

*На правах рукописи*

ТОРСУНОВА Юлия Петровна

**ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СРЕДИННОГО НЕРВА  
НА ЭТАПАХ ПОСТНАТАЛЬНОГО ОНТОГЕНЕЗА**

14.03.01. – Анатомия человека

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Уфа – 2011

Работа выполнена в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Пермская государственная медицинская академия имени академика Е.А. Вагнера Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию».

Научный руководитель: доктор медицинских наук, профессор  
Баландина Ирина Анатольевна

Официальные оппоненты: доктор медицинских наук, профессор  
Нигматуллин Рафик Талгатович

доктор медицинских наук, профессор  
Чаиркин Иван Николаевич

Ведущая организация: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургская государственная медицинская академия Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию»

Защита состоится «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 года в \_\_\_\_\_ часов на заседании диссертационного совета Д 208.006.02 при Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Башкирский государственный медицинский университет Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию» по адресу: 450000, г. Уфа, ул. Ленина, 3.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Башкирский государственный медицинский университет Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию».

Автореферат разослан «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 года

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор медицинских наук

Федоров С.В.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Несмотря на то, что вопросу внутривольного строения периферического отдела нервной системы посвящено немалое количество исследований, остается ряд существенно важных задач, требующих своего разрешения. Одним из главнейших в учении о периферическом отделе нервной системы является вопрос строения нервов, в смысле анатомических и функциональных особенностей составляющих его волокон. К числу нервных стволов, имеющих такую индивидуальность, прежде всего следует отнести тройничный, слуховой, срединный, лучевой, локтевой, седалищный, мало-, и большеберцовый нервы. Эта индивидуальность является основанием методов для дифференцирования в одном и том же анатомическом стволе разных волокон (Г.Н. Кривицкая, 2000; О.В. Калмин, 2007; L.C. Hurst, 2004). Таким образом, можно утверждать, что всем магистральным нервным стволам присуща своя индивидуальность. Важнейшая задача врача состоит в том, чтобы более полно и глубоко познать особенности каждого нерва, потому что с ними теснейшим образом связаны лечебные мероприятия. Одним из таких нервных стволов, который наиболее четко проявляет свою клиническую индивидуальность, является срединный нерв – объект нашего исследования.

Современные методы диагностики и использование микрохирургической техники позволили значительно улучшить результаты лечения больных с поражениями плечевого сплетения. Частота травмы стволов плечевого сплетения занимает третье место среди повреждений периферической нервной системы, достигает 20%, при этом утрата трудоспособности составляет 70% (К.А. Григорович, 1983; Р.Р. Рау, 1996; G.E. Omer, 2006). Увеличение общего количества всех видов травматизма, особенно дорожно-транспортных происшествий (с 3 до 30%), сопровождается ростом числа пострадавших с травмой стволов плечевого сплетения, преимущественно лиц молодого трудоспособного возраста. Более 60% из них становятся инвалидами в результате функциональной непригодности конечности или вынуждены менять профессию (Х.М. Алимов

с соавт., 2002; Б.В. Гайдар, 2002; Р.Р. Сидорович, 2002; В.П. Берсенев с соавт., 2003; О.В. Бейдик, 2005). Развитие нейро- и микрохирургии требует детального знания изменчивости макромикроскопического строения нервных стволов в течение различных возрастных периодов. Они имеют важное практическое значение для ответа на ряд вопросов, касающихся выбора тактики оперативного вмешательства при восстановлении анатомической целостности и функции нервов. Появившиеся возможности для проведения микрохирургических операций на нервных стволах предъявляют новые требования как к технике операций, так и к уровню знаний о внутриствольной структуре отдельных нервных стволов. Микрохирургические реконструктивные оперативные вмешательства на стволах периферических нервов без знания функционального состояния внутриствольных структур и без их идентификации во время операции не могут обеспечить нормального восстановления функции поврежденных нервов (Е.А. Короткевич, 1986; Д.В. Русанова, 2005; R.M. Match, 2005).

Наряду с тем, что микроморфология нервов детского возраста изучена достаточно подробно (А.С. Петрухин, 2006; О.В. Зыкова, 2006; О.В.; М.Е. Jabaley, 2004; A. Landi, 2005), имеются существенные пробелы в знаниях возрастной изменчивости их внутриствольной структуры. В литературе имеются лишь некоторые данные относительно индивидуальных особенностей периферических нервов, причем большинство исследований проведено на животных, и поэтому их результаты лишь с достаточно большой поправкой можно перенести на человека. Однако и эти данные отрывочны и противоречивы.

Таким образом, отсутствие в доступной литературе сведений о закономерностях инволютивных внутриствольных анатомометрических изменений срединного нерва послужило определению цели и задач нашей работы.

**Цель исследования:** выявить закономерности возрастных морфометрических изменений срединного нерва в периоде от юношеского до старческого возраста.

### **Задачи исследования:**

1. Исследовать качественные и количественные признаки инволютивных изменений пучков срединного нерва и их структурных компонентов.

2. Установить взаимосвязь морфометрических характеристик миелиновых и безмиелиновых нервных волокон с возрастным периодом жизни.

3. Изучить возрастную динамику морфометрических параметров эпинеурия и его структурных компонентов в срединном нерве в периоде от юношеского до старческого возраста.

4. Выявить возрастные анатомические особенности перинеурия срединного нерва и дать им количественную характеристику, в периоде от юношеского до старческого возраста.

5. Провести сравнительный анализ морфометрических данных, сформулировать основные закономерности возрастных изменений срединного нерва от юношеского до старческого возраста и обосновать их клиническое значение.

### **Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Особенности микроскопической анатомии срединного нерва в периоде от юношеского до старческого возраста выражаются в уменьшении площади поперечного сечения нервных волокон с сохранением количества их пучков на фоне увеличения площади поперечного сечения соединительной ткани.
2. Прирост морфометрических параметров перинеурия срединного нерва находится зависимости от возраста и характеризуется его равномерным увеличением.
3. Общая тенденция инволютивной динамики эпинеурия заключается в равномерном его разрастании и двумя периодами интенсивного увеличения его толщины: первый период зрелого возраста и пожилой возраст.

## **Научная новизна исследования**

Исследованы качественные и количественные инволютивные изменения пучков срединного нерва и их структурные компоненты. Впервые разработан инструмент для измерения окружности нервного ствола (патент на полезную модель РФ № 93659 от 10.05.2010). Получен комплекс новых данных о закономерностях анатомического развития и анатомометрических особенностях нервных волокон срединного нерва в периоде от юношеского до старческого возраста: о динамике уменьшения площади поперечного сечения миелиновых и безмиелиновых нервных волокон. Выявлены возрастные анатомические особенности периневрия срединного нерва и дана им количественная характеристика, в периоде от юношеского до старческого возраста. Изучена и доказана прямая зависимость прироста анатомометрических параметров периневрия срединного нерва от возраста.

