

Э. И. АЙЗЕНБЕРГ-ТЕРЕНТЬЕВА

**ЦИТОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ  
КОСТНОГО МОЗГА**

*(Представлено академиком К. И. Скрябиным 29 XI 1949)*

Кроветворение изучалось многими исследователями с разных сторон. Как известно, существуют значительные противоречия во взглядах на происхождение тех или иных кровяных клеток, которыми порождается и большое разнообразие в обозначении различных кроветворных элементов. Нам казалось интересным изучить цитологию кроветворных элементов с морфологической и физиологической сторон. В настоящем сообщении для получения картины кроветворения в динамике мы приводим результаты своих исследований клеток кроветворного ряда костного мозга животного, взятого в разных возрастах.

**Объект и методика.** Объектом исследований была выбрана белая крыса, животное с лимфоцитарным типом крови. Работы по изучению костного мозга крысы немногочисленны, причем все они описывают костный мозг взрослого животного, не приводя возрастной динамики кроветворения. Нами изучено 55 крыс разных возрастов от рождения до половозрелости. Часть животных была выращена в лаборатории с момента рождения, у другой части возраст определялся по весу. Костный мозг в основном добывался из бедра. Костный мозг исследовался из разных участков кости. Миелограмма высчитывалась для 500 ядерных клеток, а в ранних возрастах подсчитывалось 1000 клеток. Подсчет производился на мазках и срезах. Почти у всех крыс изучение костного мозга контролировалось взятием крови. Фиксация и окраска: спирт, ценкер-формол, азур II-эозин, майгрюнвальд.

**Кровь.** В табл. 1 приводятся выборочные данные по составу крови у 18 крыс. Обращает на себя внимание значительное снижение количества эритроцитов у молодых животных по сравнению с половозрелыми. Лейкоцитов в первые дни жизни также меньше, чем это наблюдается у взрослого животного. С возрастом животного нарастание числа эритроцитов в крови идет более быстрыми темпами, чем увеличение числа лейкоцитов, и уже через несколько дней после рождения число эритроцитов достигает своего обычного уровня. Формула крови у крысы лимфоцитарная. Малые лимфоциты морфологически схожи с подобными элементами человеческой крови. Постоянно имеется некоторое количество больших лимфоцитов. Моноцитов нами отмечается несколько больше, чем это описано у других авторов. Это, возможно, объясняется наличием переходных форм в крови у крыс между моноцитами и лимфоцитами, которые в литературе описывались как моноцитойды. Все юные формы отнесены нами в группу несегментированных гранулоцитов. Сегментированные элементы особых отличий от неоднократно описанных не имеют.

Таблица 1

№ крыс	Возра	Эритроциты	Лейкоциты	Гранулоциты нейтроф. сегмент	Гранулоциты нейтроф. не-сегмент.	Гранулоциты эозиноф.	Лимфоциты малые	Лимфоциты большие	Моноциты
K-56	6 час	3 800 000	3 900	19	8	2	54	10	7
K-57	1 сутки	4 900 000	4 200	17	8	—	56	10	9
K-42	2 сут.	5 000 000	5 600	18	7	1	57	9	8
K-43	3 »	5 000 000	5 900	28	5	2	50	9	6
K-44	4 »	4 850 000	5 200	19	4	—	60	8	9
K-46	5 »	5 300 000	6 700	20	2	2	60	7	9
K-60	6 »	5 400 000	6 100	23	2	5	56	9	5
K-48	7 »	6 100 000	6 900	21	4	2	59	7	7
K-49	8 »	5 900 000	8 400	16	3	—	71	5	5
K-63	9 »	6 100 000	8 900	27	2	1	61	4	5
K-52	11 »	6 200 000	8 400	19	4	1	62	6	8
K-53	12 »	5 900 000	9 400	23	—	1	57	8	11
K-55	16 »	6 200 000	8 900	22	1	3	63	3	8
K-33	23 »	7 100 000	11 700	25	3	2	58	5	7
K-36	25 »	6 300 000	12 900	26	6	2	53	5	8
K-24	1,5 мес.	6 100 000	11 600	24	3	3	60	4	6
K-35	3 »	6 600 000	13 200	29	3	2	54	5	7
K-32	3 »	5 900 000	14 400	26	2	1	63	2	6

## Костный мозг.

## Эритропоэтический ряд

Во всех возрастах животного мы встречались в основном с тремя типами клеток, для которых приняли обозначения: эритробласт, поздний эритробласт и нормобласт.

