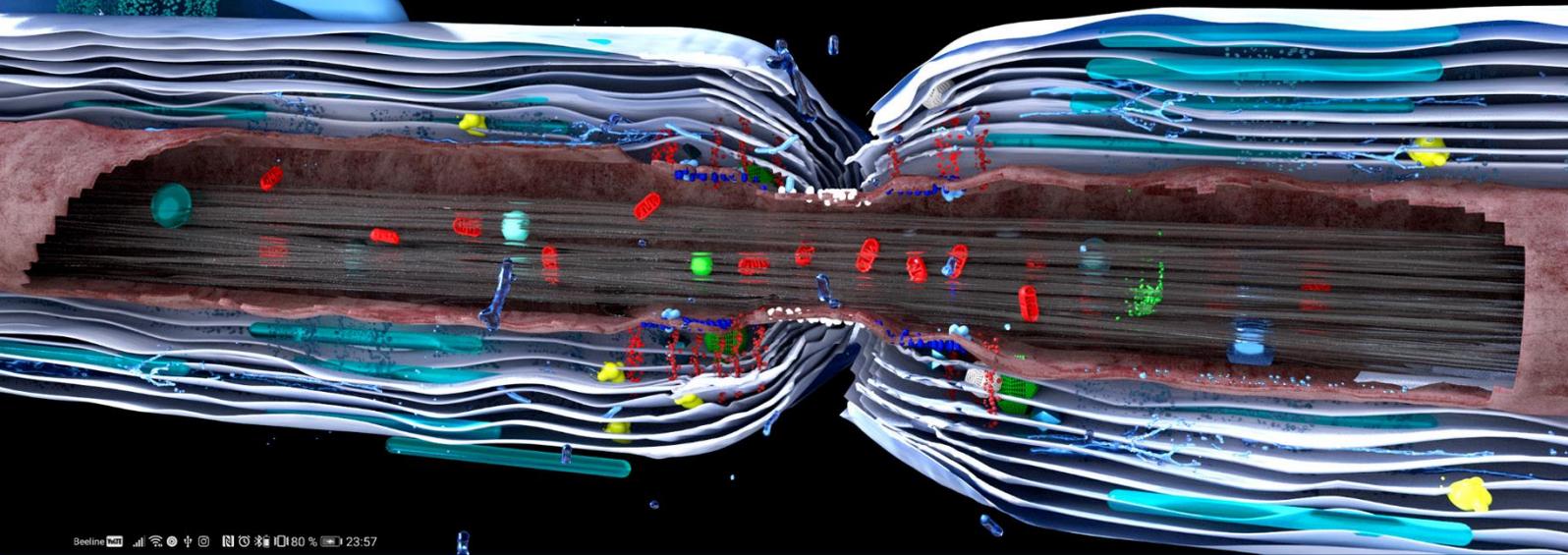
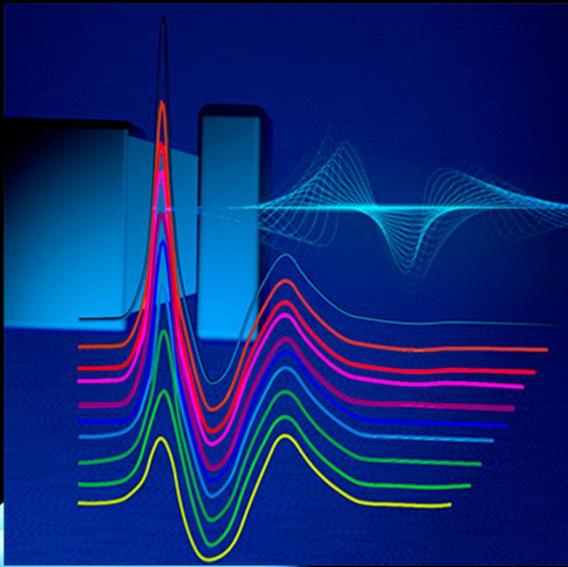


Version - 2.01

# High-Resolution Sonography of the Peripheral Nervous System

by Druzhinin D.



Mobile application interface showing a human figure with data points for various nerve segments. The data points are color-coded (green, orange, red) and include values for different segments.

Segment	Value
C5	10,2
C6	13,6
C7	13,8
MN3	9,2
UN3	15,1
UN3	11,1
MN3	12,4
MN2	7,8
UN2	9,6
UN2	11,4
MN2	11,2
MN1	17,3
UN1	5,4
UN1	5,5
MN1	14,7
Ish	53,6
Ish	54,9
PN	18,3
TN	36,7
TN	36,1
PN	15,8
SN	4,6
SN	2,3

Duration 6 Treat 0 Var1 5 Var2 4

RESULT DELETE SAVE .DOCX

Mobile application interface showing a human figure with data points for various nerve segments. The data points are color-coded (green, orange, red) and include values for different segments.

Lower Limb Asymmetry 9,315872 %

Qualitative characteristics (n.Medianus)

EMG 0 mV ms

EMG 0 mV ms

EMG 0 mV ms

Nerve Cond St. 0 m/s

MODEL EMG

High Resolution Ultrasonography: Deep Learning Summary result

Level 100 %

Level %

Level %

Level %

Level %

Mobile application interface showing a human figure with data points for various nerve segments. The data points are color-coded (green, orange, red) and include values for different segments.

Patient Новожилов С. 26 CIDP

Segment	Value
C5	24,7
C6	19,7
C7	19,7
C5	28,7
C6	22,9
C7	25,7
MN3	26,9
UN3	22,1
UN3	26,8
MN3	21,8
MN2	21,7
UN2	28,9
UN2	18,7
MN2	22,4
MN1	19,8
UN1	34,7
UN1	24,7
MN1	24,7
Ish	118,7
Ish	114,7
PN	28,4
TN	56,9
TN	54,7
PN	24,7
SN	8,7
SN	5,8

Duration 25 Treat steroid Var1 51 Var2 22

RESULT DELETE SAVE .DOCX

Mobile application interface showing a human figure with data points for various nerve segments. The data points are color-coded (green, orange, red) and include values for different segments.

InterV 1,35

IntraV n.Medianus Dex: 1,1 Sin 1,09

IntraV n.Ulnaris Dex: 1,13 Sin 1,13

Summary

Total Abnormality %

Total Asymmetry - 6,67 %

Frontal Periton - 0 %

Neck Muscles Periton - 0 %

Brachial Plexus Abn - %

Brachial Plexus Asym - 4,081695 %

Radial Nerve Abn - 7,57 %

Ulnar Nerve Abn - %

Lower Limb Asymmetry 9,315872 %

Median Nerve Abn - %

Peroneal Nerve Abn - %

Tibial Nerve Abn - %

Stural Nerve Abn - %

Normal Result - 100 %

CIDP variant - %

AIDP variant - %

Mild variant - %

HBSPN 1e type - %

Select Normal Base

Mohammad Q. et al, 2016

Boehm J. et al, 2013

Cartwright M. et al, 2008

Right Arm

## **Мобильное приложение - ANDROID: High-Resolution Ultrasonography of Peripheral Nervous System**

**Версия для операционной системы Android – 10 и выше**

**Целевая платформа – 10 Q**

**Версия программы: 2.01**

**Инженер-разработчик, автор идеи, дизайн, тестирование**

**программного обеспечения: д.м.н. Дружинин Дмитрий Сергеевич**

**Год официального выпуска: 2022 год**

**Поддержка: <https://dmitry-druzhinin.ru/calculator>**

**e-mail: [druzhininds@gmail.com](mailto:druzhininds@gmail.com)**

**страна выпуска: РФ**

В последнее время отмечается неуклонный рост интереса исследователей к диагностическим возможностям УЗИ периферических нервов. Однако, недостатком метода остается субъективность оцениваемых данных. В независимости от используемых общепризнанных количественных сонографических показателей возникают трудности в интерпретации полученных данных в разных возрастных группах.

**Цель работы.** Создание и автоматизация на основе объектно-ориентированных языков программирования алгоритма анализа качественных и количественных сонографических показателей периферических нервов, а также электрофизиологических данных при разных формах воспалительных и наследственных нейропатий. Разработка и обучение полносвязной нейронной сети определять соответствие введенных исходных данных одному из четырех паттернов, описание сонографической картины которых, широко представлено в мировой литературе. Создание калькулятора для основных международных шкал ультразвуковой оценки, создание базы данных ультразвуковой оценки площади поперечного сечения с возможностью проведения и отображения в приложении статистики реального времени. Разработка математической функции, реализующей самообучения внутренней нейронной сети, на основе внутренней базы данных, с последующей коррекцией всех входящих результатов.

**Материал и методы.** Всего обследовано 313 пациентов. Было проведено ультразвуковое исследование периферических нервов с оценкой площади поперечного сечения (ППС) по установленному протоколу - срединный, локтевой нервы (3 уровня), лучевой нерв (1 уровень), спинномозговые нервы C5, C6, C7; нервы нижних конечностей: седалищный, малоберцовый, большеберцовый, икроножный нервы. Все измерения проводились с двух сторон. Электронейромиография срединного и большеберцового нервов с оценкой амплитуды, латентности и длительности вызванного моторного ответа, дополнительно включены антропометрические показатели рост и вес пациента. Оценивались случаи наследственной моторной и сенсорной полинейропатией 1 и 2 типов (n=36), острой и хронической воспалительной демиелинизирующей полинейропатией (n=32), мультифокальной моторной нейропатией с блоками проведения (n=25), синдромом Самнера-Льюиса (n=5), пациентов с боковым амиотрофическим склерозом (n=43), невралгической амиотрофией (n=18), а также группа здоровых испытуемых разного возраста (взрослые – 80 случаев, дети – 74 случая).

**Результаты.** Проведенный сбор нормативных данных во всех возрастных группах не обнаружил существенных различий с результатами, полученными другими авторами. Нервы имеют равномерное увеличение ППС по мере роста ребенка до 14-летнего возраста и не изменяются в дальнейшем. У пациентов высокого роста (более 190 см) выявлены показатели не отличающиеся от группы людей с нормальным ростом, за исключением параметров проксимальных отделов срединного и локтевого нервов, которые были представлены большими значениями. В ходе исследования определены различия в пространственной организации изменений ППС у пациентов с разными формами полинейропатий. В анализ включены параметры интра- и интерневральной вариабельности, асимметрии ППС и др. Данные различия были подробно изложены в соответствующих публикациях. Создан программный продукт, интерфейс которого реализует ввод количественных сонографических и электрофизиологических данных, а также сравнение полученных показателей с нормативной базой с учетом антропометрических показателей вес, рост и возраст. Предусмотрена возможность сопоставить с нормативными данными других исследований. Проведен расчет промежуточных показателей для каждого участка периферических нервов, которые были разделены на усиливающие и исключающие для всех рассматриваемых форм патологии. Реализована полносвязная нейросеть, обученная на представленной выборке распознавать один из четырех дискретных паттернов пространственной организации площади поперечного сечения – ХВДП, ОВДП, ММН, НМСН1А типа, а также результаты нормальных измерений. Результатом будет вывод коэффициента соответствия полученных данных для каждой нозологии, что может быть использовано в качестве диагностической подсказки в рутинной практике врача ультразвуковой и функциональной диагностики, не имеющего неврологической подготовки. Важную диагностическую ценность полученные данные будут иметь для оценки неуточненных форм патологии. Также реализована возможность самообучения внутренней нейронной сети на основе данных, введенных пользователем. Система самообучения выводит результаты в виде точности измерения и результатов систематической ошибки. По результатам этих данных можно судить об однородности выборки, а также возможность кластеризации данных на отдельные, новые подтипы. На основе качественных и количественных сонографических показателей и нейрофизиологических данных реализовано моделирование участка нерва при разных формах нейропатий, в том числе при сопоставлении с результатами электронейромиографии.

**Заключение.** Представленный алгоритм множественного сравнения позволит улучшить, унифицировать и стандартизировать диагностические возможности ультразвукового исследования в дифференциальной диагностике разных форм дизиммунных и наследственных нейропатий, а также открывает возможность для мульти центрового подхода с привлечением широкого круга специалистов в РФ и ближнего зарубежья.

**Рис 1.** Схема внутреннего устройства многостраничного приложения, взаимодействие с базами данных собственных наблюдений и внешними источниками, экспорт и импорт данных в документы Microsoft Office. Синие стрелки указывают переход между страницами, зеленые – переход данных из собственной базы данных, красные стрелки переход данных из внешней базы данных.

Start

Sub Menu

13

Flyout Page

1

Ultrasound Scale

7

14

15

8

9

10-12

Ultrasound Normal Reference Values

Media Name	MIN1	MIN2	MIN3
Ulnar Nerve	UNI1	UNI2	UNI3
Radial Nerve	RS	RS2	RS3
Lower Limb	ISH	PN	TN
Sural Nerve	SN		
Medial Nerve - Forearm			

2.5 cm distal to the elbow crease on the volar forearm. Detect the proximal nerve and the four digitalis nerve scales in 30 sec.

Информационная часть

Ultrasound Detection

Menu

High-Resolution Sonography of the Peripheral Nervous System

Patient's Name: \_\_\_\_\_

Age: \_\_\_\_\_

Group ID: \_\_\_\_\_

CREATE NEW ASSESSMENT

ULTRASOUND SCALE

ARCHIVE

Patient

Age: 25

TypeID: NewGroup

Comment: \_\_\_\_\_

Duration (Month): \_\_\_\_\_

Treatment: \_\_\_\_\_

Variable 1: \_\_\_\_\_

Variable 2: \_\_\_\_\_

STANDART BASE PROTOCOL

ARCHIVE

Протокол

Age: 25

CS C6 C7 C5 C6 C7

MN1 MN2 MN3

ISH PN TN

SN

RESULT DELETE SAVE RESET

Ultrasound Scale

Zaidman and colleagues, 2013 - Mild/Regional/Diffuse Enlargement

Karasouli and colleagues 2014, Bochum Ultrasound Score

Homogeneity score (HS) / Regional nerve enlargement score (RNE) (Zaidman, 2013)

UPSS-A and UPSS-B are quantifiable methods to describe nerve enlargement.

UPSS-A and UPSS-B were suitable for the diagnosis of CIDP. No general or regional neuropathy had increased UPSS-A, which means a negative predictive value of 100%. In these studies UPSS-A and UPSS-B are a good diagnostic sensitivity, specificity for the diagnosis of idiopathic neuropathy.