Изучена возрастная динамика морфометрических параметров эпинеурия и его структурных компонентов в срединном нерве в периоде от юношеского до старческого возраста. Существенно дополнены имеющиеся сведения об изменении внутреннего диаметра, окружности и площади поперечного сечения просвета сосудов эпинеуральной оболочки. Определены процентные соотношения площади поперечного сечения нервных волокон к площади поперечного сечения соединительной ткани. Проведен сравнительный анализ морфометрических данных и сформулированы основные закономерности возрастных изменений срединного нерва от юношеского до старческого возраста и обосновано их клиническое значение.

## **Теоретическая и практическая значимость работы**

Описанные анатомометрические особенности срединного нерва и его структурных компонентов в периоде от юношеского до старческого возраста имеют практическую значимость в качестве показателей нормы, что позволяет использовать эти данные в диагностической и лечебной работе рентгенологов, нейрофизиологов, хирургов, травматологов, нейрохирургов, а также морфологов, патологоанатомов и врачей судебной медицины.

Полученные данные о морфометрических характеристиках (диаметре, окружности и площади поперечного сечения срединного нерва; количестве пучков, входящих в состав нерва; диаметре, окружности и площади поперечного сечения миелиновых и безмиелиновых нервных волокон, толщине миелиновой оболочки) срединного нерва человека в различных периодах постнатального онтогенеза расширяют диагностические возможности и имеют важное практическое значение в микрохирургии. Выявленная зависимость прироста анатомических параметров периневрия срединного нерва от возраста человека может служить основой возрастной анатомии. Выявленные сведения о количественных закономерностях окружности и площади поперечного сечения просвета кровеносных сосудов эпиневральной оболочки срединного нерва в различных возрастных периодах дополняют и расширяют имеющиеся представления о качественной и количественной характеристике этих сосудов с целью оценки нормальной васкуляризации нерва.

#### **Апробация результатов исследования**

Работа выполнена в соответствии с планом НИР ГОУ ВПО «Пермская государственная медицинская академия им. Академика Е.А. Вагнера Росздрава». Результаты исследований доложены и обсуждены на Итоговой научной сессии ПГМА им. академика Е.А. Вагнера Росздрава (Пермь, 2009), научно-практической конференции «Здоровье – непреходящая ценность», посвященной памяти – В.Ф. Войно-Ясенецкого (Чита, 2009); научно-практической конференции молодых ученых (Уфа, 2009); Международной дистанционной научно-практической конференции, посвященной памяти основателя Уральской школы анатомов, гистологов и эмбриологов профессора В.К. Шмидта «Внедрение инновационных технологий в хирургическую практику (фундаментальные и прикладные аспекты)» (Пермь, 2009); Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Молодежная наука: технологии и инновации» (Пермь, 2009); межрегиональной научной сессии молодых

ученых «Молодые ученые – здравоохранению Урала» (Пермь, 2010); X Конгрессе международной ассоциации морфологов (Ярославль, 2010).

### **Внедрение результатов работы в практику**

Данные, полученные в результате проведенного исследования, внедрены в практику работы нейрохирургического отделения медсанчасти № 11 г. Перми, лечебно-диагностического отделения Пермского краевого врачебно-физкультурного диспансера. Материалы проведенных исследований включены в практические занятия для студентов 1 - 4 курсов на кафедре нормальной, топографической и клинической анатомии, оперативной хирургии ГОУ ВПО ПГМА им. ак. Е.А. Вагнера Росздрава, а также в программу обучения ординаторов и интернов. По результатам исследования получен патент на полезную модель «Инструмент для измерения окружности нервного ствола» № 93659 от 28.05.2010.

**Публикации по теме диссертации:** опубликовано 9 научных работ, из них 3 – в журналах, рекомендованных ВАК для публикации результатов диссертационных исследований. По материалам диссертации получен патент на полезную модель № 93659 от 28.05.2010 «Инструмент для измерения окружности нервного ствола».

### **Структура и объем работы**

Диссертация включает следующие разделы и главы: содержание, введение, обзор литературы, материалы и методы исследования, 3 главы собственных исследований, обсуждение результатов, выводы, практические рекомендации, список литературы. Материалы диссертации изложены на 137 печатных страницах, содержат 42 рисунка, 25 таблиц, включают 219 литературных источников, из которых – 124 отечественных и – 95 иностранных авторов.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Материал и методы исследования**

Работа выполнена на кафедре нормальной, топографической и клинической анатомии, оперативной хирургии Государственного образовательного



учреждения высшего профессионального образования «Пермская государственная медицинская академия имени академика Е. А. Вагнера Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию. Гистологические и микроморфометрические исследования выполнены в отделе патоморфологических исследований Центральной научно-исследовательской лаборатории ГОУ ВПО «ПГМА им. ак. Е.А. Вагнера Росздрава». Работа основана на анализе результатов исследований трупов 139 человек в возрасте от 17 до 90 лет, погибших от черепно-мозговых травм, с анамнестическими данными, исключающими какое-либо заболевание в ближайший перед смертью отрезок времени. Исследовали 82 трупа лиц мужского пола и 57 – женского пола. С целью выявления закономерностей инволютивных изменений срединного нерва объекты исследования распределили по возрастным группам согласно возрастной периодизации онтогенеза человека (VII Всесоюзная конференция по проблемам возрастной морфологии, физиологии и биохимии АПН СССР (Москва, 1965)) (таб. 1).

Таблица 1

Распределение объектов исследования по полу и возрасту

№	Возрастной период	Пол		Всего
		муж	жен	
1	Юношеский возраст	19	14	33
		14%	10,07%	23,74%
2	Первый период зрелого возраста	20	15	35
		14,39%	10,79%	25,18%
3	Второй период зрелого возраста	19	12	31
		13,67%	8,63%	22,30%
4	Пожилой возраст	15	10	25
		10,79%	7,19%	17,99%
5	Старческий возраст	9	6	15
		6,47%	4,32%	10,79%
	Всего	82	57	139
		58,99%	41,01%	100,00%

**Макроморфометрическое исследование срединного нерва.** Во время секционного вскрытия правую верхнюю конечность отводили перпендикулярно туловищу, что необходимо для доступа к стволам плечевого сплетения. Разрез кожи длиной 10 см производили по краю большой грудной мышцы с переходом на нижний край двуглавой мышцы до подмышечной области. Отступя на один поперечный палец от места слияния наружного и внутреннего вторичных пучков срединного нерва измеряли его окружность с помощью разработанного нами оригинального инструмента (патент № 93659 от 10.05.2010 г.). Диаметры срединного нерва и пучков нервных волокон определяли следующим образом: находили и замеряли наибольший и наименьший диаметры, складывали их и делили на 2, таким образом, получая среднее значение диаметра допустимой окружности.

