

Про вживання рентгенпроміння для дослідження регенерації у амфібій.

Доц. В. В. Брунст і Е. А. Шереметьєва.

Київський державний рентген-радіологічний інститут (директор—М. І. Шор).

Рентгенпроміння для експериментатора — дуже придатний і потужний спосіб впливати на живі організми,— зокрема, дуже важливий засіб для дослідження явищ регенерації.

Наслідком проведених нами спеціальних дослідів виявлено, що досить сильною дозою рентгенпроміння можна цілком позбавити відповідний орган регенеративної здатності в опроміненому місці.

Не зважаючи на многократні ампутації (протягом 5 років) задніх кінцівок тритону й аксолотля, в яких одна з цих кінцівок була один раз локально опромінена, на опроміненій стороні регенерації не було, а на контрольній — після кожної нової ампутації регенерація відбувалась цілком нормально.

Цей факт заслуговує на серйозну увагу, бо дозволяє припустити, що регенеративна бластема формується з місцевих клітинних елементів, і блукаючі клітини в цьому участі не беруть.

Щоб переконатися цього, ми поставили дослід, в яких згубно для регенерації дозою опромінювали проксимальну частину кінцівки, ампутацію ж робили в дистальній частині (в ділянці заплесна). В цих дослідях регенеративна бластема мала формуватися в тій частині кінцівки, що безпосередньо не опромінювалась, але її кровоносні судини й нерви проходили через опромінену ділянку.

Результати дослідів перевищили наші сподіванки: у всіх тритонів регенерація відбулася на опроміненій стороні нормально і нічим не відрізнялась від регенерації на контрольній стороні, не зважаючи на те, що в деяких із них спостерігався некроз опроміненої частини кінцівки. Це, мабуть, можна пояснити тим, що дуже чутливі до рентгенпроміння тканини їх не переносили такої дози опромінення. В одного з цих тварин ми спостерігали дуже цікаве явище. Дуже розвинений некротичний процес призвів до некрозу мускулатури, кістка (Femur) оголилась, проксимальний епіфіз відломився від діафізу і стирчав зовні. Проте, не зважаючи на таке зруйнування проксимальної частини кінцівки, в дистальній її частині регенерація відбулася нормально.

Ці досліді і особливо описаний випадок свідчать про відносну автономність регенеративного процесу і доводять, що регенеративна бластема формується з місцевого клітинного матеріалу.

Наші досліді показали, що можна позбавити орган регенеративної здатності, не пошкодивши його життєздатності. В цих дослідях згубними для регенерації їх дозами опромінено праві задні кінцівки тритону. Найбільші дози (15.000 і 7.000 r.) спричинили збліднення шкіри на опроміненій ділянці, але після першого ж линяння всі сліди опромінення зникли; менша доза (4.000 r.) не дала й такого ефекту.

У всіх піддослідних тварин обидві задні кінцівки нічим зовні не відрізнялись від кінцівок контрольних тварин, рухи й чутливість були нормальні, линяння відбувались нормально; отже опромінена кінцівка була цілком життєздатна. Через 2 міс. після опромінення (час, що безперечно перевищує латентний період, який триває у тритона, за нашими спостереженнями, не більш як 1 міс.) обидві задні кінцівки ампутовано і найчастіше регенерація не відбувалась або спостерігались мізерні регенеративні розростання на опроміненій стороні при нормальній регенерації на контрольній.

Факт позбавлення органу регенеративної здатності без пошкодження його життєздатності дуже цікавий, бо дає деяку змогу з'ясувати питання про те, як рентгенпроміння діє на процес регенерації у хребетних тварин — отже, зачіпає питання про суть явищ регенерації.

Можна припустити, що рентгенпроміння діє приблизно однаково на всі клітини кінцівки, які ушкоджуються такою мірою, що, зберігаючи всі трофічні функції, цілком або почасти втрачають здатність до мітотичного ділення, — отже не можуть правити за вихідний матеріал для регенеративної бластими. Можна також припустити, що рентгенпроміння впливає вибірно, що воно ушкоджує найменш диференційовані клітинні елементи, які зумовлюють регенеративну здатність.

За роботу гіпотезу ми беремо останнє припущення, якому, мабуть, відповідають інші факти: вибірний вплив рентгенпроміння на клітини різного ступеня диференціювання, залежність у багатьох безхребетних регенеративного процесу від наявності резервних клітин і більша чутливість цього процесу у хребетних порівняно з онтогенетичним розвитком (Butter, 1933).

Оці дослідження впливу рентгенпроміння на регенеративний процес показують, який важливий метод для вивчення явищ регенерації є рентгенпроміння. Вживаючи рентгенопроміння як метод експериментального дослідження, ми можемо наблизитись до пізнання одного із найскладніших і запутаних питань — про походження регенеративної бластими.

О применении рентгенлучей для исследования регенерации у амфибий.

Доц. В. В. Брунст и Е. А. Шереметьева.

Киевский государственный рентген-радиологический институт (директор — М. И. Шор).