DATA SET 1

DATA SET 2

Архив – список больных

NAME	AGE	TYPE
Patient3	55	Norma
Patient4	26	Norma

DATA BASE

.xlsx Excel

.CSV import

Заполненная База данных

.docx

Протокол

Обученная нейросеть

Нейросеть без обучения

Deep Learning System

Statistic Result

SHOW STATISTIC RESULT

Total patient - 13

CIDP 30,8 %

Norma 69,2 %

Epoch - 500 Learning Rate 0,1

Middle Age 44,67+15,5

Middle Variable 1 - 13,56+11,44

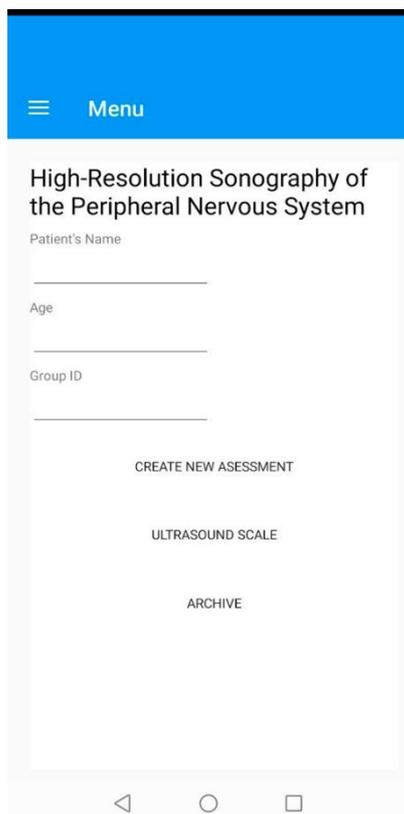
Middle Variable 2 - 26,56+25,91

Correlation Matrix

Real-Time Statistic – Аналитика и самообучение нейросети

## 1. Главное меню программы (рис. 2)

Включает общее название программы «**High-Resolution Ultrasonography of Peripheral Nervous System**» - Ультразвуковое исследование периферической нервной системы.



Это первое меню, которое загружается при первом запуске программы. Из него может быть осуществлен доступ в меню из верхней части экрана. Под заголовком вводятся данные пациента:

\* **Patient's Name** – имя пациента. Целесообразно определить пациентов по фамилии и инициалам. Полное имя и отчество создает избыточное загромождение информацией и трудно для поисковых запросов. Допускается использование точек и запятых.

\* **Age** – возраст пациента. Не допускается использование дробных выражений. Указывается число полных лет.

\* **Group ID** – тип полинейропатии или группа пациентов, которая в дальнейшем будет обрабатываться и рассчитываться автоматически. Сюда можно записывать пациентов по типу нейропатии (например - ХВДП, ОВДП, ММН и пр.) или можно записать просто по номеру группы (Группа 1, Группа 2, Группа3 и т.д.). Заполнение группы производится с соблюдением регистра, если вы назовете группу с большой буквы (Normal), то пациент с таким же названием, но в малом регистре (normal) будет отнесен к

другой группе и обработан отдельно. В этой версии программы нельзя суммировать группы, а также их объединять с другими, что очень важно для корректности проводимых расчетов.

Указанные поля ввода должны быть обязательно заполнены для возможности перенесения информации в протокол. Если одно из полей не заполнено, то выводится соответствующее сообщение о необходимости заполнения всех входящих полей.

\* **Create New Assessment** – создание новой «оценки» периферических нервов с сохранением в базу данных. Данная кнопка переводит в меню заполнения протокола УЗИ. Важно тщательно проверить корректность введенных параметров имени, возраста и группы. После активации данной ссылки вы подтверждаете, что меню заполнено корректно и переходите в далее. Если вы проводите оценку ребёнка до 1 года жизни, укажите «0», но на практике такие оценки мало показательны и редко используются ввиду отсутствия нормативной базы. Наша база была рассчитана на детей от 2х лет жизни, в связи с чем мы предупреждаем о возможном некорректном расчете нормативных данных для детей до 2х лет жизни. В дальнейшем планируется расширение нормативной базы с включением детей раннего возраста.

**Ultrasound Scale** – ультразвуковые шкалы. Нажимая соответствующую кнопку, вы переходите в меню выбора международных ультразвуковых шкал.

**Archive** – переход на страницу с базой данных

## 2. Второе меню (Рис. 3)

Данное меню позволяет ввести дополнительные данные по пациенту.

The screenshot shows a mobile application interface for entering patient data. It features a blue header with a white back arrow. Below the header, there are several input fields: 'Patient' with the value 'Patient', 'Age' with '25', and 'TypeID' with 'NewGroup'. There is a 'Comment' field with a text area, and three 'Variable' fields (Variable 1 and Variable 2) with text input areas. At the bottom of the form, there are two buttons: 'STANDART BASE PROTOCOL' and 'ARCHIVE'. The bottom of the screen shows standard Android navigation icons.

В верхней части вводится Основные паспортные данные пациента:

**\*Patient** - фамилия и инициалы пациента

Необходимо проверить корректность ввода этих данных, так как впоследствии эти данные будут внесены в базу.

**\*Age** – возраст пациента.

Запрещается ввод дробных данных, число неполных лет – это может повлиять на корректность дальнейших расчетов.

**\*TypeID** - тип полинейропатии.

Проверьте корректность ввода типа полинейропатии с учетом регистра. Если название будет отличаться любым символом, то впоследствии пациент может быть отнесен к другой группе и расчет будет проводиться отдельно. Так, например, значения **Normal** и **normal** – будут отнесены к двум разным группам.

Ниже приводятся дополнительные данные:

**Comment:** Здесь вы можете написать любые дополнительные данные, которыми вы будете описывать конкретного пациента. Удобно записать контактный номер телефона или номер амбулаторной карты, а также дату визита. Вы можете использовать любые символы. Значение comment может быть удалено или оно останется по умолчанию.

**Duration (Month):** данный раздел необходим для описания длительности заболевания, если это применимо. Если вы описываете здорового пациента, то лучше всего определить его как «-1». Если вы описываете пациента с наследственной полинейропатией, то целесообразно указать значение – “0”. Если речь идет о приобретенной полинейропатии, то целесообразно указать число месяцев от момента дебюта, необходимо что бы эти значения были стандартизированы для всех измерений.

**Treatment.** С целью разделить пациентов по типу получаемого лечения, необходимо определить вид терапии в данной графе. Допускается ввод любых строковых значений с соблюдением регистра. Значения “Ivig” и “IVIG” будут отнесены в разные группы.

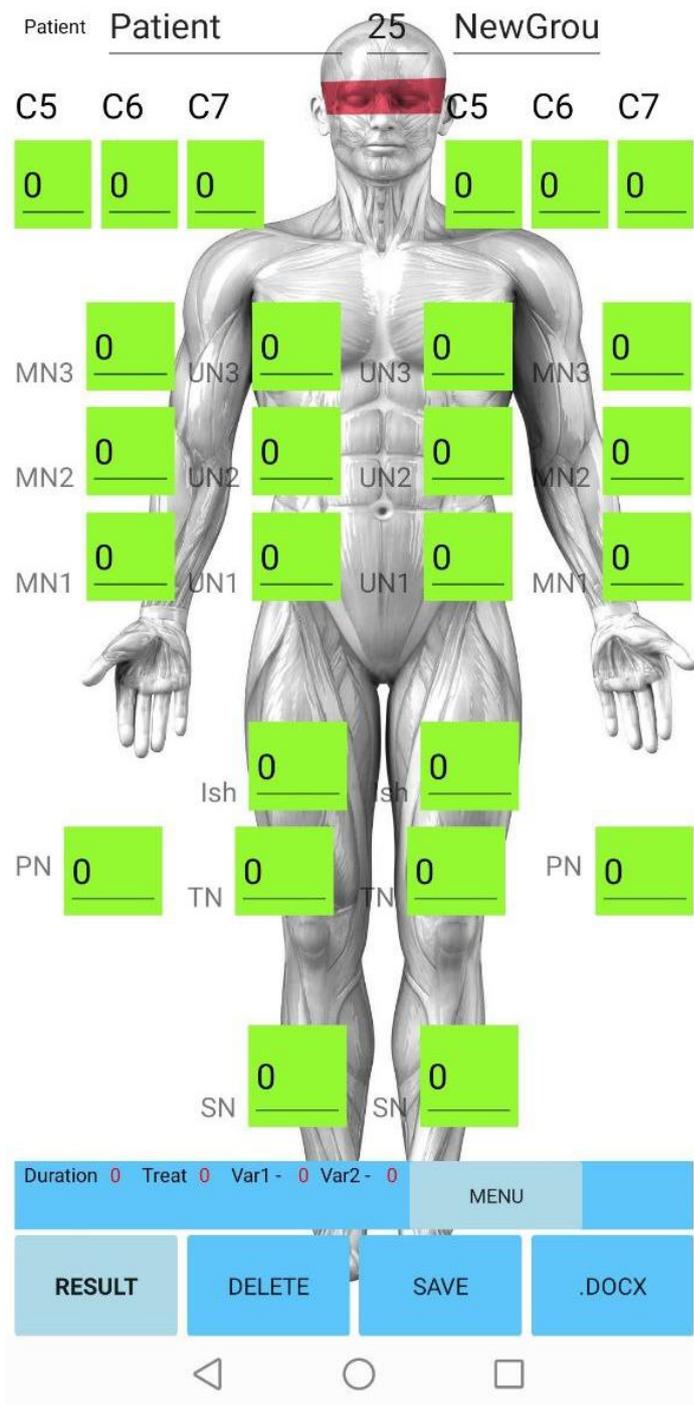
**Variable 1, Variable 2.** В данных двух пунктах необходимо ввести любые две переменные, которые вы будете в дальнейшем оценивать по взаимосвязи с остальными параметрами площади поперечного сечения. Здесь допускаются дробные значения. Это может быть вес, рост и любой другой показатель, однако Вы должны стандартизировать его на протяжении всего исследования и изменять его в дальнейшем нельзя.

**STANDART BASE PROTOCOL** – это переход в стандартный протокол – меню для ввода числовых данных площади поперечного сечения на соответствующих участках периферической нервной системы.

**ARCHIVE** – переход в меню архива данных.

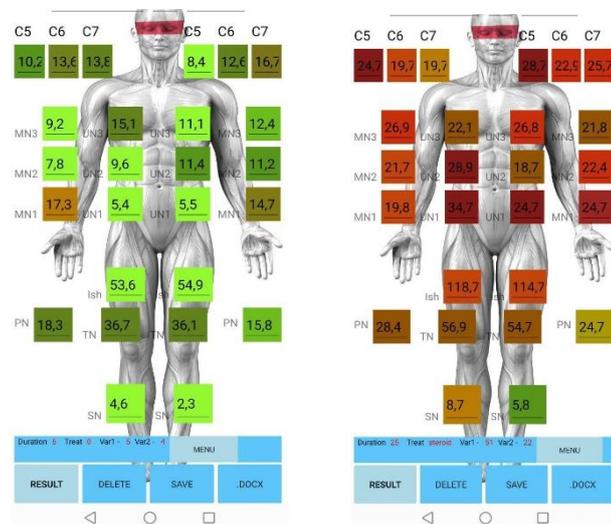
### 3. Основной протокол (рис 4).

В этом протоколе совершается ввод числовых данных площади поперечного сечения нервов на стандартных точках.

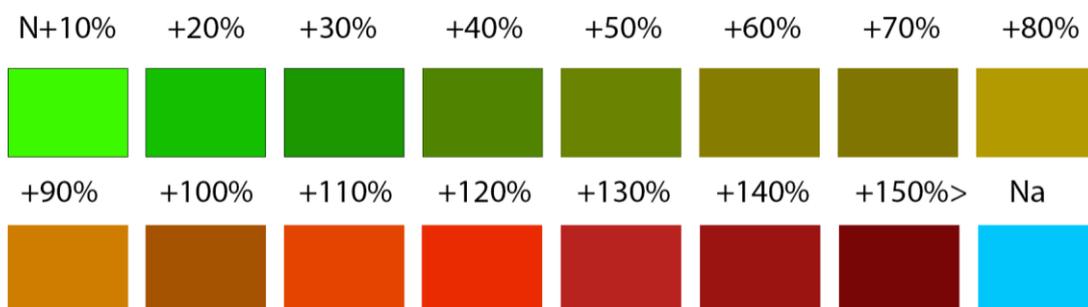


**Patient:** фамилия и инициалы пациента, затем указывается возраст и тип полинейропатии. Вы можете изменить тип полинейропатии, но нельзя оставлять это значение пустым, что приведет к критической ошибке приложения, так как программа группирует пациентов именно по типу нейропатии.

Далее приводятся боксы для ввода значений площади поперечного сечения, допускается дробное введение значений. Каждый бокс имеет цветовую маркировку, в зависимости от того насколько изменен цвет, настолько введенное значение может отличаться от нормы. Цветовая маркировка представлена на рисунке. Согласно этой схеме, цвет будет изменяться в зависимости от того насколько отличается значение от возрастной нормы.



Цветовая схема – рисунок 5, 6



В нижнем меню представлены результаты длительности **Duration, Treat, Var1, Var 2**. Эти значения находятся здесь для удобства. Далее следует кнопка **MENU** – для возврата в меню ввода дополнительных параметров. Важно, что введенные ранее данные на этой странице не будут сохранены при возврате в предыдущее меню.

Ниже этого меню представлены 4 кнопки:

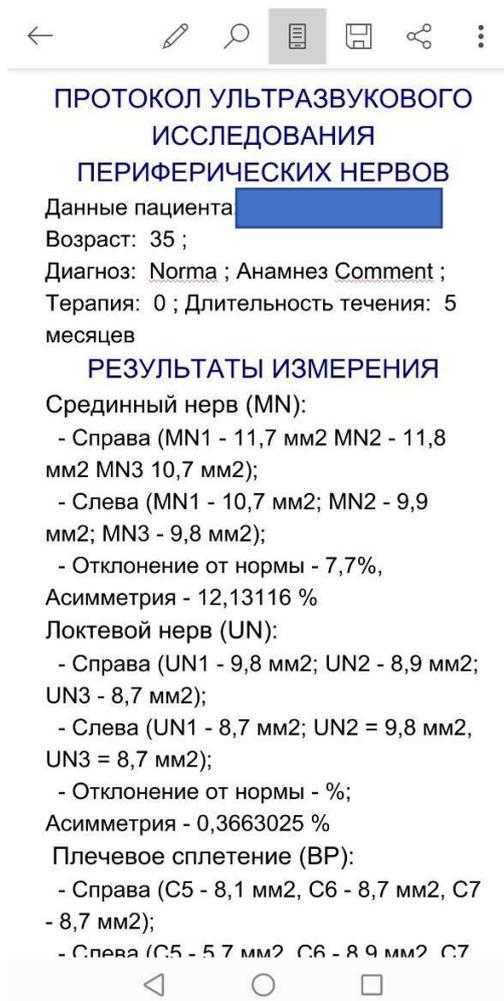


1. **RESULT** – переход в меню для вывода результатов измерения.
2. **DELETE** – удаления указанной картотеки из базы данных. Удаляется карточка пациента, которая открыта на этой странице.
3. **SAVE** – сохранение результатов измерения во внутреннюю базу данных.
4. **DOCX** – вывод отчета об измерениях в виде протокола, который записывается в документ Office в формате .docx. Документ может быть открыт с помощью доступных программ для работы с документами Office и соответственно сохранен внутри памяти телефона или отправлен на электронную почту по усмотрению пользователя. При наличии подключенного удаленного принтера по сети Wi-Fi документ может быть отправлен на печать.

