

Р.В.Деев, И.А.Одинцова

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ГИСТОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ И КРОВИ (К 140-ЛЕТИЮ ПРОФЕССОРА А.А.МАКСИМОВА)

Кафедра гистологии с курсом эмбриологии (зав. — проф. И.А.Одинцова), Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова, Санкт-Петербург

Профессоръ Императорской Военно-Медицинской Академіи, Докторъ Медицины, Статскій Совѣтникъ



Александръ Александровичъ
МАКСИМОВЪ.

Профессор А.А.Максимов — начальник кафедры гистологии и эмбриологии Императорской Военно-медицинской академии

Настоящее время богато на юбилейные события, связанные с научным творчеством и достижениями одного из крупных отечественных гистологов, пользующегося заслуженным авторитетом во всем мире, — профессора Военно-медицинской академии Александра Александровича Максимова. В 1909 г. увидела свет работа, предопределившая развитие учения о крови и соединительной ткани, а также клинической гематологии — «Лимфоцит как общая стволовая клетка различных элементов крови в эмбриональном развитии и постфетальной жизни млекопитающих». В 1914 г. появилось первое издание учебника «Основы гистологии»

в двух томах, который стал одним из первых полностью оригинальных русских учебников для будущих врачей. Он выдержал 3 издания в России, последнее — в 1925 г. Затем на протяжении всего XX в. многие отечественные авторы заимствовали из него части текста и великолепные рисунки, зачастую не ссылаясь на авторство А.А.Максимова. За рубежом в существенно переработанном виде в соавторстве с Вильямом Блумом этот учебник вышел уже после смерти Александра Александровича, в 1930 г. только в США он выдержал 7 изданий. Он был также издан в Испании (4 переиздания), Португалии и Корее [17], что упрочило авторитет А.А.Максимова как крупнейшего гистолога своего времени. В 1914 г. им была написана первая русская монография, посвященная новейшему методу в экспериментальной гистологии, — методу тканевых культур, не потерявшая своей актуальности и в наши дни.

Научно-историческая работа, выполненная многими нашими соотечественниками, позволяет внимательнее отнестись к наследию проф. А.А.Максимова, проследить за развитием его идей и воплощением исследований [1, 3–7, 11, 27].

Александр Максимов после окончания гимназии в 1891 г. поступил в Императорскую Военно-медицинскую академию в Санкт-Петербурге и уже с раннего студенческого периода увлекся исследованиями. В 1898 г. в автобиографии он отмечал, что на I и II курсах самостоятельно занимался гистологией и ботаникой, а с III курса начал работать в патологоанатомической лаборатории проф. К.Н.Виноградова [9]. Увлеченный патологической анатомией, он опубликовал несколько студенческих работ описательного характера: «Об ангиомах гортани», «О флеболитах семенного канатика» (1895), «К вопросу об эмболии легочных артерий» (1896); «О некоторых клеточных формах послета кролика» — эта работа вышла на двух языках: немецком (1897) и русском (1898).

По предложению проф. К.Н.Виноградова А.А.Максимов предпринял свое первое экспериментально-гистологическое исследование на тему «Гистогенез экспериментально вызванного амилоидного перерождения печени у животных». При анализе препаратов он обратил внимание не только на особенности образования и отложения амилоида, но и отметил присутствие лейкоцитов в зоне разветвления патологического процесса в области порталных трактов [8], именно тогда впервые у него возник интерес к лейкоцитам, их роли в тканях. За эту работу А.А.Максимов получил

Сведения об авторах:

Деев Роман Вадимович (e-mail: romdey@gmail.com), Одинцова Ирина Алексеевна, кафедра гистологии с курсом эмбриологии, Военно-медицинская академия им. С.М.Кирова, 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6

золотую медаль на ежегодном конкурсе научных работ Императорской Военно-медицинской академии [14].

