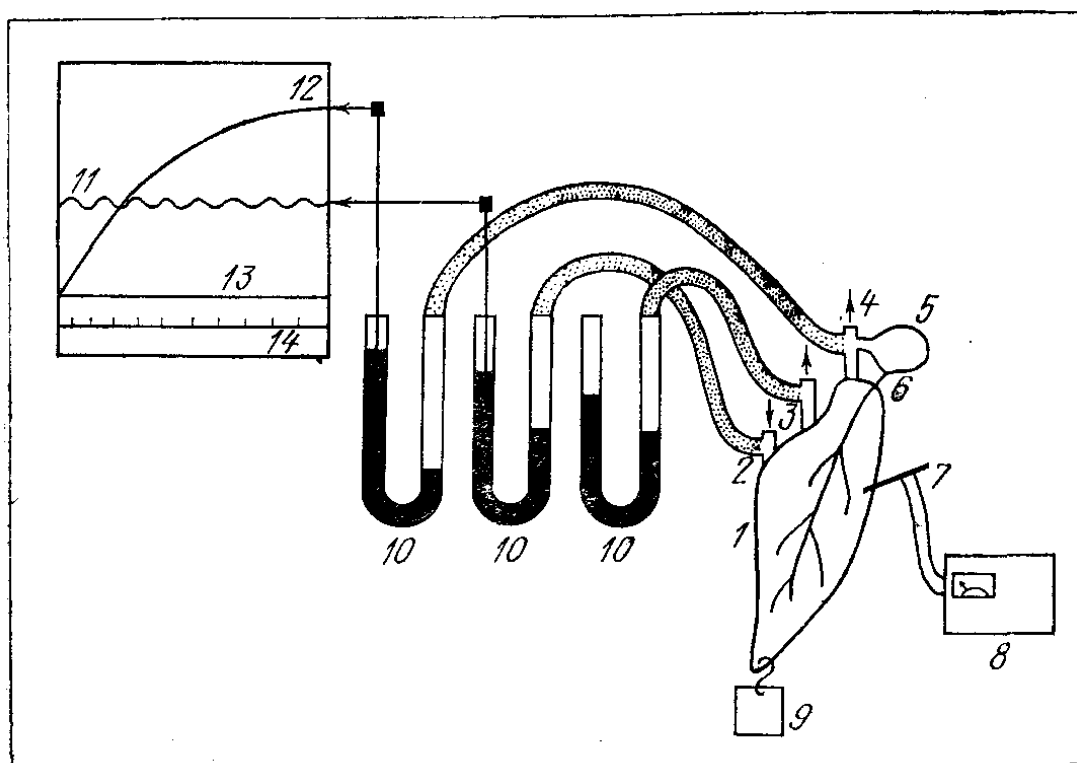


Рис. 15. Схема установки для регистрации изменений артериального, венозного и застойного лимфатического давлений в сосудах икроножной мышцы: 1 — икроножная мышца, 2 — бедренная артерия, 3 — бедренная вена, 4 — бедренный лимфатический сосуд, 5 — подколенный лимфатический узел, 6 — лимфатический сосуд, идущий от мышцы к подколенному лимфатическому узлу, 7 — седалищный нерв, 8 — электроимпульсатор, 9 — динамометр растяжения, 10 — ртутные манометры, 11 — артериальное давление, 12 — застойное

лимфатическое давление, 13 — отметчик нулевой линии, 14 — отметчик времени

Это чрезвычайно важное открытие в мало изученной области лимфодинамики. Но наличие грудного протока как лимфатического «сердца», удаленного от периферии, еще не объясняет механизма поднятия лимфы из капилляров нижних конечностей, поскольку, вероятно, не обладает столь высокой присасывающей способностью.

\041\

После обнаружения микронасосного свойства скелетных мышц, а затем и миокарда, т. е. всей поперечнополосатой мышечной ткани, естественно, возникло предположение, что, возможно, подобно внутриорганному микронасосному гемодиодинамическому механизму в основе движения крови существует специфический механизм и для движения лимфы. Это предположение было проверено с помощью регистрации давления лимфы в подколенном лимфатическом сосуде в острых опытах на икроножной мышце собаки (рис. 15).

Для этого вставлялись две канюли: одна в артерию, для измерения артериального давления, а другая в подколенный лимфатический сосуд, в котором измерялось давление лимфы. В покое лимфатическое давление было низким, порядка 100—200 мм водного столба. При преграждении лимфатического оттока путем пережатия лимфатического сосуда в покое давление лимфы возрастало, но очень медленно и до небольших величин. А если икроножная мышца ритмически растягивалась, а тем более подвергалась массажу, то лимфатическое давление стремительно возрастало, достигало уровня максимального артериального давления и даже достоверно превышало его.

Эти факты являются чрезвычайно важными, ибо они свидетельствуют о том, что скелетные мышцы обладают каким-то неизвестным микронасосным свойством для лимфы и в данном случае они могут сами, без какой-либо помощи со стороны поднять лимфу из капилляров нижних конечностей человека в положении его стоя к правому сердцу.

Классификация мышечных насосов

В связи с достаточно большим количеством научных фактов стала необходимой классификация мышечных насосов сердечно-сосудистой системы. Этот вопрос целесообразно рассмотреть, коснувшись и технических насосов, поскольку некоторые из них сконструированы по образу и подобию биологических.

Насосы, созданные человеком, по особенностям их конструкции классифицируются на поршневые, диафрагмальные, центробежные,

пропеллерные, коловратные, водоструйные, вибрационные, клапанные, бесклапанные и т. д.

\042\

Не менее разнообразны и *биологические насосы*. Одни перекачивают кровь (кровеные сердца), другие лимфу (лимфатические «сердца»), третьи перекачивают ионы натрия и калия (натриево-калиевые насосы) в мембранах клеток и пр.

Мы коснемся лишь насосов, перекачивающих кровь: сердца, венозных помп, внутримышечных периферических «сердец», грудного и брюшного насосов и лимфатических «сердец». Общим для них является то, что все они состоят из поперечнополосатой мышечной ткани и относятся к категории мышечных насосов. Термин «мышечный насос» означает родовое понятие. Мышечный насос — это не только венозная помпа или скелетная мышца, но и сердце, поскольку оно работает за счет свойств возбудимости, проводимости и сократимости мышечной ткани.

Но наряду с общими чертами между упомянутыми выше мышечными насосами имеются и существенные различия.

Сердце есть расположенный между венами и артериями, имеющий полости и клапаны нагнетательный насос произвольной регуляции; перекачивает кровь из венозного русла с низким давлением в артериальное, развивая высокое давление, не обладает присасывающей способностью, хотя имеются сведения и противоположного характера.

Внутримышечные периферические «сердца» — тоже насосы, но произвольной регуляции присасывающе-нагнетательного действия, расположенные на периферии аппарата кровообращения между артериями и венами. С помощью микронасосов они перекачивают кровь из артерий по внутримышечным капиллярам в венулы и вены; в обратном по отношению к сердцу направлении обладают не только нагнетательной, но и присасывающей способностью; при необходимости увеличивают венозное давление до величин, превышающих уровень максимального артериального; работают в любых положениях человека; не зависят от гравитационных сил; не нуждаются в клапанах; работают, хотя и слабее, в состоянии покоя; действуют при любых видах физической деятельности и растяжении скелетных мышц; функционируют постоянно; в изолированном состоянии работают как самостоятельные насосы и т. д.

