

С. Д. ТУМЯН, А. М. ИГИТХАНИЯН

О РЕГЕНЕРАЦИИ КОСТНОГО МОЗГА ПОСЛЕ ЕГО РАЗРУШЕНИЯ

Вопрос регенерации костного мозга после его травматического разрушения изучен недостаточно, а имеющиеся в доступной литературе единичные исследования не полностью освещают все данные этого вопроса.

В 1888 г. Ф. А. Василевский [3] в опытах на собаках и кроликах вызывал разрушение костного мозга трубчатой кости проволокой, проведенной через трепанационное отверстие. Исходя из своих опытов, он пришел к выводу, что после такого механического разрушения костный мозг восстанавливается, а операция эта животными легко переносится.

Подавляющее большинство опубликованных работ касается частичного разрушения костного мозга, наблюдавшегося при ряде хирургических вмешательств и исследований, проводимых для установления роли костного мозга в регенерации кости. О. Н. Богораз [2] в опытах на 7 собаках после частичного выскабливания костного мозга из трубчатой кости установил восстановление такового.

На основании опытов, произведенных на 17 собаках с целью выяснения роли костного мозга в регенерации кости, В. А. Молчанов [6] пришел к выводу, что удаление костного мозга не только влияет на рост кости, но даже вскоре после этого костномозговой канал заполняется новообразованной губчатой костной тканью с миелоидным костным мозгом, залегающим между костными балками.

Ряд авторов (Я. Г. Дубров [5], Ф. Р. Богданов [1], Г. И. Герцен [4], С. Д. Тумян, А. М. Игитханиян [7] и др.) в экспериментах также наблюдал восстановление костного мозга после частичного его разрушения металлическим стержнем в трубчатых костях.

Настоящее сообщение основано на анализе морфологических результатов экспериментов, поставленных на 20 кроликах. Весь материал был разбит на 5 серий опытов.

Разрушение костного мозга осуществлялось путем введения жидкости под давлением в костномозговой канал. На обоих эпифизах большой берцовой кости в кортикальной части ее с помощью шила производились отверстия диаметром в 4 мм на проксимальном и в 2 мм на дистальном конце. В последнее отверстие вставлялась игла, которая всаживалась плотно, и под большим давлением в костномозговой канал шприцем вливался 1/2% раствор новокаина. При этом костный мозг в виде цилиндра полностью выталкивался из диафиза кости. Промывание продолжалось до появления чистого раствора из противоположного

отверстия. Операционные раны орошались раствором пенициллина и зашивались наглухо.

С целью уточнения эффективности этого способа непосредственно после операции один кролик (№ 1) был забит и большая берцовая кость подверглась изучению. В препаратах из разного отдела диафиза макро- и микроскопически следов костного мозга не было обнаружено.

Подопытные кролики после постановки опыта были забиты воздушной эмболией в заранее намеченные сроки (10, 20, 30, 40, 60 дней).

У одного кролика (№ 38) после операции раны нагноились; этот случай нами не учтен. У остальных кроликов как до операции, так и после опыта производилось исследование периферической крови. После разрушения костного мозга наблюдалось понижение количества эритроцитов, минимум до 2980000 и понижение гемоглобина—до 56% и, наоборот, повышение количества ретикулёцитов. Со стороны белой крови закономерных изменений не наблюдалось. У некоторых кроликов отмечался нерезко выраженный лейкоцитоз (14 000), а у остальных или не было отклонений, или отмечалась незначительная лейкопения. У единичных кроликов в периферической крови обнаруживались молодые формы лейкоцитов, которые быстро исчезали.

Следует отметить, что указанные изменения со стороны периферической крови носили временный характер и спустя некоторое время после операции картина крови возвращалась к норме.

