

Физиологические исследования

УДК 611.314:612.819:616-053.2:613.63

О.Л. Полякова, Н.Н. Чучкова, В.М. Чучков, В.Н. Николенко

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ УЛЬТРАСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ НЕЙРОТУБУЛЯРНОГО АППАРАТА МИЕЛИНОВЫХ ВОЛОКОН ПУЛЬПЫ ЗУБА У ДЕТЕЙ, РОДИВШИХСЯ И ПРОЖИВАЮЩИХ В МЕСТАХ С ПОВЫШЕННОЙ ЭКОЛОГО-ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ

Цель исследования – количественный анализ нейротубулярного аппарата миелиновых проводников, входящих в состав сосудисто-нервного пучка пульпы зуба у детей, родившихся и проживающих в местах с повышенной эколого-техногенной нагрузкой. Объектом исследования явился сосудисто-нервный пучок зуба (№ 540), удаленного по медицинским показаниям, у детей в возрасте 5-14 лет (период прорезывания постоянных зубов), проживающих в условно благоприятных районах Удмуртии и в местах с повышенной эколого-техногенной нагрузкой. Области с повышенной эколого-техногенной нагрузкой считались места вблизи машиностроительного завода, птицефабрик, крупных автотранспортных предприятий и магистралей и т.п. (Ижевск); расположение крупнейшей в республике нефтебазы, асфальтового и химического заводов Прикамского района республики (Камбарка); территория деревообрабатывающих, мебельных комбинатов, деревообрабатывающей фабрики «Красная Звезда» (Можга); район лес-промхозов (Ува). Показано влияние условий проживания на состав и ультраструктурное обеспечение миелиновых нервных волокон пульпы зуба: количество микротрубочек (независимо от диаметра волокна) и нейрофиламентов (для проводников большого и малого диаметров) в условиях эколого-техногенной нагрузки понижается. Отмечено, что различия в условиях проживания (места с эколого-техногенной нагрузкой) не влияют на ультраструктурную обеспеченность миелиновых проводников на момент прорезывания постоянных зубов (5 лет), но количественные изменения прогрессируют со временем, начиная с периода второго детства (8–12 лет), достигая максимальных значений к 14-летнему возрасту. Критическим периодом в отношении дефинитивного становления нейротубулярного аппарата миелиновых нервов у детей, проживающих в местах с неблагоприятной эколого-техногенной нагрузкой, является возраст 11 лет.

Ключевые слова: микротрубочки, нейрофиламенты, миелиновые проводники, сосудисто-нервный пучок пульпы зуба, прорезывание постоянных зубов, эколого-техногенная нагрузка.

DOI: 10.35634/2412-9518-2019-29-2-206-212

Микротрубочки и нейрофиламенты являются важнейшими структурными образованиями нервных клеток, формируют цитоскелет нейрона, обладают как скелетными, так и сократительными свойствами. Они принимают непосредственное участие в прямом и ретроградном транспорте клеточных органелл, нуклеиновых кислот, белков, обеспечивают регенераторную способность нейронов [1-3]. Микротрубочки – полые образования с диаметром 25 нм, идущие по всей длине аксона. Нейрофиламенты экспрессируются исключительно в нейрональных клетках и являются необходимыми для правильной регуляции диаметра аксона, функционирования аксонального транспорта, структурной поддержки высоко асимметричной геометрии нейронов и особенно важны для обеспечения заметного радиального расширения миелинизированных аксонов, определяющего эффективность скорости нервной проводимости [4]. Изменение качества и/или числа данных клеточных органелл ведет за собой нарушение нейротрофического контроля, имеющего решающее значение в процессе развития. Нейрофиламенты, микротрубочки, актиновые нити и другие волокнистые цитоскелетные элементы обеспечивают создание региональной специализированной сети, которая подвергается исключительно медленному местному обороту и служит стыковочной платформой для организации других органелл и белков [5; 6].

Прорезывание постоянных зубов является важнейшим онтогенетическим процессом, который обеспечивается нейротрофическими механизмами, которые, в свою очередь, обусловлены целостностью состава нейроплазмы нервных проводников, включая сеть микротрубочек и нейрофиламентов. Нарушение количества и распределения последних может привести к формированию патологии зубочелюстной системы.

Цель исследования: количественный анализ нейротубулярного аппарата миелиновых проводников, входящих в состав сосудисто-нервного пучка пульпы зуба у детей, родившихся и проживающих в местах с повышенной эколого-техногенной нагрузкой.