\043\

Венозные помпы — насосы произвольной регуляции, состоящие из скелетных мышц и крупных вен с клапанами, расположены на венозной системе сосудов, продвигают кровь только по венам; понижают давление венозной крови по отношению к капиллярам и

повышают давление при проталкивании ее к сердцу; работают преимущественно в вертикальном положении тела; зависят от гравитационных сил; нуждаются в наличии венозных клапанов; в покое и в состоянии длительного сильного сокращения мышц не работают; эффективны при ритмических сокращениях скелетных мышц; действуют периодически и т. д.

Существование даже нескольких различий уже дает основание к их дифференцированию и классификации.

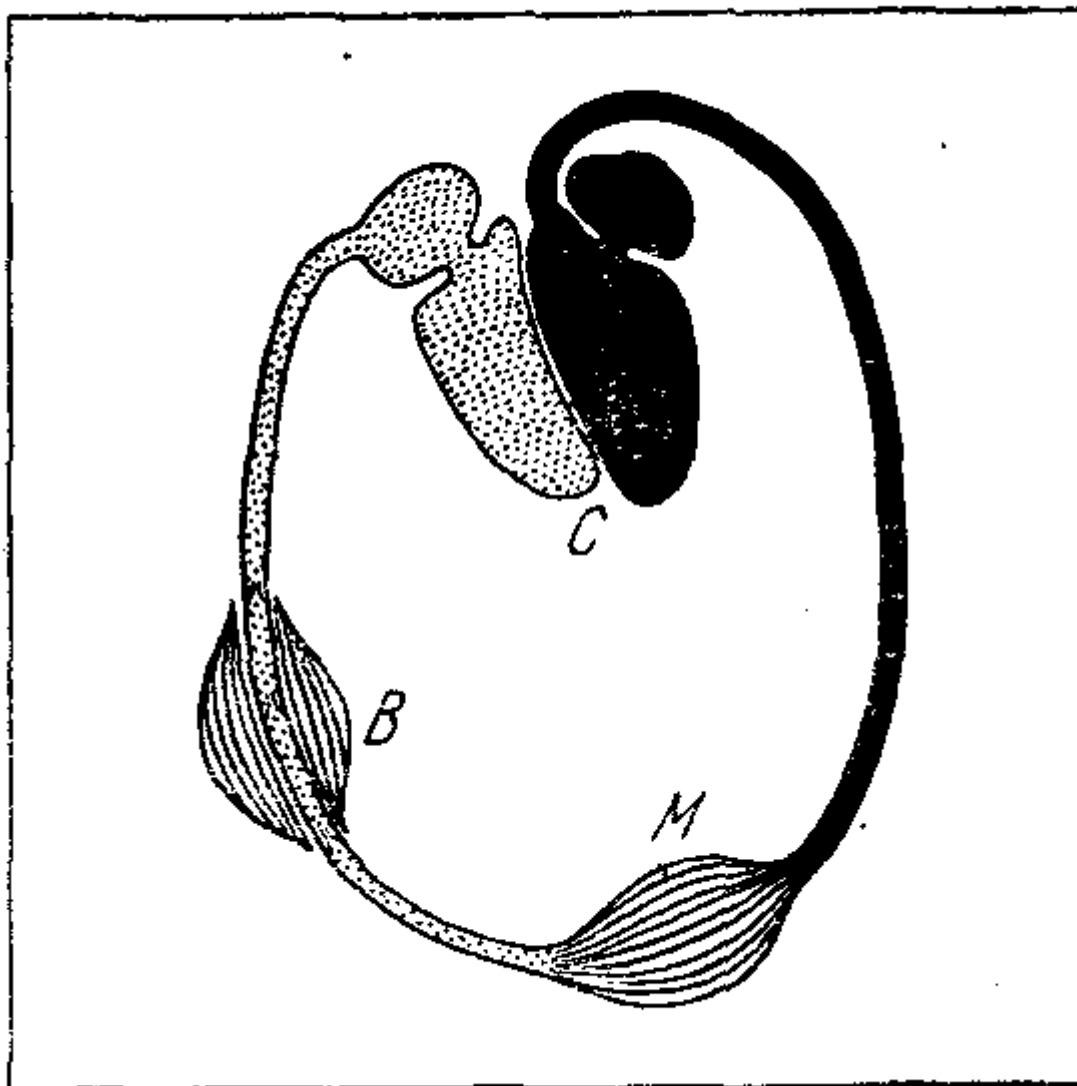


Рис. 16. Мышечные насосы человека: С — сердце, М — внутримышечные кровяные и лимфатические сердца, В — венозные помпы

Такое большое количество отличительных и даже специфических свойств и признаков не оставляет сомнений в их самостоятельности. Поэтому каждый из этих насосов занимает определенное место в системе кровообращения (рис. 16) и выполняет присущую ему работу по кровоснабжению организма. Любопытно, что периферические насосы расположены в большом круге кровообращения, а малому, легочному, кругу помогает грудной насос.

Сердце является основным насосом, и его можно отнести к I категории. Внутримышечные периферические «сердца» по их количеству и значимости относятся ко II категории, а венозная помпа — к III категории насосов. Грудной, брюшной и диафрагмальный насосы могут быть соответственно отнесены к IV, V и VI категориям.

Знание всех этих насосов необходимо каждому человеку для эффективного использования их в своей жизни.

Крупный советский физиолог Г. В. Фольборт все системы организма разделял на рабочие, исполнительные (нервная, мышечная) и обслуживающие (сердечно-сосудистая, пищеварительная, дыхательная и др.).

\044\

С выявлением микронасосного свойства скелетных мышц мышечная система может быть отнесена к самообслуживающейся кровью, а по отношению к кровообращению может рассматриваться как гемодинамическая. Резкие различия между мышечной и сердечно-сосудистой системами сглаживаются.

Схема гемодинамики

Возвратимся к схеме кровообращения В. Гарвея (см. рис. 2) и обратим внимание на то, что она включает лишь сердце и сосуды. Какие-либо другие органы и насосы, помощники сердца, в ней отсутствуют. Все же ткани и органы, к которым подходят сосуды, рассматриваются только как потребители крови, нагнетаемой сердцем. В ней не учтены описанные выше внутримышечные периферические «сердца», венозные помпы, грудной и брюшной насосы — важные экстракардиальные, внесердечные факторы гемодинамики. Поэтому схема кровообращения В. Гарвея нуждается в дополнении и представляется в следующем виде (рис. 17).

Малый круг 1—15 остается без каких-либо дополнений. В большом круге выделяется мышечная система, что сделано еще П. Н. Николаевым, и сейчас ее можно представить в виде внутримышечных периферических «сердец» 17 и венозных помп 18. Добавляется полость грудной клетки 19, в которой расположены сердце, легкие и брюшная полость 20 с диафрагмой 21, содержащая печень, кишечник

и другие внутренние органы. А. М. Сигал и другие считают венечные сосуды третьим, или коронарным, кругом кровообращения 22.