Кости, взятые для микроскопического исследования, после освобождения от мышц фиксировались в 10% растворе формалина. Для лучшей и быстрой фиксации материала предварительно отпиливались оба эпифиза большой берцовой кости. После декальцинации вырезывались кусочки поперечно, толщиной около 1 см. Один кусочек брался из середины диафиза, при этом учитывалось расстояние между двумя сверловыми отверстиями, сделанными во время операции. Далее аналогичные кусочки срезались из дистального и проксимального концов кости. В некоторых случаях готовились и продольные препараты. Препараты уплотнялись в спиртах и заливались в целлоидин. Окраска гематоксилин-эозином и по Ван-Гизону.

Для сравнения готовились препараты из нормальной большой берцовой кости того же кролика.

Результаты I серии опытов. Изучение препаратов большой берцовой кости у 4 кроликов через 10 дней после постановки опыта показало, что костномозговой канал заполнен тканью и сгустками крови. Микроскопически ткань, заполняющая костномозговой канал трубчатой кости, построена из звездчатых ретикулярных клеток, располагающихся довольно густо и беспорядочно. Между ними залегают круглые клетки в меньшем количестве. Всюду наблюдается обилие растянутых кровью капилляров; особенно их много в местах, где идет формирование остеонидных и костных балок. Здесь просветы их чрезмерно растянуты кровью, порой они образуют лакуны, наполненные кровью. Много новообразованных костных и остеонидных балок, которые в одних препаратах располагаются преимущественно у одной стороны костномозгового канала, а в других срезах охватывают почти весь канал циркулярно. Наряду с этим определяются большие скопления остеобластов, формирующих костные балки. Между отдельными костными балками, которые спаяны с основной костью, видны гаверсовы каналы, ко-

которые своими просветами открываются в костномозговой канал. Полость их выполнена ретикулярной тканью с сосудом, а слой остеобластов, покрывая непосредственно их стенку, продолжается также и на поверхность новообразованных костных балок.

Наружная поверхность кости на некотором протяжении покрыта костными разрастаниями. В этих участках отмечается изменение тонкой структуры кости в виде расширения некоторых гаверсовых каналов (рис. 1).