Рентгенлучи являются у экспериментатора очень удобным и мощным способом воздействия на живые организмы, — в частности, весьма важным средством для исследования явлений регенерации.

В результате проведенных нами специальных опытов установлено, что достаточно сильной дозой рентгенлучей можно полностью лишить соответствующий орган регенеративной способности в облученном месте. Несмотря на многократные ампутации (в течение 5 лет) задних конечностей тритонов и аксолотлей, у которых одна из этих конечностей была однократно локально облучена, на облученной стороне регенерация не происходила, на контрольной же стороне после каждой новой ампутации регенерация происходила совершенно нормально.

Указанный факт заслуживает серьезного внимания, позволяя предполагать, что регенеративная бластема формируется из местных клеточных элементов, и блуждающие клетки в этом участия не принимают.

Чтобы убедиться в этом, нами поставлены опыты, в которых губительной для регенерации дозой облучалась проксимальная часть конечности, ампутация же производилась в дистальной части (в области предплюсны). В этих опытах регенеративная бластема должна была, следовательно, формироваться в части конечности, которая непосредственно облучению не подвергалась, но снабжалась кровеносными сосудами и нервами, проходившими через облученную область.

Результаты превзошли наши ожидания: у всех без исключения тритонов регенерация происходила на облученной стороне совершенно нормально и ничем не отличалась от регенерации на контрольной стороне, несмотря на то, что у некоторых животных наблюдался некроз облученной части конечности. Последнее можно, повидимому, объяснить тем, что ткани этих животных, в силу большей индивидуальной чувствительности к рентгеновским лучам данных особей, не выдерживали такой дозы облучения. У одного из этих животных наблюдалось весьма интересное явление: далеко зашедший некротический процесс привел к некрозу мускулатуры, кость (Femur) обнажилась, проксимальный эпифиз отломался от диафиза и торчал наружу. Однако, несмотря на столь сильное разрушение проксимальной части конечности, в дистальной ее части регенерация произошла совершенно нормально.

Эти опыты и особенно описанный случай говорят об относительной автономности регенеративного процесса и свидетельствуют о том, что регенеративная бластема формируется из местного клеточного материала.

Наши последние опыты показали, что можно лишить орган регенеративной способности без повреждения его жизнеспособности. В этих опытах были облучены правые задние конечности тритона дозами, губительными для регенерации их. Самые большие дозы (15.000 и 7.000 r) вызвали побледнение кожи облученного участка, но после первой же очередной линьки все следы облучения исчезли; более слабая доза (4.000 r) не дала и такого эффекта. У всех опытных животных обе задние конечности по виду ничем не отличались друг от друга и от конечностей контрольных животных, движения и чувствительность были нормальны, линьки происходили нормально; таким образом, облученная конечность оказалась вполне жизнеспособной. Через 2 мес. после облучения (срок, несомненно, превышающий латентный период, который длится у тритона, по нашим наблюдениям, не больше 1 мес.) обе задние конечности были ампутированы, и в огромном большинстве случаев регенерация не происходила или наблюдались ничтожные регенеративные разрастания на облученной стороне при нормальной регенерации на контрольной.

Факт лишения органа регенеративной способности без повреждения его жизнеспособности представляет интерес, так как он проливает некоторый свет на вопрос о том, каким образом действуют рентгенлучи на процесс регенерации у позвоночных животных, и, следовательно, затрагивает вопрос о сущности явления регенерации.

Можно допустить, что рентгеновские лучи действуют более или менее одинаково на все клетки конечности, которые повреждаются настолько, что, сохраняя все трофические функции, полностью или частично утрачивают способность к митотическому делению и не могут, следовательно, служить исходным материалом для регенеративной бластемы.

Можно также предположить, что рентгеновские лучи действуют избирательно, что они повреждают наименее дифференцированные клеточные элементы, обуславливающие регенеративную способность.

В качестве рабочей гипотезы нами принято второе объяснение, находящееся, повидимому, в соответствии с другими фактами: с изби-

рательным действием рентгенлучей на клетки различной степени дифференцировки, с зависимостью у многих беспозвоночных регенерационного процесса от наличия резервных клеток и с большей чувствительностью регенеративного процесса у позвоночных по сравнению с онтогенетическим развитием (Butter, 1933).

Изложенные примеры опытов по влиянию рентгеновских лучей на регенеративный процесс показывают, каким важным методом исследования являются рентгенлучи для изучения явления регенерации. Применяя рентгеновское облучение как метод экспериментального исследования, мы можем приблизиться к познанию весьма сложного и запутанного вопроса о происхождении регенеративной бластемы.

Sur l'emploi des rayons X pour l'étude de la regeneration chez les amphibies.

Prof. agrégé V. V. Brunst et E. A. Chérémétieva.

Institut d'Etat de Radiologie et du Radium de Kiev (directeur—M. I. Schor).

Les expérimentateurs possèdent dans les rayons X un moyen puissant et commode pour agir sur organismes vivants, en particulier dans l'étude des phénomènes de régénération.

