

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
РНЦ МЕДИЦИНСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ И РЕАБИЛИТАЦИИ**



**ПРИМЕНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ
ПРОБ ПРИ ОЦЕНКЕ ФУНКЦИЙ
КРОВООБРАЩЕНИЯ У ДЕТЕЙ**



**Корниенко Е. М. О., аспирант кафедры нормальной физиологии БГМУ,
м.н.с. лаборатории медицинской экспертизы и реабилитации детей
РНЦ медицинской экспертизы и реабилитации**

**Александров Д.А., канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры нормальной
физиологии БГМУ**

Минск, 2026

АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Актуальность исследования

В последние 20 лет нарушения функций кровообращения вносят значительный вклад в формирование детской инвалидности (показатель детской инвалидности вырос на 45,9% у детей до 14 лет и на 17,5% – 14 лет и старше)

Все более распространенным становится вариант сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса и отсутствием явных клинических признаков, характерных для детей с данной патологией в прошлом.

Отсутствуют нормы выполнения нагрузочного тестирования у детей в различные возрастные периоды, что не позволяет провести объективную оценку нарушений функций кровообращения

Таким образом, в настоящее время имеется потребность в разработке и внедрении методики выполнения функциональных проб с дозированной физической нагрузкой для оценки функционального состояния кардиореспираторной системы у детей в различные возрастные периоды

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

- **Оценить возможность применения функциональных проб при оценке степени выраженности нарушений функций кровообращения у детей**

Проведенные функциональные методы исследования

- **Нагрузочные пробы:**
 - Функциональная проба с 30 приседаниями
 - 3-минутный модифицированный Гарвардский степ-тест для детей

МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ НАГРУЗОЧНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

Функциональная проба с 30 приседаниями

- Выполнение 30 приседаний с вытягиванием рук вперед за 45 секунд после 20-минутного периода покоя
- Регистрация ЧСС, САД, ДАД, ЧД, SpO₂ до проведения пробы, во время окончания 1-й и 5-й минуты ПВ, а также регистрация ЧСС и SpO₂ во время выполнения пробы (во время выполнения последнего приседания).

3-минутный модифицированный Гарвардский степ-тест для детей

- Одноступенчатый степ-тест с фиксированной высотой ступени 20 см вне зависимости от массы и роста пациентов, а также от возраста и пола.
- Длительность восхождения на ступеньку составляла 3 минуты со скоростью 30 шагов в минуту под счет метронома
- Фиксировались результаты измерения ЧСС и SpO₂ до проведения степ-теста, во время степ-теста (по окончании 1-й, 2-й и 3-й минуты выполнения теста) и после проведения пробы (на 1-й и 5-й минутах ПВ, а также САД и ДАД до проведения степ-теста и после выполнения пробы в те же временные периоды.

После окончания физической нагрузки отдых проходил в положении «сидя».

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ:

n=40

- ▶ **Группа сравнения:** дети в возрасте от 4,0 до 18,0 лет, без нарушений функций кровообращения:
 - ▶ преобладали мальчики (62,5%, 95ДИ: 47,0-75,8),
 - ▶ преобладали дети младшего школьного возраста (42,5%, 95ДИ: 28,5-57,8),
 - ▶ все дети являлись жителями города (100,0%, 95ДИ: 91,2-100,0).

n=40

- ▶ **Основная группа:** дети в возрасте от 5,0 до 18,0 лет, имеющие нарушения функций кровообращения:
 - ▶ преобладали мальчики (67,5%, 95ДИ: 52,0-79,9),
 - ▶ преобладали дети младшего школьного возраста (32,5%, 95ДИ: 20,1-48,0),
 - ▶ все дети являлись жителями города (100,0%, 95ДИ: 91,2-100,0).