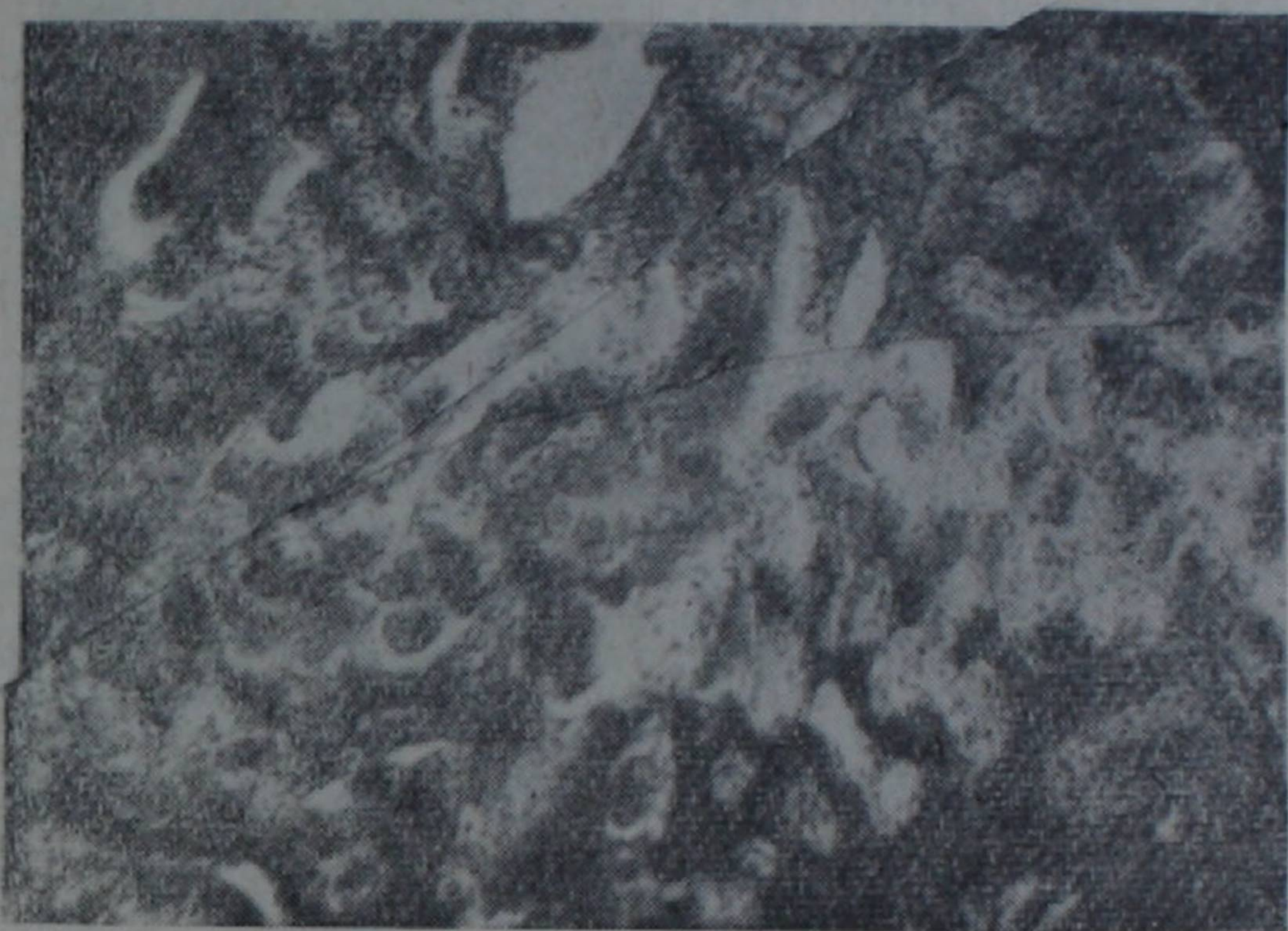


Рис. 1,

Результаты II серии опытов. Сюда вошли 4 кролика. К 20 дню костномозговой канал большой берцовой кости заполнен ретикулярной тканью с меньшим содержанием клеток. Густая сеть растянутых кровью капилляров пронизывает во всех направлениях. Несколько в стороне располагаются две артерии рядом. При окраске пикрофуксином в этом участке обнаруживаются тонкие волокна, окрашивающиеся в розовый цвет. Эти волокна окаймляют также указанные артерии. На противоположной стороне среди ретикулярной ткани обнаруживаются костные балки, но в меньшем количестве, чем в препаратах предыдущего срока. Отдельные балки спаяны непосредственно с компактной костью. Поверхность костных балок покрыта остеобластами в один ряд. Местами встречаются небольшие скопления клеток кровотворного характера. Со стороны основной кости больших изменений не отмечается, за исключением расширения отдельных гаверсовых каналов (рис. 2).

Результаты III серии опытов. Микроскопическому исследованию подвергнуты 3 кролика. Через 30 дней после операции костномозговой канал большой берцовой кости заполнен ретикулярной тканью, обильно богатой полнокровными кровеносными капиллярами. Просветы нескольких сильно растянуты кровью. Встречаются и лимфатические капилляры с широкими просветами, но в меньшем количестве. Среди ретикулярной ткани встречаются жировые клетки в небольшом количестве. Клетки кровотворного характера обнаруживаются то меньшими, то большими скоплениями. В части костномозгового канала, ближе к кости обнаруживаются костные балки преимущественно небольшой толщины, располагающиеся свободно в указанной ткани. На поверхности костных балок виден слой из остеобластов, а кое-где выявляются и многоклеточные клетки типа остеокластов.