Окончив академию лучшим среди выпускников своего года, он в 1896 г. остался в качестве институтского врача (аспирантура) для специализации на кафедре патологической анатомии и приступил к экспериментам, посвященным изучению репаративного процесса после механического и термического повреждения мужских половых желез в сравнительно-биологическом аспекте — у хвостатых и бесхвостых амфибий, млекопитающих (крысы, кролики, собаки). Выбор объекта он объяснял тем, что половые клетки должны содержать в себе потенциал развития всего организма в целом, следовательно, особым образом могут участвовать в восстановительном процессе [9]. В ходе работы обнаружилось, что развивающиеся после повреждения процессы реализуются при непосредственном участии различных сегментоядерных и несегментоядерных лейкоцитов, элементы соединительной ткани — именно они оказываются в центре его внимания, а вовсе не функционально ведущая ткань органа. Молодой исследователь убедился, что новообразование стромального компонента при его повреждении происходит путем формирования грануляционной ткани, а соединительнотканые клеточные элементы берут свое начало не только из местных источников (включая оболочку семенных извитых канальцев), но, возможно, из мигрирующих из сосудистого русла одноядерных клеток с фенотипом лимфоцитов. Впрочем, эту идею он высказывал еще осторожно, относясь к ней с некоторым недоверием. В течение 3 лет после окончания академии им опубликованы статьи «К вопросу об опухолях, развивающихся на обычном месте передних мозговых грыж», «О строении красных кровяных телец и происхождении пластинок Bizzozzer».

В эти годы ряд отечественных врачей, включая и Ф.Я.Чистовича (1898), ставшего в дальнейшем известным патологом, вернувшись со стажировки в патологическом институте Университета г.Фрайбурга у проф. Эрнста Циглера, опубликовали результаты исследования тканевой реакции на имплантацию инородных тел, изготовленных из целлоидина [28]. Было обнаружено, что длительное нахождение инертных по отношению к организму частиц вызывает

процессы воспаления, в ходе которых удобно проследить динамику функциональной активности различных клеток крови и соединительной ткани. Для апробации этого метода А.А.Максимов включил в диссертационное исследование всего четыре животных (собаки), у которых процесс асептического воспаления был индуцирован именно так. По-видимому, результаты настолько его захватили, что во время стажировки в г. Фрайбурге у проф. Э.Циглера он целенаправленно воспроизвел эту модель и уже под руководством автора метода поэтапно анализировал динамику гистологических процессов в эксперименте. Им были применены две модельные системы: внедрение фрагментов целлоидина трубчатой формы и использование камер Циглера, которые представляли собой попарно связанные покровные стекла с зазором в толщину нитки между ними. При погружении последних в исследуемые ткани ее элементы не только формировали капсулу вокруг такого инородного тела, но и прорастали между стеклами. А.А.Максимов экспериментировал на кроликах, собаках и голубях, внедряя камеры подкожно и внутримышечно и извлекая их из организма через разные сроки (19 ч, 2,5 сут и т.д., вплоть до 65 сут). Очищая поверхность стекол от фибрина и используя нагревательный столик, он получил возможность прижизненно микроскопировать эти препараты. Исследуя такие нативные препараты, он наблюдал миграцию сегментоядерных и мононуклеарных (по терминологии, используемой А.А.Максимова) клеток, образование ими псевдоподий и фагоцитоз. На более поздних стадиях можно было проследить процесс передвижения гигантских многоядерных клеток, движения их ламеллоподий и «перетекание» ядер из одной части симпласта в другой при движении. В этот период метод тканевых культур еще только делал свои первые шаги [15].

