

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ  
ПЕТРА МОГИЛИ**

Факультет фізичного виховання і спорту  
Кафедра медико-біологічних основ спорту та фізичної реабілітації

**ОСОБЛИВОСТІ ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО  
СТАНУ ВЕГЕТАТИВНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ В ПРОЦЕСІ  
ФІЗИЧНОЇ РЕАДАПТАЦІЇ ДІТЕЙ В УМОВАХ РУХОВИХ РЕЖИМІВ  
РІЗНОЇ СПРЯМОВАНОСТІ**

**Дипломна робота**

Студент 685групи  
Астремський Антон Олександрович  
Науковий керівник  
д.б.н., проф. Коробейніков Г.В.

**МИКОЛАЇВ- 2022**

ЗГІДНО РІШЕННЯ КАФЕДРИ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ОСНОВ СПОРТУ  
ТА ФІЗИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ

Протокол № 8 від 17 січня 2022 року

дипломну роботу магістра

на тему: «Особливості зміни показників функціонального стану вегетативної нервової системи в процесі фізичної реадаптації дітей в умовах рухових режимів різної спрямованості» рекомендувати до захисту.

Завідувач кафедри

Сергій ГЕТМАНЦЕВ

Декан факультету

Андрій ЧЕРНОЗУБ

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	5
<b>РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	9
1.1. Вікова періодизація, критичні періоди.....	9
1.2. Кардіоінтервалів і варіабельність ритму серця.....	11
1.3. Функціональні проби при дослідженні серцево-судинної системи.....	17
1.4. Проблеми адаптації організму до фізичних навантажень.....	21
<b>РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛ, МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....	26
2.1. Методи досліджень.....	26
2.2. Організація досліджень.....	29
<b>РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ</b> ....	30
3.1. Антропометричні показники у дітей.....	30
3.2. Характеристика показників електричної активності міокарда у дітей ...	30
3.2.1. Тривалість і варіабельність кардіоінтервалів у дітей 6-7 років.....	30
3.2.1.1. Дослідження із застосуванням ФН динамічного характеру (ДП).....	30
3.2.1.1.1. Аналіз результатів по підгрупах.....	38
3.2.1.1.2. Спектральний аналіз.....	45
3.2.1.2. Дослідження із застосуванням ФН статичного характеру (СП).....	48
3.2.1.2.1. Аналіз результатів по підгрупах.....	55
3.2.1.2.2. Спектральний аналіз.....	61
3.2.1.3. Особливості інтервалів ЕКГ в залежності від характеру фізичного навантаження.....	65
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	67
<b>ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ</b> .....	
<b>ПОСИЛАННЯ</b> .....	69

## СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

**АК** - стан активації міокарда (деполяризації міокарда) **ВНС** - вегетативна нервова система

**ВРС** - варіабельність ритму серця

**ІМТ** - індекс маси тіла

**ІПС** - ізопотенціальний стан міокарда

**КІГ** - кардіоінтервалограма

**КЦ** - кардіоінтервал

**ПС** - потенціал спокою

**ПД** - потенціал дії

**РеАК** - стан реактивації міокарда (реполяризації міокарда)

**СА** - спектральний аналіз

**СГФ** - скатерографія

**ССС** - серцево-судинна система

**ФН** - фізичне навантаження

**ФР** - функціональні резерви

**ЧСС** - частота серцевих скорочень

**ЕКГ** – електрокардіограма

## Вступ

**Актуальність теми дослідження.** Електрофізіологічні дослідження серця актуальні для клініки і фундаментальної науки. У вивченні електричних показників серця одним з найважливіших методів є електрокардіографія (ЕКГ), за допомогою якої оцінюється характеристика електричних властивостей міокарда [15, 53, 69, 79, 90]. Елементи ЕКГ містять інформацію про походження і динаміці потенціалів в кардіоміоцитах. У числі цих показників, досліджуваних за допомогою ЕКГ, представляють інтерес інтервали RR, RT і TR. Інтервал RR характеризує загальну скоротливу активність серця на основі даних по RT і TR. Інтервал RT відображає процес поширення деполяризації по міокарду, формування фази абсолютної рефрактерності в роботі серця (стан активації міокарда). Інтервал (сегмент) TR відповідає включенню процесу реполяризації, формуванню фази відносної рефрактерності (ізопотенціальний стан). Вимірювання тривалості цих елементів ЕКГ дозволяють оцінювати електрофізіологічні показники міокарда, оскільки вони відображають, з одного боку, стан потенціалів спокою та дії в клітинах, а з іншого боку, є основою формування ЧСС і варіабельності ритму серця (ВРС). Щодо ВРС в сучасній фізіології накопичено фактичний матеріал [42, 83, 96]. Однак лише в окремих з них [50, 52, 53, 73] містяться дані про внесок тривалості окремих елементів ЕКГ в цю найважливішу характеристику роботи серця.

Слід зазначити, що в більшості робіт віддається перевага опису тривалості інтервалу RR [8, 34, 59, 67]. При цьому практично не досліджені ЕКГ елементи RR, RT і TR, тому вони складають основу нашої дисертації. До теперішнього часу в цій області науки отримані матеріали про дії функціональних проб різного характеру на властивості міокарда [47, 51, 89]. Однак в цих дослідженнях відчувається певна фрагментарність, оскільки практично відсутні відомості про залежність даних від віку і дозованих навантажень різного типу.

Тоді як актуально для клініки і фундаментальної науки вивчення впливу нейрогуморальних ефектів на роботу серця до і після застосування фізичних навантажень (ФН) різного характеру [5, 6, 43, 73]. У ряді робіт використовують ФН з урахуванням віку людини [1, 17, 33, 41, 67]. Такий підхід дозволяє об'єктивно оцінювати функціональні резерви (ФР) серця [21, 40, 56, 62, 70].

Вирішення цих завдань особливо актуально для критичних періодів онтогенезу. Вік 6-7 років відноситься до періоду першого дитинства, а вік 18-19 років - до юнацького. Перший розглядають як критичний [13], оскільки сучасні технології підготовки дитини до школи дуже впливають на дитячий організм на тлі вікових морфофункціональних змін, які потребують витрат функціональних резервів [13, 30, 31, 40, 55, 97].

**Об'єкт дослідження** – функціональний стан дітей.

**Предмет дослідження** – процес реадаптації в умовах рухової активності.

**Мета дослідження.** Виявлення характеристик електрофізіологічних показників міокарда при фізичних навантаженнях в першому дитячому періоду.

**Завдання дослідження:**

1. Визначити тривалість ізопотенціального стану і стану активації міокарда по тривалості сегмента TP і інтервалу PT на ЕКГ у дітей під час відносного спокою (контроль).

2. Виявити величину зміни тривалості ізопотенціального стану і стану активації міокарда за показниками тривалості сегмента TP і інтервалу PT у дітей під впливом фізичних навантажень динамічного і статичного характеру.

3. Встановити залежність електрофізіологічних показників міокарда після фізичних навантажень від їх фонового рівня.

4. Дослідити вплив тривалості ізопотенціального стану і стану активації міокарда на варіабельність ритму серця в залежності від характеру

фізичних навантажень.

**Методи дослідження:** аналіз науково-методичної літератури, антропометрія, електрокардіографія, функціональні проби, методи математичної статистики.

**Наукова новизна дослідження.**

- встановлено на підставі показників тривалості інтервалу РТ, що в контролі у дітей період поширення деполяризації по часу не відрізняється. Це свідчить про однакову тривалості фази абсолютної рефрактерності і, ймовірно, про різну швидкість активації міокарда в досліджених періодах онтогенезу;

- виявлено, що у дітей 6-7 років, судячи з даних про тривалість сегмента ТР, у відповідь на фізичні навантаження динамічного і статичного характеру тривалість фази відносної рефрактерності достовірно не змінюється, хоча і простежується тенденція до зростання показників в умовах динамічних і статичних навантажень. Тривалість фази абсолютної рефрактерності (деполяризація міокарда) за даними про тривалість інтервалу РТ залишається на рівні контролю;

- результати вивчення індивідуальних внутрішньогрупових показників тривалості інтервалів ЕКГ свідчать про те, що, так само, як у дітей, так і юнаків, тривалість фази відносної рефрактерності (реполяризація міокарда) вдвічі більше змінюється при відносно низьких рівнях ЧСС і практично не змінюється при більш високих рівнях ЧСС. Тим самим показана пряма пропорційна залежність результатів тривалості інтервалів від їх рівня в контролі. При цьому тривалість фази абсолютної рефрактерності (деполяризація міокарда) залишається практично без змін;

- відзначено, що на 85-90%, виходячи даних про тривалості сегмента ТР, ВРС визначається тривалістю фази відносної рефрактерності, в той час, як, за даними про інтервал РТ, залежність ВРС від часу фази абсолютної рефрактерності мінімальна - 10-15%. З почастищенням ритму роботи серця варіабельність зменшується, що особливо чітко ілюструється за допомогою

кардіоінтервалографії.

**Теоретична і практична значущість роботи.** Дані про електричну активність міокарда, отримані за тривалістю сегмента TP (ШС) і інтервалу PT (АК) до і після короткочасних напруг організму двох типів у дітей, вносять внесок в подальшу розробку уявлень про найважливіші фактори, що визначають і регулюють варіабельність ритму серця ( ВРС) і регуляторно-адаптивні можливості організму в цілому. Отримані в роботі матеріали вперше проведених комплексних міжгрупових і внутрішньо-групових досліджень електричних властивостей міокарда, зокрема, особливостей змін тривалості і варіабельності інтервалів TP і PT в залежності від характеру ФН і віку, можуть знайти застосування при аналізі закономірностей і механізмів розвитку в онтогенезі ФР серця, внести істотний внесок у вивчення проблеми адаптації у віковому аспекті, використовуватися в як маркери функціонального стану серця у спортивній фізіології та клініці.

Результати досліджень представляють методичний інтерес для організації робіт з вікової та спортивної фізіології, медицини. Представлені в роботі матеріали обстежень можуть бути використані в лекційних курсах і на практичних заняттях, у викладанні ряду медико-біологічних навчальних дисциплін (кардіології, загальної, вікової, спортивної фізіології) у вищих і середніх навчальних закладах, при написанні випускних кваліфікаційних робіт та навчальних посібників.

**Структура й обсяг роботи.** Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел (139). Загальний обсяг **дипломної** роботи складає 84 сторінки, вона містить 13 таблиць та 16 рисунків.



## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

### 1.1. Вікова періодизація, критичні періоди

Загальноприйнятою класифікації вікових періодів немає. Одні дослідники за основу класифікації вікових періодів беруть дозрівання статевих залоз, швидкість росту і диференціювання тканин і органів, інші - рівень дозрівання кісток скелета або ступінь розвитку ЦНС. Існуюча в даний час вікова періодизація з виділенням періодів новонародженості, ясельного, дошкільного і шкільного віку відображає швидше систему дитячих освітніх установ, ніж системні вікові особливості [10, 38, 44, 98].

Певні періоди формування окремих функцій як органів, так і систем організму, прискорення і уповільнення їх зростання спостерігаються в ході розвитку людини. Періоди прискорення розвитку різних функцій не збігаються. Наприклад, в перший рік життя і в період статевого дозрівання відбувається найбільш інтенсивне зростання довжини тіла. Також до 1 року освоюються основні пози, до трьох років закладаються основні рухи, до трьох ж років формується мова, з 4-х років - мовна регуляція рухів. Зміна зубів починається в 5-6 років, імунна система і імунітет в цілому формується до 12 років, нарощування ваги тіла і ваги серця відбувається після 14 років. Також поступово відбувається формування полів кори великих півкуль в головному мозку. У перші роки життя - первинних, в період першого дитинства (до 5-7 років) - зона впізнання і осмислення інформації і вже до 18-20 функціонально розвиваються зони прогнозування та формування програм поведінки. Згідно зі схемою вікової періодизації від 1965 року народження, вік 6-7 років відноситься до періоду першого дитинства, а вік 18-19 років - юнацького віку [2, 7, 10, 84]. Для кожного з цих вікових періодів характерні специфічні особливості.

Перехід від одного вікового періоду до іншого називають переломним етапом індивідуального розвитку, або критичним періодом. Тривалість

окремих вікових періодів в значній мірі мінлива. В цілому критичні періоди характеризуються підвищеною чутливістю до дії як позитивних, так і негативних факторів. Ці періоди істотно впливають на наступні етапи розвитку організму і на весь життєвий цикл людини.

Фактори середовища, оптимально впливають на певному етапі розвитку організму, в інші періоди можуть бути нейтральними або негативними. Відзначається різна відносна значимість спадкових і середовищних факторів у ті чи інші періоди зростання і розвитку організму людини. У критичні періоди рівновагу розвиваються систем порушено. Старі механізми регуляції вже вичерпали себе, а нові ще не досягли певного рівня зрілості. Ступінь чутливості при цьому змінюється: спочатку вона збільшується, досягаючи максимуму, потім знижується [23, 49, 67].

Один з критичних періодів припадає на вік 6-7 років. До цього віку припадає початок навчання в школі [10, 66, 73]. Мабуть, цей вік - один із самих основних моментів в житті дітей цього віку, так як кардинально змінюється їхнє життя, що пов'язано з адаптаційними можливостями організму. Змінюється їхній спосіб життя, з'являються нові обов'язки, інтерес до нових видів діяльності, падає рухова активність та ін. Для дітей цього віку характерні пізнавальні інтереси, встановлення і збереження позитивних взаємин з дорослими і однолітками. У цьому віці відбувається завершення процесів розвитку і перетворення системи органів дихання, травлення, ендокринної та інших систем. Триває розвиток серцево-судинної системи (ССС), удосконалюється регуляція кровообігу. Навіть 15 - 20 хвилинна навчальне навантаження викликає серйозне напруження серцево-судинної системи, може порушуватися робота серця [97, 132, 175]. За даними ВООЗ, вік 6-7 років є критичним періодом у розвитку серцево-судинної системи, коли виявлено посилення центральних впливів на серце, що створює менш сприятливі умови для його функціонування, тому з особливою обережністю слід призначати фізичні навантаження. ССС особливо чутливо реагує на всі дії, що проявляється на варіабельності серцевого ритму (ВСР) [31, 129, 132,

138, 173, 175, 186].

У зв'язку з труднощами адаптації дітей цього віку, необхідно комплексне вивчення функціонального стану організму. З огляду на особливості фізичного розвитку, підготовленості і динаміку фізіологічних показників, особливої уваги потребує серцево-судинна система, оскільки вона забезпечує пристосовність всіх функцій організму [30, 39, 72].

Ще один зі складних періодів в онтогенезі людини - 18-19 років. У цей період спостерігається ще один перехід з однієї соціальної групи (школярі) в іншу (студенти). Цей період характерний тим, що саме в цьому віці в організмі завершуються етапи формування психологічних і фізіологічних систем. Завершуються морфологічні зміни серцево-судинної системи, а саме наростання маси серця, яке особливо інтенсивно відбувається в перші два роки життя, в підлітковому віці і в 18-19 років. Зменшується ЧСС, що обумовлено зростанням холінергічних впливів на серце [81, 93].

У критичні періоди у людини недостатньо енергетичних ресурсів для забезпечення адаптаційних процесів, внаслідок чого збільшується ризик виникнення різних захворювань. Тому вивчення цих періодів має велике значення для фізіології і медицини: можна виявити терміни оптимального досягнення результатів при формуванні рухових навичок та інтелектуальних здібностей [7 43].

Треба звернути увагу на те, що вікова періодизація - це, перш за все, психологічні характеристики дитини, юнака і дорослого, особливості життя в соціальному оточенні. Працюючи в галузі фізіології, необхідно звертати увагу на періодизацію в рамках морфофізіологічних вікових особливостей, де всі системи пов'язані між собою. Тому становить інтерес порівняти фізіологічні особливості різних вікових груп в розрізі соціального статусу дитини і юнака.

## **1.2. Кардіоінтервалів і варіабельність ритму серця**

Механізми адаптації до мінливих умов середовища пов'язані з роботою

ССС, яка реагує на дії змінами таких, зокрема, показників як ЧСС і варіабельність ритму серця (ВРС). У здорових людей інтервал від початку циклу одного серцевого скорочення до початку іншого не є однаковим, він постійно змінюється. Це явище отримало назву варіабельність ритму серця, яка спостерігається навіть в стані спокою в положенні лежачи. Першим це виявив в 1760 році швейцарський фізіолог Альбрехт фон Галлер [43, 64], який вперше висловив думку про автоматизм серця, а також доповнив вчення У. Гарвея, уточнивши зв'язок різних органів системи кровообігу, і встановив, що пульс артерій і капілярів відповідає скороченням серця.

В даний час визначення ВРС визнано найбільш інформативним неінвазивним методом кількісної оцінки вегетативної регуляції ритму. Показники ВРС відображають життєво важливі показники управління фізіологічними функціями організму - вегетативний баланс і функціональні резерви механізмів його управління. Аналізуючи ВРС, можливо оцінювати функціональний стан організму і стежити за його динамікою, аж до патологічних станів різким зниженням ВРС. Важливу роль в оцінці ВРС надають віково-статевих особливостей. Характерно, що непостійність інтервалу між кардіоінтервалів знаходиться в межах певної середньої величини, яка є оптимальною для певного функціонального стану організму. Це говорить про те, що ВРС слід оцінювати тільки при стаціонарних станах, так як при будь-якій зміні статусу організму серцевий ритм починає підлаштовуватися під новий функціональний рівень [8, 12, 28, 64]. Перші результати дослідження ВРС були опубліковані в 1965 році.

Складність практичного застосування цього методу полягає в значних індивідуальних відмінностях параметрів серцевого ритму у здорових людей. Зміна серцевого ритму - оперативна реакція організму у відповідь на будь-який вплив. Серцевий ритм у людини, що відрізняється міцним здоров'ям, не можна назвати постійною величиною. Він змінюється під впливом різних факторів. Так, серце реагує на різноманітні ефекти в умовах норми і патології [8, 34, 65, 77, 87, 100]. Мінливість, мінливість будь-яких показників як

відповідна реакція на всілякі подразники, і є варіабельність. Перш за все, в основі даного зміни лежить забезпечення балансу між симпатичної і парасимпатичної нервової системою, спираючись на яке, в основному, вивчають варіабельність серцевого ритму різними методами [8, 64, 87, 88, 92]. Регуляція серцевого ритму в фізіологічних умовах є результатом ритмічної активності пейсмейкерів синоатріального вузла (САУ) і моделює впливу вегетативної (ВНС) і центральної (ЦНС) нервової систем, ряду гуморальних і рефлекторних впливів. Симпатичний відділ стимулює діяльність серця (підвищує ЧСС) за рахунок стимуляції бета-адренорецепторів САУ, а парасимпатичний пригнічує її (зменшує частоту серцевих скорочень) за рахунок стимуляції холінорецепторів САУ. Симпатична система має більший вплив над шлуночками, в той час як парасимпатична - надає дію на синоатріальний і атріовентрикулярний вузли.

Парасимпатична система регуляції вважається високочастотною системою регуляції, медіатором корою є ацетилхолін, що руйнується холінестеразу. Зміна активності парасимпатичних впливів призводить до зміни ритму серця. Посилення симпатичних компонентів ВНС викликає збільшення частоти серцевих скорочень. Норадреналін збільшує частоту спонтанних збуджень автоматичних клітин САУ. При стимуляції серцевих симпатичних нервів ЧСС починає підвищуватися. Після припинення стимуляції симпатичних волокон хронотропний ефект з часом зникає, в результаті чого ритм повертається до контрольного рівня. Отже, симпатична система регуляції кровообігу є повільною системою регуляції. Діяльність ВНС знаходиться під впливом ЦНС. У довгастому мозку розташовується серцево-судинний центр, який об'єднує парасимпатичний, симпатичний і судиноруховий центри. Стовбур мозку безперервно підтримує вегетативний тонус. Уповільнює вплив на ССС надає роздратування «трофотропних» відділів, до симпатичної активації призводить роздратування «ерготропних» відділів гіпоталамуса. Активує, в свою чергу, моторні і вегетативні центри кора головного мозку, який являє собою вищий регуляторний центр

інтегративної діяльності [8, 15, 88, 90].

Аналіз ВРС є доступним і простим методом оцінки ФР організму і, завдяки своїй неінвазивності, найбільш популярним. Він допомагає дати оцінку щодо функціонального стану організму, так як відображають життєво важливі показники управління його фізіологічними функціями, до яких відносять функціональні резерви механізмів його управління і вегетативний баланс [8, 69].

Також дозволяє оцінити вегетативну регуляцію ритму серця, рівень стресового напруження, а також рівень фізичної тренуваності. Дослідження ВРС дозволяють здійснювати ранню діагностику захворювань і отримувати інформацію про прогноз захворювань, а також допомагають реалізувати патогенетичний підхід в лікуванні серцево-судинних порушень при різних захворюваннях внутрішніх органів [9, 34, 48, 88].

Різними авторами в різні часові періоди це питання було проаналізовано в широкому плані: вікових змін [11, 18, 38, 51, 60, 68, 92], змін після різних навантажень [58, 72, 76], в залежності від положення тіла [16, 34, 92], в залежності від сезону року [32, 43, 62], під час і після захворювань [8, 20, 45, 49, 83], з урахуванням статевих особливостей [4, 9, 11, 46], з урахуванням трудової діяльності [3, 25, 55, 72].

У фізіологічних дослідженнях та клінічній практиці у здорових і хворих людей широко застосовується аналіз ВРС. Але все ж до сих пір залишається проблематичною трактування природи ВРС і питання про показники ВРС, так як до сьогоденного часу не існує єдиної уніфікованої системи обробки параметрів, що характеризують ВРС, що залежить від віку і хронобіологічних факторів [9, 47, 64, 88, 96].

Спектральний або частотний аналіз ВРС (frequency domain) передбачає поділ оброблюваної вибірки (кількість аналізованих інтервалів за певний час інтервалів RR за допомогою швидкого перетворення Фур'є і (або) ауторегресивного аналізу на частотні діапазони різної щільності.

При спектральному аналізі (СА) первинно обробляються різні часові

відрізки запису. Відповідно до класичної фізіологічної інтерпретації, для коротких ділянок стаціонарної записи високочастотний компонент спектра (high frequency - HF: хвилі від 0,15 до 0,40 Гц) відображає, в першу чергу, рівень парасимпатичних впливів і дихальної аритмії на серцевий ритм. Низькочастотний компонент (low frequency: хвилі від 0,04 до 0,15 Гц) - переважно симпатичні впливи, але його парасимпатичний тонус також впливає на його формування. Дуже низькочастотний компонент (very low frequency: хвилі від 0,015 до 0,04 Гц), генез якого досі незрозумілий і, найімовірніше, пов'язаний з впливом симпатичних і нейрогуморальних регуляцій.

Скатерографія або кореляційна ритмографія - графічне відображення розподілу кардіоінтервалів (попереднього і наступного) в двомірній координатній площині. Цей спосіб оцінки ВРС відноситься до методів нелінійного аналізу. Завдяки цьому методу оцінюють зрушення кардіоінтервалів після навантажень, активність симпатичної вегетативної нервової системи по відношенню до серця [9, 88, 101].