**Эритробласты.** Наиболее молодая, сильно базофильная клетка в этом ряду круглая или, редко, чуть неправильной формы. Величина клетки в 2—3 раза больше зрелого эритроцита. Ядро круглое или слегка овальное. Хроматин в ядре имеет сетчатые структуры и интенсивно красится. Структура ядра и его контрастная окраска дают возможность легко отличать эти клетки. Границы клеток и ядра на мазках резко очерчены. Часто встречаются митозы.

**Поздние эритробласты.** В эту группу входят клетки, описанные различными авторами как большие нормобласты или макробласты <sup>(1)</sup>, и как просто эритробласты <sup>(2)</sup>. Клетка уменьшается в размерах, цитоплазма сперва остается преимущественно базофильной, в более поздних стадиях (полихроматофильный эритробласт) в протоплазме появляется более бледная зона перинуклеарного расположения с слабо розовым окрашиванием. С возрастом клетки эта зона растет. Ядро базофильно, имеет еще грубые структуры хроматина. Митозы редки, amitotическое деление встречается чаще.

**Нормобласты.** Клетка еще больше уменьшается в объеме. Ядро очень плотное, бесструктурное. Иногда ядро редуцируется до пикнотического комочка хроматина. Митозов нет. Наряду с изолированными ядрами в препарате нам удавалось наблюдать также и клетки с ядрами, находящимися на разных стадиях выталкивания из клеток. В отдельных нормобластах мы отмечали распад ядра на отдельные глыбки хроматина, дающие положительную фельгеновскую реакцию.

## Миелоидный ряд.

При классификации миелоидных клеток мы приняли смешанный принцип, считаясь при определении зрелости клетки с состоянием ее ядра и с числом накопленных в цитоплазме специфических гранул.

**Миелобласты.** Круглая или слегка овальная клетка. Протоплазма голубовато-серого тона, иногда темно-голубая. Ядро круглое, реже чуть овальное. Хроматин дает нежные сетчатые структуры. В ядре

1—4 ядрышка. Иногда цитоплазма сильнее красится основными красками, чем отдельные структуры ядра.

**Промиелоциты.** С момента появления зернистости в миэлобласте мы определяем клетку как промиэлоцит. Они обычно крупнее, чем миэлобласты. Ядро промиэлоцита иногда слегка вогнуто. В ядре 1—2 ядрышка.

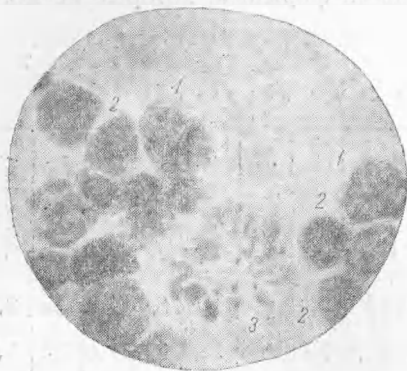


Рис. 1. 1 — эритробласты. 2 — поздние эритробласты, 3 — митоз эритробласта



Рис. 2. 1 — миэлобласты, 2 — промиэлоцит, 3 — метамиэлоцит, 4 — гранулоцит, 5 — поздний эритробласт, 6 — нормобласты

**Миэлоциты.** Клетки, наполненные специфической грануляцией, круглой или чуть овальной формы. Отдельные клетки большей, чем промиэлоциты, величины. Цитоплазма значительно менее базофильна. Ядро сохраняет круглую или слегка вогнутую форму. Ядрышки отмечаются редко. Большинство миэлоцитов представляет собой нейтрофилы (соответственно, метамиэлоциты и гранулоциты).



Рис. 3. Миэлоциты разной зрелости. Нормобласт с ядром, выходящим из клетки

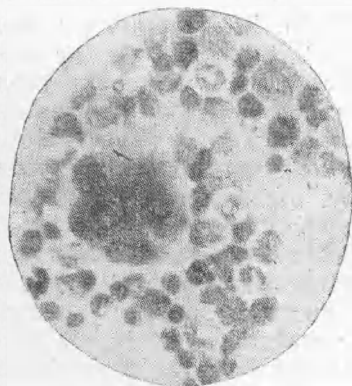


Рис. 4. Малое увеличение. Мегакариоцит

**Метамиэлоциты.** Клетки меньшей, чем миэлоциты, величины. Цитоплазма почти утрачивает свои базофильные свойства. Ядро полиморфно, часто имеет форму кольца. Ядрышек в ядре нет.

