**Лекция 9. Тема: «Регенерация тканей и органов»**

Регенерация может идти параллельно с некрозом и атрофией. При наличии острого воспаления, регенерации начинается только после затухания его. Регенерация проявляется размножением сохранившихся в близи места повреждения тканевых элементов. Сначала в поврежденный участок врастают капилляры, идет восстановление сосудистой системы и нормализация обмена веществ. Поврежденные ткани рассасываются микро- и макрофагами, которые распадаясь, уносятся вместе со шлаками и выделяются почками. затем в результате деления размножаются соединительно-тканные клетки. Обрастая, капилляры, формируют молодую грануляционную ткань восстанавливаются нервные волокна, паренхимные и другие клетки. Молодая грануляционная ткань ярко-розового цвета, легко кровоточит, богата молодыми соединительно-тканными клетками и капиллярами, со временем капилляры запустевают, часть молодых клеток рассасывается, другие превращаются в рубцовую плотную серо-белого цвета ткань.

**Кровь, лимфа, органы крове- и лимфотворения** обладают высокими пластическими свойствами, находятся в состоянии постоянной физиологической регенерации, **механизмы которой лежат и в основе репаративной регенерации,** возникающей вследствие кровопотерь и поражений органов крово- и лимфопоэза. В первый же день кровопотери восстанавливается жидкая часть крови и лимфы за счет всасывания в сосуды тканевой жидкости и поступления воды из желудочно-кишечного тракта. Затем регенерируют клетки крови и лимфы. Тромбоциты и лейкоциты восстанавливаются в течение нескольких дней, эритроциты - несколько дольше (до 2-2,5 нед), позже выравнивается содержание гемоглобина.

Репаративная регенерация клеток крови и лимфы при кровопотерях происходит путем усиления функции красного костного мозга губчатого вещества позвонков, грудной кости, ребер и трубчатых костей, а также селезенки, лимфоузлов и лимфоидных фолликулов миндалин, кишечника и других органов.

Интрамедуллярное (от лат. intra - внутри, medulla - костный мозг) кроветворение обеспечивает поступление в кровь эритроцитов, гранулоцитов и тромбоцитов. Кроме того, при репаративной регенерации объем миелоидного кроветворения возрастает также за счет превращения жирового костного мозга в красный костный мозг.

Экстрамедуллярное миелоидное кроветворение в печени, селезенке, лимфоузлах, почках и других органах возникает при больших или продолжительных кровопотерях, злокачественных анемиях инфекционного, токсического или алиментарно-метаболического происхождения. Костный мозг может восстанавливаться даже при больших разрушениях.

***Патологическая регенерация*** клеток крови и лимфы с резким угнетением или извращением гемо- и лимфопоэза наблюдается при тяжелых поражениях органов крове- и лимфотворения, связанных с лучевой болезнью, лейкозами, врожденными и приобретенными иммунодефицитами, инфекционной и гипопластической анемией. Патогномоничным признаком патологической регенерации является появление в крови и **лимфе незрелых, функционально неполноценных атипичных форм клеток**.

**Селезенка и лимфоузлы** при повреждениях восстанавливаются по типу регенерационной гипертрофии.

**Кровеносные и лимфатические капилляры** обладают высокими регенерационными свойствами даже при больших повреждениях. **Их новообразование происходит путем почкования или аутогенно.**

***Физиологическая регенерация*** **волокнистой соединительной ткани** происходит путем размножения происходящих от общей стволовой клетки лимфоцитоподобных мезенхимальных клеток, малодифференцированных юных фибробластов (от лат. fibro - волокно, blastano - образую), а также миофибробластов, тучных клеток (лаброцитов), перицитов и эндотелиальных клеток микрососудов. Из юных клеток дифференцируются зрелые, активно синтезирующие коллаген и эластин фибробласты (коллагено- и эластобласты). Фибробласты сначала синтезируют основное вещество соединительной ткани (гликозоаминогликаны), тропоколлаген и проэластин, а затем в межклеточном пространстве из них образуются нежные ретикулярные (аргирофильные), коллагеновые и эластические волокна. При перестройке и инволюции соединительной ткани активную роль играют фибробласты и макрофаги.

***Репаративная регенерация* соединительной ткани** происходит не только при ее повреждении, но и при неполной регенерации других тканей, при заживлении ран. При этом в конечном итоге фиброзная ткань превращается в плотную грубоволокнистую рубцовую ткань.