Результаты IV серии опытов. Эксперименту подвергнуты 4 кролика. Через 40 дней после постановки опыта костный мозг, заполняющий канал трубчатой кости, в основном жировой с очагами кровотообразования. Имеется значительное количество кровеносных капилляров, растянутых кровью и единичные артерии среднего калибра и покрупнее. От контрольного препарата костного мозга отличается малым содержанием

клеток кроветворения. Последние преимущественно располагаются по периферии препарата между жировыми клетками; число их невелико. Со стороны самой кости структурных изменений не отмечается. В препаратах, взятых из разных уровней большой берцовой кости, наблюдается, что насыщенность костного мозга кроветворными эле-

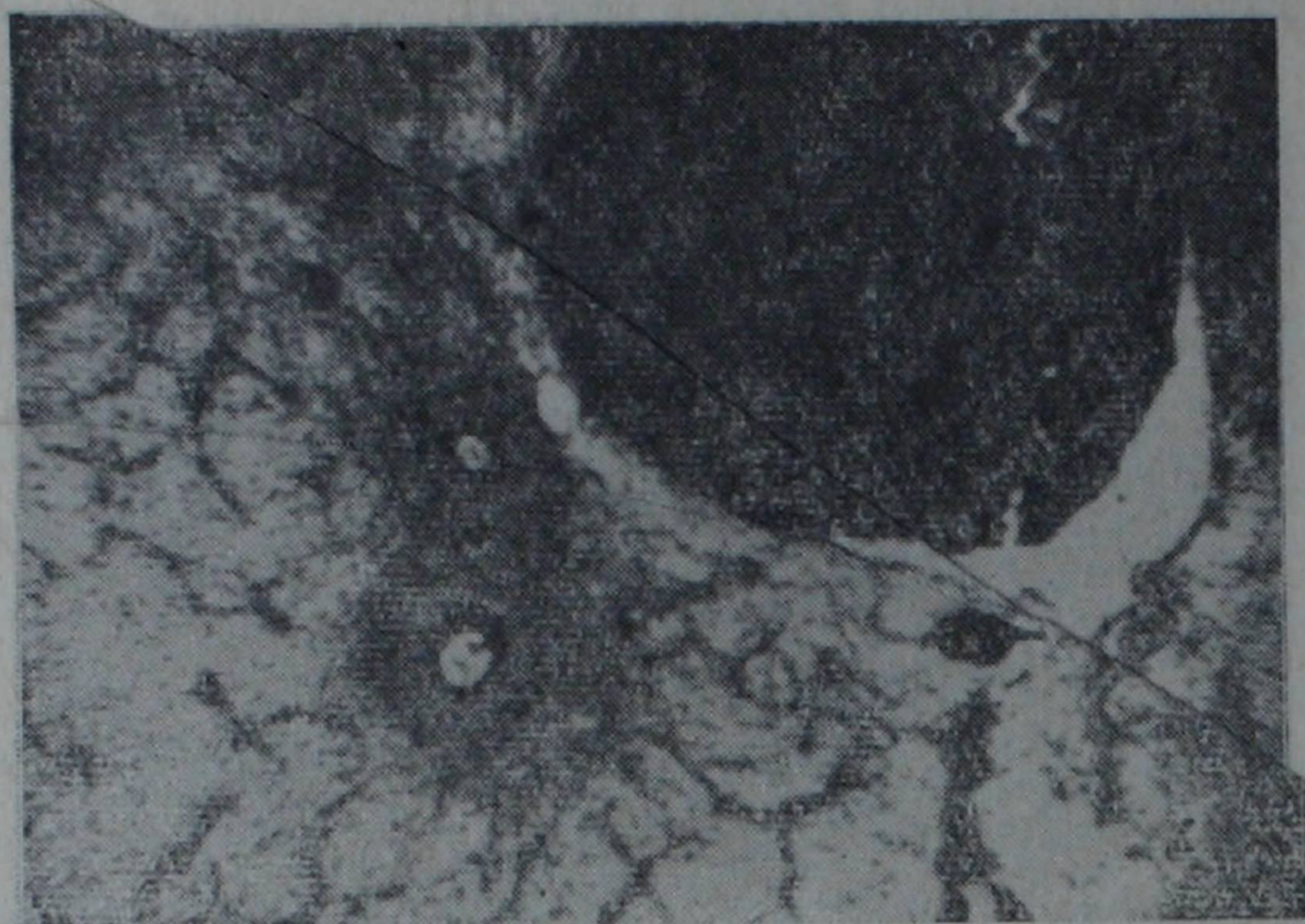


Рис. 2.

