

UNIVERSITATEA DE STAT DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE
"NICOLAE TESTEMIȚANU"

Cu titlu de manuscris
C.Z.U.: [612.2+612.172.2]:616.89-008.441.1(043.2)

GANENCO ANDREI

**INTERACȚIUNI CARDIOVENTILATORII LA MODIFICAREA
PATTERN-ULUI RESPIRATOR**

312.01. FIZIOLOGIE ȘI FIZIOPATOLOGIE

Teză de doctor în științe medicale

Conducător științific:  Vovc Victor
dr. hab. șt. med., prof. univ.

Consultant științific:  Moldovanu Ion
dr. hab. șt. med., prof. univ.

Autor: 

CHIȘINĂU, 2023

© Ganenco Andrei, 2023

CUPRINS

CUPRINS	3
Adnotare	4
Аннотация	5
Annotation	6
Lista abrevierilor	7
INTRODUCERE.....	8
1.1. Pattern-ul respirator și anxietatea.....	10
1.2 Efectul respirației ritmice dirijate asupra variabilității ritmului cardiac.....	12
1.3 Efectele frecvențelor respiratorii asupra variabilității ritmului cardiac	14
1.4 Aspecte funcționale a interacțiunilor cardiorespiratorii prin prisma variabilității ritmului cardiac	20
2. METODE DE EXAMINARE A INTERACȚIUNILOR CARDIORESPIRATORII	26
2.1 Caracteristica generală a studiului: caracteristica loturilor de studii, etapele și designul studiului.	26
2.2 Metodele de cercetare utilizate.....	32
2.3. Analiza statistică a rezultatelor obținute în studiu	35
3. INTERACȚIUNII CARDIORESPIRATORII ÎN DIFERITE MODELE DE PATTERN RESPIRATOR	36
3.1 Analiza influenței variantelor de pattern respirator asupra interacțiunilor cardioventilatorii.	36
3.2. Analiza interacțiunilor cardioventilatorii la modificarea duratei fazelor ciclului respirator cu frecvența 6 respirații/min	59
3.3. Crearea modelelor pentru stabilirea predictorilor în cuantificarea echilibrului simpatovagal.	70
4. INTERACȚIUNI CARDIORESPIRATORII LA PERSOANE CU ANXIETATE ȘI TRATAMENT PRIN BIOFEEDBACK RESPIRATOR.....	87
4.1. Analiza comparativă ai parametrilor PR și VRC la persoanele cu anxietate joasă și ridicată în probe funcționale.....	87
4.2. Biofeedback-ul respirator ca metodă nemedicamentoasă utilizată în scopul reducerii anxietății.....	104
CONCLUZII	111
BIBLIOGRAFIE	113
ANEXE	123
Declarația privind asumarea răspunderii.....	143
CV	144

Adnotare

Ganenco Andrei

”Interacțiuni cardioventilatorii la modificarea pattern-ului respirator”

Teză de doctor în științe medicale, Chișinău, 2023

Structura tezei: introducere, 4 capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografie din 149 titluri, 105 pagini de text de bază, 36 figuri, 72 tabele, 3 anexe. Rezultatele obținute sunt publicate în 11 lucrări științifice.

Cuvinte-cheie: pattern respirator, variabilitatea ritmului cardiac, anxietate, biofeedback respirator, respirație abdominală, respirație lentă, echilibru simpatovagal

Scopul lucrării: analiza interacțiunilor cardiorespiratorii la modificarea diferitor parametri ai pattern-ului respirator pentru ameliorarea stărilor anxioase.

Obiectivele cercetării: Studiul influenței variantelor de pattern respirator asupra interacțiunii sistemelor respirator și cardiac cu elucidarea relațiilor cardioventilatorii prin modificarea VRC; studiul interacțiunilor cardioventilatorii la modificarea duratei fazelor ciclului respirator în cadrul unui pattern respirator cu frecvența 6/min; crearea modelelor pentru stabilirea predictorilor în cuantificarea echilibrului simpatovagal; studiul interacțiunilor cardioventilatorii la persoanele sănătoase cu anxietate joasă și ridicată; studiul influenței biofeedback-ului respirator asupra parametrilor pattern-ului respirator și nivelului de anxietate la persoane cu nivel ridicat de anxietate.

Noutatea și originalitatea științifică: În premieră s-au studiat interacțiunile cardiorespiratorii în cadrul modelelor de pattern respirator cu abdomenul și toracele blocate. Aceste interacțiuni au fost la fel analizate în modele de pattern respirator cu modificarea duratei fazelor de inspirație și expirație a ciclului respirator. Caracterul răspunsului vegetativ s-a estimat în mod complex prin aprecierea tonusului simpatic, parasimpatic, raportului simpatovagal, precum și prin stabilirea predictorilor estimați din parametrii pattern-ului respirator asupra echilibrului între componentele simpatică și parasimpatică a SNV. De asemenea, s-au evaluat interacțiunile cardioventilatorii în diferite probe funcționale. Toate acestea au fost efectuate cu scopul de a argumenta aplicarea metodei de biofeedback respirator ca metodă de profilaxie, corecție și tratament nemedicamentos a stărilor de anxietate ridicată.

Problema științifică importantă soluționată: elaborarea modelelor predictive folosind parametrii pattern-ului respirator în prezicerea răspunsului autonom cardiac fapt care a condus la eficientizarea metodei de biofeedback respirator prin propunerea unui model respirator optimal în scopul reducerii anxietății

Semnificația teoretică și valoarea aplicativă a lucrării: Semnificația teoretică se bazează pe aprofundarea cunoștințelor despre influența pattern-ului respirator asupra interacțiunilor cardioventilatorii. Identificarea verigii importante a rolului PR în controlul activității cardiace prin analiza modificărilor VRC. Identificarea reperelor de predicție și corectare a nivelelor înalte de anxietate prin metoda de BFR. Valoarea aplicativă constă în argumentarea teoretică a posibilității folosirii antrenamentului prin BFR pentru corecția stărilor de anxietate ridicată.

Implementarea rezultatelor științifice: Rezultatele studiului dat au fost implementate în activitatea didactică și științifică a Catedrei de fiziologie a omului și biofizică al USMF “Nicolae Testemițanu”.

Аннотация

Ганенко Андрей

**«Кардиовентиляторные отношения при изменении дыхательного паттерна»,
Диссертация на соискание учёной степени кандидата медицинских наук, Кишинев,
2023**

Структура диссертации: введение, 4 главы, общие выводы и рекомендации, 149 библиографических источников, 105 страниц основного текста, 36 рисунков, 72 таблицы, 3 приложения. Полученные данные опубликованы в 11 научных статьях.

Ключевые слова: дыхательный паттерн, вариабельность сердечного ритма, дыхательный биофидбэк, тревожность, брюшное дыхание, медленное дыхание.

Цель исследования: анализ кардиореспираторных взаимодействий при изменении различных параметров дыхательного паттерна для улучшения тревожных состояний.

Задачи исследования: Изучение влияния вариантов паттерна дыхания на взаимодействие дыхательной и сердечной систем с выяснением кардиовентиляционных взаимоотношений по изменению ВСП; исследование кардиовентиляторных взаимодействий при изменении длительности фаз дыхательного цикла в рамках дыхательного паттерна с частотой 6/мин; создание моделей для установления предикторов при количественной оценке симпатовагусного баланса; исследование кардиовентиляторных взаимодействий у здоровых лиц с низкой и высокой тревожностью; изучение влияния дыхательного биофидбэка на параметры дыхательного паттерна и уровень тревожности у людей с высоким уровнем тревожности.

Новизна и оригинальность исследования: Впервые кардиореспираторные взаимодействия были изучены в рамках моделей дыхательного паттерна с блокировкой живота и грудной клетки. Эти взаимодействия также были проанализированы в моделях дыхательного паттерна с изменением продолжительности инспираторной и экспираторной фаз дыхательного цикла. Характер вегетативного ответа оценивали комплексно путем оценки симпатического, парасимпатического тонуса, симпатовагусного соотношения, а также путем установления предикторов, оцениваемых по параметрам дыхательного паттерна, на баланс между симпатическим и парасимпатическим компонентами ВНС. Кардиовентиляторные взаимодействия также оценивались в различных функциональных исследованиях. Все это было сделано для того, чтобы аргументировать применение метода дыхательного биофидбэка как метода профилактики, коррекции и немедикаментозного лечения состояний повышенной тревожности.

Решённая научная задача: разработка предикторных моделей с использованием параметров дыхательного паттерна для прогнозирования вегетативного влияния на сердце, что позволило оптимизировать метод дыхательного биофидбэка, предложив оптимальный дыхательный паттерн в целях снижения уровня тревожности

Теоретическая и практическая значимость работы: Теоретическая значимость основана на углублении знаний о влиянии паттерна дыхания на кардиовентиляторные взаимодействия. Выявление важной роли в контроле сердечной деятельности путем анализа изменений ВСП. Выявление ориентиров для прогнозирования и коррекции высокого уровня тревожности с помощью метода BFR. Практическая ценность заключается в теоретической аргументации возможности использования обучения с помощью ДБФ для коррекции состояний высокой тревожности.

Внедрение научных результатов: Результаты данного исследования были внедрены в научно-учебном процессе на Кафедре физиологии человека и биофизики ГУМФ им. Николае Тестемицану.

Annotation

Ganenco Andrei

"Cardioventilatory interactions when changing the respiratory pattern "

PhD Thesis in medical sciences, Chişinău, 2023

Thesis structure: introduction, 4 chapters, general conclusions and recommendations, bibliography of 149 titles, 105 pages of the main text, 36 figures, 72 tables, 3 annexes. The obtained results have been published in 11 scientific papers.

Keywords: breathing pattern, heart rate variability, respiratory biofeedback, anxiety,

The aim of the research: analysis of cardiorespiratory interactions when changing different parameters of the respiratory pattern to improve anxious states.

The research objectives: The study of the influence of respiratory pattern variants on the interaction of the respiratory and cardiac systems with the elucidation of cardioventilatory relationships by changing the VRC; the study of cardioventilatory interactions when changing the duration of the respiratory cycle phases within a respiratory pattern with a frequency of 6/min; creating models for establishing predictors in the quantification of sympathovagal balance; study of cardioventilatory interactions in healthy individuals with low and high anxiety; the study of the influence of respiratory biofeedback on the parameters of the respiratory pattern and the level of anxiety in people with a high level of anxiety.

The scientific novelty and originality: For the first time, cardiorespiratory interactions were studied within respiratory pattern models with the blocked abdomen and chest. These interactions were also analyzed in respiratory pattern models with changes in the duration of the inspiratory and expiratory phases of the respiratory cycle. The nature of the autonomic response was estimated in a complex way by assessing the sympathetic, parasympathetic tone, the sympathovagal ratio, as well as by establishing the predictors estimated from the respiratory pattern parameters on the balance between the sympathetic and parasympathetic components of the SNV. Cardioventilatory interactions were also assessed in different functional tests. All this was done in order to argue the application of the respiratory biofeedback method as a method of prophylaxis, correction and non-drug treatment of high anxiety states.

The scientific solved problem: the development of predictive models using parameters of breathing pattern in predicting the cardiac autonomic response, a fact that increased the efficiency of the method of respiratory biofeedback by proposing an optimal breathing pattern in order to reduce anxiety

The theoretical significance and applicative value of the research: The theoretical significance is based on the deepening of knowledge about the influence of the respiratory pattern on cardioventilatory interactions. Identification of the important link of the role of PR in the control of cardiac activity by analyzing changes in VRC. Identifying the benchmarks for predicting and correcting high levels of anxiety through the BFR method. The applicative value consists in the theoretical argumentation of the possibility of using training through BFR for the correction of high anxiety states.

The implementation of scientific results: The obtained results of this research were implemented in the teaching and scientific processes of the Department of human physiology and biophysics of "Nicolae Testemitanu" SUMPh.

Lista abrevierilor

AP – anxietate personală
AS – anxietate de stare
ASR – aritmie sinusală respiratorie
BFR – biofeedback respirator
B-VRC – biofeedback al variabilității ritmului cardiac
CC – ciclul cardiac
DS – deviația standard
ECG/EKG - electrocardiografie
FC – frecvența contracțiilor inimii
FR – frecvența respirației
HF – frecvență înaltă
HF_n – frecvența înaltă în unități normalizate
interval RR – ciclul cardiac (intervalul RR pe ECG)
LF – frecvență joasă
LF_n – frecvența joasă în unități normalizate
MVR – minut-volumul respirator
NN – ciclul cardiac normal (fără artefacte)
P25 – percentila 25
P75 – percentila 75
pNN50 – procentul intervalelor RR consecutive ce diferă cu 50 ms și mai mult
PR – pattern respirator
RMSSD – rădăcina mediei pătratelor diferențelor dintre intervale RR consecutive
RR – respirație de repaos
SDNN – media deviațiilor standarde a intervalelor NN
SNC – sistem nervos central
SNP – sistem nervos parasimpatic
SNS – sistem nervos simpatic
SNV – sistem nervos vegetativ
STAI – chestionarul de anxietate de stare – anxietate personală
Te – durata expirației
Ti – durata inspirației
Tt – durata ciclului respirator
VRC – variabilitatea ritmului cardiac
Vt – volumul curent
Vt/Ti – drive-ul respirator (flux inspirator)

INTRODUCERE

În ultimul timp, o dezvoltare rapidă a cunoscut metodele non farmacologice de profilaxie și tratament a diferitor afecțiuni, de la astm bronșic [59], anxietate [115], dereglări de somn [92] la dereglări neurovegetative [36] și altele. În această ordine de idei, se folosesc metode psihofiziologice de antrenament a sistemului de control autonom (vegetativ) bazate pe vizualizarea de către pacient a propriilor funcții fiziologice, tehnică care s-a dovedit a fi fundamentală în metodele de biofeedback. În general, psihofiziologia diferitor sisteme ale organismului a progresat neuniform, în special psihofiziologia sistemului cardiovascular a beneficiat de o dezvoltare mai detaliată [11]. Cercetările psihofiziologice în domeniul respirației au cunoscut o dezvoltare mai redusă, iar în ultimii zece ani au evoluat rapid, odată cu apariția necesității de a explica aspectele psihofiziologice ale respirației în contextul tehnicilor de BFR [24]. Acest interes față de cercetările psihofiziologice în domeniul respirației se explică prin efectul pozitiv profilactic și curativ a BFR-ului într-o gamă largă de afecțiuni neurovegetative [36]. Printre metode de biofeedback respirator locul de frunte îl ocupă antrenamentul ce implică schimbările parametrilor PR: frecvența, volumele respiratorii, tipul abdominal sau toracic al PR, modificarea duratei inspirației și expirației. Cercetările în acest domeniu țin să completeze înțelegerea mecanismului efectului pozitiv al schimbărilor PR enumerate mai sus asupra caracterului relațiilor cardiorespiratorii. În această ordine de idei, analiza literaturii a arătat anumite lacune în explicarea mecanismelor fiziologice care stau la baza acestor interacțiuni.

O gamă largă de afecțiuni neurovegetative și dereglări de suprasolicitare a sistemului autonom sunt asociate cu stările de anxietate [103]. Se cunosc efectele pozitive, dar și negative ale tratamentului medicamentos asupra afecțiunilor date, de aceea în multe cazuri devine preferențial tratamentul nemedicamentos în reducerea anxietății prin reeducarea respirației. Există multe procedee fizioterapeutice, psihologice etc, însă din datele literaturii constatăm că există puține date bazate pe dovezi și principii psihofiziologice care ar argumenta mecanismul de acțiune și modul de utilizare a unei metode foarte eficiente în reeducarea interacțiunii sistemului cardiovascular și respirator cu scopul menținerii echilibrului vegetativ al organismului. În această ordine de idei, toate cercetările legate de biofeedback respirator par a fi cu perspectivă.

Revizuirea literaturii de specialitate ne permite să constatăm acoperirea insuficientă cu date științifice ce explică mecanismele interacțiunilor cardioventilatorii în diferite modele de pattern respirator, și cum aceste interacțiuni se modifică la persoanele cu anxietate.

La fel există o gamă largă de date referitor la practica metodei de BFR și anume cu utilizarea anumitor tehnici [138], dispozitivelor [97, 125] sau semnalelor sonore [2] sau vizual

[16], însă sunt foarte puține referiri la influența antrenamentului BFR asupra parametrilor PR și interacțiunii cardiorespiratorii în populația anxioasă.

Scopul studiului: evaluarea interacțiunilor cardiorespiratorii la modificarea diferitor parametri ai pattern-ului respirator și efectul lor asupra stărilor anxioase.

Obiective

1. Analiza influenței variantelor de pattern respirator asupra interacțiunii sistemelor respirator și cardiac cu elucidarea relațiilor cardioventilatorii prin modificarea VRC
2. Analiza interacțiunilor cardioventilatorii la modificarea duratei fazelor ciclului respirator în cadrul unui pattern respirator cu frecvența 6/min (joasă).
3. Crearea modelelor pentru stabilirea predictorilor în cuantificarea echilibrului simpatovagal.
4. Evaluarea interacțiunilor cardioventilatorii la persoanele sănătoase cu anxietate joasă și ridicată.
5. Analiza influenței biofeedback-ului respirator asupra parametrilor pattern-ului respirator și nivelului de anxietate la persoane cu nivel ridicat de anxietate.

Originalitatea și noutatea științifică. În premieră s-au studiat interacțiunile cardiorespiratorii în cadrul modelelor de pattern respirator cu abdomenul și toracele blocat. Aceste interacțiuni au fost la fel analizate în modele de pattern respirator cu modificarea duratei fazelor de inspirație și expirație a ciclului respirator. Caracterul răspunsului vegetativ s-a estimat în mod complex prin aprecierea tonusului simpatic, parasimpatic, raportului simpatovagal, precum și prin stabilirea predictorilor estimați din parametrii paternului respirator asupra echilibrului între componentele simpatică și parasimpatică a SNV. De asemenea, s-au evaluat interacțiunile cardioventilatorii în diferite probe funcționale. Toate acestea au fost efectuate cu scopul de a argumenta aplicarea tehnicii de biofeedback respirator ca metodă de corecție și tratament nemedicamentos a stărilor de anxietate ridicată.

Semnificația teoretică și valoarea aplicativă a rezultatelor obținute. Rezultatele obținute în acest studiu permit aprofundarea cunoștințelor referitor la influența modelelor de pattern respirator asupra interacțiunilor cardioventilatorii, prin identificarea mecanismelor care explică cum pattern-urile de respirație modifică parametrii VRC ca factor important în controlul activității cardiace, precum și identificarea reperelor de predicție și corecție a nivelelor înalte de anxietate prin metoda de BFR. Valoarea aplicativă constă în argumentarea eficacității BFR în reeducarea respirației la persoanele cu anxietate înaltă.

1. PATTERN-UL RESPIRATOR ȘI VARIABILITATEA RITMULUI CARDIAC

Sistemele respirator și cardiovascular sunt foarte bine legate anatomic și funcțional între ele, fapt ce a îndemnat pe unii cercetători în domeniu de a propune a le uni ipotetic într-un sistem integrat cardiorespirator. Numeroase lucrări experimentale și clinice au evidențiat interdependența funcțională a activității cardiace și respiratorii. S-a demonstrat posibilitatea modificării funcției cardiace prin modificarea voluntară a parametrilor funcției respiratorii: duratei fazelor ciclului respirator, volumului curent, frecvenței respirațiilor – parametrilor incluși în noțiunea de ”pattern respirator”.

1.1. Pattern-ul respirator și anxietatea.

Noțiunea de pattern respirator cuprinde elementele de volum și de timp care caracterizează totalitatea caracteristicilor unui ciclu respirator la om în condiții de respirație liniștită (normală) eupneică. Conracțiunile mușchilor respiratori ce formează pattern-ul de respirație sunt inițiate și menținute de o rețea complexă de neuroni excitatori și inhibitori din măduva spinării, bulbul rahidian, puntea lui Varoli, precum și de structurile mezencefalice și diencefalice, inclusiv și cele corticale.

Ritmul respirator este generat de interacțiunea unor grupuri de neuroni oscilatori distribuiți prin punte, bulbul rahidian și măduva spinării. Conform modelului clasic, interacțiunea dintre complexul preBöttinger (preBötzc) format din neuronii preinspiratori cu generarea spontană a impulsurilor, complexul Böttinger (Bötzc) cu neuronii postinspiratori și expiratori, generează ritmul respirator principal, care este apoi transmis caudal către neuronii generatori de pattern și premotoneuronii din diviziunile rostrală și caudală ale grupului respirator ventral și a neuronilor bulbospinali ale grupului respirator dorsal [69].

Grupurile de celule nervoase generatoare de ritm și de pattern din bulbul rahidian ventrolateral primesc o influență puternică fazică și tonică modulatorie de la structurile diencefalice, mezencefalice, nucleii Kölliker-Fuse și parabrahiali, nucleul retrotrapezoidal, grupul respirator parafacial, metencefalul ventrolateral, nucleul tractului solitar și nucleul reticular al trunchiului cerebral – tot conglomeratul de celule și centrii nervoși care prin interacțiunea sa asigură respirația eupneică normală [45].

Funcția fiziologică a respirației este menținerea schimbului normal de gaze și homeostaziei. Din punct de vedere neurofiziologic eupneea este trifazică și constă în inspirație generată neuronal (I), postinspirație (post-I) și expiratorie târzie (late-E) [117]. Aceste constatări sunt susținute în cercetările ulterioare [3, 43, 98, 114]. Geneza ritmului respirator reprezintă

astfel o regularitate de generare a impulsurilor nervoase în structurile neuronale respective, iar formarea pattern-ului respirator reprezintă organizarea spațio-temporală coordonată a efortului de ieșire neuronală inspiratorie, post-inspiratorie și expiratorie - mecanismele de activare a mușchilor respiratori. Proprietățile biofizice ale generatorului de ritm determină debutul, sfârșitul și frecvența salvei de impulsuri neuronale. Elementele generatorului de pattern modelează conținutul acestei salve de impulsuri neuronale, care este transmisă către mușchii respiratori [45].

Generarea de pattern-uri neurale centrale include geneza unei activități neuronale ritmice reproductibile în mod constant și a unei activități organizate de pattern-uri prin coordonare a impulsurilor prin fibrele nervoase spre neuronii premotori inspiratorii și expiratorii. Acest ritm respirator bazal este modulată reflex prin răspunsuri la întinderea plămânilor, la semnale chemosenzoriale de hipercapnie și hipoxie, și integrat cu impulsurile neuronale simpatice și parasimpatice, corelat cu cerințele comportamentale ale organismului și coordonat cu alte activități ritmice [96].

Pe lângă funcția foarte importantă și vitală a respirației de a asigura schimbul de gaze (oxigen și bioxid de carbon) între organismul uman și mediul înconjurător numită ”respirație metabolică” și asigurată de centrii nervoși bulbari și pontini, există și așa-numită ”respirație comportamentală” sau ”emoțională”, asigurată de structurile suprapontine [54].

Pattern-ul respirator al respirației metabolice este strict controlat de presiunea parțială a oxigenului și a bioxidului de carbon în sânge, pe când pattern-ul respirator comportamental este influențat de diverse schimbări în mediul intern organismului și mediul înconjurător. În reglarea respirației comportamentale participă structurile suprasegmentare și corticale ale sistemului nervos central. Pattern-ul respirator este influențat nu numai de indicii metabolici ale organismului, dar și de emoțiile trăite de către indivizi cum ar fi anxietatea, frica, tristețea, bucuria etc. Este important de a specifica faptul menținerii coexistenței a homeostaziei și a emoțiilor în pattern-ul respirației.

Respirația emoțională își află centrul de reglare cel mai probabil în sistemul limbic, în special în amigdală, care este bine cunoscută ca fiind centrul primar al emoțiilor [99]. Experimentele pe animale au constatat că impulsurile spontane înregistrate în amigdală sunt legate funcțional cu ritmul respirator bulbar în cadrul sistemului limbic-encefalic-spinal. Stimularea electrică aplicată pe amigdală induce o stimulare a inspirației pe traiectul frenic [102].

Relația dintre activitatea respiratorie și emoțiile a fost demonstrată într-un studiu asupra anxietății anticipative [127]; frecvența respiratorie a subiectului a crescut în timpul sentimentului de anxietate anticipativă. Într-un studiu anterior, s-a constatat că modificările frecvenței respiratorii au fost corelate pozitiv cu scorurile individuale ale anxietății personale, iar amigdala a fost examinată, folosind o metodă neuroimagică în timpul unui moment de anxietate anticipativă experimentată de către subiect, pentru a determina sursa de activitate modulatorie în ”respirația emoțională” [88].

Un studiu anterior, autorii Masaoka și Homma, a arătat că stimularea mentală scade timpul de expirație și crește minut-volumul respirator. Autorii au observat o corelație negativă între timpul expirator și scorurile de anxietate în timpul stimulării mentale [89]. Într-un alt studiu relativ recent [63] s-au măsurat și s-au comparat pattern-urile de respirație și scorurile de anxietate în timpul respirației liniștite la tineri adulți sănătoși de sex masculin. A fost demonstrată existența relației strânse și puternice dintre ritmul respirator și anxietatea personală, precum și relația între aceasta și timpul de inspirație și timpul de expirație. Timpul de expirație poate contribui la determinarea ritmului respirator, și într-adevăr, s-a demonstrat că timpul de inspirație nu are nici o corelație cu anxietatea personală în timpul stimulării mentale. Cu toate acestea, în acest studiu au fost demonstrate corelații semnificative între timpul de expirație sau timpul de inspirație și anxietatea personală cu o corelație între ritmul respirației și anxietatea personală în timpul respirației liniștite. Frecvența respiratorie, independent de solicitările metabolice de respirație, poate fi afectată de anxietatea personală în timpul respirației liniștite, eupneice la om.

Aceste date, selectate din multiple surse bibliografice referitor la interrelațiile între anxietate și respirație pe subiecți sănătoși pot fi utile pentru explicarea stării clinice de sindromului de hiperventilație și a tulburărilor de anxietate.

1.2 Efectul respirației ritmice dirijate asupra variabilității ritmului cardiac.

Respirația ritmică dirijată se folosește pentru modificarea variabilității ritmului cardiac (VRC) prin biofeedback a VRC (B-VRC) [72, 140]. Modificările respirației ritmice dirijate se pot realiza prin modificări specifice ale parametrilor Pattern-ului de Respirație (PR). Cercetările în acest domeniu au adus argumente noi privind eficacitatea a biofeedback-ului prin VRC (B-VRC) în cazul unor afecțiuni, cum ar fi dereglări psihofiziologice, depresia, sindromul intestinului iritabil, astmul, și o serie de dereglări psihovegetative [44].

Un rând de cercetători [78, 142, 143] au explicat efectele respirației cu pattern-ul modificat (respirație mai profundă și mai rară) asupra consecințelor depistate în activitatea

vagală prin modificările pozitive ale homeostaziei baroreceptorilor. Ulterior Lehrer și Gevirtz au prezentat analiza efectelor B-VRC asupra căii vagale aferente către zonele corticale frontale, totodată confirmând efectele asupra VRC [74]. Într-un alt studiu s-a examinat efectul acut al B-VRC asupra indicilor fiziologici în timpul B-VRC și imediat după biofeedback, precum și în perioada stresului indus în laborator (testul Stroop) [111]. La participanții din grupul de control, frecvența mișcărilor respiratorii (FR) și frecvența contracțiilor cardiace (FC) au crescut, RMSSD și oscilațiile de înaltă frecvență (HF) a VRC au scăzut sau au manifestat o tendință de a scădea, iar oscilațiile de frecvență joasă (LF) a VRC nu au prezentat nici o schimbare, în timpul ambelor teste Stroop. Contingentul experimental (persoanele antrenate prin B-VRC), în schimb, pe parcursul probelor experimentale a răspuns diferit la probele celui de-al doilea test Stroop: în timp ce FR a crescut și puterea spectrală a oscilațiilor LF a scăzut, FC, RMSSD și puterea spectrală a oscilațiilor HF nu s-au schimbat. Totodată s-a constatat că la persoanele din grupul B-VRC s-a înregistrat o RMSSD mai mare în al doilea test de stres de laborator.

Din datele existente în literatura de specialitate rezultă că prezintă interes explicarea posibilității influenței diferitor modele de respirație profundă și, respectiv, diferitor modele de pattern respirator asupra modificării dirijate a VRC. În publicațiile la temă am găsit un număr limitat de studii unde s-au cercetat efectele modificării raportului duratei inspirației la durata expirației (I:E) asupra VRC. Rezultatul unui studiu, în care s-au comparat două probe de respirație cu pattern-ul controlat: cu inspirație lungă urmată de expirație scurtă, sau inspirație scurtă urmată de expirație lungă, a constatat că raportul inspirație/expirație este crucial în modularea VRC [133]. Datele experimentale au arătat că în probele respiratorii cu inspirație scurtă urmată de expirație lungă, HF-VRC a fost semnificativ mai mare decât în experimentele cu inspirație lungă urmată de expirație scurtă. Rezultatele unei cercetări relatează că indicele HF-VRC este mai mare atunci când se respiră cu un pattern având raportul inspirație/expirație scăzut comparativ cu un raport inspirație/expirație ridicat [110]. Într-un alt studiu, la voluntari sănătoși nu s-au constatat modificări semnificative între valorile parametrilor VRC din domeniile de timp și de frecvență, induse de către pattern-urile respiratorii cu raportul duratei fazelor inspirație/expirație de 1:1 și 2:1, față de raportul fiziologic 1:2 [67]. Un alt grup de cercetători într-un studiu randomizat efectuat pe subiecți sănătoși a aplicat patru diferite pattern-uri de respirație cu rapoarte de timp al fazelor de inspirație/expirație: spontan (necontrolat), 1:1, 1:2 și 1:3 [145]. S-a constatat că indicii domeniului de frecvență ai VRC și sensibilitatea baroreflexă spontană nu s-au schimbat odată cu modificarea duratei raportului inspirație/expirație, conform tipurilor de pattern de respirație determinat.

Totuși un studiu special a constatat că raportul mic a duratei fazelor inspirație/expirație a fost asociat cu un indice HF-VRC semnificativ mai mare în condițiile unei respirații dirijate la o frecvență de 6 respirații pe minut [141].

Pentru a stabili mai concludent efectele raportului duratei inspirație/expirație în timpul respirației dirijate de un pattern anumit asupra variabilității ritmului cardiac, De Couck și coautorii au studiat două pattern-uri de respirație, diferența fiind în raportul dintre durata inspirației față de durata expirației [26]. În acest studiu s-au investigat efectele a două modele de pattern de respirație asupra variabilității ritmului cardiac, și anume pattern-ul de respirație 1 era "simetric" – durata inspirației și expirației fiind egală - 5:5 secunde, și pattern-ul de respirație 2 se deosebea prin expirație mai lungă - pattern respirator "înclinat" - 5:7 secunde. Frecvența respiratorie medie la momentul inițial a fost de între 13 și 14 respirații/min. După cum au constatat autorii, ambele modele de pattern respirator reproduse în Biofeedback-VRC au fost semnificative în efectul său asupra VRC, și anume au crescut toți indicii VRC în comparație cu respirația de repaos, cu excepția HF, la fel ca și în modelele cu și fără controlul frecvenței respirației. În cele din urmă, nu au fost găsite diferențe semnificative între cele două modele experimentale (modelul de pattern respirator "simetric" comparativ cu modelul de pattern respirator "înclinat") cu referire la toți parametrii VRC. Autorii au conchis că aplicarea ambelor modele de pattern de respirație, adică modelul simetric și modelul înclinat, au efect de creștere a valorilor tuturor parametrilor VRC, cu excepția HF. Deși nu sunt semnificative diferențele din punct de vedere statistic, au fost stabilite efecte mai puternice în cazul modelului de pattern înclinat în comparație cu cel simetric, în ceea ce privește mai mulți parametri ai VRC [26].

