

М. А. Теренин<sup>1</sup>, И. З. Ялонецкий<sup>2</sup>, С. С. Грачев<sup>2</sup>, А. В. Агаева<sup>3</sup>

## ИЗМЕНЕНИЕ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ ПРИ ДОСТИЖЕНИИ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ БЛОКАДЫ НА ПРИМЕРЕ ВЫПОЛНЕНИЯ АКСИЛЛЯРНОГО БЛОКА ПЛЕЧЕВОГО СПЛЕТЕНИЯ

УЗ «6-я Городская клиническая больница г. Минска»<sup>1</sup>,  
УО «Белорусский государственный медицинский университет»<sup>2</sup>,  
УЗ «1-я Городская клиническая больница г. Минска»<sup>3</sup>

В статье рассматривается природа возникновения пульсовой волны, и демонстрируются её изменения после регионарной анестезии верхней конечности. В исследовании приняли участие 30 пациентов, которым выполнялась аксиллярная блокада плечевого сплетения под ультразвуковым контролем. Всем участникам исследования выполнялась регистрация пульсовой волны методом фотоплетизмографии на уровне указательного пальца на обеих руках до выполнения анестезии и в интервале между 10 и 20 минутами после окончания процедуры обезболивания, с последующей фиксацией на бумаге. Анестезию проводили 1,5 % раствором лидокаина с добавлением адреналина в соотношении 1:200 000. После анестезии в группе I было зафиксировано, в сравнении с группой II – увеличение амплитуды пульсовой волны, увеличение класса пульсовой волны, снижение сатурации периферической крови, увеличение отношения углов альфа и бета. Авторы заявляют о перспективности данной методики с целью дальнейшего подтверждения успешности регионарного блока.

**Ключевые слова:** пульсовая волна, фотоплетизмография, симпатический блок, проводниковая анестезия, регионарная анестезия, ультразвуковая визуализация нервов, плечевое сплетение, аксиллярный доступ, лидокаин, сенсорный блок.

*M. A. Terenin, I. Z. Yalonetsky, S. S. Grachev, A. V. Agaev*

### CHANGE OF THE PULSE WAVE AT ACHIEVEMENT OF THE PERIPHERAL BLOCKADE ON THE EXAMPLE OF EXECUTION OF THE AXILLARY BRACHIAL PLEXUS BLOCK

The article discusses the nature of the occurrence of a pulse wave, and demonstrates its changes after regional anesthesia of the upper limb. The study involved 30 patients who underwent axillary brachial plexus block under ultrasound guidance. All study participants underwent pulse wave recording by photoplethysmography at the level of the index finger on both hands until anesthesia was performed and in the interval between 10 and 20 minutes after the end of the anesthesia procedure, followed by fixation on paper. Anesthesia was performed with a 1.5 % lidocaine solution with adrenaline added in a ratio of 1:200 000. After anesthesia in group I, an increase in the amplitude of the pulse wave, an increase in the class of the pulse wave, a decrease in the saturation of peripheral blood, an increase in the ratio of the angles of alpha and beta were recorded in comparison with group II. The authors declare the promise of this methodology in order to further confirm the success of the regional block.

**Key word:** pulse wave, photoplethysmography, sympathetic block, conductive anesthesia, regional anesthesia, ultrasound visualization of nerves, brachial plexus, axillary approach, lidocaine, sensory block.

**Актуальность.** Внедрение ультразвуковой визуализации в регионарную анестезию позволило существенно снизить частоту осложнений и неудач анестезиологического пособия. Однако на сегодняшний день в клинической практике все ещё ощущается недостаток объективной методики, кото-

рая указывала бы на успешность регионарного блока. По возможности она должна быть универсальной, недорогостоящей, а также максимально чувствительной и специфической.