Изучение фиксированных препаратов позволило А.А.Максимову сформулировать концепцию о существовании и функционировании в очаге воспаления полибластов — мононуклеаров крови (внешне похожих на лимфоциты), способных покидать сосудистое русло в ответ на хемотактивные вещества (терминология А.А.Максимова), быть «энергичными» фагоцитами, а в дальнейшем — реализовывать свои потенции к дифференцировке в оседлые

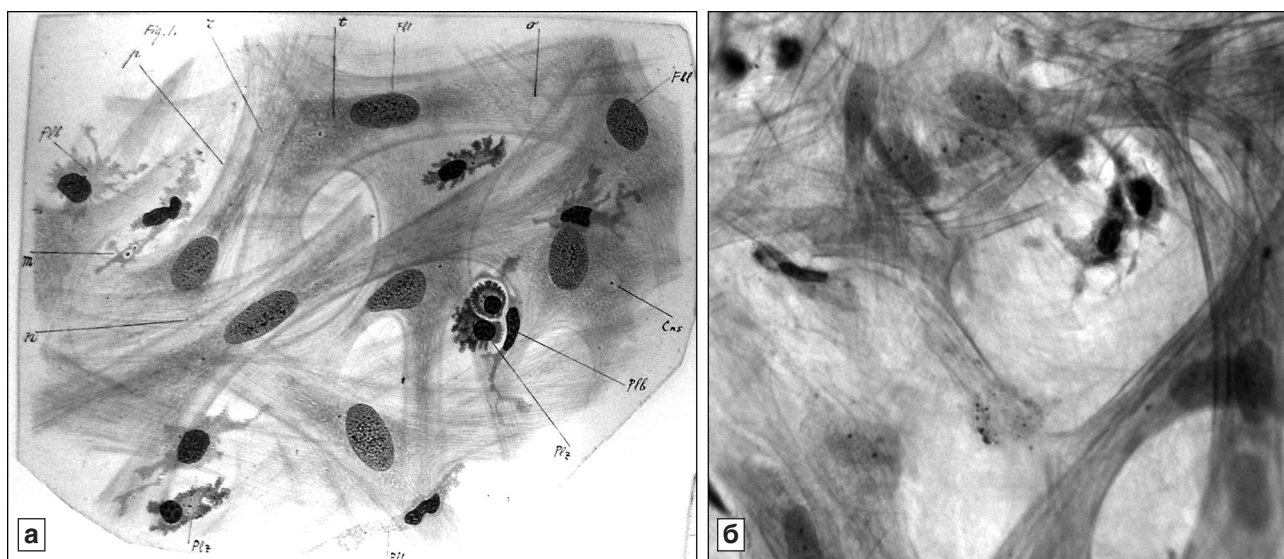


Рис. 1. Фибробласты и полибласты в составе регенерата соединительной ткани через 42 сут после имплантации целлоидина под кожу.

а — оригинальный рисунок А.А.Максимова из архива Чикагского университета [33]; б — современная микрофотография с препарата А.А.Максимова из коллекции кафедры гистологии с курсом эмбриологии Военно-медицинской академии им. С.М.Кирова. Окраска железным гематоксилином. Ув. 1000

гистиоциты — «блуждающие клетки в покое» или коллаген-продуцирующие клетки, фибробласты (рис. 1).

Данное заключение было сделано на основании обнаружения переходных форм между крупными фагоцитами и фибробластами. Следует отметить, что 110 лет назад, как и сейчас, данная теория оценивалась неоднозначно. Понимая несовершенство современной на тот момент методологии, А.А.Максимов указывал, что определенно ответить на вопрос о полибластах и их перспективных потенциях можно только с использованием специфических химических веществ, которые позволили бы проследить их «судьбу» на пути из сосудистого русла в грануляционную ткань. Со временем, несмотря на первоначальный скепсис, гистологическое сообщество начало принимать эту точку зрения, находить доказательства ее справедливости. В 1927 г. корифей в области изучения гистологии соединительных тканей профессор Университета штата г.Цинциннати (США) Чандлер Фут написал А.А.Максимову: «Ваша работа о лимфоцитах, продолженная вашим учеником Блюмом, очень воодушевила меня. Эти работы показали мне, что я задолжал вам публичное признание. Вы наверняка помните, что в 1925 году я говорил, что если вы сможете показать лимфоцитное происхождение „полибласта“, тогда никакого другого более подходящего названия не может быть придумано. Теперь вы полностью все это доказали. И теперь мне ничего не остается, как забраться в нору и спрятать там свою заклеянную голову. Однако, вы знаете, что я был в своей критике чистосердечен и открыт, поэтому я чрезвычайно рад признать свою ошибку перед вами и перед научным сообществом» (18 июня 1927 г.) [33].

