

**Кужель Дмитрий Анатольевич**

**СКРУЧИВАНИЕ И ДЕФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МИОКАРДА ПРИ  
ВНУТРИЖЕЛУДОЧКОВЫХ БЛОКАДАХ**

14.01.05 - кардиология

**Автореферат**

диссертации на соискание ученой степени

доктора медицинских наук

**Красноярск - 2021**

Работа выполнена на кафедре кардиологии, функциональной и клинко-лабораторной диагностики с курсом последипломного образования в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации и Научно-исследовательском институте кардиологии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук».

**Научные консультанты:**

**Павлюкова Елена Николаевна** - доктор медицинских наук, профессор.

**Матюшин Геннадий Васильевич** - доктор медицинских наук, профессор.

**Официальные оппоненты:**

**Орехова Екатерина Николаевна** - доктор медицинских наук, профессор, ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии имени С.Г. Суханова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующая отделением функциональной и ультразвуковой диагностики;

**Саидова Марина Абдулатиповна** – доктор медицинских наук, профессор, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, руководитель лаборатории ультразвуковых методов исследования отдела новых методов диагностики;

**Сумин Алексей Николаевич** - доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», заведующий отделом мультифокального атеросклероза.

**Ведущая организация:** ФГБОУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации (Москва).

Защита состоится «\_\_» 2021 г. в часов на заседании диссертационного совета Д 208.037.01 на базе ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России по адресу: 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого», <http://www.krasgmu.ru>

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Ученый секретарь диссертационного совета  
доктор медицинских наук

Н.Ю. Шимохина

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность темы исследования

Среди лиц 50-летнего возраста распространенность блокады левой ножки пучка Гиса (БЛНПГ) составляет около 0,4%, возрастая к 80 годам до 6,7% [Erikssen P. и соавт., 1998; Gorcsan J.III. и соавт., 2008]. Это нарушение проведения может рассматриваться как проявление скрытой дилатационной кардиомиопатии [Kuhn H. и соавт., 1978]. В то же время асинхронная электрическая активация левого желудочка (ЛЖ) сама по себе может вызывать регионарные нарушения сокращения и изменения в рабочей нагрузке с развитием гипертрофии и дилатации ЛЖ [Curtius J.M. и соавт., 1983; Van Oosterhout M.F. и соавт., 1998; Sade L.E. и соавт., 2004; Spragg D.D. и соавт., 2006]. Однако отсутствие клинического эффекта от ресинхронизирующей терапии у одной трети пациентов позволяет предположить наличие других, помимо внутрижелудочковой диссинхронии, механизмов нарушений механики сокращения ЛЖ [Gorcsan J. II. и соавт., 2008; Rüssel I.K. и соавт., 2011].

Внедрение ультразвуковой недоплеровской технологии «отслеживание пятна» или «Speckle Tracking Imaging» (STI) открыло новые возможности в изучении механики сердечного сокращения и сделало это доступным в общей клинической практике [Helle-Valle T. и соавт., 2005; Marwick T.H., 2006; Kim H.K. и соавт., 2007].

Оценка функции левого предсердия (ЛП) является важным аспектом всестороннего исследования компетентности сердечно-сосудистой системы [Mog-Avi V. и соавт., 2012; Vieira M.J. и соавт., 2014; Nagueh S. и соавт., 2016]. Однако функциональное состояние ЛП при БЛНПГ остается в достаточной степени неизученным.

Одной из основных причин развития значимой митральной регургитации (МР) в настоящее время являются состояния, связанные с дилатацией ЛЖ и ишемической кардиомиопатией. Возможной причиной развития вторичной МР в этих случаях может быть наличие внутрижелудочковой диссинхронии и,

возможно, диссинхронии папиллярных мышц, функция которых в достаточной степени остается неизученной [Хубулава Г.Г. и соавт., 2012; Nishimura R.A. и соавт., 2014; Пере М. и соавт., 2015; Ponikowski P. и соавт., 2016].

Функциональное состояние правого желудочка (ПЖ) играет важную роль в прогностической оценке многих заболеваний, в том числе и сердечной недостаточности (СН), связанной с дисфункцией ЛЖ. [Hutira M. и соавт., 2015; Lamarie J. и соавт., 2015; Portnoy S.G. и соавт., 2015; Surcova E. и соавт., 2016]. В то же время функциональное состояние ПЖ при блокаде правой ножки пучка Гиса (БПНПГ) остается неизученным.

### **Степень разработанности темы исследования**

Особенности нарушения деформационных свойств и скручивания ЛЖ при БЛНПГ были оценены в работах R.M. Setser (2003), L.E. Sade (2008), M. Bertini (2009). Однако ни в одном из исследований не оценивалось скручивание и деформация ЛЖ и ПЖ во время нагрузочной пробы у больных с нарушениями внутрижелудочкового проведения и сохраненной фракцией выброса (ФВ) ЛЖ. Диастолическая функция ЛЖ во время нагрузочных проб описана в работах T. Neilan (2006), Y. Notomi (2006). В то же время влияние БЛНПГ на диастолическую функцию ЛЖ при сохраненной ФВ остается практически неисследованным. Взаимосвязь сократительной способности ЛЖ и функциональных свойств ЛП, в том числе и продольной деформации ЛП, была показана в работах J.S. Gottdiener (2006), M. Cameli (2012), A.B.S. Santos (2016). Однако механические свойства ЛП при внутрижелудочковых блокадах остаются неизученными.

### **Цель исследования**

Разработка новых критериев оценки нарушений систолической и диастолической функции ЛЖ при сохраненной и сниженной ФВ, дисфункции ЛП, папиллярных мышц при БЛНПГ, систолической и диастолической дисфункции ПЖ при БПНПГ.

### **Задачи исследования**

1. Оценить влияние БЛНПГ на скручивание и диастолическую функцию ЛЖ в покое и при физической нагрузке у больных с сохраненной ФВ ЛЖ.
2. Исследовать динамику движения межжелудочковой перегородки при нагрузочной пробе у пациентов с БЛНПГ и сохраненной ФВ ЛЖ.
3. Оценить влияние БЛНПГ на скручивание и диастолическую функцию ЛЖ у больных со сниженной ФВ ЛЖ.
4. Установить или опровергнуть «единство» взаимосвязи скручивания ЛЖ с контрактильностью ЛП при БЛНПГ с сохраненной и сниженной ФВ ЛЖ.
5. Определить наличие или отсутствие влияния БЛНПГ на деформационные свойства папиллярных мышц и объем МР.
6. Оценить влияние БЛНПГ на функциональные свойства ПЖ в покое и во время нагрузочной пробы.

### **Научная новизна**

Впервые получены новые данные фундаментального характера о влиянии БЛНПГ на глобальную продольную систолическую деформацию, вращение и скручивание ЛЖ которые дополняют современные представления о патогенезе ее негативного влияния на глобальную систолическую функцию, диастолическую функцию ЛЖ, а также на функцию ЛП.

Установлен факт нарушения динамики прироста величины скручивания во время нагрузочной пробы и ухудшения диастолической функции ЛЖ среди лиц с БЛНПГ и сохраненной ФВ ЛЖ.

Выявлено влияние изменения направления движения верхушки с нормального на аномальное, так называемое «ригидное», на диастолическую дисфункцию ЛЖ и изменения потока в легочных венах среди лиц с БЛНПГ и сниженной ФВ ЛЖ.

Выявлены корреляционные связи нутриуретических пептидов (BNP-32) с глобальной продольной деформацией у пациентов кардиомиопатиями ишемического и неишемического генеза, а также с величиной скручивания ЛЖ у пациентов с кардиомиопатиями неишемического генеза.

Показано ухудшение деформационных свойств межжелудочковой перегородки (МЖП) в продольном и поперечном направлениях при физической нагрузке при БЛНПГ.

Доказана гипотеза «единства» взаимосвязи скручивания ЛЖ и деформационных свойств ЛП у больных с БЛНПГ как со сниженной, так и с сохраненной ФВ ЛЖ. Показано ухудшение деформационных свойств ЛП у лиц с сохраненной ФВ ЛЖ при БЛНПГ после нагрузочной пробы.

Показано влияние диссинхронии папиллярных мышц на развитие вторичной МР при БЛНПГ.

Установлено влияние БЛНПГ на показатели систолической продольной деформации ПЖ у лиц без очевидных сердечно-сосудистых и легочных заболеваний, которые могут использоваться как референтные для оценки его состояния.

Показано влияние БЛНПГ на показатели систолической и диастолической функции ПЖ во время нагрузочной пробы, сопровождающиеся изменением механики его сокращения, которые возникали в результате аномального хода и пролонгированного возбуждения.

### **Теоретическая и практическая значимость**

Получены новые данные о влиянии БЛНПГ на скручивание во время нагрузочной пробы в отсутствии сократительной дисфункции ЛЖ. Выявлена взаимосвязь функциональных свойств ЛП и скручивания при сохраненной и нарушенной систолической функции ЛЖ.

Определение сниженных показателей скручивания среди лиц с БЛНПГ в условиях сохраненной систолической функции ЛЖ может позволить выделить группу пациентов, требующих динамического наблюдения. Диастолический

стресс-тест среди больных с БЛНПГ позволит проводить эффективную дифференциальную диагностику кардиальных и некардиальных причин одышки. Верификация отрицательной динамики движения МЖП во время пробы с физической нагрузкой может помочь избежать ложноположительной диагностики ишемической болезни сердца (ИБС). Низкие показатели деформации ЛП при БЛНПГ могут быть следствием дисфункции ЛЖ и могут рассматриваться в совокупности с другими параметрами, отражающими систолическую и диастолическую функцию.

Наличие преобладающего диастолического потока в легочных венах и аномального, однонаправленного вращения ЛЖ среди лиц с БЛНПГ и систолической дисфункцией, а также наличие диссинхронии папиллярных мышц при  $MP > 30$  мл необходимо учитывать при инициации кардиоресинхронизирующей терапии.

Показатели глобальной продольной деформации ПЖ при БЛНПГ могут использоваться как референтные в случае мониторинга его функции.

### **Внедрение результатов работы**

Результаты, полученные в ходе диссертационного исследования, внедрены в клиническую практику КГБУЗ «Красноярская краевая больница № 2», а также используются в учебном процессе на кафедре кардиологии, функциональной и клинико-лабораторной диагностики ПО ФГБОУ ВО КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России.

### **Методология и методы исследования**

С целью решения поставленных задач проведено обследование 488 лиц. Объект исследования – практически здоровые добровольцы ( $n = 62$ ), пациенты с БЛНПГ ( $n = 246$ ), лица с БЛНПГ ( $n = 78$ ) и больные с тяжелой дисфункцией ЛЖ ишемического и неишемического генеза ( $n = 102$ ), проходившие обследование в КГБУЗ «Красноярская краевая больница № 2», «Профессорской клинике» Красноярского государственного медицинского университета имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого, «Научно-исследовательском институте кардиологии»

Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук».

Предмет исследования – систолическая и диастолическая функции ЛЖ и ПЖ, механика ЛЖ, формационные свойства ЛП, папиллярных мышц в покое и после физической нагрузки.

