

С. А. ШЕЙНИС

**ФАГОЦИТАРНАЯ СПОСОБНОСТЬ ЯДЕРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ  
КРАСНОЙ КРОВИ**

*(Представлено академиком А. Д. Сперанским 10 X 1950)*

После появления работ И. И. Мечникова, посвященных изучению явления фагоцитоза <sup>(1)</sup>, роль лейкоцитов в иммунитете принималась разными авторами с большей или меньшей готовностью. В настоящее время никто не сомневается в том, что на фоне нервной регуляции клеточный иммунитет играет большую роль в невосприимчивости организма к тому или иному заболеванию. На основании работ Г. К. Хрущова мы знаем, что лейкоциты обладают также способностью стимулировать регенерацию поврежденных тканей <sup>(2)</sup>.

Красной же крови до двадцатых годов настоящего столетия приписывалась в основном лишь способность временно фиксировать кислород, который эритроциты транспортируют, участвуя пассивно в потоке крови, к разным участкам тела. В 1923—1925 гг. Б. Збарский <sup>(3)</sup> доказал, что эритроциты связывают аминокислоты и другие продукты распада белковых тел, в том числе и токсины. На основании ряда работ автор приходит к заключению, что между адсорбционной способностью эритроцитов к данному токсину и восприимчивостью к нему данного вида животных существует зависимость. И. И. Линтварев <sup>(4)</sup> показал, что эритроциты голубя связывают дифтерийный токсин, освобождая от него сыворотку. О. Б. Лепешинская <sup>(5)</sup> детально изучала влияние различных веществ на состояние оболочки эритроцитов с целью вплотную подойти к пониманию процессов, связанных с изменениями их проницаемости, а в связи с этим, и с обменом веществ в организме. Н. М. Николаев <sup>(6)</sup> считает, что при неполном распаде бактерий в организме остаются токсические продукты, которые, как вещества белкового типа, адсорбируются на эритроцитах. От этого эритроциты изменяются и фагоцитируются лейкоцитами или клетками р. э. с. Автор придает большое значение фагоцитозу эритроцитов и их фрагментов. Он трактует этот процесс как звено в круговороте гемоглобина. Л. А. Зильбер и Л. М. Якобсон <sup>(7)</sup> получили из эритроцитарной массы вещество, обладающее антибиотическими свойствами. Авторы назвали его эритрином. По их определению, эритрин душил бактерии, которые оказываются в непосредственной близости с ним.

Таким образом, возникла необходимость по-новому оценить участие красной крови в иммунитете. Из всего вышеизложенного видно, что в настоящий момент нельзя уже считать эритроциты свободными от участия в сложной системе взаимодействия макроорганизма с микроорганизмами и токсинами.

Однако приведенные выше соображения носят характер косвенных доказательств этого утверждения. Остается решить вопрос, в чем

кроется сущность участия эритроцитов в иммунитете. На этот вопрос ответ может быть дан только после изучения его в филогенезе, так как роль эритроцита как клетки в иммунитете может проявиться только на той ступени эволюционной лестницы, на которой он представляет собой

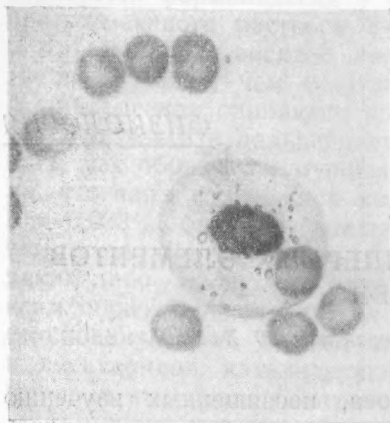


Рис. 1. Эритроцит лягушки, фагоцитировавший эритроцит человека и палочки Коли (*Bact. coli*) вне организма

полноценную клетку, обладающую всеми признаками, характеризующими клетку как с морфологической, так и с функциональной стороны. Считать же безъядерный эритроцит млекопитающих полноценной клеткой в отношении морфологии или функции нет никаких оснований.

Исходя из этого, я приступила к изучению эритроцитов разных представителей позвоночных. Ряд экспериментов над эритроцитами лягушки обнаружил их способность фагоцитировать микроорганизмы (см. рис. 1). Показанные мною эксперименты на фагоцитарный индекс *in vitro* по методу Е. Н. Мосягиной<sup>(8)</sup> с *Staphylococcus aureus* и *Bact. coli* показали, что через  $\frac{3}{4}$  часа при комнатной температуре эритроциты лягушки фагоцитируют и то и другое. Эритроциты лягушек, которым в спинной лимфатический мешок были введены стафилококки или палочки, оказались хорошо загруженными теми или другими.

Многочисленные наблюдения *in vivo* и *in vitro* показали, что способность эритроцитов лягушки фагоцитировать микроорганизмы усиливается после воздействия на лягушку кровью морской свинки, промытыми эритроцитами или сывороткой кролика путем введения их в ее лимфатический мешок, а также после спленэктомии.