В ходе выполнения предыдущего нашего исследования [1] было замечено, что форма пульсовой

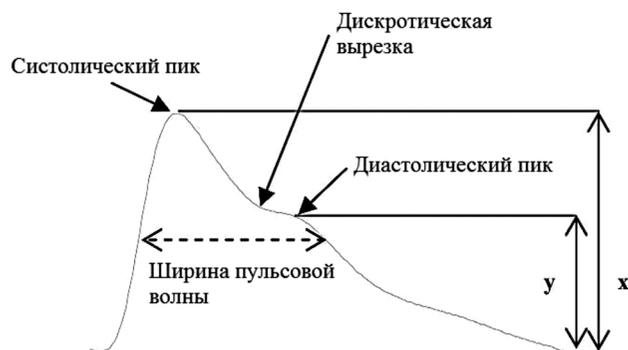


Рисунок 1. Наиболее распространенная форма и основные части пульсовой волны на фотоплетизмограмме (x – амплитуда систолического пика, а y – амплитуда диастолического пика) [3]

волны (ПВ), регистрируемой на фотоплетизмографии (ФПГ), на блокированной руке, в отличие от здоровой, изменяется.

Пульсовая волна состоит из определенных структурных элементов (рисунок 1). Форма импульса на фотоплетизмограмме обычно разделяется на две фазы: анакротическая (восходящая часть ФПГ до вершины ПВ) и катакротическая фаза (нисходящая часть ФПГ). Первая фаза в основном связана с систолой, а вторая – с диастолой. Также на пульсовой волне можно выделить ранний (систолический) и поздний (диастолический) пики. Между ними располагается дикротическая вырезка (инцизура), которая условно разделяет ПВ на два временных отрезка – систолу и диастолу. Инцизура обычно наблюдается в катакротической фазе у пациентов со здоровыми податливыми артериями [2, 3].

Форма ПВ формируется в результате сложного взаимодействия между левым желудочком (ЛЖ) и системным кровообращением. Объем крови, выбрасываемый ЛЖ, формирует так называемую ударную (т. н. прямую) волну, которая распространяется вдоль аорты и артериального дерева. Благодаря своим эластическим свойствам аорта обеспечивает непрерывность тока крови. Данная способность уменьшается по направлению от аорты к периферическим артериям. Напротив, жесткость артериальной стенки в этом же направлении увеличивается. На уровне периферических артерий больше разветвлений, которые служат точками отражения волн [4].

Градиент жесткости, разветвления артериального дерева и микроциркуляторное русло служат источниками формирования многочисленных волн, которые суммируются в волну отражения. Последняя возвращается в аорту во время диастолы и отражается от створки закрытого аортального клапана. Основная физиологическая функция отраженной волны – поддержание диастолического артериального давления (АД) в восходящей аорте на уровне, необходимом для обеспечения коронарного кровотока. Таким

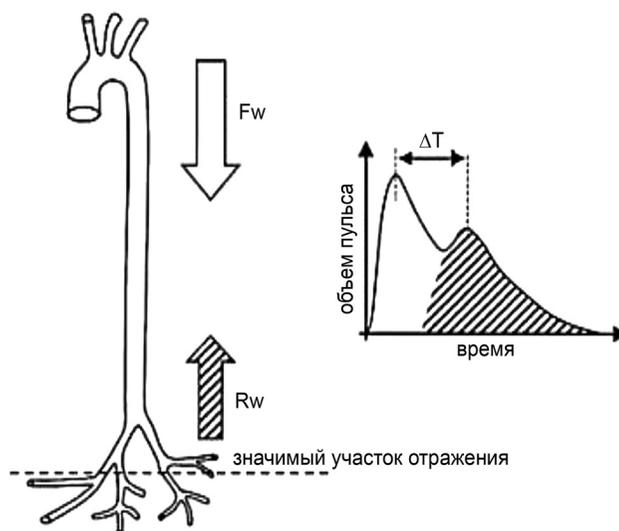


Рисунок 2. Природа формирования пульсовой волны [4]

образом, регистрируемая пульсовая волна представляет собой сумму ударной волны и волны отражения (рисунок 2) [2, 4].

Исходя из вышесказанного, контур сигнала на ФПГ состоит из двух компонентов – систолического и диастолического. Систолическая составляющая ПВ (белая стрелка/область) возникает, в основном, из направленной вперед волны давления (Fw), передаваемой в направлении от ЛЖ к пальцу кисти (за счет выброса крови в период систолы). Диастолический компонент (заштрихованная стрелка/область) образуется из-за волн давления, передаваемых вдоль аорты в виде отраженной волны (Rw), которая затем перемещается к пальцу кисти. Таким образом, верхняя конечность является связующим каналом как для непосредственно передаваемой (прямой) волны давления, так и отраженной волны и, следовательно, мало влияет на их относительную синхронизацию [3, 4].