Дифференцировка полибластов (клеток с фенотипом гистиоцитов — в современном понимании) в фибробласты долгое время вызывала бурные дискуссии. В конце жизни А.А.Максимов снова вернулся к этому вопросу и в работах конца 20-х годов [4] вновь нашел подтверждение своим ранним наблюдениям. Его ученик Н.Г.Хлопин указывал, что в культуральных условиях часть агранулоцитов крови, лимфы и брышинного экссудата могут дифференцироваться в оседлые отростчатые клетки типа фибробластов, синтезирующих волокнистые элементы матрикса [20]. Опыты Н.Г.Хрущева также подтвердили, что предшественники фибробластов могут использовать сосудистое русло в качестве средства миграции в очаги асептического воспаления и регенерации [2, 22]. На рубеже прошлого и нынешнего веков высокоэффективными культуральными методами было показано, что из периферической крови можно выделить малодифференцированные соединительнотканые клетки, получившие не очень удачное название «фибробласты периферической крови» [2, 25, 26]. Полученные данные позволили дополнить структуру фибробластического дифферона «циркулирующим» клеточным звеном [12]. Таким образом, с учетом развития гистологической техники «максимовской» эпохи и универсальности фенотипа клеток при их циркуляции (шаровидные клетки) и миграции в тканевом матриксе (псевдоподии) меткие наблюдения А.А.Максимова на 100 лет предвосхитили убедительные доказательства данного феномена.

Полный текст (262 стр.) результатов этого исследования «К изучению воспалительного новообразования соединительной ткани» опубликован только на немецком языке [28], на русском — лишь 20-страничный фрагмент. Широта вопросов, поставленных А.А.Максимовым перед самим собой и перед научным сообществом, предопределившим весь его научный поиск на последующие десятилетия, позволяет считать эту публикацию основополагающей во всем его науч-

ном творчестве. Проверка концепции полибластов и генез механоцитов, способы образования коллагеновых волокон, источник развития полибластов и других лейкоцитов крови, образование гигантских многоядерных клеток, роль ангиогенеза в репаративных процессах и ряд других — вот перечень проблем, которыми он занялся по возвращении в Россию.

В 1902 г. А.А.Максимов сдал экзамены на должность приват-доцента академии: прочитал две пробные лекции, выполнил показательное вскрытие трупа и был утвержден в этом звании. Однако уже через год, в связи с внезапной смертью М.Д.Лавдовского, Александр Александрович, будучи автором 15 научных статей, из которых 10 — посвящены патологической анатомии и гистологии, а 5 — гистологии и эмбриологии, в возрасте 29 лет в 1903 г. занял кафедру гистологии и эмбриологии Императорской Военно-медицинской академии в столице.

Дальнейший цикл работ, посвященных изучению процесса медуллярного и экстрамедуллярного кроветворения в ряду позвоночных животных — от хрящевых рыб до млекопитающих, привел к тому, что А.А.Максимов утвердился в справедливости унитарной модели гемопоэза, которой еще до него придерживались крупные специалисты Р.Вирхов, А.Паппенгейм и др. [11, 31]. Впрочем, не менее авторитетные ученые имели и другие взгляды на этот процесс — дуалистические (П.Эрлих, Г.Шриdde и др.) и полифилетические (Л.Ашофф и др.).

