

Из Физиолог. лаборатории (зав. проф. И. М. Срибнер) и Кардиологической клиники (завед. проф. Л. Б. Бухштаб) Всеукраинского института бальнеологии и курортологии, в Одессе).

Время полного оборота крови, методика определения и изменения под влиянием углекислых ванн.

Проф. И. М. Срибнер и М. Я. Басок.

При изучении физиологии и патологии кровообращения, при решении отдельных вопросов, сюда относящихся, мы в каждом конкретном случае стремимся выяснить, насколько достаточно происходит снабжение клеток и тканей кровью, доставляющей питательный материал и кислород. Поэтому основное, что нас интересует при анализе факторов, из которых складывается функция кровообращения,—это учет энергии, с которой кровь передвигается по сосудистой системе. На основании работ последнего времени, мы должны рассматривать функцию кровообращения как результат сложного взаимодействия протоплазмодинамического и гемодинамических факторов. Отражение этого взаимодействия мы можем найти в средней скорости кровообращения—величине, которая не может быть непосредственно определена, а вычисляется косвенно, на основании сопоставления количества циркулирующей крови с величиной минутного объема.

По Фирордту¹⁾ средняя скорость кровообращения может быть вычислена по простой формуле: $\frac{\text{колич. циркул. крови} \times 60}{\text{мин. объем крови}}$, причем

мы получаем конкретное выражение этой скорости в секундах, обозначающих время, которое необходимо, чтобы воображаемая частица крови, передвигающаяся со средней скоростью, совершила бы полный оборот по большому и малому кругу кровообращения. Однако, средняя скорость кровообращения, по существу, представляет только математическую абстракцию, поскольку в кровяном русле одни частицы передвигаются быстрее, другие медленнее; наибольшей скоростью при этом обладают частицы, находящиеся в осевом, центральном слое или же направляющиеся к сердцу по наиболее коротким соединительным путям между артериальной и венозной системой. Движением этих реальных частиц крови и принято пользоваться как мерилом для суждения об энергии кровообращения, ввиду сложности и кропотливости косвенного определения средней скорости.

Обычно определяют минимальное время, необходимое для того, чтобы частицы крови, находящиеся в периферических венах, совершили бы полный оборот по всему организму и снова вернулись бы на периферию. Это наименьшее время и имеют в виду, когда говорят о времени полного оборота крови. Но, разумеется, таким же мерилом, позволяющим косвенно судить о средней скорости кровообращения, может служить также определение времени, необходимого для полного оборота наиболее медленно передвигающихся частиц. Подобного рода определения стали проводиться лишь в последнее время, но пока они имеют мало приложения, несмотря на большой интерес,

какой они могли бы представить, в особенности, при сопоставлении с минимальным временем оборота крови.

На одном из методов определения максимального времени оборота крови мы позволим себе несколько остановиться. Это метод Баумана²⁾, предложенный, собственно, для определения средней скорости кровообращения и заключающийся во вдыхании смеси воздуха с ацетиленом, — газом, легко диффундирующим через легочные альвеолы и прекрасно растворяющимся в крови (этот газ, как известно, в последнее время часто применяется для определения минутного объема по методу Грольмана). При определении скорости кровообращения по Бауману испытуемое лицо вдыхает в течение нескольких минут воздух, к которому примешивается ацетилен в количестве 6—8%. Производя последовательно анализы выдыхаемого воздуха, можно установить момент, когда насыщение крови ацетиленом становится наивысшим. Время, необходимое для этого, определяет, по Бауману, среднюю скорость кровообращения. Однако, допущение Баумана основано на неправильноном умозаключении и, как правильно указывают Бельшовский и Ланге³⁾, таким путем можно определить только наибольшую длительность оборота крови, иначе говоря, время, необходимое для передвижения самых медленных частиц крови. Действительно, протекающая через легкие кровь только тогда перестает поглощать ацетилен, когда она уже насыщена этим газом, а момент этот, естественно, наступит лишь после того, как наиболее медленно передвижающиеся частицы крови, насыщенные ацетиленом, совершив полный оборот, снова доберутся до легких.

Пока что, как мы указывали, определение максимального времени оборота крови имеет мало приложения, а широким распространением пользуются методы, определяющие время оборота наиболее быстрых частиц крови. Практически эти определения проводятся таким образом, что в периферическую вену вводится какое-либо безвредное вещество, которое, передвигаясь вместе с кровяным током, обходит большой и малый круг кровообращения и может быть констатировано тем или иным путем сейчас же по своем возвращении в венозную систему.