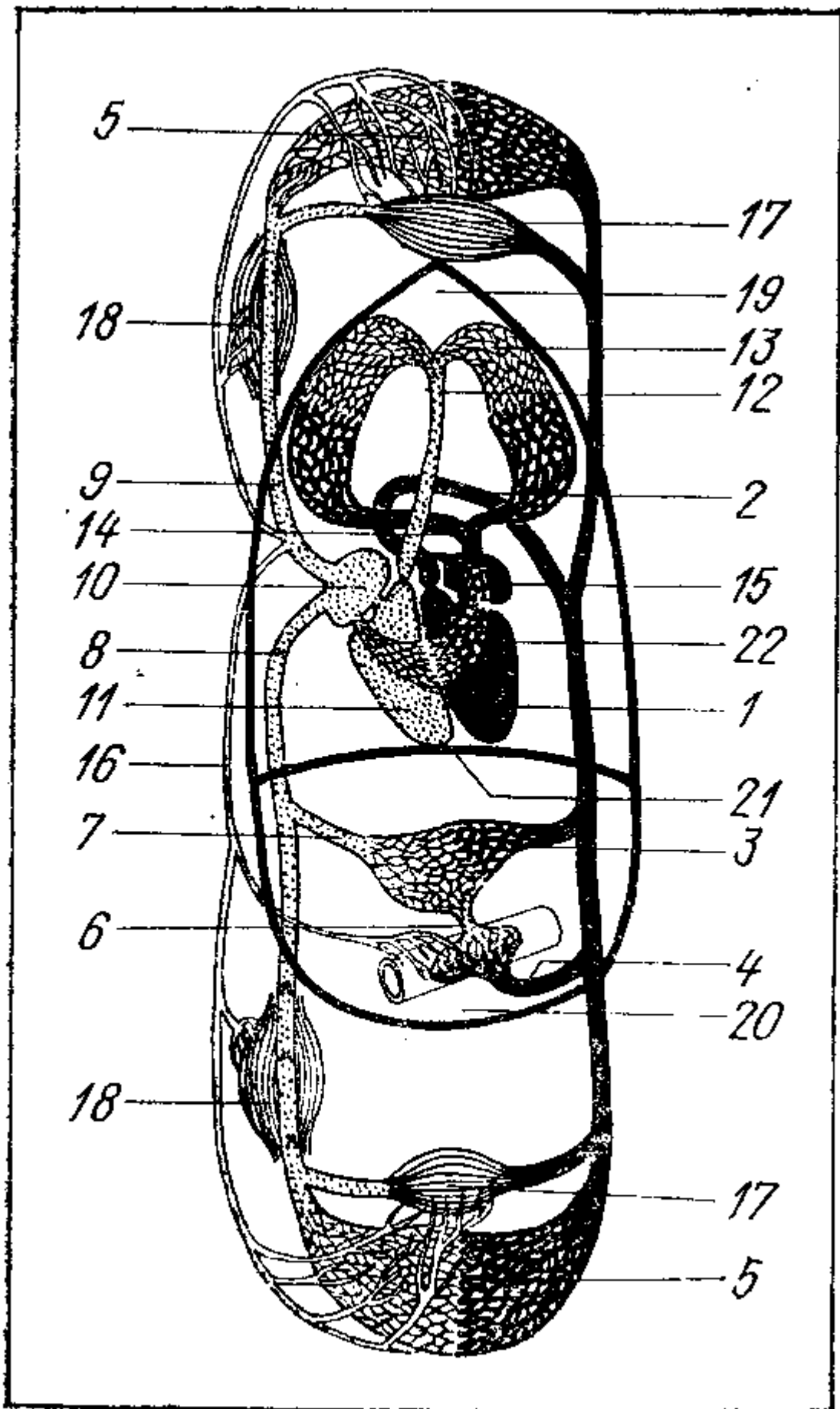


Рис. 17. Схема гемодинамики: обозначения с 1 по 16 приведены на рис. 2, 17 — внутримышечные периферические кровяные «сердца» и лимфатические сердца, 18 — венозные помпы, 19 — грудная полость, грудной насос Гендерсона, 20 — брюшная полость, брюшной насос, 21 — диафрагма, диафрагмальный насос, 22 — венечный круг кровообращения «сердце» в сердце

\045\

Такая схема позволяет значительно полнее представить и глубже понять кровообращение, совершающееся в нас самих.

Следует подчеркнуть, что развитие кровообращения у человека и высших животных пошло не по пути увеличения количества сердец, а по пути использования самих скелетных мышц в качестве многочисленных и эффективных периферических «сердец». Обладая не менее мощной сократительной способностью, чем сердце, скелетные мышцы в отличие от других органов, оставшихся истинными потребителями крови, перешли на самообслуживание и являются активными факторами гемодинамики.

В этих условиях человеку и высшим животным достаточно одного сердца. В окружении более 1000 самостоятельных насосов и венозных помп одного сердца вполне достаточно для обеспечения кровоснабжением остальной части тела и самого себя, но при отсутствии «лени» со стороны скелетных мышц — его помощников.

Сейчас еще трудно окончательно предвидеть, какое значение приобретет обнаружение и использование деятельности внутримышечных периферических «сердец» в кардиологии. Но на основании уже известного предпримем попытку коснуться их роли в жизнедеятельности человека.

Вспомогательно-тренировочный охранительный режим для сердечной деятельности человека

Итак, внутримышечные периферические «сердца» существуют и представляют собой объективную реальность. Это факт. Но, по словам В. Г. Белинского, «значение фактов без разумения их еще не есть знание в истинном и высшем значении этого слова...» Он считал,

что «тогда только почитают себя что-нибудь увидевшими, когда откроют смысл и значение увиденного, переведут факты на идею», т. е. дадут фактам теоретическое обобщение.

В чем состоит смысл и теоретическое значение описанных фактов? На их основе можно сформулировать новую гипотезу вспомогательно-тренировочного охранительного режима для сердца.

\046\

Общеизвестно, что под влиянием звуковых воздействий органы слуха перенапрягаются и требуют защиты, для чего последовало ограничение звуковых сигналов, снижение шума на производстве и т. д. Все эти мероприятия явились благоприятными для сохранения органов слуха. Вероятно, по аналогии с этим, а также на основе представлений о том, что скелетные мышцы есть только потребители крови и их деятельность является нагрузкой на сердце, общеизвестной стала теория охранительного режима для сердца в виде двигательного покоя человека. Она была направлена на то, чтобы охранить сердце от перегрузок и заболеваний, составляющих сейчас одну из актуальнейших проблем века. И на первый взгляд такой подход не лишен логики.

Однако известно, к каким отрицательным последствиям приводит растущее в современных условиях снижение двигательной активности, так называемая гипокинезия. Механизм ее отрицательного влияния на организм человека, к сожалению, до сих пор еще недостаточно раскрыт. Но если мы обратимся к только что рассмотренной более полной схеме кровообращения, то станет очевидным, что снижение двигательной активности, а тем более двигательный покой снижают микронасосную деятельность мышц, уменьшают работу всех экстракардиальных факторов кровообращения, и сердце, в значительной степени лишаясь своих помощников, преждевременно изнашивается и заболевает.

Скелетные мышцы, которые слабо и редко сокращаются, плохо сами себя обеспечивают кровью и становятся «иждивенцами» сердца. Венозные помпы слабо проталкивают венозную кровь к сердцу, последнее недостаточно наполняется и меньшими порциями нагнетает ее в сосудистую систему. Клетки и ткани хуже снабжаются кровью. Все это ведет ко многим другим отрицательным последствиям.

Это дополнительное объяснение к тому общеизвестному комплексу отрицательных последствий, которые возникают почти во всех органах и системах человека при гипокинезии.

Поэтому в основе охранительного режима для сердца лежит не двигательный покой, а вспомогательно-тренировочный режим для сердечной деятельности человека.

\047\

Этот режим предполагает оказание повседневной помощи сердцу от многочисленных и разнообразных его помощников, с их стороны требуется систематическая работа. Но не все обстоит так просто, ибо стимуляция всех помощников неизбежно заставит и само центральное сердце больше работать. Тогда на каком основании мы рассматриваем этот вспомогательно-тренировочный режим как охранительный для него?

Почему двигательная активность полезна для сердца?