Принимая унитарную теорию гемопоэза, А.А.Максимов должен был постулировать существование гипотетического универсального предшественника для всего многообразия клеток крови — стволовую клетку. Этимология термина «стволовая клетка» адресует нас к работам немецких эмбриологов Валентина Хэкера (1892) и Германа Шриdde (1907) [12, 30, 32], с трудами которых по эмбриогенезу членистоногих и некоторых высших животных А.А.Максимов был хорошо знаком. В своей работе о «воспалительном новообразовании» он применил этот термин — «Stammzelle» [28, с. 94], не имея в виду клетки, обладающие широкими дифференцировочными потенциями, а как синоним исходных клеток — полибластов, сливающихся для образования гигантских многоядерных клеток инородных тел. Последующее десятилетие непрерывных исследований позволило наполнить это понятие современным научным смыслом и выдвинуть положение о стволовых клетках в тканях взрослого организма, в частности гемопоэтической стволовой клетке.

В начале XX в. казалось, что метод, который позволил бы подтвердить справедливость унитарного гемоцитопоэза — это тканевое культивирование вне организма — набор методических приемов, сформировавшийся в течение первого десятилетия века. Сам А.А.Максимов писал, что внимание, которое выпало на долю нового метода, вполне понятно, так как он позволяет наблюдать живые клетки тела высших позвоночных в идеально простых условиях опыта и применять при этом любые экспериментальные воздействия [10]. Он отмечал, что при всем обилии данных цитологического свойства значимость культивирования *in vitro* для гистологии недооценена, авторы, описывая в культурах тканей *in vitro* различные клетки, пытались следить за их превращениями и судьбой, но ни об их тончайшем строении, ни об их отношениях друг к другу, ни тем более о их происхождении сведений не получили.

Особо привлекала А.А.Максимова возможность изолировать различные виды клеток друг от друга и изучать их без постоянного опасения смешать с исходными формами совершенно другого происхождения и значения. Купив на собственные средства современное оборудование, А.А.Максимов в

1914 г. оборудовал в Военно-медицинской академии первый в стране образцовый культуральный кабинет, для обеспечения работы которого приходилось содержать в кафедральном виварии разнообразных животных для получения сыворотки, служившей средой для культивирования [21]. Через 2 года в первом выпуске первого отечественного профессионального гистологического журнала «Русский архив анатомии, гистологии и эмбриологии» вышла его статья «О культивировании in vitro соединительной ткани взрослых млекопитающих» объемом 67 стр. (рис. 2).

Менее чем за 2 года работы он успел выполнить культивирование и обобщить результаты эксплантации рыхлой соединительной ткани, грануляционной и «рубцовой» тканей, тканей лимфатических узлов, селезенки, костного мозга, серозных оболочек и брюшинного транссудата. Были описаны реактивные изменения соединительнотканых клеток при культивировании вне организма, показаны процессы морфофункционального регресса адипоцитов, эндотелиоцитов и устойчивость фенотипа фибробластов, полибластов и лимфоцитов. В дальнейшем в условиях чикагской лаборатории им были изучены результаты изолированного культивирования миелоидной и лимфоидной тканей, эндотелия и мезотелия. Этот метод дал превосходные результаты при изучении коллагеногенеза, моделировании продуктивного туберкулезного воспаления в эксплантатах легких и гистогенеза туберкулезных бугорков, канцерогенеза. Именно этими фундаментальными исследованиями были насыщены 6 лет жизни А.А.Максимова и работы в стенах Чикагского университета (1922–1928). В 1927 г. он успел обобщить колоссальный объем материала, полученного различными экспериментально-гистологическими методами, — повреждением с асептическим воспалением при имплантации фрагментов целлоидина, камер Циглера, тканевых культур in vitro в главе «О крови и соединительных тканях» в многотомном руководстве по гистологии Мёллендорфа. В одном из разделов А.А.Максимов сформулировал свое обобщение о едином клеточном предшественнике для соединительных тканей взрослого организма. Он подчеркивал, что эта клетка обладает некоторыми потенциями мезенхимочитов и, по-видимому, на светооптическом уровне может быть определена как полибласт [29].