**Регенерация костной ткани** происходит в результате размножения остеогенных клеток - остеобластов в периосте и эндоосте. Репаративная регенерация при переломе костей определяется характером перелома, состоянием костных отломков, надкостницы и кровообращения в области повреждения. Различают первичное и вторичное костные сращения. Первичное костное сращение наблюдается при неподвижности костных отломков и характеризуется врастанием в область дефекта и кровоподтека остеобластов, фибробластов и капилляров.

Вторичные костные сращения часто наблюдают при сложных переломах, подвижности отломков и неблагоприятных условиях регенерации (местные расстройства кровообращения, обширные повреждения надкостницы и т. д.). При этом виде репаративной регенерации сращение костных отломков происходит медленнее, через стадию образования хрящевой ткани (предварительная костно-хрящевая мозоль), которая в дальнейшем подвергается оссификации.

**Патологическая регенерация** костной ткани связана с общими и местными нарушениями восстановительного процесса, длительным расстройством кровообращения, отмиранием костных отломков, воспалением и нагноением ран. Избыточное и неправильное новообразование костной ткани приводит к деформации кости, появлению костных выростов (остеофитов и экзостозов), преимущественному образованию волокнистой и хрящевой ткани в связи с недостаточной дифференциацией костной ткани. В таких случаях при подвижности костных отломков окружающая ткань приобретает вид связок, формируется ложный сустав.

Регенерация **хрящевой ткани** происходит за счет хондробластов надхрящницы, которые синтезируют основное вещество хряща - хондрин и превращаются в зрелые хрящевые клетки - хондроциты. Полное восстановление хряща наблюдают при незначительных повреждениях. Чаще всего проявляется неполное восстановление хрящевой ткани, замещение ее соединительнотканным рубцом.

**Регенерация жировой ткани** происходит за счет камбиальных жировых клеток - липобластов и увеличения объема липоцитов с накоплением жира, а также за счет размножения недифференцированных соединительнотканных клеток и превращения их по мере накопления липидов в цитоплазме в так называемые перстневидные клетки — липоциты. Жировые клетки образуют дольки, окруженные соединительнотканной стромой с сосудами и нервными элементами.

Регенерация **мышечной ткани** бывает как физиологической, так и после голодания, беломышечной болезни, миоглобинурии, токсикозов, пролежней, инфекционных болезней, связанных с развитием атрофических, дистрофических и некротических процессов.

***Скелетная поперечнополосатая мышечная ткань*** обладает высокими регенерационными свойствами при сохранении сарколеммы. Находящиеся под сарколеммой камбиальные клеточные элементы - миобласты размножаются и формируют многоядерный симпласт, в котором синтезируются миофибриллы и дифференцируются поперечнополосатые мышечные волокна. При нарушении целостности мышечного волокна вновь образованные многоядерные симпласты в виде мышечных почек растут навстречу друг другу и при благоприятных условиях (небольшой дефект, отсутствие рубцовой ткани) восстанавливают целостность мышечного волокна.

***Сердечная поперечнополосатая мышечная ткань*** регенерирует по типу регенерационной гипертрофии. В неповрежденных или дистрофически измененных миокардиоцитах происходит восстановление структуры и функции за счет гиперплазии органелл и гипертрофии волокон. При прямом некрозе, инфаркте миокарда и пороках сердца может наблюдаться неполное восстановление мышечной ткани с образованием соединительнотканного рубца и с регенерационной гипертрофией миокарда в сохранившихся отделах сердца.

**Регенерация нервной ткани.** Ганглиозные клетки головного и спинного мозга в течение жизни интенсивно обновляются на молекулярном и субклеточном уровнях, но не размножаются. При разрушении их происходит внутриклеточная компенсаторная регенерация (гиперплазия органелл) оставшихся клеток. К компенсаторно-приспособительным процессам в нервной ткани относится обнаружение многоядрышковых, двухъядерных и гипертрофированных нервных клеток при различного рода болезнях, сопровождающихся дистрофическими процессами, при сохранении общей структуры нервной ткани. Клеточная форма регенерации свойственна невроглии. Погибшие глиальные клетки и небольшие дефекты головного и спинного мозга, вегетативных ганглиев замещаются размножающимися клетками невроглии и соединительной ткани с образованием глиалышх узелков и рубцов. Нервные клетки вегетативной нервной системы восстанавливаются путем гиперплазии органелл, а также неисключается возможность их размножения.

Периферические нервы полностью регенерируют при условии сохранения связи центрального отрезка нервного волокна с нейроном и незначительного расхождения перерезанных концов нерва.

