

Эмбриогенез височно-нижнечелюстного сустава белой крысы

Белорусский государственный медицинский университет

Изучено развитие височно-нижнечелюстного сустава на сериях гистологических препаратов плодов белой крысы от 14-х по 21-е сутки эмбриогенеза, а также у новорожденных крысят. Выявлено, что височно-нижнечелюстной сустав как прерывное соединение костей черепа образуется на 20-21 сутки эмбриогенеза. Процесс формирования сустава в основном завершается внутриутробно. Закладки мышечкового отростка нижней челюсти и чешуи височной кости появляются на значительном расстоянии друг от друга и только к концу внутриутробного периода эти структуры вступают во взаимодействие друг с другом, формируя прерывное соединение. У новорожденных крысят головка нижней челюсти представлена гиалиновым хрящом (мышечковый хрящ), а чешуя височной кости-грубоволокнистой костной тканью. Мышечковый хрящ является аналогом суставного хряща. Он относится к вторичным хрящам и является центром продольного роста нижней челюсти. В его составе отсутствует зона монетных столбиков характерная для эпифизарных хрящей. В поверхностном слое головки нижней челюсти выявляются коллагеновые волокна, а также клетки фибробластического ряда. Суставная ямка на ранних этапах эмбриогенеза не выражена и приближается к дефинитивной форме только во второй половине внутриутробного развития. Ключевые слова: височно-нижнечелюстной сустав, головка нижней челюсти, мышечковый хрящ, мышечковый отросток, чешуя височной кости, белая крыса.

У млекопитающих и человека соединение нижней челюсти с черепом характеризуется образованием вторичного височно-нижнечелюстного сустава. Первичный нижнечелюстной сустав низших позвоночных преобразуется в сочленение между двумя косточками среднего уха – молоточком и наковальней [2,4,5,8,10].

В отличие от большинства прерывных соединений, височно-нижнечелюстной сустав развивается особым образом, в результате постепенного сближения мышечкового отростка нижней челюсти и закладки височной кости [8]. В немецкой научной литературе для описания этого процесса даже существует специальный термин «Anlagerungsgelenk» – «сближающийся сустав» [8]. В то время как основные диартрозы образуются из общей закладки, в которой сначала дифференцируется две суставные поверхности, а затем между ними формируется суставная щель [1,3,4].

Височно-нижнечелюстной сустав является одним из сложно устроенных, функционально важных и наиболее активно работающих суставов. Движения нижней челюсти происходят постоянно во время еды, разговора, зевания у человека примерно 2000 раз в день [2]. Функционирование сустава с большой нагрузкой часто приводит к патологическим процессам (Wendler D., 1989; Mazendo S.,1990; Nagy N.,1992), которые распространены среди

взрослого населения по данным разных авторов от 16% до 63% (Хватова В.А., 1989; Poignowe S., 1991; Ильин А.А., 1996). Число больных с патологией височно-нижнечелюстного сустава неуклонно увеличивается [2]. Возрастает также обращаемость за лечебной помощью детей с врожденными и приобретенными деформациями нижней челюсти (В.А.Козлов, 1985; В.А.Маргунская, 1985; А.С.Иванов, 1992; Д.Ю.Комелягин, 2002; W.Kirk, D. Salabrese, 1989). В связи с этим очевидна важность изучения развития суставов лабораторных животных для оценки возможности экспериментального воспроизведения ряда патологических процессов и понимания механизмов возникновения врожденных аномалий развития.

Цель данной работы – проанализировать закономерности нормального морфогенеза структурных компонентов височно-нижнечелюстного сустава белой крысы для выявления механизмов формирования врожденных аномалий сустава.

Материал и методы

Материалом для исследования послужили плоды беспородных самок белой крысы от 14-х до 21-х суток внутриутробного развития, а также новорожденные крысята.

Развитие височно-нижнечелюстного сустава изучали на фронтальных и сагиттальных сериях парафиновых срезов. Материал фиксировался в жидкости Буэна и 12 % нейтральном формалине. Серийные срезы толщиной 5-7 мкм окрашивались обзорными (гематоксилин-эозин, Ван-Гизон) и гистохимическими методиками. Для выявления гликозаминогликанов срезы окрашивали метиленовым синим, альциановым синим, гликоген выявляли ШИК-реакцией.

Результаты и обсуждение

Формирование мышцелкового отростка нижней челюсти начинается у 16 суточных зародышей с конденсации мезенхимных клеток в дорсальной части нижнечелюстных отростков, латеральнее и выше меккелева хряща с медиальной стороны от закладки латеральной крыловидной мышцы.