Далее, изучая это свойство эритроцитов лягушки, я решила испытать их способность к эритрофагоцитозу и убедилась, что при смешивании цитратной крови лягушки с промытыми эритроцитами кролика *in vitro* при комнатной температуре эритроциты кролика поглощаются эритроцитами лягушки. Те же результаты были получены при смешивании крови лягушки с промытыми эритроцитами человека и цыпленка, а также *in vivo* после введения в ее лимфатический мешок эритроцитов млекопитающих<sup>(9)</sup>.

Следовательно, эритроциты лягушки способны поглощать бактерии и другие корпускулярные тела. Ядерные эритроциты теплокровных (птиц) давали сначала при тех же условиях неясные результаты. Опыты *in vitro* с золотистым стафилококком и палочкой Коли не давали столь четкой картины фагоцитоза, как опыты, приведенные выше. Когда я вводила цыплятам эритро-

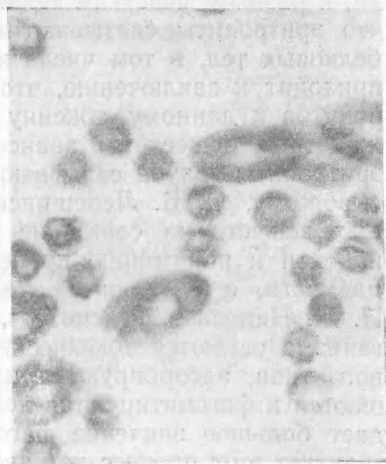


Рис. 2. Эритроцит цыпленка, фагоцитировавший эритроцит барана вне организма

Следовательно, эритроциты лягушки способны поглощать бактерии и другие корпускулярные тела.

Ядерные эритроциты теплокровных (птиц) давали сначала при тех же условиях неясные результаты. Опыты *in vitro* с золотистым стафилококком и палочкой Коли не давали столь четкой картины фагоцитоза, как опыты, приведенные выше. Когда я вводила цыплятам эритро-

циты или сыворотку млекопитающих, как это делала с лягушками, то небольшое количество эритроцитов цыплят обнаруживало в своем теле бактерии. Возможно, что реакция организмов была различна по той причине, что лягушки получали инъекцию в лимфатический мешок, а цыплята под кожу. Такое объяснение находит себе подтверждение в опытах А. Д. Сперанского и его сотрудников, которые показали, что характер реакции организма при введении того или иного инфекционного возбудителя или химического вещества зависит от особенностей местных рецепторных аппаратов <sup>(10)</sup>.

Когда же я вызывала у цыплят гемолиз и усиленную регенерацию красной крови, при экспериментальной гемолитической болезни, их эритроциты проявили в полной мере свою фагоцитарную способность.

Таким образом, птичьи эритроциты, обладая, как и эритроциты лягушки, фагоцитарной способностью, проявляют ее в иных условиях и в иной степени. Убедившись в том, что птичьи эритроциты проявляют эту способность несколько слабее, чем эритроциты лягушки, я обратила внимание на то, что их фагоцитарная способность выявлялась в условиях усиленного гемолиза и бурного эритропоэза. Это обстоятельство можно объяснить тем, что в периферической крови при указанных условиях содержится значительное количество молодых, ускоренно сформировавшихся эритроцитов. Они сохранили больше свойств типичной полноценной, еще не очень специализированной клетки.

Кровь нормального цыпленка, смешанная с кровью барана, обнаруживает способность его эритроцитов фагоцитировать эритроциты барана (см. рис. 2).

Итак, эритроциты птиц обладают способностью фагоцитировать бактерии и другие корпускулярные тела.

Для получения ответа на вопрос о том, способны ли к фагоцитозу ядерные элементы красной крови млекопитающих и человека, пришлось обратиться к препаратам, приготовленным из кроветворных органов детей, погибших от эритроblastоза или другой формы гемолитической болезни, а также животных с экспериментальной гемолитической болезнью. Действительно, мне удалось в цитограммах костного мозга ребенка, погибшего от эритроblastоза, а также костного мозга щенка и морской свинки, у которых мною была экспериментально воспроизведена модель гемолитической болезни с типичным нормо- или эритроblastозом, обнаружить эритро- и нормобласты, фагоцитировавшие бактерии, фрагменты клеток и, чаще всего, целые эритроциты (см. рис. 3).

Итак, ядерные элементы красной крови человека и млекопитающих способны фагоцитировать бактерии и другие корпускулярные тела.