Объект и методы исследований

Объектом исследования явился сосудисто-нервный пучок (СНП) удаленного по медицинским показаниям зуба у детей в возрасте 5-14 лет (период прорезывания постоянных зубов), проживающих в условно благоприятных (УБР) районах Удмуртии и в местностях с повышенной эколого-техногенной нагрузкой (ЭТН). УБР считались места юго-западного (с. Алнаши) и северного направления (г. Глазов; с. Дебёсы). Области с повышенной ЭТН считались: места вблизи машиностроительного завода, птицефабрик, крупных автотранспортных предприятий и магистралей и т. п. (г. Ижевск); расположение крупнейшей в республике нефтебазы, асфальтового и химического заводов Прикамского района республики (г. Камбарка); территория деревообрабатывающих, мебельных комбинатов, деревообрабатывающей фабрики «Красная Звезда» – Юго-Западный район УР (г. Можга); район леспромхозов Центральной части Удмуртии (пос. Ува).

Для электронномикроскопического исследования препараты пульпы с сосудисто-нервным пучком (всего исследовано 540 зубов) фиксировали в 2,5 % глутаральдегиде с дофиксацией по методике G. Millonig (1962). После промывки, обезжиривания в спиртах и ацетоне восходящей концентрации заключали в смесь смол эпон-аралдит. Материал контрастировали осмием в процессе заливки и ультратонкие срезы – уранилацетатом и свинцом. Срезы изучались в электронном микроскопе «НУ-7А». Морфометрическому анализу подвергались миелиновые волокна на фотографиях 10 случайно выбранных полей зрения от каждого блока (объекта) при увеличении X80 000. Количество микротрубочек и нейрофиламентов рассчитывалось на 1 мкм² площади нейроплазмы. Для количественного анализа в работе использовался статистический метод с применением стандартных программ Excel с определением средней арифметической (M), ее ошибки (m). Уровень статистической значимости различий между данными двух групп признавали при $p \leq 0,05$, что является достаточным для медико-биологических исследований.

Исследования одобрены Комитетом по биомедицинской этике ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» Минздрава России (аппликационный №391 от 05.11.2013 г.).

Результаты исследования и их обсуждение

Ранее нами установлено, что начало процесса прорезывания постоянных зубов (ПЗ) у детей в Удмуртии отличается от общепопуляционных данных по России и сдвигается на возраст 5 лет (первыми прорезываются медиальные резцы нижней челюсти) [7], тогда как усредненные общероссийские показатели находятся в диапазоне 6-8 лет. Несмотря на более ранний возраст начала прорезывания, выявленная акселерация процесса ПЗ сопровождается полноценным тканевым обеспечением: цитоархитектоника пульпы и сосудисто-нервного аппарата постоянного зуба хорошо сформирована, что выявляется как на светооптическом, так и на ультраструктурном уровнях.

Важным показателем гармоничного развития зубочелюстной системы является нейротрофический контроль процесса прорезывания. Так, у детей раннего детства (1-3 года) на поперечных гистологических срезах нервов спектр миелиновых волокон представлен пучками, имеющими преимущественно округлую и овальную формы. Более крупные волокна чаще расположены по периферии, средние имеют равномерное распределение, а малые группируются вокруг проводников большого диаметра. Пучки большого диаметра составляют 13,3±1,5 %, среднего – 23,0±1,3 %, малого – 63,7±1,0 %. В нервах детей первого детского возраста (4-7 лет) это соотношение составляет 17,0±1,8 %; 25,4±2,5 %; 57,6±8,1 %; второго детства и подросткового периода (8-14 лет) – 33,0±2,3 %; 21,1±1,6 %; 49,9±5,7 % соответственно. Периневрий тонкий, состоит из 1-2-х слоёв коллагеновых микрофибрилл и клеток фиброцитарно-фибробластического ряда. Отдельные нервные волокна окружены базальными мембранами. Мякотные нервные волокна в основном слабо миелинизированы.