Важным является сохранение измерений после заполнения таблицы. Значения, которые остались не заполненными, будут записаны в базу данных со значением – «0». Если вы откроете исследования из базы данных и сохраните его повторно, то будет создана вторая карточка пациента с такими же данными. Впоследствии будет реализован механизм оценки повторных изменений. При переходе на страницу назад – вы можете перейти на меню ввода данных, открытую ранее.



Пример составления протокола измерений, позволяющий выбрать соответствующий тип программы для открытия файла .docx



Нерв	Уровень измерения		Внешний ориентир	Анатомический ориентир
N.medianus	Запястье	<b>MN1</b>	Нижняя треть предплечья - 1–1,5 см выше складки запястья	Нижняя треть предплечья - между сухожилиями поверхностного и глубокого сгибателями пальцев.
	Круглый пронатор	<b>MN2</b>	Верхняя треть предплечья - 2–3 см ниже локтевого сгиба	Между мышцами круглый пронатор и поверхностный сгибатель пальцев
	Средняя треть предплечья	<b>MN3</b>	Середина плеча по медиальной поверхности	Над плечевой артерией - проекция сосудисто-нервного пучка
N.ulnaris	Запястье	<b>UN1</b>	Нижняя треть предплечья - 0,5–1 см выше гороховидной кости	Латеральнее локтевой артерии, рядом с сухожилием локтевого сгибателя запястья
	Уровень локтевого сгибателя запястья	<b>UN2</b>	Верхняя треть предплечья на 2 см ниже медиального надмыщелка локтевого сустава	Между мышечными ножками локтевого сгибателя запястья
	Средняя треть предплечья	<b>UN3</b>	Середина плеча, по медиальной поверхности	Медиальнее и книзу от плечевой артерии, в проекции сосудисто-нервного пучка
N. radialis	Спиральный канал		Граница средней и нижней трети плеча по латеральной поверхности	Нерв над плечевой костью в проекции спирального канала, рядом с артерией, огибающей плечевую кость
Nn.spinales	C5	<b>C5</b>	Передне-боковая поверхность шеи, нижняя треть латерального края кивательной мышцы	На уровне поперечного отростка соответствующего позвонка
	C6	<b>C6</b>		
	C7	<b>C7</b>		
N. ischiadicus	Подколенная ямка	<b>Ish</b>	Задняя поверхность бедра по медиальной линии - 5-7 см выше подколенной складки	Между полуперепончатой мышцей медиально и двуглавой мышцей бедра латерально.
N. peroneus	Головка малоберцовой кости	<b>PN</b>	Латеральная поверхность подколенной ямки - на 0,5 см выше головки малоберцовой кости	Под медиальным краем двуглавой мышцы бедра и латеральной головкой икроножной мышцы
N.tibialis	Уровень подколенной ямки	<b>TN</b>	Подколенная складки по медиальной линии или на 1-2 см ниже	Над подколенной артерией, между медиальной и латеральной головками икроножной мышцы
N.suralis	Уровень нижней трети голени	<b>SN</b>	По латеральной поверхности голени в нижней трети	Вдоль латерального края пяточного сухожилия в сопровождении медиально расположенной малой подкожной вены.

**4. Окно результатов.** При нажатии на кнопку «Results» вы будете направлены на страницу с результатами оценки УЗИ.

Первая строка указывает на паспортные данные пациента:

**Patient** – фамилия, инициалы.

**Age** – возраст.

Измерение ППС нервов рук более чем на одном уровне, позволило рассчитать значения показателей интраневральной и интерневральной вариабельности и было выполнено для срединного и локтевого нервов

**InterV** – результаты интерневральной вариабельности. Расчет проводится по следующей формуле:

$$\text{InterV} = (\text{MAX площадь поперечного сечения}) / (\text{MIN площадь поперечного сечения}).$$

Данный показатель применим только для нервов верхних конечностей. Берется максимальная площадь поперечного сечения из 12 измерений на руках и делится на минимальную площадь поперечного сечения также из 12 измерений на руках.

**IntraV n.Medianus Dex/Sin** – расчет интраневральной вариабельности для срединного нерва производится как отношение максимальной площади поперечного сечения, измеренной в одном нерве (срединный нерв) на минимальную площадь поперечного сечения в этом же нерве.

**IntraV n.Ulnaris Dex/Sin** – расчет интраневральной вариабельности для локтевого нерва.

Нормативные значения для интраневральной вариабельности приведены в таблице.

Таблица 2. Показатели интраневральной и интерневральной вариабельности срединного и локтевого нервов

Нерв		Среднее значение всех измерений ППС, мм2	Интраневральная вариабельность	Асимметрия Интраневральной вариабельности	Интерневральная вариабельность
Срединный	Справа	16,3±1,8	1,18±0,10	1,04±0,01	1,36±0,23
	Слева	15,6±2,4	1,23±0,15		
Локтевой	Справа	14,4±1,4	1,61±0,26	1,05±0,01	
	Слева	12,9±1,9	1,52±0,33		

Отдельно мы рассчитали возрастные особенности для интра- и интерневральной вариабельности у детей и молодых взрослых. В полученных возрастных группах не было обнаружено достоверных различий у детей и взрослых. Это указывает на то, что периферический нерв растет равномерно.

Таблица 3. Значения интраВ и интреВ для срединного и локтевого нервов в разных возрастных группах

Возрастная группа		2-4 года (n=11)	5-7 лет (n=15)	8-10 лет (n=10)	11-13 лет (n=7)	14-16 лет (n=7)	17-30 лет (n=22)
ИнтраВ n.medianus	D	1,48±0,26	1,32±0,33	1,24±0,23	1,22±0,21	1,20±0,22	1,17±0,13
	S	1,61±0,41	1,55±0,32	1,43±0,31	1,32±0,33	1,29±0,22	1,21±0,11
ИнтраВ n.ulnaris	D	1,38±0,26	1,44±0,24	1,42±0,21	1,38±0,44	1,32±0,33	1,25±0,15
	S	1,49±0,29	1,42±0,22	1,41±0,22	1,40±0,32	1,35±0,40	1,28±0,29
ИнтерВ		1,05±0,11	1,07±0,07	1,05±0,21	1,09±0,12	1,05±0,21	1,02±0,22

Проведена корреляция показателей интра- и интерневральной вариабельности с основными антропометрическими показателями – результаты в таблице

Таблица 4. Коэффициент Корреляции Пирсона интраневральной и интерневральной вариабельности с демографическими показателями.

Параметр	Вес	Рост	Возраст	ИМТ*
Интраневральная вариабельность n. medianus	-0,11	0,21	0,07	0,12
Интраневральная вариабельность n. Ulnaris	-0,08	0,22	0,08	0,11
Интерневральная вариабельность	-0,16	0,10	-0,02	0,32

Значимых корреляций с основными антропометрическими показателями получено не было.

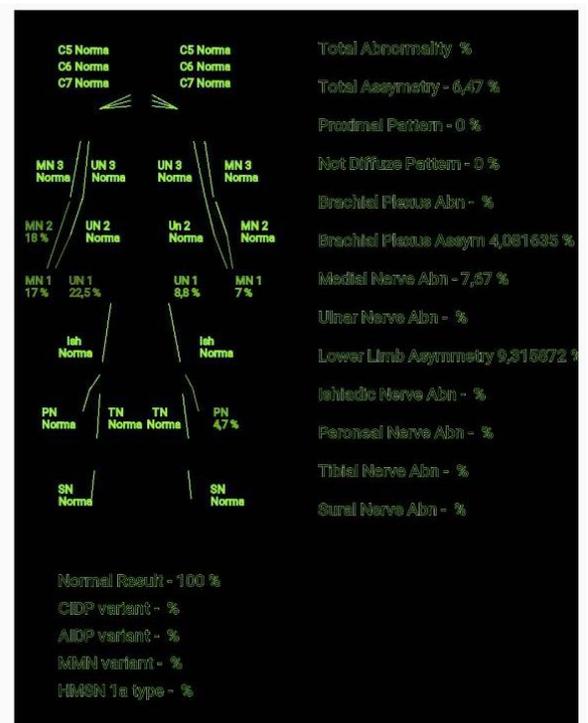
Ниже приводятся дополнительные 14 показателей оценки площади поперечного сечения

1. **Total Abnormality %** - отражает отклонение от нормального значения всех измерений у исследуемого пациента. Если все показатели находятся в нормальном диапазоне +10%, то показатель общей ненормальности измерений будет – 0%. Если один из показателей измерения увеличен на 50%, при нормальных остальных значениях, то общее отклонение будет 5%. Если все измерения будут отклонены от нормы примерно на 50%, то общее отклонение будет также 50%.
2. **Total Asymmetry %** - отражает общее значение асимметрии всех измерений при сравнении с контралатеральной стороной. Отражается асимметрия как нервов рук, так и нервов ног. Каждое измерение сопоставляется с противоположной стороной. Если асимметрия всех измерений будет составлять примерно 50%, то общая асимметрия составит также 50%
3. **Proximal Pattern %** - принимается модель проксимального паттерна распределения увеличения площади поперечного сечения. Если асимметрия рассчитывает различия по горизонтали в сравнении с противоположной стороной, то этот показатель отражает различие по вертикали. Проксимальная модель распределения увеличения площади

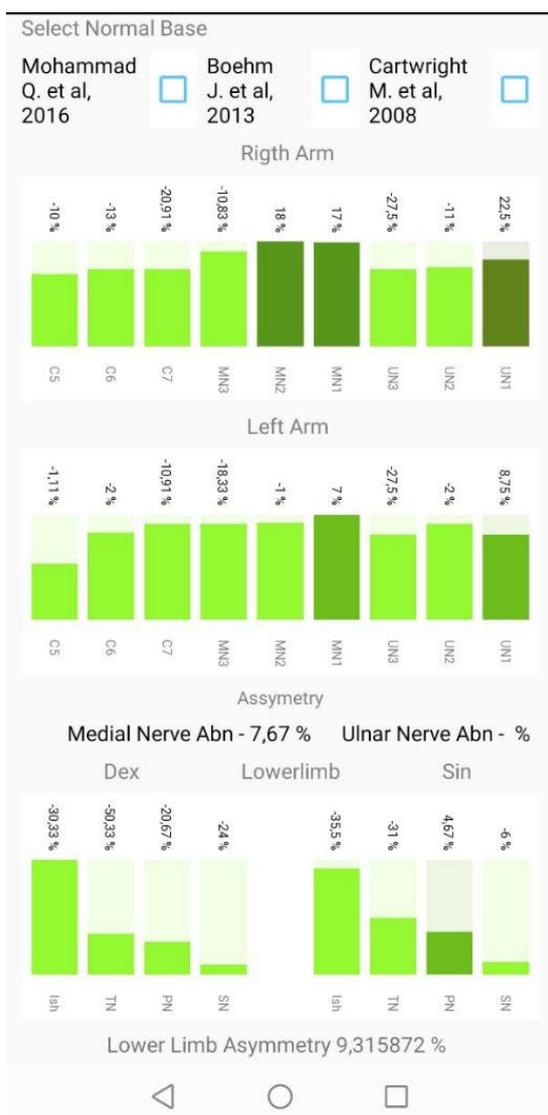
поперечного сечения принимается в случае его увеличения более чем в 2 раза проксимально при сравнении с дистальными отделами применительно к рукам, также различия в площади поперечного сечения седалищного нерва и его ветвей – малоберцовый и большеберцовый нервы. Чем ближе паттерн приближается к этой идеальной модели проксимального распределения, тем выше этот показатель. Если паттерн диффузный, то проксимальный паттерн будет равен 0%, чем более модель имеет проксимальное распределение, тем больше показатель стремится к 100%

4. **Not Diffuse Pattern** – обратный показатель Proximal Pattern. Если паттерн распределения приближается к диффузному, генерализованному и симметричному распределению, то показатель стремится к 0. Если параметры измерения имеют разнонаправленное увеличение или изменения затрагивают только некоторые из них, то этот показатель стремится к 100%. Таким образом, отражается степень диффузности изменений.
5. **Brachial Plexus Abn** – показатель отклонения от нормы спинномозговых нервов плечевого сплетения с двух сторон, отражает суммарную степень увеличения площади поперечного сечения плечевого сплетения, оценивается в процентах.
6. **Brachial Plexus Asym** – показатель общей асимметрии площади поперечного сечения спинномозговых нервов плечевого сплетения. Для расчета используется значение среднего показателя отклонения от уровня нормального значения для каждого спинномозгового нерва с выводом результирующего показателя для всех нервов.
7. **Medial nerve Abn** – показатель, рассчитывающий общее отклонение от нормы применительно для срединных нервов с обеих сторон.
8. **Ulnar nerve Abn** – показатель, рассчитывающий общую величину отклонения площади поперечного сечения от нормативной базы применительно к локтевым нервам с обеих сторон. Расчет проводится как среднее значение из отклонения от нормы по каждому уровню измерения.
9. **LowerLimbAsymmetry** – показатель общей асимметрии применительно ко всем нервам нижних конечностей. Для расчета используется среднее значение асимметрии по каждому из 4 измерений.
10. **Ishiadicus nerve Abn** – показатель общего отклонения от нормы для измерения седалищного нерва с двух сторон. Рассчитывается как среднее значение отклонения от нормы седалищного нерва с двух сторон.
11. **Peroneal nerve Abn** – показатель отклонения от нормы для двух измерений малоберцового нерва.
12. **Tibial nerve Abn** – показатель отклонения от нормы для двух измерений большеберцового нерва.
13. **Sural nerve Abn** – показатель отклонения от нормы для двух измерений икроножного нерва.

На схеме человека приведен паттерн пространственного распределения изменений площади поперечного сечения основных нервов периферической нервной системы. Для удобства представления этих данных можно активировать Check-box – Summery для изменения заднего цвета фона на черный цвет и более контрастного отображения рисунка изменений площади поперечного сечения нервов.



Далее приводятся результаты предварительного прогона через искусственную нейросеть и вывод в % отношении результатов соответствия для основных типов нейропатии.