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

1. Аномальное возбуждение сердца при БЛНПГ у лиц с сохраненной ФВ ЛЖ сопровождается снижением его деформационных свойств и нарушениями вращения и скручивания ЛЖ в состоянии покоя.
2. Во время нагрузочной пробы среди лиц с БЛНПГ и сохраненной ФВ ЛЖ отсутствует физиологический прирост скручивания, наблюдается ухудшение диастолической функции ЛЖ.
3. При БЛНПГ со сниженной ФВ «ригидная» апикальная ротация регистрируется у 50% больных, что сопровождается худшими условиями наполнения ЛЖ, проявляющимися в доминировании диастолического потока легочных вен.
4. Доказана гипотеза «единства» взаимосвязи скручивания ЛЖ с контрактильностью ЛП при БЛНПГ с сохраненной и сниженной ФВ ЛЖ.
5. Диссинхрония папиллярных мышц сопровождается развитием МР (30 мл и более), причиной которой может быть раннее возбуждение переднелатеральной мышцы.
6. БЛНПГ ухудшает деформационные свойства, систолическую и диастолическую функции ПЖ в покое и при физической нагрузке.

### **Степень достоверности результатов**

Диссертационное исследование проведено согласно надлежащим правилам и принципам клинической практики. Достоверность полученных результатов подтверждают достаточный объем выборки (488 пациентов). В исследовании



использовалась ультразвуковая технология «след пятна» (STI). Применены современные методы статистического анализа.

### **Апробация работы**

Материалы диссертации представлены на VII Съезде специалистов ультразвуковой диагностики Сибири (Барнаул, 19-21 апреля 2016 г.); на Всероссийской кардиологической конференции «Традиции и инновации в кардиологии» (Красноярск, 20-21 апреля 2017 г.); Научно-практической конференции Сибирского федерального округа «Избранные вопросы ревматологии и нефрологии для врачей первичного звена здравоохранения» (Красноярск, 2017); Конференции кардиоваскулярной визуализации «EuroEcho Imaging 2017» (Лиссабон, 6-8 декабря 2017 г.); VIII Съезде специалистов ультразвуковой диагностики Сибири (Красноярск, 19-21 апреля 2018 г.).

По материалам диссертации опубликовано 23 публикации, в том числе 15 статей в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК.

### **Объем структура диссертации**

Диссертация изложена на 305 страницах машинописного текста, состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов, результатов собственных исследований, заключения, выводов и практических рекомендаций, иллюстрирована таблицами и рисунками. Список литературы включает публикации 39 отечественных и 351 зарубежных авторов.

### **Личный вклад автора**

Разработка дизайна, сбор, анализ и статистическая обработка материала, написание статей, тезисов осуществлялись лично автором. Эхокардиографическое (ЭхоКГ) исследование проводилось совместно с доктором медицинских наук, профессором Е.Н. Павлюковой (Научно-исследовательский институт

кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, Томск).

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Материал и методы исследования

Набор больных осуществлялся в период с 2009 по 2018 гг. В исследование были включены 488 лиц (303 мужчин и 185 женщины) в возрасте от 18 до 86 лет (средний возраст -  $60,2 \pm 12,6$  лет). У 246 лиц (50,4%) наблюдалась полная БЛНПГ. Пациентов с БПНПГ было 78 (16%). 62 здоровых человека (12,7%) и 102 (20,9%) пациента с кардиомиопатиями ишемического и неишемического генеза с систолической дисфункцией ЛЖ и нормальным внутрижелудочковым проведением составили группы сравнения (таблица 1).

Таблица 1 - Основные характеристики изучаемых групп

|                    | Количество     |                | Средний<br>возраст (лет) | Продолжительность<br>комплекса QRS (мс) | ФВ ЛЖ (%)  |
|--------------------|----------------|----------------|--------------------------|-----------------------------------------|------------|
|                    | Муж.<br>(%)    | Жен.<br>(%)    |                          |                                         |            |
| БЛНПГ              | <b>246</b>     |                | 64 (55–71)               | 152 (132–166)                           | 48 (39-58) |
|                    | 143<br>(58,1%) | 103<br>(41,9%) |                          |                                         |            |
| БПНПГ              | <b>78</b>      |                | 60 (52–68)               | 146 (128-160)                           | 66 (52–68) |
|                    | 47<br>(60,3%)  | 31<br>(39,7%)  |                          |                                         |            |
| Кардиомио<br>патии | <b>102</b>     |                | 58 (51–66)               | 96 (82-108)                             | 28 (18–42) |
|                    | 65<br>(63,7%)  | 37<br>(36,3%)  |                          |                                         |            |
| Контроль           | <b>62</b>      |                | 54 (42–62)               | 102 (90-110)                            | 62 (56-68) |
|                    | 35<br>(56,4%)  | 27<br>(43,6%)  |                          |                                         |            |

Среди обследованных наблюдалось преобладание мужчин (62% против 38%). Однако при формировании различных групп исследуемых, включающих контроль, БПНПГ и БЛНПГ, а также группу сравнения без нарушений внутрижелудочкового проведения, статистически значимых различий по полу не наблюдалось. Всем включенным в исследование пациентам была выполнена коронарография. Из них у 249 (51%) человек была диагностирована ИБС, у 147 пациентов выявлены стенотические, а у 102 – окклюзионные поражения коронарного русла, из них у 160 имелось поражение двух и более коронарных артерий. У 87 пациентов проведено стентирование коронарных артерий, у 12 была выполнена операция аортокоронарного шунтирования. Перенесенный инфаркт миокарда имелся в анамнезе у 110 больных. Аневризма ЛЖ при ЭхоКГ наблюдалась у 12 пациентов, зоны гипокинеза и акинеза при ЭхоКГ выявлены у 102 больных. Наличие типичных коронарных болей отмечалось у 131 пациента.

Пациенты с БЛНПГ были разделены на подгруппы: с сохраненной ФВ ЛЖ ( $\geq 50\%$ ), в которую были включены 130 человек, из них 75 мужчин (58%) и 55 женщин (42%); со сниженной ФВ ЛЖ ( $\leq 40\%$ ), которая состояла из 72 человек, из них 45 мужчин (63%) и 27 женщин (37%). В группе больных с сохраненной ФВ ЛЖ в 78,2% случаев имелись признаки хронической СН, проявлявшиеся одышкой. У пациентов со сниженной ФВ ЛЖ в 64,3% (53 человека) была диагностирована ишемическая кардиомиопатия, в 32% (19 человек) – кардиомиопатия неишемического генеза.

В группе с полной БПНПГ у всех лиц ФВ ЛЖ была сохранена ( $> 50\%$ ), эту группу составили 47 (60,3%) мужчин и 31 (39,7%) женщина. В этой группе пациентов полностью отсутствовали больные с тяжелыми формами СН (3-4-й функциональный класс – ФК). По сравнению с группой с нарушением проведения по левой ножке пучка Гиса в группе с БПНПГ отсутствовали лица с клиническими или инструментальными проявлениями ИБС.

В исследование вошли 102 человека с систолической дисфункцией ЛЖ при нормальной внутрижелудочковой проводимости. Систолическая дисфункция

развилась на фоне кардиомиопатии ишемического (81 человек - 79,4%) и неишемического (21 человек - 20,6%) генеза.

В группу практически здоровых лиц были включены 62 человека: 35 мужчин (56,4%) и 27 женщин (43,6%). Критериями исключения для данной группы были: ФВ ЛЖ < 50%, наличие в анамнезе инфаркта миокарда или реваскуляризации, стеноз одной или более коронарной артерии более 50%, органическое поражение клапанов сердца, перенесенный инсульт менее 6 мес., системная артериальная гипертензия (> 160/100 мм рт. ст.), стойкие наджелудочковые тахикардии, системные заболевания, болезни перикарда, врожденные пороки сердца, легочное сердце.

Всем лицам была проведена ЭхоКГ с исследованием систолической и диастолической функции ЛЖ и ПЖ, оценкой деформации миокарда желудочков, предсердий, сосочковых мышц, определением вращения и скручивания ЛЖ. В 263 случаях была выполнена стресс-ЭхоКГ с повторной оценкой изучаемых параметров.

Проводился сравнительный анализ исследуемых групп. Исследовалось влияние БЛНПГ на состояние скручивания среди лиц со сниженной систолической функцией ЛЖ. Оценивалась взаимосвязь состояния скручивания и систолической функции ЛЖ, скручивания и функции ЛП. Проводилась детальная оценка диастолической функции ЛЖ с определением показателей потока легочных вен, изучение взаимной зависимости потока легочных и разных вариантов вращения и скручивания ЛЖ. Оценивались деформационные свойства и их синхронность в сосочковых мышцах (рисунок 1).

Проводилось исследование влияния БЛНПГ на состояние скручивания среди лиц с сохраненной систолической функцией ЛЖ. Оценивалась взаимосвязь состояния скручивания, систолической и диастолической функции ЛЖ, определялась зависимость скручивания и функции ЛП в состоянии покоя. Изучалось влияние нарушения внутрижелудочкового проведения на состояние скручивания ЛЖ и диастолическую функцию ЛЖ во время нагрузочной пробы.

Оценивались деформационные свойства, проводился анализ движения межжелудочковой перегородки до и после проведения нагрузочной пробы (рисунок 2).



Рисунок 1 - Изучение влияния блокады левой ножки пучка Гиса на состояние скручивания левого желудочка при систолической дисфункции. Открытое, нерандомизированное, сравнительное, одномоментное исследование

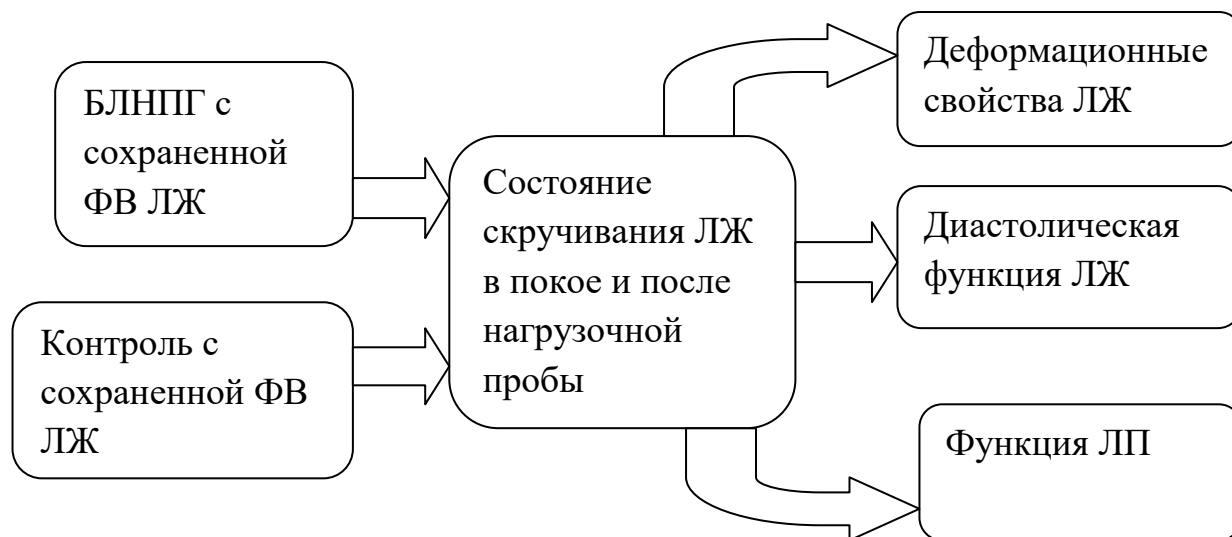


Рисунок 2 - Изучение влияния блокады левой ножки пучка Гиса на состояние скручивания левого желудочка при сохраненной систолической

функции. Открытое, нерандомизированное, сравнительное, одномоментное исследование

Оценивалось влияние БПНПГ на диастолическую функцию ПЖ после проведения стресс-теста. Проводился анализ механики сокращения ПЖ в покое и при проведении пробы с физической нагрузкой на фоне идиопатической БПНПГ (рисунок 3).