Различается и толщина миелиновой оболочки. Для нервных волокон малого диаметра толщина миелина составляет 0,3±0,05 мкм при диаметре осевого цилиндра 2,2±0,03 мкм; для проводников среднего калибра данные показатели соответствуют 0,6±0,03 мкм и 3,6±0,1 мкм, соответственно. В нервных волокнах большого диаметра толщина оболочки достигает 1,0±0,01 мкм и осевого цилиндра

– $4,8 \pm 0,1$ мкм. С возрастом наблюдается достоверное увеличение толщины миелиновой оболочки. Существенная вариабельность толщины миелиновой оболочки нервов пульпы у детей, проживающих в УБР, выявляется к возрасту 8 лет. В осевых цилиндрах мягкотных волокон к этому времени постнатального развития обнаруживается значительное количество органелл (нейрофиламентов, микротрубочек, везикул). Динамика количества микротрубочек (МТ) и нейрофиламентов (НФ), располагающихся в нейроплазме миелиновых волокон у детей, родившихся и проживающих в благоприятных районах республики, представлено в табл. 1.

Количество МТ – медленно изменяющийся показатель. Отмеченная нами динамика МТ (табл. 1), обусловленная возрастными изменениями, характерна только для проводников, имеющих средний и большой диаметры. Так, для нервных проводников, имеющих в поперечном сечении от 4,1 до 6,0 мкм (малый диаметр), первые значимые изменения (увеличение количества) отмечаются в возрасте 11 лет и составляют $16,2 \pm 0,2$ % в сравнении с 5-летним возрастом, а в 14 лет (окончание наблюдений в связи с завершением процесса прорезывания постоянных зубов) их число выше, чем на момент прорезывания на $25,1 \pm 1,2$ % ($p < 0,05$). Для нервных проводников большого диаметра онтогенетические изменения числа МТ также выявлены в 11-летнем возрасте и составляют $25,5 \pm 1,5$ %, а к 14-летнему возрасту прирост числа органелл по сравнению с возрастом 5 лет, уже составляет $41,8 \pm 2,2$ %. Для нервных волокон малого диаметра незначительный прирост в $11,2 \pm 2,8$ % ($p \geq 0,05$) можно отметить только к возрасту 14 лет.

Таблица 1

Количество микротрубочек и нейрофиламентов в 1 мкм^2 площади нейроплазмы в миелиновых волокнах сосудисто-нервного пучка зуба детей, родившихся и проживающих в благоприятных районах Удмуртии ($M \pm m$)

Возраст (лет)	Диаметр нервного проводника		
	Малый (до 4,0 мкм)	Средний (4,1–6,0 мкм)	Большой (более 6,0 мкм)
Микротрубочки (шт/мкм ²)			
5	$58,9 \pm 2,0$	$45,8 \pm 2,1$	$33,7 \pm 1,5\#$
6	$59,1 \pm 2,0$	$46,1 \pm 2,1$	$34,1 \pm 1,5\#$
7	$60,2 \pm 2,2$	$47,2 \pm 2,2$	$35,2 \pm 1,6\#$
8	$61,5 \pm 2,2$	$48,4 \pm 2,3$	$36,3 \pm 1,7\#$
9	$61,8 \pm 2,2$	$49,1 \pm 2,3$	$36,9 \pm 1,7\#$
10	$62,3 \pm 2,2$	$51,3 \pm 5,3$	$37,5 \pm 1,7\#$
11	$63,2 \pm 2,2$	$53,2 \pm 2,3^*$	$42,3 \pm 1,8^*\#$
12	$63,8 \pm 2,2$	$54,5 \pm 2,3^*$	$43,5 \pm 2,7^*\#$
13	$64,2 \pm 5,2$	$55,4 \pm 2,3^*$	$45,9 \pm 2,2^*\#$
14	$65,5 \pm 4,2$	$57,3 \pm 4,2^*$	$47,8 \pm 1,5^*\#$
Нейрофиламенты (шт/мкм ²)			
5	$95,3 \pm 6,2$	$103,9 \pm 6,5$	$149,0 \pm 6,9\#$
6	$96,6 \pm 6,4$	$104,1 \pm 6,7$	$151,1 \pm 7,1\#$
7	$97,7 \pm 7,4$	$105,2 \pm 4,7$	$152,2 \pm 6,1\#$
8	$98,9 \pm 6,9$	$106,3 \pm 6,6$	$153,3 \pm 7,3\#$
9	$99,1 \pm 6,4$	$106,8 \pm 6,7$	$154,1 \pm 7,4\#$
10	$110,7 \pm 6,4$	$107,9 \pm 6,7$	$152,2 \pm 7,8\#$
11	$101,5 \pm 6,6$	$108,3 \pm 6,7$	$157,5 \pm 6,1\#$
12	$104,7 \pm 7,4$	$109,2 \pm 6,7$	$158,3 \pm 8,2\#$
13	$105,9 \pm 7,6$	$110,5 \pm 7,6$	$159,6 \pm 6,9\#$
14	$107,3 \pm 5,4$	$115,5 \pm 8,7$	$162,7 \pm 7,8\#$

