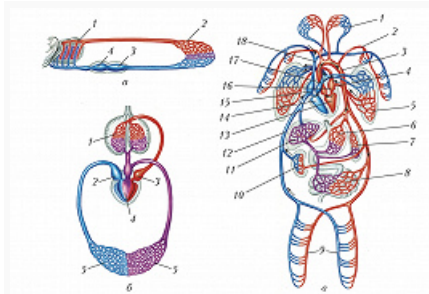


# КРОВООБРАЩЕНИЕ

Авторы: С. М. Чибисов



Схемы кровообращения. У рыб (а): 1 – сосуды жабр; 2 – сосуды тела; 3 – предсердие; 4 – желудочек сердца. У земноводных (б): 1 – сосуды лёгких; 2 – правое предсердие...

КРОВООБРАЩЕНИЕ, движение крови или гемолимфы в кровеносной системе животных и человека, обеспечивающее обмен веществ между всеми тканями организма и внешней средой и поддерживающее постоянство внутр. среды – гомеостаз. Благодаря К. происходит обеспечение всех тканей кислородом ( $O_2$ ) и питат. веществами, удаление из них диоксида углерода ( $CO_2$ ) и конечных продуктов обмена, перенос гормонов, антител и др. физиологически активных веществ. Являясь важнейшим фактором адаптации к меняющимся условиям внешней и внутр. среды, К. обеспечивает терморегуляцию и гуморальную регуляцию в организме. Система К. впервые описана У. Гарвеем в 1628.

Для животных с незамкнутой кровеносной системой (большинство беспозвоночных, в т. ч. членистоногие, мн. моллюски и оболочники) движение гемолимфы обусловлено ритмич. сокращениями сердца (или «сердец») и отчасти сокращениями мускулатуры тела. Для К. такого типа характерны большой объём крови и малая скорость кровотока. У животных с замкнутой кровеносной системой (некоторые беспозвоночные, все позвоночные и человек) дальнейшее развитие системы К. связано в осн. с эволюцией сердца и обусловлено разностью гидростатич. давления в разных отделах кровеносной системы (см. Гемодинамика). У животных с жаберным дыханием (круглоротые, рыбы, кроме двоякодышащих) сердце двухкамерное (имеются предсердие и желудочек). Приводимая им в движение кровь по брюшной аорте и отходящим от неё артериальным дугам движется к жабрам, где насыщается  $O_2$ , затем проходит по сонным артериям к голове, а по спинной аорте распределяется по всем органам. Венозная кровь поступает в сердце от головы по передним, а от туловища по задним кардинальным венам. У земноводных и пресмыкающихся (кроме крокодилов) появляется перегородка в предсердии (трёхкамерное сердце). Венозная кровь из правого предсердия и артериальная из левого переходит в желудочек, откуда движется либо к тканям и затем возвращается к правому предсердию, образуя большой круг кровообращения (БКК), либо к лёгким, где отдаёт  $CO_2$  и обогащается  $O_2$ , а затем в левое предсердие – малый (лёгочный) круг кровообращения (МКК). Т. о., с переходом на лёгочное дыхание появляется спец. малый, или лёгочный, круг К. В желудочке происходит частичное смешивание азрированной и неазрированной крови; часть венозной крови может попадать вместо лёгочных артерий в аорту, а кровь из левого предсердия – частично поступать в лёгочные артерии.

У гомойотермных животных, а также у крокодилов МКК полностью обособлен от БКК межжелудочковой перегородкой (сердце четырёхкамерное). Кровь, выбрасываемая левым желудочком в аорту, через артериальную систему направляется к органам и тканям, а затем по венам и венулам возвращается в правое

предсердие. БКК образует часть сосудистой системы, находящейся между левым желудочком и правым предсердием. Из правого предсердия кровь поступает в правый желудочек и при его сокращении выбрасывается в лёгочную артерию. Через артериолы она попадает в капилляры лёгочных альвеол, где отдаёт  $\text{CO}_2$  и обогащается  $\text{O}_2$ , превращаясь в артериальную, и по лёгочным венам возвращается в левое предсердие.