Вслед за этим естественно было поставить вопрос о том, не сохранил ли безъядерный эритроцит способность к фагоцитозу. Подытожив данные ряда экспериментальных работ, посвященных вопросам, касающимся эритропоэза, и сделав обобщение данных об изменениях эритроцитов в филогенезе млекопитающих, могу считать, что в полной мере фагоцитарная способность в безъядерном эритроците не могла

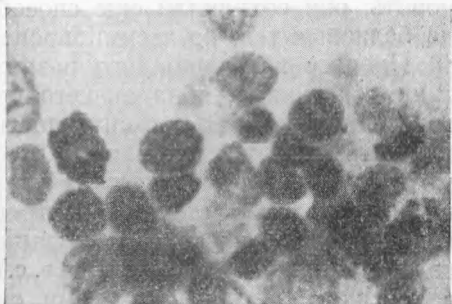


Рис. 3. Цитограмма (по методу М. К. Покровской) костного мозга морской свинки, у которой была экспериментально воспроизведена модель гемолитической болезни с нормобластозом. В центре два нормобласта, из которых нижний фагоцитировал эритроцит, а верхний — фрагмент эритроцита

сохраниться по той причине, что эритроцит, лишенный ядра, утратил свою полноценность как клетка.

Вместе с тем можно допустить, что бартоinelлоз и проникновение плазмодия малярии в эритроцит — это особые измененные формы фагоцитоза, еще сохранившиеся в безъядерном эритроците в процессе эволюционного развития организма. Правда, и малярийный плазмодий и возбудитель бартоinelлоза мы называем паразитами крови, потому что эритроцит от них гибнет, не справившись с их токсином. Но по наблюдениям М. К. Покровской <sup>(11)</sup> то же происходит с сегментоядерными нейтрофилами, когда они при легочной чуме фагоцитируют чумную бациллу.

Филогенез млекопитающих, как всякий эволюционный процесс, дает нам возможность уловить в развивающемся организме явления прогрессивного и регрессивного характера. К числу последних относится способность элементов красной крови к фагоцитозу. Факты говорят о том, что, участвуя в иммунитете, безъядерные эритроциты млекопитающих проявляют следы тех способностей, которыми они обладали в организме предков млекопитающих. Утратив в основном способность фагоцитировать, они сохранили еще способность адсорбировать продукты распада белковых тел, но ассимилировать их уже неспособны \*.

Процесс эволюционного развития продолжается. Дальнейшая адаптация организма, обладающего безъядерными эритроцитами, способны лишь связывать токсин, но неспособными его ферментативно расщеплять, выражается в том, что при токсикозе в селезенке, костном мозгу, печени, лимфатических узлах, а иногда и в периферической крови происходит усиленный эритрофагоцитоз <sup>(13)</sup>. Множество эритроцитов, нагруженных токсином, фагоцитируется лейкоцитами или соединительнотканнкими клетками (р. э. с.). Они разрушают эритроциты вместе с токсином, который был ими связан. Относительно кратковременное существование безъядерного эритроцита в периферической крови еще более сокращается при токсикозе <sup>(14)</sup>. Разрушаясь вне фагоцита, он отдает крови токсин, им ранее связанный. Усиленный эритрофагоцитоз избавляет организм от опасности вторичного наводнения крови токсинами.

Институт педиатрии  
Академии медицинских наук СССР

Поступило  
29 IX 1950

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> И. И. Мечников, Лекции о сравнительной патологии воспаления, 1947.  
<sup>2</sup> Г. К. Хрущов, Роль лейкоцитов крови в восстановительных процессах в тканях, М., 1945. <sup>3</sup> Б. Збарский, Журн. эксп. биол. и мед., № 2 (1925). <sup>4</sup> И. И. Линтварев, Доклад на втором съезде патологов, 1925. <sup>5</sup> О. Б. Лепешинская, Оболочки животных клеток и их биологическое значение, М., 1946. <sup>6</sup> Н. М. Николаев, Обмен веществ и проблема кроветворения, 1927. <sup>7</sup> Л. А. Зильбер и Л. М. Якобсон, Журн. микроб., эпидем. и иммунол., № 12 (1946). <sup>8</sup> Е. Н. Мосягина, Фагоцитарная способность лейкоцитов в крови как показатель реактивности организма, Диссертация, М., 1943. <sup>9</sup> С. А. Шейнис, Сборн., посвящ. 75-летию Г. Н. Сперанского, М., 1950. <sup>10</sup> П. Я. Мытник, Сборн. трудов, посвящ. 60-летию со дня рождения А. Д. Сперанского, М., 1950. <sup>11</sup> М. К. Покровская и М. С. Каганова, Мед. раб., 1 VIII 1945. <sup>12</sup> Б. Збарский, Журн. эксп. биол. и мед., № 1 (1925). <sup>13</sup> И. И. Линтварев, Русск. клин., 41, 341 (1927). <sup>14</sup> И. И. Линтварев, Рус. врач (1911).

\* Об этом четко говорят факты, обнаруженные в экспериментах Б. Збарским <sup>(12)</sup>, получившим после кипячения крови, эритроциты которой адсорбировали токсин, почти то же количество токсина, которое было связано эритроцитами.