типы. CheckBox под каждым значением отражает присутствие этого паттерна на заданном участке нерва. На рисунке слева представлена схема периферического нерва в виде отдельных фасцикул с продольным и поперечным сечением. Всего три ряда CheckBox для уровня MN1/MN2/MN3 соответственно, при этом вверху - проксимальный уровень, внизу - дистальный. Между рядами CheckBox расположены данные для ввода параметров ЭМГ: амплитуды (mV) и длительности (ms). Эти показатели необходимы для расчета блока проведения, а также дисперсии вызванного моторного ответа. В самом низу также отражены показатели скорости распространения возбуждения. После ввода значений амплитуды и длительности ЭМГ и выбора соответствующих значений CheckBox, можно смоделировать полученные изменения как на схеме справа. Если CheckBox ЭМГ расположен в положении выключен, то моделирование проведется с учётом показателей площади поперечного сечения и значений типов изменений площади

Далее следует выбор альтернативных баз данных и пересчет результатов отклонения введенных параметров по новым расчетам. Нормативная база данных взята из публикаций авторов. Процент отклонения от нормы рассчитывается от границы нормы, которая была опубликована ранее. Для каждого уровня измерения прорисовывается столбчатая диаграмма, а подпись отражает насколько увеличена площадь поперечного сечения. Цвет столбчатой диаграммы также отражает степень увеличения площади поперечного сечения (цветовая схема опубликована ранее).

Далее отражена качественная перестройка фасцикул, применительно к срединному нерву

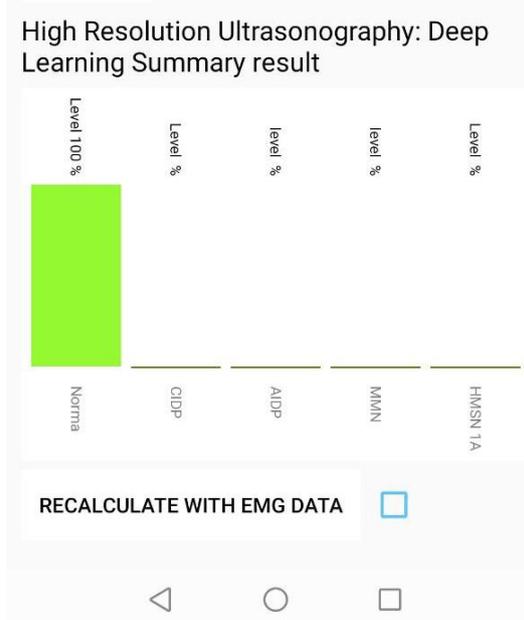
### Qualitative Characteristics (n. Medianus)

Справа показаны основные 3 типа качественных изменений периферических нервов -1 тип, 2a и 2в

поперечного сечения. Если CheckBox EMG включен, то на схеме вместе с рисунком нерва также будет отражен рисунок, иллюстрирующий проход импульса. Также автоматически определяются электрофизиологические критерии для блока проведения и на схеме отражается его уровень. Система способна предварительно определить один из трех типов нарушений проведения: аксональный или демиелинизирующий, а также нодопатию. Введенные данные также будут использованы для глубокого изучения и тестирования нейросети.

### Раздел: High Resolution Ultrasonography: Deep Learning Summary result

Ниже приводится график, который показывает результат соответствия введенных данных для исследуемого пациента четырем вариантам патологии, которые были описаны в литературе для



нозологических форм – **CIDP** (хроническая воспалительная демиелинизирующая нейропатия), **AIDP** (Острая воспалительная демиелинизирующая нейропатия), **MMN** (мультифокальная моторная нейропатия), **HMSN 1A** (наследственная моторная и сенсорная нейропатия 1 А типа), а также **Norma** (соответствие нормальным значениям площади поперечного сечения). Каждый столбец диаграммы отражает в процентном отношении меру соответствия указанной нозологической форме. Если вы находите примерное соответствие между HMSN 1A и CIDP, то это диффузный паттерн распределения изменений с вовлечением всех нервов, что требует более детальной оценки данных анамнеза и результатов ЭМГ; если равнозначные значения между AIDP и MMN, то возможно, что пациент с MMN уже находится на терапии, для этого проводится оценка наличия блоков

проведения. Именно с целью дополнительных уточняющих коэффициентов, которые меняют соотношение между отдельными формами, вводится дополнительный пересчет результатов с использованием данных ЭМГ. При активации этих данных результаты между всеми формами пересчитываются уже с учетом ЭМГ. Так если система определяет электрофизиологический блок проведения, то результаты будут пересчитаны в пользу MMN, если обнаружена дисперсия моторного ответа, то в пользу CIDP. Таким образом, Вы можете использовать эти данные как дополнительную подсказку в интерпретации результатов УЗИ периферических нервов и ЭМГ.

## 5. Меню Архивации данных.

NAME	AGE	TYPE
Patient3	55	Norma
Patient4	26	Norma

**6.** А данном разделе приводится список всех пациентов, которые были осмотрены после установки приложения. Вы можете использовать сортировку данных по имени (в алфавитном порядке, по возрасту и по типу нейропатии или типу группы). Это позволит лучше ориентироваться в большом списке данных. Сверху расположены кнопки выбора:

**Add** – добавить нового пациента – переход в первое меню для ввода данных;

**Save** – экспорт базы данных в формате Excel;

**Load** – импорт базы данных из формата .csv – одностраничный Excel file.

**Формат файла - CSV** (от *Comma-Separated Values* — значения, записанные в файле, разделены запятыми) — предназначенный для представления табличных данных. Строка таблицы соответствует строке текста, которая содержит одно или несколько полей, разделенных запятыми. Для получения файла .csv лучше всего нужно сделать несколько ходов:

1. Нажать на кнопку **SAVE** и открыть полученный файл на компьютере.
2. В разделе «сохранить как» указать формат файла **CSV (разделители-запяты)**
3. Затем Вы можете открыть сохраненный файл через программу Excel и внести дополнительные данные. Важно – не допускайте пустых значений (!), если значение останется пустым, то программа может выдать критическую ошибку.
4. Затем сохраните файл во внешней директории.

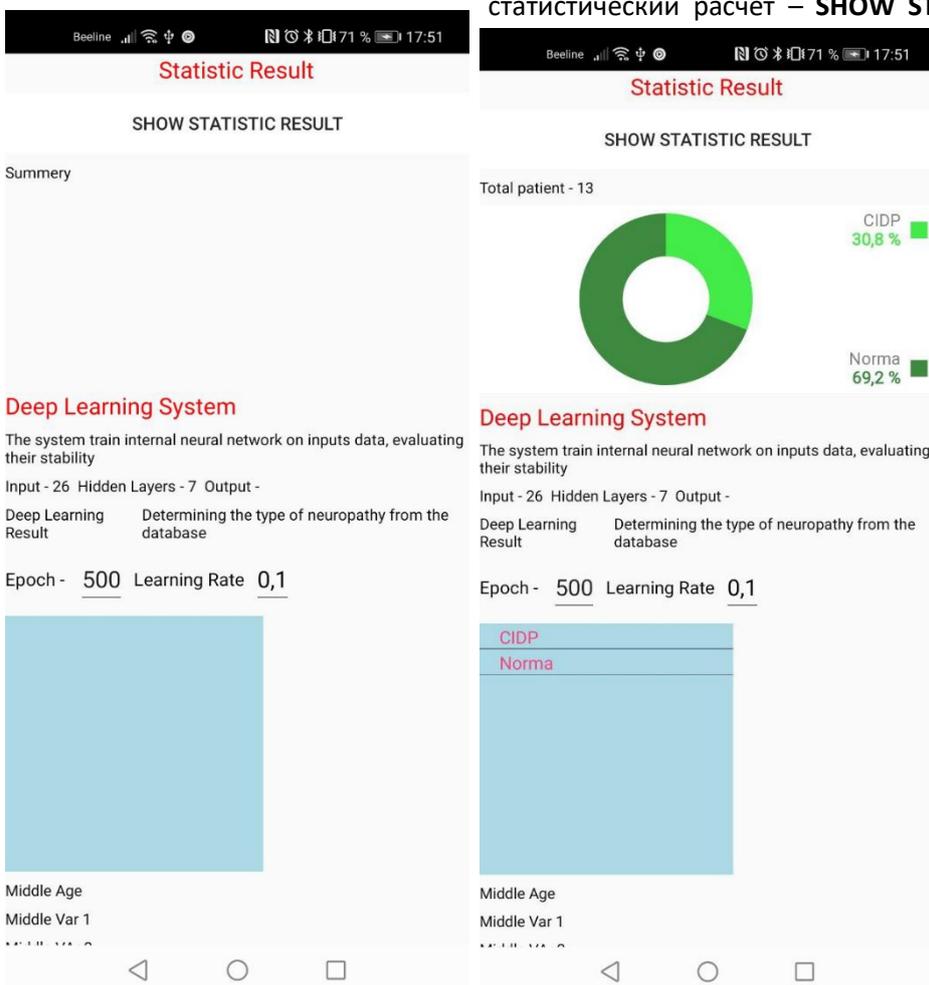
При нажатии на кнопки **LOAD** определите файл и путь к нему, который необходимо экспортировать в базу данных, после серии проверок результаты будут записаны во внутренней базе данных и отображены в списке.

Рекомендуем первоначально экспортировать базу данных в отдельный файл **Excel**, открыть и добавить туда дополнительные данные, после чего пере сохранить в формате **.CSV**. Если в ячейках будут некорректные значения, например, в графе возраст будет указано строковое значение, то есть вероятность выпадения критической ошибки приложения. Внимательно проверьте данные – нельзя оставлять пустых значений, лучше всего использовать в неизвестных данных «0».

## 6. Меню Статистической обработки данных

**STATISTICS** – меню перехода в раздел статистики данных. Включает в себя проработку базы данных, вывод отчета, обучение внутренней нейронной сети, корреляционная матрица и пр.

Заголовок **Statistic Result**. Далее расположена кнопка, позволяющая показать результирующий статистический расчет – **SHOW STATISTIC RESULT** – кнопка



недоступна, если в базе данных меньше, чем 2 пациента, т.к. при этом статистический расчет считается нецелесообразным. После активации этой кнопки ниже будет продемонстрирован суммарный график распределения патологии по частоте. Соответственно можно просматривать какое количество пациентов с исследуемой формой патологии в общей выборке вами осмотрено. На круговой диаграмме обратите внимание на соответствующую подпись в процентах.

Далее следуют результаты обучения развернутой функции, которая определяет глубокое обучение нейросети. По обучению данной функции Вы можете определить, насколько выбранный Вами тип патологии может быть дискретным по отношению к другим. Внизу представлены параметры нейросети, которая будет обучаться на выбранной группе патологии. Ниже приводится описание нейросети.

**Input – 26** – число входящих нейронов, которые принимают соответствующие значения площади поперечного сечения, измеренные на разных уровнях измерения.

**Hidden Layers – 7** - число скрытых слоев нейронов внутренней нейронной сети, которые обрабатывают эти данные. Каждый нейрон имеет свое значение весов, которые будут изменяться. Способ изменения значений весов носит название «*обратное распространение ошибки*» **Back Propagation** и позволяет выявлять закономерности данных на выходе при сопоставлении с исходными данными. Увеличение числа слоев может увеличить точность обучения, особенно на небольших выборках, однако сильно увеличит по времени сам процесс обучения.

**Outputs** – на выходе вы получаете сигмоидную функцию, которая выводит значение равное «1» (патология есть по результатам введенных данных – положительный результат) или «0» (патологии нет по результатам введенных данных)

Далее следуют параметры, влияющие на обучение нейросети, динамика которых позволит увеличить качество тестирования нейросети:

**EPOCH – 500** – количество эпох анализа. Одна эпоха анализа – база данных прошла через нейросеть в прямом и обратном направлении один раз, изменив при этом значения весов каждого нейрона внутреннего слоя. Этот показатель отражает количество прогонов нейросети по выбранной патологии. Чем больше прогонов вы совершаете, тем более точный результат обучения нейросети будет на выходе, но число прогонов будет иметь значение только при достаточном количестве пациентов. Выбор числа эпох для каждой патологии произволен. Чем больше вы имеете разнообразных патологий и разнообразных данных, тем большее число эпох лучше выбирать.

**Learning Rate – градиентный спуск.** Это не что иное, как алгоритм итеративной оптимизации, используемый в машинном обучении для получения более точного результата (то есть поиск минимума кривой или многомерной поверхности). *Градиент* показывает скорость убывания или возрастания функции. Изменяя значения числа эпох и градиентного спуска, вы можете регулировать процесс обучения нейросети и соответственно добиваться лучших значений точности и наименьшее значение ошибки. Необходимо указать, что потребуется набрать необходимое число наблюдений для более точного обучения. Результаты обучения нейросети

используются в программе как коэффициент для анализа входящих данных на странице

## Deep Learning System

The system train internal neural network on inputs data, evaluating their stability

Input - 26 Hidden Layers - 7 Output -

Deep Learning Result Determining the type of neuropathy from the database

Epoch - 500 Learning Rate 0,1



Middle Age 44,67+15,5

Middle Variable 1 - 13,56+11,44

Middle Variable 2 - 26,56+25,91

## Correlation Matrix



### Correlation Matrix



Level	Age	Var1	Var2	Dur-n	Age	Var1	Var2	Dur-n
-MN1-	-0,33	0,46	0,7	0,59	-0,48	0,64	<b>0,86</b>	0,37
-MN2-	0,00	0,33	0,38	-0,08	-0,2	0,39	0,7	0,28
-MN3-	0,18	-0,15	-0,02	-0,31	-0,46	-0,33	-0,08	0,16
-UN1-	0,06	0,33	0,35	-0,25	-0,02	0,11	0,03	-0,43
-UN2-	0,00	-0,55	-0,57	-0,38	-0,34	0,36	0,36	-0,14
-UN3-	-0,4	-0,46	-0,3	0,02	0,02	-0,12	-0,21	-0,56
-C5-	-0,54	0,09	0,21	-0,32	-0,43	-0,09	-0,05	<b>-0,73</b>
-C6-	-0,66	0,05	0,3	-0,03	-0,52	0,11	0,16	0,02
-C7-	-0,52	-0,22	0,06	-0,09	-0,39	0,52	0,42	0,37
-Is-	0,56	-0,14	0,05	-0,44	0,37	-0,17	0,08	-0,25
-PN-	-0,03	0,1	0,19	-0,13	0,46	0,01	0,08	0,5
-Tn-	0,4	-0,1	0,03	0,02	-0,02	-0,07	0,22	0,02
-Sn-	-0,17	-0,47	-0,32	-0,5	0,32	-0,44	-0,39	-0,44

по вертикальной оси отражаются значения уровня измерения площади поперечного сечения, по горизонтальной оси приведены показатели с которыми они коррелируют, а в соответствующих значениях отражен коэффициент корреляции Спирмена. Если коэффициент корреляции превышает **0,7** или **-0,7**, то цвет шрифта изменяется на красный, что выделяет эти значения из корреляционной матрицы.

Корреляционная матрица отражает всю систему взаимодействия величин площади поперечного сечения с показателями возраста, длительности болезни, а также переменными Var1 и Var2.