Сосуды, по которым кровь течёт из правого желудочка в левое предсердие, образуют МКК. Из левого предсердия кровь поступает в левый желудочек и вновь в аорту. Т. о., в правой половине сердца циркулирует только венозная, а в левой – артериальная кровь (у крокодилов из-за наличия отверстия в перегородке, разделяющей желудочки сердца, кровь всё же частично смешивается). У птиц, млекопитающих и у человека принципиальная схема К. одинакова. Полное разделение кругов К. позволило птицам и млекопитающим в неск. раз повысить артериальное давление, увеличить объём крови, выбрасываемый сердцем за 1 мин (минутный объём сердца), скорость кровотока, уровень обмена веществ и др. Однако у млекопитающих такое разделение становится полным лишь через некоторое время после рождения. У плода человека, напр., насыщенная  $\text{O}_2$  и питат. веществами кровь поступает из плаценты по пупочной вене в печень и нижнюю полую вену, где происходит её перемешивание с венозной кровью, оттекающей от нижних конечностей, органов таза, печени и кишечника. В сердце кровь из правого желудочка через боталлов проток, минуя МКК, попадает в спинную аорту. Лёгкие у плода не функционируют. После рождения боталлов проток перекрывается, включается МКК.

Объём крови в разных участках сосудистой системы существенно различается. Напр., у человека ок. 84% общего объёма крови находится в БКК, 16% – в сердце и лёгких. 64% объёма крови в БКК находится в венах, 13% – в артериях и 7% – в артериолах и капиллярах. На сердце приходится 7%, на лёгкие – 9% общего объёма крови. Кровоснабжение разных органов существенно различается в соответствии с выполняемыми ими функциями и зависит от тонуса их сосудов.

Регуляция К. направлена на оптимизацию соотношения кровотока в органах и тканях с уровнем функциональной активности организма. В значит. степени она сводится к регуляции [артериального давления](#), которое поддерживается при условии постоянного тонич. сокращения гладких мышц стенок артериол (нервные импульсы поступают по сосудосуживающим волокнам симпатич. нервной системы). К. контролируется сердечно-сосудистым центром, расположенным в продолговатом мозге, др. структурами головного (в т. ч. гипоталамусом) и спинного мозга. Большое значение имеют рефлекторные и гуморальные механизмы регуляции. Первые обусловлены раздражением баро- и хеморецепторов сосудистых рефлексогенных зон, важнейшая из которых – каротидный синус (расположен в расширении сонной артерии, перед её ветвлением). При изменении химич. состава артериальной крови (парциального давления  $\text{O}_2$  и  $\text{CO}_2$ , pH) возникают рефлексы, вызываемые раздражением хеморецепторов сосудистой системы. Гуморальная регуляция основана на поступлении в жидкие среды организма биологически активных веществ, таких как гормоны и ионы ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{H}^+$ ). Наиболее важные гуморальные факторы, участвующие в регуляции К., – адреналин и норадреналин, ангиотензин II, вазопрессин, эндотелин, брадикинин и гистамин. Расстройства К. могут носить общий (напр., артериальная гипертензия, врождённые и приобретённые пороки сердца) и местный характер. Местные нарушения проявляются артериальной и венозной гиперемией или ишемией и обусловлены тромбозами, эмболиями, атеросклерозом и др. факторами; они являются причинами [инфаркта миокарда](#), [инсульта](#), [эндоартериита облитерирующего](#) и др.

## Литература

Лит.: Гайтон А. К. Физиология кровообращения. Минутный объем сердца и его регуляция. М., 1969; Конради Г. П. Регуляция сосудистого тонуса. Л., 1973; Фолков Б., Нил Э. Кровообращение. М., 1976; Проссер Л. Циркуляция жидкостей в организме // Сравнительная физиология животных. М., 1978. Т. 3; Джонсон П. Периферическое кровообращение. М., 1982; Физиология кровообращения / Под ред. Б. И. Ткаченко. Л., 1984; Власов Ю. А., Окунева Г. Н. Кровообращение и газообмен человека. 2-е изд. Новосиб., 1992; Гайтон А. К., Холл Дж. Э. Медицинская физиология. М., 2008.