Примечание. * – различия достоверны для волокон с одинаковым диаметром в сравнении с возрастом 5 лет ($p < 0,05$); # – различия достоверны для волокон разного диаметра в одном возрасте ($p < 0,05$).

Кроме микротрубочек в аксонах существенно содержание нейрофиламентов. Они сконцентрированы преимущественно в центральных участках, ближе к аксоплазме и «собраны» в пучки. Нами не отмечено динамики изменений количества нейрофиламентов в нейроплазме миелиновых проводников

СНП пульпы у детей, проживающих в УБР в процессе прорезывания постоянных зубов (от 5 до 14 лет). Плотность расположения НФ, приходящихся на единицу площади нейроплазмы, зависит не от возраста исследуемого и стадии прорезывания постоянного зуба, а от диаметра миелинизированных нервных волокон. Чем больше диаметр нервных волокон, тем выше их количество. Различия в числе НФ для проводников малого и среднего диаметров незначительны (выше на 7-10 % в зависимости от срока наблюдения), тогда как для волокон с большим диаметром изменения более выражены и составляют в среднем более 50 %. Интересно, что для микротрубочек выявляется подобная зависимость числа МТ от диаметра миелинизированного волокна, но обратного характера: чем больше диаметр нервного проводника, тем меньше количество МТ на единицу площади нейроплазмы (табл. 1).

В миелиновых волокнах, входящих в СНП пульпы зуба у детей, родившихся и проживающих в местности с повышенной эколого-техногенной нагрузкой, содержание структурных элементов (МТ и НФ) на единицу площади (1 мкм^2) в возрасте 5 лет, по сравнению с таковыми детьми, проживающими в УБР, разнится незначительно (табл. 2). Таким образом, на момент прорезывания тубулярный аппарат в миелиновых волокнах соответствует условно принимаемой норме развития.

Таблица 2

Количество микротрубочек и нейрофиламентов в 1 мкм^2 площади нейроплазмы в миелиновых волокнах сосудисто-нервного пучка зуба у детей, родившихся и проживающих в местах с повышенной эколого-техногенной нагрузкой ($M \pm m$)

Возраст (лет)	Диаметр нервного проводника		
	Малый (до 4,0 мкм)	Средний (4,1 – 6,0 мкм)	Большой (более 6,0 мкм)
Микротрубочки (шт/мкм ²)			
5	58,8±2,0	44,7±2,1	33,0±1,5
6	58,7±2,2	42,2±2,3	33,2±1,7
7	58,3±2,2	41,9±2,3	32,0±1,7
8	57,1±2,1	40,1±2,1	31,7±1,9
9	56,7±2,1	39,9±2,1*	31,3±1,9*
10	56,1±2,0*	39,1±2,0*	30,9±1,6*
11	55,7±2,0*	38,2±2,0*	29,2±1,6*
12	55,0±2,0*	37,7±2,0*	28,3±1,6*
13	54,7±2,1*	36,6±2,0*	27,9±1,6*
14	54,5±2,0*	36,5±2,0*	27,7±1,6*
Нейрофиламенты (шт/мкм ²)			
5	84,3±6,3	97,9±6,5	129,0±6,8*
6	84,5±6,4	98,1±6,7	131,1±7,1*
7	83,7±6,3	97,0±6,5	129,9±6,7*
8	81,3±6,4	96,7±6,5	129,7±6,9*
9	81,0±6,3*	96,1±6,7	129,1±6,9*
10	80,7±6,3*	95,9±6,5	128,3±6,9*
11	78,5±6,3*	95,1±6,5	127,1±6,9*
12	84,5±6,4*	98,1±6,7	126,0±7,1*
13	83,9±6,1*	97,7±6,5	125,7±6,9*
14	83,7±6,1*	97,5±6,5	125,5±6,9*

Примечание. * – различия достоверны для волокон с одинаковым диаметром в сравнении с таким же возрастом у детей, родившихся и проживающих в благоприятных районах ($p < 0,05$).