УДЕЛЬНЫЙ ВЕС СЛУЧАЕВ ОСНОВНОЙ ПАТОЛОГИИ У ДЕТЕЙ С НАРУШЕНИЯМИ ФУНКЦИЙ КРОВООБРАЩЕНИЯ

n=40

Основная группа

| Заболевания | Количество | | |
|--|------------|-------------|------------------|
| | абс. | Р, % | 95ДИ |
| Врожденный порок сердца: | 37 | 92,5 | 80,1-97,4 |
| Дефект межпредсердной перегородки | 10 | 25,0 | 14,2-40,2 |
| Дефект межжелудочковой перегородки | 9 | 22,5 | 12,3-37,5 |
| Транспозиция магистральных сосудов | 7 | 17,5 | 8,7-31,9 |
| Открытый артериальный проток | 6 | 15,0 | 7,1-29,1 |
| Бикуспидальный аортальный клапан | 5 | 12,5 | 5,5-26,1 |
| Тетрада Фалло | 3 | 7,5 | 2,6-19,9 |
| Тотальный аномальный дренаж легочных вен | 2 | 5,0 | 1,4-16,5 |
| Стеноз клапана легочной артерии | 1 | 2,5 | 0,4-12,9 |
| Функционально двустворчатое строение аортального клапана | 1 | 2,5 | 0,4-12,9 |
| Аномальное отхождение коронарной артерии от легочной артерии | 1 | 2,5 | 0,4-12,9 |
| Синдром гипоплазии правых отделов сердца | 1 | 2,5 | 0,4-12,9 |
| Гипоплазия левых отделов сердца | 1 | 2,5 | 0,4-12,9 |
| Аневризма межпредсердной перегородки | 1 | 2,5 | 0,4-12,9 |
| Коарктация аорты | 1 | 2,5 | 0,4-12,9 |
| Нарушение ритма и проводимости сердца | 3 | 7,5 | 2,6-19,9 |

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

- Полученные данные обработаны методами вариационной статистики:
 - все данные проверялись на соответствие вида распределения признака закону нормального распределения с использованием критерия Шапиро-Уилка
 - дисперсионный анализ повторных измерений выполнялся с использованием критерия Фридмана
 - post-hoc анализ проводился с использованием критерия Вилкоксона
 - статистическая значимость выявленных различий между показателями двух исследуемых групп определялась с использованием критерия Манна-Уитни

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕНИЯ НАГРУЗОЧНОЙ ПРОБЫ С 30 ПРИСЕДАНИЯМИ

* – $p < 0,05$, критерий Манна-Уитни

| Группа сравнения | | | | | |
|-------------------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| Этапы | ЧСС (уд/мин) | САД (мм рт. ст) | ДАД (мм рт. ст) | ЧД (вдохов/мин) | SpO ₂ (%) |
| До пробы | 84,15 | 105,75 | 67,35 | 21,28 | 97,78 |
| Во время пробы | 134,95 | – | – | – | 95,48 |
| Окончание 1-й минуты ПВ | 96,35 | 123,45 | 78,05 | 26,18 | 96,43 |
| Окончание 5-й минуты ПВ | 87,20 | 107,20 | 69,05 | 23,00 | 98,00 |

| Основная группа | | | | | |
|-------------------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| Этапы | ЧСС (уд/мин) | САД (мм рт. ст) | ДАД (мм рт. ст) | ЧД (вдохов/мин) | SpO ₂ (%) |
| До пробы | 79,68 | 104,03 | 65,92 | 19,50 * | 97,79 |
| Во время пробы | 133,33 | - | - | - | 93,33 * |
| Окончание 1-й минуты ПВ | 97,79 | 118,18 | 73,76 | 24,76 | 97,08 * |
| Окончание 5-й минуты ПВ | 83,50 | 106,34 | 65,45 | 20,18 | 97,68 * |