**Гистологическое исследование.** Гистологическое исследование срединного нерва было выполнено у всех трупов 139 лиц от юношеского возраста до старческого возраста. Материалом исследования служили участки срединного нерва, взятые, отступя на один поперечный палец от места слияния наружного и внутреннего вторичных пучков на протяжении 3 см. Всего исследовали 1480 гистологических препаратов. Материал фиксировали в 10%-ном растворе нейтрального формалина, обезвоживали в спиртах восходящей крепости, проводили заливку в парафиновые блоки и изготавливали серийные поперечные срезы толщиной в 5 микрон. При визуальной оценке изучали не менее 3 срезов у каждого человека. Препараты окрашивали гематоксилином и эозином, соединительную ткань выявляли окраской по ван Гизон. Для окраски миелиновых оболочек нервных волокон и ядер олигодендроглии в белом веществе использовали окраску по Шпильмейеру. Для выявления фибриллярной структуры нейронов, их отростков и нервных окончаний выполняли окрашивание по Хеквисту.

**Микроморфометрическое исследование срединного нерва.** Препараты исследовали при 60-, 150- и 600-кратном увеличении микроскопа с

использованием цифровой камеры для микроскопа CAM V200 («Micros Handelsgesellschaft m.b.H.», Австрия). Результаты обрабатывали с помощью специализированного программного обеспечения BioVision, версия 4,0. Для статистического исследования использовали программы Microsoft Excel «Biostat». Микроморфометрическое исследование включало изучение следующих параметров: подсчет количества пучков, входящих в состав срединного нерва; определение диаметра, окружности и площади поперечного сечения пучков; вычисление усредненных значений площади одного пучка; дифференциацию волокон на миелиновые и безмиелиновые; определение диаметра, окружности и площади поперечного сечения миелиновых и безмиелиновых нервных волокон; определение толщины миелиновой оболочки миелиновых нервных волокон; определение толщины эпинеурия и изучение его качественного состава; вычисление внутреннего диаметра, окружности и площади поперечного сечения просвета эпинеуральных сосудов; определение толщины перинеурия; вычисление соотношения площади поперечного сечения нервных волокон к площади поперечного сечения соединительной ткани срединного нерва.

Результаты исследований подвергали **статистической обработке** на персональном компьютере в программе Microsoft Excel – 2007. Для оценки силы связи между исследуемыми параметрами определяли коэффициент корреляции. Для характеристики некоторых показателей применяли методику вариационной статистики, расчет доверительного интервала.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

### **Результаты макроморфометрических исследований.**

Анализ макрометрических исследований показал, что окружность срединного нерва у юношей составляет в среднем  $24,09 \pm 0,689$  мм, у девушек –  $24,72 \pm 0,900$  мм; у мужчин в первом периоде зрелого возраста этот показатель равен  $22,73 \pm 0,893$  мм, у женщин –  $23,59 \pm 0,751$  мм. Во втором периоде зрелого возраста окружность срединного нерва у мужчин достигает  $23,14 \pm 0,777$  мм, у женщин она равна  $22,69 \pm 1,026$  мм. В пожилом возрасте

этот показатель у мужчин составляет в среднем  $19,26 \pm 0,623$  мм, у женщин –  $18,87 \pm 0,726$  мм. В старческом возрасте окружность срединного нерва в среднем у мужчин составляет  $17,44 \pm 0,685$  мм, у женщин –  $17,53 \pm 0,740$  мм. Максимальная окружность срединного нерва, равная 29,83 мм, отмечается в юношеском возрасте, минимальная окружность выявлена у женщин пожилого возраста и в старческом возрасте – 9,42 мм. Таким образом, морфометрическое исследование окружности срединного нерва в возрасте от юношеского до старческого показало равномерное ее уменьшение от  $24,72 \pm 0,900$  мм до  $17,44 \pm 0,685$  мм (таб. 2).

Таблица 2

Средние значения окружности срединного нерва (n = 139)

№	Возрастной период	Пол	Количественные параметры					
			$M \pm m$	$\sigma$	$Cv$	Нижняя граница $\alpha$	Верхняя граница $\alpha$	Значение $\alpha$
1	Юношеский возраст	м	$24,09 \pm 0,689$	3,00	0,37	22,71	25,47	2,77
		ж	$24,72 \pm 0,900$	3,37	0,46	22,91	26,53	3,62
2	Первый период зрелого возраста	м	$22,73 \pm 0,893$	3,99	0,70	20,93	24,53	3,59
		ж	$23,59 \pm 0,751$	2,91	0,36	22,08	25,10	3,02
3	Второй период зрелого возраста	м	$23,14 \pm 0,777$	3,39	0,50	21,58	24,70	3,12
		ж	$22,69 \pm 1,026$	3,55	0,56	20,63	24,75	4,12
4	Пожилой возраст	м	$19,26 \pm 0,623$	2,41	0,30	18,01	20,51	2,51
		ж	$18,87 \pm 0,726$	2,30	0,28	17,41	20,33	2,92
5	Старческий возраст	м	$17,44 \pm 0,685$	2,05	0,24	16,06	18,82	2,75
		ж	$17,53 \pm 0,740$	1,81	0,19	16,04	19,02	2,98

\* Достоверность различий  $p < 0,05$

При изучении изменения средних показателей диаметра срединного нерва от юношеского до старческого возраста мы отметили равномерное их уменьшение у лиц обоего пола от юношеского до старческого возраста (от  $7,87 \pm 0,287$  мм до  $5,56 \pm 0,219$  мм). Изучение инволютивной динамики площади поперечного сечения срединного нерва показало уменьшение значений этого показателя в возрастном периоде от юношеского до

старческого. Так, площадь поперечного сечения срединного нерва у юношей в среднем составляет  $46,86 \pm 2,528 \text{ мм}^2$ , у девушек этот показатель равен  $49,54 \pm 3,442 \text{ мм}^2$ ; у мужчин в первом периоде зрелого возраста площадь поперечного сечения срединного нерва достигает в среднем  $42,35 \pm 3,093 \text{ мм}^2$ , а у женщин –  $44,94 \pm 2,737 \text{ мм}^2$ . Во втором периоде зрелого возраста площадь поперечного сечения срединного нерва у мужчин имеет значение в среднем  $43,49 \pm 2,731 \text{ мм}^2$ , у женщин –  $41,90 \pm 3,554 \text{ мм}^2$ . В пожилом возрасте площадь поперечного сечения данного нерва у мужчин составляет  $29,96 \pm 1,982 \text{ мм}^2$ , у женщин этот показатель равен  $28,73 \pm 2,298 \text{ мм}^2$ . В старческом возрасте площадь поперечного сечения срединного нерва в среднем составляет у мужчин  $24,53 \pm 1,892 \text{ мм}^2$ , у женщин –  $24,69 \pm 2,200 \text{ мм}^2$ .