Выявляются только некоторые отличия в количестве нейрофиламентов в проводниках крупного калибра (количество НФ снижено на 13,4 % ($p < 0,05$)). Количество микротрубочек в миелиновых нервах остается стабильным и не отличается в изучаемых популяциях детей с различными условиями проживания вплоть до 10-летнего возраста (период второго детства). Начиная с 11 и до 14 лет (окончание процесса прорезывания постоянных зубов), количество МТ в нейроплазме миелиновых нервов падает. Так, в нервных проводниках малого диаметра в 11 лет у детей, живущих в местности с ЭТН, количество МТ ниже соответствующего возрастного периода при УБР на $10,0 \pm 1,1$ %, среднего диаметра – на

18,7±2,5 %, большого диаметра – на 15,2±2,1 % ($p<0,05$). В дальнейшем разрыв между показателями условной нормы (районы УБР) и неблагоприятными условиями проживания (ЭТН) только усугубляется (продолжается снижение количества МТ) и к моменту окончания наблюдений составляет 16,8±1,2, 36,3±2,3, 42,1±4,3 % соответственно для волокон малого, среднего и большого диаметров.

Динамика количественного состава нейрофиламентов в миелиновых нервах детей, проживающих в районах с ЭТН, в сравнении с таковой у детей соответствующего возраста, но проживающих в УБР, изменяется не столь однозначно, как количество МТ. Так, в проводниках большого диаметра снижение количества НФ отмечается сразу, с момента начала прорезывания ПЗ (5 лет) и в дальнейшем только нарастает. К моменту окончания прорезывания ПЗ в 14-летнем возрасте это различие уже составляет 22,9±2,5 % ($p<0,05$). Для миелиновых проводников малого диаметра первое значимое снижение НФ отмечается в 9 лет и составляет 18,3±4,1 % в сравнении с 5-летним возрастом, в 14 лет – 22,0±4,3 % ($p<0,05$). Наиболее устойчивыми являются данные численной плотности НФ в миелиновых нервах СНП пульпы со средним диаметром. Значимых отличий для данной категории нервных проводников в отношении количества нейрофиламентов мы не обнаружили.

Необходимо отметить, что к этому возрастному периоду большинство органелл нейроплазмы нервных волокон в миелинизированных нервных проводниках СНП пульпы зуба (например, везикулы и митохондрии) у детей, проживающих в районах с неблагоприятной экологической составляющей, значимо уменьшаются [8], что, по-видимому, отражает снижение нейротрофического обеспечения пульпы зубов в процессе прорезывания ПЗ детей из ЭТН. Одновременно в ткани пульпы отмечается дегенерация и гибель части дентинобластов, отмеченная для всех групп зубов, деструктивно-реактивные перестройки микрососудистого русла. Однако при этом увеличивается число функционирующих капилляров, что характерно для всех изучаемых возрастных периодов развития у детей из ЭТН [8]. По всей видимости, подобные изменения могут отражать параллельно идущие в тканях пульпы реактивно-дистрофические и компенсаторные процессы, направленные на поддержание морфофункционального гомеостаза, обусловленные влиянием условий проживания на прорезывание ПЗ.

Таким образом, у детей, проживающих в зонах с повышенной эколого-техногенной нагрузкой, в процессе прорезывания постоянных зубов отмечаются изменения СНП зуба, снижение количества микротрубочек и нейрофиламентов в миелиновых волокнах пульпы, в связи с этим снижение качества нейротрофического контроля. Критическим периодом для формирования дефинитивного состояния нейротубулярного аппарата нервов является возраст второго детства, максимальные различия регистрируются к 13 – 14 годам постнатального развития (окончание процесса прорезывания постоянных зубов).

Выводы

1. Нейротрофический контроль процесса прорезывания постоянных зубов у детей, родившихся и проживающих в условиях неблагоприятной эколого-техногенной нагрузки изменен.

2. На момент прорезывания постоянных зубов (5 лет) различия в условиях проживания (места с ЭТН) не влияют на ультраструктурную обеспеченность миелиновых проводников, но количественные изменения прогрессируют со временем, достигая максимальных значений к 14-летнему возрасту.

3. Количество микротрубочек (независимо от диаметра волокна) и нейрофиламентов (для проводников большого и малого диаметров) в условиях ЭТН снижено, начиная с периода второго детства (9–12 лет), что обуславливает снижение активности аксонального транспорта и, как следствие, трофического обеспечения и регенеративных возможностей.