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕНИЯ НАГРУЗОЧНОЙ ПРОБЫ С 30 ПРИСЕДАНИЯМИ, % ОТ ИСХОДНЫХ ЗНАЧЕНИЙ

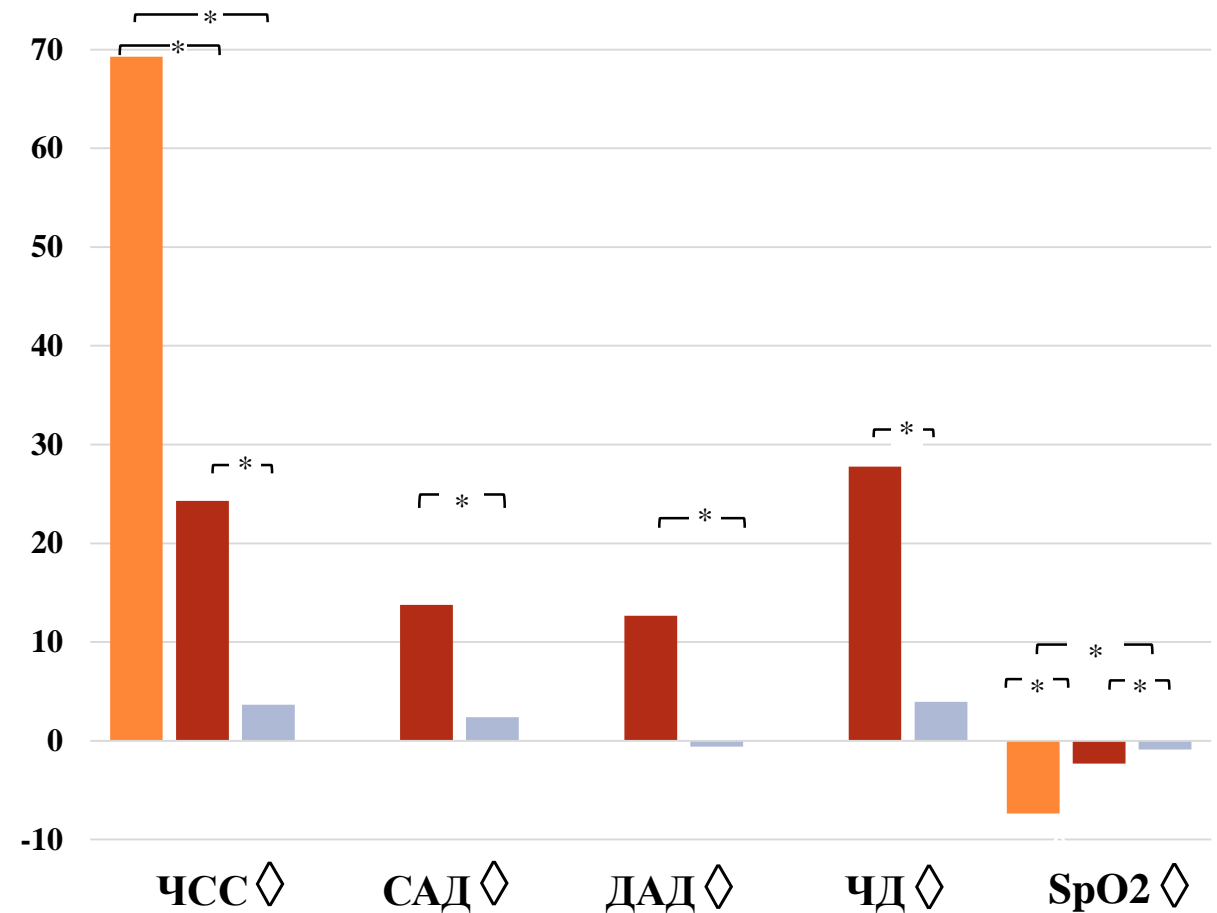
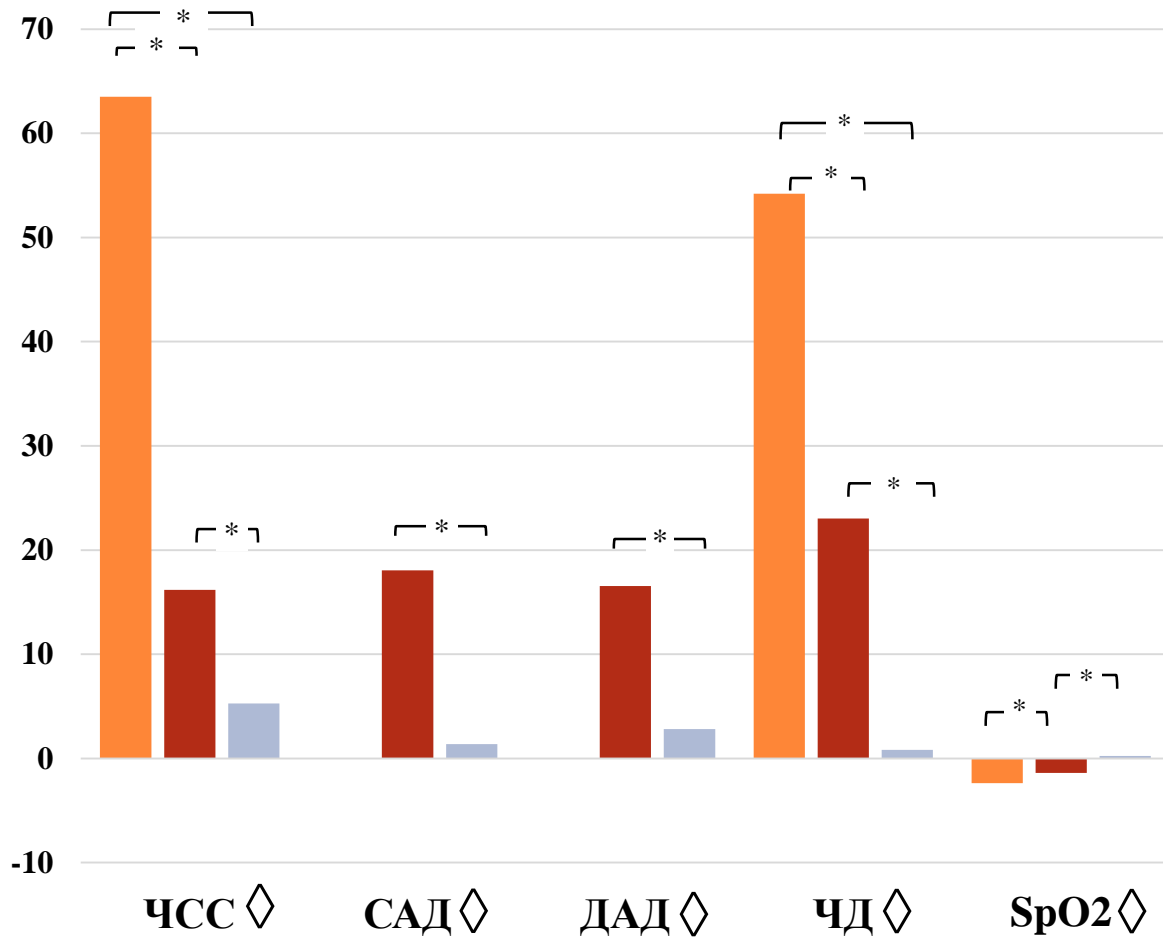
n=40