Таким образом, исследование изменений окружности, диаметра и площади поперечного сечения срединного нерва в периоде от юношеского до старческого возраста показало наличие в нем инволютивных изменений, характеризующихся уменьшением данных показателей. Так, окружность срединного нерва равномерно уменьшается с  $24,09 \pm 0,689 \text{ мм}$  (у юношей) до  $17,44 \pm 0,685 \text{ мм}$  (у мужчин старческого возраста) и с  $24,72 \pm 0,934 \text{ мм}$  (у девушек) до  $17,53 \pm 0,740 \text{ мм}$  (у женщин старческого возраста). Диаметр срединного нерва равномерно уменьшается с  $7,67 \pm 0,219 \text{ мм}$  (у юношей) до  $5,56 \pm 0,219 \text{ мм}$  (у мужчин старческого возраста) и с  $7,87 \pm 0,287 \text{ мм}$  (у девушек) до  $5,58 \pm 0,235 \text{ мм}$  (у женщин старческого возраста). Площадь поперечного сечения срединного нерва также соответственно равномерно уменьшается у мужчин с  $46,86 \pm 2,528 \text{ мм}^2$  до  $24,53 \pm 1,892 \text{ мм}^2$  и у женщин с  $49,54 \pm 3,442 \text{ мм}^2$  до  $24,69 \pm 2,200 \text{ мм}^2$ .

Подводя итог, следует заметить, что макроскопическое исследование выявило значительную количественную перестройку структуры срединного нерва в процессе старения организма, что по нашему мнению, бесспорно, связано с изменением качественных характеристик данного нерва. При диагностическом исследовании срединного нерва следует ориентироваться на установленные для каждого возрастного периода его анатомометрические

параметры. Выявленное соответствие (или несоответствие) анатомометрических характеристик срединного нерва для данного возрастного периода необходимо отмечать в протоколе исследования, что является важным для оценки нормальных морфологических признаков данного нерва, также при дифференцировке следующих патологических состояний: мононевропатий и полиневропатий, различной этиологии, последствий травм верхней конечности и некоторых других.

**Результаты микроморфометрических исследований.** Анализ результатов измерения поперечных серийных срезов нервов дает основание заключить, что толщина нервов подвержена значительным различиям, вследствие чего срединный нерв не имеет определенной, свойственной ему толщины ствола. Поэтому рационально было выяснить факторы, которые влияют на толщину нервного ствола и, таким образом, определить, во-первых, что же обуславливает толщину нервов и, во-вторых, можно ли по толщине нерва с известной степенью точности судить о количестве содержащихся в нем пучков нервных волокон, а также о числе аксонов. Заранее можно было бы предположить, что такими факторами вероятно являются: а) степень развития соединительнотканых оболочек нерва, т.е. толщина эпинеурия, перинеурия и эндоневрия, б) количество и толщина пучков, в) количество нервных волокон и их калибр. В этой связи нами было произведено измерение толщины оболочек, размер пучков, подсчет количества пучков и числа содержащихся в них нервных волокон. При исследовании качественных и количественных параметров пучков срединного нерва получили следующие результаты. Наибольшее количество пучков нервных волокон в структуре срединного нерва отмечается у лиц женского пола во втором периоде зрелого возраста и составляет в среднем  $8,00 \pm 0,195$ , наименьшее их количество выявлено в старческом возрасте ( $7,33 \pm 0,495$ ). Максимальные значения средней площади одного пучка отмечены в юношеском возрасте, они равны  $0,45 \pm 0,010$  мкм<sup>2</sup>. Минимальные ее значения выявлены у лиц старческого возраста ( $0,29 \pm 0,100$  мкм<sup>2</sup>).

Площадь, которую занимают пучки нервных волокон срединного нерва в юношеском возрасте составляет  $53,84 \pm 0,076$  мкм<sup>2</sup>, к старческому возрасту она уменьшается и равна  $32,07 \pm 0,216$  мкм<sup>2</sup>. Наоборот, площадь соединительной ткани имеет тенденцию к увеличению от юношеского до старческого возраста. Так, площадь, занимаемая соединительной тканью в юношеском возрасте равна  $46,14 \pm 0,156$  мкм<sup>2</sup>, к старческому возрасту достигает значений  $68,06 \pm 0,208$  мкм<sup>2</sup>. Количество нервных волокон срединного нерва уменьшается от юношеского до старческого возраста. Максимальное количество нервных волокон, равное 26210, отмечается у лиц женского пола юношеского возраста. Минимальное количество нервных волокон отмечается у мужчин старческого возраста. Оно равно 16123. Средние значения этого показателя в юношеском возрасте равны  $25735,07 \pm 139,799$ , к старческому возрасту их количество уменьшается и составляет  $16354,00 \pm 44,419$ .

При морфологическом исследовании на препаратах, окрашенных гематоксилином и эозином, участки миелина выглядят как небольшое округлое пространство, содержащее только нервное волокно. На наружной поверхности миелинизированного пространства была видна бледноокрашенная цитоплазма шванновской клетки. Находящиеся в нервном пучке ядра принадлежат шванновским клеткам, фибробластам эндоневрия и эндотелиальным клеткам капилляров (тоже относящимся к эндоневрию). На препаратах, окрашенных осмием, миелин, окружающий нервное волокно, присутствует. Он окрашен в черный цвет, поэтому миелиновая оболочка имеет вид зачерненного кольца. Наибольшие показатели диаметра, окружности и площади поперечного сечения миелиновых волокон срединного нерва нами отмечены у лиц мужского пола первого периода зрелого возраста, а именно диаметр волокон в среднем равен  $17,74 \pm 0,358$  мкм, окружность –  $55,70 \pm 1,124$  мкм, площадь поперечного сечения –  $248,99 \pm 10,116$  мкм<sup>2</sup>. Минимальные показатели диаметра, окружности и площади поперечного сечения миелиновых нервных волокон срединного

нерва наблюдаются у лиц женского пола старческого возраста: диаметр составляет  $7,47 \pm 0,268$  мкм, окружность –  $23,47 \pm 0,836$  мкм, площадь –  $44,13 \pm 3,217$  мкм<sup>2</sup>. В возрастном интервале от юношеского до старческого возраста отмечается значительное уменьшение суммарной площади поперечного сечения миелиновых волокон. Так, в юношеском возрасте площадь поперечного сечения равна  $246,82 \pm 14,685$  мкм<sup>2</sup>, а в старческом этот показатель равен  $44,13 \pm 3,217$  мкм<sup>2</sup>. Максимальное значение толщины миелиновой оболочки нервных волокон срединного нерва нами отмечены у мужчин второго периода зрелого возраста. Оно равно  $6,58$  мкм; минимальное значение этого показателя отмечено у женщин старческого возраста, что составляет  $1,12$  мкм. Средние значения толщины миелиновой оболочки у лиц юношеского возраста колеблются в пределах от  $3,84 \pm 0,150$  до  $3,65 \pm 0,189$  мкм; у лиц первого периода зрелого возраста этот показатель равен  $4,1 \pm 0,160$  -  $4,08 \pm 0,260$  мкм; затем толщина миелиновой оболочки уменьшается и составляет к старческому возрасту  $2,69 \pm 0,141$  мкм.