Подобные определения ведут свое начало от Геринга⁴⁾, который свыше 100 лет тому назад применил для определения времени полного оборота крови у лошади железо-синеродистый калий (желтую кровяную соль). Вводя это вещество в наружную яремную вену и собирая через короткие промежутки времени кровь, вытекающую из одноименной вены другой стороны, Геринг прибавлял к отдельным порциям крови окись железа и судил по реакции на берлинскую лазурь о моменте появления в порциях вытекающей крови первых следов введенной соли. Принцип Геринга долгое время применялся в физиологических лабораториях в той или иной модификации для определения скорости оборота крови у различных животных, — у человека же подобные исследования стали осуществляться сравнительно недавно. За последние годы были предложены самые разнообразные вещества для внутривенного введения, и в настоящее время мы обладаем многочисленными методами определения скорости оборота крови у человека. Мы остановимся только на наиболее распространенных из них, легко осуществимых в клинической обстановке. К таковым относятся методы с введением хлористого кальция, дехолина (соль холевой кислоты), гистамина и флуоресцеина.

Применение хлористого кальция⁵⁾ и дехолина⁶⁾ основано на том, что эти вещества, попадая в капилляры ротовой полости, вызывают чувство жара, жжения (хлористый кальций) или горечи (дехолин). Таким образом, пользуясь показанием испытуемого, можно определить момент, когда вещество, введенное в

периферическую вену, совершив оборот по организму, достигает капиллярной системы (при хлористом кальции также капилляров и конечностей). Большим недостатком этих, чрезвычайно удобных в практическом отношении методов, является наличие субъективного момента при исследовании, что отражается иногда на точности результатов.

Гистаминовый метод, предложенный в 1929 году американцами Вей с. Робб и Блемгартом⁷⁾, более объективен. Он основан на специфическом действии гистамина на сосуды, что сказывается в расширении кожных капилляров лица и покраснении его, после того, как введенный в вену гистамин, совершив полный оборот, попадает в капиллярную систему. Принимая во внимание, что введение гистамина вызывает изменение сосудистого просвета, нельзя не согласиться с возражениями, которые выдвигаются против этого метода. Приводимые в защиту последнего доводы, сводящиеся к тому, что результат специфического воздействия гистамина на капилляры сказывается раньше всего на капиллярах лица и позже на капиллярах других областей, кажутся несколько искусственными и не совсем убедительными.

Предложенный в 1922 г. Кохом⁸⁾ флуоресцеиновый метод лишен, на наш взгляд, недостатков, свойственных только что перечисленным методам, и мы предпочитаем пользоваться им для определения скорости кровообращения. Вводимый при этом методе в вену флуоресцеин представляет безвредную коллоидную краску, присутствие которой в крови не оказывает влияния на функцию сердца и сосудов. Появление совершившего оборот по организму флуоресцеина в периферической вене констатируется просто и легко. Единственным, довольно крупным недостатком этого метода является необходимость пунктировать во время одного определения две вены, но этот недостаток искупается объективностью и наглядностью метода.

Ход определения времени оборота крови при флуоресцеиновом методе сводится к следующему: Готовится щелочный раствор флуоресцеина по следующей прописи: *Fluorescenti 0.05, Natrii bicarbonici 0.1, Aq. dest. 3.0*, раствор кипятится и 2 *лс* его набираются в шприц. Иголкой, насаженной на шприц, пунктируется локтевая вена, шприц передается помощнику и второй широкой иглой пунктируется вена другой руки. Когда из отверстия широкой иглы начинает вытекать кровь, быстро вводится в вену раствор флуоресцеина, и отмечается по секундомеру время введения. Вытекающая каплями кровь набирается в ряд маленьких узеньких пробирок, куда, во избежание свертывания, предварительно налито 1—2 капли 20% раствора щавелево-кислого калия. Каждые 5 секунд, а при необходимости большей точности, каждые 3 секунды подставляется новая пробирка, куда набирается 2—3 капли крови. Таким образом набирается 7—8, а при надобности, больше пробирок. По отстаивании крови, в некоторых пробирках становится заметной флуоресценция плазмы, в одних более слабая, в других более резкая. Время полного оборота крови определяется по первой из пробирок, где заметна флуоресценция.

Значительное упрощение описанного метода предложено недавно Вольгеймом и Ланге⁹⁾. По этим авторам можно, пользуясь ультрафиолетовым освещением в темном помещении, заметить момент, когда после введения флуоресцеина в вену, кровь, протекающая через капилляры губ, начинает флуоресцировать; таким путем можно избежать пункции двух вен.

Мы пользовались флуоресцеиновым методом в его первоначальном виде и, на основании ряда определений скорости кровообращения у сердечно-сосудистых больных, считаем его вполне пригодным для клинических исследований. Вопрос, который нас непосредственно интересовал при этих исследованиях, заключался в выяснении влияния углекислых ванн на скорость кровообращения. Изучение этого гемодинамического фактора, как мы указывали раньше, представляет большой интерес в том отношении, что позволяет учесть результат взаимодействия ряда факторов, из которых складывается функция кровообращения. Занимаясь подробным изучением влияния углекислых ванн на аппарат кровообращения и проанализировав в ряде проведенных нами исследований изменения минутного объема, количества

циркулирующей крови, а также тонуса сосудов, мы сочли необходимым изучить также изменения, которым подвергается время оборота крови. Эти исследования должны были явиться дополнением, позволяющим проверить и синтезировать полученный раньше материал.