На 17 сутки развития на месте мезенхимной конденсации выявляется хрящевая закладка мышцелкового отростка нижней челюсти. По ее периферии располагаются мелкие малодифференцированные клетки надхрящницы, в центре закладки лежат более крупные клетки – хондроциты.

На 18 сутки эмбриогенеза закладка мышцелкового отростка нижней челюсти образована типичным гиалиновым хрящом, в составе которого присутствует весь дифферон хрящевых клеток от малодифференцированных хондробластов, до зрелых гипертрофированных хондроцитов. ШИК-реакция дифферона негативная, что указывает на принадлежность мышцелкового отростка к вторичному хрящу. Поверхностный слой закладки, обращенный в сторону зачатка височной кости имеет вид пластинки с высокой плотностью расположения клеточных элементов. Между клетками находится большое количество коллагеновых волокон, преимущественно ориентированных параллельно суставной поверхности. Поверхностный слой клеток ШИК-позитивен.

На последующих этапах пренатального онтогенеза (19-21 сутки) происходит замещение хрящевой ткани в составе мышечного отростка нижней челюсти на костную, путем процесса энхондрального остеогенеза, появляющегося первоначально у основания отростка. Граница между хрящевой и костной тканью неровная. В межклеточном веществе хряща, прилежащем к костным балкам, выявляются кровеносные сосуды. Сосуды окружены базофильным межклеточным веществом, что свидетельствует о процессе минерализации хрящевой ткани. Встречаются морфологические признаки резорбции хряща.

У новорожденных крысят большая часть мышечного отростка образована ретикулофиброзной костной тканью. Между костными балками выявляются очаги кроветворения с дифференцирующимися кроветворными клетками вокруг широких синусоидных капилляров. В процесс энхондрального окостенения вовлечены периферические отделы шейки нижней челюсти, в ее центральной части располагаются гипертрофированные хондроциты. Головка нижней челюсти образована в основном хрящевой тканью. В ее составе можно выделить несколько зон: суставную, обращенную в полость сустава, представленную коллагеновыми волокнами и клетками фибробластического ряда, зону покоящегося хряща, представленную малодифференцированными клетками, зону пролиферирующего хряща, представленную хондробластами и зону гипертрофированных хондроцитов, представляющую собой популяцию зрелых клеток. В последней из перечисленных зон встречаются очаги деструкции хряща, вызванные внедрением со стороны надхрящницы кровеносных сосудов.

Закладка чешуи височной кости, образованная конденсированной мезенхимой, впервые отчетливо обнаруживается у 16 суточных зародышей краниальнее мышечного отростка нижней челюсти. При этом закладки костей располагаются на значительном расстоянии друг от друга. Через сутки в составе закладки чешуи височной кости появляется очаг костеобразования, представленный немногочисленными костными балками (рис.1). Вокруг костных балок располагается несколько слоев малодифференцированных клеток надкостницы. Контуры суставной ямки не выявляются. На последующих этапах эмбриогенеза размеры центра окостенения в чешуе височной кости увеличиваются. Вместе с аппозиционным ростом хряща в составе мышечного отростка нижней челюсти это ведет к сближению двух закладок костей. На 19-20 сутки развития поверхность суставной ямки, обращенная к головке нижней челюсти, имеет плоскую форму, покрыта 5-6 слоями уплощенных клеток, ориентированных своей длинной осью параллельно головке. Между клетками располагаются коллагеновые волокна. У новорожденных крысят поверхность суставной ямки, покрыта 3-4 слоями малодифференцированных клеток.

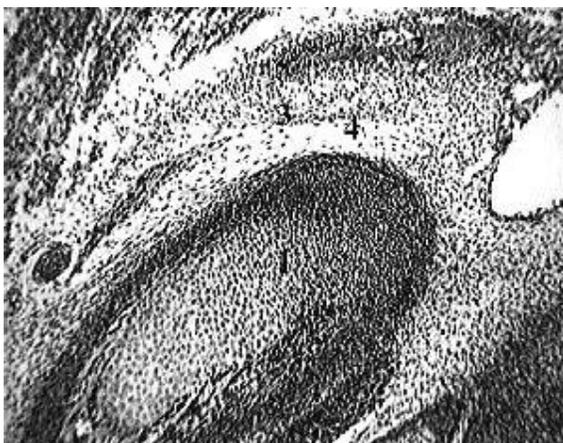


Рис.1. Закладка височно-нижнечелюстного сустава 18 суточного плода белой крысы. 1-мышелковый отросток нижней челюсти; 2- чешуя височной кости; 3-закладка суставного диска; 4- разряжение мезенхимы на месте нижнего этажа сустава. Окраска по Ван-Гизон. Увеличение x 100.