1.3 Efectele frecvențelor respiratorii asupra variabilității ritmului cardiac

Exercițiile respiratorii, mai ales cu ritm lent, se practică ca metodă generală de relaxare, dar și ca metodă de profilaxie și tratament a unui șir de afecțiuni din sfera vegetativă și emoțională. Metoda respirației dirijate în ritm lent a fost utilizată pentru ameliorarea simptomelor de anxietate [23, 122, 123], dar și pentru calmarea durerii [60]. S-au acumulat date că respirația cu pattern-ul încetinit poate provoca efectul inhibitor asupra amplitudinii răspunsului psihofiziologic la amenințarea experimentală [51, 69, 91, 121]. Respirația cu un pattern lent intră ca o componentă importantă a algoritmurilor pentru creșterea amplitudinii Aritmiei Sinusale Respiratorii (ASR). Această metodă a fost cercetată și propusă ca tratament pentru o varietate de afecțiuni legate de stres și disfuncții vegetative (autonome) [22, 69, 71, 72].

Aritmia Sinusală Respiratorie (ASR) caracterizează fluctuațiile ciclice a frecvenței contracțiilor cardiace (FC) care coincid cu ciclul respirator, astfel încât creșterile de FC au loc în timpul inspirației și scăderi ale FC apar în timpul expirației.

Variabilitatea ritmului cardiac (VRC), din care ASR este o componentă, a fost studiată ca o măsură a homeostaziei autonome (vegetative) și adaptabilitate, dar rămân multe necunoscute despre relația dintre strategiile respiratorii specifice și ASR, în ciuda numărului mare de studii privind subiectul dat [10].

ASR se reflectă, de obicei, în oscilațiile de înaltă frecvență ale ritmului cardiac (RC) (0,15-0,4 Hz), adică în intervalul de frecvență tipic al respirației normale a adultului. Este mediată vagal și a fost utilizată ca o măsură neinvazivă a funcției parasimpatice [10], deși nu corelează bine cu scăderile induse vagal în RC tonic [68]. Porges a observat că pot fi implicate diferite mecanisme centrale în medierea celor două efecte vagale [109]. VRC la frecvențe mai mici implică de obicei contribuții mai mari simpatice [10], deși nu este legată în mod monoton cu răspunsurile neuromorale simpatice [129].

La o frecvență respiratorie normală, VRC de înaltă frecvență este mediată vagal și corespunde de obicei cu ASR [10]; VRC de frecvență joasă este mediată atât pe cale simpatică, cât și parasimpatică și corelează foarte bine cu funcția baroreflexă [1, 8, 57, 108]; iar activitatea de frecvență foarte joasă este mediată simpatic și poate reflecta termoreglarea și reglarea tonusului vascular [10]. Atunci când oamenii respiră la ritmuri care se încadrează în frecvența joasă sau frecvențe foarte joase, totuși, procesele asociate cu ASR se suprapun și uneori rezonează cu procesele asociate de obicei cu benzile de frecvență mai joasă [104].

Frecvența respiratorie afectează amplitudinea ASR, ASR cu tendința de a crește pe măsură ce frecvența respiratorie scade. Majoritatea cercetărilor, însă, au folosit în principal o gamă restrânsă de frecvențe respiratorii, au comparat respirația ritmică dirijată cu respirația nedirijată doar într-o bandă îngustă de frecvențe respiratorii, sau au examinat benzi de frecvențe respiratorii mai degrabă decât frecvențe specifice. Hayano și coautorii au studiat doar efectele intervalelor respiratorii relativ mici de 3, 4, 5 și 6 s [53]. Pagani și colegii au comparat efectul respirației ritmice (0,33 Hz) cu respirația voluntară (media de 0,26 Hz) [104]. Jennings, Mcknight și Van der Molen au împărțit participanții în funcție de frecvența respiratorie naturală a acestora (respiratori mai rapizi, frecvența > 15 respirații pe minut vs. respiratori mai lenți, frecvența < 15 respirații pe minut) [58]. Cu toate acestea, Vaschillo și colegii au constatat că efectele ratelor specifice la frecvențe mai lente oferă informații despre caracteristicile de funcționare ale sistemelor care controlează reglarea cardiovasculară [142]. Aceștia au constatat

efecte de rezonanță în gamele de frecvențe joase și foarte joase ale VRC (respectiv, 0,05-0,15 Hz și 0,005-0,05 Hz), intervale care sunt mai mici decât cele investigate în general în această literatură de specialitate anterioară. Aceștia au constatat o rezonanță pozitivă la șase cicluri pe minut, frecvență la care persoanele ar putea folosi biofeedback-ul pentru a obține amplitudini deosebit de mari ale ASR. De asemenea, ei au constatat rezonanță negativă la frecvența de trei cicluri pe minut, unde amplitudinile produse prin biofeedback de ASR au fost deosebit de scăzute. Deși participanții la studiul lor nu au folosit în mod uniform respirația ca metodă pentru a modifica amplitudinea ASR, respirația a fost una dintre cele câteva metode pe care oamenii le-au folosit în acest studiu. Studiile efectuate pe pacienți sănătoși [25] și de călugări Zen [73] arată că pacienții pot respira confortabil și la aceste ritmuri lente pentru perioade suficient de lungi pentru a investiga efectele acestor ritmuri asupra VRC.

Scopul studiului efectuat de Song și Lehrer a fost de a investiga sistematic modul în care frecvența respiratorie modulează VRC la frecvențe respiratorii de 3, 4, 6, 8, 10, 12 și 14 respirații pe minut, pentru a determina dacă efectele rezonanței pot fi detectate cu ajutorul acestei proceduri [130]. Principala constatare a acestui studiu este relația inversă dintre amplitudinea VRC și frecvența respiratorie, cu o singură excepție: amplitudinea de frecvență joasă, amplitudinea totală, și amplitudinea puterii de vârf, toate ating un maxim la patru respirații pe minut, dar toate sunt mai mici la trei respirații pe minut. Alte studii au arătat, de asemenea, natura dependentă de frecvența respirației a VRC, astfel încât VRC scade pe măsură ce crește frecvența respirației [19, 25, 118, 132]. Creșterea VRC la frecvențe respiratorii mai lente a fost însoțită de RC mai încetinit la fiecare respirație și un peak al oscilațiilor de frecvență spectrală mai mare care coincide cu frecvența respiratorie. Datele expuse de Hayano privind vârfurile de frecvență coincid cu constatările [53], conform cărora respirația dirijată produce un vârf de frecvență înaltă la frecvența respiratorie.

Deși aceste date ar putea sugera o activare vagală mai mare la frecvențe respiratorii mai mici, Eckberg și Eckberg sugerează că aceasta se poate datora, de asemenea, unei hidrolize mai complete a acetilcolinei la frecvențe respiratorii mai mici [33]. Conform acestei teorii, hidroliza acetilcolinei este un proces relativ lent și, prin urmare, este mai completă la ritmuri mai lente de respirație, înainte ca următoarea inhalare să blocheze expresia acetilcolinei. Ca atare, atunci, creșterea ASR la frecvențe respiratorii mai mici nu ar reprezenta neapărat un trafic vagal crescut.

Teoria lui Eckberg și Eckberg se bazează pe observațiile conform cărora, deși respirația pornește activitatea parasimpatică asupra cordului a nervilor vagi (astfel încât pulsația nervoasă vagală este mai mare în expirație decât în inspirație), hidroliza și inactivarea

acetilcolinei de către acetilcolinesterază se desfășoară la o rată fixă care nu are legătură cu frecvența respirației. Consecințele acestui fapt sunt că, în timpul intervalelor de respirație mai lungi, acetilcolina este hidrolizată mai complet și inactivată, iar când intervalele de ritm respirator sunt mai scurte, inhibiția vagală este mai mică [112]. Pare probabil că respirația influențează momentul inhibiției vagale, dar nu și scăderea absolută a RC – într-o gamă largă de frecvențe de respirație, intervalele R-R medii sunt constante [19]. Astfel, o cantitate de acetilcolină este eliberat în timpul fiecărei expirații, explicând astfel scăderea frecvenței cardiace (FC) în această fază a respirației. Conform teoriei lui Eckberg, podeaua "văii acetilcolinei" în timpul respirației este mai înaltă în timpul respirației mai rapide, datorită hidrolizei incomplete, producând o amplitudine mai mică a aritmiei sinusale respiratorii (ASR) decât în timpul respirației lente.

Această teorie ar explica amplitudinile mai mari ale ASR la frecvențe respiratorii mai mici, chiar dacă fiecare respirație a eliberat aproximativ o cantitate egală de acetilcolină, fără legătură cu frecvența respiratorie, și este în concordanță cu scăderea frecvenței, dar nu și a valorilor maxime din spectrul de frecvență a VRC constatate în acest studiu. Această teorie explică modul în care aritmia sinusală respiratorie crescută în timpul respirației lente ar putea să apară fără nici o modificare a frecvenței impulsurilor eferente în nervul vag. Angelone și Coulter au descris pentru prima dată rezonanța sistemului cardiovascular în gamă de frecvențe respiratorii joase (la aproximativ cinci până la șase respirații pe minut) în studiul lor [4]. Vaschillo și colegii au confirmat aceste constatări și au arătat, de asemenea, că a existat o rezonanță negativă la trei respirații pe minut, unde tensiunea arterială și respirația a subiecților au avut o relație de fază de grad zero asupra FC [142]. Prin urmare, la trei respirații pe minut, creșterile induse de respirație în FC au loc simultan cu scăderi ale FC induse de baroreflex, adică efectele asupra FC ale celor două procese încep să se anuleze reciproc. De asemenea, s-a observat că modificările dependente de frecvență în VRC găsite în acest studiu probabil că nu rezultă din diferențele de profunzime a respirației la diferite frecvențe. Cooke și colegii au studiat VRC ca răspuns la o gamă similară de ritmuri de respirație dirijată și au găsit schimbări VRC dependente de frecvențe respiratorii care au fost similare cu cele din studiul lui Vaschillo, indiferent dacă adâncimea respirației a fost sau nu controlată, în ciuda bine cunoscutului reflex Hering-Breuer, un reflex vagal autonom mediat, stimulat de întinderea țesuturilor pulmonare în timpul respirației [25].

În plus, în concordanță cu alte studii mulți autori [19, 47, 53, 107] au arătat că rata respiratorie nu a modificat în mod semnificativ frecvența cardiacă medie pe intervalele respiratorii studiate. Lipsa de relație între FC medie și frecvența respiratorie oferă un sprijin

suplimentar pentru afirmația că amplitudinile mai mari ale ASR la frecvențe respiratorii mai lente nu rezultă din creșterea impulsurilor nervoase aferente al nervului vag.

Au existat câteva excepții de la relația negativă dintre frecvența de respirație și VRC. La unii subiecți VRC, în afara intervalului de frecvență al respirației a fost, invariabil la o amplitudine mai mică decât pentru VRC în interiorul benzii de frecvență a respirației. Astfel VRC la o oscilație mai lentă a fost mai mică decât la frecvențe mai mari atunci când participanții au respirat în intervalul de frecvență ridicată bine cunoscutul. De asemenea, amplitudinea VRC la trei respirații pe minut a avut tendința de a fi mai mică decât la patru respirații pe minut. Deși această diferență nu a fost semnificativă, au existat mai puține diferențe semnificative între ritmurile mai mari de respirație și anume la frecvența de trei respirații pe minut decât la patru respirații pe minut. Această din urmă constatare, sugerează un al doilea factor ce este în acțiune directă asupra VRC.

Astfel, pe măsură ce respirația sau alte procese voluntare, produce creșteri ale RC, activitatea baroreflexă declanșată de creșterile simultane ale tensiunii arteriale tind să deprime modificările în RC. Astfel, efectele respiratorii asupra VRC ar rezona negativ cu efectele baroreflexele. Acest lucru ar fi în concordanță cu o scădere totală a VRC, precum și la nivelul particular al vârfului de frecvență. Studiul lui Song și Lehrer [130] nu a găsit, totuși, dovezi pentru rezonanța pozitivă la șase respirații pe minut, așa cum ar putea fi prezis de constatările lui Vaschillo [142]. Astfel este posibil ca efectele de hidroliză ale acetilcolinei să fi anulat orice efecte posibile de rezonanță la această frecvență a respirației.

Aceste date sugerează astfel o relație complexă între frecvența respiratorie și amplitudinea a VRC, care implică cel puțin două procese independente. Creșterea VRC la frecvențe respiratorii mai mici, constatată în literatura, nu se extinde la frecvența de trei respirații pe minut și nu reprezintă neapărat un tonus vagal mai mare.

Implicații pentru tratamentul prin biofeedback

Biofeedback-ul este o metodă în care pacienții sunt informați cu măsurări exacte și reale a parametrilor fiziologici ca: frecvența cardiacă, temperatura corpului sau chiar activitatea neuromusculară și sunt învățați să-și autocorecteze acești parametri. Ca rezultat ei reușesc să facă conexiuni între stările comportamentale conștiente și emoționale [115]. Este cunoscut că controlul voluntar a respirației are influență asupra frecvenței cardiace, ceea ce este foarte important pentru pacienții care suferă de anxietate [31]. Frecvența cardiacă poate fi controlată, în afară de strategii respiratorii [27, 46], prin contracții musculare izometrice [46], și chiar prin concentrarea atenției [46]. Toate acestea confirmă că biofeedback-ul poate fi folosit pentru a

învăța pacienții de a regla funcția ventilatorie, și această abilitate poate fi folosită și în alte contexte cu scopul de profilaxie și tratament.

Într-un review meta-analitic amplu consacrat terapiilor respiratorii pentru tratarea anxietății colectivul de autori a analizat datele a 40 de cercetări în domeniu [79].

Rezultatul acestui studiu meta-analitic este în favoarea utilizării intervențiilor funcționale respiratorii (inclusiv biofeedback respirator), care servesc drept tratamente eficiente pentru tulburările de anxietate. În special, dovezile concludente sugerează că intervențiile respiratorii (o parte considerabilă prin biofeedback respirator) sunt eficiente în tratarea simptomelor dimensionale ale anxietății, în special a anxietății generalizate și panica, fiind în același timp intervenții acceptabile pentru tratamentul anxietății într-un șir de cazuri clinice și non-clinice.

Autorii mai constată că este nevoie de o mai mare standardizare între modelele metodologice în plus de o raportare mai transparentă a datelor privind rezultatele studiilor. O mai mare standardizare între modelele metodologice poate, de asemenea, să ajute la identificarea de puncte comune și elementele terapeutice distincte între modalitățile respiratorii (respirație abdominală, biofeedback respirator, respirație dirijată conștientizată etc.). Acest lucru poate facilita și identificarea modul în care modalitățile acțiunii respiratorii pot avea o influență diferențiată asupra proceselor subiacente de schimbare implicate în patologia anxietății.

Având în vedere perspectivele pe care o reprezintă intervențiile respiratorii (inclusiv biofeedback respirator) pentru a facilita tratamentele actuale ale tulburărilor de anxietate, inițiativele de cercetare în curs de desfășurare care abordează unele bariere metodologice necesită să fie încurajate.

Un alt review sistematic privind folosirea metodelor de biofeedback în managementul anxietății a fost efectuat de un grup de cercetători [2]. După selecția finală, au fost analizate 13 publicații care prezentau diferite intervenții. Intervențiile au abordat fie în primul rând tulburările de anxietate, fie anxietatea asociată cu probleme de sănătate, cum ar fi migrena, boala Parkinson și reumatologia.

Soluțiile au combinat biofeedback-ul cu alte tehnici, inclusiv realitatea virtuală, terapia prin muzică, jocuri și practici de relaxare și au utilizat diferiți senzori, inclusiv centuri cardiovasculare, senzori de încheietură sau senzori de întindere pentru a colecta date fiziologice, cum ar fi frecvența cardiacă, indicatori de respirație și informații despre mișcare. Intervențiile au vizat diferite cohorte, inclusiv copii, studenți și pacienți. În general, rezultatele evaluărilor empirice au dat rezultate pozitive și au subliniat eficacitatea a soluțiilor conectate de sănătate mintală care utilizează biofeedback pentru anxietate.

Autorii fac concluzia că utilizarea biofeedback-ului în intervențiile de sănătate mintală conectată pentru tratamentul și managementul anxietății permite o mai bună depistare și înțelegere a informațiilor psihologice și fiziologice ale pacienților. Utilizarea biofeedback-ului ar putea îmbunătăți rezultatul intervențiilor și ar putea stimula eficacitatea acestora.

Song și Lehrer afirmă că rezultatele prezentate și discutate confirmă constatările privind o relație în mare parte inversă între ASR și frecvența respirației în timpul manevrelor de respirație stimulată [130]. Ele indică faptul că relația dintre respirația și amplitudinea ASR este influențată de mai multe căi cauzale și sugerează că creșterile amplitudinii ASR produse de respirația lentă probabil nu reflectă creșteri tonusul vagal sau excitația parasimpatică. Implicațiile pentru rolul de mediator al rezonanței în biofeedback-ul ASR sunt neclare. Rezultatele sunt în concordanță cu apariția de rezonanță negativă pentru VRC la aproximativ trei cicluri pe minut, dar nu au arătat efecte de rezonanță pozitivă la șase cicluri pe minut. Nu este clar dacă acest lucru sugerează că rezonanța pozitivă nu apare la șase cicluri, dacă alte procese, cum ar fi efectele hidrolizei acetilcolinei ascund efectele de rezonanță, sau dacă o astfel de interacțiune dintre efectele de hidroliză și rezonanță are vreo semnificație pentru practica a biofeedback-ului. Sunt necesare cercetări suplimentare cu privire la relația dintre respirație și caracteristicile de rezonanță ale sistemului cardiovascular, precum și asupra modalităților prin care biofeedback-ul și metodele de control respirator interacționează cu acești diverși mediatori posibili și influența acestor mediatori asupra efectelor clinice ale biofeedback-ului.

1.4 Aspecte funcționale a interacțiunilor cardiorespiratorii prin prisma variabilității ritmului cardiac

Activarea vegetativă (autonomă) cardiacă se caracterizează cu multă precizie prin variabilitatea ritmului cardiac (VRC). Totodată VRC este o variabilă de rezultat în antrenamentul respirator sau în biofeedback prin VRC (biofeedback-VRC) [28, 105, 120]. S-a demonstrat că indicii VRC sunt legați de frecvența respirației [130, 143]. Frecvența spontană a respirației în repaus este de obicei de aproximativ 9-24 respirații pe minut (rpm) la adulții sănătoși [71], iar aritmia sinusală respiratorie (ASR), care este modulată de sistemul nervos parasimpatic (SNP) cardiac, apare în intervalul de înaltă frecvență (HF; 0,15-0,4 Hz) [73, 135]. Respirația lentă a fost aplicată ca metodă non-farmacologică în programele de gestionare a stresului și în antrenamentele de biofeedback [74, 78], deoarece încetinirea ritmului de respirație la aproximativ 3-9 resp/min are ca rezultat creșterea puterii spectrale de frecvență joasă (LF; 0,04-0,15 Hz).

Interpretarea variabilității cardiace de frecvență joasă LF este mai controversată. Studiile anterioare au raportat că LF este un marker al sistemului nervos simpatic cardiac [104, 135]. Cu toate acestea, alte studii nu au reușit să confirme această asociere [55, 95]. O serie de articole au indicat că componenta LF este cel mai probabil afectată atât de SNS cât și SNP cardiac, precum și de modularea baroreflexă a fluxurilor nervoase autonome (vegetative) [14, 15, 95, 116].

Raportul dintre LF și HF (raportul LF/HF) a fost considerat anterior ca fiind un indice al echilibrului autonom (vegetativ) cardiac, creșterea raportului reflectând dominanța SNS și scăderea raportului – dominanța SNP [135]. Cu toate acestea, studiile recente au arătat că raportul LF/HF nu reflectă neapărat SNS sau echilibrul simpatovagal cardiac [15, 48]. Raportul LF/HF este afectat de numeroși factori, cum ar fi activitatea vagală, SNS, SNP și parametrii respiratori [15, 116], iar interpretarea sa ar trebui să ia în considerare variațiile separate a componentelor LF și HF ale variabilității frecvenței cardiace [15].

În ceea ce privește respirația lentă și indicii VRC, o serie de studii au folosit respirația dirijată pentru a controla ritmul respirator și pentru a standardiza protocolul experimental în scopul interpretării cu precizie a datelor în cadrul analizei VRC [15, 72, 130]. Respirația lentă în intervalul LF de aproximativ 0,1 Hz (aproximativ 6 resp/min) este însoțită de o amplitudine mare în ASR, în care inspirația suprimă temporar activitatea vagală/parasimpatică și provoacă o creștere imediată a ritmului cardiac [12]. Pe de altă parte, expirația scade frecvența cardiacă și restabilește activitatea vagal/parasimpatică [73, 143]. Frecvența rezonantă este observată atunci când sincronia în oscilațiile ritmului cardiac apare la un individ cu o frecvență a respirației de 6 resp/min ce poate da naștere la cel mai mare vârf LF și cea mai mare putere LF [72, 75, 78, 143]. Atunci când indivizii respiră la frecvența lor de rezonanță, se produce o creștere a amplitudinii ritmului cardiac, și se observă o formă îngustă de undă în banda LF a puterii spectrale a VRC, o creștere a VRC și a sensibilității baroreflexului [76, 143]. Aceste fenomene sunt asociate și cu atenuarea simptomelor psihosomatice [75]. Alte studii au constatat că respirația lentă la 6 resp/min a avut efecte benefice asupra sistemului cardiovascular și respirator. Mai mult, s-a demonstrat o creștere a ASR, sensibilității baroreflexului și saturației cu oxigen la indivizii sănătoși de control și la pacienții cu insuficiență cardiacă cronică, precum și o reducere a tensiunii arteriale la persoanele cu hipertensiune esențială [9, 61]. Vaschillo și colegii au comparat modificările VRC induse de frecvențele respiratorii de 6,5; 6; 5,5; 5; și 4,5 resp/min ale unor subiecți și au arătat că frecvența respiratorie de 5,5 resp/min a fost asociată cu cele mai mari și semnificative oscilații ale frecvenței cardiace, cu amplitudinea maximă a VRC în banda spectrală LF [143].

De un interes special din partea cercetătorilor, referitor la modificarea VRC, a fost atribuit raportului duratei inspirației la durata expirației (raportul I:E) al pattern-ului respirator. Un studiu realizat de Cappo și Holmes a arătat că, respirația la un ritm de 6 resp/min cu inspirația rapidă și expirația lentă (raport I:E de 2:8) a fost mai eficientă în reducerea excitației fiziologice și psihologice în situații de amenințare, decât respirația cu inspirație lentă și expirație rapidă (raport I:E de 8:2) la aceeași frecvență, sau în cazul unei respirații cu o durată egală pentru inspirație și expirație (raport I:E de 5:5) [20]. Strauss-Blasche și colegii au examinat pattern-urile de respirație cu inspirația scurtă urmată de expirație lungă (SILE) și inspirația lungă urmată de expirație scurtă (LISE) și influența acestora asupra ASR și VRC la 12 subiecți sănătoși, și au constatat că pattern-ul de respirație SILE a fost asociat cu o ASR mai mare și cu o putere a HF mai mare decât cel LISE [133]. Klintworth și colegii au studiat efectele diferitelor pattern-uri de respirație – inspirație controlată, inspirație/expirație controlată în raport 1:2, 1:1, 2:1 și inspirație controlată asupra indicilor VRC [67]. Rezultatul a constatat că nu au existat diferențe semnificative între aceste diferite pattern-uri de respirație referitor la indicii VRC din domeniile de timp și frecvență, dar rapoartele de 1:1 și 2:1 au indus o asimetrie mai mare asupra frecvenței cardiace decât raportul de 1:2. Dar studiile acestea au avut o serie de limitări. Cappo și Holmes au utilizat modelul de 6 resp/min și un raport I:E controlat, dar nu au măsurat indicii VRC [20], iar ratele de respirație spontană din studiul lui Strauss-Blasche au fost de 9,6 și 10,0 pentru pattern-ul LISE și, respectiv, SILE. Deși Strauss-Blasche și colegii au confirmat că expirațiile prelungite au produs o VRC cu HF mai mare decât inspirațiile prelungite [133], dar aceste constatări nu au fost confirmate în studiul lui Klintworth [67]. Prin urmare, efectele diferitelor ritmuri de respirație cu diferite rapoarte I:E asupra indicilor VRC nu sunt încă complet elucidate și nu pot fi explicate din punct de vedere fiziologic.

Scopul unui studiu, efectuat de Lin, a fost de a examina diferențele în ceea ce privește efectul pattern-urilor de respirație cu expirații prelungite și a celor cu un raport I:E egal asupra senzațiilor subiective, precum și asocierii acestora cu indicii VRC [81]. În special, autorii au explorat cum două frecvențe de respirație (6 și 5,5 resp/min) și două modele de respirația cu variația raportului I:E (5:5 și 4:6) pot induce efecte diferite asupra indicilor VRC și senzațiilor subiective de anxietate și liniște. Autorii au emis ipoteza că ritmul lent de respirație cu un raport I:E de 4:6 a fost asociat cu indici a VRC mai mari și cu o senzație mai intensă de liniște decât cea cu un raport I:E de 5:5. Acest studiu a utilizat un design experimental de tip pătrat latin pentru a controla variația indicilor VRC și pentru a examina rolul pattern-urilor de respirație asupra indicilor VRC și asupra senzațiilor subiective de anxietate și liniște. Rezultate au arătat că

respirația lentă a provocat creșterea semnificativă a SDNN, LF, raportului LF/HF, și senzația subiectivă de liniște în comparație cu respirația spontană. În plus, un pattern de respirație de 5,5 resp/min cu un raport I:E de 5:5 a fost asociat cu o putere spectrală a oscilațiilor LF mai mare decât pattern-ul cu 6 resp/min, sau 5,5 resp/min cu un raport I:E de 4:6. În plus, acest studiu a confirmat, că pattern-ul cu 5,5 resp/min cu un raport 5:5 a fost asociat cu o valoare mai înaltă a indicelui SDNN decât cel înregistrat în timp pattern-ului cu 6 resp/min și cu un raport I:E de 4:6. În ceea ce privește frecvența respirației și indicii VRC, respirația lentă, atât cu 6 resp/min, cât și 5,5 resp/min a crescut indicii VRC în comparație cu respirația spontană de repaos. Această constatare a fost în concordanță cu studii anterioare care au arătat că respirația lentă a produs efecte benefice asupra funcțiilor fiziologice [9, 61, 142], inclusiv creșterea puterii LF la persoanele sănătoase adulte, pacienți cu astm și celor cu tulburări depresive majore [62, 73, 76], precum și creșterea SDNN la pacienții cu boală coronariană și tulburare depresivă majoră [28, 62]. În plus, aceste studii au confirmat că o frecvență respiratorie de 5,5 resp/min a fost asociată cu o activitate crescută a SNP și funcției baroreflexă, confirmată prin valori mai ridicate a indicilor VRC ca SDNN, LF și raportul LF/HF decât în cea de 6 resp/min. O creștere a puterii spectrale a oscilațiilor LF și a valorii SDNN poate fi explicată prin faptul că respirația lentă la această frecvență de rezonanță poate stimula tonusul vagal sau răspunsul baroreflex pentru a modula nodulul sinoatrial, să crească oscilația ritmului cardiac, și să crească VRC [6, 76, 78]. În plus, puterea LF crescută contribuie la o creșterea raportului LF/HF [15].

În ceea ce privește raportul duratei I:E și indicii VRC, rezultatele exzistente în literatura de specialitate, indică faptul că un raport I:E de 5:5 a fost asociat cu o variabilitate mai mare a frecvenței cardiace în banda LF în comparație cu o respirație cu un raport a duratei I:E de 4:6. Datele prezentate sugerează că o respirație cu o durată egală a I:E ar putea fi fost asociată cu o creștere mai mare a activității vagale cardiace comparativ cu o respirație în care durata expirației este mai lungă decât durata inspirației [133]. Similar cu aceste constatări, un studiu anterior, pe un începător de yoga, în care a fost folosit un model de respirație de 6 resp/min și un raport I:E egal a scos în evidență sensibilitate mai mare a baroreflexului și o saturație cu oxigen diferită în comparație cu indivizii ce prezintă o respirație spontană [90]. La fel s-a demonstrat că un raport I:E egal la persoanele sănătoase adulte a produs o asimetrie mai mare a ritmului cardiac (indicii Porta și Guzik) decât expirația prelungită (1:2 a raportului I:E) [67]. În schimb, Strauss-Blasche și colegii au constatat că expirația prelungită a fost asociată cu o ASR și HF mai mari în comparație cu inspirația prelungită sau un raport I:E egal în respirația spontană [133]. Astfel, rezultatele obținute în aceste studii scot în evidență existența diferențelor în ceea ce privește

indicii VRC și faptul cum aceștea pot fi influențați de interacțiunea cu frecvența respirației și raportul duratei fazelor ciclului respirator inspirație/expirație.

Un studiu anterior, utilizând un protocol de biofeedback -VRC care instruește o persoană să încetinească frecvența respirației la aproximativ 6 resp/min [72], a demonstrat creșteri ale amplitudinii ASR și ale VRC LF la pacienții cu astm, boli coronariene, chirurgie cardiacă, prehipertensiune și tulburare depresivă majoră [18, 62, 77, 83, 105, 144]. Alt studiu recent a constatat, de asemenea, că antrenamentul prin biofeedback – VRC crește semnificativ punga spectrală a oscilațiilor HF, reduce raportul LF/HF [147] și scade tensiunea arterială [94].

S-a demonstrat că respirația lentă crește senzația subiectivă de liniște care ar putea știua care ar putea stimula participanții să exerseze continuu. Cu toate acestea, respirația lentă poate fi incomodă în timpul primelor câteva sesiuni și dificil de menținut pentru un începător. Rezultatele din aceste studii sugerează că participanții ar putea să scadă ritmul de respirație progresiv și să ajungă la 5,5 resp/min cu un raport I:E de 5:5 ca obiectiv final pentru implicații clinice. În plus, respirația la acest pattern poate crește influența SNP și funcția baroreflexă, precum și să crească simultan senzația subiectivă de liniște.

Drept rezultat, acest studiu a arătat că respirația cu un ritm de 5,5 resp/min cu un raport I:E de 5:5 a stimulat influențele vagale/SNP și/sau funcția baroreflexă în comparație cu celelalte modele de respirație. Autorii consideră că acest rezultat poate fi aplicat pe populațiile clinice cu o VRC scăzută, cum ar fi boala coronariană, depresia majoră, tulburare depresivă majoră și tulburare de anxietate, și aceste constatări rămân a fi obiective în studiile viitoare [64, 66, 80].

Din analiza surselor bibliografice la tema tezei prezentate în acest capitol însumând review-ul literaturii se conturează anumite concluzii privind starea actuală a cunoștințelor în domeniul interacțiunilor cardioventilatorii la modificările pattern-ului respirator la subiecții sănătoși și la cei cu anxietatea ridicată. Se constată necesitatea de a cerceta și stabili mai detaliat influența modificărilor pattern-ului de respirație asupra interacțiunilor și legăturilor fundamentale funcționale ale sistemelor respirator și cardiovascular prin studierea modificărilor variabilității ritmului cardiac. Se cere o analiză experimentală mai aprofundată a interacțiunilor cardioventilatorii la modificarea duratei fazelor ciclului respirator pe o frecvență stabilă a respirației. Este necesar de a cerceta posibilitatea predicției influențelor parametrilor PR asupra echilibrului simpatovagal prin modificarea pattern-ului respirator. Se cere detailarea interacțiunilor cardioventilatorii în dependență de nivelul anxietății persoanei examinate. Se impune necesitatea practică de a fundamenta posibilitatea utilizării metodei de biofeedback

respirator ca metodă non medicamentoasă de îmbunătățire a anxietății la persoanele cu anxietate ridicată.