Таким образом, наше исследование показало, что в периоде от юношеского до старческого возраста происходит уменьшение толщины миелиновой оболочки миелиновых нервных волокон срединного нерва.

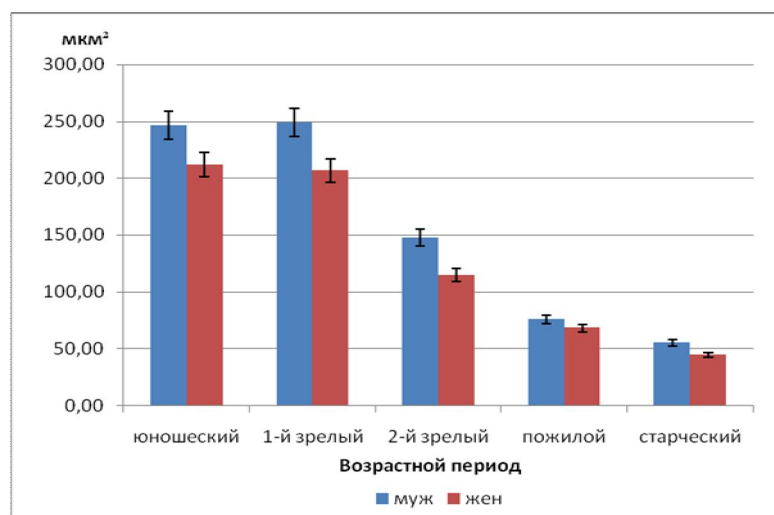
Максимальные показатели диаметра, окружности и площади поперечного сечения безмиелиновых нервных волокон срединного нерва нами выявлены у лиц первого периода зрелого возраста, а минимальные их значения отмечены в старческом возрасте. Наибольший диаметр безмиелиновых волокон в среднем равен  $1,59 \pm 0,086$  мкм, средние значения максимальной окружности этих волокон составляют  $5,00 \pm 0,226$  мкм, а наибольшая площадь поперечного сечения безмиелиновых волокон достигает  $2,07 \pm 0,184$  мкм<sup>2</sup>. Наименьший диаметр безмиелиновых волокон, выявленный у лиц старческого возраста, в среднем равен  $0,65 \pm 0,058$  мкм, средние значения наименьшей их окружности составляют  $2,04 \pm 0,196$  мкм, а минимальная площадь поперечного сечения равна  $0,40 \pm 0,047$  мкм<sup>2</sup>.



Таким образом, исследование качественных и количественных признаков пучков срединного нерва в периоде от юношеского до старческого возраста характеризуется следующими особенностями. Число пучков нервных волокон срединного нерва в данном периоде не изменяется. Так, у мужчин в юношеском возрасте их количество составляет  $7,76 \pm 0,191$ , в старческом возрасте –  $7,44 \pm 0,503$ . У женщин в юношеском возрасте число пучков в среднем равно  $7,79 \pm 0,306$ , в старческом возрасте –  $7,33 \pm 0,495$ .

Наблюдаются изменения в соотношении площади пучков и площади соединительной ткани срединного нерва, характерные для процесса старения: отмечается равномерное уменьшение относительной площади поперечного сечения всех пучков нервных волокон у мужчин с  $53,84 \pm 0,076$  мкм<sup>2</sup> в юношеском возрасте до  $32,07 \pm 0,216$  мкм<sup>2</sup> в старческом возрасте, т.е. на  $21,77 \pm 0,339$  мкм<sup>2</sup>; у женщин с  $53,65 \pm 0,100$  мкм<sup>2</sup> в юношеском возрасте до  $32,24 \pm 0,200$  мкм<sup>2</sup> в старческом возрасте, т.е. на  $21,41 \pm 0,426$  мкм<sup>2</sup>. Площадь поперечного сечения одного пучка уменьшается у мужчин с  $0,45 \pm 0,010$  мкм<sup>2</sup> (у лиц мужского пола юношеского возраста) до  $0,29 \pm 0,010$  мкм<sup>2</sup> (у лиц мужского пола старческого возраста), т.е. на  $0,16 \pm 0,053$  мкм<sup>2</sup>; у женщин с  $0,45 \pm 0,019$  мкм<sup>2</sup> (у девушек) до  $0,30 \pm 0,122$  мкм<sup>2</sup> (у лиц старческого возраста), т.е. на  $0,15 \pm 0,096$  мкм<sup>2</sup>. При этом относительная площадь поперечного сечения соединительной ткани нерва увеличивается с  $46,14 \pm 0,156$  мкм<sup>2</sup> (у юношей) до  $67,87 \pm 0,176$  мкм<sup>2</sup> (у мужчин старческого возраста), т.е. на  $21,73 \pm 0,488$  мкм<sup>2</sup>; с  $46,50 \pm 0,249$  мкм<sup>2</sup> (у девушек) до  $68,06 \pm 0,208$  мкм<sup>2</sup> (у женщин старческого возраста), т.е. на  $21,56 \pm 0,629$  мкм<sup>2</sup>. Количество нервных волокон в пучках срединного нерва в процессе инволюции равномерно уменьшается. У мужчин их количество снижается с  $25721,18 \pm 113,105$  (в юношеском возрасте) до  $16354,00 \pm 44,419$  (в старческом возрасте), т.е. на  $9367,18 \pm 253,587$  штук. У женщин число нервных волокон в пучках в среднем уменьшается с  $25735,07 \pm 139,799$  (в юношеском возрасте) до  $16529,67 \pm 44,080$  (в старческом возрасте), т.е. на  $9205,40 \pm 377,649$  штук. При исследовании диаметра, окружности и площади поперечного сечения