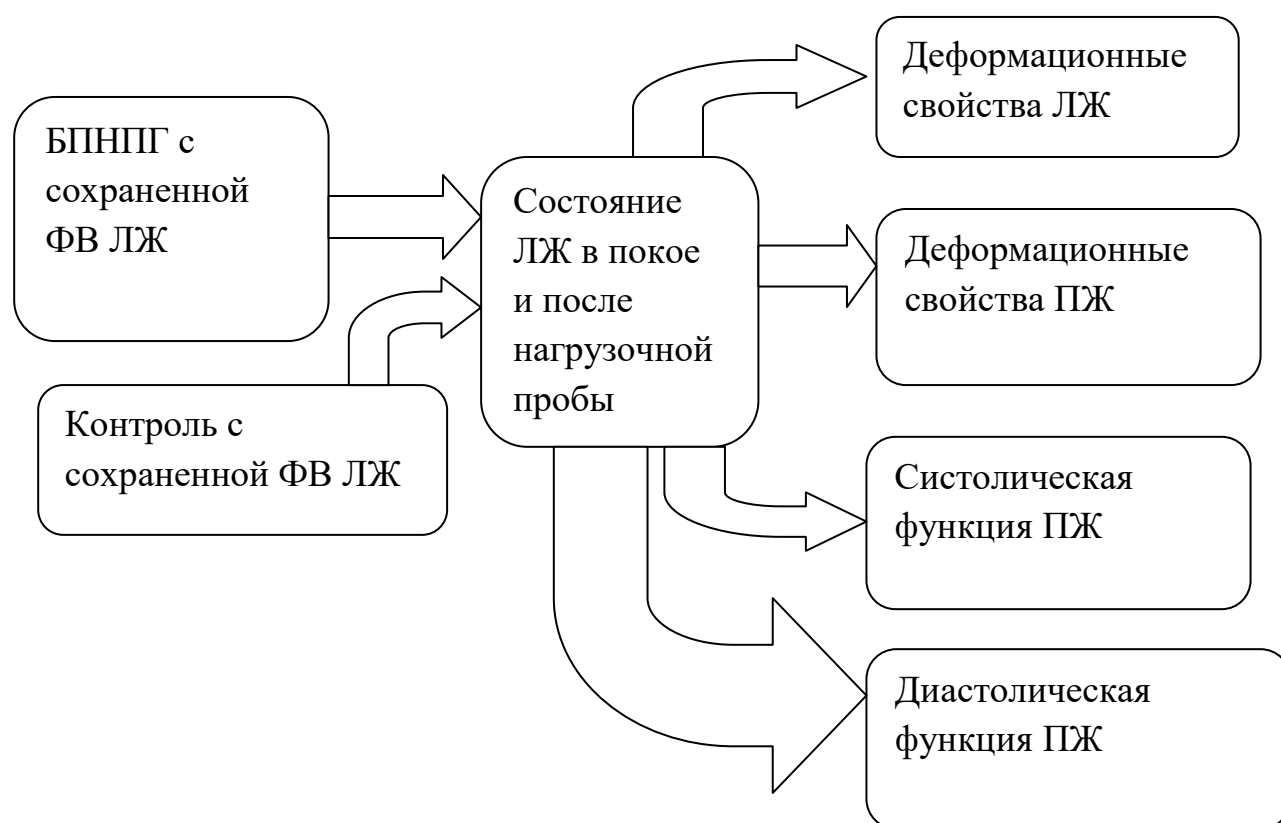


Рисунок 3 - Изучение влияния блокады правой ножки пучка Гиса на систолическую, диастолическую функцию правого желудочка. Открытое, нерандомизированное, сравнительное, одномоментное исследование

Исследование сердца было выполнено на ультразвуковых системах «Vivid-S5», «Vivid-S6», «Vivid-7 Dimension», «Vivid-9» (GE Healthcare) с использованием матричного секторного фазированного датчика M4S (1,5-4,3 MHz). Определялись стандартные показатели гемодинамики (конечный диастолический объем – КДО,

конечный систолический объем – КСО, ФВ ЛЖ), оценивалось систолическое давление в легочной артерии (СДЛА) [Lang R. и соавт., 2015].

Из апикального доступа, позиции 4 и 2 камер определялись максимальный и минимальный объемы ЛП [Hoit B.D., 2014; Lang R. и соавт., 2015]. Всем лицам была исследована функция митрального клапана посредством определения объема МР [Enriquez-Sarano M., 1995].

Диастолическая функция ЛЖ оценивалась по трансмитральному потоку из апикального доступа, позиции 4 камер и методом тканевой доплерографии в импульсно-волновом режиме. Регистрировалась усредненная скорость движения базального сегмента боковой стенки и МЖП в период раннего наполнения ЛЖ ( $Av. e'$ ), отношение  $E_{mitr}/Av. e'$ . В апикальном доступе позиции 4 камер оценивался поток в правой верхней легочной вене с определением скоростно-временного интеграла систолического потока ( $VTI S PV$ ), диастолического потока ( $VTI D PV$ ), систолической фракции наполнения ЛП (SFF) [Nagueh S. и соавт., 2016].

Наличие или отсутствие внутрижелудочковой диссинхронии при БЛНПГ оценивалось в режиме синхронизации ткани (TSI) тканевого доплеровского изображения ткани по времени от QRSэкг до пика S в миллисекундах (мс) базального септального сегмента и базального сегмента боковой или задней стенки [Gorcsan J. III. и соавт., 2008].

Исследование функции ПЖ проводилось из апикального доступа позиции 4 камер. Согласно клиническим рекомендациям [Rudski L.G. и соавт., 2010] определились размеры между МЖП и свободной стенкой ПЖ на уровне базального и медиального сегментов и продольный размер ПЖ. Оценивалась фракция изменения площади ПЖ (FAC), систолическая экскурсия кольца трикуспидального клапана (TAPSE), максимальная скорость раннего ( $E_{tr}$ ) и позднего ( $A_{tr}$ ) трикуспидального наполнения, их отношение ( $E_{tr}/A_{tr}$ ), время замедления пика  $E_{tr}$  ( $DTE_{tr}$ ).

Оценка глобальной деформации ЛЖ в продольном направлении (GLS, %) проводилась по двумерным изображениям ЛЖ из апикального доступа, позиции

4, 2 камер и по длинной оси ЛЖ с помощью технологии STI с использованием soft-программы (Echopac PC, версии 113.1, GE Healthcare).

Изучение вращательного движения ЛЖ выполнялось из парастернального доступа короткой оси ЛЖ на уровне митрального клапана и верхушки. Рассчитывалось вращение ЛЖ в конце систолы на базальном ( $Rot_{MV}$ ) и апикальном уровнях ( $Rot_{apex}$ ), выраженное в градусах. Результирующее скручивание ЛЖ (Twist) оценивалось количественно как выраженная в градусах разность значений ротации верхушки и ротации на базальном уровне [Helle-Valle T. и соавт., 2005].

В двухмерном режиме по стандартной методике из апикального доступа на уровне 4 камер изучалось движение МЖП и свободной стенки ЛЖ. В режиме кинопетли выполнялась оценка деформации/скорости деформации МЖП ( $GLS_{IVS}$  и  $GLSR_{IVS}$ ) и боковой (свободной) стенки ЛЖ ( $GLS_{Lat}$  и  $GLSR_{Lat}$ ). Изучаемые показатели ( $GLS_{IVS}$ ,  $GLSR_{IVS}$ ,  $GLS_{Lat}$  и  $GLSR_{Lat}$ ) рассчитывались как средняя величина деформации и скорости деформации трех септальных (базального, среднего и верхушечного сегментов) и трех сегментов боковой стенки ЛЖ. Также оценивалось смещение (Displacement) в продольном и поперечном направлениях МЖП ( $DL_{IVS}$  и  $DT_{IVS}$ ) и боковой стенки ( $DL_{Lat}$  и  $DT_{Lat}$ ) ЛЖ.

Оценка деформации ЛП ( $\epsilon$ ) определялась из апикального доступа позиции 4 и 2 камер. Регистрировалась максимальная отрицательная деформации во время систолы ЛП ( $\epsilon_{neg}$ ), пиковая положительная ( $\epsilon_{pos}$ ) во время систолы ЛЖ и их сумма ( $\epsilon_{total}$ ) [Hoit B.D. и соавт., 2014; Vieira M.J. и соавт., 2014].

Оценка деформации папиллярных мышц была выполнена из апикального доступа, позиции 4 камер для переднелатеральной и в апикальном доступе позиции длинной оси - для заднемедиальной мышцы [Tigen K. и соавт., 2010]. Для оценки диссинхронии папиллярных мышц рассчитывалась временная разница между временем пика систолической деформации (Dys-PAP) для заднемедиальной и переднелатеральной мышцы.

Деформационные свойства ПЖ оценивались в апикальном доступе позиции 4 камер, согласно модели 6 сегментов ( $GLSRV$ , %) [Vizzardi E. и соавт., 2015].



Нагрузочная проба выполнялась на велоэргометре в вертикальном положении по методике ступенчато возрастающей нагрузки на велоэргометре «Schiller» (Германия), начиная с 25 Вт и последующими приращениями по 25 Вт каждые три минуты.

### **Статистический анализ**

Статистическую обработку проводили с использованием стандартного пакета программ STATISTICA 6.0. При статистической обработке данных гипотеза о гауссовском распределении по критериям Колмогорова - Смирнова в форме Лиллиефорса (Lilliefors) и Шапиро - Уилка (Shapiro - Wilk) была отвергнута, поэтому был выполнен тест Манна - Уитни (Mann - Whitney U test). Сравнение трех и более групп осуществляли с помощью теста Крускала - Уоллиса (Kruskal - Wallis test). Описание выборки производили с помощью подсчета медианы (Me) и интерквартильного размаха в виде 25 и 75 перцентилей (Q25 - нижняя квартиль, Q75 – верхняя квартиль). Оценку корреляционных связей между парами количественных признаков осуществляли с использованием непараметрического рангового коэффициента Спирмена. Во всех процедурах статистического анализа критический уровень значимости  $p$  принимался равным 0,05.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **Параметры гемодинамики, скручивания и деформации левого желудочка у больных с блокадой левой ножки пучка Гиса и сохраненной фракцией выброса левого желудочка и у практически здоровых лиц**

В исследовании принял участие 71 пациент с БЛНПГ. Критериями исключения служили: ФВ менее 50%, наличие в анамнезе инфаркта миокарда или реваскуляризации миокарда, стеноз одной или более коронарной артерии более 50% и более, органическое поражение клапанов сердца, перенесенный инсульт менее 6 мес., системная артериальная гипертензия ( $> 160/100$  мм рт. ст.), стойкие

наджелудочковые тахикардии, болезни перикарда, врожденные пороки сердца, легочное сердце.