Временная задержка ( $\Delta T$ ) между систолическим и диастолическим пиками (или, в отсутствие второго пика, точка перегиба) связана со временем прохождения волн давления от основания подключичной артерии до видимого участка отражения и обратно к подключичной артерии. Другими словами,  $\Delta T$  – это время от пика до пика (или точки перегиба), которое связано со временем распространения волны давления от сердца к периферии и обратно [3, 4].

Физиологами разработана классификация ПВ, на основании анализа variability сигнала ФПГ (таблица 1). Наиболее чаще встречаются 1-й и 2-й класс ПВ, однако с возрастом и при наличии определенных факторов строение сосудистой стенки изменяется и ПВ приобретает иные формы (атеросклероз, возраст и др.). При этом рост класса соответствует увеличению возраста пациента и жесткости артерий [5].

**Цель исследования:** выявление изменений пульсовой волны, указывающие на наличие перифериче-

Таблица 1. **Общепринятая классификация сигналов пульсовой волны на ФПГ [5]**

Класс	Форма сигнала ПВ	Примечание
1		Отчетливо видна впадина на нисходящей части кривой ФПГ. Этот класс характерен для молодых пациентов
2		Нет впадины, на ее месте есть горизонтальный участок
3a		Нет впадины и горизонтального участка, но есть резкое изменение угла спадающей части ФПГ
3b		Нет впадины и горизонтального участка, но есть резкое изменение угла спадающей части ФПГ на нисходящей части; на восходящей части есть изменение угла подъема кривой
4		Нет впадины, горизонтального участка и скачка угла; кривая ФПГ имеет сглаженную форму. Этот класс характерен для пожилых пациентов

*Примечание:* ко 2-му классу следует также относить пульсовые волны, у которых имеются чёткие участки, между инцизурой и дискротическим пиком, несколько нисходящего направления, а не горизонтального.

ского нервного блока, которые в дальнейшем можно было бы использовать для подтверждения успешности выполнения регионарной анестезии при операциях на верхней конечности.

### Материалы и методы

На базе Республиканского центра хирургии кисти и отделения анестезиологии и реаниматологии УЗ «б-я Городская клиническая больница г. Минска» с декабря 2018 по июль 2019 года было проведено проспективное исследование. За указанный период времени случайным образом было отобрано 30 пациентов, которым планировалось оперативное вмешательство на верхней конечности под аксиллярной блокадой плечевого сплетения с использованием УЗ-контроля по перинеуральной методике [6, 7]. Характеристика пациентов представлена в таблице 2.

Таблица 2. **Характеристика пациентов.**

**Данные представлены в среднем ( $Me \pm \sigma$ ) значении или в процентном соотношении (%)**

Характеристика	Значение
Возраст ( $Me \pm \sigma$ лет)	47,00 $\pm$ 15,097
Мужской / женский пол (%)	83,3/16,7
ИМТ ( $Me \pm \sigma$ кг/м <sup>2</sup> )	26,37 $\pm$ 3,076
Наличие / отсутствие нарушение жирового обмена (%)	10,0/90,0
Курящие / некурящие (%)	13,3/86,7
Наличие / отсутствие сердечно-сосудистых заболеваний (%)	50,0/50,0

Для участия в исследовании пациенты отбирались по ряду критериев (таблица 3).

Всем пациентам в ходе исследования выполнялась регистрация пульсовой волны с помощью фотоплетизмографии на обеих руках на уровне указательного пальца до выполнения регионарной анестезии (1-й этап) и в интервале между 10-й и 20-й минутами после окончания процедуры обезболивания (2-й этап). Последний временной критерий был выбран исходя из результатов нашей предыдущей работы [1], где для достижения сенсорного блока, необходимого для начала оперативного вмешательства, было достаточно 10 минут.

В ходе исследования полученные данные были распределены на 2 группы. В группе I ( $n = 30$ ) сравнивались пульсовые волны и другие показатели на оперируемой руке до и после блокады, а во II-й ( $n = 30$ ) – на здоровой руке, где анестезия не выполнялась.