Группа сравнения

* – $p < 0,05$, критерий Вилкоксона
 ◇ – критерий Фридмана

n=40

Основная группа



■ Во время пробы ■ Окончание 1-й мин. ПВ ■ Окончание 5-й мин. ПВ

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕНИЯ НАГРУЗОЧНОЙ ПРОБЫ В ВИДЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ГАРВАРДСКОГО СТЕП-ТЕСТА

*– $p < 0,05$, критерий Манна-Уитни

| Группа сравнения | | | | | |
|-------------------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| Этапы | ЧСС (уд/мин) | САД (мм рт. ст) | ДАД (мм рт. ст) | ЧД (вдохов/мин) | SpO ₂ (%) |
| До пробы | 88,33 | 106,15 | 69,55 | 20,90 | 97,65 |
| Окончание 1-й мин пробы | 123,60 | - | - | 32,65 | 94,53 |
| Окончание 2-й мин пробы | 134,55 | - | - | 36,25 | 94,05 |
| Окончание 3-й мин пробы | 141,60 | - | - | 37,98 | 93,33 |
| Окончание 1-й мин ПВ | 96,40 | 125,70 | 78,98 | 27,08 | 97,95 |
| Окончание 5-й мин ПВ | 92,33 | 108,15 | 70,98 | 21,10 | 97,63 |

| Основная группа | | | | | |
|-------------------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| Этапы | ЧСС (уд/мин) | САД (мм рт. ст) | ДАД (мм рт. ст) | ЧД (вдохов/мин) | SpO ₂ (%) |
| До пробы | 84,65 | 106,77 | 67,58 | 19,90 | 97,29 |
| Окончание 1-й мин пробы | 113,97 * | - | - | 30,48 * | 93,74 |
| Окончание 2-й мин пробы | 126,90 * | - | - | 33,65 | 91,97 * |
| Окончание 3-й мин пробы | 135,58 * | - | - | 35,00 | 91,22 * |
| Окончание 1-й мин ПВ | 97,65 | 126,32 | 79,35 | 26,68 | 96,97 * |
| Окончание 5-й мин ПВ | 87,35 | 109,65 | 68,94 | 20,74 * | 97,65 |