Prin urmare scopul și obiectivele tezei au fost formulate în termenii corelați cu necesitățile contemporane ale fiziologiei și fiziopatologiei influențelor reciproce ale celor două sisteme interdependente: respirator și cardiovascular.

2. METODE DE EXAMINARE A INTERACȚIUNILOR CARDIORESPIRATORII

În acest capitol vom pune accent pe evidențierea valorii și contribuției cercetării și, anume: caracteristica generală a studiului și tipul de studiu, designul cercetării și loturile studiate. De asemenea, vor fi prezentate date generale despre grupul de cercetare, care a inclus 163 persoane, din care 129 - sănătoase și 34 - cu anxietate. Cercetarea a fost efectuată în perioada 2015-2022, în strictă conformitate cu principiile Declarației de la Helsinki, privind studiul pe subiecți umani, aceștia fiind incluși în cercetare doar după semnarea acordului informat. Protocolul cercetării a fost vizat de către Comitetul de Etică al Cercetării USMF „N. Testemițanu”, cu emiterea avizului favorabil Nr 15 din 11.01.2016.

2.1 Caracteristica generală a studiului: caracteristica loturilor de studii, etapele și designul studiului.

Pentru valorificarea obiectivelor cercetării a fost efectuat studiul de cohortă de tip descriptiv.

Caracteristica loturilor de studii

Studiul planificat a fost efectuat pe un eșantion de persoane sănătoase (N=129), din care 60 de bărbați și 69 de femei, cu vârsta medie $34,8 \pm 5,2$ ani, selectate aleator, și persoane cu diferit nivel de anxietate (N=34), din care 9 bărbați și 25 femei, vârsta medie $30,6 \pm 3,9$ ani, care s-au adresat în departamentul Cefalee și Tulburări Vegetative din cadrul Institutului de Neurologie și Neurochirurgie (Chișinău, Republica Moldova), în perioada martie 2016-februarie 2018, la toți acești pacienți a fost examinat nivelul de anxietate. Subiecții cu diferit nivel de anxietate conform rezultatelor testului Spielberger au fost repartizați la rândul său în 2 loturi. Lotul 1 a inclus 17 persoane cu anxietate ridicată (2 bărbați, 15 femei, vârsta medie $31,6 \pm 3,2$ ani), în continuare lot AR, și lotul 2 care a inclus 17 persoane cu anxietate joasă respectiv lotul AJ (7 bărbați, 10 femei, vârsta medie $29,3 \pm 4,1$ ani). Caracteristica acestor 2 loturi este descrisă detaliat în etapa a 4 a design-ului studiului.

Pentru a realiza tratamentul prin biofeedback respirator a fost efectuat un screening pe 63 de subiecți (24 de bărbați și 39 de femei), cu vârsta cuprinsă între 19 și 25 de ani (vârsta medie $22,3 \pm 1,1$ ani). Voluntarii nu aveau o tulburare psihică, neurologică sau pulmonară. Ulterior, după efectuarea testului Spielberger, subiecții cu un scor de anxietate personală mai mare de 45, 12 subiecți (3 bărbați și 9 femei), vârsta medie $21,9 \pm 1,1$, au fost selectați pentru înregistrarea pattern-ului respirator și biofeedback prin training respirator.

Criteriile de selecție: includere/ excludere.

Categoria de subiecți (cohorta), implicați în cercetare au fost persoane sănătoase cu nivel redus sau crescut de anxietate, de ambele genuri, vârsta între 18 și 75 ani , fără leziuni organice ale sistemelor respirator, cardiovascular și nervos.

Din studiu au fost excluși subiecții la care s-au depistat afecțiuni pulmonare, cardiace acute și cronice, tulburări psihice, neurologice sau intervenții chirurgicale sau traumatisme recente pe cutia toracică sau peretele abdominal. La fel au fost excluși din studiu persoanele la care era confirmată diagnoza de atac/tulburare de panică, care se manifesta prin sindrom de hiperventilație. Cel mai evident criteriul de excludere din studiu a fost nivelul de CO₂ din aerul expirat la sfârșitul expirației (etCO₂) mai jos de 20 mm Hg., determinat cu capnograf.

Etapele și designul cercetării

Cercetarea științifică a fost efectuată în 5 etape.

Etapa 1. Studiul influenței variantelor de pattern respirator asupra interacțiunilor cardioventilatorii.

La această etapă a studiului, au fost selectate 15 persoane sănătoase, cu vârsta 18-43 de ani (31,2±3,08 ani), din care 60% bărbați și 40% femei, fără patologii respiratorii sau cardiovasculare, au fost respectate cu strictețe toate criteriile de includere în studiu. Toți subiecții incluși au semnat acord informat de investigare. Conform protocolului de studiu, aprobat de comitetul de etică al USMF „N. Testemițanu”, parametrii PR și indicii VRC au fost înregistrați timp de 5 minute, în 4 modele de respirație, și anume: modelul 1 – respirație de repaos, în continuare RR; modelul 2 – respirație abdominală (cu toracele blocat), în continuare RA; modelul 3 – respirație toracică (cu abdomenul blocat), în continuare RT; modelul 4 - respirație dirijată cu frecvența 6 pe minut, în continuare R6.

Studiul parametrilor PR la aceste persoane, în cele 4 modele de respirație, va fi expusă detaliat în capitolul 2.2. Cercetarea a inclus înregistrarea și analiza frecvenței respirației, indicelui volum – volumul curent al respirației (Vt, l), parametrilor de timp ai respirației: timpul inspirației (Ti, s), timpul expirației (Te, s), timpul total al unui ciclu respirator (Tt, s), fluxul respirator – minut volumul respirației (MVR, l/min) și drive-ul respirator exprimat prin raportul Vt/Ti (l/s).

Concomitent, la toate aceste persoane au fost efectuate măsurările liniare ale VRC, care includ indicii domeniului de frecvență. Indicii domeniului de frecvență a VRC, care ulterior au fost supuși analizei statistice, au fost: puterea spectrală a oscilațiilor de frecvență joasă (LF, ms²), puterea spectrală a oscilațiilor de frecvență înaltă (HF, ms²), puterea spectrală a oscilațiilor de frecvență joasă normalizate (LFn), puterea spectrală a oscilațiilor de frecvență înaltă normalizate

(HFn) și raportul oscilațiilor de frecvență joasă la oscilații de frecvență înaltă (LF/HF). Toți acești parametri ai domeniului de frecvență a VRC sunt explicați în detalii în capitolul 2.2.

Etapa 2. Analiza interacțiunilor cardioventilatorii la modificarea parametrilor de timp a pattern-ului respirator la frecvența 6 respirații/min.

Pentru atingerea obiectivelor trasate în această etapă a studiului au fost create alte 3 modele de respirație pe baza modelului de respirație R6 din etapa precedentă, adică cu păstrarea frecvenței respirației de 6 respirații pe minut și dirijarea duratei fazelor de inspirație și expirație a ciclului respirator. În final, la această etapă a studiului, au fost create următoarele modele de respirație și, anume: modelul 1 - durata inspirației 5 s, durata expirației 5 s, în continuare R5/5, modelul 2 - durata inspirației 3 s, durata expirației - 7 s, în continuare R3/7 și modelul 3 - durata inspirației 7 s, durata expirației 3 s, în continuare R7/3.

Parametrii PR și indicii VRC, enumerați în etapa precedentă, au fost înregistrați timp de 5 min la aceiași subiecți în toate aceste modele de respirație, și analizați după același algoritm.

Etapa 3. Crearea modelelor pentru stabilirea predictorilor în cuantificarea echilibrului simpatovagal.

Au fost create modele predictive pentru fiecare tipar de respirație folosite în prima și a doua etapă a studiului. A fost folosită metoda Backwards pentru a stabili predictorii extrași din parametrii PR înregistrați în cele 7 modele de respirație în scopul cuantificării rolului fiecăruia din parametrii pattern-ului respirator în prezicerea echilibrului simpatovagal exprimat prin raportului LF/HF al VRC la schimbarea tiparului de respirație.

Etapa 4. Interacțiuni cardioventilatorii la persoanele sănătoase cu anxietate joasă și ridicată.

Nivelul de anxietate al fiecărui subiect a fost determinat folosind chestionarul de anxietate de stare și anxietate personală Spielberg (State and Trait Anxiety Inventory, STAI) versiunea română [39]. Instrumentul cuprinde două scale, una pentru măsurarea nivelului de anxietate personală și una pentru măsurarea nivelului de anxietate de stare. Fiecare scară are 20 de enunțuri, iar nivelurile de anxietate pentru subiecți sunt indicate de scorul de la 20 la 80. Scorul de anxietate personală evaluează modul în care oamenii se simt în general, în timp ce scorul de anxietate de stare evaluează modul în care oamenii se simt *chiar acum* în diferite situații. Scorul anxietății personale este în general mai stabil, în timp ce scorul anxietății de stare se modifică în funcție de situație. Scorurile mai mari de 45 indică anxietate ridicată, iar scorurile mai mici de 45 reflectă anxietatea normală sau scăzută. În acest studiu, subiecților li sa solicitat să își evalueze nivelul de anxietate folosind STAI înainte de începerea înregistrărilor fiziologice.

În această etapă a studiului au participat 34 de persoane (9 bărbați, 25 femei, vârsta medie $30,6 \pm 3,9$ ani), care în urma testării au fost repartizați în 2 loturi. Lotul 1 a inclus 17 persoane cu anxietate ridicată (2 bărbați, 15 femei, vârsta medie $31,6 \pm 3,2$ ani), în continuare lot AR, și lotul 2 care a inclus 17 persoane cu anxietate joasă respectiv lotul AJ (7 bărbați, 10 femei, vârsta medie $29,3 \pm 4,1$ ani). În ambele loturi s-au înregistrat parametrii PR și indicii VRC în cele 5 probe funcționale: respirație în repaus (RR), proba cu hiperventilație (HV), proba de post-hiperventilație (PHV), proba cu apneea voluntară (AV), proba post-apnee (PAV). La această etapă pentru a stabili cu exactitate interacțiunile cardioventilatorii la aceste persoane au fost înregistrați și analizați parametrii PR și indicii VRC în 5 probe funcționale.

Protocolul experimental a inclus înregistrarea parametrilor pattern-ului respirator la persoanele aflate în decubit dorsal, într-o încăpere silențioasă, cu lumină moderată, la temperatura de confort, în 5 probe funcționale. În timpul înregistrării, subiecții au fost rugați să respire liniștit, să nu vorbească și să evite mișcările suplimentare.

1. Respirație în repaus (RR) – timp de 5 minute în condiții de repaus fizic, psihic și emoțional (primul minut a fost exclus din calcule pentru a exclude artefactele obținute de la mișcările de aplicare și acomodare a subiecților la vesta aparatului).

2. Proba cu hiperventilație (HV)– subiecții au hiperventilat timp de 3 min dirijat cu ajutorul metronomului cu frecvența de 6 respirații/minut, cu o amplitudine maximal posibilă pentru persoana examinată.

3. Proba de post-hiperventilație (PHV)– examinații au fost rugați din nou să respire obișnuit timp de 5 minute, pentru a observa dacă parametrii pattern-ului respirator revin la valori pre-hiperventilație, și cât de rapid e posibil aceasta.

4. Proba cu apneea voluntară (AV) – examinații au fost rugați să nu respire timp maxim posibil. Durata apneei a fost înregistrată în secunde.

5. Proba post-apnee voluntară (PAV) – examinații au fost rugați din nou să respire obișnuit timp de 5 minute, pentru a observa dacă parametrii pattern-ului respirator revin la valori pre-apnee voluntară, și cât de rapid e posibil aceasta.

Etapa 5. Influența biofeedback-ului respirator asupra pattern-ului respirator și nivelului de anxietate.

În această etapă a studiului au participat 63 de subiecți (24 bărbați și 39 femei), cu vârsta cuprinsă între 19 și 25 de ani (vârsta medie $22,3 \pm 1,1$ ani). Voluntarii nu aveau o tulburare psihică, neurologică sau pulmonară. Toți subiecții au prezentat consimțământul informat în scris, iar studiul a fost aprobat de Comitetul de Etică a Cercetării al Universității de Stat de Medicină și

Farmacie Nicolae Testemițanu. Ulterior, după efectuarea testului Spielberger, subiecții cu un scor de anxietate trăsătură mai mare de 45, 12 subiecți (3 bărbați și 9 femei), vârsta medie $21,9 \pm 1,1$, au fost selectați pentru înregistrarea modelului respirator și biofeedback.

Înregistrarea modelului respirator a fost efectuată pe subiectul în poziție culcat, folosind metoda pletismografiei inductanței (VISURESP, RBI Instrumentation, Meylan, Franța). Variațiile volumelor respiratorii au fost calculate după calibrare, efectuată cu un volum de aer cunoscut.

Au fost măsurate minut volumul respirator (MVR), volumul curent (V_t), durata inspirației (T_i), durata ciclului respirator (T_t), fluxul (drive-ul) inspirator (V_t/T_i) și raportul de inspirație (T_i/T_t). Respirația a fost înregistrată în următoarele condiții:

- a) Respirație în repaus, 3 minute (RR).
- b) Hiperventilație voluntară ritmată (ghidată de metronom, 10 respirații/min), 3 minute (HV).
- c) Perioada de recuperare după hiperventilație (post-hiperventilație, PHV), 5 minute și mai mult până la restabilirea completă a concentrației de CO_2 final ($EtCO_2$) la valorile din RB. Pentru calcul s-au luat însă primele 3 minute de PHV.
- d) Apnee voluntară (AV) și perioadă de recuperare după apnee voluntară (PAV), 3 minute și mai mult până la restabilirea completă a valorilor $EtCO_2$ la valorile din RB. Pentru calcul s-au luat primele 3 minute ale PAV-ului.

Toate datele respiratorii au fost stocate pe un laptop. Temperatura camerei a fost menținută la $20 \pm 1^\circ C$.

Nivelul de anxietate al fiecărui subiect a fost determinat folosind Chestionarul de anxietate de stare și personală (STAI) al lui Spielberger [131]. Instrumentul cuprinde două scale, una pentru măsurarea nivelului de anxietate trăsătură și una pentru măsurarea nivelului de anxietate de stare. Fiecare scală are 20 de afirmații, iar nivelurile de anxietate pentru subiecți sunt indicate de scorul de evaluare de la 20 la 80. Scorul de anxietate personală evaluează modul în care se simt oamenii în general, în timp ce scorul de anxietate de stare evaluează modul în care oamenii se simt ” în diferite situații. Scorul de anxietate personală este în general stabil, în timp ce scorul de anxietate de stare se modifică în funcție de situație. [42]. În acest studiu, subiecților li s-a cerut să își evalueze nivelul de anxietate folosind STAI înainte de începerea înregistrărilor fiziologice.

Subiecții au fost selectați pentru biofeedback pe baza faptului că scorul lor de anxietate este mai mare de 44, conform Spielberger's State Anxiety Inventory (STAI).

Training-ul respirator în scopul reducerii anxietății presupune o respirație abdominală cu frecvență de 6 respirații pe minut. Începutul fazelor ciclului respirator (inspirație/ expirație) era dat de sunetul metronomului, astfel încât strict se păstra raportul între durata inspirației și cea a expirației de 5 secunde la 5 secunde. Însă subiectul avea dificultăți de a reduce mișcările cutiei toracice și a realiza o respirație pur abdominală (Fig. 2.1)

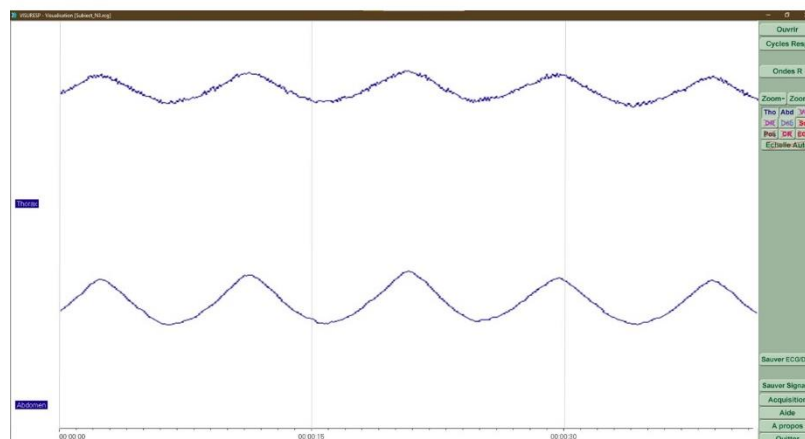


Fig. 2.1. Pattern-ul respirator obișnuit, fără control vizual.

Mișcările cutiei toracice sunt reprezentate de curba de sus.

Biofeedback-ul respirator

Aplicația VISURESP permite selectarea în timpul înregistrării a canalelor care pot fi vizualizate, în cazul dat am selectat canalele care înregistrează mișcările toracelui și abdomenului pentru ca însuși participantul să urmărească aceste mișcări. Astfel, scopul participantului era de a limita amplitudinea mișcărilor cutiei toracice și a crește amplitudinea mișcărilor abdominale, folosindu-se de feedback-ul vizual instantaneu asigurat de aplicația VISURESP (Fig. 2.2).

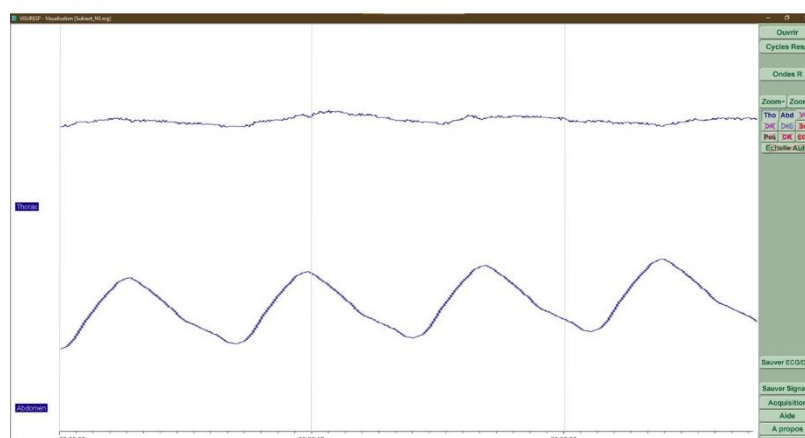


Fig. 2.2. Pattern-ul respirator in timpul sesiunii de biofeedback.

Mișcările cutiei toracice sunt reprezentate de curba de sus.

Eșantionul selectat a respirat conform acestui program special pe o durată de 14 zile, zilnic cu durata sesiunii de 15 minute. La finalizarea acestor 14 zile de biofeedback respirator fiecare participant a completat din nou testul Spielberger.

Modelul de respirație a fost înregistrat din nou după biofeedback, în aceleași condiții ca înainte de RBF.

2.2 Metodele de cercetare utilizate

Înregistrarea parametrilor pattern-ului respirator.

S-a efectuat cu ajutorul pletismografiei respiratorii cu inductanță (PRI), pentru înregistrare a fost utilizat aparatul "Visuresp" și capnograful „CapnoStream20”. Funcționarea PRI se bazează pe principiul că un curent aplicat printr-o buclă de sârmă generează un câmp magnetic perpendicular pe orientarea buclei și că o schimbare într-o zonă apropiată creează un curent opus în cadrul buclei, direct proporțional cu schimbarea în această zonă. O vestă elastică, în care este cusut un fir spiralat (pentru a permite expansiunea și contracția cutiei toracice), este purtată în jurul pieptului și abdomenului. Un curent alternativ este trecut prin firul cusut în vestă, generând un câmp magnetic. Ciclul respirator schimbă aria secțiunii transversale a cutiei toracice și a abdomenului și, astfel, modifică forma câmpului magnetic generat de vestă, „inducând” un curent opus, care poate fi măsurat. Cu PRI nici un curent electric nu trece prin corp, doar este prezent un câmp magnetic slab care nu afectează pacientul sau echipamentul înconjurător. Semnalul produs este liniar și constituie o reprezentare destul de exactă a modificării suprafețelor secțiunilor transversale ale toracelui și abdomenului. După înregistrare fișierele au fost salvate și analizate cu ajutorul programului "Visuresp 3.2". Din totalitatea ciclurilor respiratorii s-au exclus cele ce conțineau artefacte, rezultate din mișcările suplimentare efectuate de subiecți, vorbire, sau inspirații adânci, oftat.

Metoda pletismografică de înregistrare a PR este superioară altor metode care necesită folosirea măștii faciale sau a piesei bucale, deoarece acestea pot produce artefacte majore în actul de respirație spontană. O estimare mai precisă a ventilației (și a dinamicii respiratorii mai detaliate) obținută de echipamente convenționale, folosind o mască sau un muștiuc, ar fi alterat tiparele spontane de respirație pe care doream să le înregistrăm, nu numai în ceea ce privește volumul curent și ventilația minute, dar și în ceea ce privește saturația de oxigen și, eventual, activitatea autonomă. Prin urmare, setarea actuală, deși a oferit o evaluare aproximativă a ventilației, cel puțin a menținut o stare mai „spontană” și, prin urmare, nu a modificat saturația de oxigen și activitatea autonomă. În timpul fiecărei înregistrări, saturația de oxigen în sângele arterial a fost monitorizată continuu cu ajutorul pulsoximetrului conectat la VISURESP, iar

nivelul de CO₂ în aerul expirat la sfârșitul expirației (etCO₂) a fost la fel monitorizat continuu cu ajutorul capnografului Capnostream 20, toate valorile medii au fost notate.

Anterior înregistrării parametrilor respiratori, pletismograful a fost calibrat pentru fiecare persoană în parte prin inspirarea unui volum etalon de aer dintr-o seringă gradată (1 litru), cu înregistrarea modificării cutiei toracice corespunzătoare acestui volum, de la care se realizează ulterior toate calculele.

Parametrii pattern-ului respirator înregistrați, care au fost incluși în studiu sunt: volum curent (Vt), durata inspirației (Ti), durata expirației (Te), durata ciclului respirator (Tt), frecvența respirației (FR), fluxul inspirator (sau drive-ul respirator) (Vt/Ti), raportul durata inspirației/durata ciclului respirator (Ti/Tt), minut-volumul ventilației pulmonare (MVR).

2.2.2. Înregistrarea și analiza VRC

Variabilitatea ritmului cardiac (VRC) arată schimbarea duratei intervalelor RR prin monitorizarea ciclurilor cardiace într-o anumită perioadă de timp.

Măsurările liniare ale VRC includ indicatorii domeniului de timp și frecvență; indicatorii domeniului de timp oferă informație despre variabilitatea totală pe o perioadă de timp și pot fi derivați din măsurările directe ale intervalelor RR sau din diferențele dintre aceste intervale. Cele mai frecvent utilizate măsurări derivate din diferențele de interval sunt SDNN, pNN50, raportul (în %) dintre numărul intervalelor RR diferite de cele precedente către numărul total de intervale RR, RMSSD – rădăcina pătrată din suma pătrată a intervalelor RR.

Indicii domeniului de frecvență oferă informații atât despre variabilitatea totală, cât și despre distribuția acesteia în funcție de frecvență. În general, în parametrii domeniului de frecvență VRC se consideră că componenta spectrală a puterii de frecvență joasă (LF), reflectă, în esență, activitatea nervoasă simpatică, atât la nivel cardiac, cât și la nivel vascular, în timp ce componenta spectrală a puterii de înaltă frecvență (HF) reflectă activitatea vagală a inimii; raportul LF / HF sugerează echilibrul dintre partea simpatică și parasimpatică a sistemului nervos autonom [86]. Parametrii domeniului de frecvență studiați sunt: puterea spectrală de frecvență joasă în unități normalizate (LFn), puterea spectrală de frecvență înaltă în unități normalizate (HF_n) și raportul LF/ HF. Frecvențele puterii spectrale de frecvență joasă și de înaltă frecvență au fost determinate prin integrarea spectrului de putere între 0,04 și 0,15 Hz și, respectiv, între 0,15 și 0,4 Hz.

Măsurile normalizate sunt indici derivați sau calculați care nu sunt estimați direct din datele de interval R-R neprelucrate, ci se calculează ca a doua etapă după estimarea statistică inițială a puterii în benzile LF și HF ale spectrului VRC. Esența măsurilor puterii spectrale

normalizate ale VRC constă în faptul că procesul de normalizare exprimă cantitățile pe baza a unei scări mai ușor de înțeles: proporțional (0-1) sau procentual (0% -100%). Normalizarea elimină cea mai mare parte a variabilității între subiecți și în interiorul fiecărei înregistrări din VRC total neprelucrat, care teoretic și empiric tinde să urmeze o distribuție statistică exponențială, înclinată spre dreapta. Intervalul valorilor normalizate este strict limitat, astfel încât mediile statistice ale indicilor spectrali normalizați din întregul lot de subiecți tind să aibă distribuții, care converg mai repede la distribuțiile normale decât puterile benzii spectrale măsurate brut, deoarece dimensiunile eșantioanelor de studiu cresc. Indicii normalizați se definesc prin: $LFn = LF/(LF+HF)$, LF include oscilațiile cu frecvența 0,04-0,15 Hz și $HF_n = HF/(LF+HF)$, HF_n include oscilațiile din banda 0,15-0,40 Hz. Această normalizare permite de a reduce efectele variațiilor intervalelor RR cu frecvențe < 0.04Hz (VLF) asupra puterii absolute a HF și LF. VLF și efectele sale nu au o semnificație funcțională în înregistrările de scurtă durată [135].

LF_n se consideră un indice de modulare a ramurii simpatice a sistemului nervos autonom, deși unii cercetători moderni preferă să-l interpreteze ca un indicator general al modulației agregate, atât a ramurilor simpatice, cât și parasimpatice ale SNV.

HF_n se consideră un indice de modulare a ramurii parasimpatice a sistemului nervos autonom, care influențează nodul sinoatrial al inimii.

Raportul LF:HF sau (LF/HF), un indice VRC larg utilizat pentru aprecierea echilibrului simpativ-vagal între cele două ramuri ale ANS.

De fapt, cei trei indicatori, LF_n, HF_n și raportul LF/HF, sunt utilizați, atât pentru analiza statistică, cât și pentru interpretarea clinică/fiziologică a activității sistemului simpativ și parasimpativ, și interacțiunea lor. LF_n, HF_n și raportul LF/HF ar trebui să fie considerați indicatori echivalenți ai informațiilor despre echilibrul simpatovagal. Indicii spectrali normalizați sunt aproape întotdeauna interpretați într-o manieră echivalentă cu versiunile brute nenormalizate ale acelorași variabile (puterea benzii LF și puterea benzii HF).

Prin urmare, SDNN, RMSSD, pNN50, LF_n, HF_n și raportul LF/HF oferă o măsură disponibilă, rapidă și non-invazivă a activității sistemului nervos autonom asupra ritmului cardiac.

Protocolul experimental a inclus înregistrarea electrocardiografelei între orele 08:00-10:00 la toate persoanele incluse în studiu, fără ca acestea să consume careva alimente în acea dimineață, în derivația a II-a standard, în decubit dorsal, în repaus fizic și psihic și în toate probele funcționale utilizând sistemul computerizat BIOPAC MP-100. Prelucrarea primară a

datelor a fost efectuată cu ajutorul programului "Kubios VRC Standard" (versiunea 3.2.0, 2019), înlăturându-se manual artefactele.

2.3. Analiza statistică a rezultatelor obținute în studiu

Toate datele au fost prelucrate statistic cu diferite teste utilizând software statistic IBM® SPSS® 22.0.0.0. În cadrul fiecărui lot inclus în studiu s-a efectuat analiza statistică descriptivă, cu determinarea mediei, deviației standard, medianei, percentilei 25 și percentilei 75.

Corespunzător etapei studiului, pentru compararea datelor cu distribuție asimetrică în cadrul aceluiași lot am folosit testul Friedman, pentru compararea a trei și mai multe variabile. Ulterior a urmat testul Wilcoxon pentru a determina diferența în perechi de măsurări repetate în cadrul unui singur eșantion cu corecția Bonferroni pentru teste multiple. În etapa a 4 a studiului, pentru compararea șirurilor de valori între loturi s-a folosit testul non-parametric Mann-Whitney, deoarece distribuția valorilor a fost asimetrică. Rezultatele obținute au fost prezentate în lucrare sub formă de tabele și figuri.

3. INTERACȚIUNII CARDIORESPIRATORII ÎN DIFERITE MODELE DE PATTERN RESPIRATOR

3.1 Analiza influenței variantelor de pattern respirator asupra interacțiunilor cardioventilatorii.

Ventilația normală este o expansiune a cutiei toracice aparentă în inspirație cu contracția mușchilor inspiratori și expir fără efort. Acest act de respirație are o rată și un volum respirator relativ constante care împreună constituie PR, altfel spus, pattern-ul respirator, caracterizat prin volum, rată și ritm este o înregistrare a activității respiratorii umane sub formă de modele respiratorii, care poate reflecta starea fizică și psihologică a oamenilor. Pattern-ul respirator arată o concordanță între parametrii de volum, timp și flux, care caracterizează structura ciclului respirator și ventilația alveolară completă. Acesta poate fi studiat prin analiza volumului curent (V_t) - ca parametru de volum, T_i , T_e , T_t (s) - parametri de timp și V_t/T_i și MVR - parametri de flux.

Altfel spus, pattern-ul respirator este o reprezentare a activității respiratorii optime individuale în repaus sau în diverse acte comportamentale). Unele pattern-uri respiratorii modificate voluntar ar putea afecta starea fizică și psihologică a subiecților examinați. Fiecare stare psihoemoțională este caracterizată printr-un anumit pattern respirator; schimbarea conștientă a pattern-ului respirator poate evoca o anumită stare psihoemoțională dorită, având la bază mecanismele de control feedback care implică și mecanisme de control a ritmului cardiac. Aritmia sinusală respiratorie (ASR) este un indice neinvaziv și sensibil al controlului cardiac parasimpatic și se bazează pe variația FCC în timpul respirației și, anume, inspirația crește și expirația scade. Parametrii PR, care modulează ASR, sunt frecvența respiratorie, V_t , precum și raportul T_i la T_e . Variabilitatea ritmului cardiac arată schimbarea duratei intervalelor RR, urmând durata contracțiilor cardiace într-o anumită perioadă de timp. VRC este expresia variației frecvenței contracțiilor cardiace cu referință la condițiile mediului extern, dependentă de schimbările pattern-ului respirator și influenței SNV.

Obiectivul studiului, descris în acest capitol, a fost de a analiza interacțiunile cardioventilatorii la persoane sănătoase, în diferite modele de pattern respirator evocat, și depistarea unui pattern respirator cu impact major asupra VRC.

În acest context, prezentăm rezultatele analizei variației parametrilor VRC în diferite modele de PR, și anume Respirația în Repaus (RR); Respirația Abdominală (cu toracele blocat), în continuare RA; Respirația Toracică (cu abdomenul blocat), în continuare RT; Respirația dirijată cu frecvența 6 pe minut, în continuare R6.

În toate aceste modele au fost analizați parametrii pattern-ului respirator ca V_t (l) - volumul curent; T_i (s), T_e (s), T_t (s), T_i/T_t - parametri de timp; V_t/T_i (l/s), MVR (l/min) - flux/drive respirator. Studiul a inclus 15 persoane sănătoase, cu vârsta între 18-43 ani, fără patologii respiratorii sau cardiovasculare.

Pentru a determina dacă există sau nu o diferență statistică între medianele parametrilor PR, studiați în modelele de respirație, aplicate la aceeași subiecți, sau dacă există o diferență statistică generală între rangurile medii ale acestor parametri în modelele respective, am folosit în continuare testul Friedman, ca o metodă statistică non-parametrică de analiză a varianței. Prezentăm mai jos datele statistice pentru fiecare parametru al PR și VRC, înregistrat și analizat.