Среднее время регистрации пульсовой волны после процедуры обезболивания в группе I и II составил ( $Me [CD]$ ) – 13,5 [12; 17] и 13,0 [11; 17] минут соответственно, без статистической значимой разницы ( $U = 426,5$ ;  $p = 0,73245$ ).

Все оперативные вмешательства выполнялись в условиях наложения пневмоманжетки на верхнюю конечность. Характер выполненных хирургических вмешательств представлен в таблице 4.

Пациентам за 30 минут до выполнения блокады проводилась премедикация, для чего внутримышечно вводились 0,4–0,6 мл 0,1 % раствора атропина

Таблица 3. Критерии включения и исключения пациентов в исследуемую группу.

Критерии включения	Критерии исключения
<ul style="list-style-type: none"> <li>информированное согласие пациента о виде обезболивания и возможных осложнениях регионарной анестезии;</li> <li>возраст от 18 до 80 лет;</li> <li>масса тела пациента от 50 до 120 кг;</li> <li>физический статус по ASA 1–2 класс;</li> <li>отсутствие психических нарушений и возможность продуктивного контакта с пациентом;</li> <li>однотипность обследования и предоперационной подготовки пациентов;</li> <li>оперативное вмешательство в области предплечья и кисти</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>нарушения системы гемостаза (клинически и/или лабораторно подтвержденные);</li> <li>инфекционные поражения кожи в области проведения блокады;</li> <li>аллергические реакции на местные анестетики в анамнезе;</li> <li>ангионеврологические или неврологические нарушения в оперируемой конечности;</li> <li>выраженное когнитивное снижение, препятствующее продуктивному общению и оценке пациентом своего состояния;</li> <li>несоответствие критериям включения</li> </ul>

Таблица 4. Характер выполненных хирургических вмешательств пациентам обеих групп

Оперативные вмешательства	Общее количество (n = 30)
Парциальная апоневротомия и частичная апоневрэктомия	9
Остеосинтез фаланг, пястных костей или ладьевидной кости	6
Рассечение кольцевидной связки при стенозирующем лигаментите	2
Артродез пальцев	2
Удаления образования в области кисти	7
Пластика и тенолиз тыльного апоневроза или сухожилий	4

и 1 мл 1 % раствора димедрола. Анестезия выполнялась 1,5 % раствором лидокаина в объеме 30 мл с добавлением эпинефрина в соотношении 1:200 000.

Интраоперационно мониторировались – неинвазивное АД, пульсоксиметрия, ЭКГ во II отведении. У всех пациентов был обеспечен венозный доступ путём катетеризации периферической вены (катетером G18-20).

На обоих этапах исследования нами оценивались следующие показатели:

- амплитуда пульсовой волны или амплитуда систолического фазы (АПВ, мм) – разница между систолическим зубом и началом пульсовой волны (измеряется по вертикальной оси);
- амплитуда дикротической волны или амплитуда диастолического зубца (АДВ, мм) – разница между диастолическим зубцом или точкой перегиба и началом пульсовой волны (измеряется по вертикальной оси);
- высота инцизуры (ВИ, мм) – разница между дикротической вырезкой (или её аналогом) и началом пульсовой волны (измеряется по вертикальной оси);
- длительность пульсовой волны (ДПВ, сек) – это разница от начала до окончания пульсовой волны (измеряется по горизонтальной оси);
- время наполнения (ВН, сек) – это разница между систолическим зубцом и началом пульсовой волны (измеряется по горизонтальной оси);

- дельта Т (ΔТ, сек) – это время между систолическим и диастолическим пиками;
- индекс дикротической волны (ИДВ, %) – отношение ВИ к АПВ, умноженное на 100 %;
- индекс восходящей волны (ИВВ, %) – отношение ВН и ДПВ, умноженное на 100 %;
- индекс жесткости (ИЖ, м/с) – отношение между ростом пациента (в метрах) и ΔТ (в секундах);
- индекс отражения (ИО, %) – отношение АДВ и АПВ, умноженное на 100;
- класс сигнала пульсовой волны;
- угол альфа (градусы) – это угол между нисходящей кривой и кривой от вершины пульсовой волны;
- угол бета (градусы) – это угол между нисходящей кривой и кривой от вершины катакроты;
- отношение угла альфа к углу бета;
- частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин) – рассчитывается по ФПГ;
- сатурация периферической крови (SpO<sub>2</sub>, %) – определяется по монитору с помощью ФПГ;
- артериальное давление (систолическое, диастолическое и среднее).