## «Анализа».

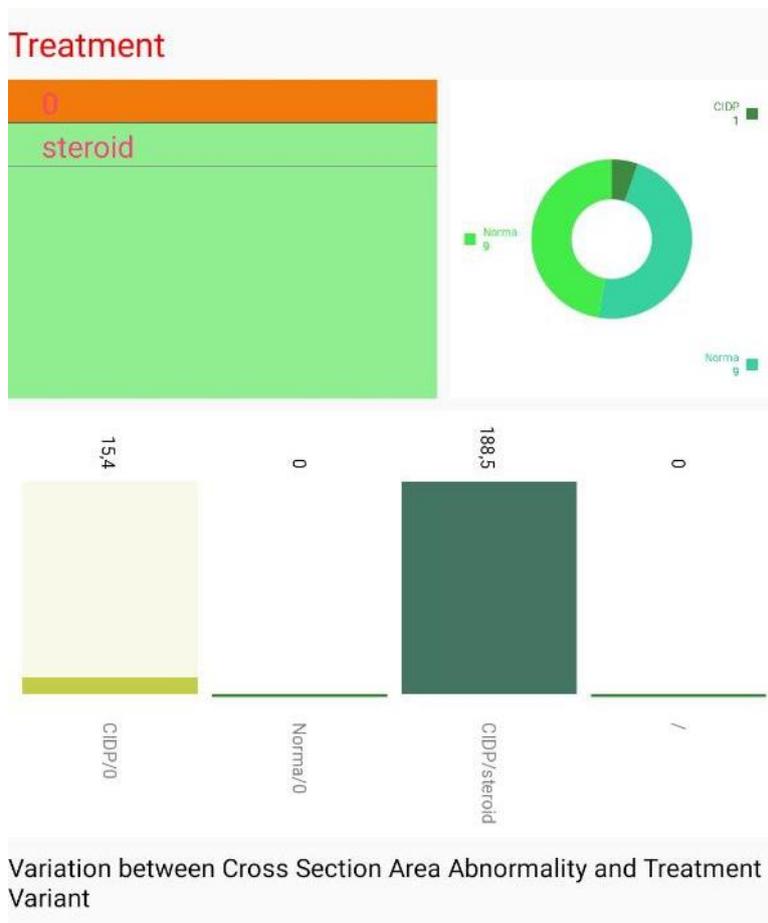
Алгоритм обучения нейронной сети **итеративный**, процедура проводится несколько раз, чтобы добиться оптимального результата. При правильной реализации алгоритма на каждом шаге результат получается лучше. Таким образом, итеративный характер градиентного спуска помогает плохо обученной модели оптимально подстроиться под данные.

Ниже будет представлен список патологии. Выбрав одну из них, вы сможете справа увидеть график – столбчатая диаграмма, которая отражает точность полученных данных, а также величину систематической ошибки. Чем больше точность и меньше систематическая ошибка, тем лучше нейросеть может быть обучена распознавать данный тип патологии. Фактически это отражает однородность этих данных и их дискретность по отношению к другой патологии.

Далее приводятся результаты среднего и стандартного отклонения для возраста - Variable 1, Variable 2. Напомним, что переменная Var 1 Var 2 несет значения, которые исследователь заполняет на этапе второго меню и вносит собственный смысл. Ниже находится выбор использования корреляционной матрицы данных. В связи с тем, что процесс создания корреляционной матрицы требует достаточно много ресурсов телефона, то он выведен в отдельную опцию и привязан к типу выбора патологии. По умолчанию является выключенным. При активации CheckBox – **Correlation Matrix** – и выборе соответствующего типа патологии, будет развернута корреляционная матрица. Здесь применяется расчет коэффициента Спирмена для непараметрических данных. Значения корреляции представлено от 1 до -1 и отражает степень связности данных.

По вертикальной оси отражаются значения уровня измерения площади поперечного сечения, по горизонтальной оси приведены показатели с которыми они коррелируют, а в соответствующих значениях отражен коэффициент корреляции Спирмена. Если коэффициент корреляции превышает **0,7** или **-0,7**, то цвет шрифта изменяется на красный, что выделяет эти значения из корреляционной матрицы.

Целью корреляционной матрицы является поиск системы взаимодействия показателей площади поперечного сечения с показателями возраста, длительности заболевания, а также произвольными показателями Var1 и Var2.



Далее следует раздел, посвященный терапии **“Treatment”**.

Раздел представляет собой список вариантов терапии. Если выбрать из списка тот или иной вариант терапии, то справа отображается график, иллюстрирующий какая частота отдельных типов полинейропатии получала выбранный вариант терапии. Указанные значения отображены на круговой диаграмме в процентах от общего числа осмотренных пациентов в общей группе.

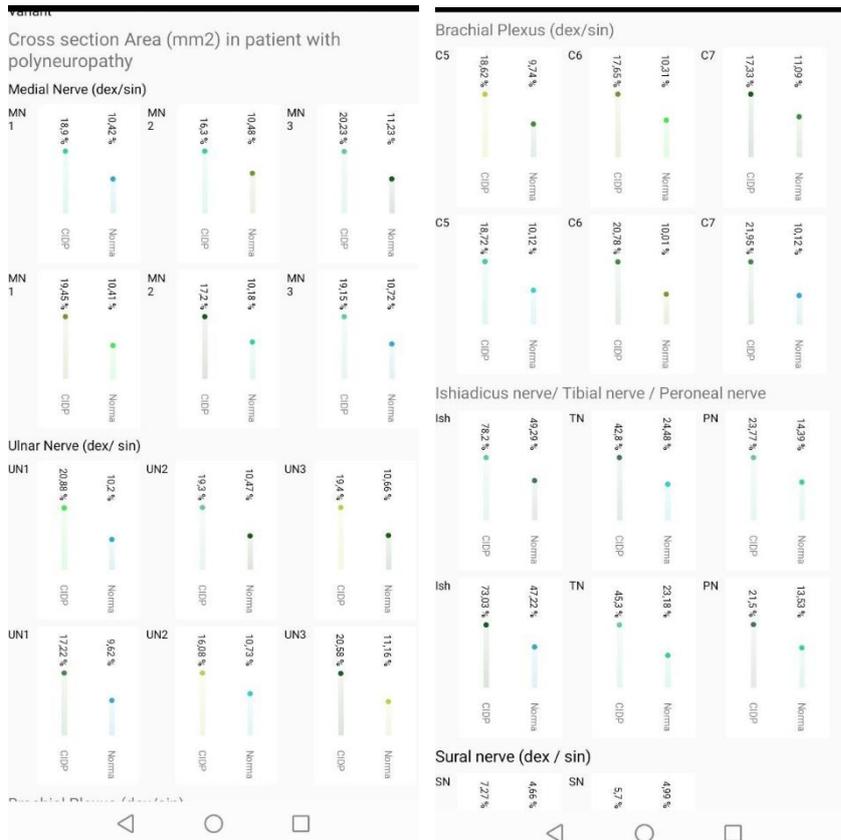
Ниже представлена столбчатая диаграмма, отображающая сравнение между пациентами разных типов патологии, которые получали разные варианты лечения. Задача графика продемонстрировать различия между пациентами, получающими патогенетическую терапию в сравнении с группой пациентов без терапии или на альтернативной терапии. Значение

столбчатой диаграммы отражает величину общей ненормальности площади поперечного сечения у пациентов с нозологическими формами в зависимости от получаемой терапии. В верхней части столбчатой диаграммы отображает показатель общего отклонения от нормы при сопоставлении с результатами нормативной базы для данного возраста, внизу характеристика группы по принципу - {ПАТОЛОГИЯ} / {ПОЛУЧАЕМАЯ ТЕРАПИЯ}.

При увеличении числа выборки более чем 20 наблюдений проводится сопоставление данных с использованием не параметрического критерия Манна-Уитни U-тест. Сопоставление проводится между двумя выборками с наибольшим числом измерений между собой. В случае, если определено множество вариантов для сравнения, то система будет сопоставлять каждый вариант с оставшимися другими. В случае обнаружения достоверных различий в какой-либо комбинации – будет выведен результат U-теста с определением уровня достоверности p.

Таким образом, представленный анализ позволяет проанализировать выборку среди разных вариантов нейропатий, поиск системы взаимосвязей – корреляционная матрица, различие среди пациентов, получаемых разную терапию.

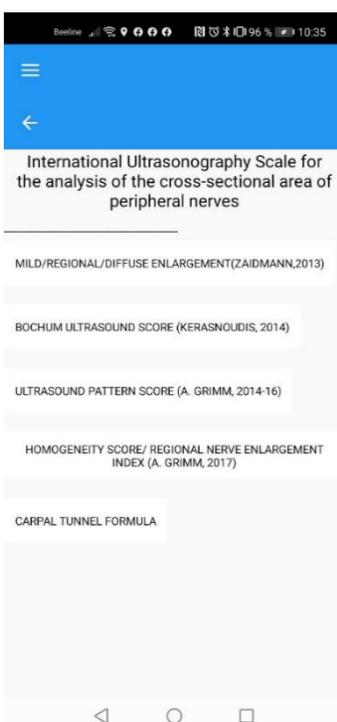
## Значение площади поперечного сечения (мм<sup>2</sup>) в базе данных среди пациентов с разными типами полинейропатий на соответствующих уровнях



Для каждого уровня измерения с двух сторон представлен диапазон площади поперечного сечения для всех наблюдаемых форм нейропатий. Над каждым столбцом диаграммы представлены результаты средних значений площади поперечного сечения на соответствующем уровне, внизу название типа нейропатии. Каждый столбец определяет величину площади поперечного сечения и может быть сопоставлен с разными формами нейропатий. См рисунок ниже. Таким образом, панель статистических расчетов позволяет выполнить подробный анализ собранной

базы данных и в режиме реального времени оценить эффективность проводимой терапии по результатам площади поперечного сечения, а также представить полученные данные к обсуждению.

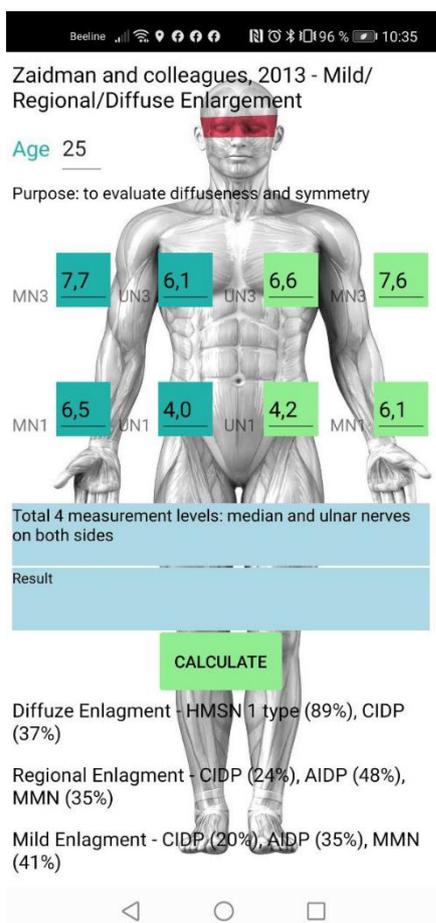
## 7. Раздел Ультразвуковые Шкалы.



Данный раздел включает автоматический расчет и интерпретацию основных ультразвуковых шкал, описанных в мировой литературе. На соответствующем меню выбирается тип шкалы и осуществляется переход по ссылке в соответствующий раздел.

- 1. Mild/Regional/Diffuze Enlargement (Zaidmann 2013).** Шкала для сравнения наследственных и приобретенных воспалительных моторных и сенсорных нейропатий (ХВДП и НМСН1 типа). Всего 8 измерений
- 2. Bochum Ultrasound Score (Kerasnoudis, 2014)** – всего 4 измерения. Шкала для дифференциальной диагностики ХВДП, СГБ, ММН и MASDAM
- 3. Ultrasound pattern score (A. Grimm, 2014-16)**
- 4. Homogeneity Score / Regional Nerve Enlargment Index (A. Grimm 2017)**
- 5. Carpal Tunnel Formula**

## 8. Mild/Regional/Diffuze Enlargement (Zaidmann 2013).



Содержит 4 уровня измерений: срединный и локтевой нервы с двух сторон – проксимальный и дистальный уровень – соответствует MN1 / MN3, UN1 / UN3

Основная цель шкалы: оценить диффузность и симметричность изменений площади поперечного сечения нервов.

**Градация по баллам для каждого измерения:**

- 0 – нет изменения площади поперечного сечения,
- 1 – увеличение одного участка не более чем в двое от среднего,
- 2 – увеличение одного участка более чем вдвое от среднего,
- 3- Увеличение на двух участках более чем вдвое.

**Выводы:**

- 1) диффузное увеличение чаще всего встречается у пациентов с наследственной моторной и сенсорной полиневропатией 1 А типа (89%).  
Хроническая воспалительная демиелинизирующая полинейропатия: диффузное увеличение встречается реже (37%), легкое и региональное изменения встречаются в 20% и 24% соответственно.
- 2) Синдром Гийена-Барре – острая воспалительная демиелинизирующая полинейропатия: чаще всего нерв нормального размера или небольшое увеличение (48% и 38% соответственно).
- 3) Мультифокальная моторная нейропатия с блоками проведения: чаще всего нерв нормального размера или небольшое увеличение (35% и 41% соответственно).

Необходимо учитывать, что возможна вариабельность оценки площади поперечного сечения у пациентов на фоне патогенетической терапии, а также в ходе длительности течения заболевания, что необходимо учитывать при расчете данной шкалы.

Шкала может быть удобным инструментом для дифференциальной диагностики проксимального и дистального паттерна распространения изменений площади поперечного сечения. Поскольку расчет данной шкалы использовал нормативную базу данных, которая была собрана коллективом авторов, нами была проведена адаптация этих значений под собственную нормативную базу данных, с учетом возрастной динамики. В связи с этим результирующие значения могут отличаться от результатов полученных в источнике.

**Источник:** Zaidman CM, Harms MB, Pestronk A. Ultrasound of inherited vs. acquired demyelinating polyneuropathies. J Neurol. 2013 Dec;260(12):3115-21. doi: 10.1007/s00415-013-7123-8. Epub 2013 Oct 8. PMID: 24101129; PMCID: PMC3970398.

## 9. Bochum Ultrasound Score (Kerasnoudis, 2014)

Beeline 96% 10:35

Kerasnoudis and colleagues 2014,  
Bochum Ultrasound Score

Age 25

Purpose: differentiation of subacute CIDP from acute demyelinating polyneuropathy (AIDP), MMN or MASDAM

RN 7,7 UN3 6,1

UN1 6,5

Difference between subacute CIDP and AIDP (CIDP more than 2 score; AIDP less than 2 score)  
Difference between CIDP and MMN (CIDP more than 2 score; MMN less than 2 score)

CALCULATE RESULT

Total score: 0

SN 3,7

**Цель:** дифференцировать ХВДП с острым началом и острую воспалительную демиелинизирующую полинейропатию, а также наследственную моторно-сенсорную полинейропатию

**Описание:** один балл суммируется за каждый участок повышения площади поперечного сечения нерва.

Дискриминация ХВДП по сравнению с СГБ (пороговое значение  $\geq 2$ ): чувствительность 90%, специфичность 90,4%;

различение ХВДП по сравнению с MMN и MADSAM (пороговое значение  $\geq 2$ ): чувствительность 80%, специфичность 87,5%.