3.1.1 Analiza parametrului de volum al pattern-ului respirator în diferite modele de respirație.

Volumul curent (V_t) este volumul de aer care pătrunde în plămâni în timpul unei inspirații. Depinde de vârstă, factori antropometrici, gradul de antrenament și factori comportamentali. În tabelul de mai jos sunt prezentate datele statistice pentru V_t în modelele de pattern respirator, folosite în studiu.

Tabelul 3.1. Statistica descriptivă pentru V_t (l) în modele de respirație

V_t (l) n=15	Modele de respirație			
	RR	RA	RT	R6
Media ± DS	0,47±0,10	0,50±0,09	0,50±0,08	1,42±0,44
Min	0,27	0,37	0,37	0,69
Max	0,66	0,64	0,65	2,14
Mediana	0,48	0,49	0,48	1,31
P25 - P75	0,40-0,53	0,44-0,56	0,46-0,57	1,21-1,86

Notă: DS- deviația standard, P25 – percentila 25%, P75 – percentila 75%

Datele obținute arată că nivelurile mediane de volum curent percepute în modelul de RR au fost 0,48 l (P25=0,4 l; P75=0,53 l), practic, la aceleași valori se menține în RA - 0,49 l (P25=0,44 l; P75=0,56 l) și RT - 0,48 l (P25=0,46 l; P75=0,57 l) iar în R6 am stabilit o creștere a V_t cu 173 %, fiind 1,31 l (P25= 1,21 l; P75=1,86 l).

Datele analizei statistice a variației, în funcție de ranguri pentru fiecare valoare V_t în modelele de respirație, sunt prezentate în figura A1.1, iar media rangurilor V_t , care urmează a fi folosită în continuare, pentru compararea în perechi a grupurilor, este prezentată în Fig. 3.1.

Media rangurilor V_t în modelul R6 are valoare foarte ridicată, și anume 4,0, iar în RA media rangurilor pentru V_t este 2,2, în RT este 2,07, și doar 1,73 - în modelul de respirație RR, astfel, din datele obținute rezultă că toate valorile V_t din modelul R6 au fost mai mari ca valorile V_t în orice alt model de respirație.

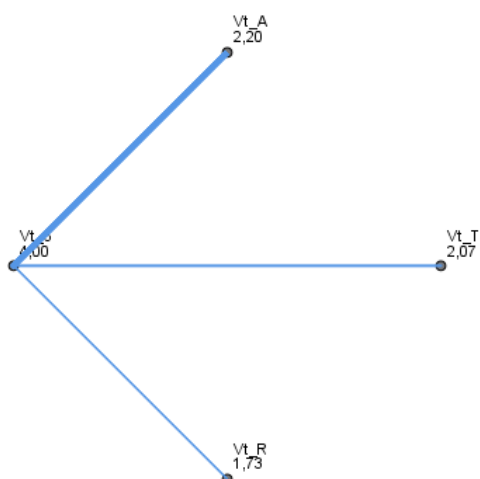


Fig. 3.1. Comparația în perechi a rangurilor Vt în 4 modele de respirație.

Linia albastră - $p \leq 0,05$; linia roșie – $p > 0,05$; lipsa liniei – $p = 1$.

În continuare am stabilit dacă există o diferență generală statistic semnificativă între rangurile medii ale Vt în modelele de respirație cu ajutorul testului Friedman. Rezultatele acestui test referitor la Vt denotă existența diferenței statistic semnificative ($\chi^2 = 28,04$, $p = 0,0001$) în ceea ce privește volumul curent în modelele de pattern respirator.

Deoarece acest test stabilește doar diferențe generale, dar nu spune cu precizie care model diferă în mod special față de celelalte modele, ne-am propus mai departe să analizăm această diferență cu ajutorul testului Wilcoxon, care permite de a stabili diferența statistic veridică între modelele de respirație perechi. Rezultatele analizei în pereche a arătat că nu există diferențe semnificative între modelele RR-RA ($Z = 0,467$, $p = 1$) și RR-RT ($Z = -0,333$, $p = 1$). Cu toate acestea, am stabilit o creștere statistic semnificativă a Vt în R6 ($Z = 2,267$, $p = 0,0001$), comparativ cu respirația de repaus (tabelul 3.2).

Tabelul 3. 2. Rezultatele testului Wilcoxon pentru valorile Vt comparate în perechile de modele de respirație

Modele-perechi de pattern respirator	Test (Z)	Adj. Sig. (p)
RR - RT	-0,333	1,000
RR - RA	0,467	1,000
RR - R6	2,267	0,000
RT - RA	0,133	1,000
RT - R6	1,933	0,000
RA - R6	1,800	0,001

Notă: p ajustat prin corecția Bonferroni pentru teste multiple

Rezultatele, prezentate în tabel, denotă că există o diferență statistic semnificativă în ceea ce privește creșterea V_t în modelul de respirație R6, comparativ cu V_t în celelalte modele de respirație, și, anume, în perechea de modele RR și R6 ($Z=2,27$, $p<0,0001$), în perechea RT și R6 ($Z=1,93$, $p<0,0001$) și în pereche RA și R6 ($Z=1,8$, $p<0,001$). Nu există diferențe semnificative între valorile V_t în modelul respirația de repaus comparativ cu respirația toracică ($Z=-0,33$, $p=1$) sau cea abdominală ($Z=0,467$, $p=1$), la fel, nu există diferență statistic veridică în compararea valorilor V_t în modelele de respirație toracică și respirație abdominală ($Z=0,13$, $p=1$).

În final, putem concluziona că modelul de respirație determină volumul curent, și, anume, respirația controlată voluntar determină creșterea volumului curent prin dominarea mecanismelor suprapontine de control a respirației.

3.1.2 Analiza parametrilor de timp ai pattern-ului respirator în diferite modele de respirație.

Parametrii de timp ai pattern-ului respirator, care includ durata inspirației T_i , durata expirației T_e și durata unui ciclu respirator T_t , care este invers proporțional frecvenței respiratorii, au fost înregistrați la aceiași subiecți, păstrând cele 4 modele de respirație.

Folosind același algoritm, în continuare, vom prezenta valorile medii și medianele pentru fiecare parametru de timp al pattern-ului respirator separat în cele 4 modele de respirație, și vom examina diferențele statistice între valorile acestor parametri în diferite combinații de modele respiratorii. În tabelul 3.3 sunt prezentate rezultatele analizei statistice pentru parametrul T_i (s) în cele patru modele ale respirației.

Tabelul 3.3. Statistica descriptivă pentru T_i (s) în modelele de respirație

T_i (s) N=15	Modelele de respirație			
	RR	RA	RT	R6
Media±DS	1,64±0,36	1,68±0,34	1,75±0,33	3,51±0,98
Min	1,15	1,16	1,21	1,93
Max	2,41	2,28	2,41	5,10
Mediana	1,51	1,67	1,83	3,71
P25 - P75	1,43-2,01	1,42-1,92	1,47-1,93	2,71-4,26

Notă: DS- deviația standard, P25 – percentila 25%, P75 – percentila 75%

În modelul de respirație prin controlul voluntar al frecvenței respirației cu frecvența 6 respirații pe minut R6 mediana duratei T_i este 3,71 s (P25=2,71 s, P75=4,26 s), fiind de 2,5 ori mai mare ca T_i în modelul respirației de repaus, în care mediana T_i este 1,51 s (P25=1,43 s, P75=2,01 s). În celelalte două modele se observă o tendință de creștere a T_i , și, anume, în RA mediana T_i este 1,67 s (P25=1,42 s; P75=1,92 s), iar la blocarea abdomenului mediana T_i este 1,83 s (P25=1,47; P75=1,93). În figura A1.2 sunt prezentate rezultatele analizei statistice a

variației în funcție de ranguri pentru fiecare durată a T_i în cele 4 modele de respirație folosite în studiu. Media rangurilor pentru durata T_i , necesară pentru a compara acest parametru de timp al pattern-ului respirator între modele de respirație, este reprezentată în figura 3.2

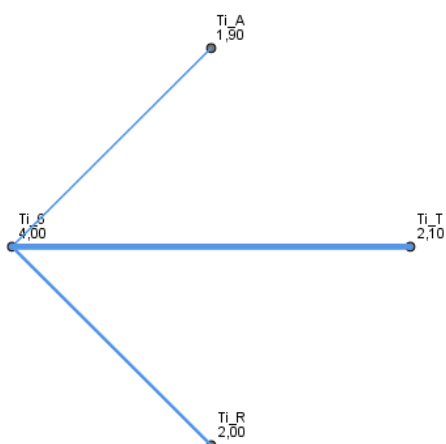


Fig. 3. 2. Comparația în perechi a rangurilor T_i în 4 modele de respirație.

Linia albastră - $p \leq 0,05$; linia roșie – $p > 0,05$; lipsa liniei – $p = 1$.

În modelul de respirație cu controlul conștient al frecvenței cu 6 respirații pe minut, media rangurilor duratei T_i are o valoare de 4. Media rangurilor duratei T_i în celelalte modele de respirație prezintă valori mai mici, și, anume, în respirația de repaus media rangurilor duratei T_i la acești subiecți are valoarea de 2,0, la blocarea toracelui are valoarea 1,90, și valoarea de 2,1 se înregistrează la cei cu abdomenul blocat. În această ordine de idei, am stabilit că media rangurilor duratei T_i în modelele RR, RA și RT prezintă valori mai mici comparativ cu durata T_i în modelul R6. În baza acestor medii ale rangurilor T_i am analizat în continuare dacă există sau nu diferențe statistice semnificative în toate modelele de respirație. Rezultatele obținute atestă o diferență generală statistic semnificativă între rangurile medii ale duratei T_i în modelele RR, RA, RR și R6 folosite în studiu, și, anume, $\chi^2 = 27,361$, $p < 0,0001$.

Diferențele între rangurile medii ale duratei T_i , în modelele perechi de respirație, au fost comparate cu ajutorul testului Wilcoxon. Rezultatele acestui test sunt prezentate în tabelul 3.4.

Tabelul 3.4. Rezultatele testului Wilcoxon pentru durata T_i între modelele de respirație

Modele-perechi de pattern respirator	Test (Z)	Adj. Sig (p)
RA - RR	-0,100	1,000
RA - RT	-0,200	1,000
RA - R6	2,100	0,000
RR - RT	-0,100	1,000
RR - R6	2,000	0,000
RT - R6	1,900	0,000

Notă: p ajustat prin corecția Bonferroni pentru teste multiple

Datele, expuse în tabel, atestă variația indicelui T_i , care s-a dovedit a fi semnificativ mai mare în respirația dirijată cu frecvența 6 pe minut comparativ cu respirația de repaus ($Z=2,0$, $p<0,0001$), respirația abdominală ($Z=2,1$, $p<0,0001$) și respirația toracică ($Z=1,9$, $p<0,0001$). În celelalte perechi de modele respiratorii nu au fost stabilite careva diferențe semnificative a duratei T_i . Astfel, durata T_i în respirația de repaus nu diferă de valoarea T_i în respirația abdominală ($Z=-0,1$, $p=1,0$) și respirația toracică ($Z=-0,1$, $p=1,0$), precum nu diferă valoarea T_i în perechea RA – RT ($Z=-0,02$, $p=1,0$).

Rezultatele analizei statistice descriptive pentru durata T_e în cele 4 modele de respirație este prezentată în tabelul 3.5.

Tabelul 3. 5. Statistica descriptivă pentru durata T_e (s) în diferite modele de respirație

Te, s N=15	Modelele de respirație			
	RR	RA	RT	R6
Media \pm DS	2,42 \pm 0,87	2,58 \pm 0,43	2,41 \pm 0,29	5,88 \pm 1,23
Min	1,14	1,67	1,64	4,03
Max	4,64	3,27	2,84	7,90
Mediana	2,24	2,68	2,43	5,60
P25- P75	1,71-3,05	2,30-2,96	2,28-2,61	4,86-7,08

Notă: DS- deviația standard, P25 – percentila 25%, P75 – percentila 75%

Nivelurile mediane ale duratei T_e prezintă valori diferite în modelele de respirație: valoarea cea mai înaltă de 5,6 s (P25=4,86 s; P75=7,08 s) a fost înregistrată în modelul R6, de 2,3 mai mare ca valoarea mediană a T_e în RR – 2,24 s (P25=1,71 s; P75=3,05). Nivelurile mediane ale duratei T_e sunt 2,68 s (P25=2,3 s; P75=2,96 s) în RA și, respectiv, 2,43 s (P25=2,28 s; P75=2,61 s) în RT. Rangurile pentru fiecare valoare a duratei T_e , în modelele de respirație folosite în studio, și media acestor ranguri sunt prezentate în Fig. A1.3 și, respectiv, în Fig. 3.3

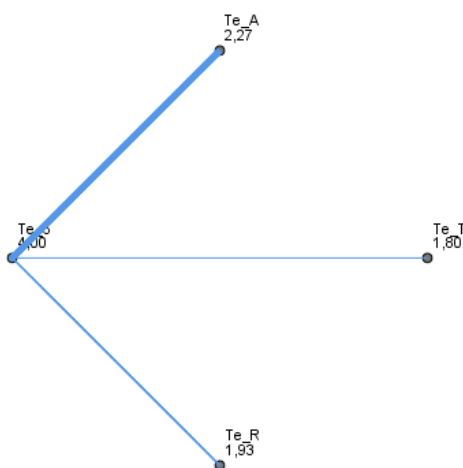


Fig. 3.3 Compararea în perechi a rangurilor T_e în 4 modele de respirație.

Linia albastră - $p\leq 0,05$; linia roșie – $p>0,05$; lipsa liniei – $p=1$.

În fig. A1.3 se observă că media rangurilor pentru durata T_e , care în continuare va fi folosită pentru compararea duratei acestui parametru în perechile de modele de respirație, are valoare maximă de 4,0 în modelul de respirație R6, iar în celelalte modele media rangurilor pentru acest parametru al pattern-ului respirator prezintă valori mai mici.

În baza acestor medii ale rangurilor T_e am analizat, în continuare, dacă există sau nu diferențe statistic semnificative în modelele de respirație. Rezultatele obținute atestă o diferență generală statistic semnificativă între rangurile duratei T_e în modelele RR, RA, RR și R6 folosite în studiu, și, anume, $\chi^2=28,040$, $p<0,0001$.

Tabelul 3.6. Rezultatele testului Wilcoxon pentru durata T_e între diferite modelele de respirație

Modele-perechi de pattern respirator	Tets (Z)	Adj. Sig. (p)
RT - RR	0,133	1,000
RT - RA	0,467	1,000
RT - R6	2,200	0,000
RR - RA	0,333	1,000
RR - R6	2,067	0,000
RA - R6	1,733	0,001

Notă: p ajustat prin corecția Bonferroni pentru teste multiple

Diferență statistic semnificativă, în ce privește durata T_e , se atestă la compararea rezultatelor între R6 și celelalte modele de respirație, și, anume, în perechea de modele RR-R6 ($Z=2,07$, $p<0,0001$), perechea de modele RT-R6 ($Z=2,2$, $p<0,0001$) și perechea RA-R6 ($Z=1,73$, $p<0,001$). Durata T_e în celelalte perechi de modele nu prezintă diferențe semnificative, și, anume, perechea RR-RA ($Z=0,33$, $p=1,0$), RR-RT ($Z=0,13$, $p=1,0$) și RT-RA ($Z=0,47$, $p=1,0$).

Durata unui ciclu respirator rezultă din durata T_i și T_t și este invers proporțională cu frecvența respiratorie. Analiza statistică a duratei T_t este prezentată în Tab. 3.7.

Tabelul 3.7. Statistica descriptivă pentru durata T_t (s) în diferite modele de respirație

Tt, s N=15	Modelele de respirație			
	RR	RA	RT	R6
Media \pm DS	4,06 \pm 1,17	4,26 \pm 0,67	4,16 \pm 0,52	9,39 \pm 1,35
Min	2,32	3,09	3,11	6,74
Max	7,05	5,31	5,08	12,77
Mediana	4,00	4,20	4,23	9,74
P25 - P75	3,22-4,61	3,70-4,88	3,80-4,51	8,70-9,92

Notă: DS- deviația standard, P25 – percentila 25%, P75 – percentila 75%

Mediana duratei ciclului respirator prezintă valori ridicate 9,74 s (P25=8,7 s; P75=8,82 s) în modelul R6, fiind cu 143% mai mare ca în modelul RR. Această diferență se menține și în

comparație cu durata Tt din modelul RA (cu 132% mai mare) și cu durata Tt din modelul RT (cu 124% mai mare).

În Fig. A1.4 sunt prezentate rangurile pentru fiecare valoare ale duratei Tt în respirația de repaus, abdominală, toracică și respirația cu frecvența 6 pe minut. Rezultatele prezentate atestă că există careva diferențe între rangurile valorilor Tt între modelele studiate, iar pentru a stabili exact această diferență prezentăm, în continuare, media rangurilor pentru Tt în aceste 4 modele de respirație (fig. 3.4.).

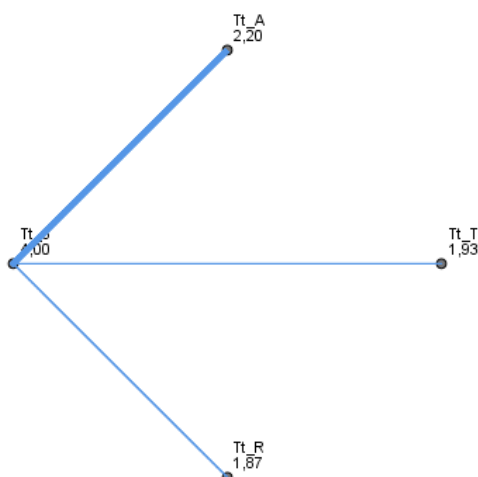


Fig. 3.4 Comparația în perechi a rangurilor Tt în 4 modele de respirație.

Linia albastră - $p \leq 0,05$; linia roșie – $p > 0,05$; lipsa liniei – $p = 1$.

Din Fig.3.1.8. se observă că media rangurilor pentru Tt în respirația de repaus este 1,87, în respirația abdominală și toracică - 2, 2 și 1,93, iar în modelul de respirație 6 pe minut valoarea se dublează fiind 4,0.

Analiza Friedman a scos în evidență o diferență generală statistic semnificativă, $\chi^2 = 27,560$, $p < 0,0001$.

Analiza Wilcoxon, ulterioară, a stabilit: ca și în cazul Ti și Te, există diferențe statistice doar în perechile de modele respiratorii în care unul din modele este R6 (tab. 3.8).

Tabelul 3.8. Rezultatele testului Wilcoxon pentru durata Tt între diferite modelele de respirație

Modele-perechi de pattern respirator	Test (Z)	Adj. Sig. (p)
RR - RT	-0,067	1,000
RR - RA	0,333	1,000
RR - R6	2,133	0,000
RT - RA	0,267	1,000
RT - R6	2,067	0,000
RA - R6	1,800	0,001

Notă: p ajustat prin corecția Bonferroni pentru teste multiple

Astfel, se atestă o majorare a duratei Tt statistic semnificativă în perechea de modele respiratorii RR-R6 ($Z=2,13$, $p<0,0001$), perechea RA-R6 ($Z=1,8$, $p<0,001$) și perechea RT-R6 ($Z=2,07$, $p<0,0001$). În celelalte perechi de modele nu au fost stabilite diferențe statistic semnificative, după cum urmează RR-RA ($Z=0,33$, $p=1,0$), RR-RT ($Z=-0,07$, $p=1,0$) și RT-RA ($Z=0,27$, $p=1,0$).

3.1.3 Analiza parametrului de flux al pattern-ului respirator în diferite modele de respirație.

În continuare, vom prezenta rezultatele referitor la parametrul pattern-ului respirator care caracterizează fluxul, și anume MVR, ce reprezintă cantitatea de aer ce trece prin plămâni timp de 1 minută. Mediana și percentilele acestui parametru al PR, înregistrat în modelele cu respirație în repaus, respirație cu abdomenul sau toracele blocat și în respirația cu 6 cicluri pe minut, sunt expuse în tab. 3.9.

Tab. 3.9. Statistica descriptivă pentru valoarea MVR (l/min) în diferite modele de respirație

MVR, l/min N=15	Modelele de respirație			
	RR	RA	RT	R6
Media ± DS	7,09±1,59	7,10±1,47	7,37±1,69	9,30±2,23
Mîn	4,49	5,10	5,07	4,32
Max	10,16	9,93	11,04	12,21
Mediana	7,01	6,99	6,80	9,12
P25 - P75	5,66-8,17	5,93-8,48	6,10-8,68	8,52-10,98

Notă: DS- deviația standard, P25 – percentila 25%, P75 – percentila 75%

În respirația dirijată se înregistrează un flux respirator de 9,12 l/min (P25=8,52; P75=12,21), fiind cu 30% mai mare ca în respirația de repaus - 7,01 l/min (P25=5,66 l/min; P75=8,17 l/min), cu 31 % în respirația abdominală - 6,99 l/min (P25=5,93 l/min; P75=8,48 l/min) și cu 34% față de respirația toracică - 6,8 l/min (P25=6,1 l/min; P75=8,68 l/min). Creșterea nesemnificativă MVR în R6 se explică pe contul creșterii semnificative a Vt (l) și micșorarea frecvenței respiratorii din cauza creșterii la fel semnificative a duratei Tt (s), astfel devine evident că controlul dirijat al frecvenței respiratorii a generat o ajustare din partea buclelor metabolice și suprapontine de control a ventilației pentru a asigura cerințele metabolice a organismului și menținerea homeostaziei gazoase.

În Fig. A1.5 prezentăm rangurile pentru fiecare valoare a MVR în aceste 4 modele de respirație, iar media acestor ranguri, care am folosit-o în continuare pentru compararea în perechi de modele de respirație, este reprezentată în Fig. 3.5, din care observăm existența diferenței între mediile rangurilor pentru MVR în modelele de respirație folosite în studiu, și anume media

rangurilor MVR în modelul R6 prezintă cea mai mare valoare - 3,27, față de RR, unde valoarea este cea mai mică și, anume, 2,07, iar în RA și RT valorile sunt 2,13 și, respectiv, 2,53.

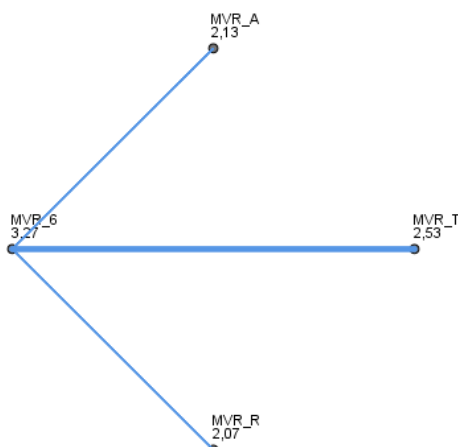


Fig. 3.5. Comparația în perechi a rangurilor MVR în 4 modele de respirație.

Linia albastră - $p > 0,05$; lipsa liniei - $p = 1$.

Rezultatele testului Friedman (χ^2) atestă existența diferențelor generale statistic semnificative în modelele de respirație, și, anume, $\chi^2 = 8,2$, $p = 0,042$.

În final, pentru a stabili cu precizie în care model respirator acest parametru diferă, am făcut analiza comparativă în perechile de modele, care este prezentată în tab. 3.10.

Tabelul 3.10 Rezultatele testului Wilcoxon pentru MVR între modelele de respirație

Modele-perechi de pattern respirator	Test (Z)	Adj. Sig. (p)
RR-RA	0,067	1,000
RR-RT	-0,467	1,000
RR-R6	1,200	0,065
RA-RT	-0,400	1,000
RA-R6	1,133	0,097
RT-R6	0,733	0,719

Notă: p ajustat prin corecția Bonferroni pentru teste multiple

Drive-ul inspirator V_t/T_i în RR a fost 0,28 l/s (P25=0,25 l/s; P75=0,33 l/s), în RA 0,31 l/s (P25=0,24 l/s; P75=0,36 l/s), în RT 0,27 l/s (P25=0,23 l/s; P75=0,39 l/s), iar în R6 0,4 l/s (P25=0,34; P75=0,49) (tabelul 3.11).

Tabelul 3.11 Statistica descriptivă pentru V_t/T_i în modele de respirație

V_t/T_i , l/s N=15	Modelele de respirație			
	RR	RA	RT	R6
Media \pm DS	0,29 \pm 0,06	0,30 \pm 0,07	0,30 \pm 0,08	0,46 \pm 0,24
Min	0,20	0,20	0,20	0,18
Max	0,39	0,48	0,47	1,14

Mediana	0,28	0,31	0,27	0,40
P25 – P75	0,25-0,33	0,24-0,36	0,23-0,39	0,34-0,49

Notă: DS- deviația standard, P25 – percentila 25%, P75 – percentila 75%

În continuare, prezentăm în Fig A1.6 rangurile pentru fiecare valoare a raportului V_t/T_i în aceste 4 modele de respirație, iar media acestor ranguri, care am folosit-o în continuare pentru compararea în perechi de modele de respirație, este reprezentată în Fig. 3.6. Din figurile date observăm că există diferență între mediile rangurilor pentru V_t/T_i în modelele de respirație folosite în studiu, aceste diferențe sunt prezentate în tabelul 3.12. Rezultatele testului Friedman atestă existența diferențelor generale semnificativ statistice în modelele de respirație, și, anume, $\chi^2 = 8,68$, $p = 0,034$.

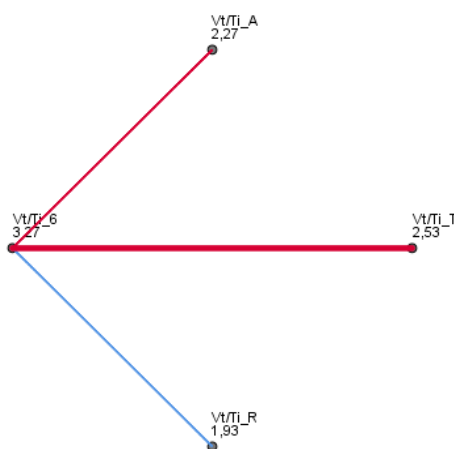


Fig. 3.6. Comparația în perechi a rangurilor V_t/T_i în 4 modele de respirație.

Linia albastră - $p \leq 0,05$; linia roșie – $p > 0,05$; lipsa liniei – $p = 1$.

Rezultatele prezentate în tabelul 3.12 denotă lipsa diferențelor semnificative în perechile de modele respiratorii RR-RA, RR-RT, RA-RT. Modelul de respirație R6 atestă diferențe semnificative doar în perechea RR-R6 ($p \leq 0,05$), iar în perechile RA-R6 și RT-R6, spre deosebire de ceilalți parametri ai PR analizați anterior, fluxul inspirator, considerat ca unul din cei mai importanți parametri, ce caracterizează pattern-ul respirator individual, nu atestă diferențe semnificative.

Tabelul 3.12. Rezultatele testului Wilcoxon pentru V_t/T_i între modelele de respirație

Modele-perechi de pattern respirator	Test (Z)	Adj. Sig. (p)
RR-RA	0,333	1,000
RR-RT	-0,600	1,000
RR-R6	1,333	0,028
RA-RT	-0,267	1,000
RA-R6	1,000	0,203
RT-R6	0,733	0,719

Notă: p ajustat prin corecția Bonferroni pentru teste multiple

În final, putem face concluzia că în modelul de respirație R6 parametrii de volum și timp sunt diferiți de analogii lor în celelalte modele respiratorii, pe când parametrii, care descriu fluxul, se comportă diferit și, anume, MVR nu prezintă diferență cu analogii săi în alte tipare respiratorii, iar V_t/T_i este semnificativ statistic doar cu valoarea înregistrată cu cea din repaus.

În cazul unei respirații cu frecvența de 6 respirații/min, are loc o reducere a inegalității raportului ventilație/perfuzie, reducând astfel spațiu mort fiziologic și producând mărirea ventilației alveolare, pentru aceasta devine necesară creșterea V_t , ceea ce forțează antrenarea în actul respirator atât a mușchiului diafragmei, cât și celor ai cutiei toracice.

Analiza parametrului VRC în diferite modele de respirație.

Multiple studii confirmă că modificările în sistemul cardiovascular pot induce modificări ale respirației, deși influența pe care o are respirația asupra sistemului cardiovascular este mai puternică [6, 29, 30, 32, 56]. Într-un sistem în stare de echilibru, efectele pe care le are respirația asupra sistemului cardiovascular pot fi discutate integral sau în termeni de hemodinamică și/sau activitate cardiacă [119].

În literatura de specialitate există multiple dovezi referitor la faptul că o respirație profundă dirijată la 6 respirații pe minut reglează tensiunea arterială, prin efecte asupra rezistenței periferice vasculare, complianței aortei și întoarcerii venoase [29, 56]. Acest fenomen este mai accentuat în respirația diafragmatică [18].

Aceste fluctuații hemodinamice, determinate de faza respiratory, contribuie la oscilații ale ritmului cardiac [34, 70]. În condiții de echilibru, întoarcerea venoasă crescută în timpul inspirației este egală cu creșterea debitului cardiac și o creștere a frecvenței cardiace, care ar afecta și tensiunea arterială [35]. Este cunoscut că ritmul cardiac crește în timpul inspirației, în timp ce tensiunea arterială scade și invers în timpul expirației [14].

Studiile la oameni sănătoși au descoperit că respirația lentă controlată, în special la 6 respirații pe minut, este asociată cu o creștere a fluctuațiilor atât a tensiunii arteriale, cât și a ritmului cardiac, în comparație cu respirația la o frecvență tipică [7, 21, 113]. Mai multe studii au raportat, de asemenea, o scădere semnificativă a tensiunii arteriale medii în timpul respirației lente controlate [30, 61, 113, 149]. Studiile la oameni care respiră la 6 respirații pe minut au raportat, de asemenea, o tendință ca bătăile inimii să se concentreze în faza inspirației [52, 84, 85, 100]. Relațiile dintre ritmul cardiac, tensiunea arterială și respirație sunt cunoscute sub denumirea de cuplare cardiorespiratorie [29].

Astfel, multiplele studii existente în literatura de specialitate referitor la gama largă de influențe bilaterale între sistemul respirator și cel cardiovascular, privite în prisma multiplelor

mecanisme de control autonom implicate în adaptarea organismului la acțiunea factorilor endogeni și exogeni, deseori controversate, argumentează actualul studiu. În continuare în acest capitol vom prezenta rezultatele analizei VRC la persoane sănătoase în diferite modele de pattern respirator folosite în studiu, și, anume, respirația de repaus, respirația abdominală, respirația toracică și respirația dirijată cu frecvența 6 pe minut.

Variabilitatea ritmului cardiac (VRC) arată schimbarea duratei intervalelor RR, urmând ciclurile cardiace într-o anumită perioadă de timp. Analiza VRC prezintă un interes din ce în ce mai mare, deoarece este demonstrat că acest parametru oferă perspectivă asupra reglării vegetative cardiace, și astfel este considerată un marker al reglării autonome cardiace. Este cunoscut că în repaus fluctuațiile bătăie la bătăie cardiacă sunt legate nu doar de activitate autonomă, dar de asemenea este influențată de tipare de respirației. Cel mai important și simplu indice a activității vagale asupra inimii s-a dovedit a fi diferența succesivă medie pătratică a intervalelor RR. Pentru a stabili modificarea instantanee a reglării parasimpatice la creșterea activității simpatice, este necesar de a efectua o analiză detaliată a variabilității ritmului cardiac.