Определение ΔТ зависит от формы ПВ, поскольку ее контур может изменяться. Когда имеется второй пик, как на рисунке 3, а, ΔТ определяется как время между двумя максимумами. Другими словами, ΔТ – это время между двумя пересечениями положительной и отрицательной нулей производной, как на рисунке 3, б. Однако в некоторых сигналах ФПГ нет четкого второго пика. В этом случае ΔТ определяется как время между пиком формы волны и точкой перегиба на нисходящем наклоне формы волны, который является локальным максимумом первой производной (рисунок 3) [4].

Расчет вышеуказанных характеристик ПВ выполнялся на усредненных участках зафиксированной на бумаге ФПГ.

Верификация наличия сенсорного блока выполнялась перед началом операции – пациенту выполнялся укол неврологической иглой для оценки болевой чувствительности в зонах иннервации нервов пле-

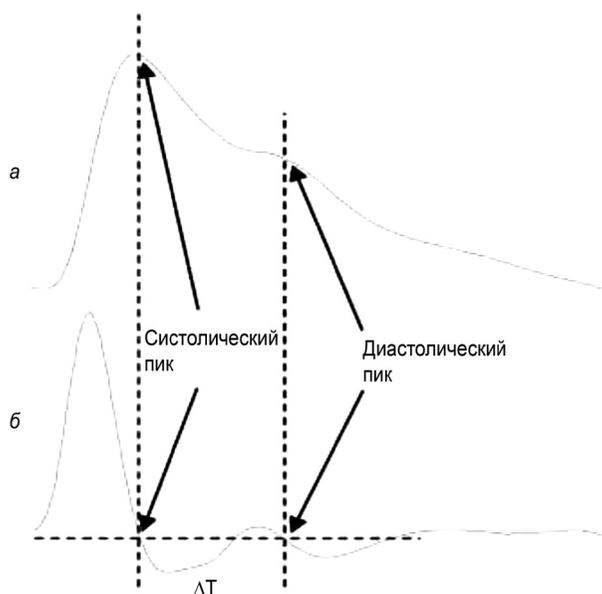


Рисунок 3. Определение систолического и диастолического пиков на исходной ФПГ кончика пальца (а) и первой производной волны ФПГ (б) [4]

чевого сплетения (срединного, локтевого и лучевого) спустя 10 минут после окончания процедуры обезболивания. Отсутствие болевой реакции указывало на успешность анестезии.

Полученные в процессе исследования результаты были статистически обработаны с применением непараметрических методов в ППП STATISTICA for Windows (версия 10.0).

### Результаты и обсуждение

В ходе исследования некоторые показатели рассчитать было проблематично (ввиду изменения формы пульсовой волны), особенно на 2 этапе, поэтому в группах число наблюдений получилось меньше стартовой выборки. Так как таких выпадающих значений во 2-м этапе было больше на блокированной руке, мы предлагаем это использовать тоже как косвенный признак успешной анестезии. Данный факт указывает, что такие показатели (АДВ, ВИ, ΔТ, ИДВ, ИЖ, ИО) обладают не 100 % чувствительностью и будут функционировать не у каждого пациента. Результаты исследования представлены в таблице 5.

Все показатели на обеих руках до выполнения анестезии были практически одинаковыми и не имели статистически значимых отличий.

После выполнения блокады в группе I, в сравнении с группой II (Ме [СD]) отмечались статистически значимые отличия по следующим показателям:

1) увеличение АПВ – 16,5 [16; 17] и 16,0 [15,5; 16,5] мм соответственно ( $U = 317,0$ ;  $p = 0,045$ );

2) увеличение класса ПВ – 3а [2; 4] и 2 [2; 2] соответственно ( $U = 181,5$ ;  $p = 0,00002$ );

3) более выраженное увеличение отношения угла альфа к углу бета – 0,978 [0,925; 1,0] и 0,937 [0,882; 0,978] соответственно ( $U = 268,5$ ;  $p = 0,007$ );

4) более выраженное падение  $SpO_2$  – 94,5 [94; 96] и 98,5 [97; 99] процентов соответственно ( $U = 38,0$ ;  $p = 0,0000$ ).