О пользе двигательной активности и физической культуры много написано в книгах, журналах, газетах, рассказано на лекциях, по радио и телевидению. Все знают, что физические упражнения благотворно влияют на дыхание, пищеварение, кровообращение, силу, скорость и выносливость скелетных мышц, углубляют тор-, мозные процессы в головном мозгу и улучшают сон, повышают общую устойчивость человека к заболеваниям и воздействиям различных отрицательных факторов внешней среды. Физические упражнения обладают профилактическим и лечебным действием и т. п.

Но при всем этом до сих пор нет достаточно убедительных аргументов о пользе двигательной активности именно для сердца человека. Например, если кто-либо, воодушевленный профилактической и лечебной ролью физической культуры, вдруг тотчас же станет заниматься ею, скажем, поприседает несколько раз, как сразу же заметит, что его сердце часто застучит в груди, отдавая пульсовыми ударами крови в голову, могут появиться боли и на этом зачастую попытки приобщиться к физической культуре заканчиваются.

Отнюдь не единичны случаи, когда в повседневной жизни человеку приходится поднимать тяжести, выполнять различную физическую работу по дому, вследствие чего сердце начинает очень часто сокращаться с появлением болей. Возникает вопрос: в чем же состоит благотворное влияние физической работы на сердце?

В какой-то степени ответ на него можно найти в теории вспомогательно-тренировочного охранительного режима для сердечной деятельности человека. Начнем с примера из повседневной жизни. Каждое утро все мы просыпаемся, встаем, завтракаем, в лучшем случае делаем физзарядку, идем на работу.

\048\

И в течение всего рабочего дня в условиях разных профессий, связанных даже с физическим трудом, разве наше сердце «выскакивает» из груди и болит, если, конечно, мы здоровы? Нет! Мы его даже не ощущаем. Это объясняется тем, что систематическая работа микронасосов скелетных мышц и центрального сердца четко

скоординирована и приведена саморегуляторными механизмами к экономному режиму их деятельности. В данных случаях сердце находится в благоприятных условиях. Если же человека перевести на другую работу с повышенной физической нагрузкой, то вначале он при выполнении работы будет чувствовать мышечное утомление, его сердце будет учащенно сокращаться. Однако с течением времени выполнение этой работы станет такой же привычной, как и предшествовавшая, более легкая.

Если переключение человека на более тяжелую физическую работу будет постепенным, то он вообще не заметит каких-либо изменений со стороны своего сердца.

Двигательная активность переводит скелетные мышцы и сердце на более эффективный и экономный режим их самообслуживания. Микронасосная деятельность скелетных мышц улучшается с меньшим потреблением крови и питательных веществ. Они готовы работать длительно, без утомления.

Но двигательная активность полезна и сердцу. Полезна потому, что микронасосное свойство принадлежит не только скелетной мышце, но и миокарду — сердечной мышце, т. е. всем поперечнополосатым тканям. Сердечная мышца тоже насыщена микронасосами. При каждом сокращении сердце, следовательно, работает на два фронта, оно снабжает кровью весь организм и само себя, так как выбрасывает кровь в аорту и одновременно проталкивает ее по внутримиокардиальным сосудам для достаточного питания своей же собственной сердечной мышцы.

Микронасосное свойство миокарда можно наблюдать в опытах, аналогичных тем, которые описаны для скелетной мышцы. Известно, что коронарные сосуды, т. е. сосуды сердца, начинаются у основания аорты, откуда кровь поступает в них, затем в прекапилляры, капилляры и, снабдив миокард всем необходимым, продвигается через венозный синус и ряд других сосудов в правое предсердие.

\049\

Если наряду с измерением артериального давления регистрировать и давление венозной крови в венозном синусе, то при преграждении оттока из него в условиях работы сердца или массажа, растяжения сердечной мышцы застойное венозное давление в синусе превышает максимальное артериальное. Таким образом, миокард тоже проявляет микронасосное свойство, как и скелетные мышцы.

До сих пор считалось, что миокард получает кровь, которая течет по коронарным сосудам, по аналогии с другими органами, а усиление его кровоснабжения совершается только вследствие расширения сосудов. Но наряду с этим необходимо иметь в виду, что в сердце содержится как бы «внутримиокардиальное сердце», образно говоря, «сердце» в сердце. Одно, имеющее полости и клапаны, работает на

весь организм непосредственно, а второе, внутримиекардиальное, микронасосное — само на себя.

Обладая теми же свойствами, присущими скелетной мышце, микронасосы миокарда приспособляют свою деятельность и работу сердца к повседневному двигательному режиму человека. Но если к сердцу предъявляются вдруг чрезмерные, повышенные нагрузки, то не только оно, но и его микронасосный механизм не готовы к ним. Однако выполнять работу надо, и она совершается за счет неэкономного увеличения частоты сокращений при недостаточной эффективности микронасосной деятельности и кровоснабжения самой сердечной мышцы.

Чтобы микронасосы скелетных мышц и сердца были всегда высокопроизводительными, а сердечно-сосудистая система находилась бы в наилучших условиях, необходима повседневная систематическая тренировка с помощью оптимальной двигательной активности, соответствующая возрасту, здоровью и функциональным возможностям организма каждого человека.

Движение — это жизнь

Движение необходимо не только для добывания пищи, выполнения трудовых процессов, перемещения по Земле, квартире, но и для того, чтобы кровь текла по сосудам, а не стояла в них. И эта необходимость кровоснабжения организма остается незыблемой даже в том случае, если ничего не надо делать, если можно просто лежать, находиться в состоянии гипокинезии.

\050\

Оказывается, надо двигаться для снабжения самого себя собственной кровью. Кто не делает этого, тот заболевает, сокращает свою жизнь. Да это и понятно, ибо говорят: где вода — там жизнь, где нет воды — там пустыня. Кровь — это жизнь для клеток, для человека. Мало крови — плохо, нет крови — смерть.

Развитие внутримышечных и внутримиекардиальных насосов — это длительный и сложный процесс, совершающийся в течение всей жизни человека. Рождается младенец с совершенно беспомощными двигательными реакциями. Внутримышечные периферические «сердца» с их внутриорганным микронасосным механизмом развиваются тем быстрее, чем чаще повторение, упражнение, лобуждение их к деятельности. Вот почему ребенок очень много двигается. Это его естественная потребность. Она направлена на тренировку и развитие всех микронасосов скелетных мышц и миокарда. Для этого практически сразу же после рождения младенцу рекомендуются закаливание, массаж, физические упражнения и т. д.

Но обратите внимание, с каким трудом нам, взрослым, приходится, прививать детям правильный режим. После пробуждения мы берем их за руку, ведем умываться, заставляем чистить зубы, одеваться, садиться за стол на завтрак и т. п. Все это повторяется многократно, ежедневно. Однако потом все эти процедуры закрепляются в прочный стереотип их поведения, осуществлять который уже не составляет труда, и в процессе его выполнения дети, разговаривая на отвлеченные темы, успевают подготовить все то, что надо взять с собой в школу. Но при всем этом мы иногда забываем об одном и очень важном — физической зарядке, запуске всех внутримышечных периферических сердец. Ведь после пробуждения многие скелетные мышцы без соответствующих физических упражнений продолжают долго пребывать (может быть, в течение всего дня и даже всей однообразной жизни) без должной активности и остаются на «иждивении» сердца, в то время как их стимуляция крайне необходима каждому человеку в любом возрасте. Поэтому нужна утренняя физическая зарядка, которая должна стать обязательной для детей.