Este cunoscut faptul ca parametrii VRC reprezintă un semnal de adaptare a organismului uman în condiții normale și patologice, inclusiv cele asociate cu disfuncții respiratorii , și în felul acesta scoate în evidență eficiența mecanismului autonom implicat în aceste situații. Parametrii VRC scăzuți demonstrează adaptarea SNV insuficientă sau anormală. Studiarea funcției SNV oferă informație utilă în prognozarea precoce, stratificarea riscului și strategiile de tratament. De aceea aprecierea VRC ca indice a funcționării SNV fiind o metodă simplă în efectuare, accesibilă, neinvazivă și necostisitoare devine prioritară în cadrul studiilor influențelor vegetative.

Datele incluse într-un reviu al literaturii din 2018 în care s-au analizat peste 400 de surse bibliografice cu referire la interacțiunile cardiorespiratorii [148] confirm multiplele legături bidirecționale dintre statutul vegetativ și tehnici respiratori. Conform acestor date, s-a constatat că disfuncția SNV evaluată prin determinarea VRC are mecanisme comune cu apariția și evoluția disfuncțiilor respiratorii, precum și poate explica aceste mecanisme. În continuare, ne propunem să analizăm parametrii VRC ca indicatori a influențelor autonome la persoane sănătoase în diferite modele de patern respirator pentru a explica interacțiunile cardiorespiratorii la modularea paternului respirator.

Parametrii VRC (domeniu de frecvență) examinați sunt: LF oscilații de frecvență joasă; HF oscilații de frecvență înaltă; LFn oscilații de frecvență joasă în unități normalizate; HFn

oscilații de frecvență înaltă în unități normalizate; LF/HF raportul oscilațiilor de frecvență joasă la cele de frecvență înaltă

Datele statistice descriptive ale parametrului CC care reprezintă durata medie a ciclului cardiac în modelele de respirație folosite în studiu sunt raportate în tabelul 3.13.

Tabelul 3.13 Statistica descriptivă pentru CC în modele de respirație

CC, s N=15	Modelele de respirație			
	RR	RA	RT	R6
Media ± DS	0,88±0,14	0,86±0,12	0,75±0,08	0,95±0,13
Min	0,70	0,72	0,65	0,76
Max	1,15	1,10	0,91	1,17
Mediana	0,87	0,82	0,74	0,95
P25 – P75	0,77-0,96	0,78-0,95	0,68-0,81	0,88-1,06

Notă: DS- deviația standard, P25 – percentila 25%, P75 – percentila 75%

Datele analizei descriptive permit de a determina dacă există sau nu o diferență statistică între medianele parametrului CC la aceeași subiecți în modele de respirație folosite în studiu. Din tabel se vede că mediana CC înregistrată în modelul RR a fost 0,87 s (P25=0,77 s; P75=0,96 s), scade în RA – 0,82 (P25=0,78 s; P75=0,95 s), o scădere mai evidentă se atestă în RT – 0,74 s (P25=0,68 s; P75=0,81 s), iar în cazul respirației dirijate cu aceeași durată a inspirației și expirației (modelul R6) durata CC crește până la valoarea 0,95 s (P25=0,88 s; P75=1,06 s). Astfel, respirația dirijată micșorează frecvența contracțiilor cardiace, fapt ce demonstrează accentuarea influențelor vagale.

În fig A1.7 sunt prezentate rezultatele analizei statistice a variației în funcție de ranguri pentru fiecare valoare a duratei CC în modelele de respirație propuse. Media rangurilor duratei CC care urmează a fi folosită în continuare pentru compararea în perechi de modele de respirație și anume RR-RA, RR-RT, RR-R6, RA-RT, RA-R6, RT-R6 este prezent în fig. 3.7.

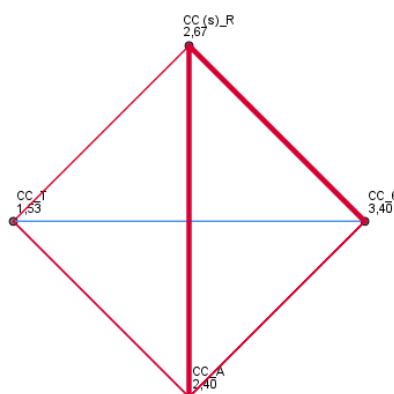


Fig. 3.7. Compararea în perechi a rangurilor CC în 4 modele de respirație.

Linia albastră - $p \leq 0,05$; linia roșie – $p > 0,05$; lipsa liniei – $p = 1$.

Din figură rezultă că media rangurilor CC prezintă cea mai mare valoare în modelul R6 și anume 3,40, în modele de respirație abdominală și toracică mediile rangurilor fiind 2,40 și respectiv 2,67, cea mai joasă valoare am înregistrat în respirația de repaus, doar 1,53.

La următoarea etapă a studiului cu ajutorul testului Friedman ne-am propus să stabilim dacă există o diferență generală semnificativ statistică între rangurile medii CC în perechile de modele de pattern respirator prezentate anterior, și anume $\chi^2 = 16,37$, $p = 0,001$. Aceste rezultate vorbesc despre existența unor diferențe generale, dar nu arată cu precizie între care modelele modele-perechi de pattern respirator valoarea CC diferă semnificativ statistic. Pentru a explica acest lucru, am folosit testul Wilcoxon, rezultatele acestei analize sunt prezentate în tabelul 3.14.

Tabelul 3.14. Rezultatele testului Wilcoxon pentru CC între modelele de respirație

Modele-perechi de pattern respirator	Test (Z)	Adj. Sig. (p)
RT-RA	0,867	0,396
RT-RR	-1,133	0,097
RT-R6	1,867	0,000
RA-RR	-0,267	1,000
RA-R6	1,000	0,203
RR-R6	0,733	0,719

Notă: p ajustat prin corecția Bonferroni pentru teste multiple

Datele prezentate denotă că nu există diferențe semnificative a duratei ciclului cardiac în toate perechile de pattern respirator cu excepția perechii RT-R6 ($Z = 1,867$, $p < 0,001$), fapt confirmat prin valori mai ridicate a duratei CC în timpul respirație R6 și valori scăzute a duratei CC în respirația toracică. Cele expuse ne permit să conchidem că anume R6 modulează tonusul vagal asupra cordului care se manifestă prin prelungirea duratei ciclului cardiac.

Cercetarea influențelor vegetative separate, simpatică sau parasimpatică, asupra VRC este posibilă prin analiză componentei de frecvență joasă a puterii spectrale LF care reflectă influența simpatică asupra cordului și parametrului de frecvență înaltă care reflectă acțiune vagală asupra inimii. Având la bază același algoritm, prezentăm valorile medii și medianele pentru fiecare din acești parametri în cele 4 modele de respirație. În tabelul 3.15 sunt prezentate datele statistice pentru LF în modelele de pattern respirator incluse în studiu.

Din tabel se observă că mediana LF în respirație de repaos este $0,28 \text{ ms}^2$ ($P25 = 0,19 \text{ ms}^2$; $P75 = 0,36 \text{ ms}^2$), valori mai joase am înregistrat în RA – $0,25 \text{ ms}^2$ ($P25 = 0,19 \text{ ms}^2$; $P75 = 0,27 \text{ ms}^2$) și RT – $0,2 \text{ ms}^2$ ($P25 = 0,18 \text{ ms}^2$; $P75 = 0,26 \text{ ms}^2$), iar în respirația atinge o valoare de 2,5 ori mai mare ca în respirația de repaos, și anume $0,71 \text{ ms}^2$ ($P25 = 0,62 \text{ ms}^2$; $P75 = 0,72 \text{ ms}^2$).

Tabelul 3.15 Statistica descriptivă pentru LF în modele de respirație

LF, ms ² N=15	Modelele de respirație			
	RR	RA	RT	R6
Media ± DS	0,30±0,15	0,22±0,08	0,23±0,07	0,68±0,09
Min	0,12	0,07	0,12	0,44
Max	0,75	0,34	0,36	0,83
Mediana	0,28	0,25	0,22	0,71
P25	0,19-0,36	0,19-0,27	0,18-0,26	0,62-0,72

Notă: DS- deviația standard, P25 – percentila 25%, P75 – percentila 75%

Rezultatele analizei statistice în funcție de ranguri pentru fiecare parametru LF al VRC în cele 4 modele de respirație prezentate în studiu sunt prezentate în Fig A1.8. Media rangurilor pentru componenta de frecvență joasă a puterii spectrale necesară pentru a compara acest parametru VRC, înregistrat în diferite tipuri de respirație, poate fi vizualizat în fig. 3.8.

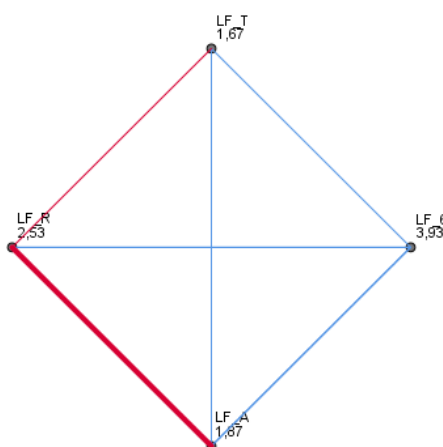


Fig. 3.8. Comparația în perechi a rangurilor LF în 4 modele de respirație.

Linia albastră - $p \leq 0,05$; linia roșie – $p > 0,05$; lipsa liniei – $p = 1$.

Din diagramă rezultă că cea mai mare valoare a rangului mediu pentru LF se înregistrează în respirația controlată conștient cu frecvența 6/min, cu valoarea de 3,93, media rangurilor în celelalte modele prezentând valori mai joase, în respirația de repaus are valoarea 2,53, în respirația cu toracele blocat are o valoare de 1,87 și valoarea 1,67 se înregistrează la cei cu abdomenul blocat.

În final, am stabilit că media rangurilor componente spectrale a puterii de frecvență joasă care reflectă influența sistemului simpatic asupra cordului prezintă valori ridicate în modelul de respirație cu control conștient cu frecvența 6 respirații pe minut comparativ cu celelalte modele. În baza acestor medii ale rangurilor, am analizat diferențele statistice generale în toate modele de respirație, rezultatele obținute o diferență generală semnificativ statistică între rangurile medii ale LF și anume $\chi^2 = 28,36$, $p = 0,0001$.

În tabelul ce urmează sunt prezentate rezultatele testului Wilcoxon care arată diferențele între rangurile medii ale componentei LF a VRC în modelele perechi de respirație.

Tabelul 3.16 Rezultatele testului Wilcoxon pentru LF între modelele de respirație

Modele-perechi de pattern respirator	Test (Z)	Adj. Sig. (p)
RT-RA	0,200	1,000
RT-RR	0,867	0,396
RT-R6	2,267	0,000
RA-RR	-0,667	0,944
RA-R6	2,067	0,000
RR-R6	1,400	0,018

Notă: p ajustat prin corecția Bonferroni pentru teste multiple

Datele prezentate în tabelul 3.16 atestă că indicele LF a VRC este semnificativ mai mic în toate combinațiile de modele de pattern respirator ce includ respirația R6, și lipsește în celelalte perechi de modele. Astfel, diferențe semnificativ statistice se atestă în perechea RR-R6 ($Z=1,4$, $p<0,05$); perechea RA-R6 ($Z=2,07$, $p=0,0001$) și perechea RT-R6 ($Z=2,27$, $p=0,0001$).

Datele obținute în studiul nostru denotă că respirația cu frecvența 6 respirații pe minut ar exercita o influență mai puternică asupra VRC decât alte modele de respirație, fapt confirmat și de alți autori [83].

În tabelul 3.17 sunt prezentate datele descriptive statistice ale componentei de frecvență înaltă a puterii spectrale (HF) a ritmului cardiac. Astfel, cea mai mică valoare a medianei HF se înregistrează în modelul respirator R6 - $0,14 \text{ ms}^2$ ($P25=0,12 \text{ ms}^2$; $P75=0,23 \text{ ms}^2$), de 3.3 ori mai mică decât în modelul respirație de repaos unde această valoare este $0,46 \text{ ms}^2$ ($P25=0,37 \text{ ms}^2$; $P75=0,56 \text{ ms}^2$). În tiparele de respirație cu abdomenul sau toracele blocat mediana HF atinge valori și mai înalte, fiind în RA $0,63 \text{ ms}^2$ ($P25=0,53 \text{ ms}^2$; $P75=0,64 \text{ ms}^2$) și respectiv $0,66 \text{ ms}^2$ ($P25=0,59 \text{ ms}^2$; $P75=0,71 \text{ ms}^2$) în RT.

Tabelul 3.17 Statistica descriptivă pentru HF în modele de respirație

HF, ms ² N=15	Modelele de respirație			
	RR	RA	RT	R6
Media ± DS	0,45±0,16	0,59±0,11	0,65±0,1	0,17±0,1
Min	0,13	0,30	0,44	0,02
Max	0,68	0,69	0,83	0,42
Mediana	0,46	0,63	0,66	0,14
P25-P75	0,37-0,56	0,53-0,64	0,59-0,71	0,12-0,23

Notă: DS- deviația standard, P25 – percentila 25%, P75 – percentila 75%

Rangurile pentru fiecare valoare a HF în tiparele de respirație prezentate în figura A1.9, iar media rangurilor în tiparele respiratorii respective în fig. 3.9.

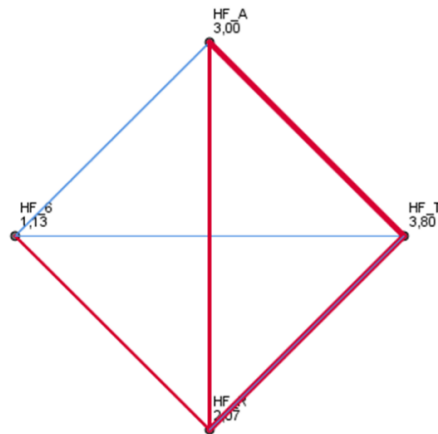


Fig. 3.9. Comparația în perechi a rangurilor HF în 4 modele de respirație.

Linia albastră - $p \leq 0,05$; linia roșie – $p > 0,05$; lipsa liniei – $p = 1$.

Din figura 3.9 se observă că media rangurilor pentru puterea spectrală a componentei de frecvență înalte, care în continuare va fi folosită pentru compararea valorii acestui parametru în perechile de modele respiratorii are valoare maximă în de 3.80 în cadrul respirației toracice, în cazul celorlalte tipare a respirației rangul mediu prezintă valori mai mici. Respectiv, în cadrul respirației cu toracele blocat (RA) este 3,0, în respirația de repaos este 2,07, iar în modelul de respirației 6/min rangul mediu a medianei HF este 1,13.

Aceste valori au fost folosite în continuare pentru a stabili dacă există sau nu diferențe semnificativ statistice între modelele de respirație. Rezultatele obținute atestă o diferență generală semnificativ statistică între rangurile medianei componentei HF a VRC în modele folosite $\chi^2 = 35,96$, $p = 0,0001$.

În tabelul ce urmează (tab 3.1.18) sunt prezentate rezultatele testului Wilcoxon care arată dacă există sau nu diferență semnificativ statistică între valorile HF ale variabilității ritmului cardiac în perechile de modele de respirație folosite în studiu.

Tabelul 3.18. Rezultatele testului Wilcoxon pentru HF între modelele de respirație

Modele-perechi de pattern respirator	Test (Z)	Adj. Sig. (p)
R6-RR	-0,933	0,286
R6-RA	-1,867	0,000
R6-RT	-2,667	0,000
RR-RA	0,933	0,286
RR-RT	-1,733	0,001
RA-RT	-0,800	0,538

Notă: p ajustat prin corecția Bonferroni pentru teste multiple

Diferență semnificativ statistică se manifestă la compararea HF a VRC în perechile de modele ce includ respirația dirijată cu frecvența 6 pe minut cu respirația toracică sau abdominală,

și anume, în perechea R6-RA ($z=-1,87$, $p=0,0001$) și R6-RT ($z=-2,67$, $p=0,0001$), spre deosebire de perechea R6-RR unde nu am stabilit careva diferențe semnificative, Este de remarcat și prezența diferenței semnificative ($Z=-1,73$, $p=0,001$) și în perechea RR-RT.

În opinia lui van Diest care a găsit o scădere a HF a VRC pentru cei care respiră 6/min comparativ cu cei care respiră 12 minut, multiple studii recente [82] confirmă ca acest tipar de respirație tinde să aibă efect redus asupra VRC. Acest lucru a fost confirmat și în studiu nostru.

Valorile normalizate de a spectrului de frecvență joasă (LFn) și frecvență înaltă (HFn) maximal reduc efectul modificărilor în VLF, deoarece ele reprezintă, de asemenea, activitatea LF și HF ca proporții relative ale puterii totale, și pot fi mai potrivite decât valorile absolute ale LF și HF pentru măsurarea activității SNS și PNS la subiecți [127].

Tabelul 3.19 Statistica descriptivă pentru LFn în modele de respirație

LFn, u.n. N=15	Modelele de respirație			
	RR	RA	RT	R6
Media ± DS	0,40±0,21	0,26±0,10	0,26±0,08	0,76±0,12
Min	0,13	0,07	0,12	0,45
Max	0,80	0,49	0,42	0,94
Mediana	0,37	0,27	0,26	0,79
P25 –P75	0,25-0,58	0,21-0,30	0,21-0,29	0,68-0,83

Notă: DS- deviația standard, P25 – percentila 25%, P75 – percentila 75%

Rezultatele statistice descriptive pentru LFn a VRC a persoanelor incluse în studiu în diferite modele de respirație sunt prezentate în tabelul 3.19. Mediana prezintă valori ridicate 0,79 (P25=0,68; P75=0,83) în modelul R6, fiind de 2,1 ori mai mare ca în modelul RR. În respirația abdominală și toracică valoarea LFn scade la valori chiar mai mici comparativ chiar și cu respirație de repaos, și anume, în modelul RA valoarea LFn este 0,27 (P25=0,21; P75=0,3), și respectiv în RT este 0,26 (P25=0,21; P75=0,29).

Rangurile medii pentru fiecare valoare LFn înregistrate în cazul respirației de repaos, abdominale, toracice și cu frecvența 6/min sunt prezentate în Fig A1.10. Rezultatele prezentate în diagramă atestă că există diferențe între rangurile valorilor LFn înregistrate în modelele respiratorii utilizate în studiu, dar pentru a stabili exact această diferență, prezentăm în continuare media rangurilor pentru LFn în modelele de respirație respectivă.

Din fig. 3.10 se observă că cea mai mare valoare a mediei rangurilor LFn este înregistrată pentru respirația cu 6 cicluri pe minut, urmată de respirația de repaus unde media rangurilor LFn este 2,67, iar în respirația toracică și abdominală se atestă o scădere în dinamică și mai mult, și anume, în RA media rangurilor LFn fiind 2 și 1,47 în RT.

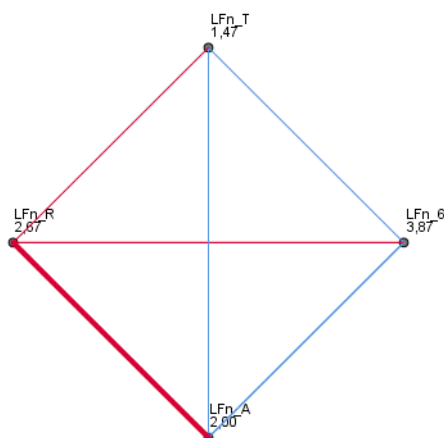


Fig. 3.10. Comparația în perechi a rangurilor LFn în 4 modele de respirație.

Linia albastră - $p \leq 0,05$; linia roșie - $p > 0,05$; lipsa liniei - $p = 1$.

Astfel analiza Friedman a scos în evidență o diferență generală semnificativ statistică $\chi^2 = 28,92$, $p = 0,0001$. Ulterior existența diferenței statistice în perechile de tipare respiratorii a fost efectuată cu ajutorul testului Wilcoxon. Rezultatele acestui test sunt prezentate în tabelul 3.1.20

Tabelul 3.20 Rezultatele testului Wilcoxon pentru LFn între modelele de respirație

Modele-perechi de pattern respirator	Test (Z)	Adj Sig. (p)
RT-RA	0,533	1,000
RT-RR	1,200	0,065
RT-R6	2,400	0,000
RA-RR	-0,667	0,944
RA-R6	1,867	0,000
RR-R6	1,200	0,065

Notă: p ajustat prin corecția Bonferroni pentru teste multiple

Datele prezentate în tabel arată existența diferențelor semnificative a proporției LFn doar în perechile de modele respiratorii R6-RT ($Z = 2,4$, $p = 0,0001$) și R6-RA ($z = 1,87$, $p = 0,0001$), spre deosebire de componenta de frecvență joasă a puterii spectrale a ritmului cardiac care a prezentat diferențe în toate cele 3 perechi de modelele respiratorii ce includ R6. În celelalte perechi de modele careva diferențe ale indicelui LFn nu au fost stabilite.

În aceeași ordine de idei în continuare prezentăm variația ponderea oscilațiilor de frecvență înaltă din puterea spectrală totală ca indice a VRC la persoane examinate care au respirat după 4 modele de respirație utilizate în actualul studiu. În tabelul ce urmează sunt prezentate datele analizei statistice descriptive ale parametrului HFn în RR, RA, RT și R6.

Cea mai mică valoare a HFn este înregistrată în respirația dirijată cu 6 respirații/min, și anume 0,14 (0,01-0,43, fiind de 3,85 ori mai scăzut ca valoarea HFn în RR - 0,54 ($P_{25} = 0,37$; $P_{75} = 0,7$)). Valori și mai înalte a HFn au fost înregistrate în respirația abdominală și toracică,

respectiv în RA HFn atinge valoarea 0,67 (P25=0,62; P75=0,7), iar în RT 0,71 (P25=0,63; P75=0,76) (tabelul 3.21).

Tabelul 3.21 Statistica descriptivă pentru HFn în modele de respirație

HFn, u.n. N=15	Modelele de respirație			
	RR	RA	RT	R6
Media ± DS	0,51±0,19	0,65±0,08	0,70±0,09	0,17±0,1
Min	0,14	0,43	0,51	0,01
Max	0,75	0,74	0,85	0,43
Mediana	0,54	0,67	0,71	0,14
P25-P75	0,37-0,70	0,62-0,70	0,63-0,76	0,13-0,24

Notă: DS- deviația standard, P25 – percentila 25%, P75 – percentila 75%

Rangurile pentru fiecare valoare a parametrului HFn înregistrate în modelele de respirație utilizate în studiul dat sunt prezentate în fig. A1.11. În figura 3.11 sunt prezentate mediile rangurilor HFn în aceste tipare respiratorii.

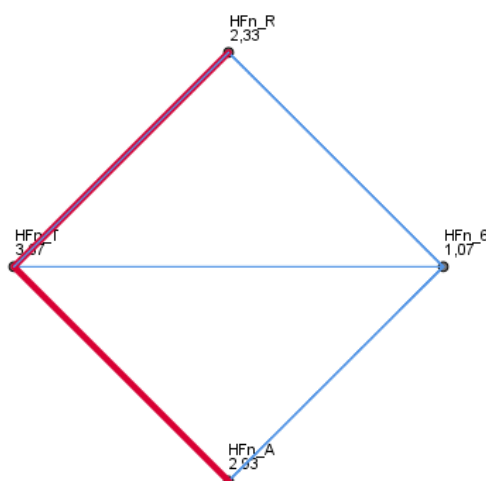


Figura 3.11. Comparația în perechi a rangurilor HFn în 4 modele de respirație.

Linia albastră - $p \leq 0,05$; linia roșie – $p > 0,05$; lipsa liniei – $p = 1$.

Din diagrama se observă că mediile rangurilor HFn este 1,07 în R6, cu creștere în dinamică în celelalte modele respiratorii, și anume în RR este 2,33, în RA este 2,93 și cea mai mare valoare este înregistrată în RT – 3,67. Rezultatele testului Friedman atestă existența unei diferențe generale semnificativ statistice, astfel $\chi^2 = 32,68$, $p = 0,0001$. Compararea în perechi de modele de respirație a valorii HFn a fost efectuată prin metoda Wilcoxon, rezultatele sunt prezentate în tabel 3.1.22.

Spre deosebire de HF care a prezentat diferențe semnificativ statistice doar în perechile de tipare respiratorii R6-RA și R6-RT, HFn diferă semnificativ în toate perechile de modele respiratorii unde unul din ele este cel cu 6 respirații/min și anume în perechea R6-RT ($Z = -2,6$,

p=0,0001), R6-RA (Z=-1,87, p=0,0001), R6-RR (Z=-1,27, p<0,05). La fel se atestă diferență semnificativă a valorii HFn și în perechea RR-RT (Z=-1,33, p<0,05).

Tabelul 3.22 Rezultatele testului Wilcoxon pentru HFn între modelele de respirație

Modele-perechi de pattern respirator	Test (Z)	Adj. Sig. (p)
R6-RR	-1,267	0,043
R6-RA	-1,867	0,000
R6-RT	-2,600	0,000
RR-RA	0,600	1,000
RR-RT	-1,333	0,028
RA-RT	-0,733	0,719

Notă: p ajustat prin corecția Bonferroni pentru teste multiple

Variabilitatea ritmului cardiac privită ca un indice calitativ al echilibrului simpatovagal, reflectând ponderea controlului autonom parasimpatic versus simpatic, acest echilibru este prezentat de raportul LF/HF. Un raport mai mare reflectă dominanța simpatică, iar un raport scăzut reflectă dominanța parasimpatică. Ambele componente ale sistemului nervos autonom se află sub influența din partea centrului respirator. Este cunoscut faptul ca influența fazei respiratorii asupra activității cardiace vagale este mult mai accentuată, fapt care explică modularea ritmului cardiac la toate frecvențele respiratorii [117].

Toate acestea ne-au determinat să analizăm acest raport în respirația de repaos în diferite modelele de respirație, și anume, respirația de repaus, respirația toracică, respirația abdominală și respirația dirijată cu 6 respirații/min. Rezultatele statisticii descriptive pentru LF/HF sunt prezentate în tabelul 3.1.23

Tabelul 3.23 Statistica descriptivă pentru LF/HF în modele de respirație

LF/HF N=15	Modelele de respirație			
	RR	RA	RT	R6
Media ± DS	1,07±1,45	0,42±0,25	0,37±0,18	9,41±1,93
Mîn	0,18	0,11	0,14	1,03
Max	5,80	1,13	0,82	66,03
Mediana	0,60	0,41	0,33	5,97
P25-P75	0,35-0,96	0,28-0,44	0,27-0,44	2,62-6,46

Notă: DS- deviația standard, P25 – percentila 25%, P75 – percentila 75%

Din tabel rezultă că cea mai mare a raportului se înregistrează în cazul respirației cu 6 pe minut, mediana fiind 5,97 (P25=2,62; P75=6,46). În celelalte modele s-au înregistrat valori foarte reduse a raportului LF/HF, și anume în RR a fost 0,6 (P25=0,35; P75=0,96), în RA 0,41 (P25=0,28; P75=0,44) și respectiv în RT 0,33 (P25=0,27; P75=0,44). Rezultatele obținute confirmă faptul că în cazul modelului de respirație R6 oscilațiile ritmului cardiac determinate de

influențe respiratorii se includ în spectrul 0,1-0,15 Hz, care și componenta spectrală de frecvență joasă LF a VRC [5].

Rangurile pentru fiecare valoare a raportului LF/HF în tiparele de respirație folosite în studiu și media rangurilor acestui raport sunt prezentate în fig. A1.12, respectiv fig. 3.12.

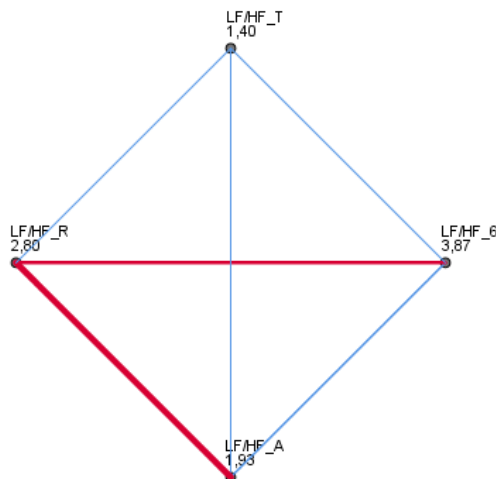


Fig 3.12. Comparația în perechi a rangurilor LF/HF în 4 modele de respirație.

Linia albastră - $p \leq 0,05$; linia roșie – $p > 0,05$; lipsa liniei – $p = 1$.

Din fig 3.12 se observă că media rangurilor pentru raportul LF/HF care va fi folosit în continuare pentru compararea acestui raport în perechile de tiare de respirație are valoare maximă în modelul respirator cu 6 respirații/min și anume 3,87, urmează modelul RR unde rangul mediu al valorilor LF/HF este 2,8, valori și mai reduse se înregistrează în RA -1,93 și RT -1,4. Diferența generală semnificativ statistică apreciată cu testul Friedman atestă $\chi^2=31,4$, $p=0,0001$, ceea ce demonstrează existența diferenței.

Tabelul 3.24. Rezultatele testului Wilcoxon pentru LF/HF între modelele de respirație

Modele de respirație	Test (Z)	Adj. Sig. (p)
RT-RA	0,533	1,000
RT-RR	1,400	0,018
RT-R6	2,467	0,000
RA-RR	-0,867	0,396
RA-R6	1,933	0,000
RR-R6	1,067	0,142

Notă: p ajustat prin corecția Bonferroni pentru teste multiple

În final, prezentăm rezultatele testului Wilcoxon care ne permite să afirmăm cu precizie în care pereche de modele respiratorii raportul LF/HF diferă (tabel 3.24). Din tabel rezultă că acest raport este semnificativ mai mare doar în 2 perechi de modele unde figurează R6 și anume R6-RT ($Z=2,47$, $p=0,0001$) și R6-RA ($Z=1,93$, $p=0,0001$), iar în respirația R6-RR nu am stabilit

careva diferențe semnificative ($Z=1,067$, $p=0,142$). De remarcat existența unei diferențe semnificative a raportului LF/HF și în perechea de tipare respiratorii RT-RR ($Z=1,4$, $p<0,05$), acesta având valori mai reduse în respirație toracică comparativ cu respirația de repaus.

În concluzie putem afirma că modelul respirator cu frecvența 6/minut a provocat cea mai evidentă creștere a raportului LF/HF. Rezultatele obținute sunt în conformitate cu datele existente în literatura de specialitate potrivit cărora respirația la frecvența de rezonanță (aproximativ 6 respirații pe minut) duce la o creștere a puterii spectrale a VRC la frecvență 0,1 Hz, care se află la mijlocul diapazonului undelor de frecvență joasă LF [74, 101, 124], ceea ce face posibil de a explica creșterea raportului LF/HF în cadrul acestui model de pattern respirator.

Mecanismele teoretizate prin care 6 respirații pe minut influențează VRC se bazează pe accentuarea reflexelor respiratorii și autonome, cum ar fi reflexele de pe baroreceptori, care conduc la creșterea efectului baroreceptorilor, precum și la creșterea eficienței schimbului de gaze [76]. O serie de studii s-au concentrat în mod special pe antrenamentul cu 6 respirații pe minut ca o modalitate de a îmbunătăți VRC. Studiile lui Bernardi [7], Radaelli [113] și Chang [21] au descoperit că respirația lentă controlată la 6 respirații pe minut este asociată cu creșterea VRC în comparație cu ratele naturale ale respirației. Tharion a constatat că persoanele care practică respirația cu 6 respirații pe minut timp de 1 lună au experimentat o scădere a frecvenței respirației în repaus și o creștere a HF VRC în repaus [136]. Sürücü și colegii au constatat creșterea HF și LF VRC și un raport LF/HF crescut la adulții sănătoși care practicau 6 respirații pe minut [134]. Van Diest și colegii au determinat, de asemenea, că respirația la 6 respirații pe minut duce la un VRC mai mare decât 12 respirații pe minut [141].