Звертає на себе увагу наступне: в літературі ВРС розглядають із застосуванням електрокардіограми (ЕКГ) в основному за тривалістю інтервалів RR, рідше за такими елементами, як PP (повний кардіоцикл), PT, що відображає стан активації і реактивації міокарда (АК), і вкрай рідко по сегменту TP, який відображає ізопотенціальний стан міокарда (ІПС) [9, 12, 16, 27, 40, 47, 75]. Для оцінки адаптивних можливостей організму або рівня стресу застосовують оцінку ВРС в різних областях фізіології і медицини. При аналізі електрокардіограми розраховують середні значення інтервалу RR (рідше PP) і значення максимальних і мінімальних інтервалів на електрокардіограмі. Саме по ним роблять висновок про прояв синусової аритмії, який відображає рівень вегетативного впливу на серцевий ритм.

Тим часом, не менший інтерес представляє вивчення електричних властивостей серця по інтервалах між зубцями Р кардіоінтервалів, оскільки з зубця Р починається процес активації міокарда [48]. При вивченні

хронотропної і дромотропної властивостей міокарда важливі такі інтервали ЕКГ, як ТР і РТ, які відображають на електрокардіограмі такі важливі електричні властивості міокарда, як ізопотенціального стану - ПС (сегмент ТР), під час якого відбувається вільне наповнення шлуночків кров'ю, і стан активації (АК) і реактивації (Реаком) міокарда (інтервал РТ) .

Є відомості про те, що зміни тривалості кардіоінтервалів під дією ФН виявляються особливо яскраво в коливаннях тривалості ПС (сегмент ТР) [50, 52, 53, 76]. При цьому в довідковій літературі не враховується різниця між такими поняттями, як тривалість інтервалів і їх варіабельність. На сьогоднішній день докладних даних про ці інтервалах недостатньо.

В одній з останніх робіт [51] показано, що в залежності від періоду онтогенезу паралельно з поступовим зниженням ЧСС відбуваються суттєві зміни тривалості інтервалів ЕКГ, що очевидно значимо для вікової фізіології та медицини.

Середні коливання тривалості передсердно-шлуночкового комплексу QRS, більш складного і мінливого за формою, який відображає біоелектричні процеси [113, 116, 150], що виникають при поширенні збудження по міокарду шлуночків, у дітей варіюються від 0,07 до 0,09 с, у юнаків - 0,06 до 0,10 с. У нормі становить 0,06-0,08 (до 0,1 с). Середні коливання інтервалу PQ, відповідного часу проходження збудження по передсердям і атріовентрикулярному вузлу до міокарда шлуночків, у дітей складають від 0,12 до 0,14 с, у юнаків - від 0,12-0,16 с.

При відсутності зубця Q, вимірюється інтервал PR. PQ залежить від віку, маси тіла частоти серцевого скорочень [47, 48, 91, 94, 130]. У нормі становить 0,12-0,18 с (до 0,20 с). З віком інтервал подовжується: до 14 років - максимальна тривалість складає до 0,16 с, 14-17 років - 0,18 с; старше 17 років - 0,20 с.

За результатами, представленими авторами у дітей тривалість PQ знаходиться в межах норми, у юнаків - трохи нижче норми. Норма інтервалу QT, що відображає електричну систолу шлуночків на електрокардіограмі, -



0,35-0,44 с, у дітей тривалість інтервалу менше. Дані, представлені в літературі, знаходяться в межах норми. Інтервал QT залежить від статі, віку, частоти серцевого ритму [1, 34, 59, 70, 87].

### **1.3. Функціональні проби при дослідженні серцево-судинної системи**

На стан серцево-судинної системи (ССС) людини протягом усього життєвого шляху в значній мірі відображаються не тільки морфологічні, але і функціональні зрушення, які виникають під впливом напруги після всіляких навантажень. У зв'язку з цим функціональний стан серцево-судинної системи є одним з найважливіших показників стану організму в цілому, так як ССС найтіснішим чином пов'язаний з діяльністю всіх органів і систем.

Ритм і частота серцевих скорочень (ЧСС) привертає особливу увагу фахівців при дослідженні серцево-судинної системи, як один з показників функціонального стану організму. Широко відома залежність ЧСС від стану центральної нервової системи і нервово-гуморальних впливів.

Додаткову інформацію при визначенні функціонального стану організму одержують при аналізі ВРС в умовах функціональних проб [6, 74, 82, 94]. Функціональні проби неінвазивного характеру використовують і в клініці, і в педагогіці. У фізіології і медицині все ширше застосовуються навантажувальні проби для визначення норми реагування організму і його систем, а також оцінки резервних можливостей [17, 83]. Функціональні проби почали застосовуватися в спортивній медицині на початку ХХ століття. Поступово арсенал проб розширювався за рахунок нових тестів.

У практиці лікарського контролю найбільш специфічні функціональні проби серцево-судинної системи, які називаються так в силу того, що до і після застосування напруги організму визначають зміни пульсу і артеріального тиску як найбільш простих і чутливих показників. Слід зазначити, що в стані спокою неможливо оцінити резерви організму і його

функціональні і адаптивні здібності до фізичного навантаження, незважаючи на найдосконаліші використовувані методи. За даними досліджень в спокої не можна оцінити здатності організму максимально ефективно використовувати свої закладені природою можливості [43, 58, 77].

Функціональні можливості здорової людини найбільш повною мірою розкриваються при пробах, зокрема, фізичних навантаженнях, тобто, коли організм виявляється в умовах підвищених вимог до нього. Вони дозволяють отримати об'єктивні дані про адаптаційні можливості серцево-судинної системи, виявити приховані порушення її діяльності [19, 38, 40].

Функціональні проби повинні відповідати наступним вимогам:

1. фізичне навантаження має бути адекватною для рівня фізичної підготовки людини, віку, статі;
2. фізичне навантаження має бути строго дозована і регламентована по часу і якості виконання;
3. фізичне навантаження має бути проста в застосуванні та інтерпретації одержуваних даних.

Особливу значущість має оцінка функціонального стану організму в контролі (початковий період - фон). Інтерпретація даних на різних етапах функціональної проби проводиться порівнянням з вихідним станом. В процесі проведення проби формується новий функціональний стан, між яким і вихідним є перехідний процес, який має різний характер і тривалість при функціональних пробах різного роду. Саме в перехідному процесі є відомості про стан механізмів регуляції. Під впливом функціональних впливів виникає інше функціональний стан, який не стійке. Все це слід враховувати, аналізуючи динаміку показників. Тому доцільно виділяти для оцінки різні етапи функціональної проби. Розрізняють два етапи: період безпосереднього впливу на організм певного чинника і період відновлення. Між закінченням дії і початком відновлення спостерігається перехідний процес, який вимагає розпізнавання, виділення і оцінки [6, 9, 50, 57, 88].

У стані спокою, завдяки компенсації з боку інших систем і включенню

«резервних потужностей» організму, порушення можуть не діагностуватися, в умовах підвищених вимог до організму, створених навантаженням, проявляються про зниження резервних можливостей тієї системи, по відношенню до якої використана навантаження.

За величиною зсуву і тривалості його збереження можна судити про ступінь зниження резервів організму, рменшення рівня здоров'я. Наприклад, вміст цукру в крові натще в стані передхвороби (діабету) зазвичай відповідає середньостатистичній нормі спокою, проте після застосування «цукрового навантаження» концентрація глюкози в крові підвищується більшою мірою і на більш тривалий період часу, ніж у здорових людей. Залежно від виду функціонального навантаження можуть тестуватися різні ланки системи управління фізіологічними функціями. Розроблено різні функціональні навантаження, що дозволяють оцінити стан практично всіх вегетативних систем, нейроендокринних механізмів, а також нервово-психічний стан. У практиці використовують різні функціональні проби, пов'язані з фізичними навантаженнями різної потужності, зміною барометричних умов, фармакологічними і харчовими навантаженнями, зміною положення тіла в просторі, затримкою дихання на вдиху і видиху. Кожна з проб проводиться за певною методикою [15, 49, 72].

Залежно від виду тривалість запису серцевого ритму може варіюватися від декількох хвилин (проба з фіксованим темпом дихання) до декількох годин (різні фармакологічні проби). Існує розподіл наявних функціональних проб на три групи: 1. Одномоментні (короткочасні), при яких застосовують одноразові навантаження (20 присідань, 60 підскоків, 2-хвилинний біг на місці при темпі 180 кроків за хвилину, статичне навантаження протягом 20-30 с, ходьба по сходах протягом 1-5 міну); 2. двохмоментні, при яких одне і те ж навантаження виконується 2 рази з невеликими інтервалами часу (15-секундний біг на місці в максимальному темпі з повторенням через 3 хвилини, 60 підскоків протягом 30 с з інтервалом 4 хвилини) ; 3. Комбіновані, які об'єднують ФН, різні за характером впливу на організм

(проба Летунова або три послідовні короткочасні навантаження - 20 присідань, 15-секндний біг на місці в максимальному темпі і 3-хвилинний біг на місці при темпі 180 кроків / хв).

Оцінку функціонального стану систем організму проводять за наступними показниками: якість виконання навантаження; відсоток частішання пульсу; час повернення до вихідного стану; максимальний і мінімальний артеріальний тиск; тип реакції (нормотонічна, гіпертонічна, гіпотонічна, астенічна, дистонічна) за характером кривих пульсу, частоти дихання і артеріального тиску.

Вид функціональної проби застосовуються в дослідженнях в залежності від дослідження ефективності роботи тієї чи іншої системи організму людини [6, 74, 96, 104]. Наприклад, найважливіші механізми адаптації до мінливих впливів пов'язані з роботою серцево-судинної системи (ССС), яка реагує на дії змінами таких, зокрема, показників як частота скорочень серця (ЧСС) і варіабельність ритму серця (ВРС) [8, 29, 71]. Це обумовлює особливе значення функціональних проб в дослідженні, зокрема, серцево-судинної системи [6, 28, 35, 43, 50, 95, 96].

Функціональні проби у вигляді, для прикладу, дозованих фізичних навантажень (ФН) різного характеру (проба Мартіне, дозована ходьба, велоергометрия, степ-тести), дозволяють об'єктивно оцінювати функціональні резерви серця і організму в цілому, так як при фізичних вправах виключно важливу роль відіграє ССС, яка дуже тісно пов'язана з регуляторними нейро-ендокринними механізмами.

Вивчення впливу симпатичних і парасимпатичних центрів на роботу серця після впливу фізичних навантажень динамічного і статичного характеру є актуальним у віковій фізіології і медицині. Тестування за допомогою проби Мартіні і статичної проби є одними з найбільш простих і безпечних проб, що викликають короткочасне напруження організму, яке створюється шляхом впливу на організм фізичних вправ з різною м'язовою роботою протягом 30 с, і дозволяють оцінювати резервні можливості роботи

серця, характерні для даного віку, а також оцінити досконалість відновних процесів в організмі після навантаження. Зміни показників варіабельності серця, вегетативного і судинного компонентів реакції на фізичне навантаження в кілька разів перевищують ті ж показники в спокої. Показники реєструються відразу після навантаження, критеріями для оцінки є зміни ЧСС та тривалості ЕКГ інтервалів [5, 9, 46].

Звертає на себе увагу, що в дослідженнях найчастіше різні фізичні навантаження використовуються для різних вікових груп. У дитячому віці - це, в основному, ортостатична проба. Очевидна необхідність дослідження реакцій організму обстежених різних вікових груп на однакові фізичні навантаження (ФН).

#### **1.4. Проблеми адаптації організму до фізичних навантажень**

Адаптація - це пристосування організму до обставин і умов життя. Реакція організму на впливу внутрішнього і зовнішнього середовища відображає його загальний стан і рівень функціональних резервів. До числа важливих завдань, що стоять перед сучасною фізіологією і охороною здоров'я, відноситься вивчення закономірностей і особливостей адаптації людини до умов життя в залежності від віку, статі, тренуваності, трудової діяльності, інформаційних навантажень.

У зв'язку зі значним зростанням темпів життя, загальної комп'ютеризацією і зниженням рухової активності, оцінка адаптаційних можливостей і резервів організму дітей і юнаків є ще однією з складних і важливих проблем сучасної фізіології і медицини [3, 16, 54, 86, 96]. Зокрема, дія на організм людини різких змін температури середовища, коливання тиску, вологості, стресові впливу, фізичні навантаження турбують людину незалежно від віку та соціального стану [1, 16, 21, 30, 35, 52, 56, 57, 65]. Адаптація проявляється у змінах організму, зокрема, функцій серця, його хронотропних, дромотропних, батмотропних і інотропних властивостей [15, 59, 73].

При розгляді адаптації відзначаються два важливі аспекти:

1. Виникнення адаптації відбувається при постійному впливі подразника на протязі від декількох хвилин до декількох років (аж до століть);

2. В результаті змін зовнішніх умов, які тягнуть адекватні морфофункціональні порушення в організмі, характеризують саму адаптацію

У розвитку більшості адаптаційних реакцій простежуються кілька етапів адаптивного процесу [85, 86]. Перша стадія, на думку професора Меерсона Ф.З., - термінова адаптація, яка характеризується початком формування функціональної системи, відповідальної за адаптацію (відбувається мобілізація раніше сформованих адаптаційних фізіологічних механізмів), іншими словами, це процес термінового функціонального пристосування організму до якоїсь конкретної яку здійснюють роботи. Розвивається на самому початку дії як фізіологічного, так і патогенного фактора або змінених умов зовнішнього середовища. На цій стадії організм марнотратно витрачає свої ресурси: відбувається термінова мобілізація тих систем, які можуть забезпечити «захист» організму від фактору.

Реакції генералізовані і неекономно і часто перевищують необхідний для даних умов рівень. Число змінених показників в діяльності різних систем невиправдано велика. Управління фізіологічними функціями з боку нервової системи і гуморальних факторів недостатньо синхронізовано, вся фаза в цілому носить як би пошуковий характер і видається, як спроба адаптуватися до нового фактору або до нових умов, головним чином за рахунок органних і системних механізмів. Цими реакціями управляє центральна нервова система з широким залученням гормональних чинників (гормонів мозкової речовини надниркової залози (катехоламінів) наприклад), що, в свою чергу, супроводжується підвищеним тонусом симпатичної системи.

Наслідком активації симпатоадреналової системи є такі зрушення вегетативних функцій, які мають катаболічний характер і забезпечують організм потрібною йому енергією як би в передбаченні необхідних в

недалекому майбутньому витрат. Ці запобіжні заходи є яскравою ілюстрацією прояву «Випереджаючого» збудження вищих вегетативних центрів. Таким чином, термінова адаптація по Ф. З. Меерсон - це екстрене функціональне пристосування організму до здійснюваної цим організмом роботи.

Специфічні особливості функцій організму, характерні для критичних періодів онтогенезу, залежать від спадковості і умов життя людини [3, 85, 101]. Функціональна перебудова організму, яка дозволяє людині виконувати фізичні навантаження різної потужності і тривалості, а також розвивати більш високі м'язові зусилля, називають адаптацією до м'язової роботи. Її основою вважається мобілізація і використання функціональних резервів організму, а також вдосконалення наявних фізіологічних механізмів регуляції шляхом посилення нервово гуморальних механізмів, що включаються в діяльність і удосконалюються при роботі м'язів і м'язових груп.

Очевидними проявами термінової адаптації при фізичних навантаженнях є збільшення теплопродукції у відповідь на холод, збільшення тепловіддачі у відповідь на спеку, зростання легеневої вентиляції, ударного і хвилиного обсягів крові і недолік кисню, пристосування органу зору до темряви, біг людини, обумовлений соціально значущою необхідністю.

Таким чином, функціональна адаптивна система, відповідальна за рухову реакцію при термінової адаптації, характеризується граничним напруженням окремих її ланок і разом з тим певним недосконалістю самої рухової реакції. Залежно від інтенсивності, потужності і тривалості навантаження функціональні зміни в організмі, викликані терміновою адаптацією на одноразову фізичне навантаження, можуть зберігатися від 6 до 48 годин, а в деяких випадках і більше.

На терміновій адаптації заснований механізм довгострокової адаптації, який лежить в основі методики тренування. В результаті систематичних повторень фізичних навантажень (регулярність обов'язкове) системи

організму, які забезпечують даний вид діяльності, на тлі отриманих результатів термінової адаптації від попередньої набувають довгострокові зміни, які виражаються в збільшенні продуктивності даної системи. Іншими словами, в результаті регулярних фізичних навантажень тренуваність організму підвищується, і він може зберігати стійкий стан (задовольняти енергетичний запит) більш тривалий час і при більш високій інтенсивності навантажень [23, 48, 55].

У літературі зазначається, що діти і юнаки мають абсолютно різний характер адаптації до навантажень різної інтенсивності [1, 16, 20, 29, 63, 85]. У дітей до певного моменту робота великий і помірної потужності супроводжується максимальним посиленням анаеробних процесів, так як компенсаторною активації аеробних реакцій у дітей не відбувається: знижується поточне споживання кисню, хвилинного обсягу серця, ударного обсягу серця, систолічного артеріального тиску. Тому для підтримки працездатності при граничному напруженні діяльності ССС і дихальної системи зростають анаеробні процеси.

На відміну від дітей, у юнаків спостерігається підвищення поточного споживання кисню і максимальне посилення гліколізу. У міру наростання стомлення рівномірно підвищується ЧСС та активізуються дихальні процеси, в зв'язку з чим зростає вентиляція легенів, сприяючи швидкому усуненню з крові накопичень молочної кислоти. У юнаків робота великий і помірної потужності до певного моменту супроводжується стійким або відносно стійким станом діяльності систем організму. У міру наростання стомлення активізуються дихальні процеси, рівномірно підвищується ЧСС. На відміну від дітей у юнаків робота великий і помірної потужності відбувається або при відносно стійкому, або стійкому стані діяльності систем організму.

Короткочасні навантаження тривалістю до 1 хв. 30 секунд, забезпечуються, як вважається, за рахунок анаеробних процесів, у дітей, проходить в змішаному аеробному-анаеробному режимі при повній мобілізації аеробних процесів з досягненням МПК і максимальною



мобілізацією анаеробних джерел енергозабезпечення. Напруженість адаптації у дітей до різних режимів інтенсивності істотно відрізняється в порівнянні юнаками. Деякі автори вважають, що, внаслідок виконання меншою роботою через менших функціональних можливостей організму, високої інтенсивності обміну речовин, високого рівня вихідного функціонального стану систем, через що організму легше повернутися до вихідного стану, високої лабільності і рухливості нервових процесів, у дітей відновлювальний процес, як після нетривалої, так і після граничної по інтенсивності роботи йде швидше. У той же час інші вчені, які в своїх дослідженнях або збільшували тривалість і кількість повторень вправ, а також їх інтенсивність, або змінювали час відпочинку, вважають, що, чим старше вік обстежуваних осіб, тим в більшій мірі прискорюється відновлення вегетативних функцій і м'язової працездатності [ 3, 20, 22, 29, 63, 82, 89].

На вплив фізичних навантажень першої відгукується серцево судинна система, адаптаційні можливості якої слід розглядати при здійсненні систематичної м'язової діяльності як форми адаптивних реакцій. Встановлена пряма залежність формування серцево-судинної системи в онтогенезі від активності скелетних м'язів. Адаптивні можливості серцево-судинної системи знижуються при малорухливому способі життя, що викликає, в свою чергу, розлади загальної працездатності і функціонування всього організму в цілому. Іншими словами, обмеження рухової активності суперечить потребам зростаючого і молодого організму дітей і юнаків, що позначається негативно на їх функціональному, емоційному і психічному стані.

## РОЗДІЛ 2.

### МАТЕРІАЛ, МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Методи дослідження

Для вирішення поставлених завдань використано такі методи дослідження: аналіз науково-методичної літератури, антропометрія, електрокардіографія, функціональні проби, методи математичної статистики.

**Антропометричні показники.** Довжину тіла (см) вимірювали в положенні стоячи за допомогою ростоміра. Масу тіла (кг) визначали на підлогових механічних важільних медичних вагах. На основі отриманих антропометричних даних проводився розрахунок весо-ростового індексу Кетле (ІМТ) [7, 52] за формулою:

$$\text{ІМТ (кг / м}^2\text{)} = m / h^2,$$

де  $m$  - маса тіла в кг,  $h$  - довжина тіла в метрах.

**Електрокардіографія.** Електрокардіограму (ЕКГ) реєстрували у відведенні, яке відповідає II стандартному [69, 91, 93, 94], за допомогою апаратно-програмного комплексу «ВНС-ритм», що складається зі спеціалізованого програмного забезпечення, сумісного з персональним комп'ютером, протягом 1 хв, становище обстежених сидячи (контроль) і після фізичного навантаження (ФН). Показники знімалися через 1-3 с після виконання навантаження. При визначенні обсягу вибірки, тобто необхідного для розрахунків електрофізіологічних показників кількості кардіоінтервалів ЕКГ, виходили зі стандартних вимог біологічної і медичної статистики [49, 76, 105].

Вимірювання інтервалів РР (повний кардіоциклу, загальна систола і діастола), ТР (фаза відносної рефрактерності, ізопотенціальної стан - ШС) і РТ (активація міокарда, фаза абсолютної рефрактерності - АК) виконували за допомогою лінійки, похибка - 0,5 мм (рис. 2.1).

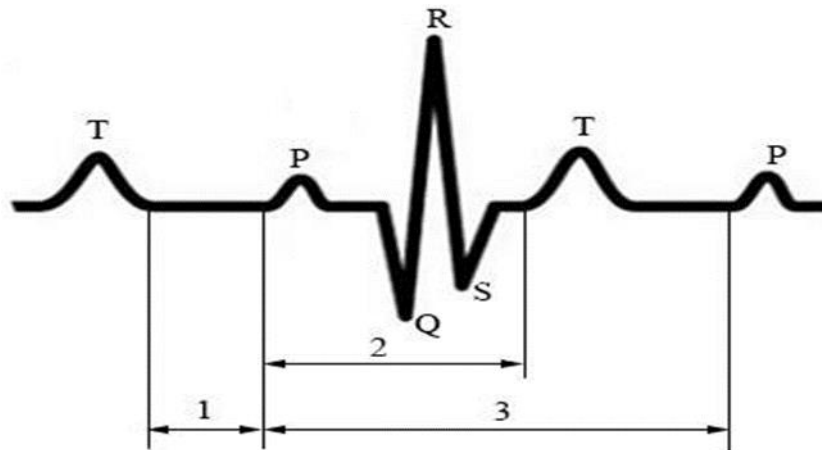


Рис. 2.1. ЕКГ елементи, які враховувалися в дослідженні 1 - ТР (ІПС), с; 2 -РТ (АК), с; 3 - РР (КЦ), с

Частоту серцевих скорочень (ЧСС) визначали за тривалістю інтервалу РР. Дві вікові групи ділили на підгрупи в залежності від рівня показників кардіоциклу в контролі. Тривалість РР відповідає рівню ЧСС: підгрупа 1 -  $\leq 80$  (діти) і 60 (юнаки) уд / хв, підгрупа 2 - 81-99 (діти) і 61-79 (юнаки) уд / хв, підгрупа 3 -  $\geq 100$  (діти) і 80 (юнаки) уд/хв.

