

П. КОРЖУЕВ и Н. БУЛАТОВА

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭРИТРОЦИТОВ ХРЯЩЕВЫХ  
РЫБ (КОНЦЕНТРАЦИЯ ГЕМОГЛОБИНА И ИНТЕНСИВНОСТЬ  
ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА)**

*(Представлено академиком К. И. Скрябиным 21 X 1949)*

Закон постоянства концентрации гемоглобина на единицу поверхности эритроцита, установленный Бюркером (2), при ближайшей проверке оказался несостоятельным (3, 4) и др.). Бюркер допустил ошибку при определении величины поверхности эритроцитов. Кроме того, измерение поверхности эритроцитов он произвел на незначительном количестве представителей млекопитающих, стоящих близко друг к другу.

Драстих (5), проверявший справедливость положений Бюркера на этих же объектах, пришел к выводу, что в действительности имеет место постоянство концентрации гемоглобина не на единицу поверхности, а на единицу объема. Справедливость положений, выдвинутых Драстихом, была подтверждена не только на млекопитающих, но и на представителях других классов позвоночных животных.

Однако ряд представителей низших позвоночных (хвостатые амфибии и некоторые рыбы) выделялся из этого правила. Концентрация гемоглобина на единицу объема у них была значительно ниже, чем у наземных позвоночных животных (1, 6). Не могла внести существенных изменений и поправка на объем, занимаемый ядром эритроцита, которое, как известно, не содержит гемоглобина.

Не ясны были причины этого отклонения, так как среди рыб встречались представители, обладающие такой же высокой концентрацией гемоглобина, как и у наземных позвоночных. Можно было думать, что одной из причин, обуславливающих низкий уровень гемоглобина, является анемия как следствие неблагоприятных воздействий, имевших место в естественных или искусственных условиях, окружавших этих рыб.

С целью проверки этого положения были проведены опыты по определению концентрации гемоглобина у некоторых представителей хрящевых рыб, выловленных в естественных местах обитания. Ясно, что о нормальной картине крови можно говорить в случае свежепойманных особей в местах их обычного обитания.

Для опыта были взяты два вида скатов, обитающих в Черном море, — скат шиповатый (*Raja clavata*) и хвостокол (*Trygon pastinaca*). Кровь бралась пункцией из сердца у свежепойманных особей, когда сердце еще сокращалось. Это последнее обстоятельство гарантировало получение пробы крови с нормальным уровнем числа эритроцитов, чего нельзя получить в случае «уснувших» особей.

В качестве показателей были взяты: число эритроцитов, объем эритроцитов, количество гемоглобина и потребление кислорода эритроцита-

ми. Счет эритроцитов производился в камере Бюркера, объем эритроцитов определялся с помощью гематокрита, гемоглобин — гемометром Цейсса и потребление кислорода — манометрическим аппаратом Варбурга.

В табл. 1 представлены некоторые из данных, полученные для *Raja clavata* и *Trygon pastinaca*.

Таблица 1

Животное	Число эритроцитов в млн. в 1 мм <sup>3</sup>	Объем эритроцитов в %	Кол-во гемоглобина в г-%	Объем эритроцита в $\mu^3$	Содержание гемоглобина в эритроците в $\gamma$	Концентрация гемоглобина в %	Потребление O <sub>2</sub> в мм <sup>3</sup>	
							на 1 см <sup>3</sup> эритроцитов	на 1 млрд. эритроцитов
<i>Raja clavata</i> . . . . .	0,22	23,0	3,4	1040	153	15,6	52,0	50,0
	0,24	25,0	4,3	1029	176	17,2	48,0	50,0
	0,20	20,0	3,0	975	146	15,0	46,0	68,0
	0,18	21,2	3,0	1153	164	14,3	54,0	63,8
	0,17	16,0	2,6	941	153	16,2	60,0	70,0
	0,15	14,0	2,1	952	144	15,0	54,0	55,0
<i>Trygon pastinaca</i> . . . . .	0,29	30,5	4,6	1058	160	15,1	49,1	52,1
	0,22	23,0	3,5	1055	160	15,2	48,0	51,4
	0,20	19,0	3,1	970	160	16,3	60,0	50,0

Кровь скатов отличается той особенностью, что она содержит очень малое количество эритроцитов, но крупных размеров (около 1000  $\mu^3$ ) и обладающих очень большой скоростью оседания. Уже через 20—30 мин. эритроциты оседают на дно, разделяя пробу крови на два резко различных слоя: верхний прозрачный, бесцветный — плазму и нижний — форменные элементы.

Кровь скатов содержит очень малое количество гемоглобина, порядка 2,5—4,5 г на 100 см<sup>3</sup> крови. Это значит, что степень насыщения эритроцитов гемоглобином очень мала, если учесть, что объем форменных элементов составляет в среднем 20—25% всей массы крови.

Средняя концентрация гемоглобина в эритроцитах ската колеблется в пределах 15—16%, а с поправкой на объем, занимаемый ядром, едва достигает 19—20%. Эта величина намного ниже среднего уровня концентрации гемоглобина для наземных позвоночных и некоторых представителей костистых рыб, у которых она, как известно, колеблется в пределах 30—35%.

Интересно было выяснить вопрос об интенсивности потребления кислорода эритроцитами скатов как представителей наиболее древних рыб. Известно, что существует мнение, согласно которому безъядерность эритроцитов млекопитающих рассматривается как эффективное приобретение, благодаря которому повышается снабжение организма кислородом, поскольку безъядерные эритроциты транспортируют кислород, почти не потребляя его (7, 8). Можно было бы думать, что в процессе эволюции происходит постепенное снижение интенсивности потребления кислорода эритроцитами как его переносчиками, и что чем древнее организмы, тем интенсивнее потребление кислорода их эритроцитами.

Специально поставленные опыты на аппарате Варбурга показали, что интенсивность потребления кислорода для эритроцитов ската тако-

го же порядка, что и для остальных позвоночных животных (при одинаковых условиях опыта). Так, потребление кислорода при 25° при пересчете на 1 см<sup>3</sup> эритроцитов составляет примерно 50 мм<sup>3</sup> O<sub>2</sub> в час, а при пересчете на 1 миллиард эритроцитов 55—60 мм<sup>3</sup>, т. е. примерно столько же, сколько при этих условиях потребляют ядерные эритроциты наземных позвоночных животных (1).

Поступило  
10 X 1949

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> П. Коржуев, Биохимия, 14, № 4, 338 (1949). <sup>2</sup> K. Bürker, Pflüg. Arch. 195, 516 (1922). <sup>3</sup> H. Götze, Zs. ges. Anat., Abt. 2, Z. Konstitutionslehre, 9, 217 (1923). <sup>4</sup> E. Ponder, Quart. Journ. Physiol., 14, 333 (1924). <sup>5</sup> L. Drastich, Pflüg. Arch., 219, 227 (1928). <sup>6</sup> M. Wintrobe, Folia Haematologica, 51, 32 (1934). <sup>7</sup> А. И. Редфильд, Усп. совр. биол., 3, 332 (1934). <sup>8</sup> Х. С. Коштоянц, Изв., АН СССР, сер. биол., № 2, 253 (1940).