

Лекция 19

Нейрофизиология боли

Человек живёт, постоянно взаимодействуя с внешней средой, получая информацию об окружающем мире с помощью специализированных сенсорных систем, воспринимающих механические, термические, акустические, электромагнитные (световые) и химические сигналы.

Благодаря работе этих систем мы можем любоваться звёздами, наслаждаться пением птиц, ароматом цветов. Однако всем, наверное, приходилось испытывать и другое, совсем неприятное ощущение – боль, возникающую в результате какого-либо вредного для организма воздействия.

Комитет по классификации Международной ассоциации по изучению боли определяет боль как «неприятное сенсорное и эмоциональное переживание, связанное с существующим или возможным повреждением ткани или описываемое в терминах такого повреждения».

Ответственна за это, так называемая, ноцицептивная система (система восприятия боли) – это комплекс структур периферической и центральной нервной системы, отвечающая за определение локализации и характера повреждения ткани.

Боль необходима нам для нормальной жизни, т.к. предостерегает о внешних и внутренних опасностях, грозящих нашему здоровью.

С позиции теории функциональных систем боль является интегративной функцией организма, которая мобилизует организм и его разнообразные функциональные системы на защиту от воздействующих вредных факторов и включает такие компоненты, как сознание, ощущение, память, мотивации, вегетативные, соматические, поведенческие реакции, эмоции.

Боль может возникать при сильном раздражении различных сенсорных рецепторов: температуры, давления и др. Одни авторы рассматривают боль как аффективное состояние, другие отличают схожесть боли с состоянием мотивации, почти всегда сопровождаемым аффективным состоянием.

Боль разделяют на два типа. Первый тип — острая, «эпикритическая», которая быстро осознается, легко детерминируется и локализуется, к ней быстро развивается адаптация, и она продолжается не дольше, чем действие стимула.

Второй тип боли — тупая, «протопатическая», боль, которая осознается более медленно, плохо локализуется, сохраняется длительное время и не сопровождается развитием адаптации. Считается, что второй тип боли эволюционно более древний и менее совершенный как сигнал опасности.

Ощущение боли можно классифицировать по качествам, определяемым либо по месту ее возникновения, либо по характеру. В частности разделяют боль соматическую и висцеральную. В свою очередь соматическая боль состоит из двух подклассов: поверхностной и глубокой боли. Соматическая боль, возникающая в коже, называется

поверхностной; боль, исходящая от мышц, костей и суставов, соединительной ткани называют глубокой болью. Самым известным примером глубокой боли является головная боль. По времени формирования, болевое ощущение может быть ранним и поздним.

Висцеральная боль сходна с глубокой болью тем, что сопровождается такими же вегетативными реакциями.

Кардиогенная боль, источником которой является главным образом ишемия миокарда, возникает вследствие недостатка коронарного кровообращения. Образующиеся при этом биологически активные вещества (брадикинин) и продукты метаболизма раздражают нервные окончания. Для кардиогенной боли характерна выраженная эмоциональная реакция больного, сопровождаемая чувством страха, боязни смерти. Это связано с участием в кардиогенной боли симпатoadреналовых механизмов.

Среди нейрогенных болей выделяют лицевые боли, обусловленные невралгией черепного нерва или симпаталгией.

Фантомные боли появляются после ампутации конечности.

Гемипалгии — жестокие, труднопереносимые боли в половине тела, связаны с раздражением боли в половине тела, связаны с раздражением каким-либо патологическим процессом (опухоль, сосудистые заболевания, инсульты) зрительного бугра.

Каузалгии — «жгучие боли» — возникают при частичном повреждении нерва с неполным нарушением проводимости и явлениями раздражения вегетативных волокон.

К особым формам относят проецируемую боль, т.е. состояние, при котором место, на которое действует повреждающий стимул, не совпадает с тем, где эта боль ощущается.

Болевые ощущения, вызываемые повреждающими раздражениями внутренних органов, нередко локализуются не в данном органе, а в отдаленных поверхностных участках. Такие ощущения получили название отражённой боли.

Особой формой болевого ощущения при определенных условных раздражениях является зуд.

С системных позиций ощущение боли рассматривается как биологическая потребность, связанная с изменением определенных жизненно важных констант организма. Одна из них — целостность защитных покровных оболочек, т.к. их повреждения могут вызвать нарушения постоянства внутренней среды организма, органов, тканей и привести к гибели. В этой связи боль рассматривается в качестве биологической потребности, формирующей мотивацию, направленную на избавление от болевого ощущения.

Другой причиной болевых ощущений считается изменение уровня кислородного дыхания тканей. Установлено, что введение любых веществ, нарушающих окислительные процессы в тканях, или прекращение доступа крови, приводит к возникновению болевого синдрома. В этом случае боль, активирующая симпатическую и другие системы организма, вызывает ответные реакции, улучшающие снабжение кислородом

пораженного органа, улучшает трофику тканей. В конечном итоге все эти процессы способствуют нормализации тканевого дыхания.

Согласно теории «специфичности» боли, существуют специальные болевые рецепторы — ноцицепторы, которые отвечают только на интенсивные стимулы и способствуют формированию ощущения боли.

Ноцицепторы относят к группе высокопороговых рецепторов, возбуждающихся при воздействии сильных повреждающих раздражителей (сильное сжатие, уколы, разрезы, сильные температурные воздействия, воздействия химических веществ и др.).

Выделяют два типа ноцицепторов: механоноцицепторы и хемоноцицепторы.

Большинство механоноцицепторов имеет афференты АΔ — волокон, и они расположены так, что обеспечивают контроль целостности кожных покровов организма, суставных сумок, поверхности мышц.