Rezultatele studiului expus în acest capitol permit de a afirma că VRC variază în diferite modele de pattern respirator, cea mai evidentă dependență fiind în modelul respirației dirijate care se manifestă prin creșterea activității parasimpatice a SNV asupra cordului. Studiul variației componentelor VRC sub influența modelelor de pattern respirator permit aprofundarea cunoștințelor în domeniul fiziologiei interacțiunilor cardiorespiratorii la nivelul organismului integru, precum și în domeniul fiziopatologiei maladiilor asociate cu disfuncția interacțiunilor cardiorespiratorii.

3.2. Analiza interacțiunilor cardioventilatorii la modificarea duratei fazelor ciclului respirator cu frecvența 6 respirații/min

În capitolul de față vom prezenta rezultatele studiului referitor la efectul respirației controlate cu modularea raportului între durata inspirației și expirației, cu frecvența constantă a respirației 6 respirații/min, asupra parametrilor VRC. Din datele controversate, existente în

literatura de specialitate, care investighează efectul respirației profunde asupra diferitor variabile autonome, rezultă că o respirație profundă și rapidă induce un efect diferit asupra ritmului cardiac comparativ cu o respirație profundă și lentă. De asemenea, activitatea autonomă este influențată de pauze respiratorii între expirație și inspirație și pauze postinspiratorii [133]. Este acceptat totalmente, că din toți parametrii pattern-ului respirator, 2 variabile majore, frecvența și volumul curent, influențează cel mai mult VRC. În continuare, vom expune datele cu referire la impactul variabilelor timpului inspirator și expirator în cadrul unui ciclu respirator asupra VRC.

Efectul duratei inspirației și expirației asupra VRC a fost studiat prin modelarea duratei acestora în 3 variante de modele de respirație, și, anume, durata inspirației și expirației 5 sec la 5 sec (R5/5), inspirație/expirație 3 sec la 7 sec (R3/7) și, respectiv, inspirație /expirație 7 sec la 3 sec (R7/3).

Analiza statistică descriptivă a parametrilor PR în modelele de respirație cu frecvența 6 respirații/min și variația raportului inspirație/expirație

Rezultatele analizei statistice, referitor la valoarea medie, mediana și deviația standard a parametrului PR în aceste modele de respirație, sunt prezentate în Tab. 3.25- 3.27.

Tabelul 3.25. Parametrii pattern-ului respirator în modelul cu respirație dirijată cu frecvența 6/min, durata inspirației/expirației 5 s la 5 s.

	Minimum	Maximum	Media±DS	Mediana	P25	P75
Vt, l	0,62	1,12	0,89±0,12	0,91	0,81	0,94
Ti, s	4,87	5,18	5,02±0,10	5,01	4,93	5,12
Te, s	4,83	5,13	4,96±0,09	4,93	4,86	5,03
Tt, s	9,87	10,21	10,04±0,10	10,05	9,97	10,10
Ti/Tt	0,48	0,51	0,50±0,01	0,50	0,49	0,51
Vt/Ti, l/s	0,12	0,22	0,18±0,03	0,18	0,16	0,19
MVR, l/min	3,71	6,65	5,30±0,72	5,47	4,92	5,61
FR, resp/min	5,88	6,08	5,97±0,06	5,97	5,94	6,02

Notă: DS- deviația standard, P25 – percentila 25%, P75 – percentila 75%

Volumul curent, ca parametru de volum al pattern-ului respirator, prezintă valori diferite în modelele de respirație incluse în studiu și, anume, valoarea medie a Vt în R5/5 este 0,89±0,12 l, iar mediana - 0,91 l (P25=0,81 l; P75=0,94 l); în R3/7 valoarea medie a Vt este 0,54±0,18 l, iar mediana - 0,54 l (P25=0,39 l; P75=0,69 l); și, respectiv, în R7/3 valoarea medie pentru Vt este 1,34±0,35 l, mediana - 1,27 l (P25=1,13 l; P75=1,68 l). Valorile Vt prezentate sunt determinate de durata inspirației în aceste tipare respiratorii.

Tabelul 3.26. Parametrii pattern-ului respirator în modelul cu respirație dirijată cu frecvența 6/min, durata inspirației/expirației 3 s la 7 s.

	Minimum	Maximum	Media±DS	Mediana	P25	P75
Vt, l	0,28	0,84	0,54±0,18	0,54	0,39	0,69
Ti, s	2,89	3,48	3,09±0,17	3,03	2,97	3,21
Te, s	6,64	7,07	6,95±0,11	6,98	6,93	7,01
Tt, s	9,63	10,21	9,93±0,18	9,93	9,77	10,11
Ti/Tt	0,29	0,34	0,31±0,02	0,31	0,30	0,33
Vt/Ti, l/s	0,08	0,27	0,18±0,06	0,18	0,13	0,22
MVR, l/min	1,68	5,19	3,28±1,08	3,17	2,33	4,09
FR, resp/min	5,88	6,23	6,04±0,11	6,04	5,93	6,14

Notă: DS- deviația standard, P25 – percentila 25%, P75 – percentila 75%

Variabilele de flux ale PR sunt exprimate prin MVR și drive-ul inspirator (Vt/Ti). Așadar, valoarea medie a MVR în R5/5 este 5,3±0,72 l/min, mediana fiind 5,47 l/min (P25=4,92 l/min; P75=5,61 l/min), iar a Vt/Ti constituie 0,18±0,03 l/s și mediana 0,18 l/s (P25=0,16 l/s; P75=0,19 l/s). În tiparul de respirație R3/7 valoarea medie a MVR este 3,28±1,08 l/min, mediana fiind 3,17 l/min (P25=2,33 l/min; P75=4,09 l/min), iar drive-ul respirator are valoarea medie 0,18±0,06 l/s și mediana egală cu 0,18 l/s (P25=0,13 l/s; P75=0,22 l/s); în modelul R7/3, respectiv, MVR este 8,06±2,17 l/min, mediana 7,72 l/min (P25=6,69 l/min; P75=10,14 l/min) și raportul Vt/Ti este 0,19±0,05 l/s, mediana - 0,18 l/s (P25=0,16 l/s; P75=0,24 l/s).

Tabelul 3.27. Parametrii pattern-ului respirator în modelul cu respirație dirijată cu frecvența 6/min, durata inspirației/expirației 7 s la 3 s.

	Minimum	Maximum	Media±DS	Mediana	P25	P75
Vt, l	0,82	1,93	1,34±0,35	1,27	1,13	1,68
Ti, s	6,83	7,19	6,99±0,11	7,01	6,90	7,09
Te, s	2,04	3,21	2,99±0,29	3,04	2,93	3,19
Tt, s	9,68	10,43	9,98±0,19	10,01	9,87	10,07
Ti/Tt	0,69	0,72	0,70±0,01	0,70	0,70	0,70
Vt/Ti, l/s	0,12	0,28	0,19±0,05	0,18	0,16	0,24
MVR, l/min	4,97	11,89	8,06±2,17	7,72	6,69	10,14
FR, resp/min	5,75	6,20	6,01±0,11	5,99	5,96	6,08

Notă: DS- deviația standard, P25 – percentila 25%, P75 – percentila 75%

Variabilele de timp ale PR sunt determinate de modelul de respirație inclus în studiu, în care s-a controlat durata timpului de inspirație și expirație, cu păstrarea frecvenței respirației, și, anume, 6 respirații/min. Așadar, durata inspirației (Ti) în R5/5 are valoare medie 5,02±0,1 s, mediana este de 5,01 s (P25=4,93 s; P75=5,12 s); în R3/7 Ti este 3,09±0,17 s, mediana - 3,03 s (P25=2,97 s; P75=3,21 s) și, respectiv, în R7/3 Ti a avut valoarea medie 6,99±0,11 s, iar mediana - 7,01 s (P25=6,9 s; P75=7,09 s).

Analiza statistică descriptivă a parametrilor VRC în modelele de respirație cu frecvența 6 respirații/min și variația raportului inspirație/expirație.

Pornind de la ideea că VRC este un indice al activității autonome cardiace și este dependentă de frecvența respirației, acești parametri pot fi priviți ca o variabilă de ieșire a antrenamentului respirator.

În continuare, vom prezenta rezultatele studiului referitor la indicii domeniului de frecvență ai VRC și, anume, LF, ca indicator al modulării simpatice, HF, ca indicator al modulării vagale și raportul între tonusul simpatic și parasimpatic, LF/HF.

În tabelul 3.28 sunt prezentate valorile spectrale ale oscilațiilor de frecvență joasă, LF. Datele, prezentate în tabel, atestă că nivelurile mediane ale puterii spectrale LF, înregistrate în modelul de respirație R5/5, au fost 3214,42 ms² (P25=3005,41 ms²; P75=4270,19 ms²). În modelul R3/7 am constatat o reducere cu 15.7% a puterii spectrale LF, având valoarea 2711,9 ms² (P25=1897,37 ms²; P75=3351,543 ms²), și o reducere cu 22% în modelul R7/3 a puterii spectrale LF, care a atins valoarea 2506,8 ms² (P25=1902,3 ms²; P75=2841,49 ms²).

Tabelul 3.28. Datele statistice descriptive pentru parametrul LF (ms²) al VRC.

Datele statistice descriptive	Modele de respirație		
	R5/5	R3/7	R7/3
Minimum	1968,30	1711,43	1539,40
Maximum	4977,62	3827,51	3801,42
Media±DS	3373,53±905,21	2614,80±724,82	2494,51±657,83
Mediana	3214,42	2711,90	2506,80
P25 - P75	3005,41-4270,19	1897,37-3351,43	1902,30-2841,49

Notă: DS- deviația standard, P25 – percentila 25%, P75 – percentila 75%

Datele analizei statistice ale varianței în funcție de ranguri pentru puterea spectrală LF în modelele de respirație R3/7, R7/3 și R5/5 sunt prezentate în Fig. 3.13.

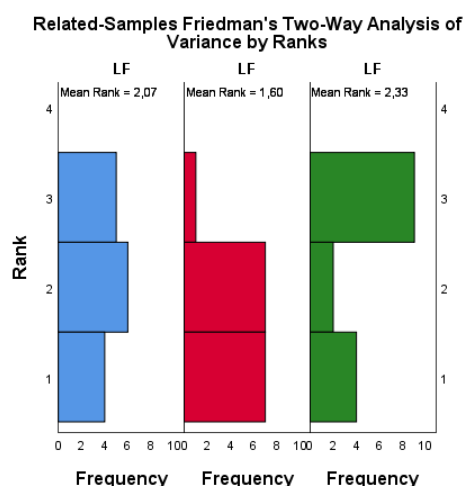


Fig. 3.13. Rangurile valorilor parametrului LF în loturile de studiu.

Notă: Verde – R5/5; Roșu - R7/3; Albastru - R3/7.

Media rangurilor pentru puterea spectrală LF, care în continuare urma să fie folosită ca variabilă pentru a fi comparată cu aceeași variabilă în modelele perechi de respirație folosite în studiu, a constituit 2,33 pentru R5/5, 2,07 - pentru R3/7 și doar 1,6 - pentru R7/3. Deoarece testul statistic a confirmat ipoteza nulă că nu este diferență ($\chi^2=3,288$; $p=0,193$) între modelele de respirație care au format perechi, compararea în perechi nu s-a efectuat.

Datele analizei descriptive statistice ale componentei spectrale a puterii de înaltă frecvență HF a VRC (tabelul 3.29), ca indice de modulare a influențelor parasimpatice asupra inimii în modelul R5/5, are cea mai mică valoare și, anume, 141,51 ms² (P25=199,52 ms²- P75=224,69 ms²), fiind cu 10,6% mai mare în modelul R3/7 (156,31 ms², P25=114,59 ms²- P75=203,63 ms²) și cu 29% mai mare în modelul R7/3 - 182,72 ms² (P25=142,67 ms²- P75=224,74 ms²).

Tabelul 3.29. Parametrul HF al VRC

Datele statistice descriptive	Modele de respirație		
	R5/5	R3/7	R7/3
Minimum	111,53	109,82	119,37
Maximum	345,16	264,51	284,28
Media±DS	174,39±75,55	169,73±52,10	185,92±51,64
Mediana	141,51	156,31	182,72
P25 - P75	119,52-224,69	114,59-203,63	142,67-224,74

Notă: DS- deviația standard, P25 – percentila 25%, P75 – percentila 75%

Rangurile pentru fiecare valoare a puterii spectrale a oscilațiilor de înaltă frecvență în modelele de respirație R3/7, R7/3 și R5/5 sunt prezentate în Fig. 3.14.

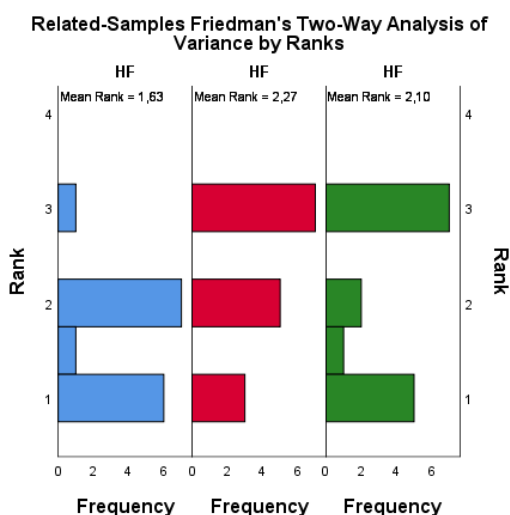


Fig. 3.14. Rangurile valorilor parametrului LF în loturile de studiu.

Notă: Verde – R5/5; Roșu - R7/3; Albastru - R3/7.

Din Fig. 3.14 se observă că media rangurilor pentru puterea spectrală HF, care în continuare urmează a fi folosită pentru compararea acestei valori în perechi de modele de

respirație, are valoarea de 2,1 pentru modelul R5/5, 1,63 - pentru modelul R3/7 și 2,27 - pentru modelul R7/3.

Ca și în cazul analizei statistice a variației în funcție de ranguri, pentru puterea spectrală LF, testul Friedman (χ^2) nu a respins ipoteza nulă, care postulează că nu există diferențe statistice între loturi ($\chi^2=3,288$, $p=0,193$), de aceea comparații multiple nu au fost efectuate.

Datele analizei descriptive statistice ale puterii spectrale a oscilațiilor de frecvență joasă în unități normalizate LFn sunt prezentate în Tab. 3.30.

Tabelul 3.30 Analiza descriptivă statistică a puterii spectrale a oscilațiilor de frecvență joasă în unități normalizate LFn în diferite modele de respirație.

Datele statistice descriptive	Modele de respirație		
	R5/5	R3/7	R7/3
Minimum	0,91	0,92	0,89
Maximum	0,97	0,96	0,96
Media±DS	0,95±0,02	0,94±0,01	0,93±0,02
Mediana	0,95	0,94	0,94
P25 - P75	0,94-0,96	0,93-0,95	0,92-0,94

Notă: DS- deviația standard, P25 – percentila 25%, P75 – percentila 75%

În modelul de respirație R5/5 mediana valorii spectrale normalizate LFn este 0,95 (P25=0,91 - P75=0,97), aceleași valori ale acestui indice s-au înregistrat și în celelalte modele de respirație R7/3, valoarea LFn este 0,94 (P25=0,92, P75=0,96) și R3/7, respectiv, - 0,94 (P25=0,89, P75=0,96), ceea ce se explică, probabil, prin păstrarea strictă a frecvenței respirației 6/min, fapt demonstrat și de alți autori [130].

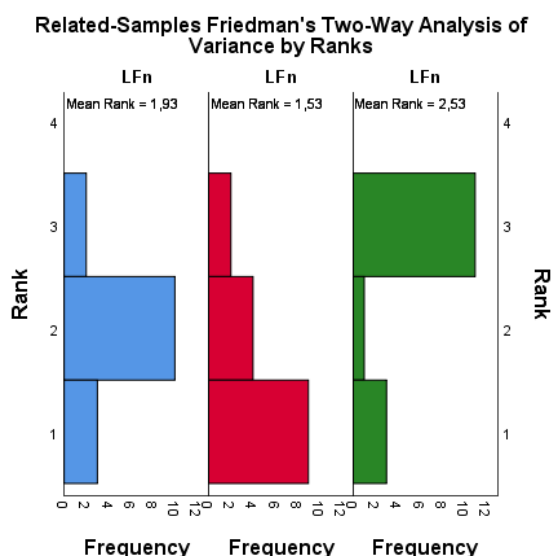


Fig. 3.15 Rangurile valorilor parametrului LFn în loturile de studiu.
Notă: Verde – R5/5; Roșu - R7/3; Albastru - R3/7.

Media rangurilor pentru fiecare valoare a LFn este prezentată în Fig. 3.15. Cea mai mare valoare este înregistrată în respirația dirijată R5/5 - 2,53, în celelalte modele de respirație s-au înregistrat valori mai mici ale mediei rangurilor oscilațiilor LFn, și, anume, în R3/7 - 1,93 și în R7/3 - 1,53. Aceste medii au fost folosite în continuare pentru a compara valoarea acestui parametru în perechile de modele de respirație. Rezultatele testului Friedman atestă existența diferențelor generale statistic semnificative între valorile LFn în perechile de modele de respirație ($\chi^2=7,6$; $p=0,022$).

În Tab.3.31. sunt prezentate rezultatele comparării valorilor LFn în perechile de modele de respirație, folosind testul Wilcoxon. Datele prezentate atestă că există diferențe statistic veridice între valorile normalizate ale puterii spectrale a oscilațiilor LFn în perechile R3/7 și R7/3 ($p=0,019$) (Fig. 3.16).

Tabelul 3.31. Rezultatele testului Wilcoxon pentru LFn între modelele de respirație

Modele-perechi de pattern respirator	Test (Z)	Adj. Sig. (p)
R3/7 – R5/5	0,400	0,820
R3/7 –R7/3	-1,000	0,019
R7/3 – R5/5	-0,600	0,301

Notă: p ajustat prin corecția Bonferroni pentru teste multiple

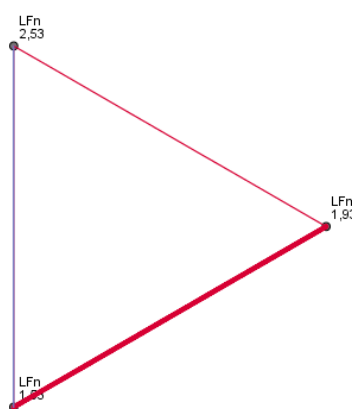


Fig. 3.16. Comparația în perechi a rangurilor LFn în 3 modele de respirație.

Linia albastră - $p \leq 0,05$; linia roșie – $p > 0,05$; lipsa liniei – $p=1$.

Existența acestor diferențe statistic semnificative confirmă ipoteza că respirația cu frecvența 6/min este factorul primordial, care mărește componenta LF a VRC, în așa fel modulând controlul autonom al ritmului cardiac, cu atât mai mult, existența diferențelor statistic veridice în perechile din modelele de respirație R3/7 și R7/3 permit de a afirma că și modificarea raportului duratei de inspirație și expirație are efect asupra VRC.

Datele analizei statistice descriptive a parametrului HFn a VRC sunt prezentate în Tab. 3.32.

Tabelul 3.32. . Analiza descriptivă statistică a puterii spectrale a oscilațiilor de frecvență înaltă în unități normalizate HFn în diferite modele de respirație.

Datele statistice descriptive	Modele de respirație		
	R5/5	R3/7	R7/3
Minimum	0,03	0,04	0,04
Maximum	0,09	0,08	0,11
Media±DS	0,05±0,02	0,06±0,01	0,07±0,02
Mediana	0,05	0,06	0,06
P25 - P75	0,04-0,06	0,05-0,07	0,06-0,08

Notă: DS- deviația standard, P25 – percentila 25%, P75 – percentila 75%

În modelul R5/5 mediana a constituit 0,05 (P25=0,03 - P75=0,09), având valori mai mari și în celelalte două modele de respirație, și, anume, în R3/7 - a constituit 0,06 (P25=0,04 - P75=0,08), în R7/3 a avut valoarea 0,06 (P25=0,04 - P75=0,11). La fel ca și LFn, o astfel de repartizare a valorilor se explică prin păstrarea strictă a frecvenței respirației la 6/min în timpul efectuării probelor respiratorii.

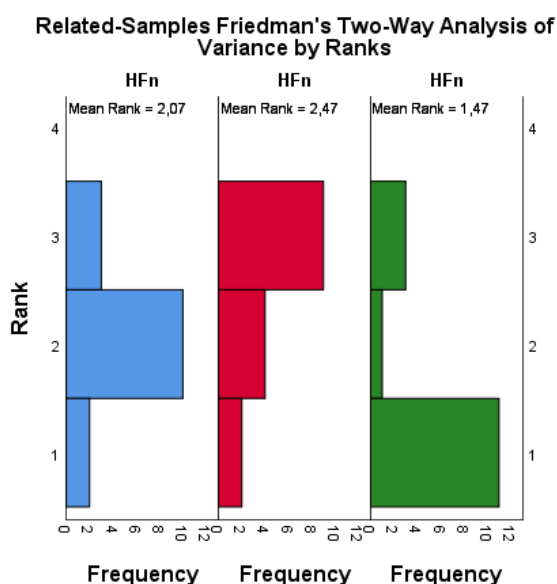


Fig. 3.17. Rangurile valorilor parametrului HFn în loturile de studiu.

Notă: Verde – R5/5; Roșu - R7/3; Albastru - R3/7.

Media rangurilor pentru valorile HFn în cele 3 modele de respirație sunt prezentate în Fig. 3.17. Astfel, cea mai mică valoare se observă în R5/5 și constituie 1,47, în modelul R3/7 are valoarea de 2,07 și atinge cea mai mare valoare de 2,47 în R7/3. Analiza Friedman a respins ipoteza nulă de similitudine a șirului de valori HFn în cele 3 modele de respirație ($\chi^2=7,6$; $p=0,022$).

Testul Wilcoxon, efectuat ulterior pentru compararea în perechi a șirurilor de valori HFn în cele 3 modele de respirație (Tab. 3.33., Fig. 3.18), a scos în evidență existența unei diferențe

statistic semnificative în perechea R3/7 și R7/3 ($p=0,019$), la fel ca și în cazul valorii normalizate a puterii spectrale LFn, ceea ce confirmă ipoteza referitor la rolul frecvenței respiratorii și a raportului duratei inspirație/expirație asupra controlului vegetativ al inimii.

Tabelul 3.33. Rezultatele testului Wilcoxon pentru HFn între modelele de respirație

Modele-perechi de pattern respirator	Test (Z)	Adj. Sig.(p)
HF _n 5/5 - HF _n 3/7	0,600	0,301
HF _n 3/7 - HF _n 7/3	1,000	0,019
HF _n 7/3 - HF _n 5/5	-0,400	0,820

Notă: p ajustat prin corecția Bonferroni pentru teste multiple

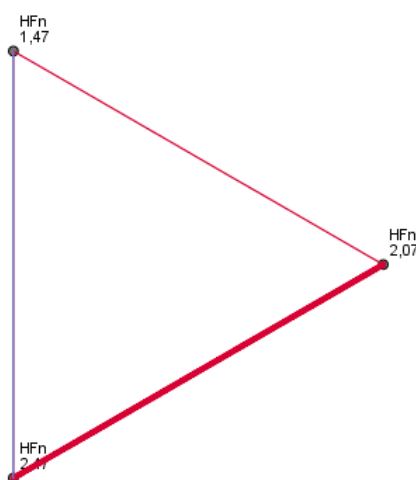


Fig. 3.18. Comparația în perechi a rangurilor HFn în 3 modele de respirație.

Linia albastră - $p \leq 0,05$; linia roșie - $p > 0,05$; lipsa liniei - $p = 1$.

Raportul LF/HF, care în cazul respirației obișnuite determină raportul influențelor simpatice/parasimpatice, a fost examinat în cazul modelelor de respirație cu păstrarea frecvenței și modificarea raportului duratei inspirație/expirație incluse în studiu. Datele menționate în capitolul anterior, referitor la valoarea raportului LF/HF în diferite modele de pattern respirator incluse în studiul de față, au demonstrat că în cazul respirației cu frecvența 6 pe minut raportul LF/HF crește, deoarece oscilațiile ritmului cardiac, induse de activitatea vagală (respiratorie), trec din domeniul oscilațiilor de frecvență înaltă (0,15-0,4 Hz) în domeniul oscilațiilor de frecvență joasă (0,04-0,15 Hz).

În cazul păstrării frecvenței respirației la 6 resp/min, cu modificarea duratei inspirației și expirației, mediana raportului LF/HF prezintă valori foarte ridicate în R5/5 și, anume, 19,23 (P25=10,43 - P75=36,94), comparativ cu mediana raportului LF/HF în R3/7, unde valoarea este 14,47 (P25=12,14 - P75=24,67) și 14,59 (P25=8,42 - P75=25,26) - în modelul de respirație R7/3.

Tabelul 3.34. Analiza descriptivă statistică a raportului oscilațiilor de frecvență joasă la oscilațiile de frecvență înaltă LF/HF în diferite modele de respirație.

Datele statistice descriptive	Modele de respirație		
	R5/5	R3/7	R7/3
Minimum	10,43	12,14	8,42
Maximum	36,94	24,67	25,26
Media±DS	21,23±7,52	15,85±3,60	14,02±4,35
Mediana	19,23	14,47	14,59
P25-P75	15,64-26,05	13,48-17,62	11,12-16,19

Notă: DS- deviația standard, P25 – percentila 25%, P75 – percentila 75%

Datele obținute confirmă ideea că respirația dirijată cu frecvența 6/min, cu aceeași durată a inspirației și expirației, are efect cel mai evident asupra deplasării oscilațiilor din spectrul cu frecvență înaltă (vagală) a VRC în spectrul oscilațiilor de frecvență joasă (simpatică).

Rangurile pentru fiecare valoare a raportului LF/HF și media rangurilor acestui raport în modele de respirație incluse în studiu este prezentată în Fig. 3.19. Din diagramă se observă că cel mai înalt rang mediu al raportului LF/HF s-a înregistrat în modelul de respirație R5/5, fiind 2,53, în celelalte modele rangul mediu al raportului LF/HF a înregistrat valori mai mici, și, anume, în R3/7 fiind 1,93 și, respectiv, în R7/3 fiind 1,53.

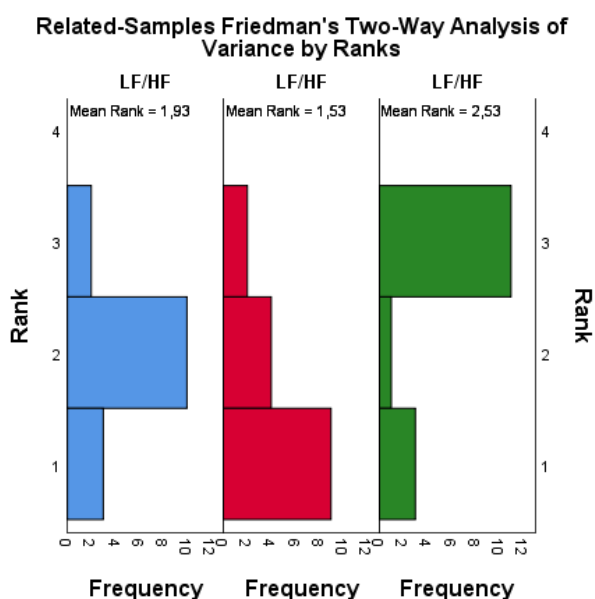


Fig. 3.19. Rangurile valorilor parametrului LF/HF în loturile de studiu.

Notă: Verde – R5/5; Roșu - R7/3; Albastru - R3/7.

Testul Friedman, ce scoate în evidență existența diferenței statistic veridice între rangurile medii ale raportului LF/HF, comparate în modelele perechilor de respirație folosite în studiu, demonstrează că există diferență generală statistic veridică ($\chi^2=7,6$; $p=0,022$).

În tabelul 3.35 sunt prezentate rezultatele analizei comparative a valorii raportului LF/HF în diferite perechi de modele de respirație, și, anume, în perechile R5/5-R3/7 și R5/5- R7/3 nu există diferențe statistice, pe când în perechea R3/7-R7/3 am constatat o diferență statistic veridică ($p=0,019$) (Fig. 3.20).

Tabelul 3.35. Rezultatele testului Wilcoxon pentru LF/HF între modelele de respirație

Modele-perechi de pattern respirator	Test (Z)	Adj. Sig. (p)
LF/HF5/5 - LF/HF3/7	0,400	0,820
LF/HF3/7 - LF/HF7/3	-1,000	0,019
LF/HF7/3 - LF/HF5/5	-0,600	0,301

Notă: p ajustat prin corecția Bonferroni pentru teste multiple

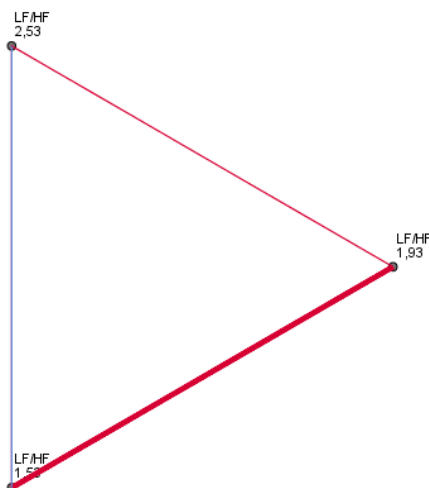


Fig. 3.20. Comparația în perechi a rangurilor LF/HF în 3 modele de respirație.

Linia albastră - $p \leq 0,05$; linia roșie – $p > 0,05$; lipsa liniei – $p = 1$.

Rezultatele obținute în actualul studiu, și, anume, existența diferențelor statistic veridice doar în perechea de modele de respirație cu durata inspirației de 3 secunde, urmată de durata expirației de 7 secunde (R3/7), față de modelul de respirație cu durata inspirației 7 secunde, (R7/7), confirmă faptul că anume durata inspirației influențează VRC. În inspirație scade tonusul vagal și se amplifică rolul influențelor simpatice, iar în expirație tonusul vagal se accentuează. Această variație a tonusului vagal în fazele ciclului respirator explică aceste diferențe statistic semnificative între parametrii VRC între aceste 2 modele de respirație, R3/7 și R7/3, fapt confirmat și de alți autori [133]. Pe lângă aceste constatări, în literatura de specialitate se întâlnesc și constatări contradictorii [20].

3.3. Crearea modelelor pentru stabilirea predictorilor în cuantificarea echilibrului simpatovagal.

Conform scopului și obiectivelor stabilite mai sus, parametrii pattern-ului respirator care au fost analizați în capitolele anterioare și anume volumul curent (V_t), timpul de inspirație (T_i), timpul de expirație (T_e), timpul total al ciclului respirator (T_t), raportul dintre durata inspirației și durata întregului ciclu respirator (T_i/T_t), raportul volumului curent la durata inspirației (V_t/T_i), minut-volumul respirator (MVR), precum și parametrii domeniului de frecvență a VRC ca LF, HF, LFn, HF_n, LF/HF au fost înregistrați în cele 7 modele de pattern respirator, după cum urmează: inițial, s-a înregistrat respirația în stare de repaus, după care s-au modelat respirația abdominală și toracică și respirația dirijată cu frecvența 6 respirații pe minut. Au urmat măsurările parametrilor pattern-ului respirator și ai VRC în modele de respirație cu păstrarea frecvenței de 6 respirații pe minut și dirijarea raportului duratei timpului de inspirație T_i față de durata timpului de expirație T_e și anume 3 s la 7 s, 7 s la 3 s și 5 s la 5 s. A urmat o analiza descriptivă a parametrilor pattern-ului respirator și ai parametrilor domeniului de frecvență ai VRC, care a fost descrisă detaliat în capitolele anterioare, în cele 7 modele de pattern respirator. Rezultatele analizei descriptive sunt prezentate în tabelele A3.1 – 3.7. Valorile standardizate a rezultatelor analizei descriptive au servit drept parametri în continuare în crearea modelelor pentru stabilirea predictorilor raportului LF/HF, care este folosit pentru a cuantifica relația schimbătoare simpatică parasimpatică, adică echilibru simpatovagal.