**Недостатки:** не учитывается лечение, симметричность, высокая межэкспертная вариабельность результатов, отсутствие ослепления исследователя во время проведения исследования, небольшая выборка исследования, ограничение четкости исследования икроножного нерва у пациентов с сопутствующей патологией вен нижних конечностей, изменения со стороны подкожно-жировой клетчатки

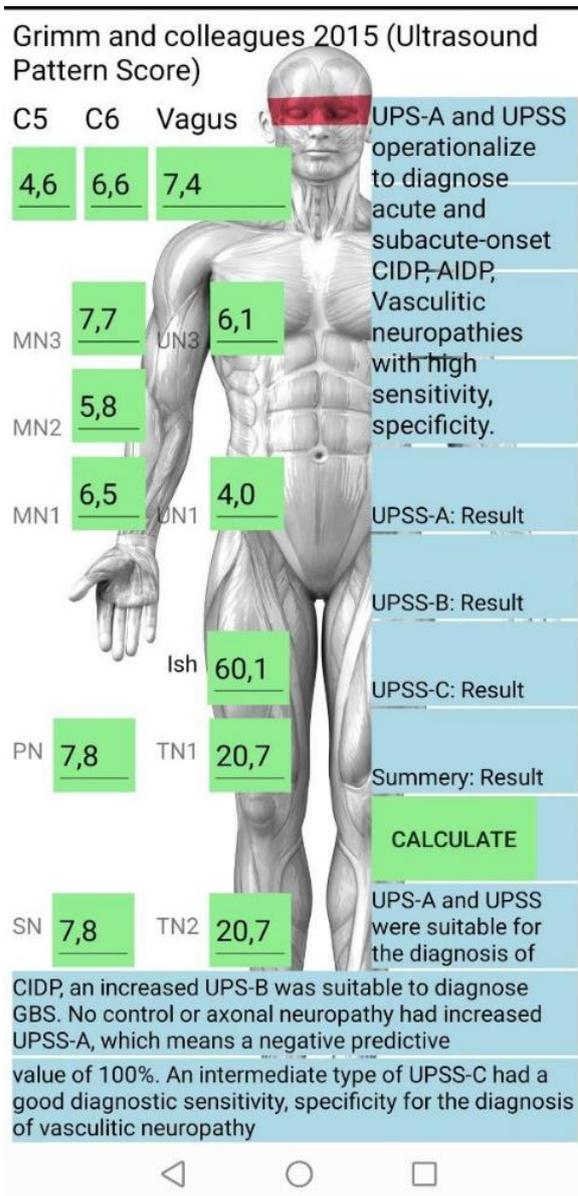
**Преимущества:** легкость в исполнении, доступность.

Также данная шкала учитывает возраст пациента и может быть применима для детей и

взрослых.

**Источник:** Kerasnoudis A, Pitarokoili K, Gold R, Yoon MS. Bochum ultrasound score allows distinction of chronic inflammatory from multifocal acquired demyelinating polyneuropathies. J Neurol Sci. 2015 Jan 15;348(1-2):211-5. doi: 10.1016/j.jns.2014.12.010. Epub 2014 Dec 11. PMID: 25534358.

## 10. Ultrasound pattern score (A. Grimm, 2014-16)



Для каждого участка присуждается **0 баллов**, если увеличение не обнаружено, **1 балл** - если увеличение на 100–150%; **2 балла** - если увеличение более 150% (диапазон: 0–16).

**UPS-A:** измерение размера нервов верхних и нижних конечностей.

**UPS-B:** измерение размера блуждающего нерва и нервных корешков C5 и C6.

**UPS-C:** Измерение размера икроножного нерва.

**Результаты:** UPSS  $\geq 10$  или UPS-A  $\geq 7$ : настороженность в отношении острой воспалительной демиелинизирующей полинейропатии.

UPSS  $\leq 10$ , UPS-A  $\leq 7$  и UPS-B  $\geq 1$ : острая воспалительная демиелинизирующая полинейропатия.

UPSS 3-10 и UPS-B  $\leq 1$ : подозрение на васкулитную невропатию.

UPSS  $\leq 3$ : подозрение на аксональную невропатию.

Источник: Grimm A, Rasenack M, Athanasopoulou IM, Dammeier NM, Lipski C, Wolking S, Vittore D, Décard BF, Axer H. The modified ultrasound pattern sum score mUPSS as additional diagnostic tool for genetically distinct hereditary

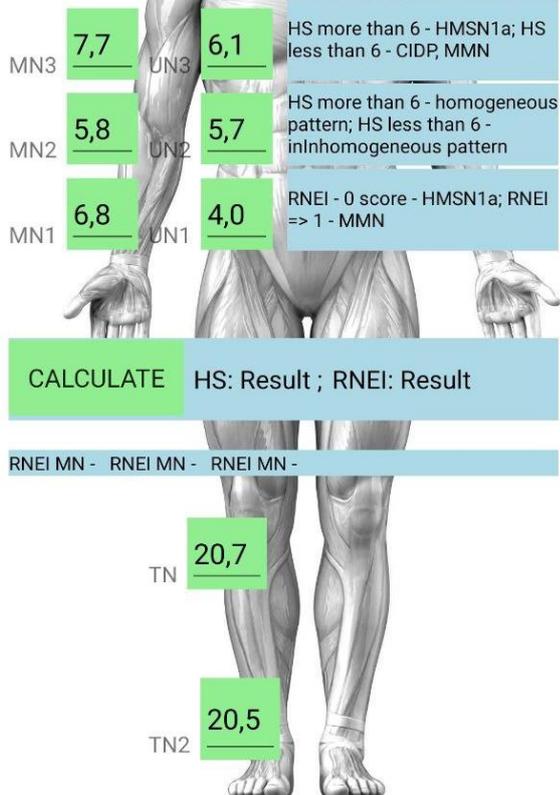
neuropathies. J Neurol. 2016 Feb;263(2):221-230. doi: 10.1007/s00415-015-7953-7. Epub 2015 Nov 11. PMID: 26559821.

## 11. Homogeneity Score / Regional Nerve Enlargement Index (A. Grimm 2017)

Homogeneity score (HS) / Regional nerve enlargement index (RNEI) (A. Grimm, 2016)

RNEI and the HS facilitate objective and standardized nerve pattern analysis

HS is a quantitative method to describe nerve enlargement



### Homogeneity Score

**Описание: 0 баллов:** нет или регионального увеличения (увеличенные и нормальные значения в том же нерве);

**1 балл:** неоднородное увеличение (генерализованное увеличение площади поперечного сечения в нерве, но увеличение менее чем 150% от верхней границы в исследуемом нерве)

**2 балла:** умеренная однородность (общее увеличение нерва не более чем 150% от верхней границы нормы).

**3 балла:** явная однородность (общее увеличение нерва более чем 150% выше от границы нормальных значений).

Оценка (в диапазоне от 0 до 3) рассчитывается для каждого участка измерений – срединный и локтевой нервы в трех точках. Срединный нерв – уровень нижней трети предплечья выше запястья на 2 см, уровень ниже локтевого сгиба – круглый пронатор и уровень средней трети плеча – MN3; Локтевой нерв в трех точках: уровень нижней трети предплечья – UN1, уровень верхней трети предплечья, ниже локтевого сгиба, уровень средней трети плеча UN3. Большеберцовый нерв на уровне подколенной ямки – TN и большеберцовый нерв на уровне тарзального канала на уровне медиального надмыщелка. Максимум 9 баллов.

**Результаты:** значительно более высокий показатель однородности у пациентов с наследственной моторной и сенсорной нейропатией 1А типа по сравнению с мультифокальной моторной нейропатией /

Мультифокальная моторная и сенсорная нейропатия – синдром Левиса Самнера, Хроническая воспалительная демиелинизирующая полинейропатия и здоровые испытуемые [возможный диапазон значения: 3-9].

### Regional Nerve Enlargement Index

Определяет увеличение площади поперечного сечения в рамках одного нерва. Для любого нерва расчет индекса RNEI производится отдельно. Цель данной шкалы определить степень неоднородности в пределах одного нервного ствола.

**Описание:** +1 балл: наличие увеличения площади поперечного сечения как минимум 1 участка нерва за каждый участок в пределах этого же нерва +1 балл. 0 баллов: невыполнение вышеуказанного условия. Оценка (диапазон: 0-1) рассчитывается для каждого нерва, максимум 3 балла.

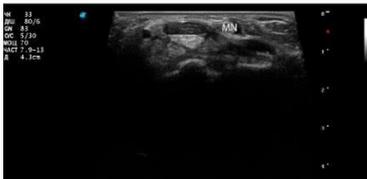
**Результаты:** Значительно более высокий RNEI у пациентов с мультифокальной моторной нейропатией с блоками проведения по сравнению с другими невропатиями (Срединный нерв - 2 [диапазон: 0–3]; наследственная моторная и сенсорная нейропатия 1 А типа и здоровые

испытываемые: срединный нерв 0 [диапазон: 0–2]; хроническая воспалительная демиелинизирующая полинейропатия: срединный нерв 1 [диапазон: 0–3]).

**Источник:** Grimm A, Vittore D, Schubert V, Lipski C, Heiling B, Décard BF, Axer H. Ultrasound pattern sum score, homogeneity score and regional nerve enlargement index for differentiation of demyelinating inflammatory and hereditary neuropathies. Clin Neurophysiol. 2016 Jul;127(7):2618-24. doi: 10.1016/j.clinph.2016.04.009. Epub 2016 Apr 21. PMID: 27291881.

## 12. Формула для расчета величины отклонения площади поперечного сечения срединного нерва на уровне карпального канала

**Carpal Tunnel Syndrome Nerve Changes**  
Optimised formula



Find Cross Section Area of Medial Nerve changes

Wrist circumference

Cross Sectional Area Medial Nerve

CSA medial Nerve in Carpal tunnel were increase on 69,5 %

Цель шкалы определить более точно величину отклонения площади поперечного сечения срединного нерва на уровне карпального канала по величине окружности запястья. Имеется прямая корреляция между значением окружности запястья в см и верхней границей площади поперечного сечения срединного нерва на уровне карпального канала.

Вводится параметр – окружность запястья в см

Наблюдаемое значение площади поперечного сечения срединного нерва на уровне карпального канала

При активации кнопки CALCULATE приводится результат расчета отклонения величины площади поперечного сечения, выраженное в процентах

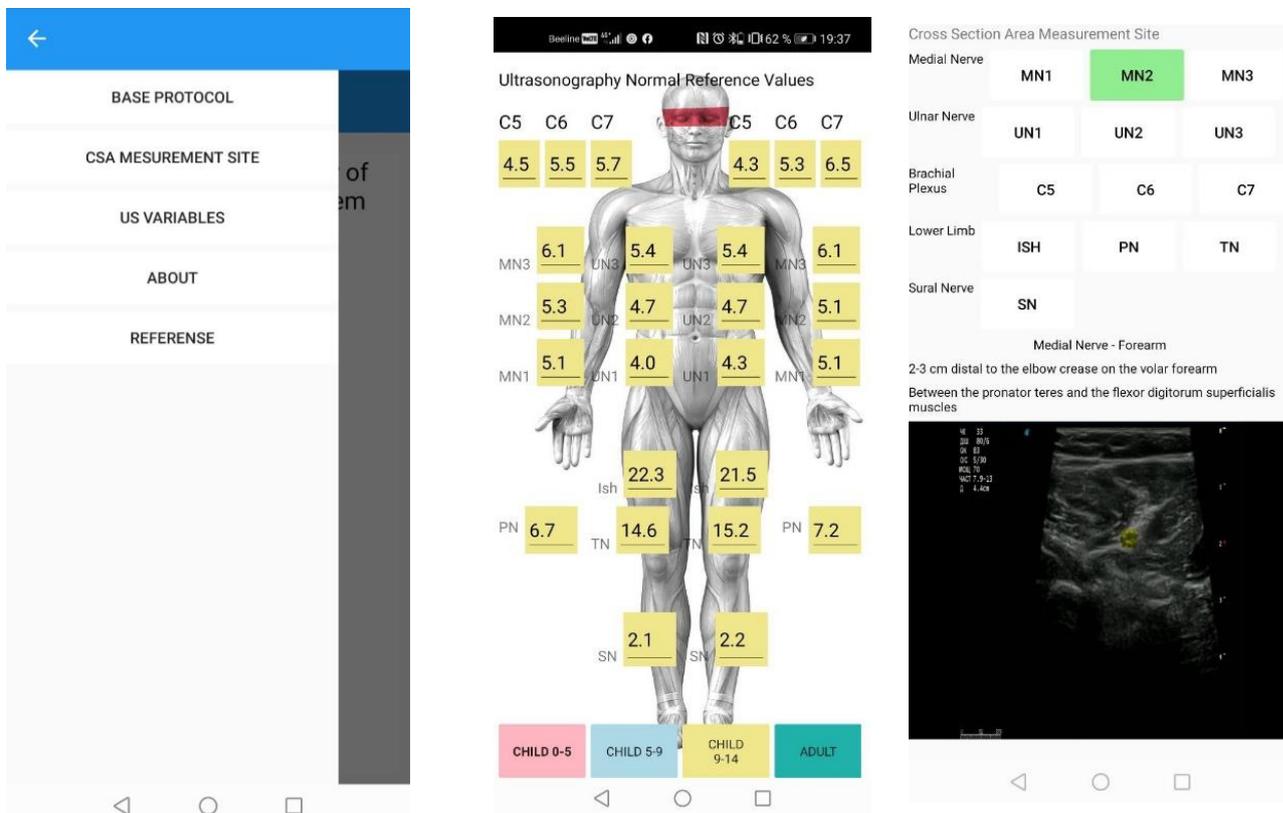
Верхняя граница нормального уровня площади поперечного сечения срединного нерва на уровне карпального канала.

Результат анализа: распределения исходя из введенных значений степени выраженности туннельной нейропатии – легкая, средняя и тяжелая.

Необходимо учитывать, что на величину площади поперечного сечения могут влиять другие факторы не учитываемые в данном расчете, такие как длительность течения, сопутствующая демиелинизирующая нейропатия, прием кортикостероидов. Данные носят ориентировочный характер.

## Дополнительные вкладки главного меню

Дополнительные вкладки: 1) **BASE PROTOCOL** – базовый протокол, включающий исходные результаты собранной базы референтных значений площади поперечного сечения для каждой возрастной группы. В нижней части экрана можно выбрать соответствующую возрастную группу: CHLD 0-5, CHILD 5-9, CHILD 9-14, ADULT. При активации соответствующих значений каждая ячейка



изменяет цвет и заполняется значениями средней площади поперечного сечения. Общая статистика по каждому измерению представлена в таблице.