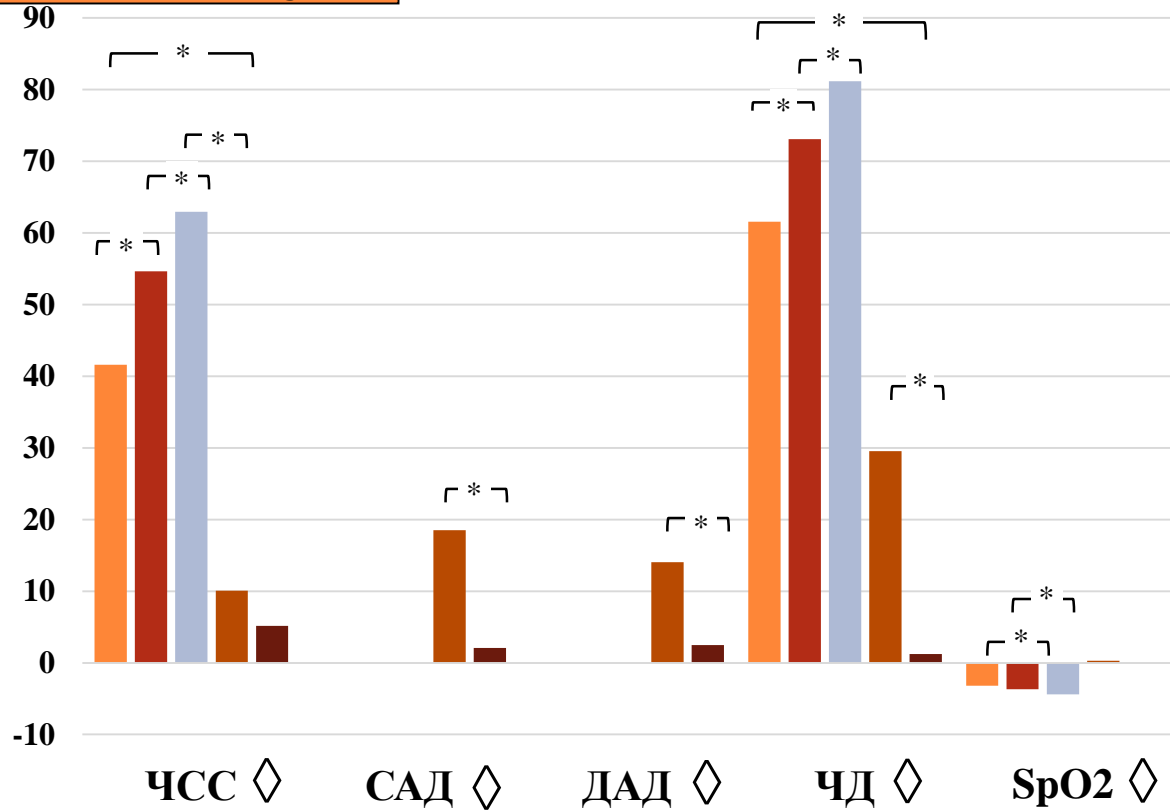
▲ - $p < 0,05$, критерий Вилкоксона (между соответствующими показателями в покое перед началом выполнения пробы с 30 приседаниями и перед началом выполнения модифицированного Гарвардского степ-теста)

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕНИЯ НАГРУЗОЧНОЙ ПРОБЫ В ВИДЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ГАРВАРДСКОГО СТЕП-ТЕСТА, % ОТ ИСХОДНЫХ ЗНАЧЕНИЙ

