В формировании боли у человека и животных участвуют структуры ноцицептивной системы (лат. nocere — повреждать, cepere — воспринимать), осуществляющей восприятие, проведение и обработку информации о различных повреждающих раздражителях.

Повреждающие раздражения воспринимают ноцицепторы — периферические сенсорные нейроны с аксоном и дендритами, активируемые повреждающими стимулами. Периферические нервные окончания ноцицепторов широко представлены в коже, подкожной клетчатке, надкостнице, суставах, мышцах, внутренних органах. Ноцицепторы могут быть активированы мощным механическим (укол, щипок, удар) или температурным стимулом (нагревание, охлаждение), а также действием альгогенов — химических соединений, вызывающих болевое ощущение в минимальных дозах. Ноцицепторы имеют неодинаковую чувствительность к термическим, механическим и химическим факторам. Часть ноцицепторов активируется исключительно на химически е стимулы , другие — на механические и/или температурные действия. Ряд ноцицепторов («молчащие» ноцицепторы) при нормальных состояниях не отвечают ни на один из этих стимулов, они индуцируются только после их повреждения или воспаления соседних органов.

Распространение возбуждения от **периферических окончаний** ноцицепторов происходит посредством миелинизированных А-δ-волокон и немиелинизированных — С-афферентов.

 Миелинизированные Аδ-ноцицепторы имеют большую скорость проведения и, вероятно, способствуют проявлению «первичной» боли — быстрой, острой, резкой, колющей. С-волокна имеют меньшую скорость проведения. Считают, что с ними связана «вторичная» боль — отсроченная, жгучая, тупая. Аδ-ноцицепторы делят на типы в зависимости от порога реакции на тепло, капсаицин (вещество жгучего перца) и возможность сенситизации медиаторами воспаления.

◊ **Аδ-ноцицепторы I типа отвечают на сильное нагревание (приблизительно 52 °С) и нечувствительны к капсаицину.**

◊ **Аδ-ноцицепторы II типа отвечают на умеренное нагревание (приблизительно 43 °С) и чувствительны к капсаицину.**

 Немиелинизированные С-ноцицепторы также гетерогенны по своим функциональным свойствам. Одна группа С-ноцицепторов секретирует нейротрансмиттеры пептидной природы (вещество Р, кальцитонин ген родственный пептид CGRP) и экспрессирует рецептор к тирозинкиназе А (TrkA), имеющий сродство к фактору роста нервов. Вторая группа С-ноцицепторов, в основном, экспрессирует P2X3 рецепторы (подтип АТФ-зависимого ионного канала). Доказано участие тахикининов и CGRP, выделяемых при стимуляции терминалей С-волокон в развитии нейрогенного воспаления.

Сосудорасширяющее действие вещества Р и CGRP хорошо известно. CGRP — один из самых мощных вазодилататоров, он оказывает прямое действие на гладкие мышцы сосудов. Вещество Р расслабляет сосуды с помощью эндотелий-зависимого фактора — оксида азота и увеличивает проницаемость сосудистой стенки.

Тела нейронов ноцицепторов, осуществляющих болевую иннервацию туловища и конечностей, расположены в спинномозговых ганглиях, иннервацию лицевой области — в ганглии тройничного нерва. Центральные отростки этих клеток соответственно входят в качестве задних корешков в спинной мозг или направляются в продолговатый мозг в составе чувствительного отростка тройничного нерва. В задних рогах спинного мозга и чувствительных ядрах тройничного нерва центральные ветви ноцицепторов синаптически перехлестываются с тремя типами нейронов, обеспечивающих дальнейшее проведение ноцицептивных сигналов.

 Специфические ноцицептивные нейроны, расположенные преимущественно в первой пластине заднего рога. Их возбуждают высокопороговые Aδ-механоноцицепторы, Aδ-термомеханоноцицепторы и С-полимодальные ноцицепторы.

 Нейроны широкого динамического диапазона, возбуждаемые как тактильными, так и ноцицептивными стимулами с широких рецептивных полей при активации низкопороговых Aβ-механорецепторов, высокопороговых Aδ-механоноцицепторов, Aδ-термомеханоноцицепторов и С-полимодальных ноцицепторов. Нейроны широкого динамического диапазона расположены преимущественно в 5–7 пластинах заднего рога.

 Интернейроны желатинозной субстанции (вторая пластина). При индукции ноцицептивными и неноцицептивными факторами, а также центральными нисходящими стимулами они изменяют возбудимость клеток первых двух групп. Авторы теории «воротного контроля боли» Р. Мелзак и П. Уолл (1965 г.) придавали главное значение в роли торможения боли именно этим нейронам . Согласно этой теории, нейроны желатинозной субстанции при активизировании неболевыми факторами, приходящими с периферии по низкопороговым толстым волокнам или нисходящими импульсами из супраспинальных центров, способствуют торможению нейронов широкого динамического ряда. Это ограничивает прохождение ноцицептивных сигналов в структуры головного мозга.

От нейронов первых двух групп идут восходящие тракты (спиноталамический, спинoретикулярный и спиномезенцефалический), проводящие ноцицептивные сигналы к супраспинальным структурам мозга.

Большая роль в анализе ноцицептивных сигналов принадлежит соматосенсорным (вентробазальный комплекс), неспецифическим (интраламинарные ядра) и ассоциативным (медиодорсальное ядро) ядрам таламуса.

Из таламических ядер болевые сигналы поступают в кору больших полушарий — высшее звено восприятия ноцицептивной информации. В анализе информации участвуют соматосенсорная кора (первая и вторая соматосенсорные области), инсулярная кора,

передняя поясная извилина, префронтальные отделы коры больших полушарий, задняя париетальная кора. Соматосенсорные отделы коры больших полушарий оценивают болевые сигналы, они формируют ощущения, связанные с первичной эпикритической болью. Ассоциативные области коры больших полушарий (инсулярная кора, передняя поясная извилина, префронтальная кора и задняя париетальная кора) участвуют в формировании сложных эмоционально-аффективных проявлений боли и связанных с ней психических переживаний.

Интересные статьи:

1) Болезни коры надпочечников

2) Психогенные болевые синдромы

3) Гидроцефалия