\051\

Для того чтобы привить детям правильный режим, лучше всего следовать совету древнего философа Сенеки, который говорил: «Труден путь через поучения, но короток через примеры». Иначе говоря, надо самим взрослым, всем без исключения в семье делать физзарядку, тогда и ребенок не уйдет без нее в школу, и она станет для него органической необходимостью на всю жизнь.

Но только одной утренней гимнастики, конечно, мало, ибо в современных условиях школьные программы направлены преимущественно на умственное развитие, а объем физической подготовки в школах явно недостаточен. Всего лишь два урока физкультуры в неделю равноценны примерно 10% требуемого объема двигательной активности, а 90% таковой дети, следовательно, недополучают. На переменах детям нередко запрещается бегать, играть. Возвратившись домой, они допоздна сидят за выполнением уроков. Имеют один день отдыха в неделю, тогда как мы, взрослые, два. Все это приводит к физическому недоразвитию организма и заболеваниям. Но что значат знания без здоровья? Есть основания утверждать, что рост инвалидности и смертности от заболеваний сердечно-сосудистой системы у все более молодых людей берет свое начало именно отсюда. Поэтому, вероятно, настало время пересмотреть учебные программы школ с целью более гармоничного развития умственных и физических качеств подрастающего поколения.

Начальник Центра подготовки космонавтов Г. Т. Береговой на основе накопленного опыта писал: «И в школе, по моему твердому

убеждению, нужно ввести ежедневные занятия физкультурой... Так я понимаю положение новой Конституции СССР о развитии массовой физкультуры и спорта» (Сов. спорт. 1978. 17 нояб.)

Здоровье всего молодого поколения, нашей смены надо формировать с детства. Это же относится и к высшим учебным заведениям, в которых, кроме того, необходимо продолжить занятия по физическому воспитанию, включая и последние курсы. Известно, что исключение физподготовки на старших курсах отрицательно сказывается как на успеваемости, так и на здоровье, физическом состоянии студентов. Развитие и совершенствование не только умственной, но и физической деятельности должны быть своевременными, ибо эти процессы необратимы. Упущенное не всегда можно вернуть.

Тем не менее хотя и с опозданием, но оптимальной двигательной активностью и физической культурой необходимо начинать заниматься каждому человеку ;в любом возрасте.

\052\

Плохо, когда под влиянием ошибочного охранительного режима для своего сердца в виде двигательного покоя некоторые люди, возвращаясь домой с работы, связанной с профессиональной гипокинезией, систематически ложатся отдыхать, принося тем самым себе огромный вред. При гипокинезии наряду со многими и разнообразными отрицательными последствиями страдают миокард и скелетные мышцы, которые, особенно с увеличением возраста, становятся слабыми, дряблыми. У пожилых людей в сутки разрушаются сотни и тысячи мышечных волокон, но можно предотвратить это двигательной активностью. И дело не только в том, что у таких людей появляется медленная, шаткая, старческая походка, сгорбленная фигура, увеличиваются морщины и даже изменяется выражение лица, что само по себе болезненно переносится человеком. При дряблых скелетных мышцах с большим количеством разрушившихся мышечных волокон и капилляров ухудшается микронасосная работа внутримышечных периферических «сердец», они становятся плохими пособниками сердца, работа которого даже при сохранившихся внутримиокар-диальных насосах затрудняется.

По этой причине ухудшается кровоснабжение всех прочих органов: мозга, что ведет к снижению умственной деятельности; желез внутренней секреции — уменьшается образование ими гормонов; гладких мышц — поражаются стенки кровеносных сосудов; пищеварительного тракта — появляется так называемый «старческий запор» и т. д. Залежавшаяся пища подвергается гнилостному брожению с накоплением большого количества газов, что ведет к вздутию живота, поднятию диафрагмы, изменению положения и

сдавливанию сердца, нарушению его собственного кровоснабжения и всего организма. Гипокинезия нарушает деятельность многих органов и систем человека. Но больше всего страдает деятельность внутримышечных периферических «сердец» и сердечно-сосудистой системы, что является основным источником заболеваемости людей. Они лишаются возможности жить и трудиться в полную силу, часто болеют и причиняют большое горе родным и близким. Но преждевременного старения, одряхления можно и не допустить.

В нашей стране созданы все условия, при которых каждый человек может выбрать для себя любой вид спорта: играть в бадминтон, волейбол, плавать в бассейне, пойти в группу здоровья, бегать трусцой и т. д.

\053\

Это доступно каждому. - В продаже имеется большое количество разнообразного спортивного инвентаря. Недавно было сообщение о том, что Лермонтовским заводом Ставропольского края изготовлен и внедрен тренажер, который можно поставить на балконе. Бег по его ленте не отличается от бега по гравийной дорожке, а по счетчику скорости можно регулировать нагрузку.

Важно, чтобы двигательная активность была разнообразной, оптимальной, интересной для каждого человека, чтобы он ее полюбил и она приносила бы ему удовлетворение и здоровье. Чтобы, как говорил замечательный ученый И. П. Павлов, наступило ощущение «мышечной радости», которое не покидало бы вас в течение всей жизни.

Добегают до финиша не ноги, а сердце

Наиболее ярким и высшим проявлением двигательной активности и физической культуры является спорт. Он берет свое начало в глубокой древности. Им издавна увлекались люди разных профессий. Известен, например, такой факт. Философ-математик Пифагор, прибывший на Олимпийские игры, заявил о своем желании участвовать в кулачных боях. На протесты судей, ибо он был мал ростом, Пифагор заявил, что будет наносить удары с такой математической точностью, что никто перед ним не устоит. Пифагор убедил судей и победил всех своих соперников, а полученное звание чемпиона Олимпийских игр сохранял несколько лет.

Олимпийское движение, в которое наша страна вступила в 1952 году, — это развитие, совершенствование и смотр воли и силы, скорости и выносливости человека. Идет борьба за новые, все более трудные рекорды, достижение которых становится невозможным без использования новых научных открытий. Поэтому тренеры и спортсмены едва ли могут надеяться на получение наивысших

спортивных результатов, односторонне развивая лишь качества силы, скорости или выносливости скелетных мышц, ибо они в большой степени зависят от их кровоснабжения.

Разумеется, развитие микронасосов совершается и в условиях традиционных методов тренировок, разработанных применительно к различным видам спорта. У начинающих спортсменов деятельность нервной, мышечной и других систем не координирована, условия для работы микронасосов весьма неблагоприятные, энергозатраты не экономичны, быстро наступает утомление, результаты невысокие.

\054\

У тренированных спортсменов движения четки, красивы, выполняются автоматически, легко, сокращение мышц чередуется с расслаблением, с благоприятными условиями для деятельности микронасосов. Все это способствует достижению высоких спортивных результатов без большого утомления.

Между тем неизвестно, какие из традиционных методов тренировок способствуют наибольшему развитию микронасосов скелетных мышц. Как на них влияет воспитание качеств силы, скорости и выносливости скелетных мышц? Не исключено, что вначале следует особое внимание обращать на развитие микронасосного механизма скелетных мышц как базы для последующего совершенствования остальных качеств спортсменов.

С такими взглядами очень созвучны удивительные результаты, полученные на кафедре физической культуры Рижского политехнического института под руководством профессора В. Т. Назарова. Там изобретены специальный кистевой эспандер и другие приборы, содержащие вибрационное устройство, которое настраивалось на частоту вибраций мышечных волокон. Вследствие этого мышечная сила возрастала на 15%, улучшалось кровоснабжение тканей, снижалось утомление, ускорялась разминка, отработка сложных движений. Например, трудный элемент «шпагат», по старой методике четко выполняющийся после нескольких месяцев упражнений, с помощью вибрирующих приспособлений осваивался через 2—3 недели.