У 18-суточных зародышей промежутки между чешуей височной кости и головкой нижней челюсти заполнен слоем мезенхимных клеток. Ближе к мышелковому отростку мезенхимные клетки лежат более рыхло, что можно расценивать, как начало формирования суставной щели в нижнем этаже сустава (рис.1). Наличие хорошо выраженной щели на всем протяжении между суставными поверхностями обнаруживается только на 20 сутки развития. Форма щели повторяет контур головки нижней челюсти. В верхнем этаже сустава, то есть между суставным диском и суставной ямкой чешуи височной кости, щель появляется только у новорожденных крысят (рис.2). Ее форма соответствует плоской суставной поверхности чешуи височной кости.



Рис.2. Височно-нижнечелюстной сустав новорожденного белой крысы. 1- головка нижней челюсти; 2- чешуя височной кости; 3-суставной диск; 4- нижний этаж суставной полости; 5-верхний этаж суставной полости. Окр. по Ван-Гизон. Увеличение x 100.

Закладка суставного диска обнаруживаются на 18 сутки эмбриогенеза в виде полоски конденсированной мезенхимы, ориентированной параллельно

суставной поверхности мышелка (рис.1). Центральная часть закладки содержит большее количество клеточных элементов. Периферическая часть диска не имеет четкой границы с окружающей мезенхимой. Первоначально (на 18-20 сутки развития) закладка диска находится примерно на одинаковом расстоянии от суставных поверхностей, в последующем она смещается ближе к головке нижней челюсти. Наиболее отчетливо это видно у новорожденных крысят. Толщина диска неодинаковая на протяжении. В центре он тоньше, чем на периферии. Периферические отделы диска новорожденных крысят по-прежнему нечетко отграничены от окружающей соединительной ткани, из которой в последующем формируется капсула сустава. По поверхности диска, обращенной к головке нижней челюсти и суставной ямке, располагаются уплощенные клетки, их ядра вытянуты вдоль длинной оси. В центральной части диска присутствует большое количество коллагеновых волокон, ориентированных преимущественно параллельно поверхности мышелка. Между волокнами находятся клетки фибробластического ряда и мелкие кровеносные сосуды. При помощи связок диск прикрепляется к шейке суставного отростка, образуя с ним единую структуру. В суставной диск вплетается часть волокон сухожилия латеральной крыловидной мышцы.

Заключение

Височно-нижнечелюстной сустав как прерывное соединение костей черепа образуется на 20-21 сутки эмбриогенеза, в то время как большинство других синовиальных соединений уже сформировано. Это указывает на то, что данное сочленение в филогенезе появляется позже большинства других синовиальных соединений.

Процесс формирования сустава в основном завершается внутриутробно, также как и у плодов человека, что указывает на генетическую детерминацию формы, входящих в его состав структур.

Мышелковый отросток нижней челюсти и чешуя височной кости у зародышей белых крыс появляются на значительном расстоянии друг от друга и только к концу внутриутробного периода эти структуры вступают во взаимодействие друг с другом.

Формирование полости сустава начинается с 18 суток эмбриогенеза, что совпадает с первыми спонтанными движениями плодов белых крыс. Движения необходимы для моделирования суставных поверхностей [3], и играют важную роль в образовании полости сустава [1]. Отсутствие внутриутробных движений зародышей или их ограничение приводит к задержке образования суставной щели или полному слиянию противоположащих закладок костей [4].

Движения в височно-нижнечелюстном суставе во внутриутробном периоде развития влияют также на процесс энхондрального окостенения [6]. Нарушения движений вызывают гипоплазию мышелкового отростка нижней челюсти (Keith, 1982). Пролиферация хондроцитов и утолщение мышелкового хряща стимулируются механическими факторами, связанными

с движениями в височно-нижнечелюстном суставе и в постнатальном периоде (Wand and Mao, 2002).

У новорожденных крысят головка нижней челюсти представлена гиалиновым хрящом (мышцелковый хрящ), а чешуя височной кости состоит из грубоволокнистой костной ткани. Мыщелковый хрящ является аналогом суставного хряща, но отличается от него многими биологическими свойствами [10]. Мыщелковый хрящ относится к вторичным хрящам и является центром продольного роста нижней челюсти (Павлова В.Н., 1988, Сперанский В.С., 1988, Китель В.В., 2006). Он сохраняет способность к аппозиционному росту на протяжении всей жизни и способен замещаться костной тканью путем энхондрального остеогенеза [9,10]. В отличие от мышцелкового хряща, хондроциты в суставном хряще остаются неизменными в морфологическом и синтетическом аспекте. Их постнатальная дифференцировка ограничена, также как и потенциал к энхондральному остеогенезу. Этот факт указывает на то, что суставной хрящ не может адаптироваться к внешним воздействиям. Мыщелковый же хрящ, наоборот, имеет специальную мультинаправленную способность для роста и перестройки. Он адаптируется к всевозможным механическим воздействиям или позиционным изменениям, изменяя скорость хондрогенеза, и эндохондрального остеогенеза (Sakamoto Y., 2002). Причем мышцелковый хрящ сохраняет способность к перестройке в ответ на внешние воздействия даже после завершения периода естественного роста (Rabie, 2003, 2004). Эпифизарный хрящ, в отличие от мышцелкового хряща, относится к первичным хрящам. Увеличение его объема происходит путем интерстициального роста. За счет эпифизарного хряща (зоны роста) осуществляется продольный рост трубчатых костей. [10]. Кроме того, в составе мышцелкового хряща отсутствует зона монетных столбиков характерная для эпифизарных хрящей (В.Н.Павлова,1988; В.В.Китель В.В.,2006; Cheung, 1992; Z. Zhao et al., 1999).