Для оцінки варіабельності значень застосовували часовий показник  $pNN50$  (%) [9], кардіоінтервалограми (КІГ), скатерграми (СГ) і коефіцієнт варіації (CV,%).

Тимчасової показник  $pNN50$  (%), що позначає кількість кардіоінтервалів з рівнем показника, що перевищує середній на 50%, розраховувався по Баєвським Р.М. [9] за допомогою програми «Полі-спектр».

Коефіцієнт варіації (CV,%) обчислювався за формулою:  $CV = (SD / M) * 100\%$ , де: SD - середнє квадратичне відхилення, M - середня величина.

Кардіоінтервалограма (КІГ). На основі отриманих відомостей про тривалість (с) інтервалів вибудовували об'єднані КІГ. У кожному положенні обстежених враховували об'єднані інтервали у 15 юнаків і 15 (контроль) і 14 (ФН) дітей.

Скатерграма (СГ). При побудові СГ по осі абсцис відкладали тривалість поточного інтервалу (Р-Р<sub>n</sub>, Р-Т<sub>n</sub>, Т-Р<sub>n</sub>), по осі ординат -

тривалість попереднього інтервалу (P-Pn-1, P-Tn-1, T-Pn-1) [88]. Графіки СГ отримували за допомогою програми Excel-2016. Для визначення параметрів «Хмари» СГ використані формули, запропоновані Голубєвої І.Ю. (2007):

1.  $L$  (мс) - довжина і  $w$  (мс) - ширина:  $A^2 + b^2 = \sqrt{x} * 1000$ , де  $a$  - довжина по осі абсцис (с),  $b$  - довжина по осі ординат (с),  $x$  - шукане (с), 1000 - коефіцієнт для перекладу в мс;

2.  $S$  (мс<sup>2</sup>) - площа:  $(L * \cos 45) * (w * \cos 45) * \pi$ , де  $L$  - довжина (мс),  $w$  - ширина,  $\pi$  - математична постійна, рівна 3,14;

3. Ставлення  $L / w$ :  $L / w$ , де  $L$  - довжина (мс),  $w$  - ширина.

Спектральний аналіз (СА). Для визначення нейрогуморальних впливів симпатичного і парасимпатичного типу брали до уваги реєстрацію ЕКГ протягом 1 хвилини. СА показників проводився за Баєвським Р.М. [9, 88] за допомогою програми «Полі-спектр».

Оцінювали такі показники:  $TP$  (мс<sup>2</sup>) - загальна потужність структури спектра ВРС, яка характеризує вплив усіх рівнів нейрогуморальної регуляції на функцію синатріального вузла;  $VLF$  (мс<sup>2</sup>) - потужність хвиль в діапазоні дуже низьких частот (від 0,015 до 0,04 Гц), що відображають переважно симпатичні впливи вегетативної регуляції;  $LF$  (мс<sup>2</sup>) - потужність хвиль в діапазоні низьких частот (від 0,04 до 0,15 Гц), що відображають переважно симпатичну активність;  $HF$  (мс<sup>2</sup>) - потужність хвиль в діапазоні високої частоти (від 0,15 до 0,4 Гц), що відображають парасимпатичні впливи;  $LF / HF$  - вагосимпатичний баланс, що відображає ставлення потужностей спектрів хвиль низьких і високих частот [9, 38, 87, 101].

**Функціональні проби.** *Статичне навантаження.* Під час СП виконували стандартне вправу «Стільчик» [19, 28]. Обстежувані тулилися спиною до стіни, ноги на ширині плечей, стопи паралельні один одному, руки витягнуті перед собою на рівні грудей. За командою вони присідали, тримаючи спину прямо, притиснутою до стіни, поки не досягали прямого кута в колінах. У такому положенні затримувалися на 30 с, після чого брали вихідне положення - сидячи (контроль). ЕКГ реєструвалася через 1-3 с після

виконання навантаження.

**Методи математичної статистики.** Обробка отриманих даних проводилася традиційними методами математичної статистики. Статистична значимість відмінностей між середніми для малих вибірок проводилася з використанням непараметричного критерію Манна-Уїтні і однофакторного дисперсійного аналізу по Фрідману. Крім того застосовувався t-критерій Стьюдента. Для оцінки ступеня зв'язку між змінними використовували коефіцієнти кореляції Брава-Пірсона та Спірмена.

## 2.2 Організація дослідження

В якості матеріалу використані електрофізіологічні показники, отримані на основі аналізу електрокардіограм учасників обстеження, що складаються з двох вікових груп: 1 - діти повних 6-7 років ( $n = 15$ ), 2 - юнаки повних 18-19 років ( $n = 15$ ). Кількість проаналізованих кардіоциклу в кожній групі склало 1500. Всі обстежені були практично здорові, дослідження проводилися під контролем лікаря в стислі терміни (травень місяць) в першій половині дня (11.30-14.00).

Обстеження дітей проходило в умовах дитячого садка, температура повітря в приміщенні становила  $+ 220-240\text{C}$ , вологість повітря - близько 60%. Всі учасники не мають спеціальної фізичної підготовки, фізичною культурою займалися два рази в тиждень: діти - в обсязі навчальної програми дошкільного закладу, юнаки - в обсязі навчальної програми, передбаченої державними освітніми стандартами для ВНЗ.

Обстеження проведено відповідно до документа «Етичні принципи проведення медичних досліджень за участю людей в якості суб'єктів дослідження» (Гельсінська декларація Всесвітньої медичної асоціації 1964 року зі змінами та доповненнями 2013 року).

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

#### 3.1. Антропометричні показники у дітей.

Фізичний статус дітей 6-7 років, які брали участь в опитуваннях, наведено в табл. 3.1.

*Таблиця 3.1*

#### Міжгрупові антропометричні показники

Обстежені	Вік (років)	Маса тіла (кг)	Довжина тіла (см)	ІМТ (кг/м <sup>2</sup> )
<b>Діти</b>				
<b>M</b>	6,5	23	121	16
<b>SD</b>	0,5	3,5	6,7	2
<b>min</b>	6	17	106	14
<b>max</b>	7	28	132	19

Таким чином, в обстеженні брали участь 7 дітей у віці 6 років і 8 дітей - 7 років. Показники відповідають стандартам для даного віку [5, 23, 45]. Маса тіла дітей достовірно різниться на 65%, довжина тіла - на 25%. Кореляція (rs) між масою і довжиною тіла - 0,82 (при  $p \geq 0,05$ ). Різниця по ІМТ - до 36%, в середньому відповідає нормі для даного віку.

#### 3.2. Характеристика показників електричної активності міокарда у дітей

##### 3.2.1. Тривалість і варіабельність кардіоінтервалів у дітей 6-7 років.

**3.2.1.1. Дослідження із застосуванням ФН динамічного характеру (ДП).** Результати обробки матеріалів, отриманих до і після ДП, в групах з 15 (до ФН) і 14 (після ФН) дітей по 50 КЦ у кожної дитини, наведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

**Середньо-групові показники тривалості інтервалів ЕКГ (с) до і після динамічної проби (ДП)**

<b>Статистичні показники</b>	<b>PP (КЦ)</b>	<b>TP (ПС)</b>	<b>PT (АК)</b>
<b>Контроль</b>			
M	0,68	0,23	0,45
SD	0,10	0,10	0,03
Min	0,56	0,14	0,40
Max	0,90	0,42	0,49
<b>ДП</b>			
M	0,53	0,11	0,42
SD	0,04	0,03	0,03
Min	0,47	0,06	0,38
Max	0,61	0,18	0,47

Середні показники ЧСС в контролі відповідає віковим показниками, опублікованими раніше [5, 8, 19, 70]. Тривалості кардіоінтервалів в контролі відповідають ЧСС в 90 уд/хв. У дітей в контролі в середньому відзначені кореляції високого рівня між показниками: PP і PT  $r = 0,76$ , PP і TP  $r = 0,98$ . Ізопотенціальний стан і стан активації міокарда під час відносного спокою взаємопов'язані. Виявляється пряма залежність між ПС і АК: кореляції між інтервалами TP і PT високого ступеня  $r = 0,62$ . У всіх випадках  $p \leq 0,001$ .

Мінливість тривалості інтервалів характеризують стандартні відхилення і ліміти (min, max). Тривалість ПС (сегмент TP) у дітей в контролі варіюється в межах 0,28 с (різниця - приблизно в 2 рази між крайніми значеннями), АК (інтервал PT) знаходиться в межах 0,09 с (різниця - 22% між крайніми значеннями), загальної тривалості систоли і діастолі (інтервалу PP) варіюється в межах 0,34 с (різниця - 61% між крайніми

значеннями. Судячи по показнику SD (с), мінливість сегмента TP і інтервалу PP втричі більше, ніж у інтервалу PT.

Ефект варіабельності проявляється в міру того, як в середньому змінюється тривалість інтервалів ЕКГ і зростає мінливість цієї ознаки [51, 64]. Варіабельність інтервалів в нашій роботі характеризують такі показники, як коефіцієнт варіації (CV), часовий показник pNN50 (%), кардіоінтервалограми (КІГ) і скатерограми (СГ). Високу варіабельність сегмента TP підкреслює коефіцієнт варіації (CV), який в стані відносного спокою становить 48%. Варіабельність інтервалу PT в контролі у дітей досить низька - CV = 6,8%. Тимчасовий показник pNN50 (%) всього інтервалу PP становить 22%.

У відповідь на ДП у дітей зміна тривалості кардіоінтервалів незначне. З урахуванням стандартного відхилення різниця недостовірна. У відповідь на ФН динамічного типу кореляції між PP і PT практично не змінюються (3%)  $gr=0,74$ , а між PP і TP знижуються на 18% (до  $gr=0,80$ ). Взаємозв'язок між ізопотенціальним станом міокарда (ІПС) і станом активації міокарда (АК) дещо знижується в порівнянні з контролем на 68% ( $gr = 0,20$ ). Виявляється різний рівень зв'язку між ІПС і АК до і після ДП: між TP до і після навантаження кореляції середнього ступеня  $gr = 0,37$ , між PT - високий ступінь  $gr = 0,74$ . Під впливом ФН динамічного типу залежність між ІПС і АК знижується у дітей до  $gr = 0,20$ . Рівень значущості у всіх випадках  $p \leq 0,001$ .

Мінливість тривалості сегмента TP, що характеризує на ЕКГ фазу відносної рефрактерності, і інтервалу PP, що відображає загальну тривалість систоли і діастоли, знижується за даними SD в 2,5-3 рази. Судячи з інформації про ліміти, в середньому межі варіабельності тривалості ІПС (сегмент TP) знижуються проти контролю на 59% і становлять 0,12 с (різниця - в 3 рази між крайніми значеннями), межі коливань тривалості кардіоциклу (PP) - на 60% і становлять 0,14 с (різниця - в 30% між крайніми значеннями). Інтервал PT, що характеризує фазу абсолютної рефрактерності і час активації



міокарда (АК): різниця - 24% між крайніми значеннями - на 0,9 с, SD залишається на рівні контролю.

Варіабельність кардіоінтервалів у дітей після дії ДП достовірно ( $p \leq 0,001$ ) зменшується в різному ступені. CV сегмента TP знижується на 30%, що свідчить про зменшення варіабельності ІПС після навантаження. В умовах ФН динамічного типу між CV інтервалу РТ до і після ДП достовірної різниці немає (змінюється від 6,8 до 7,5%). Коефіцієнт варіації (CV) інтервалу РР знижується на 40% (з 16,8 до 10,1%), рNN50 - на 38% (від 21,7 до 13,5%). Зниження тимчасових меж CV і рNN50 вказує на те, що у відповідь на фізичне навантаження динамічного типу варіабельність ізопотенціального стану і, відповідно, всього кардіоциклу стає достовірно ( $< 0,05$ ) менше.

Для того, щоб визначити вплив на загальний кардіоцикл (інтервал РР) ізопотенціального стану (сегмент TP) і стану активації міокарда (інтервал РТ), розглянемо співвідношення РТ: TP до і після ФН динамічного типу. Близько 66% тривалості РР доводиться на інтервал РТ, що на 50% більше, ніж припадає на сегмент TP - близько 34% (рис. 3.1).

У відповідь на ДП абсолютна величина тривалості РТ (АК) практично не змінюється, але відносна - виростає на 17% (від 66 до 79%), а пропорція сегмента TP (ІПС) знижується на 38% (від 34 до 21%). Тобто, в відносних значеннях в середньому інтервал TP змінюються більше, зменшуючи свій вплив на кардіоцикл.

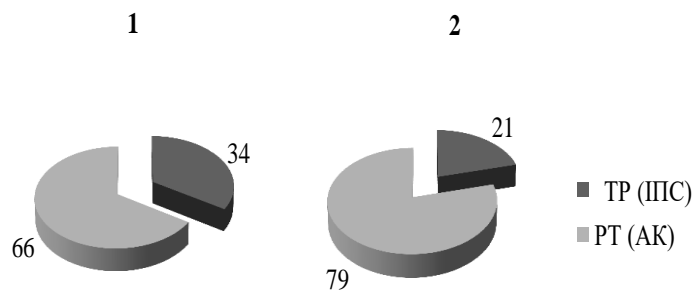


Рис. 3.1. Співвідношення між відносними значеннями TP (ІПС) і РТ

(АК) (% від РР) до (1) і після (2) динамічної проби

Характер розподілу тривалості кардіоінтервалів. У дітей інтервали ЕКГ в контролі (1) і після ДП (2) в досить великих ( $n = 750$ ) кількостях розподіляються по параметричного типу (рис. 3.2).

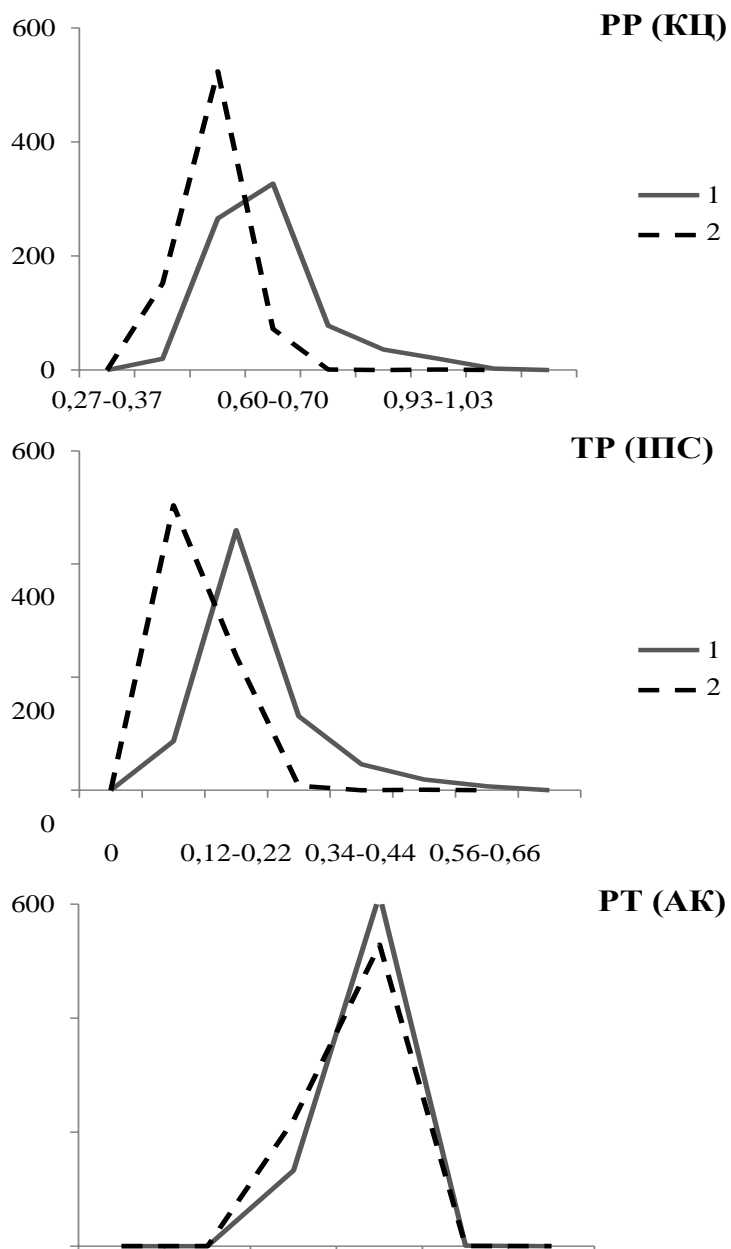


Рис. 3.2. Розподіл ЕКГ інтервалів до (1) і після (2) динамічної проби

У відповідь на ФН в умовах функціональної проби динамічного типу різниця в сторону менших за тривалістю РР (загальна тривалість систоли і

діастоли) і TP (ІПС, фаза відносної рефрактерності) на 0,10 с, розподіл за тривалістю РТ (АК, фаза абсолютної рефрактерності) в контролі і після навантаження збігається.

*Дослідження із застосуванням методу кардіоінтервалограм.*

Особливості варіабельності ізопотенціального стану (сегмента TP) і стану активації міокарда (інтервалу РТ) також дозволяє підкреслити метод кардіоінтервалограм (КІГ) (рис. 3.3).

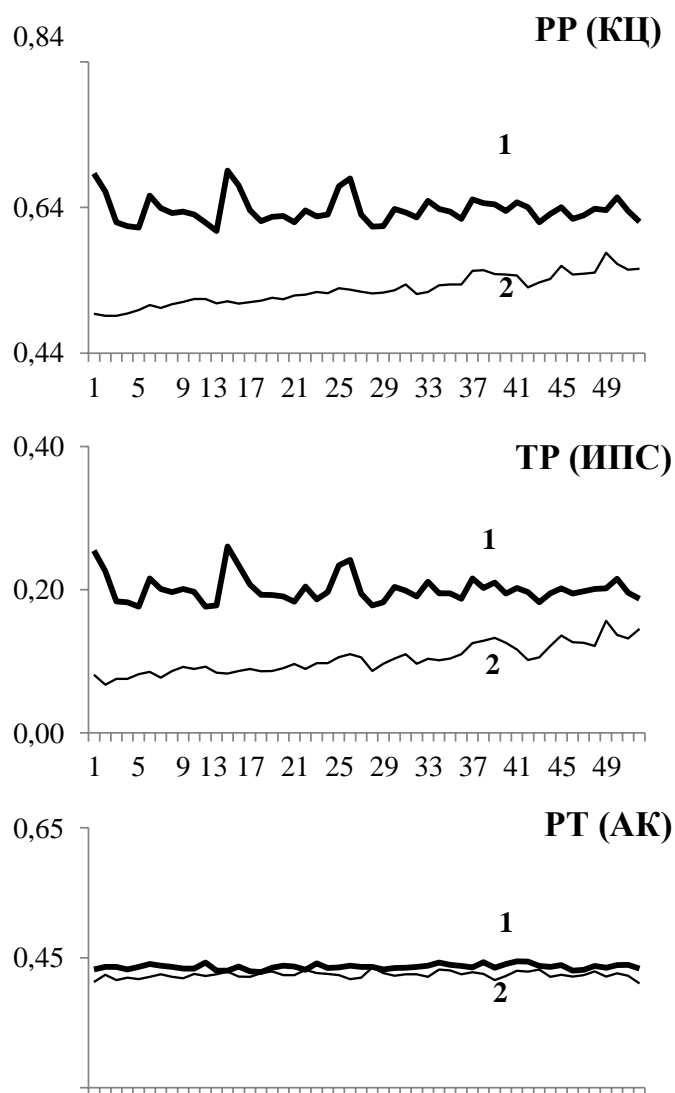


Рис. 3.3. Об'єднані КІГ до (1) і після (2) динамічної проби по горизонталі - кількість КЦ; по вертикалі - тривалість, с

З КІГ показників у контролі (рис. 3.3) слід, що у дітей РР і TP практично рівні за величиною, їх варіабельність приблизно в 3 рази більше,

ніж варіабельність інтервалу РТ. Після навантаження динамічного типу у дітей варіабельність тривалості кардіоінтервалу РР і ізопотенціального стану міокарда (ТР) також практично залишаються рівними за величиною, як і в контролі. Їх варіабельність на порядок більше, ніж варіабельність тривалості стану активації міокарда (РТ). У той час, як в середньому варіабельність тривалості РР і ТР після ДП знижується у дітей вдвічі, коливання тривалості інтервалу РТ у 6-7-річних дітей залишаються на рівні контролю. На цьому наголошує зменшення варіабельності ПС і, відповідно кардіоциклу, після ФН динамічного типу.

Таким чином, зменшення ВРС в періоді першого дитинства визначається зменшенням варіабельності ізопотенціального стану (сегмента ТР).

У 6-7-річних дітей проявляється подібність КІГ, характерне для ЕКГ юнаків [50, 51]. Це підтверджується максимальними величинами кореляцій між цими елементами ЕКГ (понад 0,9).

*Дослідження із застосуванням методу скатерографії.* Найбільшу варіабельність тривалості фази відносної рефрактерності (сегмента ТР, ПС) підтверджує і метод скатерографії (УФС). Застосовуючи його, перевіряємо і порівнюємо ступінь розкиду індивідуальних результатів до і після ФН в умовах функціональної динамічного характеру.

Скатерограми (СГ) кардіоінтервалів характеризуються становищем «хмари» еліпсоїдної форми, яке витягнуто вздовж бісектриси. У дітей варіабельність тривалості фази абсолютної рефрактерності (інтервалу РТ, АК) у відповідь на ФН динамічного характеру залишається на рівні контролю, тобто більш стабільний.

Як видно на рис. 3.4, варіабельність тривалості фази відносної рефрактерності (сегмента ТР, ПС) і тривалості загальної систоли і діастоли (інтервалу РР, повного КЦ) у відповідь на ФН в умовах функціональної проби динамічного характеру достовірно ( $p \leq 0,001$ ) знижується.