Понятен тот интерес, который проявляют к данным приборам тренеры и спортсмены. Перед использованием эффекта микронасосного механизма открываются большие перспективы не только в физической культуре и спорте, но и в профилактической, клинической медицине, реабилитации больных и т. д.

Общеизвестно, что перетренировки ведут к перенапряжению и срыву функциональных систем организма, к нарушениям деятельности нервной, эндокринной, сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем организма, а также вибрационных колебаний мышечных волокон, работы микронасосов, восстановление

которых является трудной, а в ряде случаев и неосуществимой задачей.

\055\

С другой стороны, длительные перерывы в тренировках также нежелательны, ибо деятельность микронасосов скелетных мышц и миокарда снижается и на их восстановление требуется дополнительное время.

Применение в физической культуре и спорте внешнего массажа скелетных мышц также приобретает новый смысл. Он не только увеличивает приток крови от сердца к коже и мышцам за счет расширения сосудов, но и побуждает скелетные мышцы к активной микронасосной присасывающе-нагнетательной деятельности, к поддержанию, их собственного кровоснабжения на более высоком уровне, усиливает перекачивание артериальной крови через внутримышечные капилляры в вены, ускоряет удаление накопившихся «шлаков» и увеличивает поступление в скелетную мышцу питательных веществ и кислорода, а также стимулирует всю гемодинамику.

Образное выражение, что «добегают до финиша не ноги, а сердце», относится не только к сердцу, но и к его многочисленным помощникам — внутримышечным периферическим «сердцам», от координированной и эффективной работы которых зависят сила, скорость и выносливость спортсменов.

Движение и космос

Полететь в космос, по мнению С. П. Королева, может каждый практически здоровый человек, тот, кто может перенести перегрузки при запуске и торможении спускаемого космического аппарата. И возможность осуществления таких путешествий приближается.

Но при космических полетах, особенно длительных, на космонавта воздействуют известная нам губительная гипокинезия и невесомость. Она вызывает у космонавтов изменения со стороны костей, мышц, вестибулярного аппарата и других органов, особенно сердечно-сосудистой системы.

На Земле у человека в положении стоя кровь в венозных сосудах из верхних частей тела как бы свободно «падает» в силу собственной тяжести вниз к сердцу. От нижних же конечностей она поднимается с трудом, поэтому скапливается в венозных и капиллярных сосудах. В условиях же невесомости крови в сосудах нижних конечностей содержится меньше, ибо их сосуды, обладающие высоким тонусом, выдавливают кровь, и она устремляется в верхнюю часть тела, переполняет сосуды легких, головного мозга, что создает ощущение

тяжести, головных болей и т. д., а это сказывается на работоспособности космонавтов.

\056\

При длительных полетах совершается приспособление сердечно-сосудистой системы и других систем к невесомости, но при возвращении на Землю космонавты вновь попадают в «объятия» гравитации, переносить которую оказывается даже труднее, чем привыкнуть к невесомости.

Для повышения надежности кровообращения организма в условиях невесомости и подготовки космонавтов к возвращению на Землю в орбитальных станциях предусматривается специальный отсек для разносторонних медико-биологических исследований и тренировок. Космонавты пользуются вакуумной камерой, создающей отрицательное давление на нижнюю часть тела, вследствие чего вены и капилляры нижних конечностей расширяются и заполняются кровью, которая оттекает от головы. Это улучшает мозговое кровообращение, самочувствие и работоспособность, а также тренирует сердце и сосуды к предстоящему возвращению космонавтов на Землю, когда под влиянием гравитации кровь вновь устремляется в сосуды нижних конечностей.

В космических кораблях имеются велоэргометры, беговые дорожки, специальные нагрузочные костюмы, эспандеры и т. д. Космонавтам рекомендуются физические упражнения с определенным объемом, продолжительностью и интенсивностью до ощущения некоторого утомления.

Академик О. Г. Газенко с коллективом сотрудников за разработку комплекса методов подготовки космонавтов к длительным полетам удостоен Государственной премии СССР. О. Г. Газенко и Е. Б. Шульженко считают, что кровообращению космонавтов способствуют венозные помпы. Наряду с ними важна и стимуляция присасывающе-нагнетательной микронасосной деятельности скелетных мышц, которая является управляемой, так как подвластна произвольной регуляции каждым космонавтом. Скелетные мышцы, составляя 40—50% массы тела, при работе присасывают к себе крови больше, чем при покое, и, следовательно, меньшее ее количество притекает к головному мозгу в невесомости.

\057\

Это способствует высокой работоспособности космонавтов, которые ведут геофизические, астрономические, метеорологические, медико-биологические и многие другие исследования. Поэтому в многогранной программе их подготовки определенное время отводится различным видам спорта.

А. А. Губарев и Г. М. Гречко готовились к полету около 4 лет. А. С. Елисейев, Е. В. Хрунов и другие испытали невесомость на борту самолета-лаборатории. Г. Т. Береговой считает, что своему 4-суточному полету на борту корабля «Союз-3» он обязан спорту. Спорт дает возможность стать космонавтом в 40—50-летнем возрасте и выполнять связанные с полетом нагрузки весьма длительное время. Поэтому в Звездном городке так тщательно проводится и систематически совершенствуется спортивная тренировка космонавтов. Для этого имеются стадион, спортзалы и площадки, бассейн, лыжные базы. А. Г. Николаев говорил, что при полете с В. И. Севастьяновым без специальной физической подготовки они едва ли безболезненно перенесли бы возвращение на Землю, поскольку нетренированное сердце не справилось бы с воздействием гравитации.

Мы являемся свидетелями величайших достижений космонавтики. Они заключаются не только в прогрессе и достижениях специалистов в области техники, конструировании и изготовлении все более мощных ракет-носителей, объемных пилотируемых станций и даже комплексов, например «Мир», транспортных кораблей «Союз ТМ», спускаемых кораблей «Союз ТМ-3» и т. д., но и в успехе космической медицины.

Эти достижения видны из сравнения полуторачасового полета Ю. Гагарина на корабле «Восток» с 326-суточным полетом Ю. Романенко в пилотируемом научно-исследовательском комплексе «Мир». Почти год вне Земли, в невесомости. Совершен самый длительный полет в мире!

Причем, если раньше, после возвращения космонавтов на Землю, они, как правило, с трудом самостоятельно передвигались, плохо себя чувствовали, то Ю. Романенко, как мы все могли видеть на экране телевизоров, сам вышел из приземлившегося 29 декабря 1987 года корабля «Союз ТМ-3», был веселым, жизнерадостным, тут же дал интервью корреспондентам и пошел к вертолету.

\058\

Как же удалось побороть коварную невесомость? Конечно, благодаря ежедневной тренировке скелетных мышц от 2,5 до 5 часов на велоэргометре и бегущей дорожке, тренировке сосудов ног с помощью аппарата «Чибис». Тренировка мышц космонавтов есть не что иное, как и тренировка их микронасосного свойства.

Спрашивается, зачем стремиться ко все более продолжительным полетам? Это необходимо для длительной трудовой деятельности в космосе, сборки крупногабаритных конструкций, своеобразных космических «домов», «заводов».

Теперь все более близкими становятся заманчивые мечты человечества осуществления полета к Венере, для которого

требуется 9 месяцев. Ведь Ю. Романенко своим полетом доказал эту возможность, пробыв в космосе 11 месяцев!