Смерть А.А.Максимова, последовавшая в 1928 г., когда ему было всего 54 года, оборвала исследования. Продуктивность его идей не только выдержала проверку временем, но и позднее была увековечена результатами более тонких и современных методов исследования, а также клинической практикой [11, 23]. В настоящее время показано, что среди клеток, циркулирующих в крови, могут быть обнаружены соединительнотканые предшественники, а процессы воспаления индуцируют их мобилизацию и массивную миграцию из кровеносного русла. Опыты с использованием радиационных химер и математических расчетов подтвердили справедливость унитарной теории кроветворения [24], а выполненная в 1968 г. первая трансплантация костного мозга наглядно продемонстрировала практическую результативность фундаментальных экспериментальных исследований [34, 35]. Описанные в 70-х годах прошлого века А.Я.Фриденштейном стволовые стромальные клетки (мультипотентные мезенхимальные стромальные клетки) широко изучаются в рамках клинических исследований по всему миру [18].

Экспериментально-гистологические методы изучения системы органы кроветворения — кровь — соединительная ткань, привнесенные А.А.Максимовым в отечественную гистологию, продуктивно развивались на протяжении всего XX в. Акад. А.А.Заварзин и его ученики (Ф.М.Лазаренко, Е.С.Данини) использовали модель с целлоидиновыми фрагментами в опытах на насекомых, ракообразных и моллюсках, что позволило выявить закономерности воспалительных и репаративных клеточных реакций у этих представителей животного мира. Это привело к формулированию важных положений теории эволюции тканей. Ф.М.Лазаренко, модернизировав данный метод, создал целое методическое направление изучения реактивных особенностей и гистогенетических потенций тканей — культивирования тканей in vivo [16].

Акад. Н.Г.Хлопин, начавший свой путь в науке 19-летним помощником А.А.Максимова на кафедре в Военно-медицинской академии, развил метод тканевого культивирования для исследования морфофункциональных и дифференцировочных свойств всех типов тканей как нормальных, так и малигнизированных, что позволило не только выявить