Некоторые изменения не имели статистической значимости:

1) уменьшение АДВ – 11 [10; 12] и 12,25 [11,5; 13] мм соответственно, что является статистически не значимо ( $U = 324,5$ ;  $p = 0,719$ );

2) менее выраженное снижение ВИ – 12 [11,5; 13] и 11 [10; 12,5] мм соответственно, что является статистически не значимо ( $U = 214$ ;  $p = 0,125$ );

3) менее выраженное снижение ИДВ – 75,74 [73,08; 82,56] и 72,41 [60,61; 80] процентов соответственно, что является статистически не значимо ( $U = 221,5$ ;  $p = 0,167$ );

4) более выраженное увеличение ИВВ – 29,29 [25,58; 32,29] и 27,68 [20,59; 31,92] процентов соответственно, без статистически значимой разницы между группами ( $U = 366,5$ ;  $p = 0,219$ );

5) увеличение ИЖ – 8,5 [7,58; 9,35] и 8,23 [6,5; 9,35] м/с соответственно, что является статистически не значимо ( $U = 262$ ;  $p = 0,315$ );

6) более выраженное снижение ИО – 68,75 [64,71; 76,67] и 70 [61,11; 78,79] процентов соответственно, что является статистически не значимо ( $U = 340$ ;  $p = 0,936$ );

7) более выраженное увеличение угла альфа – 48,5 [45; 55] и 46,5 [42; 52] градусов соответственно, что является статистически не значимо ( $U = 392$ ;  $p = 0,394$ );

Вышеперечисленные изменения можно объяснить развивающимся симпатическим блоком, происходящим при блокаде нервов плечевого сплетения, с последующим развитием увеличения притока артериальной крови за счет вазоплегии.

Таким образом, блокада плечевого сплетения верхней конечности приводит к блоку симпатических нервных волокон и, как следствие, к вазоплегии и усилению притока крови в блокированной конечности, что ощущается пациентом как чувство «потепления» в данной конечности. Это проявляется рядом изменений пульсовой волны, регистрируемой методом ФПГ до и после выполнения блокады на оперируемой руке, в сравнении с интактной:

- снижение сатурации периферической крови;
- увеличение класса пульсовой волны (сглаживание формы кривой);
- увеличение отношения углов альфа и бета;
- увеличение амплитуды пульсовой волны.

Используя показатели вазоплегии, можно косвенно судить об успешности регионарной анестезии.

Использование методики ФПГ для регистрации пульсовой волны является перспективным и дешевым