**Гранулоциты.** Зрелые полинуклеары со специфической грануляцией, заполняющей всю клетку. Цитоплазма полностью теряет базофильные свойства. Ядро имеет различную степень зрелости от неправильного кольца (недавнего метамиэлоцита) до полностью сегментированного ядра зрелого гранулоцита.

**Базофильные агранулоциты.** В эту группу, пользуясь терминологией Кедровского, мы относим все базофильные незернистые клетки (мононуклеары), как то: лимфоциты, моноциты, плазмоциты и др. Подавляющее большинство в этой группе представляют лимфоциты. Моноциты крайне редки. Плазмоциты чаще встречаются у молодых животных.

Мегакариоциты. Постоянно встречаются в костном мозгу. По своей окраске, по полиморфному ядру не отличаются от мегакариоцитов человека. Их всегда больше у молодых животных.

Кроме перечисленных клеточных элементов, почти во всех препаратах мы встречались с отдельными клеточными формами, которые не могли с точностью классифицировать.

Таблица 2  
Сводные данные по различным возрастам

Число исследов. животных	Возраст животных	Всего эритроидн. клеток, %	Всего миелоидн. клеток, %	Всего всех др. клеток, %	Отношение миелоидн. кл. к эритроидн. кл.	Эритробласты	Поздние эритробласты	Нормобласты	Миелобласты	Промиелоциты	Миелоциты	Метамиелоциты	Гранулоциты	Базофильн. агранулоц.	Мегакариоциты
4	До суток	45	44,5	10,5	0,98	9,0	18,0	19,0	5,0	8,0	12,0	11,0	7,5	8,5	2,0
13	1—7 суток	37,5	52,0	10,5	1,4	4,0	14,5	19,0	7,0	11,0	13,0	11,0	10,0	9,5	1,0
10	8—14 суток	29,5	62,5	8,0	2,1	2,2	7,5	19,8	2,7	6,2	18,4	19,8	15,4	7,5	0,5
13	15 сут. — 1 мес.	28,5	62,5	9,0	2,1	1,6	5,5	21,4	1,5	4,5	20,5	20,0	16,0	8,7	0,3
5	1—2 мес.	25,0	66,0	9,0	2,6	1,3	3,7	20,0	1,5	3,9	23,8	20,1	16,7	8,8	0,2
10	2—3 мес.	23,5	67,0	9,0	2,8	1,0	2,5	20,0	0,3	2,8	25,2	20,5	17,2	8,8	0,7

Табл. 2 представляет сводные средние данные по составу костного мозга крысы, начиная от первых часов после рождения до 3-месячного возраста. Как видно из табл. 2, в первые сутки жизни преобладает эритропоз, особенно это относится к первым часам жизни. Высокого уровня эритропоз достигает и в первую неделю жизни животного, затем он постепенно снижается к 3-месячному возрасту. В миелоидном ряду, напротив, мы отмечаем нарастание миелоидной активности по мере роста крысы. Внутри обоих рядов гемопоэза отмечается перегруппировка отдельных клеточных типов. Количество эритробластов в первые часы жизни равно 9%, поздних эритробластов — 18%. С возрастом это число молодых клеток снижается, уже через неделю достигая, соответственно, 4 и 14,5% от общего числа ядерных элементов. Внутри миелоидного ряда идет более или менее постепенное нарастание числа промежуточных форм белых клеток. Интересно отметить, что миелобластов значительно больше не в первые часы постэмбриональной жизни, а только через сутки, когда уже намечается снижение темпов эритропоза. Число миелобластов продолжает расти примерно до недельного возраста, а затем оно значительно снижается. Отмечается нарастание числа более зрелых элементов миелоидного ряда. У взрослого животного преобладающим в костном мозгу является миелопоэз (табл. 2). Базофильные агранулоциты, как целая группа клеток, не дают резких колебаний в своем развитии. Внутри этой группы, как мы уже отмечали, наблюдается уменьшение количества плазматических клеток и увеличение числа лимфоцитов по мере роста животного. Наблюдается также снижение числа мегакариоцитов.

Центральный институт гематологии и переливания крови  
Министерства здравоохранения СССР

Поступило  
16 IV 1949

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> A. Ashkenasy, Le sang, 17, No. 6 (1946). <sup>2</sup> P. Liessens, Le sang, 17, No. 7 (1946).