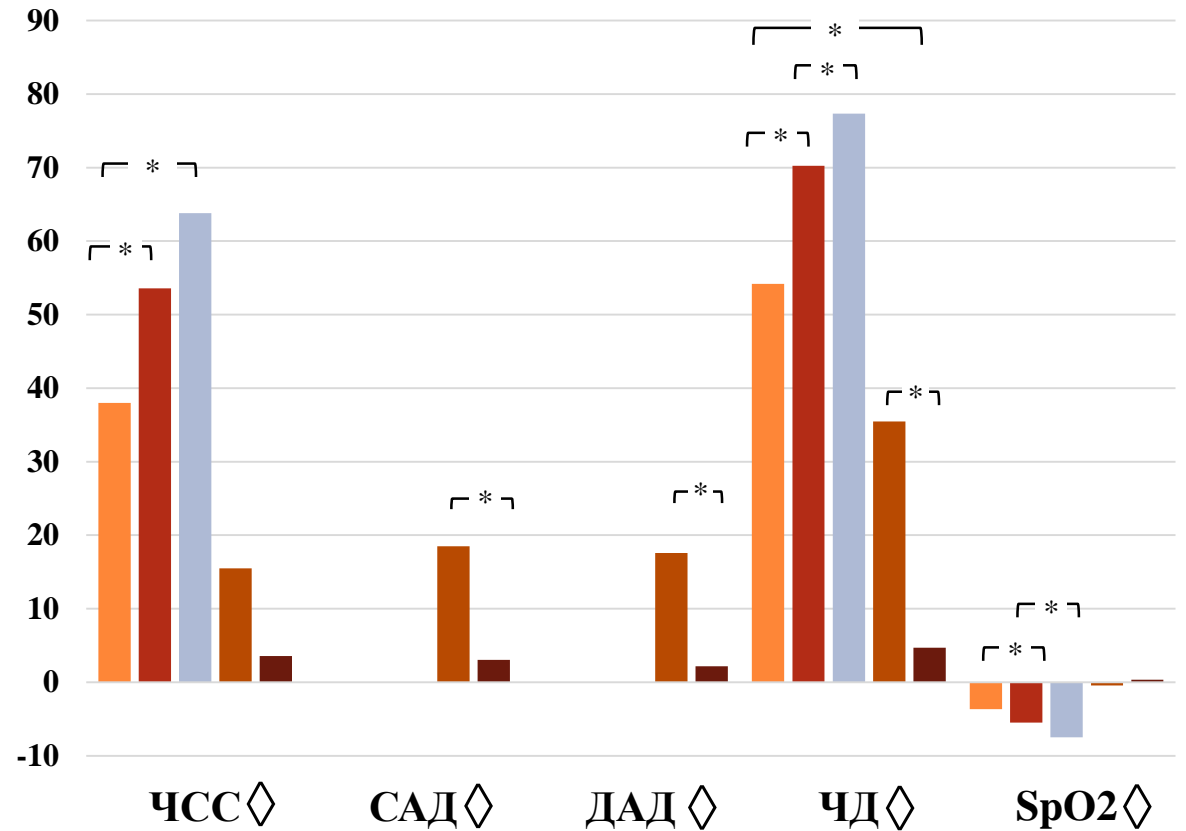
n=40
Основная группа

* – $p < 0,05$, критерий
Вилкоксона
◇ – критерий Фридмана

n=40
Группа сравнения



■ Окончание 1-й мин. пробы
■ Окончание 2-й мин. пробы
■ Окончание 3-й мин. пробы
■ Окончание 1-й мин. ПВ
■ Окончание 5-й мин. ПВ



■ Окончание 1-й мин. пробы
■ Окончание 2-й мин. пробы
■ Окончание 3-й мин. пробы
■ Окончание 1-й мин. ПВ
■ Окончание 5-й мин. ПВ