ментами варьирует—то меньше, то больше их. Такое явление наблюдается и в отношении препаратов, взятых у разных кроликов этой же серии опытов. Из 4 кроликов только у одного в срезах в новообразованном костном мозге выявляются костные балки небольших размеров в малом количестве.

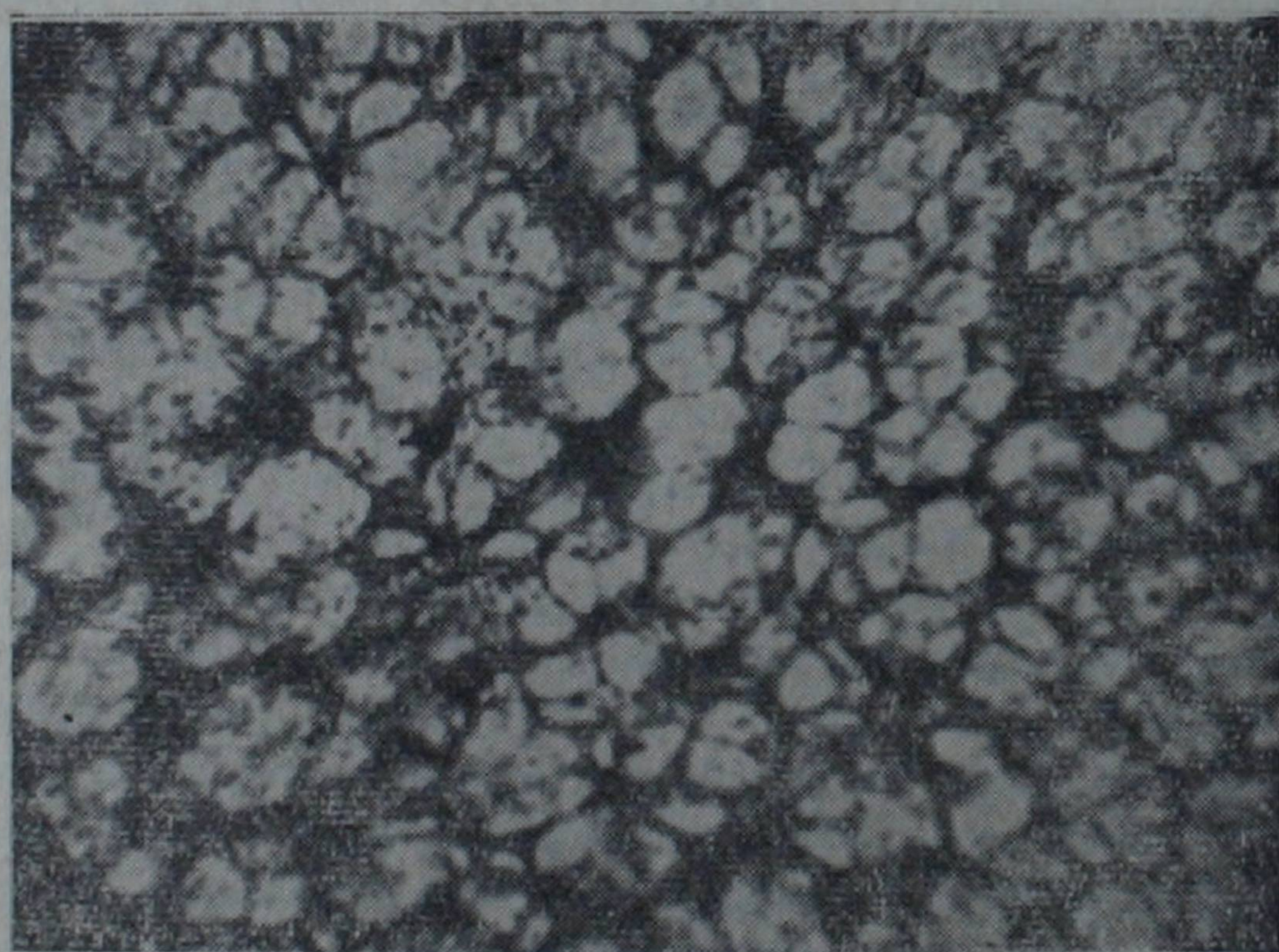


Рис. 3.