Modelul Respirație de Repaus (cu frecvența spontană) RR.

În tabelul A3.1 sunt prezentate rezultate analizei descriptive a parametrilor PR și VRC în modelul de respirație spontană.

În continuare, reieșind din interacțiunile complexe posibile între factorii măsurați, putem argumenta necesitatea analizei multivariate. Pentru a realiza această analiză, s-a elaborat un model (Modelul RR) care are ca scop predicția raportului LF/HF ca instrument de evaluare a reglării autonome cardiovasculare în respirația de repaos. Modelul RR a inclus în calitate de predictorii valorile standardizate ale volumului curent, timpului total al ciclului respirator, frecvența respiratorie și minut volumul respirator (tabelul 3.36).

Tabelul 3.36. Datele statistice ale analizei multivariate pentru Modelul RR. IBM SPSS 26 output

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0,880	0,775	0,684	0,561
Predictors: (Constant), Zscore(Tt), Zscore(Vt), Zscore(FR), Zscore(MVR)				
Dependent Variable: Zscore(LF/HF)				

Datele analizei multivariate utilizând valorile măsurate în stare de repaus au fost în stare să explice 68,4% din modificările raportului LF/HF. Coeficientul de determinare (Adjusted R Square) a fost 0,684, suma pătratelor a constituit 10,845 din 14 posibile, ceea ce înseamnă că modelul propus explică peste două treimi din dispersia variabilei LF/HF pentru respirația în stare de repaus. Ipoteza nulă (nici un parametru din cei incluși în model nu poate prezice valoarea LF/HF pentru respirația în stare de repaus mai bine decât un oarecare model arbitrar) a fost respinsă ($F = 8,593$, $p = 0,003$) (tabelul 3.37).

Tabelul 3.37 Testul ANOVA pentru modelul RR. IBM SPSS 26 output

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	10,845	4	2,711	8,593	0,003
Residual	3,155	10	0,316		
Total	14,0	14			

Dependent Variable: Zscore: LF/HF
Predictors: (Constant), Zscore(Tt), Zscore(Vt), Zscore(FR), Zscore(MVR)

Inițial pentru a elabora modelul și pentru a testa puterea predictivă a parametrilor mășurați, s-au inclus în model toate variabilele. Ulterior, s-a utilizat metoda Backward, prin care parametrii ne semnificativi au fost excluși etapă cu etapă până la momentul când au rămas doar combinația optimă de variabile pentru a forma ecuația de regresie și a prezice rezultatul studiat. Modelul rezultat este prezentat în tabelul 3.38. Acesta a inclus drept variabile constanta ($B = 3,310$, $p = 1,000$) și valorile standardizate ale MVR ($B = 1,731$, $p = 0,040$), FR ($B = 1,379$, $p = 0,049$), Vt ($B = -1,622$, $p = 0,062$), și Tt ($B = 3,580$, $p < 0,001$). Modelul final nu a inclus constanta și valoarea standardizată a Vt din cauza faptului că acestea au fost ne semnificative în acest caz și din cauza faptului că intervalul de încredere a inclus valoarea 0. Astfel, s-a determinat că valoarea LF/HF în modelul de respirație de repaus poate fi prezisă utilizând expresia

$$LF/HF \text{ în modelul de respirație în repaus} = Zscore(MVR) * 1,731 + Zscore(FR) * 1,379 + Zscore(Tt) * 3,580.$$

Tabelul 3.38 Coeficienții predictorilor pentru modelul RR. IBM SPSS 26 output

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95.0% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
(Constant)	3,310e-15	0,145		0,000	1,000	-0,323	0,323
Zscore(MVR)	1,731	0,733	1,731	2,363	0,040	0,099	3,363
Zscore(FR)	1,379	0,614	1,379	2,246	0,049	0,011	2,747
Zscore(Vt)	-1,622	0,771	-1,622	-2,105	0,062	-3,340	0,095
Zscore(Tt)	3,580	0,703	3,580	5,090	0,000	2,012	5,147

Dependent Variable: Zscore(LF/HF)

Nota: B – coeficientul nestandardizat al regresiei, Std. Error – eroarea standard pentru coeficientul B, Beta – coeficientul standardizat, t – testul t, Sig. – semnificația, 95,0% Confidence Interval for B – intervalul de încredere 95% pentru B, Lower Bound – limita inferioară, Upper Bound- limita superioară

Condițiile necesare pentru reziduurile regresiei liniare au fost întrunite de modelul elaborat. Analiza acestora a demonstrat o distribuție aproape normală și lipsa asociațiilor între valorile standardizate predictive și reziduurile standardizate (Fig. 3.21). Toate acestea împreună permit să considerăm modelul ca fiind unul potrivit.

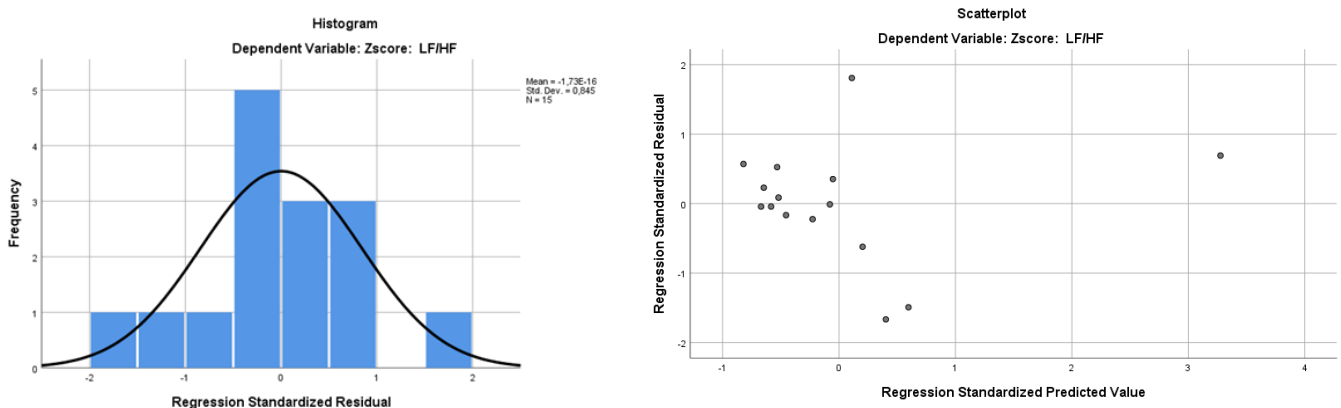


Fig. 3.21. Distribuția reziduurilor (stânga); scatterplot al valorilor predictive standardizate și reziduurilor standardizate (dreapta) pentru modelul LF/HF în stare de repaus. IBM SPSS 26 output

Notă – unul din criteriile ca modelul să fie funcțional este distribuția normală a reziduurilor și lipsa oricărei coliniarități

Modelul Respirație Abdominală (cu toracele blocat) RA.

Ipotezele referitor la modificările VRC induse de tipul de respirație presupun că parametrii VRC sunt influențați de frecvența respirației, volumul curent și raportul duratelor timpului de inspirație/expirație, pe când tipul de respirație toracică/abdominală nu are efect. Totuși, tehnica respirației cu abdomenul este folosită des ca metodă de tratament prin biofeedback respirator, în special în bolile cardiovasculare, datorită beneficiilor sale potențiale asupra sistemului nervos autonom [146], și anume îmbunătățește activitatea vagală și restabilește echilibrul dintre activitatea simpatică și cea parasimpatică. În actualul studiu, parametrii PR înregistrați în respirația de repaus și în respirația abdominală s-au propus ar fi incluși ca predictorii ai acestui

echilibru între activitatea simpatică / parasimpatică exprimat prin raportul LF/HF în modelul de respirație abdominală.

Pentru a studia aceste interdependențe, s-a elaborat modelul care a inclus, pe lângă valorile PR înregistrate în respirația în repaus, și valorile noi ale parametrilor PR înregistrați în respirația abdominală.

Rezultatele analizei descriptive a valorilor parametrilor PR în RR și RA incluse în Modelul RA sunt prezentate în tabelul A3.2

Datele contradictorii din literatura de specialitate referitor la influența respirației abdominale asupra VRC au fost verificate în Modelul RA prin analiza multivariată. Influența parametrilor mășurați asupra indicelui care reflectă influențele vegetative simpaticice și parasimpaticice asupra cordului apreciat pe baza raportului LF/HF la persoanele cu respirație abdominală s-a cercetat în modelul predictiv curent. S-a încercat evaluarea potențialului predictiv al scorurilor standardizate ale volumului curent, timpului inspirator și expirator, duratei totale a ciclului respirator, minut volumului respirator, frecvenței respiratorii și cardiace, toate măsurate în stare de repaus și în respirație abdominală (tabelul 3.39).

Tabelul 3.39. Datele statistice ale analizei multivariate pentru modelul RA. IBM SPSS 26 output

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
LF/HF în Respirație abdominală	0,928	0,861	0,610	0,624
Predictors: (Constant), Zscore(CC), Zscore: LF/HFB, Zscore(MVRB), Zscore(Te), Zscore(Ti), Zscore(TeB), Zscore(VtB), Zscore(FR), Zscore(Vt)				
Dependent Variable: Zscore(LF/HF)				

Coeficientul de determinare (Adjusted R Squared) fiind 0,61, suma pătratelor a constituit 12,052 din 14 posibile. Aceasta înseamnă că modelul elaborat explică peste trei pătrimi din dispersia variabilei de interes (raportul dintre influență simpatică și parasimpatică apreciat pe baza raportului LF/HF la persoanele cu respirație abdominală). Ipoteza nulă (nici un parametru din cei incluși în model nu poate prezice echilibrul dintre influența simpatică și parasimpatică asupra cordului apreciat pe baza raportului LF/HF la persoanele cu respirație abdominală) nu a fost respinsă ($F = 3,437$, $p = 0,094$), testul Fisher fiind nesemnificativ statistic.

Tabelul 3.40. Testul ANOVA pentru modelul RA. IBM SPSS 26 output

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	12,052	9	1,339	3,437	0,094
Residual	1,948	5	0,390		
Total	14,0	14			
Dependent Variable: Zscore(LF/HF)					
Predictors: (Constant), Zscore(CC), Zscore(LF/HFB), Zscore(MVRB), Zscore(Te), Zscore(Ti), Zscore(TeB), Zscore(VtB), Zscore(FR), Zscore(Vt)					

Coefficientul de determinare a fost scăzut considerabil la ajustare din cauza numărului mai mare de variabile independente incluse în modelarea predicției pentru echilibrul dintre influențele vegetative simpatice / parasimpatice analizate pe baza raportului LF/HF la persoanele cu respirație abdominală. Pentru a evita în modelul de calcul includerea variabilelor ineficiente și inutile, s-a folosit și în acest caz metoda Backward. Rezultatele acestei analize sunt incluse în tabelul 8. După cum se poate observa, s-a considerat optimă includerea în modelul regresiei a valorilor constantei și a scorurilor standardizate ale Vt, Te, MVR, LF/HF înregistrate la respirație în stare de repaus și valorile standardizate ale Vt, Ti, Te, FR și CC înregistrate la respirație abdominală. Din toate incluse, ecuația finală a modelului regresiei multiple pentru modelul dat a avut formula:

$$LF/HF \text{ în modelul respirație abdominală} = Zscore(VtB) * 5,007 - Zscore(TeB) * 3,831 - Zscore(MVRB) * 4,415 + Zscore(LF/HFB) * 1,428 - Zscore(Ti) * 4,037 - Zscore(Te) * 4,194 - Zscore(FR) * 5,953$$

Variabilele Zscore(Vt) și Zscore(CC) au fost excluse în cazul dat din cauza nesemnificației statistice și a includerii valorii 0 în intervalul de încredere 95%, însă valoarea lor predictivă poate fi identificată în cercetări ulterioare pe număr mai mare de respondenți.

Tabelul 3.41. Coeficienții predictorilor pentru modelul RA. IBM SPSS 26 output

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
(Constant)	-4,933e-15	0,161		0,000	1,000	-0,414	0,414
Zscore(VtB)	5,007	1,156	5,007	4,330	0,007	2,034	7,979
Zscore(TeB)	-3,831	1,087	-3,831	-3,526	0,017	-6,624	-1,038
Zscore(MVRB)	-4,415	1,116	-4,415	-3,957	0,011	-7,284	-1,547
Zscore(LF/HFB)	1,428	0,427	1,428	3,340	0,021	0,329	2,526
Zscore(Vt)	-0,728	0,360	-0,728	-2,023	0,099	-1,653	0,197
Zscore(Ti)	-4,037	1,097	-4,037	-3,681	0,014	-6,856	-1,218
Zscore(Te)	-4,194	1,237	-4,194	-3,391	0,019	-7,374	-1,014
Zscore(FR)	-5,953	1,815	-5,953	-3,280	0,022	-10,617	-1,288
Zscore(CC)	-0,705	0,283	-0,705	-2,492	0,055	-1,431	0,022

Dependent Variable: Zscore(LF/HF)

Nota: B – coeficientul nestandardizat al regresiei, Std. Error – eroarea standard pentru coeficientul B, Beta – coeficientul standardizat, t – testul t, Sig. – semnificația, 95,0% Confidence Interval for B – intervalul de încredere 95% pentru B, Lower Bound – limita inferioară, Upper Bound- limita superioară

Reziduurile modelului obținut în cadrul regresiei liniare au întrunit condițiile necesare. S-a observat o distribuție cu o ușoară asimetrie spre dreapta și cu o împrăștiere aleatorie fără careva legități de repartizare (fig. 3.22). Caracteristicile enumerate fac posibilă considerarea modelului elaborat ca fiind unul optim în predicția LF/HF la persoanele cu respirație abdominală pornind de la datele luate în calcul.

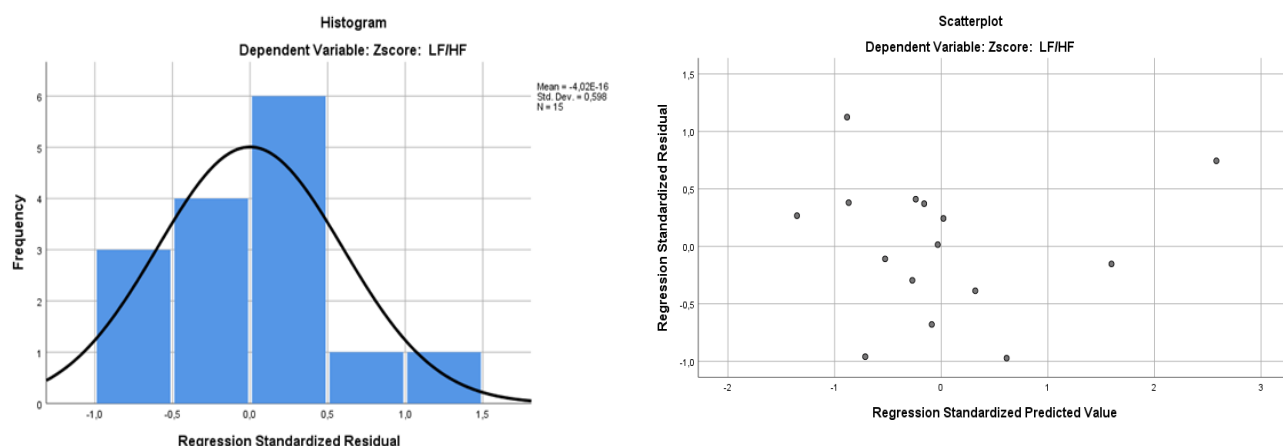


Fig. 3.22. Distribuția reziduurilor (stânga); scatterplot al reziduurilor standardizate (dreapta) pentru modelul LF/HF în respirație abdominală. IBM SPSS 26 output

Notă – unul din criteriile ca modelul să fie funcțional este distribuția normală a reziduurilor și lipsa oricărei coliniarități

Modelul Respirație Toracică (cu abdomenul blocat) RT

Pattern-ul respirator de tip toracic are potențiale interacțiuni cardiorespiratorii descrise în literatura de specialitate [37]. Din aceste considerente, predicția dinamicii echilibrului vegetativ a fost realizată în cercetarea curentă utilizându-se parametrii înregistrați la respirații libere (VtB, TiB, TeB, TtB, MVRB, FRB, CCB, LF/HFB) prezentați anterior și de tip toracic (Vt, Ti, Te, Tt, MVR, FR, CC, LF/HF) (tabelul A3.3). Pornind de la valorile variabilelor incluse în studiu, pentru a afla cât de bine modelul de regresie poate prezice sau explica variabila dependentă, s-a efectuat o statistică multivariată, care a fost în stare să explice 0,567 din varianța rezultatelor variabilei LF/HF. După ajustarea în funcție de numărul de variabile incluse în model, au fost explicate 0,494 din valorile variabilei dependente (tabelul 3.42).

Tabelul 3.42. Datele statistice ale analizei multivariate pentru modelul RT. IBM SPSS 26 output

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	0,753	0,567	0,494	0,711
Dependent Variable: Zscore(LF/HF)				
Predictors: (Constant). Zscore(Vt). Zscore(TiB)				

Numărul de variabile a fost obținut prin excluderea rând pe rând a celor care au scăzut rezultatele predicției sau le-au făcut nesemnificative statistic. În tabelul 3.43, sunt prezentate caracteristicile optime obținute în modelul în care cel puțin un predictor a fost capabil să prezică valoarea raportului LF/HF la persoanele cu respirație toracică (F test = 7,846, p = 0,007) suma pătratelor explicate de modelul regresiei multiple fiind egală cu 7.933 din 14 posibile .

Tabelul 3.43 Testul ANOVA pentru modelul RT. IBM SPSS 26 output

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
	Regression	7,933	2	3,967	7,846	0,007
	Residual	6,067	12	0,506		
	Total	14,000	14			
Dependent Variable: Zscore(LF/HF)						
Predictors: (Constant), Zscore(Vt), Zscore(TiB)						

În procesul de elaborare a modelului final, s-au testat 11 modele, care au fost excluse secvențial, iar cel rezultat are caracteristicile prezentate în tabelul 3.43. Conform metodei Backward, s-a obținut modelul regresiei multiple care a inclus scorurile standardizate ale timpului inspirator înregistrat la respirații libere (TiB) (B = 0,639, p = 0,006) și volumul curent măsurat în respirația toracică (Vt) (B = -0,517, p = 0,02) ca predictor ai raportului prevalenței simpatice asupra componentei parasimpatice determinante ale variabilității cardiace (tabelul 3.44).

Considerând coeficienții obținuți, ecuația finală a modelului regresiei multiple pentru modelul dat nu a inclus constanta, care a fost foarte mică ($-7.656 \cdot 10^{-16}$) și a avut formula:

$$LF/HF \text{ în modelul respirație toracică} = Zscore(TiB) * 0,639 - Zscore(Vt) * 0,517$$

Tabelul 3.44 Coeficienții predictorilor pentru modelul RT. IBM SPSS 26 output

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
	(Constant)	-7,6566e-16	0,184		0,000	1,000	-0,400	0,400
	Zscore(TiB)	0,639	0,193	0,639	3,318	0,006	0,220	1,059
	Zscore(Vt)	-0,517	0,193	-0,517	-2,682	0,020	-0,937	-0,097
a. Dependent Variable: Zscore(LF/HF)								

Nota: B – coeficientul nestandardizat al regresiei, Std. Error – eroarea standard pentru coeficientul B, Beta – coeficientul standardizat, t – testul t, Sig. – semnificația, 95,0% Confidence Interval for B – intervalul de încredere 95% pentru B, Lower Bound – limita inferioară, Upper Bound- limita superioară

Condițiile regresiei liniare pentru reziduuri a fost, de asemenea, respectate. Acestea au fost distribuite normal, iar împrăștierea acestora a fost homoscedastică (fig. 3.23).

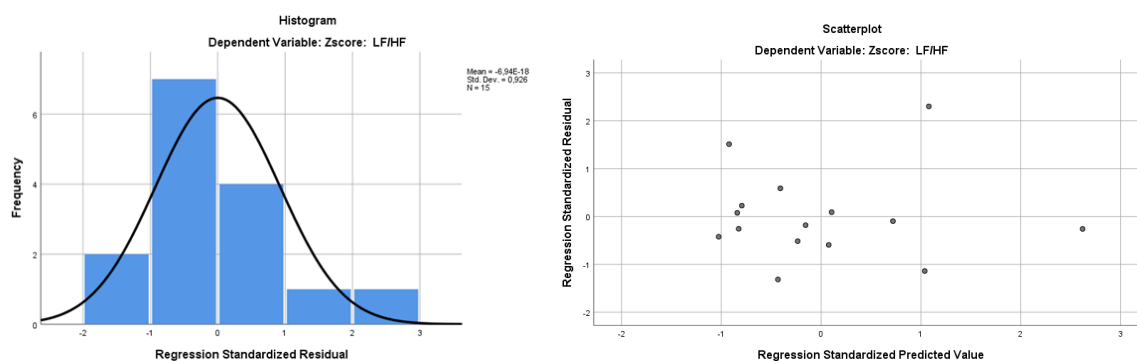


Figura 3.23. Distribuția reziduurilor (stânga); scatterplot al reziduurilor standardizate (dreapta) pentru modelul LF/HF în respirație toracică. IBM SPSS 26 output

Notă – unul din criteriile ca modelul să fie funcțional este distribuția normală a reziduurilor și lipsa oricărei coliniarități

Modelul Respirația cu frecvența 6 respirații/minut R6

Analiza descriptivă a lotului de cercetare supus respirațiilor libere, cât și frecvenței respiratorii de 6/min în raport cu T_i/T_e liber, a fost expusă în tabelul A3.4 și au fost descrise în subcapitolul 3.1.

Datele concludente din literatura de specialitate [6] referitor la influența respirației lente asupra VRC au fost verificate în Modelul R6 prin analiza multivariată. Influența parametrilor măsurați asupra raportului LF/HF care reflectă influențele autonome asupra cordului la persoanele cu respirație abdominală s-a cercetat în modelul predictiv curent. S-a încercat evaluarea potențialului predictiv al scorurilor standardizate ale tuturor parametrilor PR înregistrați în Bernardin stare de repaus și în respirația cu frecvența 6 respirații/minut (tabelul 3.45).

Tabelul 3.45. Datele statistice ale analizei multivariate pentru modelul R6. IBM SPSS 26 output

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	0,710	0,504	0,369	0,794
Predictors: (Constant), Zscore(Ti), Zscore(Te), Zscore(FR)				
Dependent Variable: Zscore(LF/HF)				

Coeficientul de determinare (Adjusted R Squared) a acestui model a fost 0.36, unul destul de scăzut, iar suma pătratelor a constituit 7059 din 14000 posibile. Aceasta înseamnă că modelul elaborat explică doar 36% din dispersia variabilei de interes (echilibrul dintre activitatea simpatică și parasimpatică apreciat pe baza raportului LF/HF la persoanele cu respirația de 6 respirații/min) (tabelul 3.45). Ipoteza nulă (nici un parametru din cei incluși în model nu poate prezice echilibrul dintre activitatea simpatică și parasimpatică apreciat pe baza raportului LF/HF

la persoanele cu respirație de 6/min) nu a fost respinsă ($F = 3,73$, $p=0,045$), testul Fisher fiind ne semnificativ statistic (tabelul 3.46).

Tabelul 3.46 Testul ANOVA pentru Modelul R6. IBM SPSS 26 output

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
6	Regression	7,059	3	2,353	3,730	0,045
	Residual	6,941	11	0,631		
	Total	14,000	14			
Dependent Variable: Zscore(LF/HF)						
Predictors: (Constant), Zscore(Ti), Zscore(Te), Zscore(FR)						

La elaborarea modelului curent, s-a folosit metoda Backward. Modelul rezultat după eliminarea variabilelor ne semnificative este ilustrat în tabelul 3.47. Acesta a inclus drept variabile constanta ($B= 1,258E-16$, $p=1,000$) și valorile standardizate ale Ti ($B= 1,453$, $p= 0,029$), Te ($B= 2,398$, $p= 0,012$), FR ($B= 2,059$, $p= 0,032$). Astfel, s-a determinat că valoarea *LF/HF în 6 respirații/min poate fi prezisă utilizând expresia $Zscore(Ti) * 1,453 + Zscore(Te) * 2,398 + Zscore(FR) * 2,059$.*

Tabelul 3.47. Coeficienții predictorilor pentru Modelul R6. IBM SPSS 26 output

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
6	(Constant)	1,258E-16	0,205		0,000	1,000	-0,451	0,451
	Zscore(Ti)	1,453	0,580	1,453	2,503	0,029	0,175	2,730
	Zscore(Te)	2,398	0,803	2,398	2,985	0,012	0,630	4,167
	Zscore(FR)	2,059	0,838	2,059	2,456	0,032	0,214	3,904
Dependent Variable: Zscore(LF/HF)								

Nota: B – coeficientul nestandardizat al regresiei, Std. Error – eroarea standard pentru coeficientul B, Beta – coeficientul standardizat, t – testul t, Sig. – semnificația, 95,0% Confidence Interval for B – intervalul de încredere 95% pentru B, Lower Bound – limita inferioară, Upper Bound- limita superioară

Condițiile regresiei liniare pentru reziduuri a fost respectate și în acest caz. Distribuția a fost una normală, iar împrăștierea acestora a fost aleatorie, fără careva legități vizibile (fig. 3.24).

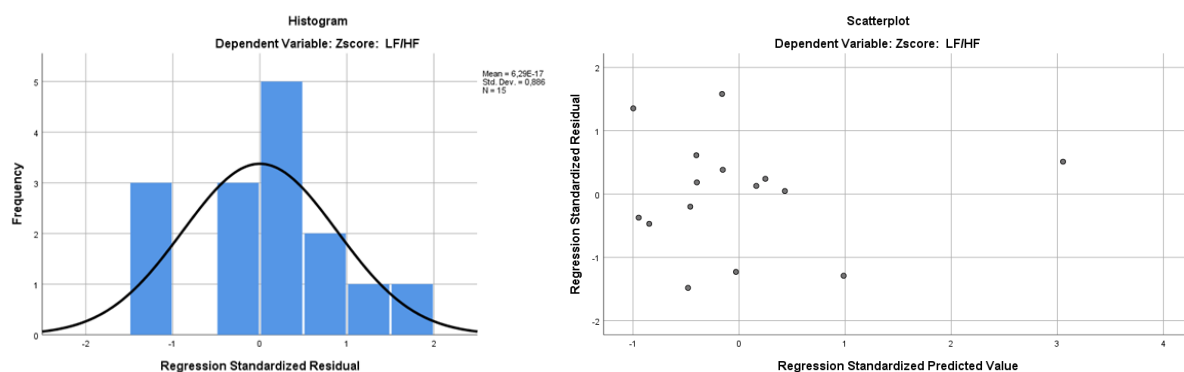


Figura 3.24. Distribuția reziduurilor (stânga); scatterplot al reziduurilor standardizate (dreapta) pentru modelul LF/HF în respirație 6 respirații/min. IBM SPSS 26 output

Notă – unul din criteriile ca modelul să fie funcțional este distribuția normală a reziduurilor și lipsa oricărei colineriatăți

Modelul Respirația cu raportul duratei inspirație/expirație 3 s la 7 s, R3/7

În tabelul A3.5 a fost ilustrate datele analizei descriptive în modelele utilizate în studiu, și anume respirația de repaos (RR) și respirația R3/7. Descrierea detaliată poate fi găsită în subcapitolul 3.2.

Scorurile standardizate a parametrilor respiratori înregistrați în respirația de repaos și în cadrul respirației cu durata inspirației 3 s și durata expirației 7 s au fost folosite pentru crearea modelului predictiv în evaluarea indicelui vegetativ LF/HF.

Tabelul 3.48. Datele statistice ale analizei multivariate pentru modelul R3/7. IBM SPSS 26 output

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	0,996	0,992	0,963	0,193
Predictors: (Constant), Zscore(CC), Zscore(Vt), Zscore(Tt), Sexul, Zscore(VtB), Zscore(CCB), Zscore(LF/HFB), Zscore(Ti), Zscore(TiB), Zscore(FRB), Zscore(MVRB)				
Dependent Variable: Zscore(LF/HF)				

Coeficientul de determinare (Adjusted R Squared) a fost 0,96, ceea ce ne explică că 96% din varianța raportului LF/HF este determinate de factorii de predicție (tabelul 3.48). Suma pătratelor a constituit 13.888 din 14.0 posibile. Aceasta înseamnă că modelul elaborat explică 96% din dispersia variabilei de interes (echilibrul dintre activitatea simpatică și parasimpatică apreciat pe baza raportului LF/HF la persoanele cu raport respirator de 3/7). Ipoteza nulă (nici un parametru din cei incluși în model nu poate prezice echilibrul dintre activitatea simpatică și parasimpatică apreciat pe baza raportului LF/HF la persoanele cu respirație abdominală) nu a fost respinsă ($F = 33.7$, $p < 0.001$) testul Fisher fiind semnificativ statistic (tabelul 3.49).

Tabelul 3.49 Testul ANOVA pentru modelul R3/7. IBM SPSS 26 output

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
	Regression	13,888	11	1,263	33,781	0,007
	Residual	0,112	3	0,037		
	Total	14,0	14			

Dependent Variable: Zscore: LF/HF
 Predictors: (Constant), Zscore(CC), Zscore(Vt), Zscore(Tt), Sexul, Zscore(VtB), Zscore(CCB), Zscore(LF/HFB), Zscore(Ti), Zscore(TiB), Zscore(FRB), Zscore(MVRB)

La elaborarea modelului, s-a utilizat metoda Backward. Conform acesteia, inițial, toate variabilele potențiale au fost incluse în model, după care, parametrii nesemnificativi au fost excluși până la momentul când au rămas doar combinația optimă de variabile pentru a forma ecuația de regresie și a prezice rezultatul studiat. Modelul rezultat este prezentat în tabelul 3.50. Acesta a inclus drept variabile constanta ($B= 2,110$, $p=0,011$), ale volumului curent în stare de repaos VtB ($B= -3.376$, $p= 0,018$), ale timpului inspirator TiB ($B= 1,563$, $p= 0,004$) și valorile standardizate ale MVRB ($B= 3,352$, $p= 0,017$), FR ($B= -2,689$, $p= 0,023$), durata ciclului cardiac ($B= 0,971$, $p= 0,007$), raportul bazal LF/HFB ($B= -0,616$, $p= 0,01$), precum și variabile obținute după aplicarea tipului de respirație 3/7, volumul curent Vt ($B=0,633$, $p= 0,008$), timpul de inspirație Ti ($B= -0,692$, $p= 0,028$), timpul total al ciclului respirator Tt ($B= 1,771$, $p= 0,008$), durata ciclului cardiac CC ($B= -0,956$, $p= 0,018$).