Больные с БЛНПГ были сопоставимы с практически здоровыми лицами по возрасту, по половому распределению по показателям внутрисердечной гемодинамики, ФВ ЛЖ, индексу сферичности (IS) и массе миокарда ЛЖ.

У пациентов с БЛНПГ в состоянии покоя (таблица 2) были выявлены значимо меньшие показатели глобальной деформации (GLS) и скорости деформации (GLSR) в продольном направлении.

Таблица 2 - Глобальная деформация, вращение и скручивание левого желудочка у больных с блокадой левой ножки пучка Гиса и сохраненной фракцией выброса левого желудочка и у практически здоровых лиц в покое

| Параметры                            | БЛНПГ с сохраненной систолической функцией ЛЖ (n = 71) |               | Практически здоровые лица (n = 62) |               | p при сравнении двух групп |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------|---------------|----------------------------|
|                                      | Me                                                     | Q25-Q75       | Me                                 | Q25-Q75       |                            |
| GLS, %                               | -16,7                                                  | -18,1 - -12,7 | -18,5                              | -20,1 - -16,8 | <b>0,037</b>               |
| GLSR, s <sup>-1</sup>                | -0,53                                                  | -0,73 - -0,37 | -0,89                              | -1,0 - -0,77  | <b>0,001</b>               |
| Rot <sub>MV</sub> , °                | -3,4                                                   | -5,8 - -1,5   | -5,99                              | -8,0 - -3,62  | <b>0,0198</b>              |
| Rot <sub>Apex</sub> , °              | 4,35                                                   | 1,7-6,9       | 6,7                                | 3,75-9,6      | 0,09                       |
| Twist, °                             | 9,1                                                    | 6,0-11,1      | 12,5                               | 9,8-17,1      | <b>0,0156</b>              |
| TwistR, °/с                          | 62,2                                                   | 38,0-71,8     | 77,0                               | 44,0-105,0    | 0,0812                     |
| E <sub>mitr</sub> /A <sub>mitr</sub> | 0,82                                                   | 0,64–1,11     | 0,80                               | 0,69–1,25     | 0,535                      |
| Av. e', см/с                         | 8,0                                                    | 6,0–10,0      | 9,0                                | 7,0–14,0      | 0,181                      |
| IVRT, мс                             | 103,50                                                 | 97,0–122,0    | 95,0                               | 86,0–114,0    | 0,219                      |
| SFF, %                               | 62,2                                                   | 56,1–67,4     | 61,0                               | 58,0–66,0     | 0,968                      |
| СДЛА, мм рт. ст.                     | 29,0                                                   | 27,0-32,8     | 27,5                               | 25,0-28,0     | 0,1034                     |

Примечание - В этой таблице и в последующих обозначение SFF (systolic fraction flow) – систолическая фракция наполнения ЛП.

Наблюдались различия в показателях вращения на базальном уровне (Rot<sub>MV</sub>) и результирующем скручивания (Twist), которые были значимо меньше в

группе с БЛНПГ даже в состоянии покоя. Различия в итоговом скручивании после физической нагрузки сохранялись, более того, в группе пациентов с БЛНПГ отмечался отрицательный прирост скручивания по сравнению с исходными данными, тогда как в группе практически здоровых лиц этот параметр возрастал. Кроме того, появились различия и в скорости скручивания ЛЖ, которых не наблюдалось исходно (таблицы 2, 3).

Таблица 3 - Показатели деформации, вращения и скручивания левого желудочка после велоэргометрии

| Параметры           | БЛНПГ с сохраненной систолической функцией ЛЖ ( $n = 71$ ) |               | Практически здоровые лица ( $n = 62$ ) |               | $p$ при сравнении двух групп |
|---------------------|------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------|---------------|------------------------------|
|                     | Me                                                         | Q25-Q75       | Me                                     | Q25-Q75       |                              |
| GLS, %              | -17,2                                                      | -19,7 - -14,8 | -19,6                                  | -22,7 - -14,7 | 0,2414                       |
| $Rot_{MV}^0$        | -4,2                                                       | -6,5-1,0      | -4,8                                   | -10,8 - -3,8  | 0,1735                       |
| $Rot_{Ap}^0$        | 3,2                                                        | -3,8-8,4      | 10,3                                   | 6,2-13,4      | <b>0,0015</b>                |
| $Twist^0$           | 4,7                                                        | 1,1-12,7      | 17,6                                   | 14,2-19,4     | <b>0,0002</b>                |
| $TwistR, ^\circ/c$  | 87                                                         | 73,0-135,0    | 153,0                                  | 125-160       | <b>0,0476</b>                |
| $E_{mitr}/A_{mitr}$ | 0,70                                                       | 0,59–0,89     | 1,00                                   | 0,72–1,23     | <b>0,033</b>                 |
| Av. $e'$            | 9,0                                                        | 6,8–11,5      | 11,8                                   | 11,0–13,5     | <b>0,013</b>                 |
| IVRT, мс            | 91,0                                                       | 70,5–103,5    | 67,5                                   | 61,0–70,0     | <b>0,004</b>                 |
| SFF, %              | 57,0                                                       | 55,0–62,0     | 63,0                                   | 61,5–67,5     | <b>0,026</b>                 |
| СДЛА, мм рт. ст.    | 40,0                                                       | 35,0-50,0     | 32,0                                   | 30,5- 33,5    | <b>0,0201</b>                |

Необходимо отметить несколько иную картину вращения ЛЖ после нагрузочной пробы. Если в состоянии покоя в группе с БЛНПГ в большей степени страдало вращение на базальном уровне, то после велоэргометрии различие между группами наблюдалось уже по показателям вращения в апикальных отделах.

После выполнения нагрузочной пробы появились значимые различия в параметрах диастолической функции. Наблюдались различия в отношении  $E_{mitr}/A_{mitr}$ , а также в усредненной величине импульсно-волнового тканевого Допплера (Av.  $e'$ ). Необходимо отметить значимо большие показатели IVRT в

группе лиц с БЛНПГ. Были получены различия в систолической фракции наполнения ЛП (SFF), которая у больных с БЛНПГ была значимо меньше.

При изучении движения МЖП, уже в состоянии покоя наблюдались значимые различия в показателях продольной деформации и скорости деформации в МЖП ( $GLS_{IVS}$  и  $GLSR_{IVS}$ ) среди лиц с БЛНПГ, тогда как различия в показателях деформации боковой стенки отсутствовали ( $GLS_{Lat}$  и  $GLSR_{Lat}$ ), таблица 4.

Таблица 4 - Деформация и показатели смещения МЖП и боковой стенки у пациентов с БЛНПГ и в группе контроля в покое

| Параметры          | БЛНПГ с сохраненной систолической функцией ЛЖ ( $n = 71$ ) |               | Практически здоровые лица ( $n = 62$ ) |               | $p$ при сравнении двух групп |
|--------------------|------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------|---------------|------------------------------|
|                    | Me                                                         | Q25-Q75       | Me                                     | Q25-Q75       |                              |
| $GLS_{IVS}$ , %    | -16,5                                                      | -18,9 – -14,0 | -19,57                                 | -21,6 – -17,5 | <b>0,0462</b>                |
| $GLS_{Lat}$ , %    | -16,5                                                      | -20,0 - -12,1 | -18,27                                 | -21,9 - -14,7 | 0,2922                       |
| $GLSR_{IVS}$ , с-1 | -0,73                                                      | -0,91 - -0,56 | -1,077                                 | -1,13 - -0,82 | <b>0,0104</b>                |
| $GLSR_{Lat}$ , с-1 | -0,83                                                      | -0,92 – 0,56  | -1,027                                 | -1,15 - -0,94 | 0,11                         |
| $DL_{IVS}$ , мм    | 9,33                                                       | 7,2 – 11,6    | 12,4                                   | 6,4-12,8      | 0,1472                       |
| $DL_{Lat}$ , мм    | 7,9                                                        | 6,42-10,2     | 8,57                                   | 8,1-10,1      | 0,4278                       |
| $DT_{IVS}$ , мм    | 2,53                                                       | -0,07-3,17    | 3,53                                   | 2,23-4,23     | 0,0943                       |
| $DT_{Lat}$ , мм    | 3,18                                                       | 2,17-4,42     | 3,53                                   | 2,53-5,3      | 0,5349                       |

После выполнения нагрузочной пробы (таблица 5) различия в продольной деформации и скорости деформации между группами сохранялись с более низкими показателями в группе лиц с БЛНПГ.

У практически здоровых лиц наблюдалась большая динамика прироста продольной деформации МЖП ( $GLS_{IVS}$ ) после нагрузочной пробы. После пробы с физической нагрузкой в группе пациентов с БЛНПГ были выявлены различия в движении МЖП, которые наблюдались как в продольном ( $DL_{IVS}$ ), так и в поперечном ( $DT_{IVS}$ ) направлениях с существенно меньшими значениями по сравнению с практически здоровыми лицами.

Таблица 5 - Деформация и показатели смещения межжелудочковой перегородки и боковой стенки у пациентов с блокадой левой ножки пучка Гиса и в группе контроля после нагрузочной пробы

| Параметры         | БЛНПГ с сохраненной систолической функцией ЛЖ ( $n = 71$ ) |               | Практически здоровые лица ( $n = 62$ ) |               | $p$ при сравнении двух групп |
|-------------------|------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------|---------------|------------------------------|
|                   | Me                                                         | Q25-Q75       | Me                                     | Q25-Q75       |                              |
| $GLS_{IVS}, \%$   | -17,7                                                      | -19,9 – 12,2  | -23,9                                  | -25,5 – 20,8  | <b>0,0094</b>                |
| $GLS_{Lat}, \%$   | -18,5                                                      | -23,2 - -16,3 | -22,9                                  | -26,2 - -16,9 | 0,2828                       |
| $GLSR_{IVS}, c-1$ | -0,89                                                      | -1,4 – 0,71   | -1,51                                  | -1,81 - -1,35 | <b>0,0345</b>                |
| $GLSR_{Lat}, c-1$ | -1,16                                                      | -1,47 - -0,91 | -1,55                                  | -1,8 - -1,37  | 0,1014                       |
| $DL_{IVS}, мм$    | 9,47                                                       | 6,57-10,5     | 13,9                                   | 12,8-14,9     | <b>0,0024</b>                |
| $DL_{Lat}, мм$    | 9,87                                                       | 7,3-13,0      | 12,7                                   | 10,95-14,7    | 0,1188                       |
| $DT_{IVS}, мм$    | 1,07                                                       | 0,17-3,1      | 4,6                                    | 3,13-4,9      | <b>0,0036</b>                |
| $DT_{Lat}, мм$    | 4,3                                                        | 3,0-4,7       | 4,08                                   | 2,6-5,9       | 0,7353                       |

**Показатели внутрисердечной гемодинамики, диастолической функции, глобальной деформации и скручивания у больных с блокадой левой ножки пучка Гиса и низкой фракцией выброса левого желудочка**

С целью изучения влияния БЛНПГ на вращение и скручивание были обследованы 72 пациента с БЛНПГ с продолжительностью QRS > 120 мс (154 мс [136-162 мс]), развившейся на фоне ишемической или неишемической кардиомиопатии.

