

Н. С. СУТУЛОВА

## РАЗВИТИЕ НЕЙРОНОВ СПИННОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА В ПРЕНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ

*(Представлено академиком В. В. Париным 7 VI 1971)*

Развитие нейронов спинного мозга человека изучалось многими авторами (<sup>1-7</sup>), применявшими различные способы окрашивания и нейрофибриллярные методы серебрения. Метод Гольджи для изучения развития нейронов спинного мозга человека не использовался, хотя он позволяет выявить нейрон вместе со всеми отростками, определить тип нейрона, особенности формирования и строения дендритов и их ветвей. Основное внимание в изучении развития спинного мозга уделялось элементам передних рогов, подробного описания развития структур задних рогов спинного мозга в литературе нет.

В настоящей работе изучался эмбриогенез нервных клеток спинного мозга зародышей человека от 4 недель внутриутробной жизни до рождения. Материал обрабатывался по Гольджи, Нисслию и Кахалю. С помощью рисовального аппарата Аббе проводилась зарисовка нейронов при увеличении в 400 раз.

У зародыша 4 недель спинной мозг находится на стадии нервной трубки, образованной радиально расположенными биполярными клетками (медуллобластами).

У зародышей 6 недель (рис. 1) спинной мозг крестцовых сегментов построен так же, как и у 4-недельного зародыша. В сегментах, расположенных выше, в вентральной части нервной трубки появляются единичные униполярные двигательные нейробласты. Еще выше встречаются нейробласты с растущими дендритами. В поясничных сегментах на месте будущих передних рогов появляется зачаточное серое вещество, образованное как нейробластами, так и молодыми нейронами с небольшим числом коротких неразветвленных дендритов. Наибольшей дифференцированности достигают клетки, расположенные в вентральных утолщениях шейных сегментов. В этих сегментах в задней половине мозга наблюдается миграция нейробластов. Большая часть этих нейробластов посылает аксоны в переднюю комиссуру.

У зародышей 8 недель вентральное скопление двигательных нейробластов и молодых нейронов, описанное у зародышей 6 недель, отодвигается к вентролатеральному краю переднего рога, формируя общий моторный столб. В связи с ростом дендритов протоплазма как бы вытягивается в двух-трех направлениях, форма тела нейрона становится удлинненной или близкой к треугольной. Начальная часть дендритов обычно очень толстая, а от нее без плавного перехода начинаются тонкие веточки. Контуры дендритов неровные с варикозными утолщениями и наплывами протоплазмы различной величины и формы. Центральная и медиальная части переднего рога, а также промежуточная область серого вещества заняты комиссуральными клетками с небольшим числом неразветвленных дендритов. В области будущего заднего рога располагаются мелкие униполярные нейробласты или нейробласты с начальными признаками роста дендритов. Основное направление наибольшего длинника клеток и их отростков — дорсовентральное, совпадающее с направлением растущих в серое вещество коллатералей волокон заднего корешка.

У зародышей 9 недель в шейных сегментах происходит разделение общего моторного стоба на функциональные группировки. Наиболее зрелые мотонейроны имеют большое число длинных слабо разветвленных дендритов. Увеличивается число комиссуральных и канатиковых клеток в промежуточной зоне и заднем роге серого вещества. Длинник их тела и дендритов большей частью сохраняет дорсовентральное направление, но отдельные нейроны имеют поперечную направленность к афферентным

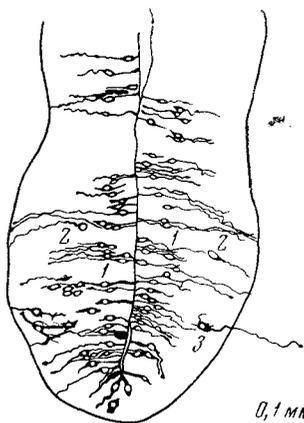


Рис. 1

Рис. 1. Спинальный мозг зародыша человека 6 недель. Медуллобласты (1), униполярные нейробласты (2) и нейробласты с растущими дендритами (3). Метод Гольджи