При нарушении регенерации нервов (значительное расхождение частей перерезанного нерва, расстройство крово- и лимфообращения, наличие воспалительного экссудата) образуется соединительнотканный рубец с неупорядоченным разветвлением в нем осевых цилиндров центрального отрезка нервного волокна. В культе конечности после ее ампутации избыточное разрастание нервных и соединительнотканных элементов может привести к возникновению так называемой ампутационной невромы.

**Регенерация эпителиальной ткани.** Покровный эпителий относится к тканям, обладающим высоким биологическим потенциалом самовосстановления. Физиологическая регенерация многослойного плоского ороговевающего эпителия кожи происходит постоянно за счет размножения клеток зародышевого (камбиального) мальпигиеваслоя.

**При повреждении эпидермиса** **и стромы кожи** клетки росткового слоя по краям раны размножаются, наползают на восстановленную мембрану и строму органа и покрывают дефект (заживление раны под струпом и по первичному натяжению). Однако вновь образованный эпителий утрачивает способность к полной дифференциации характерных для эпидермиса слоев, покрывает дефект более тонким пластом и не образует производных кожи: сальных и потовых желез, волосяного покрова (неполная регенерация).

**Покровный эпителий слизистых оболочек** пищеварительного, дыхательного трактов и мочеполовых путей (многослойный плоский неороговевающий, переходный, однослойный призматический и многорядный мерцательный) восстанавливается путем размножения молодых недифференцированных клеток крипт и выводных протоков желез. По мере их роста и созревания они превращаются в специализированные клетки слизистых оболочек и их желез.

**Неполная регенерация пищевода, желудка, кишечника, протоков желез и других трубчатых и полостных органов с образованием соединительнотканных рубцов** может вызывать **сужение (стеноз)** и расширение их, появление односторонних выпячиваний (дивертикулов), спаек (синехий), неполное или полное зарощение (облитерация) органов (полости сердечной сумки, плевральной, брюшинной, суставных полостей, синовиальных сумок и т. д.).

Регенерация печени, почек, легких, поджелудочной железы, других желез внутренней секреции протекает на молекулярном, субклеточном и клеточном уровнях на основе закономерностей, свойственных физиологической регенерации, с большой интенсивностью. При очаговом необратимом повреждении (некрозе) в паренхиматозных органах, а также при частичной резекции их масса органа может восстанавливаться по типу регенерационной гипертрофии. При этом в сохранившейся части органа наблюдается размножение и увеличение объема клеточных и тканевых элементов, а на месте дефекта образуется рубцовая ткань (неполное восстановление).

Патологическая регенерация паренхиматозных органов наблюдается при различных длительных, часто повторяющихся повреждениях их (расстройствах кровообращения и иннервации, воздействиях токсических ядовитых веществ, инфекциях). Она характеризуется атипичной регенерацией эпителиальной и соединительной тканей, структурной перестройкой и деформацией органа, развитием цирроза (цирроз печени, поджелудочной железы, нефроцирроз, пневмоцирроз).

**Контрольные вопросы:**

1. Опишите механизмы репаративной регенерации крови, лимфы, органов крове- и лимфотворения.
2. Опишите механизмы репаративной регенерации соединительной ткани.
3. Опишите механизмы репаративной регенерации костной ткани.
4. Опишите механизмы репаративной регенерации хрящевой ткани.
5. Опишите механизмы репаративной регенерации скелетной поперечнополосатой мышечной ткани.
6. Опишите механизмы репаративной регенерации сердечной поперечнополосатой мышечной ткани.
7. Опишите механизмы репаративной регенерации нервной ткани.
8. Опишите механизмы репаративной регенерации эпителиальной ткани (эпидермиса и покровного эпителия слизистых оболочек).

**Рекомендуемая литература**

1. Целуйко С.С., Красавина Н.П., Семенов Д.А. Регенерация тканей: учебное пособие. Исправленное и дополненное. –Благовещенск, 2019. – 136 с.

2. Сыч В.Ф. Общая биология: Учебник для студентов высших учебных заведений. В 2-х частях. Ч. 2. Ульяновск: УлГУ, 2006. - 194 с.: 113 ил.

3. Струков А.И., Серов В.В. Патологическая анатомия. Учебник 6-е издание, под ред. Паукова В.С..- Москва, Изд. «ГЭОТАР –Медиа» , 2019. 860 с.

4. Общая патология: учебное пособие для мед. вузов//под ред. Н.П.Чесноковой.- М.:Академия, 2006.-336 с.