Ученые планетологи СССР и США уже совещаются о совместных действиях, направленных на осуществление полетов на Марс автоматических станций для взятия грунта. Международный проект «Фобос» подходит к реальному осуществлению. Высадка же космонавтов на Марс планируется через 15—20 лет. Есть уверенность, что к этому времени космонавты окажутся еще более подготовленными и смогут проводить изучение далеких планет.

Периферические «сердца» человека и медицина

Успехи медицины в большой степени зависят от тех положений, которые составляют основы ее теории и практики. Благодаря раскрытию истинных причин инфекционных болезней, успехам микробиологии, фармакологии многие из этих заболеваний ушли в прошлое.

Заболевания сердечно-сосудистой системы, как правило, не связаны с микробами и вирусами, они обусловлены другими причинами, в частности нарушениями нервных, гуморальных и биофизических механизмов регуляции и саморегуляции кровообращения, взаимоотношений организма с внешней средой, поэтому являются не только медицинской, но и общебиологической, физиологической и социальной проблемами.

Поэтому сформировавшиеся ошибочные представления о скелетных мышцах как только потребителях крови, о рабочей гиперемии скелетных мышц, совершающейся вследствие только расширения сосудов, о физической деятельности как нагрузке на сердце отрицательно сказались на теории и практике медицины.

\059\

Под влиянием теории охранительного режима для сердца в виде двигательного покоя больные инфарктом миокарда укладывались в постель со строгим режимом покоя, в отдельных случаях им запрещалось даже шевеление пальцами. Но в этих условиях они чувствовали себя плохо, нередко умирали, а те, которые вопреки данному режиму продолжали в меру своих сил двигаться, выздоравливали и возвращались к труду. Так клиническая практика ценой жизни многих людей опровергла режим покоя как охранительный для сердца. Теперь в клиниках всего мира покой заменяется ранним, конечно, допустимым, двигательным режимом и физкультурой. Однако эти шаги еще робкие. Они идут вопреки общепринятой теории покоя, а новой теории для новой практики пока нет.

Заболеваемость сердечно-сосудистой системы выросла с 11% в 1939 году до 47% в 1971 году и распространяется на лиц все более молодого возраста. Значимость этих заболеваний настолько велика, что Всемирная Организация Здравоохранения (ВОЗ) провозгласила их «социальной проблемой номер один» современного человечества.

Но если в основу кардиологической науки положить идею М. В. Яновского о «периферическом сердце» и учесть существование у человека реальных помощников центрального сердца и других экстракардиальных факторов кровообращения, использовать новую теорию вспомогательно-тренировочного охранительного режима для сердца человека, то могут появиться новые аспекты дальнейшего развития медицины, физиологии, спорта, куда целесообразно направить основные усилия.

Все это может служить обоснованием более широкого применения оптимальной двигательной активности и физической культуры для реабилитации больных инфарктом миокарда и другими заболеваниями. Для тяжелобольных целесообразно использование аппарата пассивных движений с целью попеременного растяжения мышц сгибателей и разгибателей кисти или стопы, активации присасывающе-нагнетательной микронасосной деятельности скелетных мышц, облегчения работы сердца без участия самого больного.

\060\

После того как больной окрепнет, ему без опасения постепенно можно переходить к допустимому объему произвольной двигательной активности, а затем и к физкультуре.

Учет деятельности периферических «сердец», их возможностей и соотношения с работой сердца становится необходимым для спортивной медицины. Использование этих данных при спортивной специализации врачей может способствовать сведению к минимуму перенапряжения, перегрузки и прочих нежелательных последствий при сдаче норм ГТО, будет способствовать приобщению широких слоев населения к физической культуре, развитию детского спорта, отбору перспективных юных спортсменов для большого спорта. Станет возможным лучше сохранять выдающихся спортсменов, их сердце и его помощников от перетренировок и срывов, ибо они тренируются «на острие ножа», на грани превышения своих функциональных возможностей.

Прогресс медицины в большой степени связан с развитием фармакологии и фармацевтической промышленности и широчайшим размахом фармакотерапии, которая не всегда эффективна. По этому поводу академик АМН СССР Е. М. Тареев высказал меткий афоризм: «Главное отличие человека от животных — пристрастие к лекарствам». Бесконтрольное увлечение препаратами без явной на то

необходимости не облегчает страданий больного, а ведет к появлению новейших грозных «лекарственных» болезней, от которых никаких лекарств не создано.

Таким образом, надежды больного на лекарства оказываются не всегда реальными, а врачи, исчерпав весь арсенал лечебных средств оказания помощи этому больному, начинают считать его безнадежным. Но у такого человека не все еще потеряно. На страницах газет, журналов, по телевидению и радио сообщается все больше примеров, как «совершенно безнадежные» больные получили исцеление и укрепили свое здоровье с помощью физической культуры и закаливания. Среди них Е. Е. Неберо, которая после 60 лет малоподвижной профессии портнихи не могла ни шагу ступить без палки. Потеряв всякие надежды на лекарства, она пошла в группу здоровья, там постепенно стала на коньки и в 75 лет пробегает кросс до 3 км. Другая больная Г. Я. Юдина появилась на стадионе с постинфарктной инвалидностью и в 63 года начала наравне со всеми выполнять физические нагрузки, что прежде делать не могла.

\061\

Многие из двух с половиной тысяч человек получили буквально «исцеление» физкультурой в группах здоровья на Ленинградском стадионе им. С. М. Кирова.

Сотрудник одного из институтов АН БССР Р. Г. Жбанков с детства часто болел, а приобщившись к физической культуре и закаливанию, последние 10—15 лет не болеет, укрепил свое здоровье, пробегает 5 км, чего ранее он выполнить не мог, повысилась эффективность его научного труда без утомления. По его инициативе в г. Минске в декабре 1969 года создана первая в нашей стране школа закаливания со штатным персоналом (тренеры, врачи), в которой обрели здоровье многие тысячи минчан.

Подобные факты имеются и в других странах мира. Жительница Лос-Анджелеса (США) Юли Уивер к 50 годам тяжело заболела, и врачи не надеялись ее спасти. Но она сама стала делать медленные прогулки, затем постепенно перешла к бегу и сейчас в свои 88 лет ежедневно пробегает по несколько километров, считает бег средством от всех болезней. По ее словам, она стала чувствовать себя лучше, чем в молодости.

Прав французский мыслитель и клиницист XVIII века Гесс, который говорил: «Движение заменит любые лекарства, но все лекарства мира не заменят эффекта движения». Теперь мы знаем, почему это так и почему по своей воле с помощью послушных скелетных внутримышечных микронасосов необходимо учиться управлять кровообращением.

Поэтому врачи все чаще становятся на путь профилактической медицины. Они не только выписывают больному лекарства, но и

обращают все большее внимание на его образ жизни, на дефицит движения. И наряду с рецептами на получение лекарств рекомендуют больному с учетом его возможностей построение более правильного образа жизни с выполнением допустимого объема двигательной активности с целью улучшения кровоснабжения организма, предупреждения и лечения возникших заболеваний не только с помощью лекарств, но и без таковых, если без них можно обойтись, т. е. за счет мобилизации собственных внутренних ресурсов и возможностей самого организма. Да и каждый больной, осознав важность правильного образа жизни, может и должен проявлять инициативу и обращаться за советами к врачу не тогда, когда заболел, а будучи еще здоровым.

\062\

Лучшее лекарство — это кровь. В ней есть все необходимое для организма. Еще В. Гарвей подчеркивал, что кровь разносит всюду теплоту и жизнь. Сказанное зависит от двигательного режима человека.