Les expériences spéciales que nous avons faites ont montré que les rayons X à des doses suffisamment fortes peuvent totalement priver l'organe du pouvoir régénérateur à l'endroit irradié. Malgré les amputations répétées (durant 5 années) des extrémités postérieures chez les tritons et les axolotls, chez lesquels une de ces extrémités avait été irradiée localement une fois, il n'y avait pas de régénération du côté irradié, alors que sur le côté de contrôle chaque nouvelle amputation était suivie d'une régénération normale.

Ce fait mérite d'être sérieusement considéré, car il permet de supposer que le blastème régénérateur se forme d'éléments cellulaires locaux et que les cellules migratrices n'y participent pas.

Dans le but de le vérifier nous avons fait une série d'expériences, où la partie proximale de l'extrémité était irradiée par les rayons X à une dose entravant la régénération; l'amputation était faite dans la partie distale (dans la région du tarse).

Dans ces expériences, par conséquent, le blastème régénérateur devait se former dans la partie de l'extrémité, qui n'avait pas été irradiée, mais qui était pourvue de vaisseaux et de nerfs ayant traversé la région irradiée.

Les résultats ont surpassé nos prévisions. Chez tous les tritons la régénération sur le côté irradié suivait un cours normal, ne différant en rien de celle du côté normal, malgré une nécrose de l'extrémité irradiée chez quelques animaux. Ceci peut être expliqué par ce fait que les tissus de ces animaux ne pouvaient résister à une aussi forte dose de rayons, à cause d'une plus grande sensibilité individuelle envers les rayons X. Chez l'un des animaux d'expérience nous avons pu observer un phénomène très curieux: la necrose très avancée gagna les muscles, le fémur se dénuda, l'épiphyse proximale se détacha de la diaphyse et ressortait. Cependant, malgré une destruction aussi considérable de la partie proximale de l'extrémité, la régénération dans sa partie distale suivait son cours normal.

Ces expériences, le cas décrit en particulier, témoignent d'une certaine indépendance du processus de régénération et montrent que le blastème régénérateur se forme de la substance cellulaire locale.

Nos dernières expériences ont montré qu'on peut priver un organe du pouvoir régénérateur, sans porter atteinte à sa vitalité. Dans ces expériences les extrémités postérieures droites des tritons étaient irradiées par les rayons X à des doses nocives. Les doses les plus fortes (15.000 r et 7.000 r) provoquèrent un pâlissement de la peau de l'endroit irradié, mais après la première mue toutes les traces d'irradiation disparurent. Une dose plus faible (4.000 r) ne produisit pas même cet effet. Chez tous les animaux d'expérience les deux extrémités postérieures ne présentaient de différences apparentes ni entre elles, ni avec les extrémités d'animaux de contrôle; les mouvements et la sensibilité étaient normaux, les mues se faisaient normalement. L'extrémité irradiée avait, par conséquent, conservé sa vitalité.

Deux mois après l'irradiation (délai, dépassant certainement la période latente qui, chez le triton, ne dépasse pas 1 mois, comme l'ont montré nos observations), les deux extrémités furent amputées; dans la majorité des cas il n'y eut pas de régénération, ou bien les formations insignifiantes pouvaient être observées sur le côté irradié, alors que sur le côté de contrôle la régénération était normale.

La suppression du pouvoir régénérateur d'un organe sans altération de la vitalité de ce dernier présente un grand intérêt, car il explique jusqu'à un certain point le mécanisme d'action des rayons X sur la régénération chez les vertébrés et touche, par conséquent, à la nature même du phénomène de régénération.

On peut admettre que les rayons X agissent plus ou moins de la même façon sur toutes les cellules de l'extrémité qui, tout en conservant leurs fonctions trophiques, subissent, cependant, une altération qui leur fait perdre en partie ou entièrement leur faculté de division mitotique, et ne peuvent plus servir d'origine au blastème régénérateur.

On peut également supposer que les rayons X exercent une action sélective, qu'ils altèrent les éléments cellulaires les moins différenciés qui servent à la régénération.

Nous avons adopté dans nos travaux la deuxième hypothèse qui, selon toute évidence, se trouve en rapport avec d'autres faits, tels que l'action sélective des rayons X sur les cellules inégalement différenciées, la dépendance de la régénération chez nombre d'invertébrés de la présence de cellules de réserve, une plus grande sensibilité de la régénération chez les vertébrés par comparaison au développement ontogénétique (Butter, 1933).

Ces expériences, faites dans le but d'étudier l'influence des rayons X sur le processus de régénération, montrent toute l'importance que ceux-ci ont dans l'étude de ce phénomène. En usant des rayons X comme d'une méthode de recherches expérimentales, nous pouvons approcher de la connaissance du problème très compliqué de l'origine du blastème régénérateur.

III 244 05 K-4789
E-45 П 262786

н

Експериментальна Медицина

Щомісячний журнал



Переучет
195

Народний Комісаріат Охорони Здоров'я УСРР
Український Інститут Експериментальної Медицини

Переучет
195

№ 7

Липень
Juillet

1936

La médecine
expérimentale

КАРКАС
БІОЛОГІЧ.
ІНСТИТУТ.
1770
№ 244

Держмедвидав