Критерием включения было снижение сократительной способности ЛЖ (ФВ < 40%). В группу с неишемической кардиомиопатией включались лица на основании диагностических критериев, предложенных L. Mestroni и соавт. (1999). С целью оценки влияния собственно БЛНПГ на скручивание ЛЖ полученные показатели сравнивались с группой пациентов с кардиомиопатиями, но без нарушений внутрижелудочкового проведения (QRS < 110 мс), в которую были включены 102 человека. Критериями исключения для этой группы служили: ФВ ЛЖ  $\geq$  40%, органическое поражение клапанов сердца, перенесенный инфаркт

миокарда и/или инсульт менее 6 мес. В группе с нормальным внутрижелудочковым проведением у 81 (79,4%) человека была диагностирована ишемическая и у 21 (20,6%) – неишемическая кардиомиопатия. В группе с БЛНПГ у 53 (74%) пациентов была диагностирована ишемическая, у 19 (26%) – неишемическая кардиомиопатия. Группы пациентов были сопоставимы по полу, однако группа с БЛНПГ была несколько старше (таблица 6).

Анализ глобальной деформации в продольном направлении (GLS) не показал значимых различий между группами с БЛНПГ и нормальной внутрижелудочковой проводимостью (таблица 6).

Таблица 6 - Показатели в группе с систолической дисфункцией и нормальным внутрижелудочковым проведением и у больных с блокадой левой ножки пучка Гиса

| Параметры                            | Систолическая дисфункция ЛЖ (n = 102) |                 | Систолическая дисфункция ЛЖ и БЛНПГ (n = 72) |               | p при сравнении двух групп |
|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------|---------------|----------------------------|
|                                      | Me                                    | Q25-Q75         | Me                                           | Q25-Q75       |                            |
| Возраст, лет                         | 56                                    | 45,0-65,0       | 62                                           | 51,0-61,0     | <b>0,0482</b>              |
| КДО, мл                              | 269,5                                 | 224,0-335,0     | 240,0                                        | 184,0-307,0   | 0,739                      |
| КСО, мл                              | 193,5                                 | 154,0-269,0     | 184,0                                        | 137,0-219,0   | 0,8382                     |
| ФВ, %                                | 28,4                                  | 18,4-33,8       | 22,0                                         | 19,0-29,0     | 0,5632                     |
| E <sub>mitr</sub> /A <sub>mitr</sub> | 1,25                                  | 0,65-2,52       | 1,3                                          | 1,0-2,13      | 0,5581                     |
| E <sub>mitr</sub> /Av. e'            | 16,3                                  | 3,4-28,3        | 16,5                                         | 13,9-23,1     | 0,5737                     |
| СДЛА, мм рт. ст.                     | 35,0                                  | 10,0-61,7       | 43,5                                         | 41,0-50,0     | <b>0,0312</b>              |
| GLS%                                 | -5,07                                 | -9,4 – (-0,1)   | -4,55                                        | -6,8 – (-3,6) | 0,7792                     |
| Rot <sub>MV</sub> , °                | -3,55                                 | -5,03 – (-1,72) | -2,72                                        | -4,1 – (-1,0) | <b>0,0451</b>              |
| Rot <sub>Apex</sub> , °              | 2,31                                  | 0,44-4,12       | 1,19                                         | -0,97-2,2     | <b>0,0461</b>              |
| Twist, °                             | 6,25                                  | 2,44-7,57       | 2,53                                         | 0,9-5,4       | <b>0,0094</b>              |
| ОдВр ЛЖ, n (%)                       | 19/19                                 |                 | 36/50                                        |               | <b>&lt;0,001</b>           |

Примечание - Здесь и в последующих таблицах ОдВр ЛЖ – однонаправленное вращение ЛЖ.

Однако, несмотря на отсутствие различий в показателях деформации, наблюдались различия в ротации на уровне базальных сегментов ( $Rot_{MV}$ ) и верхушки ( $Rot_{Apex}$ ), с существенно меньшими значениями в группе с БЛНПГ. Как результат снижения вращения, было зафиксировано снижение итогового скручивания ЛЖ (Twist). Кроме того, в группе больных с БЛНПГ наблюдалось существенно большее количество лиц с так называемым «ригидным» или однонаправленным вращением (ОдВр), когда верхушка и базальные отделы утрачивали физиологическую разнонаправленность вращения.

С целью изучения влияния характера вращения и скручивания ЛЖ при БЛНПГ и систолической дисфункции на показатели гемодинамики все пациенты были разделены на 2 группы: группу с БЛНПГ и сохраненным разнонаправленным вращением (группа физиологического вращения) и группу с БЛНПГ и однонаправленным вращением (группа «ригидного» вращения) верхушки и базальных отделов ЛЖ (таблица 7).

Несмотря на различный характер вращения и скручивания, исследуемые группы не различались по КДО, КСО и индексу сферичности ЛЖ. Не было выявлено различий в значениях СДЛА и глобальной деформации в продольном направлении (GLS). Однако, несмотря на отсутствие различий в перечисленных параметрах, группа пациентов с «ригидным» вращением имела существенно меньшую ФВ ЛЖ.

Как и ожидалось, в подгруппе с «ригидным» вращением ЛЖ наблюдались существенно более низкие показатели скручивания. В подгруппе с «ригидным» вращением отмечался больший временной интервал между пиками сокращения МЖП и задней стенки ( $DelS(CTD)$ ), что отражало большую степень внутрижелудочковой диссинхронии среди этих лиц (рисунок 4).

Отражением худших условий диастолического наполнения в подгруппе с однонаправленным вращением ЛЖ были меньшие показатели скоростно-временного интеграла систолического компонента ( $VTI\ S\ PV$ ) потока и большие параметры диастолического ( $VTI\ D\ PV$ ). Признаком выраженной диастолической

дисфункции ЛЖ, наконец, была значительно меньшая систолическая фракция наполнения (SFF) в подгруппе с «ригидным» вращением, параметры которой соответствовали показателям высокого давления наполнения ЛЖ (SFF < 40%).

Таблица 7 - Основные гемодинамические показатели у пациентов с блокадой левой ножки пучка Гиса в зависимости от типа вращения левого желудочка

| Параметры        | БЛНПГ физиологическое вращение (n = 36) |              | БЛНПГ «ригидное» вращение (n = 36) |             | p при сравнении двух групп |
|------------------|-----------------------------------------|--------------|------------------------------------|-------------|----------------------------|
|                  | Me                                      | Q25-Q75      | Me                                 | Q25-Q75     |                            |
| КДО, мл          | 240,0                                   | 167,0-307,0  | 253,0                              | 184,0-308,0 | 0,419                      |
| КСО, мл          | 180,0                                   | 118,0-197,0  | 192,0                              | 137,0-270,0 | 0,3832                     |
| ФВ, %            | 27,0                                    | 21,0-39,0    | 20,0                               | 15,0-27,0   | <b>0,0415</b>              |
| IS, усл. ед.     | 0,73                                    | 0,62-0,79    | 0,7                                | 0,61-0,73   | 0,7729                     |
| GLS%             | -5,0                                    | -3,60 – 2,75 | -4,50                              | -6,8 - -3,6 | 0,8428                     |
| Twist, °         | 5,84                                    | 2,72-7,35    | 0,5                                | -0,9-2,53   | <b>0,0009</b>              |
| DelS(CTD)        | 8,0                                     | 4,0-12,0     | 60,0                               | 30,0-100,0  | <b>0,0007</b>              |
| VTI S PV         | 9,70                                    | 7,4-11,8     | 5,90                               | 3,6-7,4     | <b>0,0125</b>              |
| VTI D PV         | 8,30                                    | 8,1-8,6      | 10,9                               | 8,6-15,1    | <b>0,0042</b>              |
| SFF              | 55,8                                    | 45,0-58,7    | 34,2                               | 27,2-39,8   | <b>0,0002</b>              |
| СДЛА, мм рт. ст. | 42,5                                    | 41,0-49,9    | 45,0                               | 38,6-50,2   | 0,8092                     |

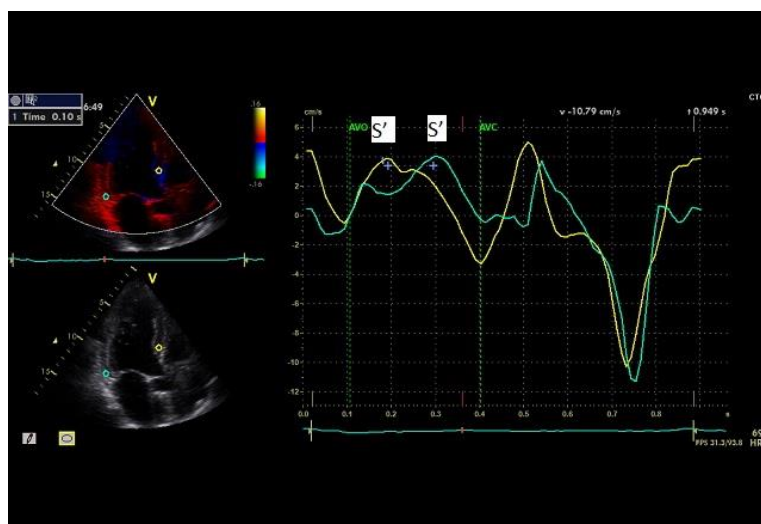


Рисунок 4 - Режим импульсно-волнового цветового доплеровского картирования с определением временного интервала задержки сокращения (DelS-



STD) между межжелудочковой перегородкой и задней стенкой (пики, обозначенные на графике как S')

С целью изучения связи деформации ЛЖ в продольном направлении, ротации и скручивания ЛЖ с уровнями натрийуретических пептидов, механика сокращения ЛЖ исследовалась у больных с СН ишемического и неишемического генеза (таблица 8).

Таблица 8 - Основные показатели гемодинамики больных СН ишемического и неишемического генеза

| Показатели                                        | Неиш. генез СН(n=15) | Иш. генез СН (n=26) | <i>p</i> |
|---------------------------------------------------|----------------------|---------------------|----------|
| КДО(Simpson) на уровне 4 камер, мл                | 277,60±43,98         | 269,67±40,41        | НД       |
| КСО(Simpson) на уровне 4 камер, мл                | 201,50±21,07         | 202,59±47,69        | НД       |
| КДО(Simpson) на уровне 2 камер, мл                | 307,0±51,79          | 278,9±40,74         | НД       |
| КСО(Simpson) на уровне 2 камер, мл                | 251,44±39,77         | 205,19±55,24        | НД       |
| ФВ ЛЖ                                             | 16,80±5,35           | 17,82±6,60          | НД       |
| Индекс нарушения локальной сократимости, усл. ед. | 2,53±0,11            | 2,60±0,27           | НД       |
| Левое предсердие, мл                              | 105,0±30,07          | 107,0±30,67         | НД       |
| $E_{mitr}/Av. e'$ , усл.ед.                       | 18,96±6,47           | 18,38±6,07          | НД       |

Несмотря на отсутствие значимых различий в показателях гемодинамики, уровни BNP-32 и NT-proBNP в плазме были статистически значимо выше у пациентов с СН неишемического генеза (таблица 9). Глобальная деформация ЛЖ в продольном направлении коррелировала с уровнем BNP32 у пациентов СН (ишемический генез –  $r=0,62$ ;  $p=0,01$ ; неишемический генез –  $r=0,84$ ;  $p=0,01$ ).