4. Критическим возрастом в отношении дефинитивного становления нейротубулярного аппарата миелиновых нервов у детей, проживающих в местах ЭТН, является 11 лет (период второго детства).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Black M.M. Axonal transport: The orderly motion of axonal structures // *Methods Cell Biol.* 2016. 131. P. 1-19.
2. Gibbs K.L., Greensmith L., Schiavo G. Regulation of Axonal Transport by Protein Kinases // *Trends Biochem Sci.* 2015. Vol.40(10). P. 597-610.
3. Murillo B., Mendes Sousa M. Neuronal Intrinsic Regenerative Capacity: The Impact of Microtubule Organization and Axonal Transport // *Dev Neurobiol.* 2018. Vol.78(10). P. 952-959.
4. Yuan A., Rao M.V., Veeranna, Nixon R.A. Neurofilaments and Neurofilament Proteins in Health and Disease // *Cold Spring Harb Perspect Biol.* 2017. Vol. 9(4). pii: a018309.

5. Rao M.V., Garcia M.L., Miyazaki Y., Gotow T., Yuan A., Mattina S., Ward C.M., Calcutt N.A., Uchiyama Y., Nixon R.A., Cleveland D.W. Gene replacement in mice reveals that the heavily phosphorylated tail of neurofilament heavy subunit does not affect axonal caliber or the transit of cargoes in slow axonal transport // *J Cell Biol.* 2002. Vol. 158(4). P. 681-693.
6. Xia C.H., Roberts E.A., Her L.S., Liu X., Williams D.S., Cleveland D.W., Goldstein L.S. Abnormal neurofilament transport caused by targeted disruption of neuronal kinesin heavy chain KIF5A // *J Cell Biol.* 2003. Vol. 161 (1). P. 55-66.
7. Полякова О.Л. Возрастные сроки в прорезывании зубов и показатели среднего значения их у детей в возрасте от 5 до 14 лет, проживающих в г. Ижевске // *Здоровье, демография, экология финно-угорских народов.* 2011. № 1. С. 34-35.
8. Полякова О.Л., Николенко В.Н., Чучков В.М., Васильев Ю.Г. Характеристика морфологической зрелости тканевых и микроанатомических структур постоянных зубов у детей Удмуртии, проживающих в регионах техногенным загрязнением // *Здоровье, демография, экология финно-угорских народов.* 2015. № 3. С. 64-66.

Поступила в редакцию 16.04.2019

Полякова Ольга Леонтьевна, кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры анатомии человека
ФГБОУ ВО ИГМА Минздрава России
426034, Россия, г. Ижевск, ул. Коммунаров, 281
E-mail: mig05@inbox.ru

Чучкова Наталья Николаевна, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой медицинской биологии
ФГБОУ ВО ИГМА Минздрава России
426034, Россия, г. Ижевск, ул. Коммунаров, 281
E-mail: mig05@inbox.ru

Чучков Виктор Михайлович, доктор медицинских наук, профессор кафедры физиологии, клеточной биологии и биотехнологии
ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»
426034, Россия, г. Ижевск, ул. Университетская, 1
E-mail: vmchuchkov@gmail.com

Николенко Владимир Николаевич, доктор медицинских наук, профессор
ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова»
Минздрава России
119991, Россия, г. Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2
E-mail: v.n.nikolenko@yandex.ru

O.L. Polyakova, N.N. Chuchkova, V.M. Chuchkov, V.N. Nikolenko

QUANTITATIVE ULTRASTRUCTURAL ANALYSIS OF NEUROTUBULAR APPARATUS OF THE MYELIN FIBERS OF DENTAL PULP IN CHILDREN BORN AND LIVING IN PLACES WITH HIGH ECOLOGICAL AND TECHNOGENIC LOAD