Таблица 5. Сравнительная характеристика групп по основным критериям

Критерии сравнения	Группа I (Me[CD])		Группа II (Me[CD])		U		p		N* в группе I		N* в группе II	
	1 этап	2 этап	1 этап	2 этап	1 этап	2 этап	1 этап	2 этап	1 этап	2 этап	1 этап	2 этап
АПВ (мм)	16 [15;17]	16,5 [16;17]	16 [15,5;16,5]	16 [15,5;16,5]	425	317	0,713	0,045	30	30	30	30
АДВ (мм)	12,5 [12;13]	11 [10;12]	12,5 [12;13]	12,25 [11,5;13]	440,5	324,5	0,893	0,719	30	23	30	30
ВИ (мм)	12,5 [11,25;13,35]	12 [11,5;13]	12,5 [11,75;14]	11 [10;12,5]	372	214	0,749	0,125	28	20	28	29
ДПВ (сек)	0,9 [0,82;1,02]	0,8 [0,7;0,92]	0,92 [0,8;1,0]	0,79 [0,7;0,92]	440,5	447,5	0,894	0,976	30	30	30	30
ВН (сек)	0,24 [0,2;0,28]	0,24 [0,22;0,26]	0,24 [0,16;0,28]	0,24 [0,16;0,26]	442	383,5	0,91	0,319	30	30	30	30
Дельта Т (ΔТ, сек)	0,2 [0,18;0,28]	0,2 [0,2;0,24]	0,2 [0,18;0,28]	0,2 [0,2;0,28]	448	286,5	0,982	0,592	30	21	30	30
ИДВ (%)	78,46 [70,02;86,19]	75,74 [73,08;82,56]	80,95 [72,79;87,5]	72,41 [60,61;80]	378	221,5	0,825	0,167	28	20	28	29
ИВВ (%)	25,73 [22,73;30,44]	29,29 [25,58;32,29]	26,09 [21,21;28,95]	27,68 [20,59;31,92]	433,5	366,5	0,813	0,219	30	30	30	30
ИЖ (м/с)	8,25 [6,5;9,78]	8,5 [7,58;9,35]	8,33 [6,5;10,0]	8,23 [6,5;9,35]	448	262	0,982	0,315	30	21	30	30
ИО (%)	76,95 [68,57; 84,38]	68,75 [64,71;76,67]	77,3 [69,7; 83,87]	70 [61,11;78,79]	445,5	340	0,953	0,936	30	23	30	30
Класс сигнала пульсовой волны	2 [1;2]	3а [2;4]	2 [1;2]	2 [2;2]	427,5	181,5	0,74	0,00002	30	30	30	30
Угол альфа (градусы)	43 [38;46]	48,5 [45;55]	44,5 [38; 47]	46,5 [42; 52]	430,5	392	0,778	0,394	30	30	30	30
Угол бета (градусы)	47,5 [43;51]	50,5 [45;56]	49 [43;51]	50,5 [46;56]	421	428,5	0,672	0,756	30	30	30	30
Отношение углов альфа и бета	0,919 [0,895;0,956]	0,978 [0,925;1,0]	0,918 [0,875;0,946]	0,937 [0,882;0,978]	411,5	268,5	0,574	0,007	30	30	30	30
ЧСС (уд/мин)	66,7 [58,2;73,2]	75,0 [65,2;85,7]	65,2 [60,0;75,0]	75,96 [65,2;85,7]	440,5	447,5	0,893	0,976	30	30	30	30
SpO <sub>2</sub> (%)	99 [97;99]	94,5 [94;96]	99 [98;99]	98,5 [97;99]	420	38,0	0,664	0,0000	30	30	30	30

\* имеются выпадающие значения показателей по некоторым пациентам из-за невозможности произвести их расчет ввиду изменения формы пульсовой волны.

методом для оценки эффективности регионарной анестезии верхней конечности, требующим дальнейшего изучения. Для чего может потребоваться увеличение выборки и корректировка критериев рандомизации.

### Литература

1. Теренин, М. А. Опыт использования ультразвуковой визуализации при выполнении аксиллярного блока плечевого сплетения / М. А. Теренин, И. З. Ялонецкий, Б. М. Каганович // Медицинский журнал. – 2019. – № 3. – С. 102–106.
2. Гемодинамика. Функциональные показатели кровообращения в вопросах и ответах: учеб.-метод. пособие / А. И. Кубарко, Д. А. Александров, Н. А. Башаркевич. – Минск: БГМУ, 2012. – 26 с.
3. Elgendí, M. On the Analysis of Fingertip Photoplethysmogram Signals / M. Elgendí // Current Cardiology Reviews. – 2012. – Vol. 8. – P. 14–25.

4. Determination of age-related increases in large artery stiffness by digital pulse contour analysis / S. C. Millasseau [et al.] // Clinical Science. – 2002. – Vol. 103. – P. 371–377.

5. Кардиодиагностика на основе анализа фотоплетизмограмм с помощью двухканального плетизмографа / М. Галкин [и др.] // Фотоника. – 2008. – № 3. – С. 30–35.

6. Хаджич, А. Блокады периферических нервов и регионарная анестезия под ультразвуковым контролем / пер. с англ. под ред. А. М. Овечкина // Практическая медицина. – 2014. – 688 с.

7. WFSA [Electronic resource]: Ultrasound Guided Axillary Brachial Plexus Block, 2016. – Mode of access: <https://www.aagbi.org/sites/default/files/326%20Ultrasound%20Guided%20Axillary%20Brachial%20Plexus%20Block.pdf>. – Date of access: 17.02.2020.

Поступила 24.02.2020 г.