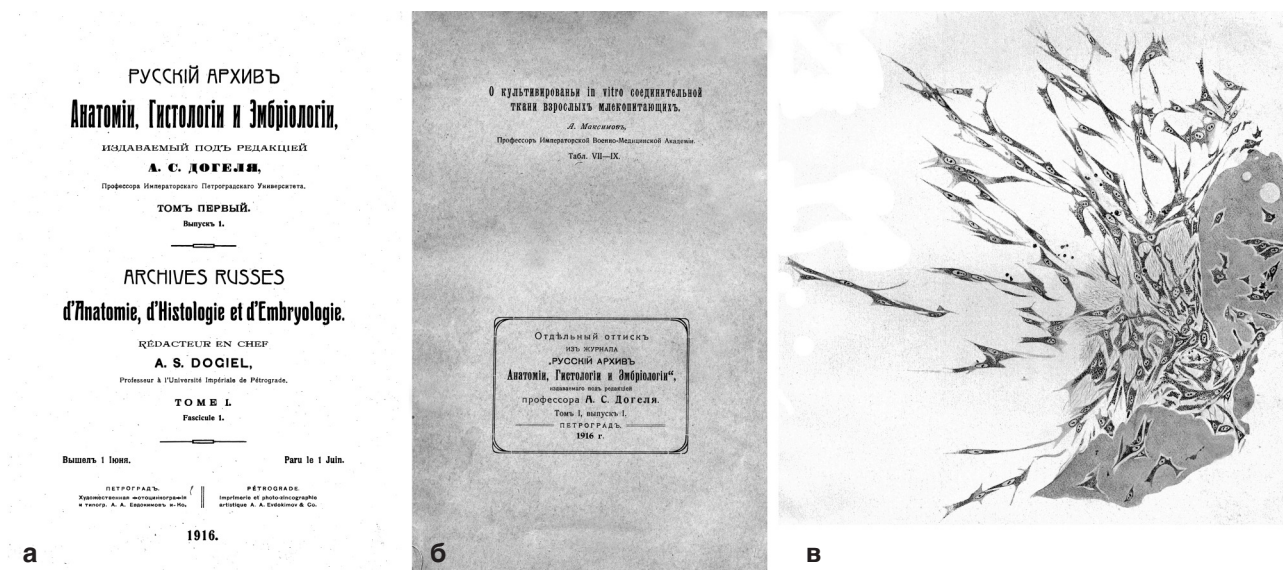


Рис. 2. Титульные листы (а, б) и один из рисунков (в) из статьи А.А.Максимова «О культивировании in vitro соединительной ткани взрослых млекопитающих» [12]

эволюционные закономерности развития тканей, но и создать гистогенетическую систему их классификации.

Последняя четверть прошлого века ознаменовалась возрождением интереса к исследованию гистогенетических потенций тканей в модели повреждения при помощи современных методов, что в определенной степени было связано с особенностями задач, стоявших перед Военно-медицинской академией. Они посвящены исследованию реактивности и регенерации различных видов соединительных тканей, эпителия и мышечных тканей [20].