Анализ взаимосвязей ротации ЛЖ с уровнями натрийуретических пептидов между пациентами обеих групп выявил следующее. Так, у пациентов с СН ишемического генеза не было обнаружено корреляционных связей с ротацией ЛЖ

на уровне базальных сегментов и вершины с уровнями натрийуретических пептидов. В то время как у больных неишемической СН уровень BNP-32 был взаимосвязан со значениями ротации ЛЖ на уровне базальных сегментов ( $Rot_{PM}$ :  $r=0,54$ ). Следует отметить, что в отличие от пациентов с СН ишемического генеза у больных с неишемической СН значения скручивания ЛЖ коррелировали с BNP-32 ( $r=-0,58$ ), а поворот по оси ЛЖ – с уровнями BNP-32 ( $r=-0,86$ ) и NT-proBNP ( $r=-0,68$ ).

У больных с неишемическим генезом СН отмечались наибольшие значения мозгового пептида (BNP-32) имевшие апикальную ротацию ЛЖ по часовой стрелке ( $Z=-2,224$ ;  $p=0,02$ ), по сравнению с пациентами этой группы, у которых движение вершины ЛЖ было направлено против часовой стрелки. У больных с ишемической СН аналогичные связи отсутствовали.

Таблица 9 - Уровни натрийуретических пептидов у больных с СН ишемического и неишемического генеза

| НУП       | Больные        | M±SD        | Медиана | Ниж. кварт. | Верх. кварт. | Различия по Mann-Whitney U test ( $Z_{adj}$ ; p) |
|-----------|----------------|-------------|---------|-------------|--------------|--------------------------------------------------|
| BNP-32    | Иш. генез СН   | 0,48±0,72   | 0,10    | 0,34        | 0,53         | $Z_{adj}=-2,937$ ; $p=0,002$                     |
|           | Неиш. генез СН | 1,23±0,15   | 0,54    | 0,32        | 2,52         |                                                  |
| NT-proBNP | Иш. генез СН   | 121,1±99,8  | 59,7    | 28,6        | 123,4        | $Z_{adj}=-2,962$ ; $p=0,002$                     |
|           | Неиш. генез СН | 188,2±101,5 | 182,9   | 131,6       | 228,0        |                                                  |

### **Функция левого предсердия при блокаде левой ножки пучка Гиса у больных с сохраненной фракцией выброса левого желудочка**

С целью изучения деформационных свойств и функции ЛП при полной БЛНПГ обследован 71 пациент с сохраненной ФВ ЛЖ и 61 человек из группы практически здоровых лиц (таблица 10).

Таблица 10 – Объемы и деформация левого предсердия в продольном направлении, фракция выброса и скручивание левого желудочка у больных с блокадой левой ножки пучка Гиса и сохраненной фракцией выброса левого желудочка и в группе практически здоровых лиц

| Параметры               | БЛНПГ с сохраненной<br>ФВ ЛЖ ( $n = 71$ ) |               | Практически<br>здоровые лица ( $n = 61$ ) |               | $p$ при<br>сравнении<br>групп |
|-------------------------|-------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------|---------------|-------------------------------|
|                         | Me                                        | Q25-Q75       | Me                                        | Q25-Q75       |                               |
| ФВ ЛЖ, %                | 59,0                                      | 54,0-69,0     | 64,5                                      | 59,0-70,0     | 0,2361                        |
| LAV <sub>max</sub> , мл | 53,0                                      | 42,0-79,0     | 54,0                                      | 34,0-71,0     | 0,5635                        |
| LAV <sub>min</sub> , мл | 23,0                                      | 16,0-40,0     | 23,0                                      | 15,0-28,0     | 0,3857                        |
| EF <sub>LAV</sub> , %   | 55,0                                      | 40,0-62,0     | 60,0                                      | 53,0-69,0     | 0,0986                        |
| $\epsilon_{pos}$ , %    | 11,4                                      | 8,8-27,4      | 26,7                                      | 19,6-35,2     | <b>0,0015</b>                 |
| $\epsilon_{neg}$ , %    | -16,0                                     | -20,7 - -13,9 | -16,7                                     | -19,4 - -13,5 | 0,6391                        |
| $\epsilon_{total}$ , %  | 28,2                                      | 20,0-46,1     | 44,0                                      | 31,3-57,6     | <b>0,0086</b>                 |
| Twist, %                | 9,1                                       | 6,0-11,1      | 12,5                                      | 9,8-17,1      | <b>0,0156</b>                 |

Изучаемые группы имели значимые различия в показателях деформации ЛП в продольном направлении в фазу систолы ЛЖ ( $\epsilon_{pos}$ ) и общей деформации ЛП ( $\epsilon_{total}$ ), характеризующей фазу накопления (resevoir). При анализе корреляционных связей была показана зависимость всех параметров деформации ЛП во время систолы ЛЖ ( $\epsilon_{pos}$ ), систолы ЛП ( $\epsilon_{neg}$ ) и общей продольной деформации ( $\epsilon_{total}$ ) с показателями скручивания (Twist) соответственно, для  $\epsilon_{pos}$  0,42 ( $p = 0,0005$ ), для  $\epsilon_{neg}$  -0,27 ( $p = 0,0299$ ) и для  $\epsilon_{total}$  0,42 ( $p = 0,0005$ ), рисунок 5.

### **Деформация папиллярных мышц при блокаде левой ножки пучка Гиса и вторичной митральной регургитации**

В исследование были включены 102 пациента с БЛНПГ. Критерием включения была вторичная МР, критерием исключения явились наличие в анамнезе инфарктов миокарда, существенное поражение коронарных артерий ( $\geq$

50%), органическое поражение клапанов сердца, стойкие наджелудочковые тахикардии, врожденные пороки сердца, легочное сердце.

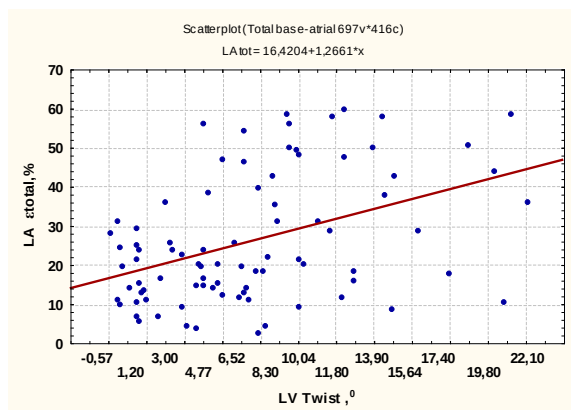


Рисунок 5 - Корреляционный анализ по Спирмену показал наличие зависимости деформации левого предсердия в фазу наполнения ( $\epsilon_{total}$ ) со скручиванием (Twist) левого желудочка ( $r = 0,42$ ;  $p = 0,0005$ )

Всем лицам был определен объем МР по общепринятым критериям [Lancellotti P. и соавт., 2015]. На основании исследования функции митрального клапана все пациенты были разделены на подгруппы с БЛНПГ с легкой ( $< 30$  мл) и умеренной ( $\geq 30$  мл) МР.

Оценка диссинхронии папиллярных мышц проводилась из апикального доступа с последующим определением деформации папиллярных мышц в режиме off-line. Внутрижелудочковая диссинхрония ЛЖ определялась как разность времени между зубцом Qэкг и пиком S базального сегмента МЖП и боковой стенки ЛЖ более 60 мс.

Как видно из таблицы 11, диссинхрония папиллярных мышц наблюдалась у пациентов с объемом вторичной МР более 30 мл. При этом разница во временных параметрах формировалась за счет разного времени возбуждения переднелатеральной папиллярной мышцы. В группе с умеренной МР возбуждение этой мышцы происходило значительно быстрее, таким образом, формируя временную разницу. Также в группе больных с БЛНПГ и вторичной МР более 30 мл у 100% наблюдалась внутрижелудочковая диссинхрония, тогда как в группе с легкой МР таковых лиц было только 10 (15%).

Таблица 11 - Показатели деформации папиллярных мышц левого желудочка у больных с блокадой левой ножки пучка Гиса в зависимости от объема вторичной митральной регургитации

| Параметры   | БЛНПГ и МР < 30 мл ( <i>n</i> = 64) |               | БЛНПГ и МР ≥ 30 мл ( <i>n</i> = 38) |               | <i>p</i> при сравнении двух групп |
|-------------|-------------------------------------|---------------|-------------------------------------|---------------|-----------------------------------|
|             | Me                                  | Q25-Q75       | Me                                  | Q25-Q75       |                                   |
| Dys-LV, мс  | 50,0                                | 30,0-80,0     | 120,0                               | 80,0-170,0    | <b>0,0244</b>                     |
| PMP-LS, %   | -19,3                               | -22,5 - -18,7 | -11,6                               | -29,7 - -10,3 | 0,3401                            |
| TS-PM, мс   | 491,0                               | 459,0-542,0   | 490,0                               | 470,0-511,0   | 0,6664                            |
| ALP-LS, %   | -14,5                               | -28,4 - -13,7 | -12,5                               | -16,6 - -10,4 | 0,2580                            |
| TS-AL, мс   | 457,0                               | 436,0-510,0   | 410,0                               | 390,0-428,0   | <b>0,0244</b>                     |
| Dys-PAP, мс | 38,0                                | 23,0-48,0     | 65,0                                | 62,0-116,0    | <b>0,0039</b>                     |

#### Показатели гемодинамики левого и правого желудочка при идиопатической блокаде правой ножки пучка Гиса

С целью изучения влияния БПНПГ на механику сокращения и деформационные свойства ПЖ было проведено ЭхоКГ исследование лиц с нарушением проведения по ПЖ и группы контроля. В группе с БПНПГ наблюдались различия в КСО ЛЖ, который был значимо ниже в группе с нарушением проведения, и во ФВ ЛЖ, которая была больше, чем в группе контроля (таблица 12). После проведения нагрузочной пробы обе группы не имели значимых различий в показателях КДО и КСО ЛЖ. В то же время необходимо отметить тенденцию к большей ФВ ЛЖ в группе с БПНПГ.

Учитывая также значимо большие (в абсолютных цифрах) показатели деформации ЛЖ (GlST) в группе с нарушением правожелудочкового проведения, данные различия можно расценить как большую сократительную активность ЛЖ по сравнению с контрольной группой (таблица 13).