В поверхностном слое головки нижней челюсти находятся фибробласты, макрофаги, а также коллагеновые волокна и, по данным некоторых авторов, эластические волокна [7]. Коллагеновые волокна представлены коллагеном I типа [9]. Наличие коллагеновых волокон на суставных поверхностях, а не суставного хряща, позволяет головке нижней челюсти легко смещаться из ямки на суставной бугорок [5].

Суставная ямка на ранних этапах эмбриогенеза отсутствует и появляется во второй половине внутриутробного периода у 19-20 суточных плодов белой крысы. Свод суставной ямки у зародышей остается плоским, что позволяет нижней челюсти совершать характерные для всех грызунов свободные движения в передне-заднем направлении. Суставной бугорок отсутствует у новорожденных младенцев, что очень важно для грудного вскармливания, так как плоская поверхность сустава предполагает более свободные движения в нем (Сперанский В.С., 1988). Это дает возможность беспрепятственно выдвигать нижнюю челюсть вперед при акте сосания (Дистель В.А., 2001).

В полости сустава лежит внутрисуставной диск. Диск образован плотной соединительной тканью. В суставной диск вплетаются волокна латеральной крыловидной мышцы, которые вместе с самим диском препятствуют сближению суставных поверхностей и обеспечивают совместное смещение диска и головки мышцелкового отростка при функционировании сустава.

Выводы

Внутриутробное развитие височно-нижнечелюстного сустава белых крыс отличается от морфогенеза большинства синовиальных суставов и в то же время имеет сходство с эмбриогенезом аналогичного сочленения у человека.

Литература

1. Арчер, Ч.В. Клеточные аспекты развития синовиальных суставов и суставного хряща./ Ч.В.Арчер, Х.Моррисон и др. //Онтогенез.-1995.-Т. 26.- №4.-С.259-269.
2. Безруков, В.М. Заболевания височно-нижнечелюстного сустава./ В.М. Безруков [и др.]; Российская медицинская академия постдипломного образования. – М.:ГЭОТАР-МЕД,-2002.-48с.
3. Кабак, С.Л. Эмбриональное развитие скелета суставов конечностей и туловища белой крысы./ С.Л.Кабак, Е.П.Аниськова // Здравоохранение Беларуси.-1982.-№4.-С.70-73.
4. Павлова, В.Н. Хрящ, В.Н. Павлова, Т.Н.Копьева и др.-М.: Медицина, 1988.-318 с.
5. Тревелл, Дж. Миофасциальные боли / Дж. Тревелл, Д.Г. Симонс.-Перевод с англ. – Москва: – Медицина,-1989.-Том 2.-С.9-30.
6. Habib, H. Fetal jaw Movement affects condylar cartilage development / H.Habib, T.Hatta, J. Udagawa et al.// J Dent Res.-2005.-84(5).-P. 474-479.
7. Mizuno, I. The fine structure of the fibrous zone of articular cartilage in the rat mandibular condyle. / I. Mizuno, N.Saburi, N.Taguchi, T.Kaneda, Hoshno T.// Japanese Journal of Oral Biology.-1990.-Feb. – Vol. 32 (1). – P. 69-79.
8. Radlanski, R.J. Development of the human temporomandibular joint. Computer – aided 3D-reconstructions / R.J.Radlanski, S.Lieck, N.E. Bontschev // European Journal of Oral Sciences.-1999.-107: 25-34.
9. Iuber, H.U. Perichondrial and endochondral components of mandibular condylar growth: morphometric and autoradiographic quantitation in rats. / H.U. Iuber, Journal of Anatomy.-1994.-185.-P. 587-598.
10. Shen, G. The adaptive remodeling of condylar cartilage – a transition from chondrogenesis to osteogenesis / G.Shen, M. Ali Darendeliler // J Dent Res.-2005.- 84(8).-P. 691-699.