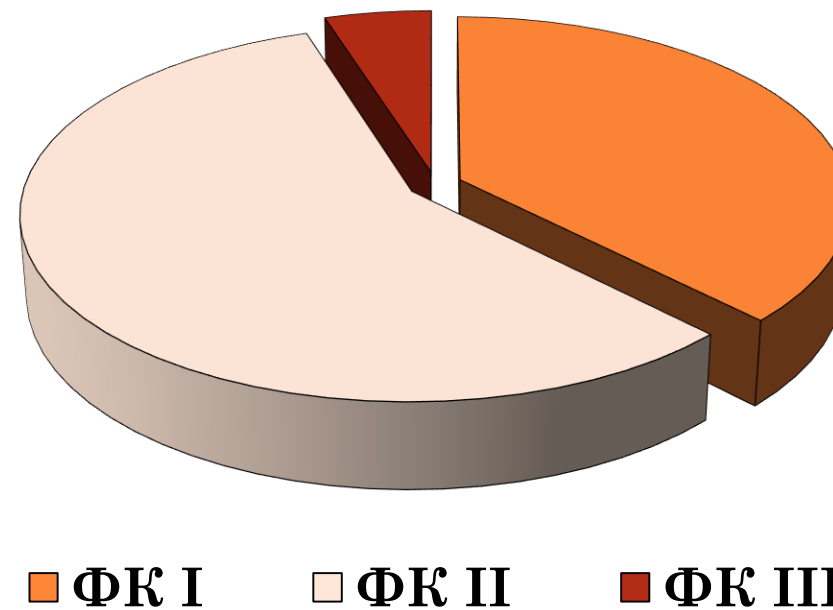
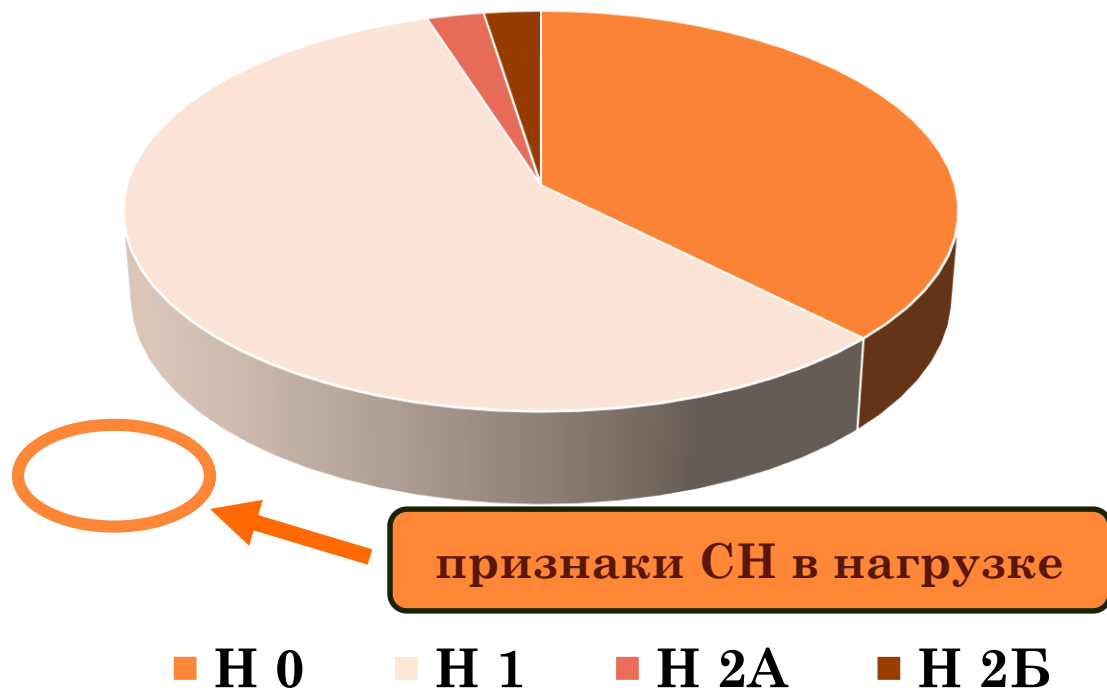
Оценка результатов нагрузочных проб у детей с нарушениями функций кровообращения

| Количество не восстановленных параметров КРС | Проба с 30 приседаниями | | | | | | Модифицированный Гарвардский степ-тест для детей (n=31) | | | | | |
|---|-------------------------|------|-----------|------------------------|------|-----------|---|------|-----------|------------------------|------|-----------|
| | Группа сравнения (n=40) | | | Основная группа (n=40) | | | Группа сравнения (n=40) | | | Основная группа (n=40) | | |
| | абс. | Р, % | 95ДИ | абс. | Р, % | 95ДИ | абс. | Р, % | 95ДИ | абс. | Р, % | 95ДИ |
| 0 (восстановлены все -ЧСС, САД, ДАД, ЧД, SpO2) | 20 | 50,0 | 37,3-67,5 | 37 | 92,5 | 80,1-97,4 | 10 | 32,3 | 18,6-49,9 | 30 | 75,0 | 59,8-85,8 |
| 3 (ЧСС, САД, ДАД) | 1 | 2,5 | 0,5-13,5 | 0 | 0,0 | 0,0-8,8 | 2 | 22,2 | 6,3-54,7 | 0 | 0,0 | 0,0-8,8 |
| 2 (САД, ДАД) | 2 | 5,0 | 1,5-17,3 | 0 | 0,0 | 0,0-8,8 | 4 | 12,9 | 5,1-28,9 | 1 | 2,5 | 0,5-13,5 |
| 1 (из параметров ЧСС, САД, ДАД, ЧД, SpO2) | 16 | 40,0 | 27,9-57,8 | 3 | 7,5 | 2,6-19,9 | 14 | 45,2 | 29,2-62,2 | 9 | 0,0 | 0,0-8,8 |
| 5 (не восстановлены все -ЧСС, САД, ДАД, ЧД, SpO2) | 1 | 2,5 | 0,5-13,52 | 0 | 0,0 | 0,0-8,8 | 1 | 3,2 | 0,6-16,2 | 0 | 0,0 | 0,0-8,8 |

СТЕПЕНЬ ВЫРАЖЕННОСТИ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ У ДЕТЕЙ С НАРУШЕНИЯМИ ФУНКЦИЙ КРОВООБРАЩЕНИЯ (КЛАССИФИКАЦИЯ ВАСИЛЕНКО-СТРАЖЕСКО)