Таблица 12 - Основные показатели гемодинамики левого и правого желудочка в группе с идиопатической блокадой правой ножки пучка Гиса и у практически здоровых лиц

| Параметры              | Блокада правой ножки пучка Гиса ( $n = 78$ ) |               | Практически здоровые лица ( $n = 58$ ) |               | $p$ при сравн. двух групп |
|------------------------|----------------------------------------------|---------------|----------------------------------------|---------------|---------------------------|
|                        | Me                                           | Q25-Q75       | Me                                     | Q25-Q75       |                           |
| КДО ЛЖ, мл             | 93,0                                         | 76,0-104,0    | 96,0                                   | 79,0-101,0    | 0,936                     |
| КСО ЛЖ, мл             | 31,0                                         | 19,0-34,0     | 36,0                                   | 31,0-41,0     | <b>0,041</b>              |
| ФВ ЛЖ, %               | 69,0                                         | 62,0-76,0     | 61,0                                   | 59,0-69,0     | <b>0,045</b>              |
| GLS, %                 | -20,2                                        | -21,6 – -18,9 | -19,1                                  | -20,4 - -16,8 | 0,117                     |
| Twist, %               | 10,5                                         | 6,0-17,9      | 11,1                                   | 8,7-15,6      | 0,820                     |
| RVD1, мм               | 34,0                                         | 32,0-36,0     | 31,0                                   | 28,0-32,0     | 0,073                     |
| RVD2, мм               | 30,0                                         | 24,0-35,0     | 28,0                                   | 25,0-29,0     | 0,403                     |
| RVD3, мм               | 65,0                                         | 63,0-70,0     | 58,0                                   | 51,0-65,0     | <b>0,021</b>              |
| RVEDA, см <sup>2</sup> | 15,4                                         | 12,3-16,2     | 11,3                                   | 10,3-14,7     | <b>0,041</b>              |
| RVESA, см <sup>2</sup> | 9,4                                          | 8,4-11,3      | 5,5                                    | 5,2-9,0       | <b>0,041</b>              |
| FAC, %                 | 35,5                                         | 30,0-44,0     | 43,0                                   | 39,1-53,0     | 0,13                      |
| GLSRV, %               | -21,0                                        | -24,4 - -16,3 | -30,8                                  | -37,4 - -22,4 | <b>0,036</b>              |

Таблица 13 - Основные показатели гемодинамики левого желудочка в группе с идиопатической блокадой правой ножки пучка Гиса и в контроле после нагрузочной пробы

| Параметры    | Блокада правой ножки пучка Гиса ( $n = 78$ ) |               | Практически здоровые лица ( $n = 58$ ) |               | $p$ при сравн. двух групп |
|--------------|----------------------------------------------|---------------|----------------------------------------|---------------|---------------------------|
|              | Me                                           | Q25-Q75       | Me                                     | Q25-Q75       |                           |
| Нагрузка, Вт | 100,0                                        | 75,0-125,0    | 100,0                                  | 75,0-125,0    | 0,9648                    |
| ЧСС, уд/мин  | 130,0                                        | 120,0-140,0   | 118                                    | 95,0-130,0    | <b>0,0333</b>             |
| КДО ЛЖ, мл   | 96,0                                         | 63,0-105,0    | 86,0                                   | 67,0-107,0    | 0,8384                    |
| КСО ЛЖ, мл   | 22,0                                         | 18,0-31,0     | 30,0                                   | 17,0-34,0     | 0,4129                    |
| ФВ ЛЖ, %     | 75,0                                         | 69,0-78,0     | 71,0                                   | 59,0-75,0     | 0,0972                    |
| GLS, %       | -23,5                                        | -27,4 – -21,3 | -18,1                                  | -23,6 – -14,1 | <b>0,0374</b>             |
| Twist, %     | 12,7                                         | 11,0–15,6     | 16,2                                   | 6,7-18,2      | 0,6521                    |

Проведение нагрузочной пробы, несмотря на отсутствие изменений в объеме проведенной нагрузки в ваттах, сопровождалось значимо большими показателями конечной систолической площади ПЖ (RVESA) и меньшей сократительной способностью ПЖ, определенной как фракция изменения площади ПЖ (FAC). Также в группе с БПНПГ наблюдались значимо меньшие показатели амплитуды систолического смещения (TAPSE) и систолической скорости трикуспидального кольца (Sta), таблица 14.

Таблица 14 - Основные показатели гемодинамики правого желудочка в группе с идиопатической блокадой правой ножки пучка Гиса и в контроле после нагрузочной пробы

| Параметры                        | Блокада правой ножки пучка Гиса (n = 78) |               | Практически здоровые лица (n = 58) |               | p при сравнении двух групп |
|----------------------------------|------------------------------------------|---------------|------------------------------------|---------------|----------------------------|
|                                  | Me                                       | Q25-Q75       | Me                                 | Q25-Q75       |                            |
| RVD1, мм                         | 33,0                                     | 31,5-36,5     | 34,0                               | 27,0-38,0     | 0,5658                     |
| RVD2, мм                         | 29,0                                     | 25,0-32,0     | 27,0                               | 21,0-31,0     | 0,2605                     |
| RVD3, мм                         | 65,5                                     | 61,5-67,5     | 58,0                               | 52,0-63,0     | <b>0,0374</b>              |
| DL <sub>RV</sub> , мм            | 8,6                                      | 2,7-11,5      | 16,0                               | 15,0-19,0     | <b>0,0357</b>              |
| DT <sub>RV</sub> , мм            | 5,1                                      | 1,35-8,65     | 2,8                                | 0,9-3,7       | <b>0,0448</b>              |
| RVEDA, см <sup>2</sup>           | 14,2                                     | 12,6-12,9     | 12,7                               | 10,5-13,9     | 0,2115                     |
| RVESA, см <sup>2</sup>           | 7,9                                      | 7,45-8,5      | 5,9                                | 5,2-8,0       | <b>0,0439</b>              |
| FAC, %                           | 44,0                                     | 38,2-47,0     | 53,0                               | 45,0-46,0     | <b>0,0225</b>              |
| TAPSE, мм                        | 27,0                                     | 24,0-31,0     | 36,0                               | 34,0-38,0     | <b>0,0036</b>              |
| Sta, см/с                        | 14,0                                     | 13,0-19,0     | 20,0                               | 16,0-22,0     | <b>0,0016</b>              |
| GLSRV, %                         | -22,3                                    | -26,5 - -19,9 | -27,0                              | -30,5 - -24,6 | 0,1714                     |
| E <sub>тр</sub> , см/с           | 57,0                                     | 52,0-60,0     | 59,0                               | 50,0-70,0     | 0,2767                     |
| DTE <sub>тр</sub> , мс           | 230,0                                    | 200,0-270,0   | 169,0                              | 165,0-182,0   | <b>0,0138</b>              |
| A <sub>тр</sub> , см/с           | 68,0                                     | 58,0-75,0     | 51,0                               | 43,0-63,0     | <b>0,0354</b>              |
| E <sub>тр</sub> /A <sub>тр</sub> | 0,82                                     | 0,76-0,89     | 1,11                               | 1,0-1,28      | <b>0,0056</b>              |

Значимые изменения произошли в оценке систолического смещения свободной стенки ПЖ, которая определялась с помощью методики STI. В группе

с БЛНПГ наблюдалось меньшее смещение в продольном направлении ( $DL_{RV}$ ) и большее смещение в поперечном направлении ( $DT_{RV}$ ), что можно рассматривать как проявление изменения механики сокращения ПЖ во время физической нагрузки.

После проведения нагрузочной пробы отмечались различия в отношении скорости трикуспидального потока в период раннего наполнения ПЖ к скорости в систолу правого предсердия ( $E_{tr}/A_{tr}$ ) с меньшим отношением в группе с БЛНПГ. В группе с БЛНПГ наблюдалось значимо большее время замедления потока раннего трикуспидального наполнения ( $DTE_{tr}$ ). Анализ показателей диастолической функции после нагрузочной пробы позволяет сделать вывод о наблюдающихся по сравнению с контрольной группой изменениях в наполнении ПЖ по типу диастолической дисфункции с нарушенной релаксацией.

## **ВЫВОДЫ**

1. БЛНПГ с сохраненной ФВ ЛЖ в состоянии покоя и при физической нагрузке сопровождается нарушениями вращения и скручивания ЛЖ, отсутствием физиологического прироста скручивания при физической нагрузке.

2. При БЛНПГ с сохраненной ФВ ЛЖ при физической нагрузке наблюдаются нарушения диастолической функции ЛЖ.

3. БЛНПГ с сохраненной ФВ ЛЖ негативно влияет на глобальную продольную деформацию ЛЖ в состоянии покоя и при физической нагрузке, сопровождается снижением амплитуды смещения МЖП в продольном и поперечном направлениях во время нагрузочной пробы.

4. При БЛНПГ со сниженной ФВ ЛЖ наблюдаются меньшие показатели скручивания ЛЖ, в 50% наблюдается аномальное «ригидное» вращение, следствием чего является дальнейшее прогрессирование диастолической дисфункции, проявляющееся признаками высокого давления наполнения, определяемого по нарушению потока в легочных венах.

5. Аномальный ход волны возбуждения при БЛНПГ и нарушение скручивания ЛЖ ведут к ухудшению деформационных свойств ЛП,



проявляющихся в снижении показателей деформации в стадию систолы ЛЖ ( $\epsilon_{\text{pos}}$ ) и общей деформации ( $\epsilon_{\text{total}}$ ), которые отражают растяжимость ЛП в стадию накопления ( $\text{reservoir}$ ).

6. Диссинхрония папиллярных мышц при БЛНПГ, наряду с общей диссинхронией ЛЖ, имеет значение в развитии значимой вторичной МР, причиной которой является более быстрое возбуждение переднелатеральной мышцы.

7. БЛНПГ оказывает влияние на диастолическую и систолическую функцию ПЖ, проявляющееся в снижении показателей глобальной продольной деформации.

8. Аномальный ход и пролонгированное возбуждение ПЖ при БЛНПГ во время нагрузочной пробы сопровождаются изменениями механики сокращения ПЖ в виде снижения продольного движения в систолу свободной стенки.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. В оценке состояния гемодинамики при БЛНПГ и сниженной ФВ ЛЖ необходимо, помимо «традиционных» параметров, таких как ФВ, СДЛА и т. д., оценивать показатели скручивания ЛЖ и диастолической функции по потоку легочных вен.

2. Для оценки состояния диастолической функции ЛЖ и дифференциальной диагностики причин одышки среди пациентов с БЛНПГ без поражения коронарных артерий может быть рекомендовано проведение стресс-теста с оценкой скручивания, показателей диастолической функции ЛЖ и СДЛА.

3. Отсутствие прироста деформационных свойств, ухудшение продольного и поперечного смещения МЖП во время проведения стресс-ЭхоКГ необходимо рассматривать с учетом клинической картины и данных коронарографии.

4. Показатели деформации ЛП могут быть использованы как маркер степени тяжести кардиальной дисфункции в динамическом наблюдении пациентов с СН при БЛНППГ.

5. Наличие диссинхронии папиллярных мышц и МР более 30 мл при БЛНППГ необходимо учитывать при инициации ресинхронизирующей терапии.

6. При мониторинге функции ПЖ в динамическом наблюдении необходимо учитывать исходно сниженные показатели глобальной продольной деформации при БПНППГ.