Сегодня наследие Александра Александровича Максимова вызывает не только исторический интерес, но остается весьма востребованным и во множестве положений не утратившим современного звучания. Оно продолжает служить источником новых идей, исследовательских гипотез и концепций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аничков Н.М., Константинов И.Э. А.А.Максимов: к 100-летию унитарной теории кроветворения // Арх. пат. 2007. Т. 69, № 5. С. 3–7.
2. Бозо И.Я., Деев Р.В., Пинаев Г.П. «Фибробласт» — специализированная клетка или функциональное состояние клеток мезенхимального происхождения? // Цитология. 2010. Т. 52, № 2. С. 99–109.
3. Данилов Р.К., Гололобов В.Г., Деев Р.В. Александр Александрович Максимов — выдающийся отечественный гистолог (жизнь и научное наследие) // Вестн. Российск. Воен.-мед. акад. 2001. № 2 (6). С. 54–60.
4. Данилов Р.К., Деев Р.В., Гололобов В.Г. Творческое наследие профессора А.А.Максимова (из чикагского периода научной деятельности) // Морфология. 2000. Т. 117, вып. 2. С. 96–99.
5. Деев Р.В. Научное наследие Александра Максимова и современность // Клеточная трансплантология и тканевая инженерия. 2005. Т. 1, № 1. С. 4–8.
6. Деев Р.В. Вклад профессора Военно-медицинской академии А.А.Максимова в развитие «Унитарной теории»: от воспаления к кроветворению // Вопросы морфологии XXI века. СПб.: ДЕАН, 2010. Вып. 3. С. 25–30.
7. Клишов А.А. Научная деятельность профессора А.А.Максимова в Военно-медицинской академии // Арх. анат. 1988. Т. 95, вып. 12. С. 86–89.
8. Максимов А.А. Гистогенез экспериментально вызванного амилоидного перерождения печени у животных. СПб.: К.Л.Риккер, 1896.
9. Максимов А.А. К вопросу о патологической регенерации семенной железы: Дис. д-ра мед. наук. СПб.: Тип. кн. В.П.Мещерского, 1898.
10. Максимов А.А. О культивировании in vitro соединительной ткани взрослых млекопитающих // Русск. арх. анат. 1916. Т. 1, вып. 1. С. 115–122.
11. Мирский М.Б. А.А.Максимов (к 100-летию со дня рождения) // Пробл. гематол. 1975. Т. 20, № 6. С. 53–56.
12. Михайлов В.П., Катинас Г.С. Об основных понятиях гистологии // Арх. анат. 1977. Т. 73, вып. 9. С. 11–26.
13. Омеляненко Н.П., Слуцкий Л.И. Соединительная ткань (гистофизиология и биохимия). Т. 1. М.: Известия, 2009.
14. Протоколы заседаний Императорской Военно-медицинской академии (1895–1896 учебный год). СПб., 1896. С. 177.
15. Репин В.С. Клеточной биологии 100 лет: уроки на будущее // Клеточная трансплантология и тканевая инженерия. 2007. Т. 2, № 3. С. 9–17.
16. Стадников А.А., Шевлюк Н.Н. Очерк жизни и научного творчества основателя оренбургской школы гистологов члена-корреспондента АМН СССР Ф.М.Лазаренко (1888–1953). Екатеринбург: изд. УрО РАН, 2003.
17. Ульянкина Т.И. А.А.Максимов. Русское зарубежье. Золотая книга эмиграции: Энциклопедический биографический словарь. М.: Роспэн, 1997. С. 380–381.
18. Фриденштейн А.Я., Лурья Е.А. Клеточные основы кроветворного микроокружения. М.: Медицина, 1980.
19. Фундаментальные и прикладные проблемы гистологии: гистогенез и регенерация тканей / Под ред. Р.К.Данилова // Труды Воен.-мед. акад. им. С.М.Кирова. 2004. Т. 257.
20. Хлопин Н.Г. Общепатологические и экспериментальные основы гистологии. Л.: Из-во АН СССР, 1946.
21. Хлопин Н.Г. История кафедры гистологии с эмбриологией Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова. К 150-летию Военно-медицинской академии (1798–1948). Л.: ВМЕА, 1948.
22. Хрущев Н.Г. Гистогенез соединительной ткани: экспериментальные исследования происхождения фибробластов. М.: Наука, 1979.
23. Шубич М.Г. На пути к открытию стволовых клеток костного мозга // Морфология. 2001. Т. 119, вып. 1. С. 94–95.
24. Becker A.J., McCulloch E.A., Till J.E. Cytological demonstration of the clonal nature of spleen colonies derived from transplanted mouse marrow cells // Nature. 1963. Vol. 2, № 197. P. 452–454.
25. Bozo I.Ya. Restoration of bone marrow niches is the basis of optimization of HSC engraftment // Cellular Therapy and Transplantation. 2012. Vol. 3, № 10. P. 1–4.
26. Bucala R., Spiegel L.A., Chesney J. et al. Circulating fibrocytes define a new leukocyte subpopulation that mediates tissue repair // Mol. Med. 1994. Vol. 1, № 1. P. 71–81.
27. Konstantinov I.E. In Search of Alexander A. Maximow: The man behind the unitarian theory of hematopoiesis // Perspect. Biol. Med. 2000. Vol. 43, № 2. P. 269–276.
28. Maximow A.A. Experimentelle Untersuchungen über die entzündliche Neubildung von Bindegewebe // Pathol. Anat. Beiträge. 1902. Bd. 33. Suppl. 5. S. 1–262.
29. Maximow A.A. Bindegewebe und blutbildendes Gewebe // Handb. d. mikr. Anat. d. Menschen. Herausgegeben von W. v. Möllendorf. Bd. I/II, Berlin. Springer, 1927.
30. Ramalho-Santos M., Willenbring H. On the origin of the term «stem cell» // Cell Stem Cell. 2007. Vol. 7, № 1. P. 35–38.
31. Samkiewitz Ch. Alexander Maximows Beitrag zur Theorie der monophyletischen Blutentstehung. Inaugural-Diss. Ruhr-Universität in Bochum, 1998.
32. Schridde H. Die Entwicklungsgeschichte des menschlichen Speiseröhrenepithels und ihre Bedeutung für die Metaplasielehre. Wiesbaden Verlag von J.F.Bergmann, 1907.
33. Scientific papers and drawings of Alexander A. Maximow. Department of Special Collections the Joseph Librarian the University of Chicago, box 2, folder 4.
34. Storb R. Edward Donnell Thomas (1920–2012) // Nature. 2012. Vol. 491, № 7424. P. 334.
35. Thomas E.D. Bone marrow transplantation from the personal viewpoint // Int. J. Hematol. 2005. Vol. 81, № 2. P. 89–93.