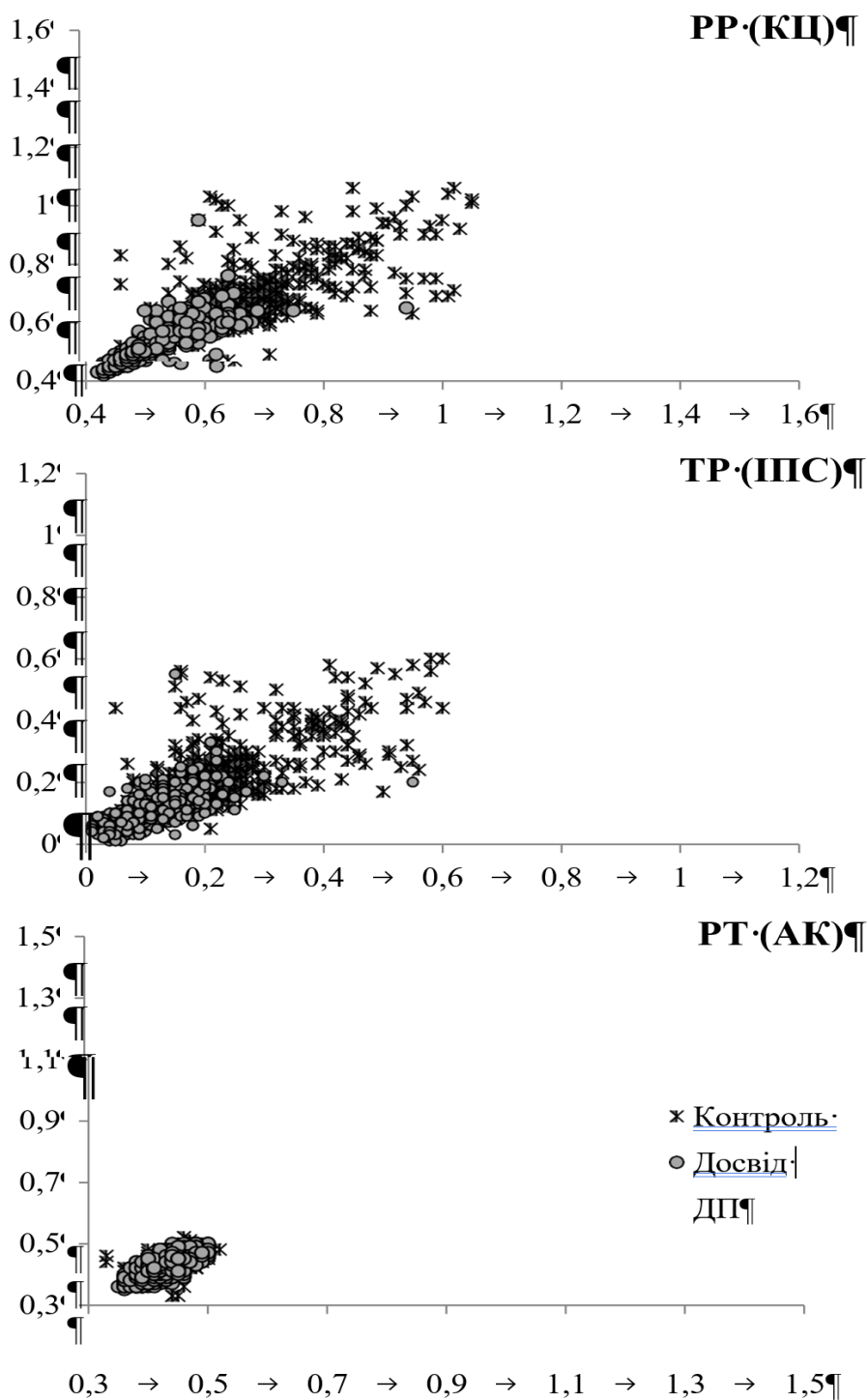


Рис. 3.4. Варіабельність інтервалів до і після динамічної проби (ДП)

Результати СГ кардіоінтервалів до і після ФН динамічного типу у дітей представлені в табл. 3.3.

З табл. 3.3 очевидно, що параметри «хмара» ізопотенціального стану у дітей 6-7 років проти контролю достовірно зменшуються. L «хмари» знижується на 40%, W - на 41%, S - на 64%. Ставлення L / w у дітей

збільшується на 5% (від 1,69 до 1,77). Параметри «хмара» стану активації міокарда у дітей після ДП залишаються на рівні контролю. Ставлення L / w також не змінюється - 3,2. У відповідь на ФН динамічного типу L «хмари» всього кардіоциклу (PP) у дітей зменшується проти контролю на 20%, W - на 44%, S - на 55%.

Таблиця 3.3

**Результати скатерограми (СГ) кардіоінтервалів PP, TP і PT до і після динамічної проби (ДП)**

Показник СГ	PP (КЦ)		TP (ШС)		PT (АК)	
	Контроль	ДП	Контроль	ДП	Контроль	ДП
L (мс)	424,3	339,4	320	198,3*	212	212
W (мс)	139,3	78,1*	189,7	111,8*	70,7	70,7
S (мс <sup>2</sup> )	90981	40809*	93488,3	34076*	23072,9	23072,9

Отримані методом СГФ результати свідчать про зменшення варіабельності тривалості ізопотенціального стану і, відповідно, всього кардіоциклу (PP) у дітей в 6-7-річному віці. Тобто, запропонований нами метод підтверджує точність попередніх методів, які дозволили нам говорити про те, що, на відміну від варіабельності ізопотенціального стану, ДП не має практично ніякого впливу на варіабельність стану активації міокарда у дітей першого дитинства.

**3.2.1.1.1. Аналіз результатів по підгрупах.** Показники електричної активності міокарда у дітей в періоді першого дитинства, отримані в ході дослідження внутрішньо-групових методом, представлені в табл. 3.4.

При вивченні середніх показників різниця між контролем і досвідом нівелюється і частково зникає. У зв'язку з цим вважаємо за доцільне розглядати ЕКГ інтервали, враховуючи особливості показників кожного з учасників дослідження. Для цього, як видно з табл. 3.4, загальна кількість кардіоциклу була розподілена на 3 підгрупи (по 250 КЦ) в залежності від їх тривалості: 1 - з тривалістю PP (повний КЦ)  $\geq 0,75$  з (відповідає ЧСС  $\geq 80$



Проаналізувавши результати, встановили, що в стані відносного спокою у дітей 6-7-річного віку інтервал (сегмент) ТР відрізняється значною (в три рази) мінливістю і варіабельністю показників - від 0,42 до 0,14 с в контролі (табл. 3.4 , рис. 3.5).

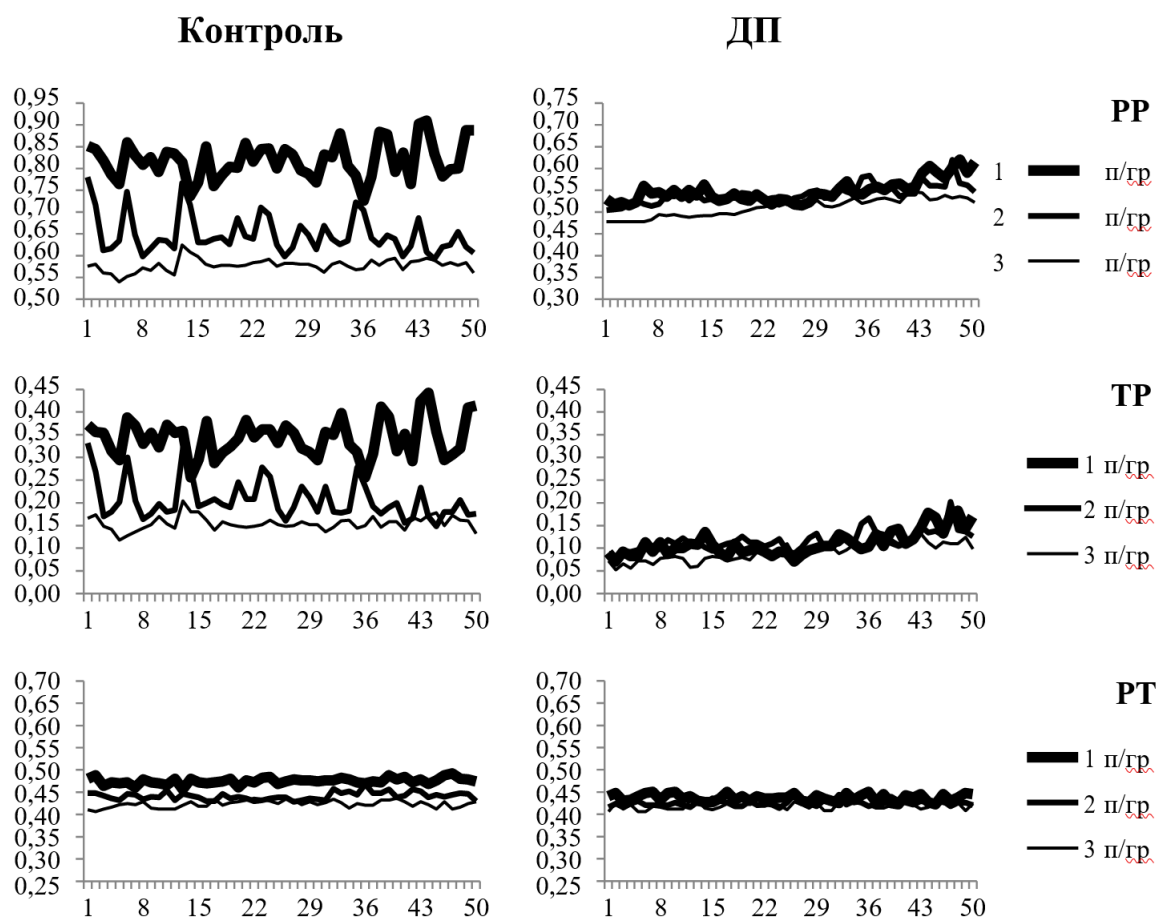


Рис. 3.5. Об'єднані КІГ до і після динамічної проби (ДП)

по горизонталі - кількість кардіоциклу (КЦ); по вертикалі - тривалість, с

В контролі тривалість фази відносної рефрактерності (сегмента ТР, ПС) всередині групи різняться: між 1 і 3 підгрупами - на 56%, 1 і 2 - на 38%, 2 і 3 - на 29%. Виходячи з даних стандартного відхилення (SD, с), мінливість сегмента ТР в підгрупах знаходиться на одному рівні. Проаналізувавши КІГ (рис. 7) дітей всередині групи, видно, що варіабельність тривалості процесу реполяризації міокарда або фази відносної рефрактерності (сегмента ТР) знаходиться в межах  $\pm 0,2$  с (підгрупа 1),  $\pm 0,1$  с (підгрупа 3).

Тривалість інтервалу РТ, який відповідає на ЕКГ тривалості поширення



деполяризації по міокарду (АК), в стані відносного спокою займає у випробовуваних від 0,49 до 0,40 с. Показник не змінюється, різниться у обстежуваних з великими (підгрупа 1) і меншими (підгрупа 3) тривалістю інтервалу РР на 18%. Мінливість інтервалу РТ у всіх трьох підгрупах, судячи з даних SD (с), знаходиться на одному рівні (табл. 3.4). Варіабельність інтервалу РТ незначна (рис. 3.5) –  $\pm 0,02$  с у всіх підгрупах.

Тривалість інтервалу РР, що відображає на ЕКГ загальний кардіоцикл, в стані контролю різниться в 1,5 рази – від 0,90 до 0,56 уд / хв. З табл. 3.4 видно, що тривалість інтервалів РР різниться між підгрупами 1 і 3 на 31%, 1 і 2 – на 22%. Між показниками 2 та 3 підгрупами різниця мінімальна. Мінливість показника, на підставі стандартного відхилення,  $\pm 0,1$  с - підгрупа 1,  $\pm 0,04$  с – підгрупа 3, тобто на 60% більше у дітей з більш тривалими інтервалами РР (підгрупа 1). На рис. 3.5 видно, що варіабельність тривалості інтервалу РР в контролі в підгрупах 1 і 2 вдвічі більше варіабельності інтервалу в підгрупі 3: в межах  $\pm 0,2$  с – 1 і 2 підгрупи,  $\pm 0,1$  с – в підгрупі 3.

Відомо, що результати реакції інтервалів ЕКГ і ЧСС на фізичне навантаження виявляють залежність від рівня вихідної величини показника в контролі [53, 71]. Вихідні показники інтервалів ЕКГ у обстежуваних з великими (підгрупа 1), середніми (підгрупа 2) і меншими (підгрупа 3) тривалістю РР різні і ступінь їх змін під дією ФН динамічного типу неоднакова (табл. 3.4). Різниця між контролем і ДП спостерігається переважно в підгрупі 1 (з більш довгими інтервалами РР).

Після динамічної проби в підгрупі 1 тривалість фази відносної рефрактерності (сегмента ТР, ІПС) знизилася на 68%. У підгрупах 2 і 3 достовірних відмінностей до і після ФН не виявлено. Мінливість показника в підгрупах 2 і 3, судячи з SD (с), після ФН не змінюється, в підгрупі 1 знижується до  $\pm 0,04$  с (на 60%). На рис. 3.5 видно, що у відповідь на ФН динамічного характеру варіабельність фази відносної рефрактерності (сегмента ТР) знижується вдвічі: в підгрупах 1 і 2 становить  $\pm 0,1$  с, в підгрупі 3 –  $\pm 0,05$  с.

Тривалість і варіабельність інтервалу РТ практично не залежать від динамічної проби. Зміна тривалості інтервалу в межах 8%. З КІГ показників до і після ФН в умовах динамічного типу видно, що варіабельність фази абсолютної рефрактерності у відповідь на ФН залишається в межах  $\pm 0,02$  с (рис. 3.5). Таким чином, інтервал РТ, відповідний часу деполяризації міокарда, характеризується великою стабільністю.

У відповідь на ФН в умовах функціональної проби динамічного характеру в підгрупі 1 при середньому рівні в 0,82 з зменшення тривалості РР досягає 34%, в той час, як в підгрупах 2 і 3 простежується тенденція до зниження показника, але достовірної різниці немає. Мінливість інтервалу в підгрупах, по SD (с), залишаються на фоновому рівні. Проаналізувавши КІГ (рис. 3.5), прийшли до висновку, що у відповідь на ДП спостерігається зниження варіабельності інтервалу РР у всіх трьох підгрупах: в підгрупі 1 зменшується вдвічі (до  $\pm 0,1$  с), в той час як в підгрупі 3 – знижується до  $\pm 0,02$  с. Про це ж свідчить і зрушення в меншу сторону тимчасового показника рNN50 (%): у підгрупах 1 і 2 -на 33% (до 28 і 21% відповідно), в підгрупі 3 - незначно (до 2%). Відзначено абсолютна ідентичність кардіоінтервалограм інтервалу РР і сегмента ТР до і після ФН в умовах функціональної проби динамічного характеру.

Іншими словами, зміна тривалості кардіоциклу у відповідь на навантаження відбувається при активному скороченні тривалості ізопотенціального стану (сегмента ТР) і при менш значному зміні тривалості стану активації міокарда (інтервалу РТ) і залежить від вихідної величини в контролі, що підтверджує і рис. 3.6. Незважаючи на середні значення, у дітей 6-7 років інтервали РР і ТР у відповідь на ДП достовірно змінюються в підгрупі з великими тривалості. Чим більше тривалість кардіоциклу (РР) і ізопотенціального стану (ТР) в контролі, тим достовірно сильніше його відповідь на ДП. Очевидно, що в підгрупі 1 у відповідь на ФН динамічного типу тривалість інтервалів знижується в достовірно більшою мірою, ніж в підгрупі 3.

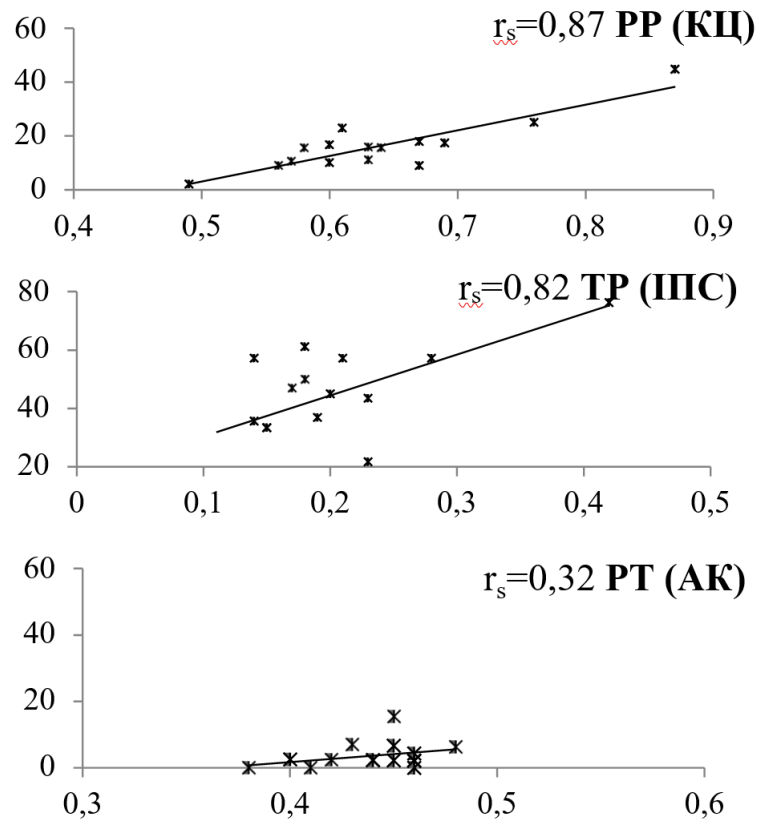


Рис. 3.6. Відносна величина змін тривалості інтервалів після динамічної проби від їх значень в контролі  
по горизонталі - тривалість, с; по вертикалі -  $\Delta$ ,%

Результати свідчать про те, що у дітей при довших інтервалах TP і PP в контролі характерна велика їх варіабельність, а також більше зниження варіабельності у відповідь на ДП. Для коротких інтервалів TP і PP в контролі характерна їх менша варіабельність і менше зниження у відповідь на ФН динамічного типу.

Розглянемо внесок в загальний кардіоцикл (інтервал PP) ізопотенціального стану (сегмент TP) і стану активації міокарда (інтервал PT) до і після ДП по підгрупах (рис. 3.7).

З рис. 3.7 видно, в контролі у обстежуваних 1 підгрупи частка PT і TP займають PP практично в рівних частках, у 2 підгрупі частка інтервалу PT становить на 50% більшу частину, в підгрупі 3 частка інтервалу PT становить на 65% більшу частину.

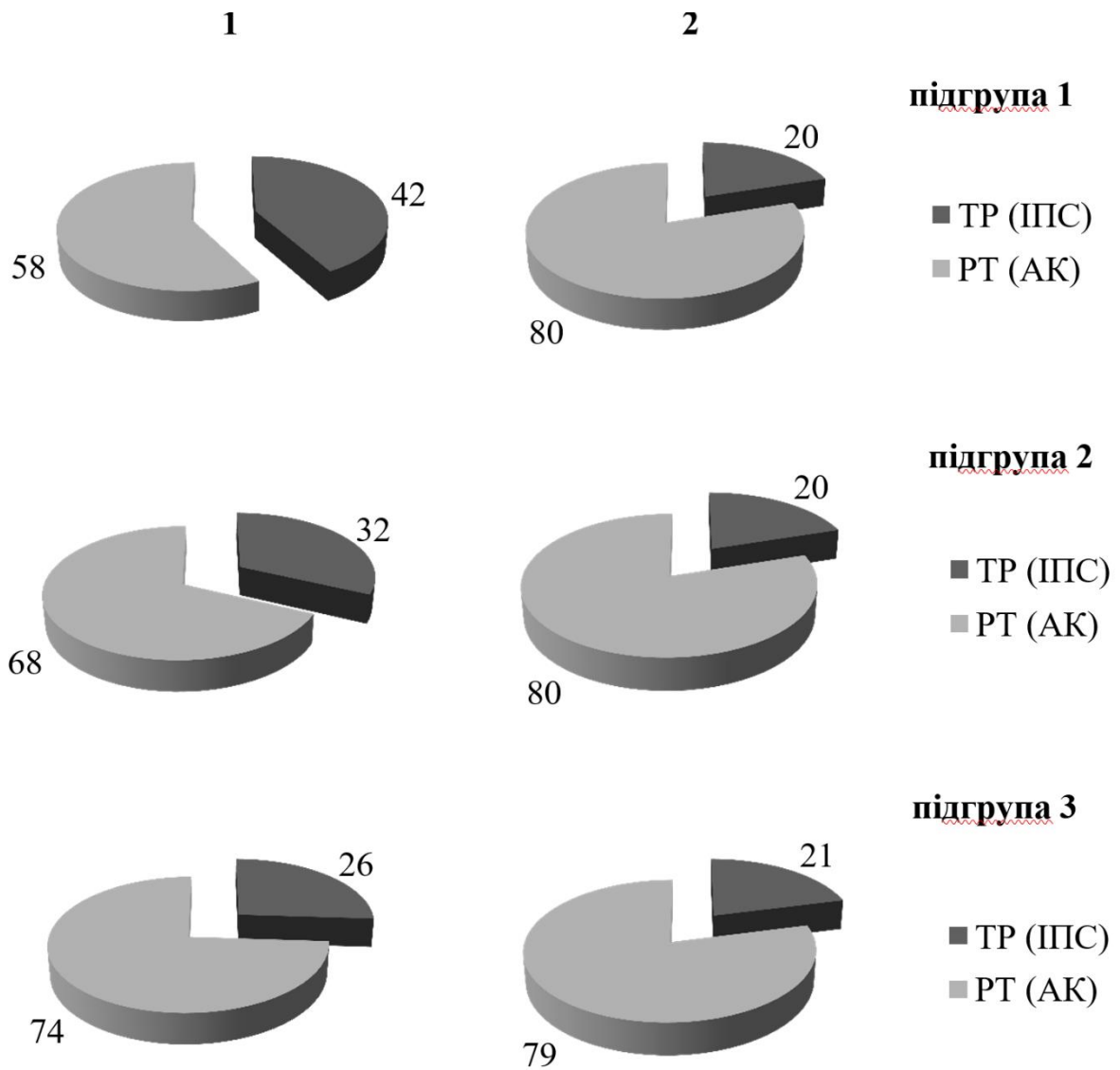


Рис. 3.7. Співвідношення між відносними значеннями TR (IICS) і RT (AK) (% від RR) до (1) і після (2) динамічної проби в підгрупах

Різний також характер змін пропорцій в умовах ДП: в 1 підгрупі частка RT зросла на 38%, частка TR при цьому зменшується на 52%. У 2 і 3 підгрупах, в яких інтервал RR після ДП показав тенденцію до зниження, але результати, враховуючи стандартне відхилення, недостовірні (17 і 11%), пропорції RT і TR так само залишилися на рівні контролю.

З вищесказаного випливає, що, незважаючи на вихідний рівень співвідношень АК і ІПС, при ФН динамічного типу їх межі прийшли до однакового рівня в кожній з трьох підгруп: межа АК (RT) підвищено до ~ 80%, межа ІПС (TR) знижений до ~ 20%.

Таким чином, отримані нами дані по кардіоінтервалів до і після ДП дають уявлення про розмах мінливості і варіабельності тривалості інтервалів PP і сегменті TP. Порівнюючи коливання тривалості інтервалів, видно, що PP і TP практично ідентичні і їх варіабельність на порядок більше, ніж варіабельність тривалості інтервалу PT. Показники CV, КІГ, СГ, SD і pNN50 говорять про істотну варіабельності ізопотенціального стану (сегмента TP).

**3.2.1.1.2. Спектральний аналіз.** Результати спектрального аналізу (СА) по ЕКГ дітей представлені в табл.3.5. Показник  $TP_{\text{потуж}}$ , як сума всіх частот спектра, у дітей 6-7-річного віку відповідає даним літератури [55, 68, 78] або трохи перевищує їх [25]. Високі значення  $TP_{\text{потуж}}$  характеризують хороший функціональний стан серцево-судинної системи.