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

### **Статьи, опубликованные в рецензируемых журналах**

1. Кужель Д.А. Деформация миокарда и полная блокада левой ножки пучка Гиса / Павлюкова Е.Н., Кужель Д.А., Матюшин Г.В., Веселкова Н.С., Авдеева О.В., Метелица В.С., Самохвалов Е.В., Савченко Е.А. // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. – 2012. – Т. 8, № 6. - С. 814-820.
2. Кужель Д.А. Современные подходы в оценке функции правого желудочка / Лыткина В.С., Матюшин Г.В., Кужель Д.А. // Сибирское медицинское обозрение. - 2014. – Т. 2, № 86. - С. 52-58.
3. Кужель Д.А. Ротация, скручивание и раскручивание левого желудочка: физиологическая роль и значение в клинической практике / Павлюкова Е.Н., Кужель Д.А., Матюшин Г.В., Савченко Е.А., Филиппова С.А. // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. - 2015. – Т. 11, № 1. - С. 68-78.
4. Кужель Д.А. Блокада левой ножки пучка Гиса и скручивание левого желудочка при низкой фракции выброса / Павлюкова Е.Н., Кужель Д.А., Матюшин Г.В., Лыткина В.С. // Клиническая медицина. - 2015. – Т. 93, № 11. - С. 15-21.
5. Кужель Д.А. Некоторые особенности потока в легочных венах при блокаде левой ножки пучка Гиса с низкой фракцией выброса / Кужель Д.А., Матюшин Г.В., Савченко Е.А., Лыткина В.С., Яковлев Е.И., Новоселов О.В. // Сибирское медицинское обозрение. - 2016. - № 2. - С. 42-51.
6. Кужель Д.А. Диастолическая функция левого желудочка при кардиомиопатиях с низкой фракцией выброса: роль скручивания при блокаде левой ножки пучка Гиса / Павлюкова Е.Н., Кужель Д.А., Матюшин

- Г.В., Лыткина В.С. // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. - 2016. - № 4. - С. 435-442.
7. Кужель Д.А. Ротация, торсия и твист при полной блокаде левой ножки пучка Гиса / Павлюкова Е.Н., Кужель Д.А. // Вестник аритмологии. - 2016. - № 85. - С. 48-55.
  8. Кужель Д.А. Диастолическая функция левого желудочка при идиопатической блокаде левой ножки пучка Гиса при нагрузочной пробе / Павлюкова Е.Н., Кужель Д.А. // Ультразвуковая и функциональная диагностика. - 2017. – № 4. - С. 39-49.
  9. Кужель Д.А. Корреляционный анализ скручивания левого желудочка и показателей гемодинамики при блокаде левой ножки пучка Гиса / Павлюкова Е.Н., Кужель Д.А., Матюшин Г.В., Яковлев Е.И., Новоселов О.В. // Сибирское медицинское обозрение. - 2017. - № 5. - С. 73-79.
  10. Кужель Д.А. Функция левого предсердия: современные методы оценки и клиническое значение/ Павлюкова Е.Н., Кужель Д.А., Матюшин Г.В. // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. - 2017. – Т. 13, № 5. - С. 675-683.
  11. Кужель Д.А. Динамика скручивания левого желудочка при идиопатической блокаде левой ножки пучка Гиса во время нагрузочной пробы / Павлюкова Е.Н., Кужель Д.А., Матюшин Г.В. // Терапевтический архив. - 2017. – Т. 89, № 9. - С. 15-19.
  12. Кужель Д.А. Деформационные свойства и движение межжелудочковой перегородки при идиопатической блокаде левой ножки пучка Гиса во время пробы с физической нагрузкой / Павлюкова Е.Н., Кужель Д.А., Матюшин Г.В. // Вестник аритмологии. - 2017. - № 88. - С. 46-51.
  13. Кужель Д.А. Скручивание левого желудочка при идиопатической блокаде левой ножки пучка Гиса/ Павлюкова Е.Н., Кужель Д.А. // Российский кардиологический журнал. - 2017. - № 7. - С. 121-124.
  14. Кужель Д.А. Состояние правого желудочка при идиопатической блокаде правой ножки пучка Гиса / Лыткина В.С., Кужель Д.А., Матюшин Г.В. // Сибирское медицинское обозрение. - 2018. - № 3. - С. 59-65.
  15. Кужель Д.А. Функция левого предсердия при блокаде левой ножки пучка Гиса / Кужель Д.А., Матюшин Г.В., Савченко Е.А., Сакович О.М. // Сибирское медицинское обозрение. - 2018. – № 4. - С. 60-68.
  16. Кужель Д.А. Анатомо-функциональные связи состояния желудочков сердца при идиопатических блокадах ножек пучка Гиса / Лыткина В.С., Кужель Д.А., Матюшин Г.В. // Сибирское медицинское обозрение. - 2018. - № 5. - С. 25-30.

### **Материалы конференций**

17. Кужель Д.А. Изменение продольной деформации и скорости деформации миокарда правого желудочка при проведении стресс-эхокардиографии у больных с блокадой правой ножки пучка Гиса / Лыткина В.С., Матюшин Г.В., Лыткин В.А. // Материалы VII Съезда Российской ассоциации

- специалистов ультразвуковой диагностики в медицине. – Москва. - Ультразвуковая и функциональная диагностика. - 2015. - № 5. – С. 103.
18. Кужель Д.А. Феномен однонаправленного вращения левого желудочка при полной блокаде левой ножки пучка Гиса и показатели потока в легочных венах / Павлюкова Е.Н., Лыткина В.С., Матюшин Г.В. // Материалы VII Съезда Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине. – Москва. - Ультразвуковая и функциональная диагностика. - 2015. - № 5. – С. 131.
19. Кужель Д.А. Торсия левого желудочка при полной блокаде левой ножки пучка Гиса и систолической дисфункции / Павлюкова Е.Н., Лыткина В.С., Матюшин Г.В. // Материалы VII Съезда Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине. – Москва. - Ультразвуковая и функциональная диагностика. - 2015. - № 5. – С. 131.
20. Кужель Д.А. Физиологическая роль вращения верхушки левого желудочка при блокаде левой ножки пучка Гиса / Павлюкова Е.Н., Кужель Д.А., Матюшин Г.В. // Материалы VII Съезда специалистов ультразвуковой диагностики Сибири. – Барнаул, 2016. – С. 14.
21. Кужель Д.А. Механика левого желудочка при блокаде левой ножки пучка Гиса / Кужель Д.А., Павлюкова Е.Н., Матюшин Г.В. // Материалы Всероссийской кардиологической конференции «Традиции и инновации в кардиологии». - Красноярск, 2017. – С. 12.
22. Кужель Д.А. Возможности 2D Strain эхокардиографии в оценке функции левого предсердия / Кужель Д.А., Павлюкова Е.Н., Матюшин Г.В. // Материалы научно-практической конференции Сибирского федерального округа «Избранные вопросы ревматологии и нефрологии для врачей первичного звена здравоохранения». – Красноярск, 2017. – С. 5.
23. Kuzhel D.A. Left atrial strain and left ventricular torsion in left bundle branch block // Материалы конференции кардиоваскулярной визуализации «EuroEcho Imaging 2017». – Лиссабон, 2017. – Р. 104.
24. Кужель Д.А. Ротация, скручивание и функция левого предсердия при блокаде левой ножки пучка Гиса / Кужель Д.А., Павлюкова Е.Н., Матюшин Г.В. // Материалы VIII Съезда специалистов ультразвуковой диагностики Сибири. – Красноярск, 2018. – С. 7.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

БЛНПГ – блокада левой ножки пучка Гиса  
БПНПГ – блокада правой ножки пучка Гиса  
КДО – конечный диастолический объем левого желудочка  
КСО – конечный систолический объем левого желудочка  
ЛЖ – левый желудочек  
МЖП – межжелудочковая перегородка  
МР – митральная регургитация  
СДЛА – систолическое давление в легочной артерии  
ALP-LS - продольная деформация переднелатеральной папиллярной мышцы

$A_{tr}$  – максимальная скорость диастолического транстрикуспидального потока в систолу правого предсердия  
 $DelS(CTD)$  - выраженная в миллисекундах (мс) задержка между пиком S (систолического сокращения) базального септального и пиком S базального задней стенки сегментов в режиме «color tissue velocity imaging»  
 $DL_{IVS}$  – смещение межжелудочковой перегородки в продольном направлении  
 $DL_{Lat}$  – смещение боковой стенки в продольном направлении  
 $DTE_{tr}$  - время замедления раннего диастолического трикуспидального потока  
 $E_{tr}$  – скорость смещения трикуспидального кольца в раннюю диастолу  
 $DT_{IVS}$  - смещение межжелудочковой перегородки в поперечном направлении  
 $DT_{Lat}$  - смещение боковой стенки в поперечном направлении  
 $Dys-LV$  – диссинхрония левого желудочка как разница в пиках деформации базального сегмента межжелудочковой перегородки и базального бокового сегмента  
 $Dys-PAP$  - диссинхрония папиллярных мышц как разница временных интервалов пиков деформации заднемедиальной и переднелатеральной мышцы  
 $E_{mitr}/A_{mitr}$  - отношение скорости раннего трансмитрального наполнения к скорости наполнения в систолу предсердий  
 $E_{mitr} / Av. e'$  – отношение скорости раннего трансмитрального наполнения к усредненной скорости движения базального сегмента боковой стенки и межжелудочковой перегородки в период раннего наполнения левого желудочка  
 $E_{tr}$  – максимальная скорость раннего диастолического транстрикуспидального потока  
 $E_{tr}/A_{tr}$  - отношение ранней скорости диастолического транстрикуспидального потока к скорости потока в систолу предсердий  
 $E_{tr} / E_{tr}$  – отношение максимальной скорости раннего диастолического трикуспидального потока к скорости смещения трикуспидального кольца  
 $FAC$  – фракция изменения площади правого желудочка  
 $GLS$  – глобальная деформация левого желудочка в продольном направлении  
 $GLS_{IVS}$  – продольная деформация межжелудочковой перегородки  
 $GLS_{Lat}$  – продольная деформация боковой стенки  
 $GLSR_{IVS}$  – скорость продольной деформации межжелудочковой перегородки  
 $GLSR_{Lat}$  – скорость продольной деформации боковой стенки  
 $GLSRV$  – глобальная продольная деформация правого желудочка  
 $IVRT$  – время изоволюмического расслабления левого желудочка  
 $LAV_{max}$  – максимальный объем левого предсердия  
 $LAV_{min}$  – минимальный объем левого предсердия  
 $LAV_{ef}$  – фракция опустошения левого предсердия  
 $PMP-LS$  – продольная деформация заднемедиальной папиллярной мышцы  
 $RotAp$  – вращение левого желудочка на уровне верхушки  
 $RotMV$  – вращение левого желудочка на уровне митрального клапана  
 $RVD1$  – поперечный размер правого желудочка на уровне трикуспидального кольца в апикальном доступе, позиции 4 камер

RVD2 – поперечный размер правого желудочка на уровне медиальных отделов правого желудочка в апикальном доступе, позиции 4 камер  
RVD3 – продольный размер правого желудочка в апикальном доступе, позиции 4 камер  
RVEDA – конечная диастолическая площадь правого желудочка  
RVESA – конечная систолическая площадь правого желудочка  
SFF – систолическая фракция потока легочных вен  
Sta – систолическая скорость смещения трикуспидального кольца  
TAPSE – систолическое смещение трикуспидального кольца  
TS-AL – время от начала комплекса QRS до пика деформации переднелатеральной папиллярной мышцы  
TS-PM – время от начала комплекса QRS до пика деформации заднемедиальной папиллярной мышцы  
Twist – скручивание левого желудочка  
TwistR – скорость скручивания левого желудочка  
VTI D PV – скоростно-временной интеграл диастолического потока легочных вен  
VTI S PV – скоростно-временной интеграл систолического потока легочных вен  
 $\epsilon_{neg}$  – деформация левого предсердия во время систолы  
 $\epsilon_{pos}$  – деформация левого предсердия во время систолы левого желудочка  
 $\epsilon_{total}$  – глобальная деформация левого предсердия