Результаты V серии опытов. Для этой серии использованы 3 кролика. Через 60 дней после операции ткань, заполняющая костномозговой канал большой берцовой кости, почти ничем не отличается от контрольного препарата костного мозга. Она построена из жирового и кроветворного костного мозга. Отмечается довольно большое количество кровеносных капилляров, растянутых кровью, и наличие артерии среднего калибра с хорошо выраженной стенкой. Клетки кроветворного характера распределяются неравномерно—то в виде мелких скоплений, то располагаются враспыленную. В ряде мест они группируются вокруг полнокровных капилляров. Иногда в этих

клеточных массах обнаруживаются большие клетки типа мегакариоцитов. Отличие от контрольного препарата костного мозга выражается лишь в нерегулярности распределения кровотворных клеток и в сравнительно меньшей насыщенности ими (рис. 3).

З а к л ю ч е н и е

На основании микроскопического изучения препаратов, полученных после полного разрушения костного мозга одной большой берцовой кости кролика, путем вымывания его под большим давлением струей жидкости из шприца, отмечается, что вскоре после этого костный мозг восстанавливается и заполняет весь костномозговой канал.

Через 10 дней после постановки опыта костномозговой канал большой берцовой кости заполняется молодой ретикулярной тканью, богатой клетками и множеством кровеносных капилляров, растянутых кровью. Встречаются и артерии среднего калибра с хорошо выраженной стенкой. В этой ткани обнаруживаются новообразованные остеодные и костные балки, почти заполняющие канал кости. Поверхность костных балок покрыта слоем остеобластов. Число костных балок возрастает в периферических отделах большой берцовой кости.

В последующих сроках (20, 30 дней) строение регенерата почти такое же. Однако обращает на себя внимание то, что регенерат обогащается кровотворными клетками, появляются также и жировые клетки. Костные балки убавляются и истончаются.

Через 40, 60 дней после операции новообразованный костный мозг, заполняющий костномозговой канал оперированной трубчатой кости, почти ничем не отличается от строения нормального костного мозга. Он состоит из жирового и кровотворного костного мозга. Отличие от контрольных препаратов заключается лишь в нерегулярности распределения кровотворных элементов и в меньшей насыщенности ими. Костные балки не встречаются.

Исследование периферической крови у подопытных кроликов показывает значительное снижение количества эритроцитов и показателя гемоглобина и, наоборот, повышение ретикулёцитов.

Со стороны белой крови закономерных отклонений от нормы не наблюдалось. У части кроликов отмечался выраженный лейкоцитоз, а у остальных или не было изменений, или наблюдалась незначительная лейкопения. У единичных кроликов в периферической крови выявлялись молодые формы лейкоцитов, которые вскоре исчезали.

Указанные отклонения со стороны периферической крови носили временный характер и спустя некоторое время картина крови принимала нормальный вид.

Ս. Զ. ԹՈՒՄՅԱՆ, Ա. Մ. ԻԳԻԹԽԱՆՅԱՆ

ՈՍԿՐԱԾՈՒԾԻ ՌԵԳԵՆԵՐԱՑԻԱՅԻ ՄԱՍԻՆ ՆՐԱ ՔԱՅՔԱՅՈՒՄԻՑ ՀԵՏՈ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Ոսկրածուծի տրամամասիկ քայքայումից հետո նրա վերականգնման պրոցեսի դինամիկան լավ չի ուսումնասիրված, և գրականության մեջ եղած հատուկ կենտ աշխատությունների մեջ այս հարցը հանգամանորեն չի լուսաբանված:

Սույն աշխատության մեջ տրվում է 20 ճագարի վրա դրված փորձերի հիստո-մորֆոլոգիական տվյալների անալիզը:

Ոսկրածուծը քայքայելու համար մենք կենդանու մեծ ոլոգի երկու էպիֆիզում տրեպանացիոն անցք ենք առաջացրել (մեկը 4, մյուսը 2 մմ տրամագծով):

Ստորին անցքի մեջ մտցվել է շպրիցի ասեղը և մեծ ճնշման տակ ոսկրածուծի խողովակը լվացվել է: Սկզբում վերին տրեպանացիոն անցքից ոսկրածուծը ժապավենի նման արտամղվել է, որից հետո դուրս են եկել ոսկրածուծի մանր կտորներ: Փորձերը դնելուց հետո ճագարները տարբեր ժամկետներում (10, 20, 30, 40, 60 օր հետո) գազային էմբոլիայի օգնությամբ սպանվել և մեծ ոլոգները հիստոլոգիական քննության են ենթարկվել: Համեմատության համար, նույն ճագարի առողջ կողմի մեծ ոլոգից նույնպես պրեպարատներ են պատրաստվել:

Փորձերի տվյալներից ելնելով մենք գալիս ենք հետևյալ եզրակացությունների.

1. Մեկ խողովակաձև ոսկորի ոսկրածուծի լրիվ քայքայումը ճառագայթային համար դյուրատանելի է և որոշ ժամանակից հետո (6 օր) ոսկրածուծը լրիվ վերականգնվում է:

2. Ոսկրածուծը քայքայելուց 10 օր հետո ոսկրածուծի խողովակը լցվում է երիտասարդ ուսուցիչային հյուսվածքով, որը հետագայում է բջիջներով և արյունալրցված մազանոթներով: Այս հյուսվածքում հայտնաբերվում են օստեոիդ և ոսկրային բաղկաներ, որոնց մակերեսը օստեոբլաստային շերտով է պատված: Փորձի սկզբից 20 և 30 օր հետո ուղեղնեղանի կազմվածքը գրեթե նույնն է, միայն այս ժամկետներում նրա մեջ արդեն նկատվում են ճարպային բջիջներ և արյունաստեղծ բջիջների քանակը համեմատաբար ավելի շատ, իսկ ոսկրային բաղկաների քանակն ավելի քիչ է լինում: 40 և հատկապես 60 օր հետո, խողովակը լցվում է նորաստեղծ ճարպային ոսկրածուծով, որը արյունաստեղծ օջախներ ունի և գրեթե ոչնչով չի տարբերվում կոնտրոլ ոսկրածուծից: Տարբերությունը միայն արյունաստեղծ էլեմենտների անհավասար տեղաբաշխումն է:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Богданов Ф. Р. и Крамеров И. А. Регенерация костной ткани в различных условиях остеосинтеза. IV съезд травматологов и ортопедов Украины. Тезисы докладов, 1959.
2. Богораз О. Н. О регенерации костного мозга после его удаления. Юб. хир. сб. проф. Н. А. Богораз. Ростов н/д, 1928.

- Василевский Ф. А. К вопросу об изменениях в трубчатых костях после разрушения костного мозга. СПб. 1888.
- Герцен И. Г. К вопросу о влиянии нержавеющей стали на ткани. Вопросы восстанов. хирургии, травматологии и ортопедии. Т. 2, Свердловск, 1951.
- Дубров Я. Г. Внутрикостная фиксация металлическим стержнем. Медгиз, 1961.
- Молчанов В. А. Роль костного мозга в регенерации кости. Вестник хирургии им. Грекова. 1940, 5, т. 60.
- Тумян С. Д. и Игитханян А. М. Динамика регенерации костной ткани и изменений костного мозга при металлическом остеосинтезе переломов длинных трубчатых костей. Сб. научн. тр. Ереванского института трав. и ортоп. 1959, 5.