Хемоноцицепторы расположены в более глубоких слоях кожи и передают импульсацию преимущественно через афференты С — волокон, контролируют дыхательные функции тканей, в том числе и покровных оболочек.

Передача ноцицептивной информации от рецепторов в ЦНС осуществляется по АΔ - и С — волокнам.

Болевая реакция — это реакция всей центральной нервной системы, т.к. в механизмах болевого возбуждения участвуют различные уровни ЦНС, начиная от спинного мозга и кончая корой большого мозга.

Уже в ответ на раздражение первичных афферентных волокон по механизму аксонрефлекса возникает местное расширение кровеносных сосудов, усиливая тканевое дыхание.

На уровне задних рогов спинного мозга — формируются сегментарные реакции спинного мозга в виде активации скелетной мускулатуры для быстрого устранения вредоносного фактора.

Важная роль в механизмах распространения болевой импульсации отводится ретикулярной формации среднего мозга. Речь идет об активации различных сенсорных систем: зрительной, слуховой и т.д., что способствует избавлению организма от боли.

Вовлечение в центральную структуру болевой реакции гипоталамуса сопровождается сложными изменениями функций организма. Во-первых, формируется отрицательное эмоциональное состояние с соответствующей активацией образований лимбической системы. Во-вторых, возникает активация вегетативной нервной системы и, в-третьих, через связи гипоталамуса с гипофизом изменяется уровень гормонов в крови.

Конечной собирательной станцией переключения болевой импульсации является таламус.

Важную роль в механизмах боли играет соматосенсорная кора, ее области SII и SI. В общей системной болевой реакции организма можно выделить несколько ее относительно самостоятельных компонентов:

а) собственно ощущение боли, возникающее на основе возбуждения механорецепторов и хемоноцицепторов;

б) рефлекторная защитная двигательная реакция на уровне спинного мозга;

в) болевая активация, связанная с возбуждением ретикулярной формации и связанных с нею образований мозга;

г) отрицательная эмоция, формирующаяся на основе возбуждения гипоталамо-лимбикоретикулярных образований мозга;

д) мотивация устранения болевых ощущений, формирующаяся на основе активации лобных и теменных областей коры мозга и приводящая к формированию поведения, направленного на избавление от болевого ощущения;

е) активация механизмов памяти, связанная с извлечением опыта по устранению болевых ощущений, т.е. избегания повреждающего фактора или сведения до минимума его действия.

Участие в механизмах болевого возбуждения хемоноцицепторов предполагает вовлечение в эти процессы химических веществ, ими являются, прежде всего, медиаторы. Установлено, что ацетилхолин, норадреналин, серотонин, калий, вызывают болевые ощущения.

При нарушении целостности или функционального состояния тканей (травма, воспаление и т.д.) увеличивается образование хлорида калия, гистамина, серотонина, простагландинов, кининов и др., повышающих возбудимость как механорецепторов и хемоноцицепторов.

В рассмотренной системной интеграции болевой реакции лишь один компонент — перцептуальный (ощущение боли) — отражается собственно болевым специфическим возбуждением. Все остальные компоненты практически формируются на его основе и являются неспецифическими, так как могут проявляться не только в ответ на болевой, но и на другие стрессорные раздражители. Это касается и такого компонента болевой реакции, как движения, изменение вегетативной реакции и т.д. Известно, что под наркозом, несмотря на выключение сознания, сохраняются вегетативные и мимические реакции в ответ на болевой раздражитель. При введении транквилизаторов или нейролептиков вегетативные реакции у человека угнетаются, тогда, как болевые ощущения сохраняются.

Поведение больного во время болевых пароксизмов также имеет диагностическое значение. Например, при инфаркте миокарда больной старается лежать неподвижно. Больной с приступом почечной колики беспокоен, ищет позу, при которой болевой синдром будет выражен меньше.

Порог боли не является одинаковым у разных людей и даже у одного и того же организма. При определенных функциональных состояниях организма имеют место значительные изменения порогов болевой чувствительности. При этом могут возникать состояния гипералгезии вплоть до появления спонтанных болевых ощущений в отсутствие каких-либо повреждающих раздражителей, либо гипо- или аналгезии.

В 1975 г. были выделены экзогенные морфиноподобные вещества олигопептидной природы, получившие название эндорфинов и энкефалинов.

К психогенной регуляции можно отнести корковую регуляцию болевой чувствительности и эмоциональные состояния, переживаемые человеком, в результате которых изменяются пороги болевой чувствительности. Хорошо известны случаи снижения порогов, когда человек, заранее предупрежденный о воздействии болевого раздражителя, как бы настраивается на возникновение боли и легче ее переносит. Механизм данного феномена, как предполагают, состоит в том, что кортикофугальные влияния и, прежде всего, поля соматосенсорной области активируют эндогенные — опиоидный и серотонинергический — механизмы антиноцептивной системы мозга.

Позитивные эмоциогенные точки, формирующие положительное эмоциональное состояние, оказывают антиноцептивное влияние преимущественно через опиоидный механизм. Те же позитивно эмоциональные точки, которые формируют положительное эмоциональное состояние, связанное с мотивационным возбуждением, осуществляют антиноцептивное влияние преимущественно через адренергический механизм.

Имеется самостоятельный эндогенный адренергический механизм антиноцепции, связанный с активацией отрицательных эмоциональных зон мозга. Приспособительное значение этого механизма заключается в том, что позволяет организму в стрессовых ситуациях пренебрегать воздействиями ноцицептивных раздражителей и тем самым отдавать все силы на борьбу за сохранение жизни: при эмоциях страха — спастись бегством, при эмоциях гнева — агрессией.