DOI: 10.35634/2412-9518-2019-29-2-206-212

The purpose of the study is a quantitative analysis of myelin nanotubular apparatus of the conductors included in the neurovascular bundle of the tooth pulp in children born and living in places with high ecological and technogenic load. The object of the study was the neurovascular bundle of the tooth (№ 540), removed for medical reasons, in children aged 5 to 14 years (the period of eruption of permanent teeth), living in conditionally favorable areas of Udmurtia and in places with high ecological and technogenic load. Areas with high ecological and technogenic load were considered to be places near the machine-building plant, poultry farms, large motor transport enterprises and highways, etc. (Izhevsk); location of the largest oil depot in the Republic, asphalt and chemical plants of the Kama region of the Republic (Kambarka); the territory of woodworking, furniture factories, woodworking factory "Red Star" (Mozhga); forestry industry (Uva). The influence of living conditions on the composition and ultrastructural provision of the myelin nerve fibers of the tooth pulp is shown: the number of microtubules (regardless of the fiber diameter) and neurofilaments (for conductors of large and small diameters) in the conditions of ecological and technogenic load is reduced. It is noted that differences in living conditions (places with ecological and technogenic load) do not affect the ultrastructural provision of myelin conductors at the time of eruption of permanent teeth (5 years), but quantitative changes progress over time, starting from the period of second childhood (8-12 years) reaching maximum values by the

age of 14. The age of 11 years is a critical period with regard to the definition of the neurotubular apparatus of myelin nerves in children living in places with unfavorable ecological and technogenic load.

Keywords: microtubules, neurofilament, myelin conductors, neurovascular bundle of the tooth pulp, eruption of permanent teeth, ecological and technogenic load.

REFERENCES

1. Black M.M. Axonal transport: The orderly motion of axonal structures in *Methods Cell Biol.*, 2016, 131, pp. 1-19.
2. Gibbs K.L., Greensmith L., Schiavo G. Regulation of Axonal Transport by Protein Kinases in *Trends Biochem Sci.*, 2015, vol.40(10), pp. 597-610.
3. Murillo B., Mendes Sousa M. Neuronal Intrinsic Regenerative Capacity: The Impact of Microtubule Organization and Axonal Transport in *Dev Neurobiol.*, 2018, vol.78(10), pp. 952-959.
4. Yuan A., Rao M.V., Veeranna, Nixon R.A. Neurofilaments and Neurofilament Proteins in Health and Disease in *Cold Spring Harb Perspect Biol.*, 2017, vol. 9(4), pii: a018309.
5. Rao M.V., Garcia M.L., Miyazaki Y., Gotow T., Yuan A., Mattina S., Ward C.M., Calcutt N.A., Uchiyama Y., Nixon R.A., Cleveland D.W. Gene replacement in mice reveals that the heavily phosphorylated tail of neurofilament heavy subunit does not affect axonal caliber or the transit of cargoes in slow axonal transport in *J Cell Biol.*, 2002, vol.158(4), pp. 681-693.
6. Xia C.H., Roberts E.A., Her L.S., Liu X., Williams D.S., Cleveland D.W., Goldstein L.S. Abnormal neurofilament transport caused by targeted disruption of neuronal kinesin heavy chain KIF5A in *J Cell Biol.*, 2003, vol.161(1), pp. 55-66.
7. Polyakova O.L. [Age terms in teething and indicators of their average value in children aged 5 to 14 years living in Izhevsk] in *Health, demography, ecology of Finno-Ugric peoples*, 2011, no.1, pp. 34-35 (in Russ.).
8. Polyakova O.L., Nikolenko V.N., Chuchkov V.M., Vasiliev Yu.G. [Characteristics of the morphological maturity of tissue and microanatomical structures of permanent teeth in children of Udmurtia living in regions with technogenic pollution] in *Health, demography, ecology of Finno-Ugric peoples*, 2015, no. 3, pp. 64-66 (in Russ.).

Received 16.04.2019

Polyakova O.L., Candidate of Medicine, Senior lecturer at Department of Human anatomy
Izhevsk State Medical Academy
Kommunarov st., 281, Izhevsk, Russia, 426034
E-mail: mig05@inbox.ru

Chuchkova N.N., Doctor of Medicine, Professor, Head of Department of medical biology
Izhevsk State Medical Academy
Kommunarov st., 281, Izhevsk, Russia, 426034
E-mail: mig05@inbox.ru

Chuchkov V.M., Doctor of Medicine, Professor at Department of physiology, cell biology and biotechnology
Udmurt State University
Universitetskaya st., 1, Izhevsk, Russia, 426034
E-mail: vmchuchkov@gmail.com

Nikolenko V.N., Doctor of Medicine, Professor
First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov
Trubetskaya st., 8/2, Moscow, Russia, 119991
E-mail: v.n.nikolenko@yandex.ru