Таблиця 3.5

**Показники частот у дітей до і після динамічної проби (ДП)**

Статистичні показники	$TP_{\text{потуж}}$ , мс <sup>2</sup>	VLF		LF		HF	
		мс <sup>2</sup>	%	мс <sup>2</sup>	%	мс <sup>2</sup>	%
<b>Контроль</b>							
M	5457	882	20	1367	32	3208	48
SD	4864	692	12,6	1093	14,4	4009	19,9
min	579	58	1	299	4	60	10
max	16812	1949	45	3530	54	13629	95
<b>ДП</b>							
M	8069*	4814*	53*	1834	28	1416*	19*
SD	9873	7003	16,5	2104	12,7	1350	10,0
min	1182	467	27	398	7	177	10
max	40139	27223	81	8531	53	4385	43

Примітка: \* - відзначена достовірна різниця,  $\leq 0,05$  до і після ДП

За нашими результатами, у дітей в структурі спектра високочастотні хвилі (HF) за абсолютними цифрами в 3,5 перевищують дуже низькочастотні

–VLF (табл. 3.5), за відносними – в 2,4 рази: 20% перебувають в діапазоні 0,003-0,04 Гц (VLF), 32% - 0,04-0,15 Гц (LF) і 48% - 0,15-0,4 Гц (HF).

Значна частка хвиль HF і коефіцієнт вагосимпатичного балансу ( $LF / HF$ ), що становить  $0,43 \pm 1,2$ , свідчать про переважний вплив парасимпатичного характеру на роботу серця у 6-7-річних дітей. Серце дітей в контролі має більші адаптаційні можливості і володіє більш високим функціональним резервом.

У відповідь на ФН динамічного типу показники загальної потужності спектральних компонентів ( $TP_{\text{потуж}}$ ) збільшуються на 48%. Рівень дуже низьких частот більш ніж в 4,5 рази вище проти контролю, LF– на 34%. На 56% зменшується рівень хвиль високої частоти (HF). У структурі спектра частка VLF зростає в 1,2 рази, частка HF знижується вдвічі. Вагосимпатичний баланс збільшується в 1,6 рази і становить  $1,3 \pm 1$ . Таким чином, формування хронотропних і дромотропних властивостей міокарда у відповідь на динамічне навантаження у дітей відбувається за рахунок збільшення частки дуже низьких частот спектра (симпатичні впливи) і зниження частки високих частот спектра (парасимпатичні впливи).

Певний інтерес представляють, поряд із середніми, спектрограми індивідуальні (рис. 3.8).

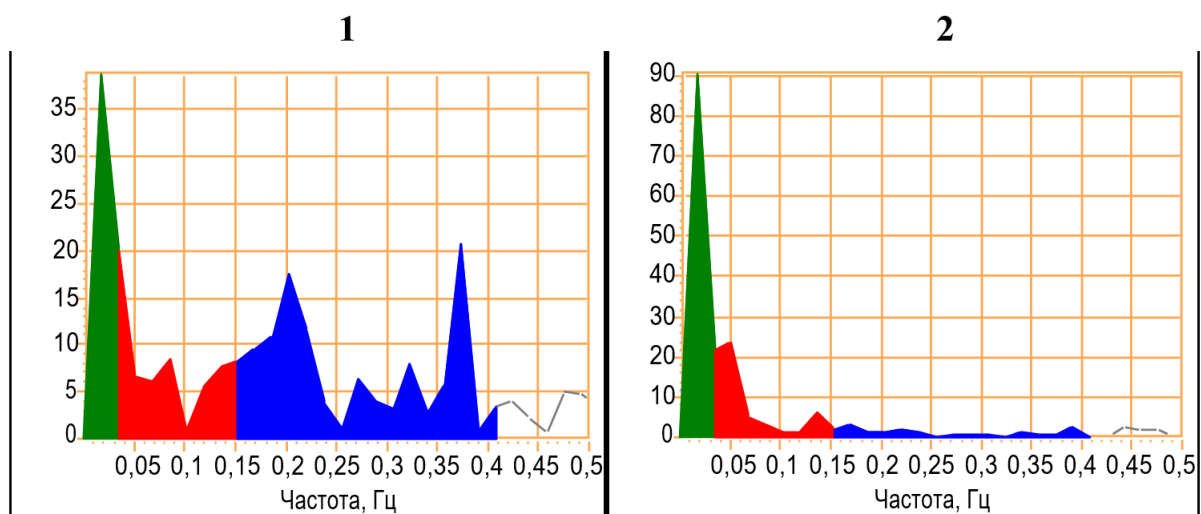


Рис. 3.8. Спектрограма дитини (РА, дівчинка, 6 років) до (1) і після (2) динамічної проби

Як приклад наведемо дані дитини 6 років (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

**Індивідуальні результати СА (РА, дівчинка, 6 років)**

Часовий аналіз		Спектральний аналіз						
pNN50, %	CV, %	TP <sub>погуж</sub> , мс <sup>2</sup>	VLF		LF		HF	
			мс <sup>2</sup>	%	мс <sup>2</sup>	%	мс <sup>2</sup>	%
<b>Контроль</b>								
4,76	8,76	3534	999	28	598	17	1936	55
<b>Динамічна проба</b>								
0,9	7,7	2890	1907	66	681	24	302	10

З рис. 3.8 і табл. 3.6 випливає, що в контролі у дитини спостерігається високий рівень парасимпатичних впливів в модуляції серцевого ритму. Баланс відділів ВНС характеризується переважанням вагусної (парасимпатичної) регуляції, яка остаточно встановлюється до 5-6 році життя.

В контролі 28% знаходяться в діапазоні 0,003-0,04 Гц (VLF), 17% - 0,04-0,15 Гц (LF) і 55% - 0,15-0,4 Гц (HF). Після ФН динамічного типу рівень VLF зростає на 91%, частка хвиль дуже низької частоти в порівнянні з контролем в 1,4 рази більше. Рівень HF знижується на 84%, частка хвиль високої частоти на 82% нижче в порівнянні з контролем. LF / HF в досвіді збільшується в порівнянні з контролем в 6 разів. Результати спектрального аналізу (СА) даної дитини свідчать, що у нього зміни показників ІПС і АК у відповідь на ДП відбуваються, в основному, за рахунок зниження нейрогуморальних впливів парасимпатичного характеру (HF). Індивідуальний СА дитини підкреслює груповий СА для дітей 6-7 років.

Між показниками СА і тривалістю інтервалів ЕКГ відзначені кореляції різного рівня (табл. 3.7).

Спостерігається достовірний зв'язок між РР і ТР інтервалами з одного боку і спектральними показниками з іншого боку в контролі, але в досвіді зв'язку в межах помилки. У контролі і досвіді по інтервалу РТ достовірної кореляції не спостерігається. Це може говорити про те, що тривалість

інтервалів РР і ТР більшою мірою залежить від спектральних показників. Слабкість кореляційних зв'язків між показниками після навантаження може свідчити про те, що система регуляції ВРС в досвіді є більш надійною і гнучкою.

Таблиця 3.7

**Кореляції (r) між показниками СА (мс<sup>2</sup>) і тривалістю інтервалів ЕКГ (с) до і після динамічної проби (ДП)**

Показники СА	РР (КЦ)		ТР (ШС)		РТ (АК)	
	Контроль	ДП	Контроль	ДП	Контроль	ДП
VLF	0,47	-0,17	0,21	-0,28	0,49	0,04
LF	0,68	-0,10	0,35	-0,21	0,69	0,08
HF	0,39	0,03	0,37	-0,14	0,33	0,18

**3.2.1.2. Дослідження із застосуванням ФН статичного характеру (СП).** Результати обробки матеріалів, отриманих після фізичного навантаження статичного типу, в групах з 14 дітей з 50 КЦ у кожної дитини, наведені в табл. 3.8.

Таблиця 3.8

**Середньо-групові показники тривалості інтервалів ЕКГ (с) до і після статичної проби (СП)**

Статистичні показники	РР (КЦ)	ТР (ШС)	РТ(АК)
<b>Контроль</b>			
M	0,68	0,23	0,45
SD	0,10	0,10	0,03
min	0,56	0,14	0,40
max	0,90	0,42	0,49
<b>СП</b>			
M	0,55	0,13	0,42
SD	0,03	0,03	0,02
min	0,48	0,10	0,37



## Продовження таблиці 3.8

Статистичні показники	PP (КЦ)	TP (ІПС)	PT(АК)
<b>СП</b>			
max	0,61	0,18	0,46

Після СП у дітей зміна тривалості кардіоінтервалів ЕКГ незначне. З урахуванням стандартного відхилення різниця недостовірна. Після ФН статичного типу у дітей кореляції між РР і ТР практично не змінюються (8%) –  $r = 0,88$ , між РР і РТ знижуються в порівнянні з контролем на 32% ( $r = 0,30$ ). Взаємозв'язок між ізопотенціальним станом міокарда (ІПС) і станом активації міокарда (АК) знижується в порівнянні з контролем на 68% ( $r = 0,20$ ). Виявляється різний рівень зв'язку між ІПС і АК до і після СП: між ТР до і після навантаження кореляції високого ступеня ( $r = 0,55$ ), між РТ  $r = 0,74$ . Рівень значущості у всіх випадках  $p \leq 0,001$ .

Мінливість сегмента ТР і інтервалу РР в відповідь на ФН в умовах статичного характеру знижується, що підтверджується змінами показників лімітів і SD (с). Межі коливань тривалості фази відносної рефрактерності (сегмента ТР, ІПС) щодо контролю знижуються на ЕКГ в середньому на 69% і становлять 0,08 с (різниця - 80% між крайніми значеннями), тривалості тривалості загальної систоли і діастоли (інтервалу РР, КЦ) - на 62% і становлять 0,13 с (різниця - в 27% між крайніми значеннями). Стандартне відхилення (SD, с) знизилася втричі по відношенню до контролю. В умовах СП межі коливання тривалості фази абсолютної рефрактерності (інтервалу РТ, АК) у дітей залишаються практично без змін - на 0,09 с (різниця - 24% між крайніми значеннями). SD (с) на рівні контролю.

Варіабельність кардіоінтервалів у дітей в абсолютних величинах після дії ФН в умовах функціональної проби статичного характеру зменшується в різному ступені. Показник CV сегмента ТР у відповідь на навантаження зменшується на 28%, CV інтервалу РР зменшується до 10,1%, рNN50 - до

14,8%. CV інтервалу РТ залишається на рівні контролю.

Зниження тимчасових меж, SD, CV і рNN50 вказує на те, що у відповідь на фізичне навантаження статичного характеру варіабельність ізопотенціального стану і, відповідно, кардіоциклу стає достовірно ( $< 0,05$ ) менше.

Для того, щоб визначити вплив на загальний кардіоцикл (інтервал РР) ізопотенціального стану (сегмента ТР) і стану активації міокарда (інтервалу РТ), розглянемо співвідношення РТ: ТР до і після ФН статичного типу (рис. 3.9).

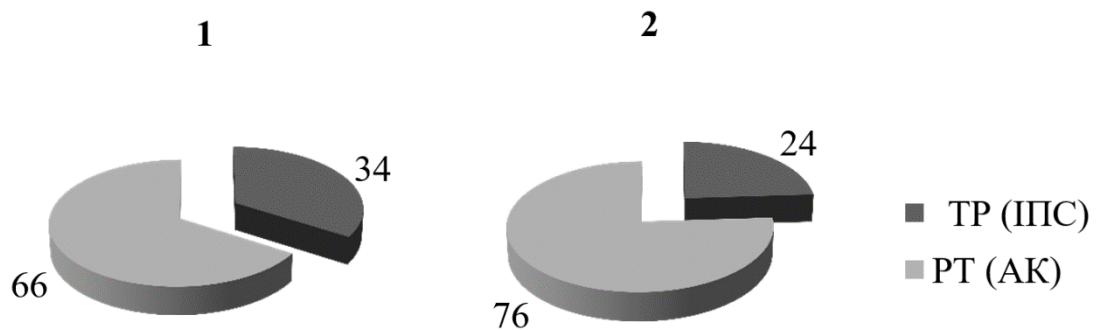


Рис. 3.9. Співвідношення між відносними значеннями ТР (ІПС) і РТ (АК) (% від РР) до (1) і після (2) статичної проби

У відповідь на СП середня тривалість фази абсолютної рефрактерності (інтервалу РТ, АК) в абсолютних значеннях практично не змінюється, пропорція інтервалу РТ виростає незначно - на 15% (від 66 до 76%), сегмента ТР знижується на 29% (від 34 до 24 %). Тобто, в відносних значеннях в середньому фаза відносної рефрактерності (сегмент ТР) змінюються більше, зменшуючи своєму вплив на кардіоцикл.

**Характер розподілу тривалості кардіоінтервалів.** У 6-7-річному віці інтервали ЕКГ в контролі (1) і після фізичного навантаження в умовах функціональної проби статичного характеру (2) в досить великих ( $n = 750$ ) кількостях розподіляються по параметричного типу (рис. 3.10). У відповідь на СП у дітей різниця в сторону меншої тривалості РР (загальної тривалості

систоли і діастоли) і TP (ізопотенціального стану) на 0,09 с. Розподіл тривалості RT (активації міокарда) до і після статичного навантаження у дітей збігається. При цьому інтервали PP і TP ідентичні, їх варіабельність на порядок більше, ніж варіабельність інтервалу RT.

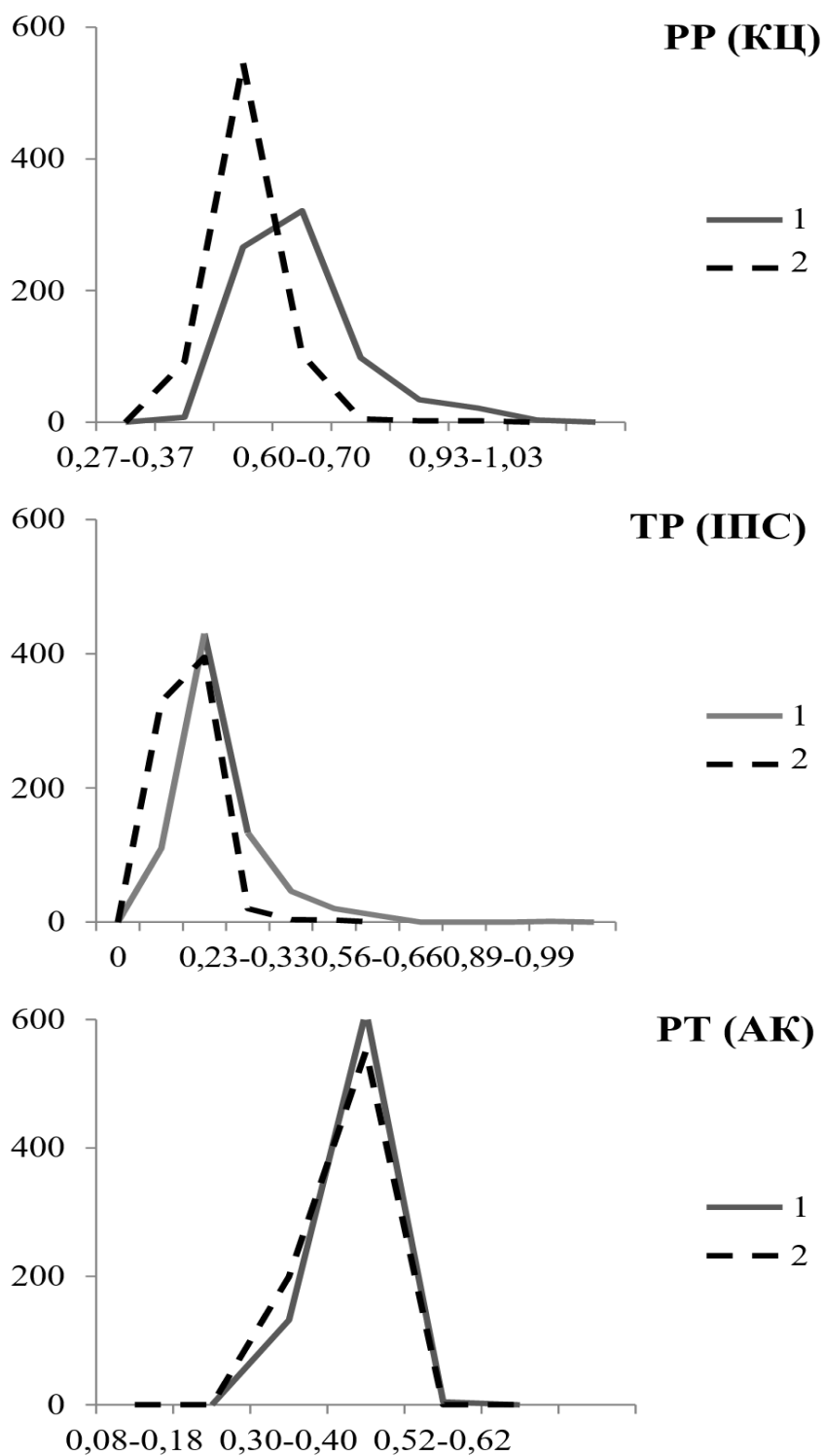


Рис. 3.10. Розподіл ЕКГ інтервалів в контролі (1) і після (2) статичної проби

*Примітка: по горизонталі - тривалість інтервалів, с; по вертикалі - кількість КЦ*

Дослідження із застосуванням кардіоінтервалограми. Особливості варіабельності ізопотенціального стану (ТР) і стану активації міокарда (РТ) в 6-7 років до і після ФН статичного типу також дозволяє підкреслити метод КІГ (рис. 3.11).

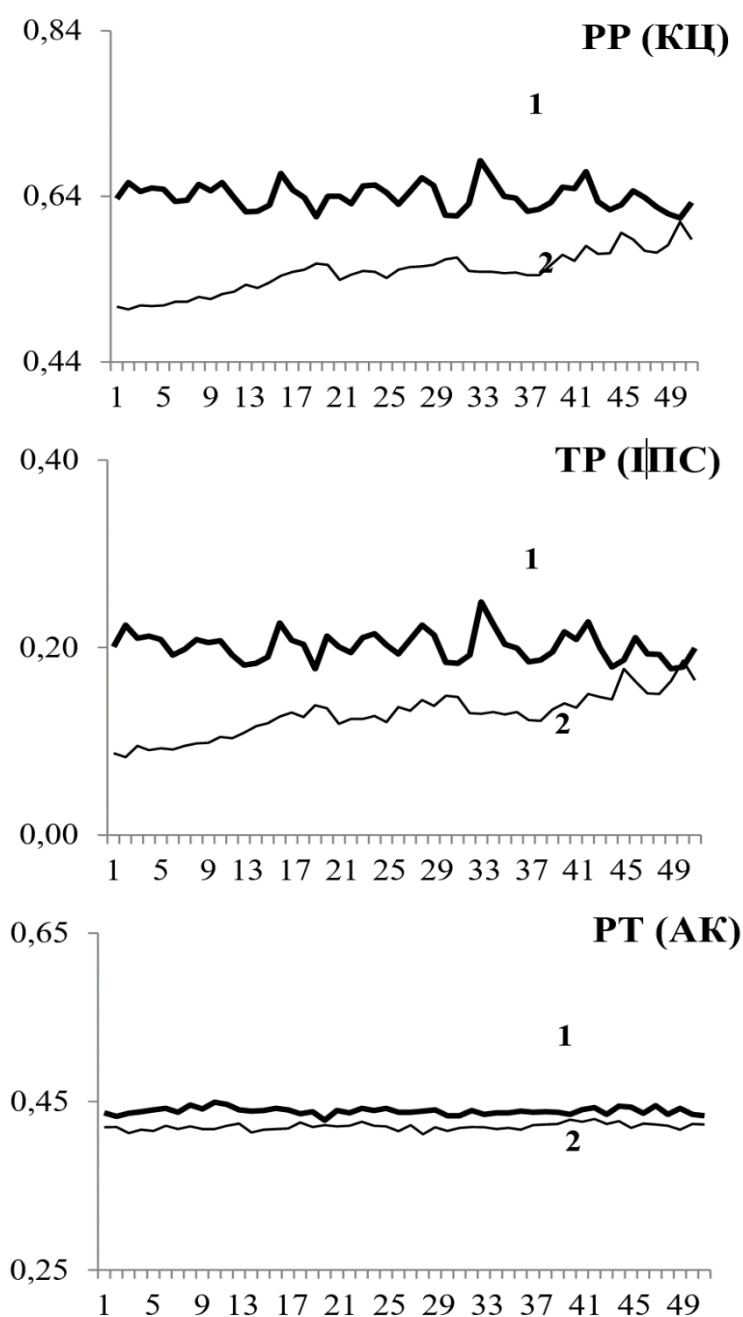


Рис. 3.11. Об'єднані КІГ до (1) і після (2) статичної проби по горизонталі - кількість КЦ; по вертикалі – тривалість.

Порівнюючи з КІГ коливання тривалості інтервалів до і після СП, а також дані табл. 10 ( $\pm$  SD, с), знайшли, що варіабельність тривалості кардіоциклу (PP) і ізопотенціального стану міокарда (TP) після СП також практично залишаються рівними за величиною, як в контролі і після ДП, їх варіабельність на порядок більше, ніж варіабельність тривалості стану активації міокарда (PT).

У той час, як в середньому варіабельність тривалості PP (КЦ) та TP (ПКС) після СП у дітей вдвічі, коливання тривалості інтервалу PT (АК) залишаються на рівні контролю.

На цьому наголошує зменшення варіабельності сегмента TP і, відповідно, інтервалу PP після ФН статичного типу.

Іншими словами, зменшення ВРС після статичного навантаження, як і після ДП, визначається зменшенням варіабельності ізопотенціального стану (сегмента TP).

*Дослідження із застосуванням методу скатерографії.* Застосовуючи метод скатерографії (УФС), перевіряємо і порівнюємо ступінь розкиду індивідуальних результатів до і після ФН в умовах функціональної проби статичного характеру.

Зміни тривалості інтервалів до і після статичної проби (СП) відображені на рисунку 3.12.

У дітей 6-7 років скаттерограми (СГ) характеризуються становищем «хмари» еліпсоїдної форми, яке витягнуто вздовж бісектриси.

При цьому у відповідь на СП інтервал PP (загальна тривалість систоли і діастоли, повний КЦ)) і сегмент TP (фаза відносної рефрактерності, ПКС), як в контролі і після ДП, однакові.

На рис. 3.12 видно, що у 6-7-річних дітей стан активації міокарда (інтервал PT) залишається практично на тому ж рівні, що і в контролі, а ізопотенціальний стан міокарда (сегмент TP) і, відповідно, повний кардіоцикл достовірно ( $p \leq 0,001$ ) змінюється вдвічі.