миелиновых и безмиелиновых волокон срединного нерва нами также выявлены признаки инволютивных изменений. Диаметр миелиновых нервных волокон равномерно уменьшается с  $17,60 \pm 0,516$  мкм (у юношей) до  $8,36 \pm 0,353$  мкм (у мужчин старческого возраста), т.е. на  $9,24 \pm 1,442$  мкм; у женщин величина диаметра снижается с  $16,16 \pm 0,821$  мкм (в юношеском возрасте) до  $7,47 \pm 0,268$  мкм (в старческом возрасте), т.е. на  $8,69 \pm 2,073$  мкм. Окружность миелиновых нервных волокон уменьшается у мужчин с  $55,26 \pm 1,621$  мкм (в юношеском возрасте) до  $26,25 \pm 1,161$  мкм (в старческом возрасте), т.е. на  $29,01 \pm 4,529$  мкм; у женщин – с  $50,74 \pm 2,548$  мкм (в юношеском возрасте) до  $23,47 \pm 0,837$  мкм (в старческом возрасте), т.е. на  $27,27 \pm 6,457$  мкм. Суммарная площадь поперечного сечения миелиновых нервных волокон уменьшается у мужчин с  $246,82 \pm 14,685$  мкм<sup>2</sup> (в юношеском возрасте) до  $55,00 \pm 5,006$  мкм<sup>2</sup> (в старческом возрасте); у женщин – с  $211,67 \pm 20,997$  мкм<sup>2</sup> (в юношеском возрасте) до  $44,13 \pm 3,217$  мкм<sup>2</sup> (в старческом возрасте). При этом нами отмечены периоды интенсивного уменьшения площади поперечного сечения миелиновых нервных волокон срединного нерва. Это второй период зрелого возраста и пожилой возраст. Так, у мужчин данный показатель снижается с  $248,99 \pm 10,116$  мкм<sup>2</sup> до  $147,60 \pm 5,771$  мкм<sup>2</sup>, т.е. на  $99,22 \pm 26,725$  мкм<sup>2</sup>; у женщин – с  $206,58 \pm 6,997$  мкм<sup>2</sup> до  $114,67 \pm 7,332$  мкм<sup>2</sup>, т.е. на  $97,00 \pm 30,438$  мкм<sup>2</sup>. В пожилом возрасте: у мужчин площадь поперечного сечения уменьшается с  $147,60 \pm 5,771$  мкм<sup>2</sup> до  $75,72 \pm 4,166$  мкм<sup>2</sup>, т.е. на  $71,88 \pm 7,854$  мкм<sup>2</sup>; у женщин – с  $114,67 \pm 7,332$  мкм<sup>2</sup> до  $68,12 \pm 7,617$  мкм<sup>2</sup>, т.е. на  $46,55 \pm 11,141$  мкм<sup>2</sup> (рис. 1).



**Рис. 1.** Распределение суммарной площади поперечного сечения миелиновых нервных волокон срединного нерва в различных возрастных периодах, мкм<sup>2</sup>, представлено с доверительными интервалами (n=139)

С возрастом нами зафиксировано уменьшение толщины миелиновой оболочки, что, очевидно, связано с интенсивным распадом миелина. Так, толщина миелиновой оболочки миелиновых нервных волокон срединного нерва уменьшается у мужчин с  $3,84 \pm 0,150$  мкм (в юношеском возрасте) до  $2,72 \pm 0,115$  мкм (в старческом возрасте), т.е. на  $1,12 \pm 0,662$  мкм; у женщин этот показатель снижается с  $3,65 \pm 0,189$  мкм (в юношеском возрасте) до  $2,69 \pm 0,141$  мкм (в старческом возрасте), т.е. на  $0,96 \pm 0,869$  мкм.

Возрастным инволютивным изменениям подвержены и безмиелиновые нервные волокна. Так, диаметр безмиелиновых нервных волокон уменьшается с  $1,31 \pm 0,079$  мкм (у лиц мужского пола юношеского возраста) до  $0,70 \pm 0,047$  мкм (у лиц мужского пола старческого возраста), т.е. на  $0,61 \pm 0,241$  мкм; у лиц женского пола диаметр снижается с  $1,34 \pm 0,104$  мкм (в юношеском возрасте) до  $0,65 \pm 0,058$  мкм (в старческом возрасте), т.е. на  $0,69 \pm 0,296$  мкм.

Окружность безмиелиновых нервных волокон на всем протяжении онтогенеза равномерно уменьшается с  $4,12 \pm 0,249$  мкм (у лиц мужского пола юношеского возраста) до  $2,20 \pm 0,129$  мкм (у лиц мужского пола старческого возраста), т.е. на  $1,92 \pm 0,760$  мкм; у лиц женского пола окружность

безмиелиновых волокон уменьшается с  $4,22 \pm 0,331$  мкм (в юношеском возрасте) до  $2,04 \pm 0,196$  мкм (в старческом возрасте), т.е. на  $2,18 \pm 0,919$  мкм.

Суммарная площадь поперечного сечения безмиелиновых нервных волокон уменьшается у мужчин с  $1,44 \pm 0,152$  мкм<sup>2</sup> (в юношеском возрасте) до  $0,40 \pm 0,047$  мкм<sup>2</sup> (в старческом возрасте) т.е. на  $1,04 \pm 0,491$  мкм<sup>2</sup>; у женщин – с  $1,53 \pm 0,220$  мкм<sup>2</sup> (в юношеском возрасте) до  $0,35 \pm 0,152$  мкм<sup>2</sup> (в старческом возрасте), т.е. на  $1,18 \pm 0,579$  мкм<sup>2</sup>.

Следует обратить внимание на то, что в отличие от миелиновых нервных волокон площадь поперечного сечения безмиелиновых нервных волокон в процессе инволюции уменьшается равномерно.

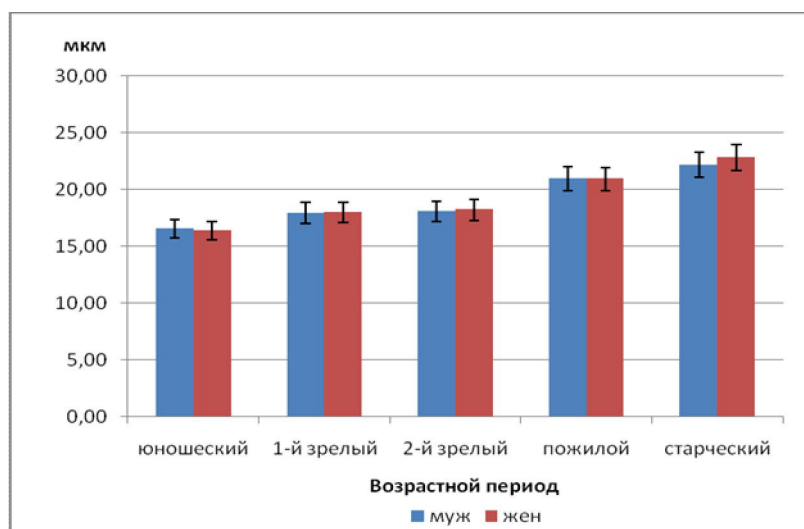
При исследовании инволютивной динамики толщины эпиневральной оболочки срединного нерва нами выявлено увеличение этого показателя от юношеского до старческого возраста. А именно, средние значения толщины эпиневрия у юношей составляют  $122,74 \pm 0,519$  мкм<sup>2</sup>, у девушек –  $119,87 \pm 0,501$  мкм<sup>2</sup>; в первом периоде зрелого возраста этот показатель равен у мужчин  $174,77 \pm 0,504$  мкм<sup>2</sup>, у женщин –  $175,01 \pm 0,421$  мкм<sup>2</sup>, во втором периоде зрелого возраста у мужчин средние значения толщины эпиневрия составляют  $177,89 \pm 0,285$  мкм<sup>2</sup>, у женщин –  $178,63 \pm 0,290$  мкм<sup>2</sup>. В пожилом и старческом возрасте толщина эпиневрия значительно увеличивается, по сравнению с юношеским возрастом. Так, в пожилом возрасте толщина эпиневрия у мужчин в среднем равна  $245,78 \pm 0,575$  мкм, у женщин –  $247,27 \pm 0,514$  мкм; в старческом возрасте значения этого показателя следующие: у мужчин –  $259,47 \pm 1,572$  мкм, у женщин –  $261,15 \pm 1,579$  мкм. Максимальные значения толщины эпиневральной оболочки отмечены у женщин пожилого возраста –  $268,51$  мкм, минимальные значения –  $117,82$  мкм, нами выявлены у лиц женского пола юношеского возраста.