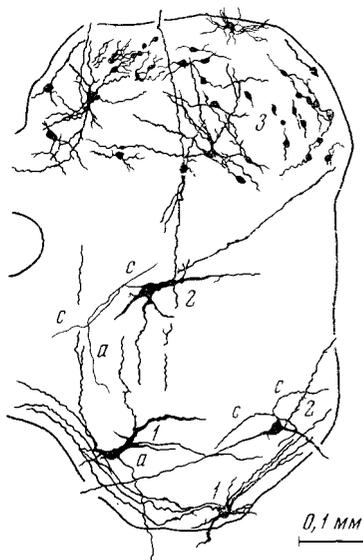


Рис. 2

Рис. 2. Спинальный мозг зародыша человека 4 мес. Мотонейроны (1), канатиковые нейроны (2), нейроны заднего рога (3). *a* — аксон, *c* — коллатераль. Метод Гольджи

коллатералиям волокон заднего корешка, или их дендриты уходят в разные стороны. В самых дорсальных отделах заднего рога видны мелкие униполярные нейробласты, формирующие ролландово вещество.

У зародышей 11 недель наиболее зрелые мотонейроны достигают больших размеров, многочисленные дендриты их распространяются на большой площади в сером веществе, проникают в белое вещество и через комиссуру проходят на противоположную сторону. Другие нейроны имеют меньшее число дендритов, начинающихся от тела нейрона более плавно.

По размерам тела они сходны с двигательными нейронами, и аксон их выходит в передний корешок. По форме тела и характеру дендритов они напоминают нейроны ретикулярной формации (3). Мы рассматриваем их как двигательные нейроны менее зрелого типа. У отдельных мотонейронов аксон до вступления в передний корешок дает возвратную коллатераль. Клетки комиссуральные и клетки, посылающие аксон в передний и боковой канатик, имеют тело небольших размеров, запытое почти полностью ядром. Дендриты, как правило, отходят от двух противоположных полюсов. Они очень длинные, слабо разветвленные, тонкие, с варикозными бляшками и единичными шипиками. Подобные клетки занимают центральную и дорсомедиальную части переднего рога и промежуточную область серого вещества. Клетки заднего рога мельче и менее дифференцированы, чем клетки переднего рога и промежуточной области.

У зародышей 4 мес. внутриутробной жизни (рис. 2) наиболее зрелые мотонейроны отличаются от всех прочих клеток обилием длинных развет-

вленных дендритов, равномерно отходящих от всей поверхности тела. Дендриты начинаются от клетки без плавного перехода, имеют небольшое число варикозных бляшек, расположенных в основном в дистальных частях дендритов. Площадь распространения дендритов одного нейрона перекрывается дендритами соседнего нейрона. Дендриты нейронов одной клеточной группировки проникают в зону расположения другой, а также в центральную часть переднего рога. В дорсомедиальной части переднего рога располагаются гигантские комиссуральные клетки. По размерам своим и по форме они напоминают мотонейроны, но отличаются от последних тем, что дендриты их начинаются от тела более плавно, на некоторых дендритах имеются короткие шипики.

Аксоны многих канатиковых клеток посылают коллатерали в зону расположения мотонейронов. Такие клетки имеются в вентральной и центральной частях переднего рога, начиная с 4 мес. внутриутробной жизни. Возможно, это тормозные клетки Реншоу, оказывающие тормозное влияние на мотонейроны данного уровня и мотонейроны соседних сегментов. Время появления подобных клеток и возрастных коллатералей мотонейронов предшествует периоду, когда двигательные реакции плода превращаются в сложную интегрированную форму рефлекса<sup>(5)</sup>, в специализированные рефлекторные акты<sup>(2)</sup>. В основе этого превращения лежит взаимодействие между процессами возбуждения и торможения в центральной нервной системе<sup>(2)</sup>. Ролландово вещество, выполняющее, по мнению ряда авторов<sup>(1)</sup>, тормозную функцию в спинном мозге, также формируется к этому периоду.