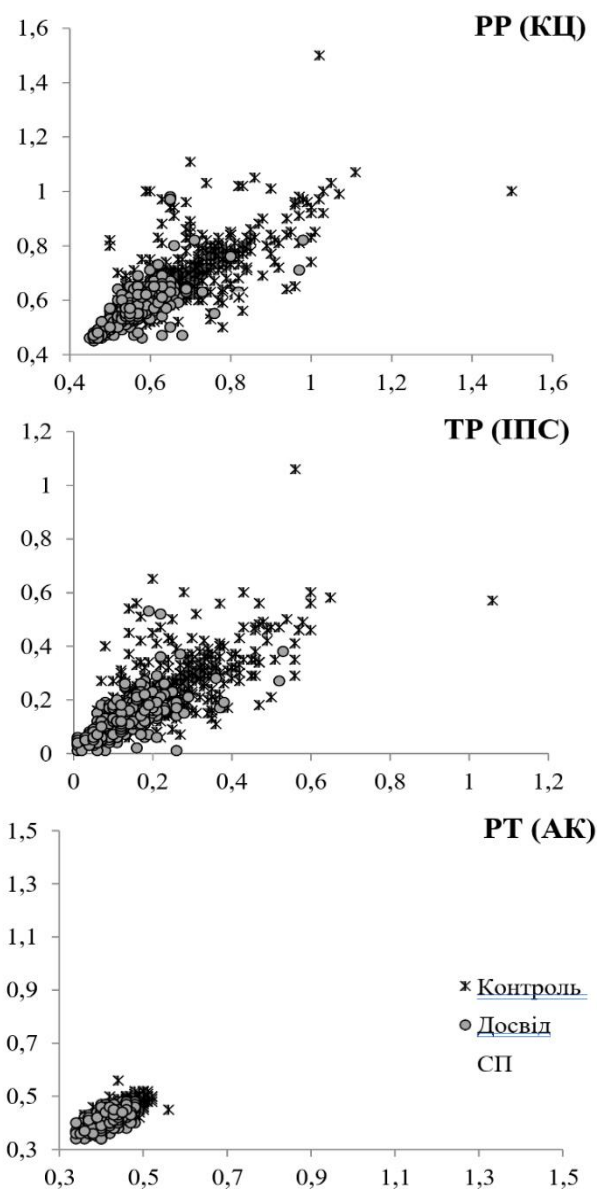


Рис. 3.12. Зміни тривалості інтервалів до і після статичної проби (СП)

Результати СГ до і після фізичного навантаження статичного типу представлені в табл. 3.9.

Таблиця 3.9

**Результати скатерограми (СГ) кардіоінтервалів РР, ТР і РТ до і після статичної проби (СП)**

Показник СГ	РР (КЦ)		ТР (ІПС)		РТ (АК)	
	Контроль	СП	Контроль	СП	Контроль	СП
L (мс)	424,3	282,8*	320	263,4	212	156,2

## Продовження таблиці 3.9

Показник СГ	РР (КЦ)		ТР (ПС)		РТ (АК)	
	Контроль	СП	Контроль	СП	Контроль	СП
W (мс)	139,3	87,4*	189,7	128,1*	70,7	80
S (мс <sup>2</sup> )	90981	38049*	93488,3	51998,4*	23072,9	19167

Примітка: \* - різниця достовірна при  $p \leq 0,001$  до і після СП

Параметри «хмара» ізопотенціального стану у дітей 6-7 років проти контролю зменшуються. L «хмари» знижується на 16%, W - на 32%, S - на 44%.

Ставлення L / w у дітей збільшилася приблизно на 30% (до 2).

Параметри «Хмара» стану активації міокарда у дітей після СП змінюються в різному ступені :, w залишається на рівні контролю, L і S зменшується проти контролю незначно - на 26 і 17% відповідно.

Ставлення L / w зменшується до 1,95 (39%). У відповідь на СП L «хмари» всього кардіоциклу (РР) зменшується проти контролю на 34%, W - на 37%, S - на 58%.

Отримані методом СГФ результати свідчать про зменшення варіабельності тривалості ізопотенціального стану і, відповідно, всього кардіоциклу (РР).

Тобто, запропонований нами метод підтверджує точність попередніх методів, які дозволили нам говорити про те, що, на відміну від варіабельності ізопотенціального стану, на варіабельність стану активації міокарда (РТ) ФН статичного типу чинить найменший вплив.

**3.2.1.2.1. Аналіз результатів по підгрупах.** Результати внутрішнь-групового аналізу тривалості інтервалів до і після СП представлені в табл. 3.10.

Таблиця 3.10

**Внутрішньо групові показники тривалості кардіоінтервалів (с) до і після статичної проби (СП)**

Підгрупа	Контроль			СП		
	PP	TP	PT	PP	TP	PT
<b>1</b> ≥0,75 с	0,90	0,41	0,49	0,68**	0,22**	0,46
	0,87	0,42	0,45	0,57**	0,15**	0,42
	0,82	0,34	0,48			
	0,76	0,28	0,48	0,57	0,15**	0,42
	0,76	0,28	0,48	0,68	0,24	0,44
<b>M</b>	<b>0,82*</b>	<b>0,34*</b>	<b>0,48</b>	<b>0,63**</b>	<b>0,19**</b>	<b>0,44</b>
<b>SD</b>	<b>0,12</b>	<b>0,12</b>	<b>0,02</b>	<b>0,07</b>	<b>0,06</b>	<b>0,02</b>
<b>min</b>	<b>0,76</b>	<b>0,28</b>	<b>0,45</b>	<b>0,57</b>	<b>0,15</b>	<b>0,42</b>
<b>max</b>	<b>0,90</b>	<b>0,42</b>	<b>0,49</b>	<b>0,68</b>	<b>0,24</b>	<b>0,46</b>
<b>Счет</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>200</b>	<b>200</b>	<b>200</b>
<b>2</b> 0,74-0,61 с	0,69	0,23	0,46	0,58	0,15	0,43
	0,67	0,23	0,44	0,61	0,18	0,43
	0,64	0,19	0,45	0,57	0,16	0,41
	0,63	0,18	0,45	0,53	0,10	0,43
	0,61	0,18	0,43	0,55	0,14	0,41
<b>M</b>	<b>0,65</b>	<b>0,21</b>	<b>0,44</b>	<b>0,57</b>	<b>0,15</b>	<b>0,42</b>
<b>SD</b>	<b>0,08</b>	<b>0,08</b>	<b>0,02</b>	<b>0,07</b>	<b>0,07</b>	<b>0,02</b>
<b>min</b>	<b>0,61</b>	<b>0,18</b>	<b>0,43</b>	<b>0,53</b>	<b>0,10</b>	<b>0,41</b>
<b>max</b>	<b>0,69</b>	<b>0,23</b>	<b>0,46</b>	<b>0,61</b>	<b>0,18</b>	<b>0,43</b>
<b>Счет</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>250</b>
<b>3</b> ≤0,60 с	0,60	0,20	0,40	0,55	0,17	0,38
	0,60	0,14	0,46	0,53	0,10	0,43
	0,58	0,14	0,44	0,53	0,11	0,42
	0,57	0,15	0,42	0,51	0,10	0,41
	0,56	0,15	0,41	0,52	0,11	0,41
<b>M</b>	<b>0,57</b>	<b>0,15</b>	<b>0,42</b>	<b>0,53</b>	<b>0,12</b>	<b>0,41</b>
<b>SD</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>0,02</b>
<b>min</b>	<b>0,56</b>	<b>0,14</b>	<b>0,40</b>	<b>0,51</b>	<b>0,10</b>	<b>0,38</b>
<b>max</b>	<b>0,60</b>	<b>0,20</b>	<b>0,46</b>	<b>0,55</b>	<b>0,17</b>	<b>0,43</b>
<b>Счет</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>250</b>

Примітка \* - різниця достовірна при  $p \geq 0,05$  між підгрупами

\*\* - різниця достовірна при  $< 0,05$  до і після СП



Як і при дослідженні середніх показників кардіоінтервалів ЕКГ до і після ФН динамічного типу, при вивченні середніх показників до і після ФН статичного типу різниця між контролем і досвідом нівелюється і частково зникає, так як середні показники учасників з меншими і середніми по тривалості інтервалами РР і ТР надають вплив на середні показники учасників з великими показниками інтервалів. У зв'язку з цим вважаємо за доцільне розглядати ЕКГ інтервали, враховуючи особливості показників кожного з учасників дослідження, для чого загальна група кардіоциклу була розподілена на 3 підгрупи (табл. 3.10). Аналіз методом внутрішньо-групового дослідження дозволяє також простежити залежність результатів, отриманих після СП, від контролю. Вихідні показники інтервалів ЕКГ у обстежуваних з великими (підгрупа 1), середніми (підгрупа 2) і меншими (підгрупа 3) тривалістю РР різні і ступінь їх змін під дією ФН статичного типу неоднакова.

Різниця між контролем і СП спостерігається переважно в групі з більш довгими кардіоциклу. Як видно з табл. 3.10 після навантаження тривалість ізопотенціального стану (сегмент ТР) в підгрупі 1 зменшується на 44%, в підгрупах 2 і 3 простежується тенденція до зниження, але достовірних результатів немає. Тривалість стану активації міокарда (інтервал РТ) незалежно від підгрупи залишається приблизно на рівні контролю. Тривалість всього кардіоцикла (інтервалу РР) в підгрупі 1 зменшується на 23%, в той час, як у підгруп 2 і 3 тривалість інтервалу РР після ФН статичного типу у дітей практично не змінюється.

Мінливість інтервалів ТР і РТ, судячи з даних SD (с), в підгрупі 1 змінюється приблизно в два рази, в групах 2 і 3 залишається на рівні контролю. SD (с) тривалості фази абсолютної рефрактерності (інтервалу РТ) не змінюється.

Варіабельність у відповідь на ФН в умовах функціональної проби статичного типу знижується (рис. 3.13).

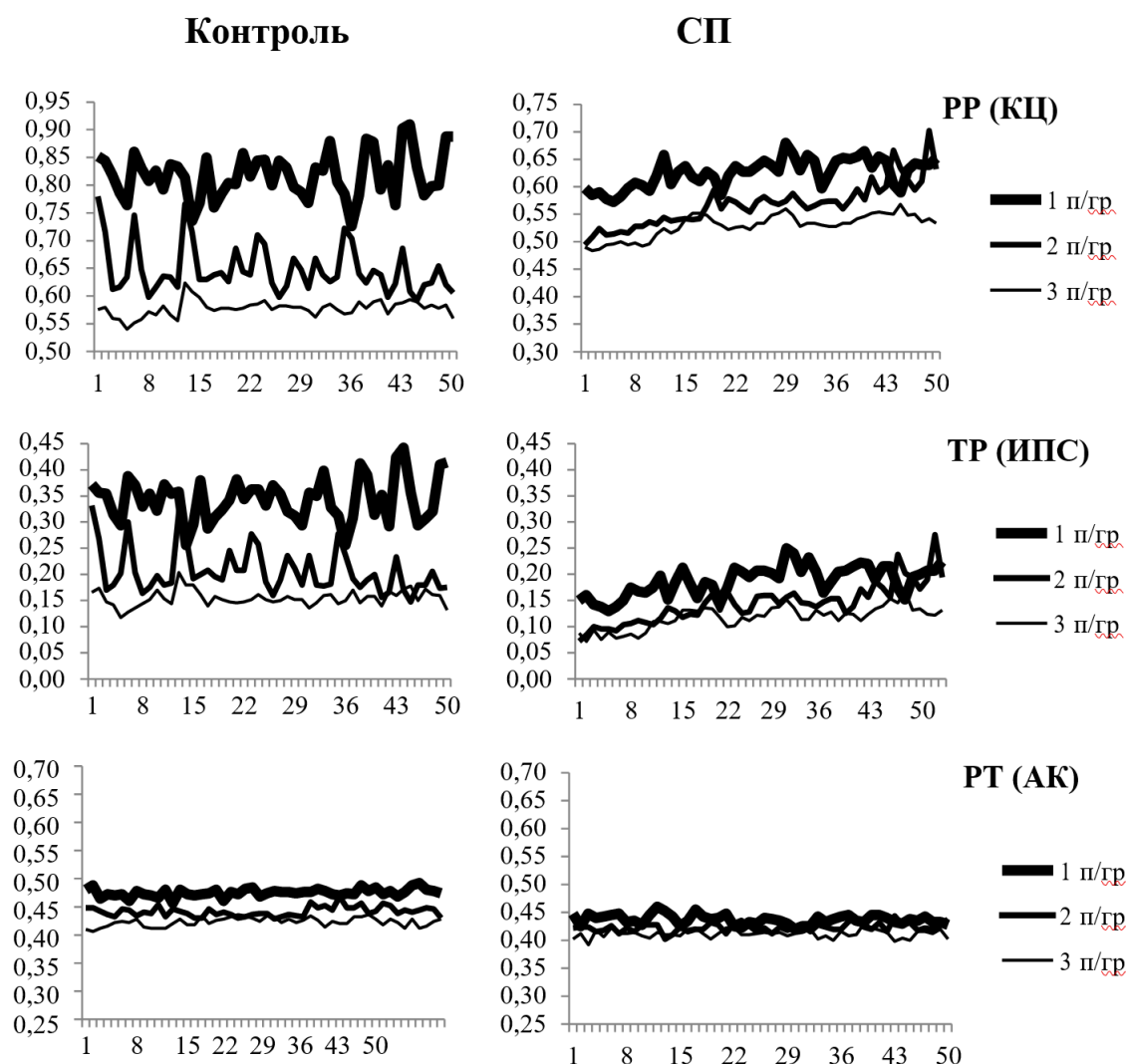


Рис. 3.13. Об'єднані КІГ до і після статичної проби (СП)

по горизонталі - кількість кардіоциклу (КЦ); по вертикалі - тривалість, с

Варіабельності інтервалів TP і PP у всіх трьох підгрупах: в підгрупах 1 і 2 зменшується вдвічі (до  $\pm 0,1$  с), в той час як в підгрупі 3 - знижується до  $\pm 0,02$ с. Про це ж свідчить і зрушення в меншу сторону тимчасового показника рNN50 (%): у підгрупах 1 і 2 - в межах 30%, в підгрупі 3 - незначно (до 4%). Варіабельність інтервалу PT залишається на рівні контролю.

Іншими словами, зміна тривалості кардіоциклу у відповідь на навантаження відбувається при активному скороченні тривалості ізопотенціального стану (сегмента TP) і при менш значному зміні тривалості стану активації міокарда (інтервал PT) і залежить від вихідної величини в контролі, що підтверджує рис. 3.14.

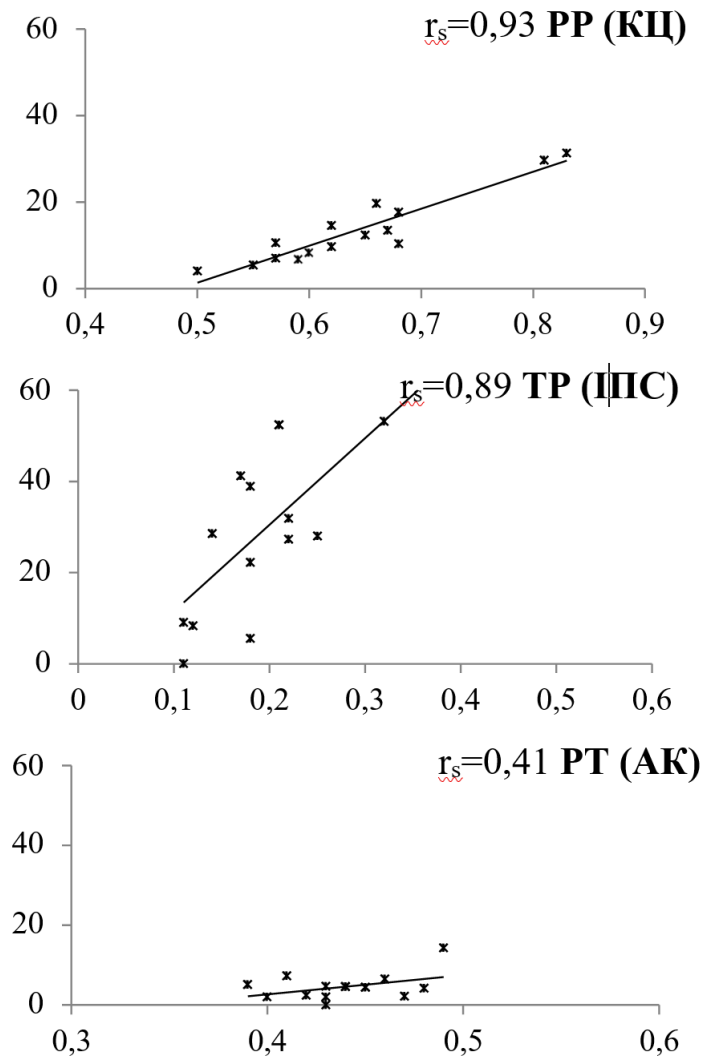


Рис. 3.14. Відносна величина змін тривалості інтервалів в досвіді від їх значень в контролі

*по горизонталі - тривалість, с; по вертикалі -  $\Delta$ ,%*

Чим більше інтервали в контролі, тим більше зсув ( $\Delta\%$ ) при СП. Таким чином, чим більше тривалість кардіоінтервалів РР і ТР в контролі (підгрупа 1), тим достовірно сильніше його відповідь на ФН статичного типу. Очевидно, що у обстежених з підгрупи 1 у відповідь на СП тривалість інтервалів знижуються в достовірно більшою мірою, ніж у обстежених з підгруп 2 і 3. Результати свідчать про те, що у дітей при довших інтервалах ТР і РР в контролі характерна велика їх варіабельність, а також більше зниження варіабельності у відповідь на СП. Для коротких інтервалах ТР і РР в контролі характерна їх менша варіабельність і менше зниження у відповідь

на ФН статичного типу.

Розглянемо внесок в загальний кардіоциклу (інтервал РР) ізопотенціального стану (сегмент ТР) і стану активації міокарда (інтервал РТ) до і після ФН статичного типу по підгрупах (рис. 3.15).

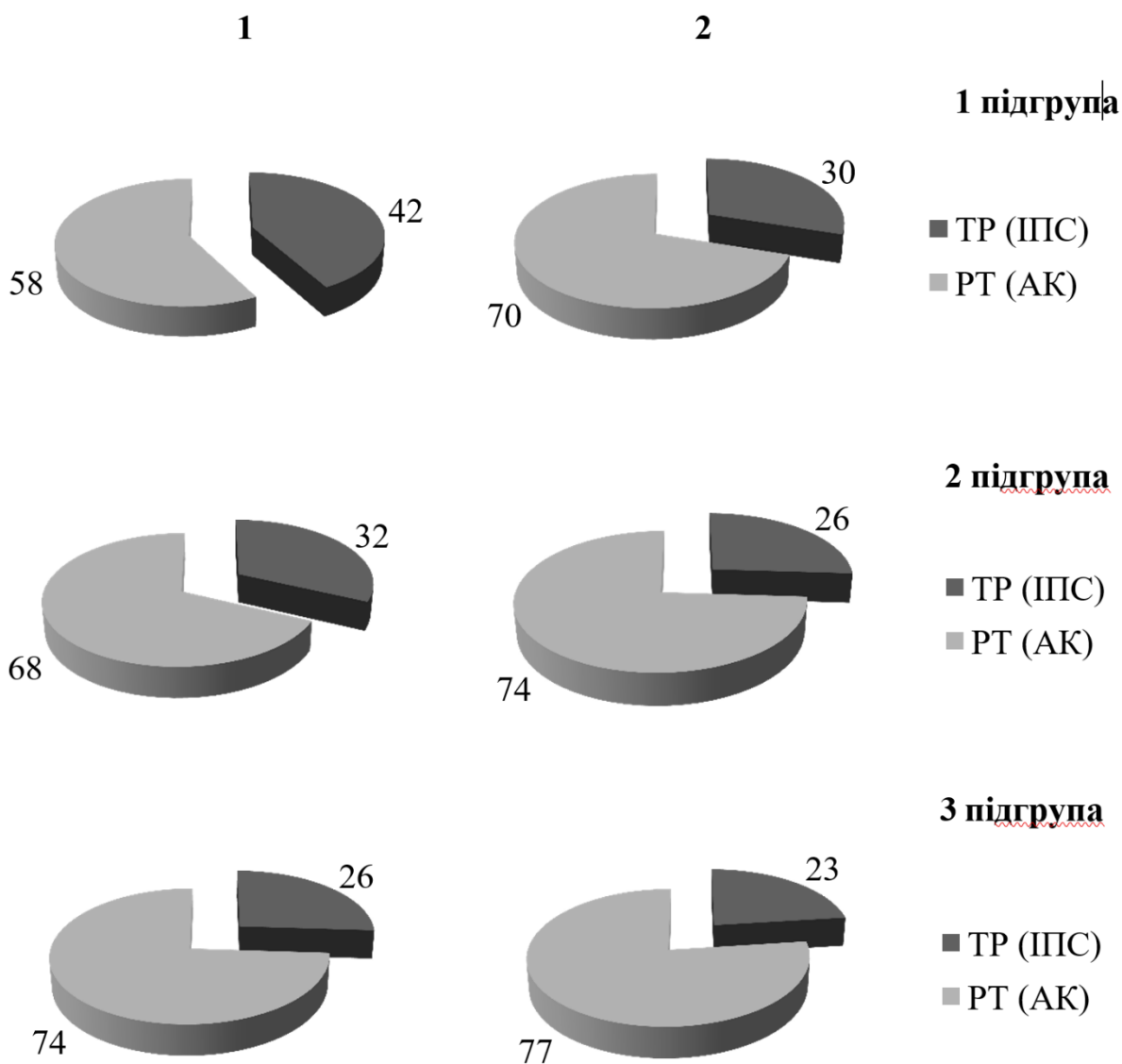


Рис. 3.15. Співвідношення між відносними значеннями ТР (ІПС) і РТ (АК) (% від РР) до (1) і після (2) статичної проби в підгрупах

З рис. 3.15 видно, що характер змін пропорцій в умовах СП різний: в 1 підгрупі частка фази абсолютної рефрактерності (інтервалу РТ, АК) виростає

на 21%, частка фази відносної рефрактерності (сегмента TP, ШС) при цьому знизилася на 30%. У 2 і 3 підгрупах, в яких інтервал PP після СП показав тенденцію до зниження, але результати, враховуючи стандартне відхилення, недостовірні (12 і 7%), пропорції PT і TP так само залишилися на рівні контролю. Таким чином, незважаючи на вихідний рівень співвідношень АК і ШС, при ФН динамічного типу їх межі прийшли до однакового рівня в кожній з трьох підгруп: межа фази абсолютної рефрактерності або АК (інтервал PT) підвищено до  $\sim 70\%$ , межа фази відносної рефрактерності або ШС (сегмента TP) знижений до  $\sim 30\%$ .

Отримані нами дані по кардіоінтервалах до і після фізичного навантаження в умовах функціональної проби статичного характеру дають уявлення про розмах мінливості тривалості інтервалів PP і TP. Порівнюючи коливання тривалості інтервалів, видно, що PP і TP рівні за величиною і їх варіабельність на порядок більше, ніж варіабельність тривалості інтервалу PT. Показники CV, КІГ, СГ, SD і pNN50 свідчать про суттєву варіабельності ізопотенціальної стану (сегмента TP) у відповідь на короткочасне напруження статичного типу, що відбивається на варіабельності кардіоциклу і, відповідно, ритму серця в цілому.

**3.2.1.2.2. Спектральний аналіз.** Результати СА по ЕКГ дітей представлені в табл. 3.11. У відповідь на ФН статичного типу показники загальної потужності спектральних компонентів ( $TP_{\text{потуж}}$ ) у дітей збільшуються на 55%. Рівень VLF після СП в абсолютних числах збільшується більш ніж в 1,5 рази, рівень LF - на 38%.