Средние значения толщины периневральной оболочки имеют тенденцию к увеличению от юношеского до старческого возраста. В юношеском возрасте отмечаются наименьшие значения этого показателя. Средние значения толщины периневрия в юношеском возрасте равны

16,53±0,061 мкм – у лиц мужского пола и 16,36±0,071 мкм – у лиц женского пола. В первом периоде зрелого возраста этот показатель составляет 17,92±0,050 мкм у мужчин и 17,93±0,052 мкм – у женщин. Во втором периоде зрелого возраста величина толщины периневральной оболочки у мужчин составляет 18,03±0,032 мкм, у женщин – 18,18±0,058 мкм. К пожилому возрасту этот показатель составляет 20,90±0,106 мкм у мужчин и 20,89±0,176 мкм у женщин. Наибольшей величины толщина периневральной оболочки достигает к старческому возрасту и составляет 22,15±0,189 мкм у мужчин и 22,81±0,294 мкм у женщин. Максимальные показатели диаметра, окружности и суммарной площади поперечного сечения просвета эпиневральных сосудов срединного нерва нами выявлены у лиц юношеского возраста, а минимальные их значения отмечены в старческом возрасте. Наибольший внутренний диаметр сосудов у юношей в среднем равен 2,04±0,040 мм, средние значения окружности просвета этих сосудов составляют 6,4±0,121 мм, а наибольшая площадь поперечного сечения просвета достигает 3,28±0,128 мм. Наименьший внутренний диаметр эпиневральных сосудов срединного нерва, выявленный у лиц старческого возраста, в среднем равен 1,18±0,082 мм, средние значения наименьшей окружности их просвета составляют 3,72±0,261 мм, а минимальная суммарная площадь поперечного сечения просвета равна 1,13±0,158 мм<sup>2</sup>. Таким образом, динамика инволютивных изменений эпиневрия и периневрия и их структурных компонентов характеризуется увеличением толщины периневральной оболочки в периоде от юношеского до старческого возраста. Так, у мужчин толщина периневрия увеличивается с 16,53±0,061 (в юношеском возрасте) до 22,15±0,189 мкм (в старческом возрасте), т.е. на 5,62±0,287 мкм; у женщин данный показатель изменяется с 16,36±0,071 мкм в (юношеском возрасте) до 22,81±0,294 мкм (в старческом возрасте), т.е. на 6,45±0,415 мкм.

При этом следует отметить, что толщина эпиневрия возрастает за счет разрастания соединительной ткани и жировой тканей, присутствующих в его

составе. У мужчин толщина эпинеурия увеличивается с  $122,74 \pm 0,519$  мкм до  $259,47 \pm 1,572$  мкм; у женщин – с  $119,87 \pm 0,501$  мкм до  $261,15 \pm 1,579$  мкм. В исследовании нами выделены периоды интенсивного увеличения толщины эпинеурия. Это первый период зрелого возраста и пожилой возраст. В первом периоде зрелого возраста у мужчин толщина возрастает с  $122,74 \pm 0,519$  мкм до  $174,77 \pm 0,504$  мкм, т.е. на  $52,03 \pm 0,771$  мкм; у женщин – с  $119,87 \pm 0,501$  мкм до  $175,01 \pm 0,421$  мкм, т.е. на  $55,14 \pm 0,771$  мкм; в пожилом возрасте наблюдается увеличение толщины эпинеурия у мужчин с  $177,89 \pm 0,285$  мкм до  $245,78 \pm 0,575$  мкм, т.е. на  $71,01 \pm 0,572$  мкм, у женщин – с  $178,63 \pm 0,290$  мкм до  $247,27 \pm 0,514$  мкм, т.е. на  $72,26 \pm 0,547$  мкм (рис. 2).



**Рис. 2.** Соотношение толщины эпинеурия срединного нерва в разных возрастных периодах, мкм, представлено с доверительными интервалами (n=139)

При этом, внутренний диаметр, окружность и площадь поперечного сечения просвета сосудов эпинеурия равномерно уменьшаются в периоде от юношеского до старческого возраста. Так, внутренний диаметр сосудов уменьшается с  $2,04 \pm 0,040$  мкм (у лиц мужского пола юношеского возраста) до  $1,22 \pm 0,033$  мкм (у лиц мужского пола старческого возраста), т.е. на  $0,82 \pm 0,217$  мкм; у женщин он уменьшается с  $1,88 \pm 0,093$  мкм (в юношеском возрасте) до  $1,18 \pm 0,082$  мкм (в старческом возрасте), т.е. на  $0,70 \pm 0,302$  мкм.

Окружность просвета сосудов эпинеурия также равномерно уменьшается в периоде от юношеского до старческого возраста: с  $6,40 \pm 0,121$

мкм (у мужчин юношеского возраста) до  $3,84 \pm 0,100$  мкм (у мужчин старческого возраста), т.е. на  $2,56 \pm 0,681$  мкм; у женщин окружность просвета эпинеуральных сосудов равномерно уменьшается с  $5,90 \pm 0,288$  мкм (в юношеском возрасте) до  $3,72 \pm 0,261$  мкм (в старческом возрасте), т.е. на  $2,18 \pm 0,937$  мкм. Площадь поперечного сечения просвета сосудов эпинеуральной оболочки срединного нерва равномерно уменьшается у мужчин с  $3,28 \pm 0,128$  мкм<sup>2</sup> (в юношеском возрасте) до  $1,18 \pm 0,058$  мкм<sup>2</sup> (в старческом возрасте) т.е. на  $2,10 \pm 0,578$  мкм<sup>2</sup>; у женщин этот показатель равномерно уменьшается с  $2,86 \pm 0,293$  мкм<sup>2</sup> (в юношеском возрасте) до  $1,13 \pm 0,158$  мкм<sup>2</sup> (в старческом возрасте), т.е. на  $1,73 \pm 0,770$  мкм<sup>2</sup>.

Подводя итог, следует заметить, что возрастные изменения срединного нерва на этапах постнатального онтогенеза характеризуются качественными и количественными дегенеративными изменениями его пучков, что проявляется в высокой степени корреляции между возрастом и параметрами внутрисвольной морфологической структуры нервов. Установленные анатомометрические параметры срединного нерва могут являться основой к составлению нормативных таблиц для различных возрастных периодов человека.