У пятимесячного зародыша (рис. 3) в сером веществе спинного мозга уже представлены все типы нейронов, известные для мозга взрослого человека. Нейроны передних рогов и промежуточной области такого же строения, как и у зародышей 4 мес. Нейроны задних рогов стали более зрелыми. В центральной их части располагаются крупные и гигантские нейроны с длинными мощными дендритами и толстыми аксонами, направленными в сторону бокового канатика. Направление одних дендритов этих клеток параллельно афферентным волокнам из заднего и бокового канатиков и коллатералям заднекорешковых волокон, пронизывающих ролландово вещество. Другие дендриты расположены перпендикулярно потоку афферентных волокон. Вдоль вентральной границы ролландова вещества расположены крупные и средние нейроны. Густо разветвленные дендриты их погружены в ролландово вещество, а аксон идет вентрально. Клетки ролландова вещества имеют тонкие дендриты, отходящие от одного или двух полюсов клетки в виде густо разветвленного кустика, покрытые нежными варикозными

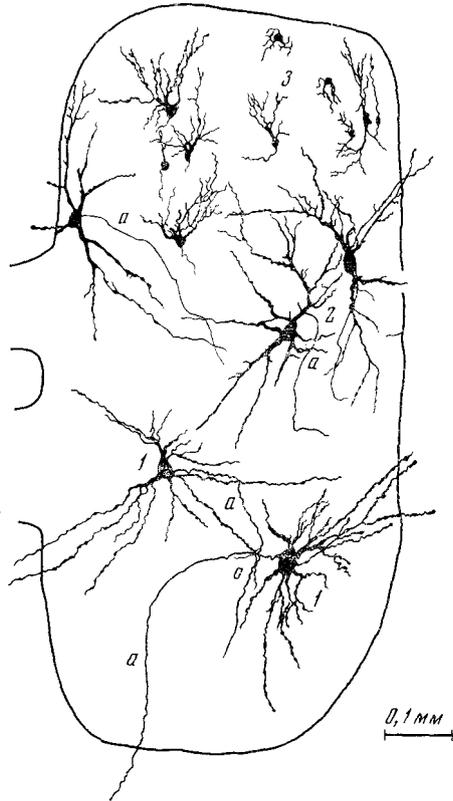


Рис. 3. Спинной мозг зародыша человека 5 мес. Мотонейроны (1), гигантские нейроны вентральной части заднего рога (2), клетки ролландова вещества (3). *a* — аксон, *c* — коллатераль. Метод Гольджи

блясками. В краевой зоне лежат крупные и средние по размеру клетки, дендриты которых расположены вдоль границы серого вещества и проникают глубоко в белое вещество.

У зародышей старшего возраста вплоть до рождения не происходит образования новых типов нейронов, и дальнейшее развитие нейронов заключается в увеличении размеров их тел и отростков и образовании новых ветвей и шипиков на дендритах.

Астраханский медицинский  
институт

Поступило  
7 VI 1971

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> И. С. Беритов, Нервные механизмы поведения высших позвоночных животных, М., 1961. <sup>2</sup> А. А. Волохов, Очерки по физиологии нервной системы, Л., 1968. <sup>3</sup> Г. П. Жукова, Т. А. Леонтович, Журн. высш. нервн. деятельн., **14**, № 1, 422 (1964). <sup>4</sup> К. В. Шулейкина, Арх. анат., гистол. и эмбриол., **37**, в. 5, 42 (1959). <sup>5</sup> К. В. Шулейкина, в кн. Структура и функции анализаторов человека в онтогенезе, М., 1961. <sup>6</sup> J. E. Fitzgerald, W. F. Windle, J. Comp. Neurol., **76**, 1, 159 (1942). <sup>7</sup> T. Humphrey, Arch. Neurology and Psychiatry, **73**, 1, 3 (1955).