Знижується рівень низькочастотних хвиль (HF) на 9%. У структурі спектра після СП зростає переважання дуже низькочастотних хвиль (VLF), їх частка збільшується на 44% і становить 33% від загальної потужності. Частка високочастотних хвиль (HF) знижується на 24% проти контролю. Частка LF не змінюється. Коефіцієнт вагосимпатичного балансу (LF / HF) після СП збільшується на 26% і становить  $0,77 \pm 1,5$ , підкреслюючи тим самим симпатичні впливи.

Таблиця 3.11

## Показники частот у дітей до і після статичної проби (СП)

Статистичні показники	TR <sub>потуж</sub> , мс <sup>2</sup>	VLF		LF		HF	
		мс <sup>2</sup>	%	мс <sup>2</sup>	%	мс <sup>2</sup>	%
<b>Контроль</b>							
M	4656	1057	23	1360	37	2239	41
SD	4933,3	1280,9	15,8	1851,3	20,4	2735,4	20,3
min	348	0	0	211	9	52	8
max	18890	4737	47	7803	92	8067	83
<b>СП</b>							
M	7222*	2911*	33*	1874	37	2438*	31*
SD	6673,2	3451,6	18,8	1356,2	19,3	2639,6	16,2
min	564	38	5	415	12	111	8
max	21854	10744	72	5409	75	8794	68

Таким чином, зміна ізопотенціального стану і стану активації міокарда у відповідь на статичне навантаження у дітей відбувається за рахунок збільшення частки дуже низьких частот спектра (симпатичні впливи) і ще більшого зниження частки високих частот спектра (парасимпатичні впливи). Виявлено, що у однієї і тієї ж групи дітей при однаковому положенні тіла в контролі перед ФП двох типів показники СА розрізняються. Про відмінність величин говорять і кореляції між показниками.

В середньому загальна сумарна потужність (TR<sub>потуж</sub>) відрізняється між контролем перед навантаженнями різного характеру (ДП і СП) на 15%. При цьому рівень HF відрізняється на 30%, рівень VLF - на 20%. Можливо причина в умовах проведення дослідження. Між експериментом з впливом ДП і контролем перед СП проходить близько 5-10 хвилин. Цього виявилось

достатньо, щоб електричні властивості серця прийшли в норму, але виявилось недостатнім, щоб до норми повернулися частотні показники. Тобто ЕКГ в контролі перед фізичним навантаженням в умовах функціональної проби статичного характеру знімалася при тривалості  $PP = 0,68$  с (як і в контролі перед пробою динамічного характеру), але залишковими явищами після ДП на вегетативному рівні. З чого можна зробити висновок, що, можливо, це впливає на результати, що слід враховувати при організації досліджень в подальшому.

Певний інтерес, поряд із середніми, представляють спектрограми індивідуальні. В якості ілюстрації наведені спектрограми одного з дітей (рис. 3.16).

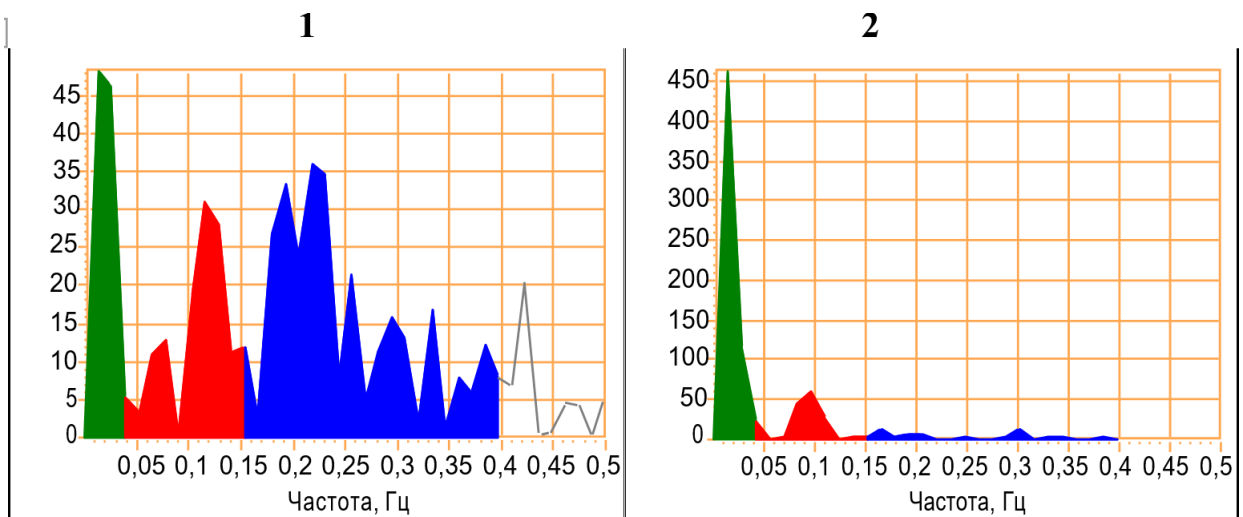


Рис. 3.16. Спектрограма дитини (Руа, хлопчик, 7 років) до (1) і після (2) статичної проби

Результати індивідуального обстеження за допомогою СА наведені в табл. 3.12. З індивідуальної спектрограми (рис. 3.16) і даних табл. 3.12 очевидно, що зміна показників кардіоінтервалів після ФН статичного типу у дитини відбувається за рахунок збільшення нейрогуморальних впливів симпатичного типу (зокрема за рахунок хвиль дуже низької частоти) і ще більшого зниження парасимпатичних складових ВНС. Представлені

індивідуальні спектрограми даної дитини підкреслюють груповий СА для дітей 6-7 років. Між показниками СА і тривалістю інтервалів ЕКГ відзначені кореляції різного рівня (табл. 3.13).

Таблиця 3.12

**Індивідуальні результати СА (Руа, хлопчик, 7 років)**

Часовий аналіз		Спектральний аналіз						
pNN50, %	CV, %	TP <sub>погуж</sub> , мс <sup>2</sup>	VLF		LF		HF	
			мс <sup>2</sup>	%	мс <sup>2</sup>	%	мс <sup>2</sup>	%
<b>Контроль</b>								
35,8	10,2	6591	1278	19	1495	23	3818	58
<b>Статична проба</b>								
28	9,1	11054	7939	72	2198	20	918	8

Таблиця 3.13

**Кореляції (р) між показниками СА (мс<sup>2</sup>) і тривалістю інтервалів ЕКГ (с) до і після СП**

Показник СА	PP (КЦ)		TP (ШС)		PT (АК)	
	Контроль	СП	Контроль	СП	Контроль	СП
VLF	0,70	0,54	0,63	0,40	0,49	0,23
LF	0,56	0,50	0,47	0,24	0,49	0,37
HF	0,55	0,68	0,54	0,46	0,28	0,35

У порівнянні з р в експерименті з ДП, після СП спостерігається достовірна кореляція між показниками СА і тривалістю інтервалів PP і TP до і після СП. Після досвіду кореляція знижується між PP і VLF на 23%, PP і LF - на 11%, PT і VLF - 53%, PT і LF - 24%, TP і VLF - на 37%, TP і LF - 49%, TP і HF - на 15%. Між PP і HF взаємозв'язок підвищується на 24%, PT і HF - на 25%. Отримані дані можуть свідчити про те, що тривалість



інтервалів ЕКГ і їх зміна напряму залежать від частотних показників.

### **3.2.1.3. Особливості інтервалів ЕКГ в залежності від характеру фізичного навантаження.**

Так, результати, отримані при дослідженні тривалості і варіабельності інтервалів ЕКГ, свідчать про те, що відбувається з електричними властивостями серця у дітей 6-7-річного віку в стані відносного спокою і при нарузі, пов'язаному з короткочасними навантаженнями, яке створюється шляхом впливу на організм фізичних вправ з різною м'язовою роботою протягом 30 с.

Отримані в ході дослідження матеріали, виявили, що в середньому тривалість ізопотенціального стану міокарда (ІПС) коливається від 0,14 до 0,42 с, тобто на 0,28 с, і становить  $0,23 \pm 0,10$  с. Потім переходить до тимчасових проміжків від 0,06 до 0,18 с (межі коливань 0,12 с) при нарузі, викликаній динамічної та статичної навантаженням (в середньому -  $0,12 \pm 0,03$  с). Тривалість стану активації міокарда (АК) коливається від 0,40 до 0,49 с, тобто на 0,09 с, і становить  $0,45 \pm 0,03$  с. Потім, у відповідь на напругу, викликане динамічної та статичної навантаженням, переходить до тимчасових рамок від 0,37 до 0,47 с, різниця на 0,10 с (в середньому  $0,42 \pm 0,03$  с). Тобто дані свідчать про те, що ІПС характеризується найбільшою варіабельністю до і після фізичного навантаження двох типів. У той же час варіабельність АК в порівнянні з контролем практично не змінюється. Аналіз внутрішньо-групових методом підтверджує цей висновок. У підгрупах 1 і 2 тривалість ІПС в контролі коливається від 0,28 до 0,42 с і від 0,18 до 0,23 с відповідно, після напруги, пов'язаного з динамікою і статикою, переходить до тимчасових проміжків від 0,09 до 0,24 с (підгрупа 1) і від 0,07 до 0,18 с (підгрупа 2). Тривалість АК в підгрупах 1 і 2 коливається в стані від 0,45 до 0,49 с і від 0,43 до 0,46 відповідно, потім переходить до тимчасових рамок від 0,38 до 0,47 с (підгрупа 1) і від 0,40 до 0,44 с (підгрупа 2) під дією ФН двох типів.

Істотну мінливість ізопотенціального стану, яке, згідно з результатами,

на 85-90% визначає варіабельність повного кардіоциклу (інтервалу PP) і, відповідно, варіабельності ритму серця (BPC) в цілому, підтверджують також і показники CV, pNN50, КІГ, СГ і SD. Решта 10-15% BPC визначає варіабельність тривалості стану активації міокарда (інтервалу PT).

Так само слід зазначити, що фізичні навантаження з різною м'язовою роботою у дітей 6-7 років дають практично однакові результати змін електрофізіологічних показників міокарда. Достовірної різниці між результатами після ДП і після СП не виявлено. Причина, очевидно, в тому, що протягом 30 з вправи переважний вплив на серцеву діяльність надає стресова ситуація, яка нівелює результати м'язових зусиль [37, 72, 96].

## ВИСНОВКИ

1 Тривалість інтервалу РТ знаходиться на одному рівні ( $0,45 \pm 0,03$ – $0,48 \pm 0,04$  с), варіабельність незначна. Тривалість фази абсолютної рефрактерності, деполяризації міокарда не залежить від віку, при цьому тривалість сегмента ТР у дітей 6-7-річного віку становить  $0,23 \pm 0,1$  с., що в два рази менше, ніж у юнаків, тобто тривалість фази відносної рефрактерності, реполяризації міокарда з віком збільшується. Відзначається значна варіабельність ТР (коефіцієнт варіації – 37% проти 6-10% варіабельності інтервалу РТ).

2. Під дією ФН тривалість і варіабельність інтервалу РТ, тобто час деполяризації міокарда, залишаються практично без змін. При цьому середньостатистичні параметри тривалості сегмента ТР, тобто, час реполяризації, у дітей не змінюється. Однак при індивідуальному аналізі виявляються виразні внутрішньо групові відмінності: в 2-2,5 рази більша різниця при відносно низьких рівнях ЧСС і практично її відсутність при більш високих рівнях ЧСС. У юнаків тривалість фази відносної рефрактерності знижується на 50% в середньому і по підгрупах. Варіабельність показника за даними коефіцієнта варіації стає менше – до 26-30%.

3. Під впливом ФН проявляється пряма пропорційна залежність тривалості фаз абсолютної і відносної рефрактерності від їх рівня в контролі: між РТ до і після ФН –  $r = 0,74$ , між ТР до і після ФН кореляції  $r = 0,37$ . Це повністю відповідає відомому в біології закону залежності характеру реакції на функціональне навантаження від вихідного рівня.

4. Варіабельність ритму серця (ВРС) до 85-90% визначається варіабельністю часу реполяризації міокарда (сегмент ТР). Це підтверджується даними CV, pNN50, КІГ, СГ, SD і відповідними коефіцієнтами кореляції.

5. Фізичні навантаження істотно впливають на показники тривалості

фази відносної рефрактерності (сегмента TP) і в меншій мірі – на тривалість фази абсолютної рефрактерності (інтервалу PT). Причина, очевидно, в тому, що протягом 30 з вправи переважний вплив на серцеву діяльність надає неспецифічний вплив адаптаційно-трофічного характеру з боку ВНС, які нівелюють результати м'язових зусиль на першій її стадії – стадії тривоги. Запропоновані фізичні навантаження різного характеру не є надмірними для учасників обстеження, в результаті впливу яких ЧСС не перевищувала в середньому 110-130 уд./хв., що є безпечною і адекватною зоною навантаження для тренування серця.

### Список використаної літератури

1. Абзалов Р.Р. Адаптация насосной функции сердца к мышечной деятельности / Р.Р. Абзалов, Н.И. Абзалов, Р.А. Абзалов, А.А. Гуляков // Человек. Спорт. Медицина. – 2017. – Т. 17, № 5. – С. 7-11.
2. Агаджанян Н.А. Физиология человека / Н.А. Агаджанян, Л.З. Тель, В.И. Циркин, С.А. Чеснокова; под ред. Н.А. Агаджаняна, В.И. Циркина. – Санкт-Петербург: СОТИС, 1998. – 528 с.
3. Агаджанян Н.А. Функциональные резервы организма и теория адаптации / Н.А. Агаджанян, Р.М.Баевский, А.П.Берсенева // Вестник восстановительной медицины. – 2004. – № 3(9). – С. 4-11.
4. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем / П.К. Анохин. – М.: Медицина, 1975. – 448 с.
5. Антропова М.В. Морфофункциональное созревание основных физиологических систем организма детей дошкольного возраста / М.В. Антропова, М.М. Кольцова. – М.: Педагогика, 1983. – 160 с.
6. Аронов Д.М. Функциональные пробы в кардиологии / Д.М. Аронов, В.П. Лупанов. – М.: МЕД пресс-информ, 2007. – 328 с.
7. Баевский Р.М. Анализ variability сердечного ритма: история и философия, теория и практика / Р.М. Баевский // Клиническая информатика и телемедицина. – 2004. – №1. – С. 54-56.
8. Баевский Р.М. Variability сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов. – М.: Медицина, 2000. – 295 с.
9. Бакиева Н.З. Комплексное исследование «школьной зрелости» современных детей / Н.З. Бакиева, Н.И. Гребнева // Вестник Тюменского государственного университета. – 2014. – № 6. – С. 157-164.
10. Бахчина А.В. Сложность сердечного ритма при временной системной дифференциации / А.В. Бахчина, Ю.И. Александров // Экспериментальная психология. – 2017. – Т. 10, № 2. – С. 114-130.

11. Безруких М.М. Возрастная физиология / М.М. Безруких, В.Д. Сонькин, Д.А. Фарбер. – М.: Академия, 2002. – 416 с.
12. Берне Р.М., Леви М.А. Физиология сердечно-сосудистой системы / Р.М. Берне, М.А. Леви // *Фундаментальная и клиническая физиология* / под ред. А.Г. Камкина, А.А. Каменского. – М.: Академия, 2004. – С. 513-702.
13. Берсенева И.А. Оценка адаптационных возможностей организма у школьников на основе анализа вариабельности сердечного ритма в покое и при ортостатической пробе: дис. ... канд. биол. наук: 14.00.17 / Берсенева Ирина Анатольевна. – Москва: РУДН, 2000. – 135 с.
14. Булатецкий С.В. Особенности корреляционных плеяд спектральных показателей вариабельности сердечного ритма в группах с разной успешностью профессионального обучения / С.В. Булатецкий // *Вестник Харьковского национального университета им. В.Н. Карамзина. Серия Медицина*. – 2003. – № 5 (581). – С. 21-23.
15. Ванюшин Ю.С. Возрастные особенности адаптации сердечной деятельности детей 5-7 лет к физическим нагрузкам / Ю.С. Ванюшин, Ф.Г. Ситдиков, Т.А. Исхакова // *Материалы XVII Съезда физиологов России: тезисы докладов*. – Ростов-на-Дону, 1998. – 37 с.
16. Васильева Р.М. Особенности реакции сердечно-сосудистой системы детей 6 лет на физические нагрузки разной мощности / Р.М. Васильева // *Новые исследования в психологии и возрастной физиологии*. – 1990. – №2. – С. 102-107.
17. Волкова С.И. Исследование антропометрических параметров у детей дошкольного учреждения / С.И. Волкова, Н.С. Шляпина // *Молодой ученый*. – 2016. – №3. – С. 361-364.
18. Галлеев А.Р. Вариабельность сердечного ритма у здоровых детей в возрасте 6—16 лет / А.Р. Галлеев, Л.Н. Игишева, Э.М. Казин // *Физиология человека*. – 2002. – № 28 (4). – С. 54-58.
19. Голубева И.Ю. Динамика сердечного ритма у детей дошкольного возраста при попытке выполнения не решаемого задания / И.Ю. Голубева,

Т.Г. Кузнецова, Е.А. Соколова, К.Н. Фомкина // Вестник Самарского государственного университета. Естественная серия. – 2007. – № 8 (58). – С. 50-59.

20. Горелик В.В. Особенности адаптационных показателей сердечно-сосудистой системы школьников, занимающихся физической культурой / В.В. Горелик, Ю.Е. Малинин // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 5(124). – С. 102-106.

21. Горшкова М.Н. Физиологическая характеристика ориентированного воспроизведения ритма сердца при дозированной динамической нагрузке / М.Н. Горшкова, А.Я. Рыжов // Вестник Тверского гос. универс. – 2007. – №21 (49). – С. 49-55.

22. Горькая Ю.А. Показатели физиологического развития и адаптация сердечно-сосудистой системы студентов медуниверситета во Владивостоке / А.Ю. Горькая, С.Н. Триголь, О.У. Кириллов // Гигиена и санитария. – 2009. – №1. – С. 58-60.

23. Гудков А.Б. Морфофункциональные особенности сердца и магистральных сосудов у детей школьного возраста / А.Б. Гудков, О.В. Шишелова. – Архангельск: Изд-во Северного гос. мед. университета, 2011. – 152 с.

24. Денисов А.С. Вариабельность ритма сердца при различных положениях тела у детей школьного возраста, отличающихся уровнем здоровья и физической активности / А.С. Денисов, Н.В. Вдовина, В.И. Борисов // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2013. – № 5. – С. 153-159.

25. Дерновой Б.Ф. Хронотропный эффект функциональных проб в период мобилизации организма человека / Б.Ф. Дерновой // Экология человека. – 2016. – № 2. – С. 31-35.

26. Дмитриев Д.А. Влияние индекса массы тела на вариабельность сердечного ритма у студентов в условиях относительного покоя и экзаменационного стресса / Д.А. Дмитриев, Ю.Д. Карпенко, А.Д. Дмитриев //

Электронный журнал «Социальные аспекты здоровья населения». – 2012. – С. 1-10.

27. Догадкина С.Б. Возрастная динамика временных и спектральных показателей variability сердечного ритма у детей 5-9 лет / С.Б. Догадкина // Новые исследования. – 2012. – № 4(33). – С. 40-48.

28. Догадкина С.Б. Возрастные и индивидуальные особенности адаптационных возможностей у детей дошкольного и младшего школьного возраста / С.Б. Догадкина // Новые исследования. – 2013. – № 2(35). – С. 57-65.

29. Догадкина С.Б. Особенности вегетативной нервной регуляции сердечного ритма у детей 5-10 лет / С.Б. Догадкина // Новые исследования. – 2018. № 1. – С. 35-42.

30. Долабчян З.Л. Основы клинической электрофизиологии и биофизики сердца / З.Л. Долабчян. – М.: Медицина, 1986. – 476 с.

31. Закирова Л.М. Особенности вегетативного гомеостаза первоклассников различных групп здоровья, обучающихся в образовательных учреждениях нового типа / Л.М. Закирова, Т.А. Нагаева, И.И. Балашева, Т.В. Матковская, А.А.Ильиных, Д.А.Пономарева // Сибирский медицинский журнал. – 2012. – Т. 27, № 2. – С. 157-162.

32. Зеновко Е.А. Анализ variability сердечного ритма у студентов МПГУ в зависимости от возраста (I-III курс) / Е.А. Зеновко // Альманах современной науки и образования. – 2011. – № 12 (55). – С. 83-85.

33. Иванов Г.Г. Анализ показателей структуры variability ритма сердца у здоровых лиц по данным PP- и PR-интервалов / Г.Г. Иванов, В.Е. Дворников, С. Сбеитан // Вестник РУДН. Серия: Медицина. –2007. – №4. – С. 26- 33.

34. Ивантер Э.В. Элементарная биометрия: учебное пособие / Э.В. Ивантер, А.В. Коросов. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2013. – 113 с.

35. Иржак Л.И. Длительность интервалов электрокардиограммы человека в постнатальном онтогенезе / Л.И. Иржак, И.В. Попов, Е.В. Оникул,



Н.Г. Русских, Е.А. Дудникова, М.В. Герасименко // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 2018. – Т. 54, № 5. – С. 365-369.

36. Казначеев В.П. Современные аспекты адаптации / В.П. Казначеев. – Новосибирск, 1980. – 191 с.

37. Калюжный Е.А. Адаптация сердечно-сосудистой системы у учащихся младших классов / Е.А. Калюжный, С.В. Михайлова, Ю.Г. Кузмичев // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. – №7. – 2012. – С. 37-43.

38. Карпман В.Л. Изменения сердечных выбросов при некоторых физиологических состояниях / В.Л. Карпман, В.В. Парин // Физиология кровообращения. Физиология сердца. – Л.: Наука, 1980. – С. 275-280.

39. Карпенко Ю.Д. Изучение зависимости вариабельности сердечного ритма от факторов внутренней и внешней среды / Ю.Д. Карпенко // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 10 (3). – С. 619–623.

40. Кашицина К.А. Спектральные характеристики ритма сердца детей с различным уровнем физических нагрузок / К.А. Кашицина, Ю.В. Горбачева // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. – 2012. – № 28. – С. 124-125.

41. Кмить Г.В. Краткосрочная адаптация сократительной функции миокарда к физической нагрузке у детей 8 лет / Г.В. Кмить // Новые исследования. – 2011. – № 2 (27). – С. 96-100.

42. Корженевский А.Н. Особенности адаптации детей к физическим нагрузкам/ А.Н. Корженевский, П.В. Квашук // Теория и практика физической культуры. – М.: РГАФК, 1993. – № 5-6. – С. 19-23

43. Котельников С.А. Вариабельность ритма сердца: представления о механизмах / С.А. Котельников, А.Д. Ноздрачев, М.М. Одинак, Е.Б. Шустов, И.Ю. Коваленко, В.Ю. Давыденко // Физиология человека. – 2002. – Т.28, № 1. – С. 130-143.