Наряду с двигательной активностью весьма полезны человеку бани, парилка, горчичники, массажи — все то, что усиливает кровоснабжение, конечно, в разумных пределах.

Наиболее естественными, общедоступными и эффективными для любого человека являются ходьба и бег. В одном из американских журналов (Science News. 1978. Vol. 114, N 20. P. 328) появилось сообщение о том; что миллионы американцев начали бегать. Бег для них оказался лучшим средством избавиться от дорогого лечения и различных недугов. Это привело к тому, что смертность в США от заболеваний сердечно-сосудистой системы снизилась, особенно среди мужчин. Среди людей, занимающихся бегом, сократилось потребление алкоголя и курения. В США огромным тиражом выходит журнал «Мир бегуна», организуется все больше мероприятий по бегу. Участник многократных марафонов Д. Фастовский в газете «Советский спорт» от 25 февраля 1978 года сообщил о том, что в США разработаны для бега людей после 40 лет градации по 5-летним группам (наша 10-летняя градация устарела, требует пересмотра и серьезной, глубокой научной разработки).

Следовательно, существуют реальные возможности снижения смертности от заболеваний сердечно-сосудистой системы, что может быть достигнуто на строго научной основе с учетом индивидуальных особенностей организма каждого человека.

Итак, замечательная идея М. В. Яновского, подтвердившаяся обнаружением у человека внутримышечных периферических «сердец», приобретает научно-практическое значение для клинической и профилактической медицины. Она, несомненно, будет способствовать разработке более эффективных средств

профилактики и лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы, построению оптимального образа жизни.

\063\

Будущее человека

По выражению Гёте, «...человек—венец природы». *Homo sapiens*—человек разумный, познав ее законы, стал использовать их для обеспечения своих нужд, преобразовывая планету — Землю, вышел за пределы околоземного пространства в Космос... Но под влиянием каких законов находится сам человек? Каким станет человек будущего? Эту проблему обсуждают биологи, медики, историки, философы, фантасты. Появился даже новый термин «антропофутурология» (*греч.* antropos — человек, *лат.* futurum — будущее). Академик АМН СССР В. В. Куприянов пишет о том, что данный термин отсутствует в справочниках и энциклопедиях и для него еще только готовится почва.

На основании того, что человек многого достиг благодаря своему разуму, образ человека будущего иногда представляется фантастами с огромной головой и с небольшим слабо развитым телом. Но почему будущее человека прогнозируется только по головному мозгу?

По мнению польских ученых Э. Лотта и А. Верцин-ского, быстрое увеличение мозга приведет к появлению сверходаренных людей, а вследствие непосильной нагрузки на нервные клетки — к порождению психических заболеваний, что в итоге, примерно через 40 000 лет, приведет к катастрофе современного человека, с чем, конечно, нельзя согласиться.

Сформировавшийся, согласно Энгельсу, благодаря труду человек с первобытных времен своего существования преодолевал огромные трудности с помощью не только своего разума, но и собственной мускульной силы, так как другими силами долгое время были для него только ветер, вода, мускулы животных да сила тяжести, слабо используемые.

Будущее человека — не утрата им мышечной ткани, а дальнейшее ее совершенствование. *Homo futurus* представляется не с огромной головой и недоразвитым телом, а с гармоничным развитием всех его органов и систем, в том числе мышечной. К формированию такого облика человека мы все должны быть устремлены уже сегодня, и реальные возможности к этому имеет каждый из нас. *Homo futurus* научится лучше использовать резервы головного мозга, а с помощью более 1000 мышц будет не только согревать и ощущать свое тело и управлять движениями своего скелета, но наряду с этим научится управлять и кровообращением. Он должен уже сейчас жить с повседневным чувством «мышечной радости».

Заключение

Мышца — загадочное и универсальное чудо природы — достойна того, чтобы к ее изучению обратились специалисты различных областей естествознания и техники. О ней основоположник нашей отечественной физиологии И. М. Сеченов образно писал следующее: «Смеется ли ребенок при виде игрушки, улыбается ли Гарибальди, когда его гонят за излишнюю любовь к Родине, дрожит ли девушка при первой мысли о любви, создает ли Ньютон мировые законы и пишет их на бумаге — везде окончательным фактором является мышечное движение».

Скелетная мышца является средством восприятия ощущения и выражения наших чувств, настроений, душевных переживаний, рабочим органом, согревающим аппаратом, а теперь мы знаем, что еще и микронасосным гемодинамическим прибором. Она полностью подчинена головному мозгу, нашей воле, и ее судьба зависит от того, как мы ею распоряжаемся.

Одним из важнейших является закон средних нагрузок. Лишь при средних грузах скелетные мышцы развивают наибольшую работу. При малых и чрезмерных грузах работа мышц наименьшая. Поэтому для человека лучше всего, когда объем и интенсивность физической деятельности и сигналы внешней среды оптимальные.

Каждый человек, находясь на работе, дома, в дороге и т. д., должен вести себя так, чтобы его сердцу была повседневная оптимальная помощь, чтобы ему было легко работать, чтобы оно находилось в наиболее благоприятных условиях. По мере возможности целесообразно и сидя и лежа двигать пальцами рук, ног, всеми конечно-членами, мышцами, причем незаметно для других. Надо ежедневно возвращать неоплаченный долг своему сердцу.

Рекомендуемая литература

Агаджанян Н. А. Адаптация и резервы организма. М., 1983.

Амосов Н. М., Мурахов И. В. Сердце и физические упражнения. М., 1985.

Аринчин Н. И. Помощники сердца. М., 1984. Бегом к здоровью//Сост. М. Я. Сонин, Е. М. Бубнова. М., 1986.

Бойко А. Ф. Бегайте на здоровье! М., 1983. *Волков В. М., Мильнер Е. Г.* Человек и бег. М., 1987.

- Володько Я. Т.* Нужен ли сердцу покой. Минск, 1985.
- Глузман Л. С., Баранов В. М.* Домашние тренажеры. М., 1985.
- Голиков А. П., Максимов В. А.* Жить в движении. М., 1985.
- Гриненко М. Ф., Ефимова Т. Я.* Сколько же надо двигаться. М., 1985.
- Гужаловский А. А.* Сегодня и каждый день. М., 1983.
- Долецкий С. Я., Палько А. С.* Домашний стадион. М., 1984.
- Донской Д. Д.* Ходить и бегать для здоровья. М., 1985.
- Защиорский В. М.* Физические качества спортсмена. М., 1970.
- Короткое И. М.* Подвижные игры во дворе. М., 1987.
- Круглый М. М., Лежнева С. Б.* Чтобы быть всегда молодой. М., 1983.
- Кудрин А. Н.* Лекарства не только лечат. М., 1971.
- Маськов Л. И.* Как быть здоровым. Минск, 1985.
- Матов В. В., Иванова О. А., Ланцберг Л. А.* Ритмическая гимнастика. М., 1985.
- Меньшиков В. В.* Движение — основа здоровья и активного долголетия. М., 1985.
- Микулин А. А.* Активное долголетие. М., 1977.
- Недвецкая Г. Д.* Движения великий смысл. Минск, 1987.
- Назаров В. Т.* Биомеханическая стимуляция: явь и надежды. Минск, 1986.
- Полежаев Л. В.* Регенерация. М., 1977.
- Студитский А. Н. Мэехаяюм-дв«.жешш.Чй Чеботарев Д. Ф.* Долголетие. М., 1970.
- Юшкевич Т. П.* Оздоровительный бег. Минск, 1985.
- Яров Р.* Полезная вибрация. М., 1966.