- 2) **CSA MEASUREMENT SITE** – уровень измерения площади поперечного сечения. Данный раздел имеет преимущественно ознакомительный характер и служит для калибровки УЗ-изображения на соответствующих уровнях измерения. Подробно уровни измерения разбираются ниже.
  - 3) **US VARIABLE** – тестовая опция детекции образцов УЗ-изображения.
  - 4) **ABOUT** – Информация о версии продукта, а также общая информация о разработчике программного обеспечения
  - 5) **REFERENSE** – список литературы, который был использован при подготовке данных исследования.
-

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1:

Таблица 5. Значения ППС (мм<sup>2</sup>) в исследуемых возрастных группах с двух сторон.

Возрастная группа		2-4 года (n=11)	5-7 лет (n=15)	8-10 лет (n=10)	11-13 лет (n=7)	14-16 лет (n=7)	17-30 лет (n=22)
Средний возраст		3,27±0,79	5,61±0,80	8,47±1,59	11,3±1,22	14,8±1,57	24,5±3,66
<b>Уровни измерения</b>	<b>Срединный нерв</b>						
Запястье	D	3,08±0,95	4,18±1,06	4,88±1,51	5,21±1,42	6,04±2,56	6,58±1,97
	S	2,78±0,61	4,01±0,97	4,37±1,73	5,11±1,21	5,31±1,50	6,15±1,87
Круглый пронатор	D	3,39±0,57	4,25±1,11	4,97±1,28	5,32±1,33	6,11±1,87	5,84±1,76
	S	3,33±0,68	4,07±0,92	4,78±1,62	5,12±1,20	5,80±1,75	6,20±2,03
Средняя треть плеча	D	4,07±0,81	4,61±0,91	6,03±2,24	6,11±1,15	7,56±3,12	7,71±1,91
	S	3,77±0,89	4,88±1,22	5,70±1,58	6,02±1,44	6,33±1,82	7,66±1,97
	<b>Локтевой нерв</b>						
Запястье	D	2,44±0,85	2,94±0,95	3,51±2,03	4,01±1,23	4,72±1,86	4,09±1,67
	S	2,53±0,54	3,0±1,22	3,08±1,06	4,3±1,98	5,13±1,26	4,23±1,37
Локтевой сгибатель запястья	D	3,08±0,67	3,80±0,98	4,41±1,20	4,78±1,54	5,71±1,97	5,74±1,74
	S	2,99±0,47	4,01±0,96	4,29±1,47	4,89±1,32	5,73±1,71	5,85±2,05
Средняя треть плеча	D	3,66±0,73	4,30±1,0	5,12±1,44	5,4±1,43	6,3±3,07	6,19±2,14
	S	3,69±0,54	4,3±1,06	4,85±1,20	4,32±1,33	5,89±2,20	6,63±2,00
	<b>Лучевой нерв</b>						
Спиральный канал	D	2,89±0,71	3,58±1,02	3,97±1,66	4,55±1,32	5,40±1,99	7,08±1,74
	S	2,84±0,57	3,46±1,14	4,21±1,38	4,89±1,22	5,60±1,82	5,09±1,73
	<b>Спинномозговые нервы</b>						
C5	D	2,78±0,75	3,73±1,43	4,11±1,51	4,55±1,32	5,24±1,90	4,64±1,32
	S	3,03±1,44	3,32±0,84	3,99±1,44	4,38±1,12	5,17±1,82	4,81±1,05
C6	D	3,80±1,24	4,63±1,14	5,53±1,86	5,89±1,88	7,27±2,40	6,67±1,50
	S	3,93±1,54	4,48±1,23	4,85±1,62	5,42±1,44	5,93±2,05	5,93±2,37
C7	D	5,72±2,45	5,22±1,52	6,58±2,27	6,99±1,90	7,74±3,60	7,48±2,26
	S	5,41±1,71	5,36±1,64	6,16±1,79	6,52±1,33	7,54±3,35	7,26±2,74
	<b>Седалищный нерв</b>						
Нижняя треть бедра	D	14,80±2,01	15,2±3,66	20,3±4,7	22,34±4,2	24,11±8,92	24,6±11,0
	S	15,6±1,58	15,8±4,07	18,6±4,39	21,5±3,21	22,37±7,36	24,9±10,9
	<b>Общий малоберцовый нерв</b>						
Головка малоберцовой кости	D	4,10±1,84	5,37±2,98	6,28±2,9	6,70±2,21	7,71±2,74	7,82±2,20
	S	4,28±2,71	5,12±2,58	5,89±2,01	7,02±3,44	8,07±2,29	7,81±2,13
	<b>Большеберцовый нерв</b>						
Подколенная ямка	D	8,49±2,61	9,07±2,95	13,2±4,8	14,6±3,11	16,4±5,41	20,7±6,01
	S	8,9±2,8	9,32±2,95	12,87±3,62	15,22±2,77	18,44±3,85	20,6±3,91
	<b>Икроножный нерв</b>						
Нижняя треть голени	D	1,64±0,54	1,80±0,63	2,13±0,79	2,15±1,21	2,64±1,13	2,73±0,87
	S	1,67±0,52	1,93±0,64	2,15±0,68	2,22±1,05	2,73±1,21	2,64±0,64

Таблица 6. Сравнение параметров средней ППС собственного исследования и результатов других авторов [5, 6, 8, 13, 17].

Нерв	Уровень измерения	Собственные данные (n=80)	Boehm J et al. 2013 (n=56)	Mohammad Q., 2016 (n=75)	Won et al. 2012, 2013. (n=97)	Kerasnoudis et al. 2013 (n=75)	Cartwright et al. 2008 (n=60)
N.medianus	Запястье	6,7±1,8	5,7±1,3	10,4±2,4	8,3±1,5	8,43±2,07	9,8±2,4
	Круглый пронатор	6,7±1,9	-	7,3±1,7	6,5±1,82	6,6±1,6	7,5±1,6
	Средняя треть предплечья	7,9±1,9	8,9±1,8	10,3±3,4	9,4±1,86	8,4±2,87	8,9±2,1
N.ulnaris	Запястье	4,3±1,4	5,2±1,3	5,0±1,7	6,3±1,0	5,46±1,26	6,3±1,0
	Уровень локтевого сгибателя запястья	6,2±1,7	7,6±2,1	6,2±1,5	7,2±1,4	5,33±1,44	6,6±1,1
	Средняя треть предплечья	6,9±2,1	6,3±1,7	6,9±2,4	5,9±1,1	6,53±1,82	6,3±1,0
N. radialis	Спиральный канал	5,3±1,8	4,2±1,0	6,5±1,7	2,0±0,5	3,26±1,52	7,9±2,7
Nn.spinales	C5	5,0±1,6	5,6±1,6	-	10,4±1,86	-	-
	C6	7,5±2,0	9,5±2,7	-	8,98±1,65	-	-
	C7	9,4±2,6	10,0±2,9	-	10,4±1,83	-	-
N. ischiadicus	Подколенная ямка	43,3±14,1	-	-	-	-	52,6±14,0
N. peroneus	Уровень головки малоберцовой кости	7,9±2,59	8,9±2,0	11,1±3,8	-	7,1±2,36	11,2±3,3
N.tibialis	Уровень подколенной ямки	21,8±6,8	9,6±2,2	12,7±3,4	-	6,36±1,45	13,7±4,3

Таблица 7. Средние значения площади поперечного сечения (мм<sup>2</sup>) у мужчин и женщин

Нерв		Правая сторона			Левая сторона		
		Мужчины	Женщины	P	Мужчины	Женщины	p
Срединный	Запястье	7,17±2,06	6,26±1,41	0,33	6,74±1,88	5,93±1,25	0,45
	Круглый пронатор	7,30±2,18	6,87±1,48	0,72	7,16±1,88	6,31±1,60	0,41
	Средняя треть плеча	8,42±2,05	7,42±1,54	0,85	8,31±2,28	7,30±1,87	0,53
Локтевой	запястье	4,59±1,43	3,92±1,22	0,72	4,77±1,37	4,20±1,06	0,89
	Локтевой сгибатель запястья	6,70±1,67	5,71±1,48	0,16	6,58±2,06	5,59±1,26	0,87
	Средняя треть плеча	7,52±2,17	6,18±1,72	0,13	7,16±2,21	6,54±1,93	0,57
Лучевой		5,74±1,79	4,81±1,66	0,28	5,36±1,48	4,8±1,61	0,68
Спинномозговые нервы	C5	5,06±1,38	4,86±1,70	0,34	4,91±1,08	5,04±1,36	0,77
	C6	7,24±2,02	7,66±2,02	0,87	7,17±2,29	8,16±2,61	0,63
	C7	9,12±2,60	9,53±2,63	0,98	9,25±3,64	9,78±2,98	0,86
Седалищный		41,3±9,80	43,02±9,3	0,76	40,9±8,50	41,5±9,40	0,84
Малоберцовый		8,25±2,60	7,89±2,38	0,53	8,54±2,89	8,2±4,49	0,93
Большеберцовый		23,6±5,9	22,9±4,3	0,79	24,17±7,06	23,2±3,96	0,75
Икроножный		3,06±0,93	3,06±0,78	0,95	3,09±0,99	2,99±0,98	0,63

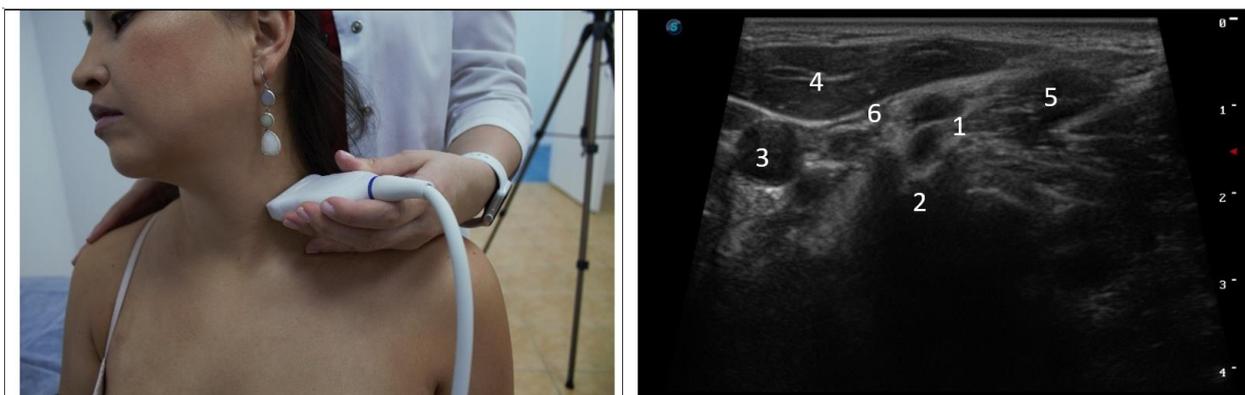
Таблица 8 Интервальная оценка ППС (мм<sup>2</sup>) для каждого уровня измерения у здоровых

Уровень	5 процентиль	Среднее Значение	95 процентиль	Верхняя граница доверительного интервала	Нижняя граница доверительного интервала
MN1	4,32	5,9	8,96	9	4
MN2	4,02	7,3	9,01	9	4
MN3	4,94	6,9	10,1	10	5
UN1	2,2	3,9	6,2	6	2
UN2	3,9	6,7	8,56	9	4
UN3	4,1	6,4	9,94	10	4
C5	2,72	3,9	7,3	7	3
C6	4,18	8,2	9,6	10	4
C7	5,1	8	9,9	10	5
Ish	23,5	49,5	54,8	55	23
PN	4,42	8,4	11,1	11	4
TN	13,6	21	28,4	28	14

Таблица 9. Корреляция ППС с основными демографическими показателями у 80 здоровых добровольцев (коэффициент Пирсона)

Уровень измерения	Правая сторона				Левая сторона			
	Вес	Рост	Возраст	ИМТ*	Вес	Рост	Возраст	ИМТ
	Срединный нерв							
Запястье	0,28	0,24	0,07	0,32	0,26	0,25	0,02	0,28
Круглый пронатор	0,52	0,43	0,06	0,41	0,48	0,36	0,14	0,33
Средняя треть плеча	0,36	0,40	-0,02	0,32	0,49	0,39	0,02	0,28
	Локтевой нерв							
Запястье	0,24	0,28	-0,08	0,19	0,31	0,31	-0,01	0,21
Локтевой сгибатель запястья	0,44	0,37	0,02	0,33	0,39	0,35	-0,01	0,30
Средняя треть плеча	0,39	0,43	-0,12	0,23	0,36	0,31	0,05	0,24
	Лучевой нерв							
Спиральный канал	0,41	0,35	-0,02	0,24	0,26	0,27	-0,15	0,27
	Спинномозговые нервы							
C5	0,05	0,08	-0,07	0,09	-0,01	0,08	0,14	0,06
C6	0,07	0,01	0,24	0,11	-0,03	0,01	0,10	0,09
C7	0,05	0,03	0,03	0,12	0,03	0,01	0,07	0,05
	Седалищный нерв							
Нижняя треть бедра	0,47	0,16	0,37	0,31	0,52	0,21	0,36	0,44
	Малоберцовый нерв							
Головка малоберцовой кости	0,13	0,05	0,04	0,21	0,16	0,07	0,09	0,14
	Большеберцовый нерв							
Подколенная ямка	0,31	0,08	0,17	0,27	0,15	-0,27	0,26	0,13
	Икроножный нерв							
Нижняя треть голени	0,28	0,12	0,22	0,23	0,46	0,13	0,24	0,21

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2



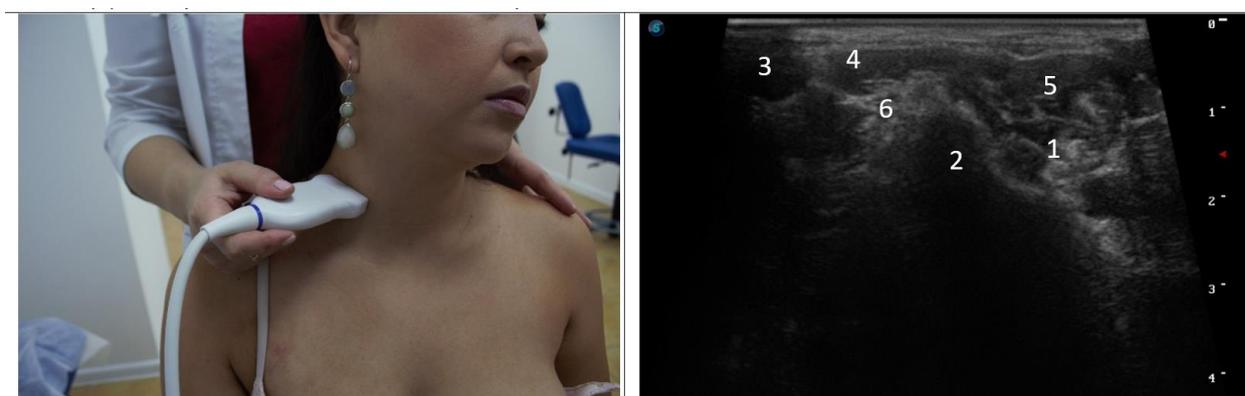
### 1. Уровень поперечного отростка C5

Обозначения: 1 – спинномозговой нерв C5; 2 – поперечный отросток C5 позвонка; 3 – Общая сонная артерия; 4 – Грудинно-ключично-сосцевидная мышца; 5 – Передняя лестничная мышца; 6 – Средняя лестничная мышца (фрагмент)