44. Коурова О.Г. Возрастные особенности регуляции сердечного

ритма при локальной работе мышц/ О.Г. Коурова // Вестник Южно-Уральского гос.универ. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. – 2012. – № 42(301). С. 40-42.

45. Криволапчук И.А. Физиологические аспекты готовности мальчиков и девочек 6 лет к обучению в школе / И.А. Криволапчук, М.Б. Чернова // Научные труды III Съезда физиологов стран СНГ. – Ялта, 2011. – С. 212-213.

46. Крукович Е.В. Электрокардиограмма и ее особенности у детей Приморского края / Е.В. Крукович, М.Л. Столина, О.В. Подкаура, Е.В. Дудрова // Бюлл. физиологии и патол. дыхания. – 2007. – Вып. 25. – С. 39-42.

47. Крысюк О.Н. Возрастные особенности биоэлектрической активности миокарда и автономной нервной регуляции сердечного ритма у детей 7-11 лет / О.Н. Крысюк // Новые исследования. – 2008. – Т. 1, № 16-1. – С. 52-60.

48. Кубергер М.Б. Руководство по клинической электрокардиографии детского возраста / М.Б. Кубергер. – М: Медицина, 1983. – 368 с.

49. Кузьменко В.А. Сопоставление вегетативных показателей студентов при экзаменационном стрессе и при физической нагрузке // Физиология человека. – 2002. – Т. 5, № 1. – С. 131-133.

50. Куинджи Н.Н. Функциональная готовность ребенка к школе: ретроспектива и актуальность / Н.Н. Куинджи // Вестник РАМН. – 2009. – №5. – С. 33-37.

51. Куколевский Г.М. Основы спортивной медицины / Г.М. Куколевский, Н.Д. Граевская. – М.: Медицина, 1971. – 368 с.

52. Кушнир С.М. Состояние вегетативной регуляции сердечного ритма у здоровых детей в различные периоды детства / С.М. Кушнир, И.В. Стручкова, И.И. Макарова, Л.К. Антонова // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер. «Естественные науки». – 2012. – Вып. 18, № 3 (122). – С. 161-165.

53. Лакин Г.Ф. Биометрия: учебное пособие / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 293 с.
54. Лукьянец Г.Н. Особенности зрительно-моторных реакций и регуляции сердечного ритма у мальчиков и девочек 6 лет при работе на компьютере в детском саду / Г.Н. Лукьянец // Новые исследования. – 2011. – Т. 1, № 26. – С. 60- 65.
55. Мандриков В.Б. Соматотипологические и антропометрические особенности юношей допризывного возраста Волгоградского региона / В.Б. Мандриков, А.И. Краюшкин, А.С. Прачук // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2011. – № 4(40). – С. 98-101.
56. Марков А.Л. Вариабельность сердечного ритма у лыжников-гонщиков Республики Коми 15-18 лет: возрастные и половые различия / А.Л. Марков // Журнал медико-биологических исследований. – 2019. – Т. 7, № 2. – С. 151-160.
57. Маркосян А.А. Основы морфологии и физиологии организма детей и подростков / А.А. Маркосян. – М.: Медицина, 1969. – 575 с.
58. Меерсон Ф.З. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам / Ф.З. Меерсон, М.Г. Пшенникова. – М.: Медицина, 1988. – 256 с.
59. Меерсон Ф. З. Адаптация, стресс и профилактика / Ф.З. Меерсон. – М.: Наука, 1981. – 278 с.
60. Мезенцева Л.В. Анализ изменений variability ритма сердца при увеличении частоты экстракардиальной импульсации, поступающей на синоатриальный узел / Л.В. Мезенцева // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2010. –Т.96, №10. – С. 972-980.
61. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода / В.М. Михайлов. – Иваново: Иван. гос. мед. академия, 2002. – 290 с.
62. Оникул Е.В. Амплитудно-временные характеристики электрокардиограммы детей трех и четырех лет в покое и при активной ортостатической пробе в зимнее время года / Е.В. Оникул, Л.И. Иржак //

Экология человека. – 2011. – № 11. – С. 31–35.

63. Орлов В.Н. Руководство по электрокардиографии / В.Н. Орлов. – М.: Медицина, 1983. – С. 12-68.

64. Панкова Н.Б. Анализ variability сердечного ритма и артериального давления при разных функциональных пробах у женщин и мужчин / Н.Б. Панкова, С.А. Надоров, М.Ю. Карганов // Физиология человека. – 2008. – Т. 34, № 4. – С. 64.

65. Параничева Т.М. Функциональная готовность к школе детей 6-7 лет / Т.М. Параничева, Е.В. Тюрина // Новые исследования. – 2012. – № 1 (30). – С. 135-144.

66. Парин В.В. Космическая кардиология / В.В. Парин, РМ. Баевский, Ю.Н. Волков, О.Г. Газенко. – Л.: Медицина, 1967. – 206 с.

67. Платонов В.Н. Двигательные качества и физическая подготовка спортсменов / В.Н. Платонов. – М.: Спорт, 2019. – 656 с.

68. Похачевский А.Л. Изменчивость кардиоритмограммы при неопредельных физических нагрузках / А.Л. Похачевский, С.А. Глушков, А.В. Фомичев, А.Н. Воробьев // Ученые записи университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2014. – № 9 (115). – С. 122-127.

69. Похачевский А.Л. Изучение variability ритма сердца при нагрузочном тестировании / А.Л. Похачевский // Кардиология. – 2010. – №1. – С. 29-60.

70. Прокопьев Н.Я. Физиологические подходы к оценке функциональных нагрузочных проб в спорте / Н.Я. Прокопьев, Е.Т. Колунин, М.Н. Гуртовая, Д.И. Митасов // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 2. – С. 146-150.

71. Рублева Л.В. Биоэлектрические функции миокарда у детей пятилетнего возраста в процессе краткосрочной адаптации к физической нагрузке / Л.В. Рублева // Новые исследования. – 2008. – Т. 1, № 17. – С. 52-57.

72. Русских Н.Г. Действие физической нагрузки на показатели

электрокардиограммы детей в возрастном периоде первого детства в условиях Европейского Севера / Н.Г. Русских, Л.И. Иржак // Экология человека. – 2018. – № 10. – С. 32-38.

73. Рясик Ю.В. Половые особенности состояния вегетативной нервной системы у младших школьников с учетом вида функциональной асимметрии полушарий и наличия вегетативных нарушений / Ю.В. Рясик, В.И. Циркин, С.И. Трухина // Вятский медицинский вестник. – 2010. – № 2. – С. 36-41.

74. Сабирьянов А.Р. Особенности спектральных характеристик колебаний показателей кардиогемодинамики у здоровых юношей и девушек 18-22 лет / А.Р. Сабирьянов // Вестник ЮУрГУ. – 2003. – №5(21). – С. 172-174.

75. Сапожникова Е.Н. Типологические особенности вариабельности сердечного ритма у школьников 6-11 лет в покое и при занятиях спортом / Е.Н. Сапожникова, Н.И. Шлык, Т.Г. Кириллова, И.И. Шумихина // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». – 2012. – Вып. 2. – С. 79-88.

76. Сатосова Н.Л. Система кардиогемодинамики и дыхания детей 7-9 лет в состоянии относительного покоя и под влиянием функциональных нагрузок в условиях севера: дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.13 / Сатосова Наталья Леонидовна. – Архангельск, 2007. – 109 с.

77. Сидоренко Г.И. Психоэмоциональные тесты и перспективы их применения в кардиологии / Г.И. Сидоренко, А.В. Фролов, А.П. Воробьев // Кардиология. – 2004. – № 6. – С. 59-64.

78. Ситдиков Ф.Г. Специфика механизмов адаптации сердечно-сосудистой системы у детей и подростков / Ф.Г. Ситдиков, А.В. Крылова, С.И. Русинова и др. Материалы XII Съезда физиологов России. – Ростов-на-Дону, 1998. – С. 47.

79. Спицина Т.А., Спицин А.П. Вариабельность сердечного ритма у лиц молодого возраста с артериальной гипертензией в зависимости от

исходного вегетативного тонуса / Т.А. Спицина, А.П. Спицин // Сибирский медицинский журнал. – 2011. – № 2-1, Т. 26. – С. 56-61.

80. Степанян А.Ю. Исследование влияния выполнения задач пространственно-образного типа на вариабельность сердечного ритма / А.Ю. Степанян, В.Г. Григорян, А.Р. Агабабян, А.Н. Аракелян, Н.Д. Арутюнян // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 2005. – № 55(4). – С. 472–477.

81. Тверитина Е.С. Взаимосвязь некоторых физиологических и психофизиологических характеристик у лиц юношеского возраста / Е.С. Тверитина, М.З. Федорова // Новые исследования. – 2011. – С. 76-81.

82. Унгурияну Т.Н. Краткие рекомендации по описанию, статистическому анализу и представлению данных в научных публикациях / Т.Н. Унгурияну, А.М. Гржибовский // Экология человека. – 2011. – № 5. – С. 55-60.

83. Ушаков И.Б. Новые технологии оценки здоровья у практически здоровых людей / И.Б. Ушаков, О.И. Орлов, Р.М. Баевский, Е.Ю. Берсенева, А.Г. Черникова // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2013. – Т. 99, № 3. – С. 313-319.

84. Хаспекова Н.Б. Диагностическая информативность мониторинга вариабельности ритма сердца / Н.Б. Хаспекова // Интернет-журнал по функциональной диагностике. – 2013. – № 23. – С. 54-67.

85. Хомич М.М. Возрастные особенности изменения временных показателей кардиограммы у детей / М.М. Хомич // Вопросы современной педиатрии. – 2006. – Т. 5, № 2. – С. 17-19.

86. Хренкова В.В. Вариационная кардиоинтервалометрия как метод экспресс-оценки функционального состояния студентов с разным уровнем двигательной активности / В.В. Хренкова, Л.В. Абакумова, А.В. Лысенко, В.М. Баршай, А.А. Рогинская, А.А. Карсакова, М.В. Журавлева // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11, Ч. 5. – С. 1090-1093.

87. Черепанова Е.В. Морфофункциональное и

психофизиологическое развитие детей 6-7 лет и их адаптация к систематическому обучению в школе / Е.В. Черепанова // Мир науки, культуры и образования. – 2010. – № 4-1. – С. 288- 291.

88. Шарапов А.Н. Комплексный анализ ряда функциональных параметров ССС в онтогенезе школьников младшего возраста / А.Н. Шарапов, В.Н. Безобразова, С.Б. Догадкина, Г.В. Кмить, Л.В. Рублева // Новые исследования. – 2008. – № 1. – С. 41-51.

89. Шарапов А.Н. Функциональные характеристики кардиоваскулярной системы у младших школьников с различными типами вариабельности сердечного ритма / А.Н. Шарапов, В.Н. Безобразова, С.Б. Догадкина, Г.В. Кмить, Л.В. Рублева // Новые исследования. – 2015.– С. 38-49.

90. Шибков А.А. Морфофункциональный статус детей на этапе поступления в школу / А.А. Шибков, Н.В. Ефимова // Высокие технологии, фундаментальные и прикладные исследования в физиологии и медицине. – 2011. №. 2. – С. 363-365.

91. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов / Н.И. Шлык. – Ижевск: Изд. «Удмуртский университет», 2009. – 255 с.

92. Шмаков Д.Н., Рощевский М.П. Активация миокарда / Д.Н. Шмаков, М.П. Рощевский. – Сыктывкар: Изд-во Ин-та физиологии Коми НЦ УрО РАН, 1997. – 165 с.

93. Щербаков Н.С. Анализ вариабельности сердечного ритма при функциональной нагрузке и в состоянии покоя / Н.С. Щербаков // Журнал научных статей «Здоровье и образование в XXI веке». – 2006. – Т. 18. – С. 59-65.

94. Acharya U.R. Heart rate analysis in normal subjects of various age groups/ U.R. Acharya, N. Kannathal, O.W. Sing, L.Y. Ping, T. Chua // Biomed.Eng. Online.– 2004. – Vol. 3(1). – P. 24.

95. Acharya U.R. Heart rate variability: a review / U.R. Acharya, K.P.

Joseph, N. Kannathal, C.M. Lim, J.S. Suri // *Med. Bio Eng. Comput.* – 2006. – Vol. 44. – P. 1031–1051

96. Al Haddad H. Effect of acute hypoxia on post-exercise parasympathetic reactivation in healthy men / H. Al Haddad, A. Mendez-Villanueva, P.C. Bourdon, M. Buchheit // *Front. Physiol.* – 2012. – Vol. 3. – P. 289-299.

97. Astrand P.O. *Textbook of Work Physiology. Physiological Bases of Exercise.* 4 ed. / P.O. Astrand, K. Rodhal, H.A. Dahl, S.B. Stromme. – Champaign, IL: Human Kinetics, 2003. – 650 p.

98. Aziz W. Heart rate variability analysis of normal and growth restricted children / W. Aziz, F.S. Schlindwein, M. Wailoo, T. Biala, F.C. Rocha // *Clin. Auton. Res.* – 2012. – 22(2). – P. 91-7.

99. Barantke M. Effects of gender and aging on differential autonomic responses to orthostatic maneuvers / M. Barantke, T. Krauss, J. Ortak, W. Lieb, M. Reppel, C. Burgdorf, P.P. Pramstaller, H. Schunkert, H. Bonnemeier // *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* – 2008. – 19(12). – P. 1296-1303.

100. Baumert M. Analysis of RR and QT Interval Variability during Orthostatic and Mental Stress in Healthy Subjects / M. Baumert, B. Czippelova, A. Ganesan, M. Zaunseder, M. Javorka // *Entropy.* – 2014. – № 16(12). – P. 6384-6393.

101. Bazzett H.C. An analysis of the time-relations of electrocardiograms / H.C. Bazzett // *Heart.* – 1918-1920. – №7. – P. 353-370.

102. Can I. Physiological mechanisms influencing cardiac repolarization and QT interval / I. Can, K. Aytemir, S. Kose, S. Oto // *Cardiac electrophysiology reviews.* – 2002. – Vol. 6. – P. 278-281.

103. Chen S.R. Impact of Pubertal Development and Physical Activity on Heart Rate Variability in Overweight and Obese Children in Taiwan / S.R. Chen, H.W. Chiu,

104. Y.J. Lee, T.C. Sheen, C. Jeng // *J. Sch. Nurs.* – 2012. – 23 p.

105. Corley D. A. Body mass index and gastroesophageal reflux disease: a



systematic review and meta-analysis / D. A. Corley, A. Kubo // *The American journal of gastroenterology*. – 2006. – T. 101, № 11. – P. 2619-2628.

106. Daanen H.A.M., Van Marken Lichtenbelt W. D. Human whole body cold adaption / H.A.M. Daanen, W. D. Van Marken Lichtenbelt // *Temperature (Austin)*. – 2016. – Vol. 3(1). – P. 104–118.

107. De Jongh M.C. Changes in the ST- and Ventricular Gradient Vectors over a Period of 25 Years / M.C De Jongh, CC. TerHaar, S. Man, M.FJ Van Der Heide, R.W Treskes, A.C Maan, M.J Schalijs, C.A Swenne // *Computing in Cardiology*. – 2014. – Vol. 41. – P. 385-388.

108. Eninger R.M. Heart rate variability and particulate exposure in vehicle maintenance workers: a pilot study / R.M. Eninger, F.S. Rosenthal // *J. Occup. Environ. Hyg.* – 2004. – Vol. 1(8). – P. 493-9.

109. Fletcher G.F. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association / G.F. Fletcher, P.A. Ades, P. Kligfield // *Circulation*. – 2013. – Vol. 128. – P. 873-934.

110. Fossa A.A. The Impact of Varying Autonomic States on the Dynamic Beat- to-Beat QT-RR and QT-TQ Interval Relationships / A.A. Fossa // *Br. J. Pharmacol.* – 2008. – Vol. 154, № 7. – P. 1508-1515.

111. Fox J.C. Differential Diagnosis of Cardiovascular Symptoms Setting the Expectations for the Ultrasound Examination and Medical Education / J.C. Fox, H. Marino, C. Fischetti // *Global heart*. – 2013. – Vol. 8(4). – P. 289-292.

112. Giles D. Alterations in autonomic cardiac modulation in response to normobaric hypoxia / D. Giles, J. Kelly, N. Draper // *Eur. J. SportSci.* – 2016. – Vol. 16, N 8. – P. 1023-1031.

113. Hollenstein T. Sympathetic and parasympathetic responses to social stress across adolescence / T. Hollenstein, A. McNeely, J. Eastabrook, A. Mackey, J. Flynn // *Dev Psychobiol.* – 2012. – № 54 (2). – P. 207-14.

114. Kay J.C. Electrocardiograms of mice selectively bred for high levels of voluntary exercise: Effects of short-term exercise training and the mini-muscle / J.C. Kay, G.C. Claghorn, Z. Thompson, T.G. Hampton, T. Garland Jr. // *Physiol*

Behav. – 2019, Feb 1 (199). – P. 322-332.

115. Kenney W.L. Physiology of Sport and Exercise (5th Ed) / W.L. Kenney, J.H. Wilmore, D.L. Costill. – Champaign, IL: Human Kinetics, 2012. – 549 p.

116. Kligfield P. Rethinking the exercise electrocardiogram / P.Kligfield // A.N.E. – 2006. – Vol. 11. – P. 99-101.

117. Krämer M. Subjective, autonomic, and endocrine reactivity during social stress in children with social phobia / M. Krämer, W.L. Seefeldt, N. Heinrichs, B. Tuschen-Caffier, J. Schmitz, O.T. Wolf, J. Blechert // J. Abnorm. Child. Psychol. – 2012. – 40(1). – P. 95-104.

118. Krejch J. Dynamics of the heart rate variability and oxygen saturation response to acute normobaric hypoxia within the first 10 min of exposure / J. Krejch, M. Botek, A.J. McKune // Clin. Physiol. Funct. Imaging. – 2016. – doi: 10.1111/cpf.12381.

119. Malik M. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use / M. Malik // European Heart Journal. – 1996. – Vol. 17. P. 354-381.

120. McArdle W.D. Exercise Physiology: Energy, Nutrition and Human Performance. Sixth ed. Lippincott / W.D. McArdle, F.L. Katch, V.L. Katch. – Williams and Wilkins, Baltimore, 2006. – 1038 p.

121. Melo R.C. Effects of age and physical activity on the autonomic control of heart rate in healthy men / R.C. Melo, M.D. Santos, E. Silva, R.J. Quitério, M.A. Moreno, M.S. Reis, I.A. Verzola, L. Oliveira, L.E. B. Martins, L. Gallo-Junior, A.M. Catai // Braz. J. Med. Biol. Res. – 2005. – Vol. 38(9). – P. 1331-8.

122. Mifflin S. Neurogenic mechanism underlying the rapid onset of sympathetic responses to intermittent hypoxia / S. Mifflin, J.T. Cunningham, G.M. Toney // J. Appl. Physiol. – 2015. – Vol. 119(12). – P. 1441-1448.

123. Moawd S.A. Impact of Moderate intensity Aerobic Exercise versus High Eccentric Strength Training on Heart Rate Variability in Diabetic Patients

with Cardiac Autonomic Neuropathy / S.A. Moawd, M.E. Mohamed, M.A. Othman // *American Journal of Research Communication*. – 2015. – Vol. 3(6). – P. 109-125.

124. Mourot L. Decrease in Heart Rate Variability with Overtraining: Assessment by the Poincare Plot Analysis / L. Mourot, M. Bouhaddi, S. Perrey // *Clin. Physiol. Funct. Imaging*. – 2004. – Vol. 24(1). – P. 10-18.

125. Neufeld E.V. Exploratory Study of Heart Rate Variability and Sleep among Emergency Medical Services Shift Workers /E.V. Neufeld, J.J. Carney, B.A. Dolezal,

126. D.M. Boland, C.B. Cooper // *Prehosp. Emerg. Care*. – 2016. – Vol. 3. – P. 1-6.

127. Noble A. The Cardiovascular System / A. Noble, R. Johnson, A. Thomas, P. Bass // *Basic science and clinical Conditions*. – Toronto, 2010. – 184 p.

128. Sasaki K. Consciously controlled breathing decreases the high-frequency component of heart rate variability by inhibiting cardiac parasympathetic nerve activity / K. Sasaki, R. Maruyama// *Tohoku J. Exp. Med*. – 2014. – Vol. 233. – P. 155-163.

129. Seppälä S. Normal values for heart rate variability parameters in children 6– 8 years of age: the PANIC Study / S. Seppälä, T. Laitinen, M.P. Tarvainen, T. Tompuri, Veijalainen, K. Savonen, T. Lakka // *Clinical physiology and functional imaging*. – 2014. – Vol. 34 (4). – P. 290-296.

130. Shields R.W. Heart rate variability with deep breathing as a clinical test of cardiovagal function / R.W. Shields // *Cleveland Clin. J. Med*. – 2009. – Vol. 2. –P. 37- 40.

131. Stifter C.A. Temperament and emotion regulation: the role of autonomic nervous system reactivity / C.A. Stifter, J.M. Dollar, E.A. Cipriano // *Dev Psychobiol*. – 2011. – Vol. 53 (3). – P. 266-79.

132. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology // *Circulation*. – 1996. – Vol. 93 (5). – P. 1043-1065.

133. Thayer J.F. A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: Implications for heart rate variability as a marker of stress and health / J.F. Thayer, F. Ahs, M. Fredrikson, J.J. Sollers, T.D. Wager // *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. – 2012. – Vol. 36. – P. 747-756.

134. Timischl W. *Angewandte Statistic: Eine Einführung für Biologen und Medizinen* / W. Timischl. – Wien, Springer-Verlag, 2013. – 322 p.

135. Tipton M.J. Chapter: 21. Physiological adaptation to hot and cold environments / M.J. Tipton, K.B. Pandolf, M.N. Sawka, J. Werner, N.A.S. Taylor // *Physiological bases of human performance during work and exercise*. Edition: 1st / Editors: Nigel Taylor, Herb Grollier. – Churchill Livingstone Elsevier, 2008. – P. 379-400.

136. Vanderlei L.C. Basic notion of heart rate variability and its clinical applicability / L.C. Vanderlei, C.M. Pastre, R.A. Hoshi, T.D. de Carvalho, M.F. de Godoy // *Rew. Bras. Cir. Cardiovasc.* – 2009. – Vol. 24, № 2. – P. 205-217.

137. Van der Wall E.E. Cardiovascular dynamics in ischemic cardiomyopathy during exercise / E.E. Van der Wall, J.J. Bax, C.A. Swenne, P. Steendijk, M.J. Schalij // *Int. J. Cardiovasc. Imaging*. – 2010. – Vol. 26(2). – P. 161–164.

138. Van der Wall E.E. The exercise ECG: still a useful exercise? / E.E. Van der Wall // *Neth. Heart J.* – 2009. – Vol. 17 (2). – P. 47.

139. Van Dijk A.E. Prenatal stress and balance of the child's cardiac autonomic nervous system at age 5-6 years / A.E. van Dijk, M. van Eijsden, K. Stronks, R.J. Gemke, T.G. Vrijkotte // *PLoS One*. – 2012. – Vol.37 (1):e30413.