СТЕПЕНЬ ТЯЖЕСТИ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ У ДЕТЕЙ С НАРУШЕНИЯМИ ФУНКЦИЙ КРОВООБРАЩЕНИЯ (КЛАССИФИКАЦИЯ NYHA)

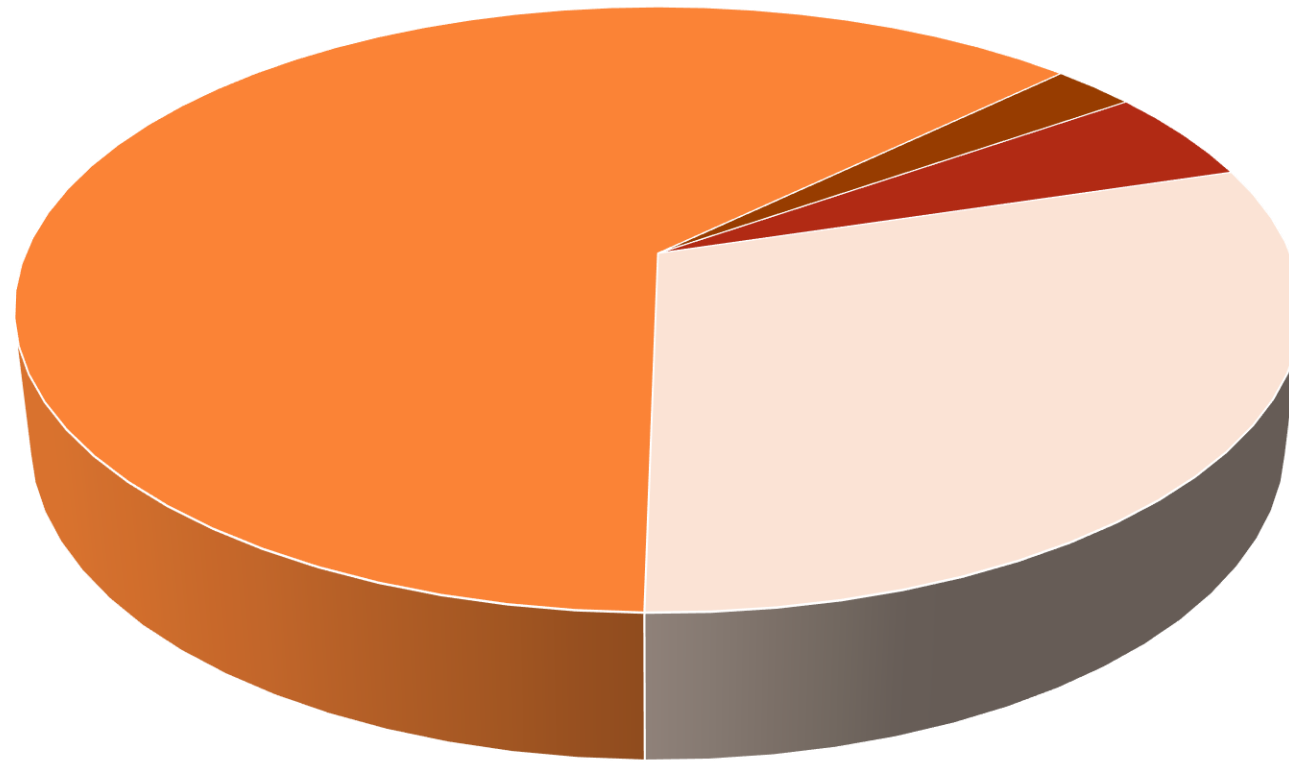
у 100,0% СН с сохраненной фракцией выброса: ФВ по Тейхольцу > 55%



n=40

Основная группа

СТЕПЕНЬ ВЫРАЖЕННОСТИ НАРУШЕНИЙ ФУНКЦИЙ КРОВООБРАЩЕНИЯ



■ Незначительные ■ Легкие ■ Умеренные ■ Выраженные

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ:

Предварительные данные свидетельствуют, что функциональные пробы в виде контролируемого выполнения дозированной физической нагрузки у детей следует включить в обязательные мероприятия диагностики сердечно-сосудистой системы с последующей оценкой степени выраженности нарушения функций кровообращения



**СПАСИБО
ЗА ВНИМАНИЕ!**