## **ВЫВОДЫ**

1. В периоде от юношеского до старческого возраста количество пучков нервных волокон практически не изменяется, однако, наблюдается уменьшение площади поперечного сечения нервных волокон на фоне увеличения площади поперечного сечения соединительной ткани.
2. На этапах постнатального онтогенеза происходит равномерное уменьшение суммарной площади поперечного сечения безмиелиновых нервных волокон на  $1,04 \pm 0,491$  мкм<sup>2</sup> у мужчин и  $1,18 \pm 0,579$  мкм<sup>2</sup> – у женщин. Возрастная морфологическая перестройка срединного нерва характеризуется равномерным уменьшением толщины миелиновой оболочки и двумя периодами интенсивного уменьшения суммарной площади поперечного

сечения миелиновых нервных волокон: второй период зрелого возраста у мужчин на  $99,22 \pm 26,725$  мкм<sup>2</sup>; у женщин – на  $97,00 \pm 30,438$  мкм<sup>2</sup>; пожилой возраст у мужчин суммарная площадь поперечного сечения уменьшается на  $71,88 \pm 7,854$  мкм<sup>2</sup>; у женщин – на  $46,55 \pm 11,141$  мкм<sup>2</sup>.

3. Возрастная динамика морфометрических параметров периневрия срединного нерва в периоде от юношеского до старческого возраста характеризуется увеличением его толщины у мужчин с  $16,53 \pm 0,061$  (в юношеском возрасте) до  $22,15 \pm 0,189$  мкм (в старческом возрасте), т.е. на  $5,62 \pm 0,287$  мкм; у женщин данный показатель изменяется с  $16,36 \pm 0,071$  мкм (в юношеском возрасте) до  $22,81 \pm 0,294$  мкм (в старческом возрасте), т.е. на  $6,45 \pm 0,415$  мкм.
4. Инволютивные особенности срединного нерва заключаются в увеличении толщины его эпиневирия за счет разрастания соединительной и жировой тканей. У мужчин толщина эпиневирия увеличивается с  $122,74 \pm 0,519$  мкм до  $259,47 \pm 1,572$  мкм (на  $136,73 \pm 2,197$  мкм); у женщин – с  $119,87 \pm 0,501$  мкм до  $261,15 \pm 1,579$  мкм (на  $141,28 \pm 2,042$  мкм). Периодами интенсивного увеличения толщины эпиневирия являются первый период зрелого возраста (у мужчин на  $52,03 \pm 0,771$  мкм, у женщин – на  $55,14 \pm 0,771$  мкм) и пожилой возраст (у мужчин на  $71,01 \pm 0,572$  мкм, у женщин – на  $72,26 \pm 0,547$  мкм).

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. При диагностическом исследовании срединного нерва следует ориентироваться на установленные для каждого возрастного периода его анатомометрические параметры.
2. Выявленное соответствие (или несоответствие) анатомометрических характеристик срединного нерва для данного возрастного периода необходимо отмечать в протоколе исследования, что является важным для оценки нормальных морфологических признаков данного нерва, также при дифференцировке следующих патологических состояний:



мононевропатий и полиневропатий, различной этиологии, последствий травм верхней конечности и некоторых других.

3. Установленные анатометрические параметры срединного нерва могут являться основой к составлению нормативных таблиц для различных возрастных периодов человека.
4. При планировании оперативных вмешательств на срединном нерве следует учитывать возрастные анатометрические особенности его структурных компонентов и с учетом этих нюансов индивидуализировать микрохирургические приемы.
5. При секционном и гистологическом исследовании срединного нерва необходимо учитывать особенности его макро- и микроскопической анатомии, характерные для каждого возрастного периода.

## **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**1. Торсунова Ю.П. Морфологические изменения пучков плечевого сплетения /Ю.П. Торсунова, И.А. Баландина, О.А. Судюков // Морфология. – 2009. – № 3. – С. 16.**

**2. Тосунова Ю.П. Морфометрические параметры срединного нерва у людей пожилого возраста /Ю.П. Торсунова, И.А. Баландина, О.А. Судюков, Л.В. Некрасова // Морфология. – 2010. – № 4. – С. 192.**

**3. Торсунова Ю.П. Морфометрические показатели миелиновых и безмиелиновых нервных волокон срединного нерва /Ю.П. Торсунова, И.А. Баландина, О.А. Судюков, Л.В. Некрасова // Медицинская наука и образование Урала. – Тюмень. – 2010. – С. 71-74.**

4. Торсунова Ю.П. Морфологические варианты пучков плечевого сплетения в ранние сроки после травмы конечности /Ю.П. Торсунова, И.А. Баландина, О.А. Судюков, Л.В. Некрасова // Материалы научной сессии ПГМА им. ак. Е.А. Вагнера. Пермь. – 2009 – с . 64-65.

5. Торсунова Ю.П. Микроанатомия срединного нерва у людей зрелого возраста /Ю.П. Торсунова, И.А. Баландина, О.А. Судюков, Л.В. Некрасова // Материалы научно-практической конференции «Здоровье – непреходящая ценность» памяти – В.Ф.Войно-Ясенецкого. –Чита, 2009. – С. 97-99.

6. Торсунова Ю.П. Морфологическая характеристика пучков плечевого сплетения в ранние сроки после травматической компрессии в эксперименте /Ю.П. Торсунова, И.А. Баландина, О.А. Судюков, Л.В. Некрасова, А.С. Барина, А.М. Некрасова // Материалы международной дистанционной научно-практической конференции «Внедрение инновационных технологий в хирургическую практику», посвященной памяти основателя Уральской научной школы анатомов, гистологов и эмбриологов профессора В.К. Шмидта. – Пермь. – 2009. – С. 30-33.

7. Торсунова Ю.П. Анатомометрическая характеристика срединного нерва у лиц зрелого возраста /Ю.П. Торсунова, И.А. Баландина, О.А. Судюков, Л.В. Некрасова // Материалы международной дистанционной научно-практической конференции «Внедрение инновационных технологий в хирургическую практику», посвященной памяти основателя Уральской научной школы анатомов, гистологов и эмбриологов профессора В.К. Шмидта. – Пермь. – 2009. – С. 33-35.

8. Торсунова Ю.П. Некоторые морфометрические аспекты характеристики срединного нерва у людей зрелого возраста /Ю.П. Торсунова, И.А. Баландина, О.А. Судюков, Л.В. Некрасова // Материалы Всероссийской научной конференции «Клиническая анатомия и экспериментальная хирургия в XXI веке». – Оренбург. – 2009. – С. 36-38.

9. Торсунова Ю.П. Морфометрические характеристики нервов плечевого сплетения у лиц зрелого и пожилого возраста /Ю.П. Торсунова, И.А. Баландина // Материалы межрегиональной научной сессии молодых ученых «Молодые ученые – Здравоохранению Урала». – Пермь – 2010. – С. 245-249.

**11. Торсунова Ю.П. Инструмент для измерения окружности  
нервного ствола /Ю.П. Торсунова, И.А. Баландина, О.А. Судюков, Л.В.  
Некрасова // Патент на полезную модель №93659 от 10.05.2010.**