Определение времени оборота крови производилось нами до ванны и после нее, иногда в один и тот же день, но чаще в два смежных дня. Исследования проводились на больных с функциональными расстройствами сердечно-сосудистой системы, либо с органическими заболеваниями, хорошо компенсированными. Углекислые ванны готовились из морской воды насыщением углекислотой в аппарате Кифера и имели t° 33—34°.

Переходя к изложению полученных нами результатов, укажем прежде всего, что время оборота крови у исследованной нами группы сердечно-сосудистых больных мало отличалось от нормы и составляло в большинстве случаев 20—25 сек., как это видно из таблицы 1.

ТАБЛИЦА 1.

№ п/п	Больной	Время оборота крови в секундах
1	В.	20—25
2	З.	20—25
3	М.	25—30
4	А.	20—25
5	Ш.	25—30
6	Л.	20—25
7	П.	25—30
8	З.	25—30
9	Д.	20—25
10	М.	25—30
11	Я.	15—20
12	В.	20—25
13	П.	20—25
14	Ш.	25—30
15	Ч.	25—30

Под влиянием углекислой ванны время оборота крови в огромном большинстве случаев сокращалось значительно, примерно на 30—40%. Это укорочение времени оборота крови под влиянием углекислой ванны было резко выражено непосредственно после ванны и сглаживалось минут через 30—40. Это видно из примеров, приведенных в таблице 2.

Таким образом, как видно из приведенных данных, углекислая ванна вызывает значительное ускорение тока крови.

Каков механизм, при помощи которого осуществляется это усиление кровообращения? Из моментов, которые могут при этом играть важную роль, на первое место надо поставить усиление работы сердца, факт, установленный нами при определении минутного и систолического объема¹⁰⁾. Под влиянием углекислой ванны мы могли констатировать нарастание минутного объема на 40—50%, а систолического и того больше. С другой стороны, проведенное нами изучение сосудистого тонуса¹¹⁾ показало, что под влиянием углекислой ванны происходит расслабление сосудистой стенки, иначе говоря, уменьшение перифери-

ТАБЛИЦА 2.

№ п/п	Больной	Время оборота крови до ванны	Время оборота крови после ванны	% изменений	Примечание
1	В.	20—25	10—15	45	
2	З.	20—25	15—20	22	
3	М.	25—30	15—20	36	
4	Л.	20—25	15—20	45	
5	В.	25—30	15—20	36	
6	Б.	25—30	20—25	18	
7	М.	25—30	15—20	36	
8	Г.	25—30	15—20	36	
9	Я.	15—20	10—15	29	Парез $\frac{1}{2}$ часа после ванны.
10	В.	30—35	30—35	0	
11	С.	25—30	25—30	0	Через 40 м. после ванны.

ческого сопротивления. Эти два момента являются наиболее существенными для объяснения усиления энергии кровообращения и сокращения времени полного оборота крови.

Для понимания воздействия углекислых ванн на организм, в особенности, организм сердечного больного, приведенные нами факты имеют большое значение. Мы видим, что воздействие углекислой ванны на аппарат кровообращения сводится, в конечном итоге, к ускорению тока крови через сосудистую систему и, следовательно, к лучшему снабжению тканей и органов питательным материалом и кислородом. Таким образом, констатированное некоторыми исследователями улучшение протоплазмодинамики, наступающее у сердечных больных при лечении углекислыми ваннами, должно рассматриваться на основании приведенных нами данных как следствие гемодинамических сдвигов, отражением которых является сокращение времени полного оборота крови.

Литература. 1. Vierordt, K. Die Erscheinungen und Gesetze der Stromgeschwindigkeit des Blutes. Berlin, 1862. 2. Baumann Z. Klin. Mediz. 121, 263, 1932. 3. Bielschowsky и Lange. D. M. W. 1933, № 45. 4. Hering Ed. Z. f. Physiol. 3, 85 1829. 5. Kahler. Wieg. Arch. f. klin. Mediz. 18, 1929. 6. Winternitz, Deutsch и Brüll. Med. Klin. 1931, № 28. 7. Weiss Robba Blumgart. Amer. Heart 4, 1929. 8. Koch, E. D. Arch. f. Klin. Mediz 140, 39, 1922. 9. Wollheim и Lange. Verhand. d. Deutsch. ges. f. innerl. Mediz. 1931. 10. Срибнер. Углекислые ванны и аппарат кровообращения, труды Всеукр. инст. больн. и курорт., т. III. Одесса, 1934 г. 11. Srinver и Brandenburgsky z. klin. Med. 126, 600, 1934. 12. Eppinger Kisch-Schwarz. Das Versagen des Kreislaufes, Berlin, 1927.