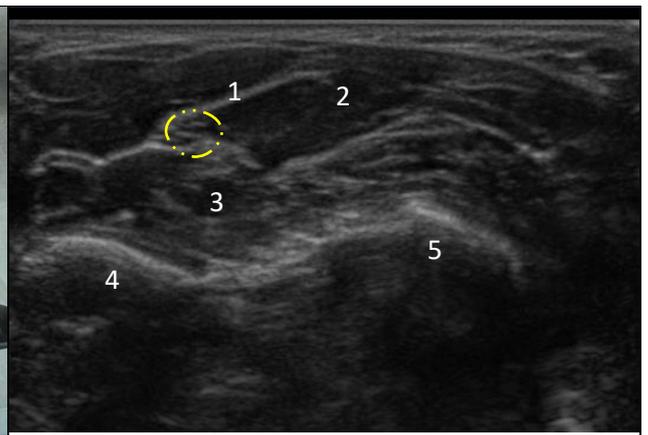
### 2. Уровень поперечного отростка C6

Обозначения: 1 – спинномозговой нерв C6; 2 – поперечный отросток C6 позвонка; 3 – Общая сонная артерия; 4 – Грудинно-ключично-сосцевидная мышца; 5 – Передняя лестничная мышца; 6 – Средняя лестничная мышца



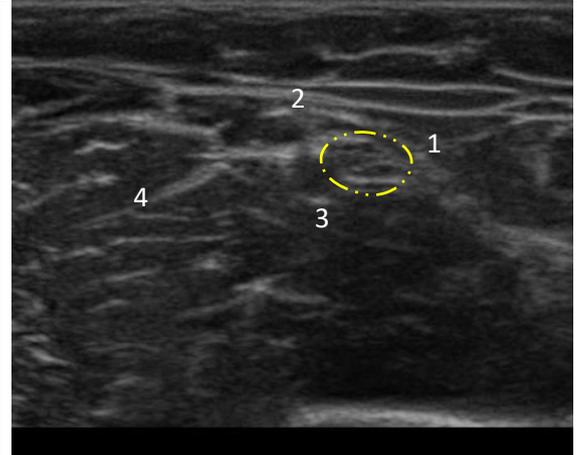
### 3. Уровень поперечного отростка C7

Обозначения: 1 – спинномозговой нерв C6; 2 – поперечный отросток C6 позвонка; 3 – Общая сонная артерия; 4 – Грудинно-ключично-сосцевидная мышца; 5 – Передняя лестничная мышца; 6 – Средняя лестничная мышца



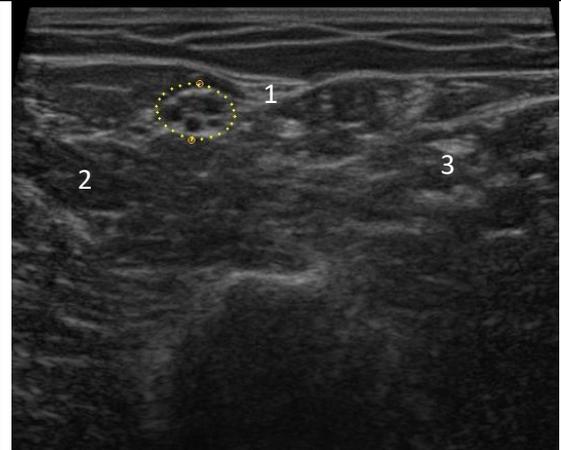
**Уровень MN1 – срединный нерв запястье**

**1** – Срединный нерв – MN1; **2** – поверхностный сгибатель пальцев; **3** – глубокий сгибатель пальцев; **4** – лучевая кость; **5** – локтевая кость.



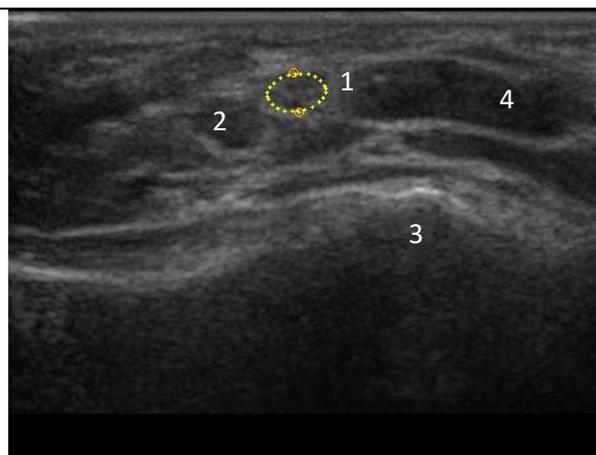
**Уровень MN2 – уровень круглого пронатора**

**1** – срединный нерв – MN2; **2** - локтевая артерия; **3** – лучевая артерия; **4** – круглый пронатор

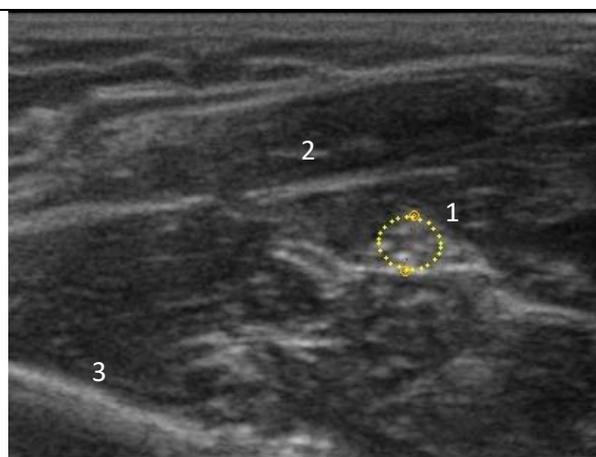


**Срединный нерв на уровне плеча – MN3**

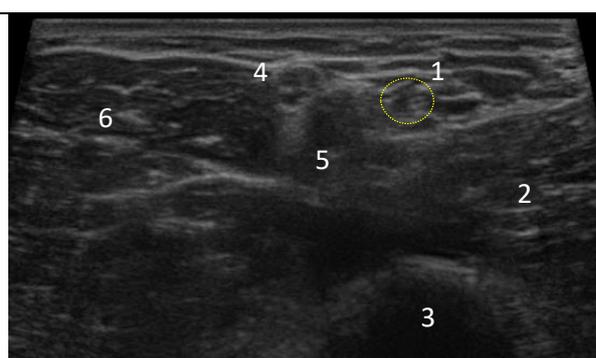
**1.** Срединный нерв – уровень плеча MN3; **2** – Двуглавая мышца плеча; **3** – Трехглавая мышца плеча



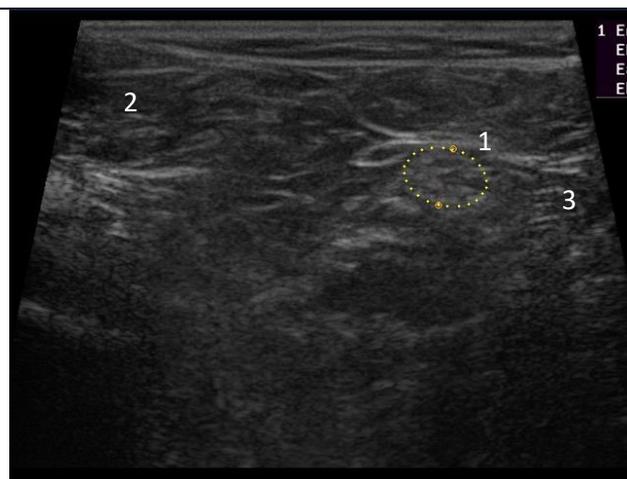
Локтевой нерв на уровне нижней трети предплечья – **UN1**  
**1** – локтевой нерв; **2** – локтевая артерия; **3** – кости запястья; **4** – сухожилие локтевого сгибателя запястья



Локтевой нерв на уровне верхней трети предплечья – **UN2**  
**1** – локтевой нерв; **2**- локтевой сгибатель запястья; **3** – локтевая кость

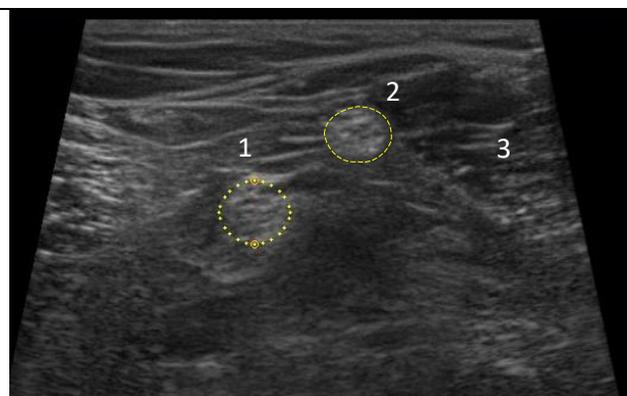


Локтевой нерв на уровне средней трети плеча – **UN3**  
**1** – локтевой нерв; **2** – трехглавая мышца плеча; **3** – плечевая кость; **4** – срединный нерв; **5** – плечевая артерия; **6** – двуглавая мышца плеча



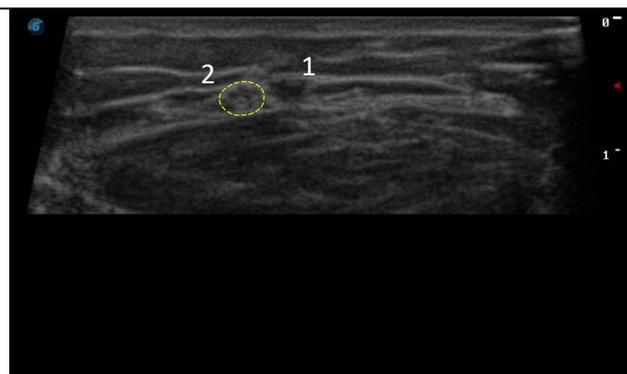
**Седалищный нерв на уровне нижней трети бедра - Ish:**

1 – седалищный нерв; 2 – двуглавая мышца бедра; 3 – полусухожильная мышца



**Малоберцовый и большеберцовые нервы – PN TN:**

1 – большеберцовый нерв; 2 – малоберцовый нерв; 3 – двуглавая мышца бедра



**Икроножный нерв на уровне нижней трети бедра - SN**

1 – малая подкожная вена; 2 – икроножный нерв

## Список литературы:

1. Grimm A, Vittore D, Schubert V, Lipski C, Heiling B, Décard BF, Axer H. Ultrasound pattern sum score, homogeneity score and regional nerve enlargement index for differentiation of demyelinating inflammatory and hereditary neuropathies. *Clin Neurophysiol.* 2016 Jul;127(7):2618-24. doi: 10.1016/j.clinph.2016.04.009. Epub 2016 Apr 21. PMID: 27291881
2. Grimm A, Rasenack M, Athanasopoulou IM, Dammeier NM, Lipski C, Wolking S, Vittore D, Décard BF, Axer H. The modified ultrasound pattern sum score mUPSS as additional diagnostic tool for genetically distinct hereditary neuropathies. *J Neurol.* 2016 Feb;263(2):221-230. doi: 10.1007/s00415-015-7953-7. Epub 2015 Nov 11. PMID: 26559821.
3. Kerasnoudis A, Pitarokoili K, Gold R, Yoon MS. Bochum ultrasound score allows distinction of chronic inflammatory from multifocal acquired demyelinating polyneuropathies. *J Neurol Sci.* 2015 Jan 15;348(1-2):211-5. doi: 10.1016/j.jns.2014.12.010. Epub 2014 Dec 11. PMID: 25534358.
4. Zaidman CM, Harms MB, Pestronk A. Ultrasound of inherited vs. acquired demyelinating polyneuropathies. *J Neurol.* 2013 Dec;260(12):3115-21. doi: 10.1007/s00415-013-7123-8. Epub 2013 Oct 8. PMID: 24101129; PMCID: PMC3970398.
5. Дружинин Д.С. Ультразвуковая визуализация периферических нервов при мультифокальной моторной нейропатии и хронической воспалительной демиелинизирующей полинейропатии. // Дружинин Д. С., Наумова Е. С., Никитин С.С. // Нервно-мышечные болезни 2016. -Т. 06 (1). - С. 63–73.
6. Дружинин Д.С. Спектр сонографических изменений при наследственной моторно-сенсорной нейропатии с аутосомно-доминантным и Х-сцепленным наследованием. / Наумова Е.С., Дружинин Д.С., Никитин С.С., Курбатов С.А. // Нервно-мышечные болезни. 2016. -Т. 6 (2). - С. 27-34.
7. Дружинин Д.С. Оценка динамики площади поперечного сечения периферических нервов при мультифокальной моторной нейропатии по данным ультразвукового исследования на фоне внутривенной терапии иммуноглобулинами: описание клинического случая. / Никитин С.С., Наумова Е.С., Дружинин Д.С. // Нервно мышечные болезни. 2016. -Т. 6 (4). - С. 46-50.
8. Дружинин Д.С. Количественные сонографические характеристики периферических нервов у здоровых людей. / Наумова Е.С., Дружинин Д.С., Никитин С.С. // Анналы клинической и экспериментальной неврологии 2017. -Т. 11(1). - С. 55-61.
9. Дружинин Д.С. Сонографические изменения периферических нервов у пациентов с хронической воспалительной демиелинизирующей полинейропатией и мультифокальной моторной нейропатией / Е.С.Наумова, С.С.Никитин, Д.С.Дружинин, Н.Н.Спирин // Журнал неврологии и психиатрии 10, 2017 вып.2 стр. 74. DOI: 10.17116/jnevro201711710259-90
10. Druzhinin D, Naumova E, Nikitin S. Nerve ultrasound normal values in children and young adults. *Muscle Nerve.* 2019 Dec;60(6):757-761. doi: 10.1002/mus.26715. Epub 2019 Oct 8. PMID: 31520475.

---

### Список критических ошибок:

1. При вводе значения запятой в блок вводе данных – “,” – критическая ошибка, закрытие приложения
2. Страница протокола – ввод пустого значения типа нейропатии – критическая ошибка, закрытие приложения

---

Автор теста Дружинин Дмитрий Сергеевич