Tabelul 3.50. Coeficienții predictorilor pentru Modelul R3/7. IBM SPSS 26 output

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
(Constant)	2,110	0,377		5,592	0,011	0,909	3,311
Sexul	-1,507	0,267	-0,764	-5,641	0,011	-2,358	-0,657
Zscore(VtB)	-3,376	0,708	-3,376	-4,766	0,018	-5,630	-1,121
Zscore(TiB)	1,563	0,198	1,563	7,880	0,004	0,932	2,195
Zscore(MVRB)	3,352	0,700	3,352	4,786	0,017	1,123	5,581
Zscore(FRB)	-2,689	0,622	-2,689	-4,322	0,023	-4,668	-0,709
Zscore(CCB)	0,971	0,146	0,971	6,643	0,007	0,506	1,436
Zscore(LF/HFB)	-0,616	0,106	-0,616	-5,808	0,010	-0,954	-0,279
Zscore(Vt)	0,633	0,098	0,633	6,454	0,008	0,321	0,945
Zscore(Ti)	-0,692	0,173	-0,692	-3,996	0,028	-1,243	-0,141
Zscore(Tt)	1,771	0,236	1,771	7,510	0,005	1,021	2,522
Zscore(CC)	-0,956	0,203	-0,956	-4,719	0,018	-1,601	-0,311

Dependent Variable: Zscore(LF/HF)

Nota: B – coeficientul nestandardizat al regresiei, Std. Error – eroarea standard pentru coeficientul B, Beta – coeficientul standardizat, t – testul t, Sig. – semnificația, 95,0% Confidence Interval for B – intervalul de încredere 95% pentru B, Lower Bound – limita inferioară, Upper Bound- limita superioară

Astfel, s-a determinat că valoarea LF/HF în raportul respirator de 3/7 poate fi prezisă utilizând expresia:

$$LF/HF \text{ în modelul respirație } R3/7 = \text{Sexul} * (-1,507) - \text{Zscore}(VtB) * 3,376 + \text{Zscore}(TiB) * 1,563 + \text{Zscore}(MVRB) * 3,352 - \text{Zscore}(FR) * 2,689 + \text{Zscore}(CCB) * 0,971 - \text{Zscore}(LF/HFB) * 0,616 + \text{Zscore}(Vt) * 0,633 - \text{Zscore}(Ti) * 0,692 + \text{Zscore}(Tt) * 1,771 - \text{Zscore}(CC) * 0,956$$

Condițiile regresiei liniare pentru reziduuri a fost respectate și în aceste condiții. Distribuția a fost normală, iar împrăștierea acestora a fost homoscedastică (figura 3.25).

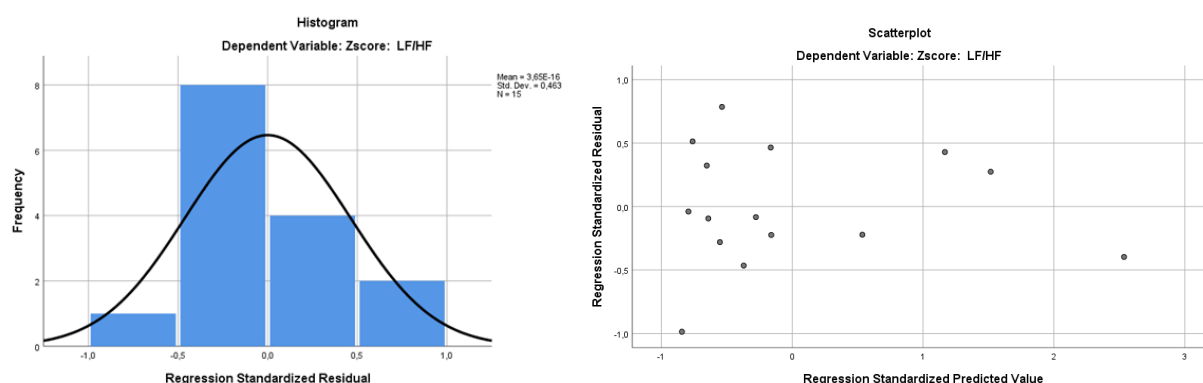


Fig. 3.25. Distribuția reziduurilor (stânga); scatterplot al reziduurilor standardizate (dreapta) pentru modelul LF/HF în respirație 3/7. IBM SPSS 26 output

Notă – unul din criteriile ca modelul să fie funcțional este distribuția normală a reziduurilor și lipsa oricărei coliniarități

Modelul Respirația cu raportul duratei inspirație/expirație 7 s la 3 s, R7/3

În tabelul A3.6, este ilustrată statistica descriptivă a variabilelor obținute în timpul respirației cu raportul 7/3. Analiza detaliată a fost expusă în capitolul 3.2

Valorile parametrilor respiratori înregistrați în respirația de repaos și în cadrul respirației cu durata inspirației 7 s și durata expirației 3 s au fost folosite pentru crearea modelului predictiv în evaluarea indicelui vegetativ LF/HF, Modelul R7/3.

Tabelul 3.51. Datele statistice ale analizei multivariate pentru Modelul R7/3. IBM SPSS 26 output

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	0,938	0,879	-0,691	5,659
Predictors: (Constant), Zscore(CCB), Zscore(MVRB), Zscore(MVR), Zscore(TiB), Zscore(Ti), Zscore(TeB), Zscore(LF/HFB), Zscore(CC), Zscore(Te), Zscore(Tt), Zscore(FRB), Zscore(Vt), Zscore(FR)				
Dependent Variable: Zscore(LF/HF)				

Coefficientul de determinare (Adjusted R Squared) a fost -0,691, lucru sugestiv pentru faptul că în modelul dat au fost introduși prea mulți predictorii (tabelul 3.51). Suma pătratelor a constituit 233,288 posibile din 265,259 posibile. Ipoteza nulă (nici un parametru din cei incluși în model nu poate prezice echilibrul dintre activitatea simpatică și parasimpatică apreciat pe baza raportului LF/HF la persoanele cu respirație abdominală) nu a fost respinsă ($F = 0,56$, $p = 0,796$), testul Fisher fiind ne semnificativ statistic (tabelul 3.52).

Tabelul 3.52 Testul ANOVA pentru modelul R7/3. IBM SPSS 26 output

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
	Regression	233,228	13	17,941	0,560	0,796
	Residual	32,031	1	32,031		
	Total	265,259	14			
Dependent Variable: Zscore(LF/HF)						
Predictors: (Constant), Zscore(CCB), Zscore(MVRB), Zscore(MVR), Zscore(TiB), Zscore(Ti), Zscore(TeB), Zscore(LF/HFB), Zscore(CC), Zscore(Te), Zscore(Tt), Zscore(FRB), Zscore(Vt), Zscore(FR)						

După cum s-a menționat mai sus, modelul a inclus printre cele mai multe variabile independente chiar și după utilizarea tehnicii Backward (tabelul 3.53). Pe lângă constanta de 1801,59 ($p = 0,853$), acestea au fost VtB ($B = -150,157$, $p = 0,652$), TiB ($B = 3,737$, $p = 0,892$), TeB ($B = 16,721$, $p = 0,633$), MVRB ($B = 9,225$, $p = 0,634$), FRB ($B = -0,437$, $p = 0,865$), CC ($B = 19,606$, $p = 0,629$), LF/HFB ($B = 0,331$, $p = 0,943$), Ti ($B = -3,780$, $p = 0,961$), Te ($B = -20,047$, $p = 0,78$), Tt ($B = -87,345$, $p = 0,859$), MVR ($B = 0,645$, $p = 0,734$), FR ($B = -144,008$, $p = 0,860$), CC ($B = -23,586$, $p = 0,663$).

$$LF/HF \text{ în modelul respirație R7/3} = 1801,593 - Zscore(VtB) * 150,157 + Zscore(TiB) * 3,737 + Zscore(TeB) * 16,721 + Zscore(MVRB) * 9,225 - Zscore(FRB) * 0,422 + Zscore(CCB) * 19,606 + Zscore(LF/HFB) * 0,331 - Zscore(Ti) * 3,780 - Zscore(Te) * 20,047 - Zscore(Tt) * 87,345 + Zscore(MVR) * 0,645 - Zscore(FR) * 144,008 - Zscore(CC) * 23,586$$

Tabelul 3.53. Coeficienții predictorilor pentru Modelul R7/3. IBM SPSS 26 output

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95.0% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
(Constant)	1801,593	7675,607		0,235	0,853	-95726,243	99329,429
Zscore(VtB)	-150,157	246,811	-3,492	-0,608	0,652	-3286,184	2985,871
Zscore(TiB)	3,737	21,751	0,305	0,172	0,892	-272,636	280,111
Zscore(TeB)	16,721	25,738	3,348	0,650	0,633	-310,310	343,753
Zscore(MVRB)	9,225	14,256	3,372	0,647	0,634	-171,915	190,365
Zscore(FRB)	-0,437	2,029	-0,422	-0,215	0,865	-26,218	25,344
Zscore(CCB)	19,606	29,791	0,637	0,658	0,629	-358,929	398,141
Zscore(LF/HFB)	0,331	3,716	0,110	0,089	0,943	-46,879	47,541

Zscore(Ti)	-3,780	62,198	-0,098	-0,061	0,961	-794,086	786,525
Zscore(Te)	-20,047	25,654	-1,330	-0,781	0,578	-346,008	305,913
Zscore(Tt)	-87,345	388,633	-3,723	-0,225	0,859	-5025,400	4850,710
Zscore(MVR)	0,645	1,451	0,322	0,445	0,734	-17,787	19,077
Zscore(FR)	-144,008	644,311	-3,665	-0,224	0,860	-8330,756	8042,740
Zscore(CC)	-23,586	40,329	-0,571	-0,585	0,663	-536,009	488,836
Dependent Variable: Zscore(LF/HF)							

Nota: *B* – coeficientul nestandardizat al regresiei, *Std. Error* – eroarea standard pentru coeficientul *B*, *Beta* – coeficientul standardizat, *t* – testul *t*, *Sig.* – semnificația, 95,0% *Confidence Interval for B* – intervalul de încredere 95% pentru *B*, *Lower Bound* – limita inferioară, *Upper Bound*- limita superioară

În mod previzibil, semnificațiile fiecărui predictor sunt mult peste valorile coeficientului statistic $\alpha = 0.05$ admis în cercetarea curentă, pornind de la numărul mare de predictorii rămași în model comparativ cu numărul de unități statistice utilizate la elaborarea modelului. Din aceste considerente, modelul ar urma să fie perfecționat prin studii în continuare pe loturi mai mari.

Distribuția reziduurilor prezentată în figura 3.26 (stânga) și împrăștierea acestora (dreapta) vorbesc despre faptul că modelul ar fi unul funcțional și ar putea fi luat în considerație la predicția raportului LF/HF în respirație cu raportul duratei timpului inspirației la durata timpului de expirație egal cu 7/3.

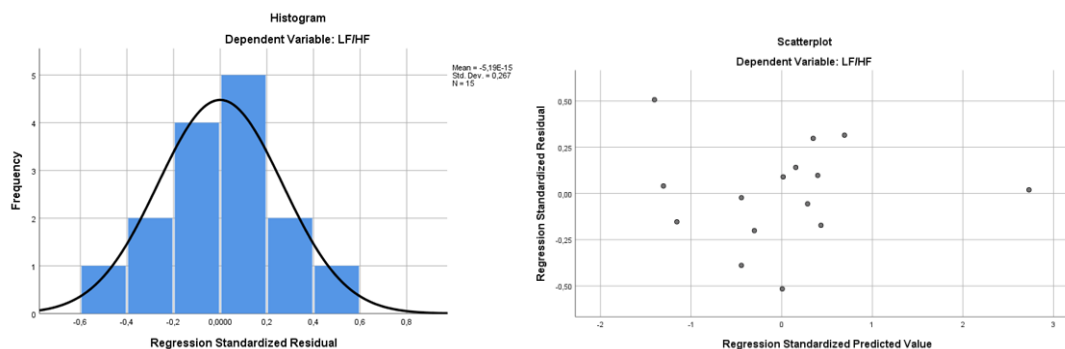


Figura 3.26. Distribuția reziduurilor (stânga); scatterplot al reziduurilor standardizate (dreapta) pentru modelul LF/HF în respirație 7/3. IBM SPSS 26 output

Notă – unul din criteriile ca modelul să fie funcțional este distribuția normală a reziduurilor și lipsa oricărei coliniarități

Modelul Respirația cu raportul duratei inspirație/expirație 5 s la 5 s, R5/5

În continuare urmează descrierea modelului de stabilire a predictorilor pentru modelul de respirație R5/5. Aceste date ale analizei descriptive obținute după aplicarea acestui tipar de respirație sunt ilustrate în tabelul A3.7.

Pentru crearea modelului predictiv în evaluarea indicelui vegetativ LF/HF (R5/5) au fost folosite scorurile standardizate a parametrilor respiratori înregistrați în respirația de repaos și în cadrul respirației cu durata inspirației 5 s și durata expirației 5.

Tabelul 3.54. Datele statistice ale analizei multivariate pentru Modelul R5/5. IBM SPSS 26 output

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	0,965 ^e	0,931	0,805	0,441
Predictors: (Constant), Sexul, Zscore(FRB), Zscore(MVR), Zscore(LF/HFB), Zscore(CCB), Zscore(TeB), Zscore(FR), Zscore(Te), Zscore(VtB)				
Dependent Variable: Zscore(LF/HF)				

Pentru acest model statistic, coeficientul de determinare (Adjusted R Squared) a fost 0,08, astfel putem preciza că 80% din varianța raportului LF/HF (echilibrul dintre activitatea simpatică și parasimpatică apreciat pe baza raportului LF/HF la persoanele cu raport respirator de 5/5) este determinate de factorii de predicție expuși în tabelul 3.54. Suma pătratelor a constituit 13,027 din 14,0 posibile. Ipoteza nulă (nici un parametru din cei incluși în model nu poate prezice echilibrul dintre activitatea simpatică și parasimpatică apreciat pe baza raportului LF/HF la persoanele cu respirație abdominală) nu a fost respinsă ($F = 7,4$ $p < 0,05$) testul Fisher fiind semnificativ statistic (tabelul 3.55).

Tabelul 3.55 Testul ANOVA pentru modelul 5/5. IBM SPSS 26 output

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
	Regression	13,027	9	1,447	7,441	0,020
	Residual	0,973	5	0,195		
	Total	14,000	14			
Dependent Variable: Zscore(LF/HF)						
Predictors: (Constant), Sexul, Zscore(FRB), Zscore(MVR), Zscore(LF/HFB), Zscore(CCB), Zscore(TeB), Zscore(FR), Zscore(Te), Zscore(VtB)						

Metoda Backward s-a utilizat la elaborarea și acestui model. Inițial, au fost incluse în model toate variabilele existente, apoi au fost excluse cele ne semnificative. Modelul rezultat este prezentat în tabelul 3.56. Acesta a inclus drept variabile constanta ($B = -9,819$, $p = 0,001$), a volumului curent în stare de repaos VtB ($B = -3,710$, $p = 0,002$), a timpului expirator TeB ($B = -6,900$, $p = 0,004$), a frecvenței respiratorii FRB ($B = -8,84$, $p = 0,003$), durata ciclului cardiac CCB ($B = -1,199$, $p = 0,005$), raportul bazal LF/HFB ($B = 2,937$, $p = 0,004$), precum și variabile obținute după aplicarea tipului de respirație 5/5, timpul expirator Te ($B = 2,700$, $p = 0,003$), minut volumul respirator MVR ($B = 1,747$, $p = 0,003$), frecvența respiratorie FR ($B = -2,872$, $p = 0,004$) și sexul respondenților ($B = 7,014$, $p = 0,001$). Astfel, s-a determinat că valoarea LF/HF în raportul respirator de 5/5 poate fi prezisă utilizând expresia:

LF/HF în în modelul respirație R5/5 = $-Zscore(VtB) * 3.710 - Zscore(TeB) * 6.900 - Zscore(FRB) * 8.875 - Zscore(CCB) * 1.199 + Zscore(LF/HFB) * 2.937 + Zscore(Te) * 2.700 - Zscore(MRV) * 1.747 - Zscore(FR) * 2.872 - Zscore(Sexul) * 7.014$

Tabelul 3.56. Coeficienții predictorilor pentru Modelul R5/5. IBM SPSS 26 output

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
(Constant)	-9,819	1,485		-6,612	,001	-13,637	-6,002
Zscore(VtB)	-3,710	,639	-3,710	-5,809	,002	-5,352	-2,068
Zscore(TeB)	-6,900	1,392	-6,900	-4,956	,004	-10,479	-3,321
Zscore(FRB)	-8,875	1,623	-8,875	-5,470	,003	-13,047	-4,704
Zscore(CCB)	-1,199	,251	-1,199	-4,777	,005	-1,845	-,554
Zscore(LF/HFB)	2,937	,590	2,937	4,976	,004	1,420	4,455
Zscore(Te)	2,700	,505	2,700	5,343	,003	1,401	3,998
Zscore(MVR)	1,747	,314	1,747	5,561	,003	,940	2,555
Zscore(FR)	-2,872	,575	-2,872	-5,000	,004	-4,349	-1,396
Sexul	7,014	1,058	3,557	6,631	,001	4,295	9,733

a. Dependent Variable: Zscore(LF/HF)

Nota: *B* – coeficientul nestandardizat al regresiei, *Std. Error* – eroarea standard pentru coeficientul *B*, *Beta* – coeficientul standardizat, *t* – testul *t*, *Sig.* – semnificația, *95,0% Confidence Interval for B* – intervalul de încredere 95% pentru *B*, *Lower Bound* – limita inferioară, *Upper Bound*- limita superioară

Reziduurile modelului obținut în cadrul regresiei liniare au întrunit condițiile necesare. S-a observat o ușoară distribuție asimetrică la dreapta și o împrăștiere aleatorie fără careva legități de repartizare (fig. 3.27).

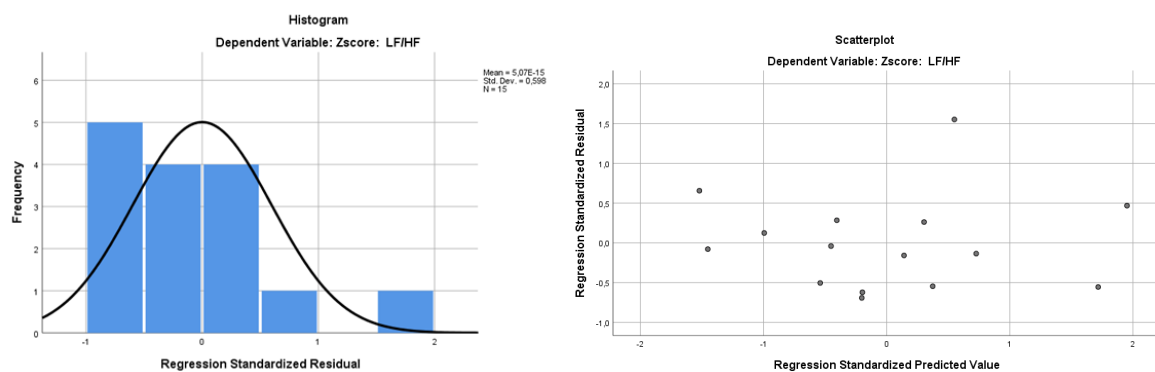


Figura 3.27. Distribuția reziduurilor (stânga); scatterplot al reziduurilor standardizate (dreapta) pentru modelul LF/HF în respirație 5/5. IBM SPSS 26 output

Notă – unul din criteriile ca modelul să fie funcțional este distribuția normală a reziduurilor și lipsa oricărei coliniarități

Caracteristicile enumerate fac posibilă considerarea modelului elaborat ca fiind unul optim în predicția LF/HF la persoanele cu raportul respirator de 5/5 pornind de la datele luate în calcul.

În concluzie, rezultatele prezentate în acest capitol ne permit să afirmăm că în prezicerea variației raportului simpatovagal LF/HF cel mai evident parametru al PR cu valoare predictivă din șirul parametrilor respiratori înregistrați în cele 7 modele ale respirației este minut-volumul respirator (l/min), înregistrat în respirația de repaos. Acesta poate prezice raportul LF/HF în respirația RA, R3/7 și R7/3. Creșterea cu o unitate a MVR în respirația de repaos prezice scăderea cu o unitate a raportului LF/HF în RA, fapt ce ne-ar permite să presupunem că persoanele cu MVR crescut în repaos prin schimbarea PR la unul predominant abdominal ar putea scădea raportului LF/HF pe baza dominantei parasimpatice. La fel am stabilit că un MVR mărit în timpul respirației de repaos servește ca predictor pentru creșterea raportului LF/HF în cadrul modelelor de respirație R3/7 și R7/3. Ca rezultat, aceste modele de respirație nu pot fi folosite pentru reducerea raportului LF/HF la persoanele cu minut-volumul ridicat.

Raportul LF/HF înregistrat în modelele de respirație R3/7 și R7/3 a fost asociat și cu durata fazei de inspirație și expirație înregistrate în modelul respirației de repaos, însă aceste asocieri nu au scos în evidență careva efect de îmbunătățire a echilibrului simpatovagal.

Un alt parametru al PR înregistrat în timpul respirației de repaos, care a fost estimat în calitate de predictor pentru raportul LF/HF în respirația abdominală, este timpul total al unui ciclu respirator, Tt. Astfel, am putea presupune că persoanele cu frecvența respirației înaltă în repaos și respectiv o durată mică a ciclului respirator pot reduce echilibrul simpatovagal în timpul respirației abdominale, ceea ce reflectă o trecere la o „dominanță parasimpatică”.

În final, putem afirma că modularea cu ajutorul modelului de respirație abdominală a acestor doi parametri ai pattern-ului respirator, MVR și durata totală a unui ciclu respirator de care depinde frecvența respirației, înregistrați în timpul respirației obișnuite la persoanele sănătoase, pot îmbunătăți echilibru autonom pe contul creșterii dominanței parasimpatice.

4. INTERACȚUNI CARDIORESPIRATORII LA PERSOANE CU ANXIETATE ȘI TRATAMENT PRIN BIOFEEDBACK RESPIRATOR

4.1. Analiza comparativă ai parametrilor PR și VRC la persoanele cu anxietate

joasă și ridicată în probe funcționale.

Pattern-ul respirator reprezintă un complex de factori psihofiziologici cu o înaltă sensibilitate și precizie, deoarece poate reflecta prin modificările sale activitatea centrilor segmentari și suprasedimentari cu rol în reglarea respirației.

Perturbările pattern-ului respirator, pe lângă faptul că sunt considerate un factor important declanșator, patogenetic și agravant, servesc și drept simptom specific stărilor de anxietate cu respirație disfuncțională, de exemplu, sindromul de hiperventilație.

Este cunoscut faptul, că anxietatea mărită se asociază cu tulburări vegetative, și aceste tulburări pot fi studiate prin analiza VRC, care reprezintă un parametru fundamental homeostatic și, anume, modificările acestei variabilități pot servi ca markeri ai stărilor de anxietate.

Analiza parametrilor PR și a valorilor oscilațiilor componentelor spectrale ale VRC la persoane cu anxietate joasă și ridicată, care au fost înregistrate în 5 probe funcționale (RR, HV, PHV, AV, PAV), a fost efectuată cu scopul de a studia modificările parametrilor PR și a VRC sub influența comenzilor voluntare comportamentale. Pentru fiecare componentă a fost calculată mediana, P25, P75, media și deviația standard în fiecare probă funcțională în interiorul lotului, apoi acești parametri au fost comparați între loturi.

Valorile anxietății de stare (AS) și personale (AP) la subiecți incluși în studiu, stabilite cu ajutorul chestionarului de anxietate personală și reactivă Spielberg, sunt prezentate în tabelul 4.1. În baza acestor rezultate a fost format lotul cu anxietate joasă (AJ), care a inclus toate persoanele (n=17) cu valori ale anxietății de stare și personale mai mici de 45, și lotul cu anxietate ridicată (AR), care, la fel, a inclus persoane (n=17) cu nivelurile anxietății de stare și personale ridicate, peste 45.

Tabelul 4.1. Valorile anxietății de stare și personale la subiecți

	AJ							AR						
	Min	Max	Mea n	SD	Pe 25	Medi ana	P 75	Min	Max	Mea n	SD	P 25	Medi ana	P 75
AS	19,00	30,00	25,24	3,54	22,00	26,00	28,00	46,00	56,00	48,59	2,96	46,00	48,00	50,00
AP	25,00	45,00	37,59	5,28	34,00	39,00	40,00	52,00	72,00	63,00	6,15	60,00	65,00	66,00

Rezultatele prezentate în tabel arată că mediana nivelului de anxietate de stare în lotul AJ este 26,0 (P25=22,0; P75=28,0), iar în lotul AR mediana este 48,0 (P25=46,0; P75=50,0). Nivelul de anxietate personală are valori ale medianei în lotul AJ 39,0 (P25=34,0; P75=40,0), iar în lotul AR este 65,0 (P25=60,0; P75=66,0).

Rezultatele testului Mann-Whitney, prezentate în Fig. 4.1, demonstrează că rangurile nivelului de anxietate personală și reactivă, precum și rangul mediu al acestor nivele în lotul persoanelor AR, este statistic veridic mai mare ($U=289,00$; $p<0,05$) decât în lotul AJ.

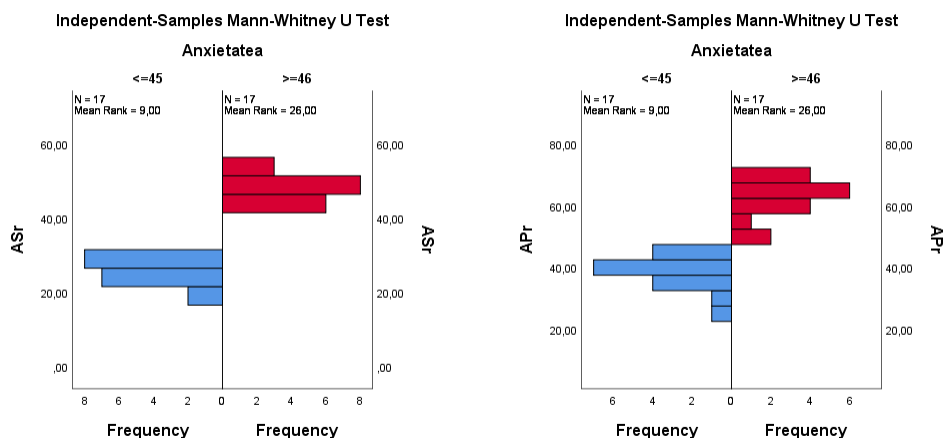


Fig 4.1. Rangurile medii ale nivelului de anxietate de stare AS (dreapta) și anxietate personală Ap (stânga).

Analiza parametrilor PR la persoanele cu anxietate joasă și ridicată în probe funcționale.

Caracteristicile parametrilor PR în probele funcționale la persoanele din AJ și AR, care au inclus V_t , T_i , T_e , T_t , V_t/T_i , MVR, urmează să fie prezentate separat (tabelul A2.1).

Analiza variației Friedman, în tot șirul de valori a V_t , în probele funcționale ale lotului AJ, a evidențiat o diferență statistică ($\chi^2=28,27$, $p=0,001$)

Astfel, V_t , la persoanele din lotul AJ, prezintă o mediană de 0,35 l ($P_{25}=0,32$; $P_{75}=0,52$), iar în cazul hiperventilației, această valoare crește statistic veridic ($p<0,001$) practic de 3 ori, fiind 0,96 l ($P_{25}=0,67$ l; $P_{75}=1,12$ l), la recuperarea după hiperventilație, V_t revine la valori, care au fost înregistrate în repaus și, anume, 0,37 l ($P_{25}=0,33$ l; $P_{75}=0,49$ l). În perioada de recuperare după apnee am înregistrat o creștere nesemnificativă a V_t la 0,47 l ($P_{25}=0,32$ l; $P_{75}=0,54$ l), comparativ cu valoarea V_t în repaus (tabelul 4.2, fig. 4.2).

Tabelul 4.2. Compararea în perechi (testul Wilcoxon) pentru parametrul V_t în lotul AJ și AR

	AJ		AR	
	Test Statistic	p	Test Statistic	p
PHV-HV	1,941	0,000	2,000	0,000
RR-HV	1,941	0,000	2,000	0,000
PHV-PAV	0,059	1,000	0,471	1,000
RR-PAV	0,059	1,000	0,471	1,000
PHV-RR	0,000	1,000	0,000	1,000
PAV-HV	1,882	0,000	1,529	0,003

În lotul persoanelor cu anxietate ridicată, rezultatele testului Friedman pentru șirul de valori V_t , înregistrate în probele funcționale, a scos în evidență existența unei diferențe statistice veridice ($\chi^2=27,494$, $p=0,001$) între aceste șiruri de valori.

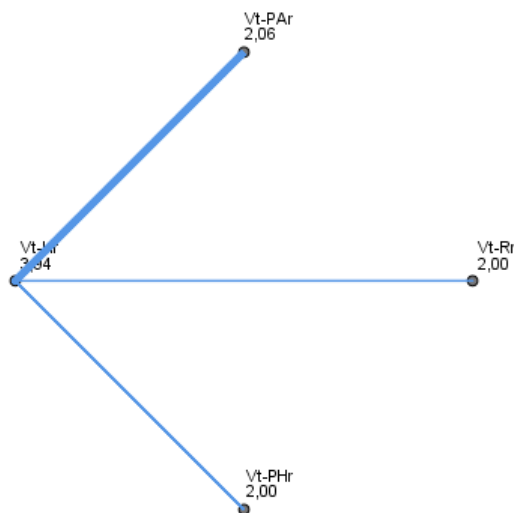


Fig. 4.2 Comparația în perechi a rangurilor V_t în lotul AJ în 4 probe respiratorii. Linia albastră - $p \leq 0,05$; linia roșie – $p > 0,05$; lipsa liniei – $p = 1$.

Valoarea medianei V_t , în lotul persoanelor cu anxietate ridicată, în respirația de repaus este 0,29 l (P25=0,24 l; P75=0,39 l), iar în proba cu hiperventilație V_t crește semnificativ de 2.7 ori ($p < 0,001$), atingând valoarea de 0,79 l (P25=0,63 l; P75=1,18 l), pe când, în perioada de restabilire de hiperventilație, mediana V_t revine la valori de repaus de 0,29 l (P25=0,24 l; P75=0,45 l). Hiperventilația reprezintă unul din cele mai severe simptome ale anxietății. Testul de hiperventilație, folosit în cazul persoanelor cu anxietate, este o probă funcțională, care scoate în evidență o tulburare cunoscută sub denumirea de sindrom de hiperventilație. Valoarea ridicată a nivelului de anxietate, stabilită de testul Spielberger, și faptul că testul de hiperventilație nu a inițiat circuitul vicios de continuare al hiperventilației după finisarea acestei probe, permite de a afirma, cu certitudine, absența atacurilor de panică la aceste persoane cu nivel ridicat de anxietate.

Apneea voluntară a indus o creștere nesemnificativă a V_t în perioada de restabilire după apnee, față de aceasta în respirația de repaus. Astfel, mediana V_t în proba post-apnee este 0,37 l (P25=0,24 l; P75=0,41 l) (Fig. 4.3).

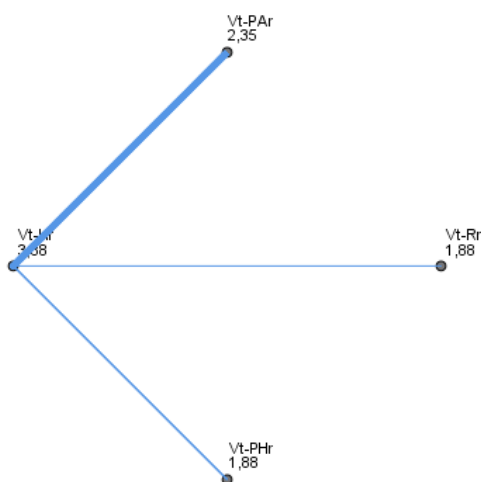


Fig. 4.3 Comparația în perechi a rangurilor Vt în lotul AR în 4 probe respiratorii. Linia albastră - $p \leq 0,05$; linia roșie – $p > 0,05$; lipsa liniei – $p = 1$.

Pentru a stabili existența diferențelor veridice între loturile de studiu a fost aplicată analiza statistică Mann-Whitney. Rezultatele testului pentru parametrul Vt la cele 2 loturi de persoane cu anxietate joasă AJ și ridicată AR, în probele funcționale de HV, PHV și PAV, sunt prezentate în figurile de mai jos. Astfel, în respirația de repaus există o diferență statistic veridică între valorile Vt la persoanele cu anxietate joasă și persoanele cu anxietate ridicată ($U=86,0$, $p < 0,05$). (Fig. 4.4)

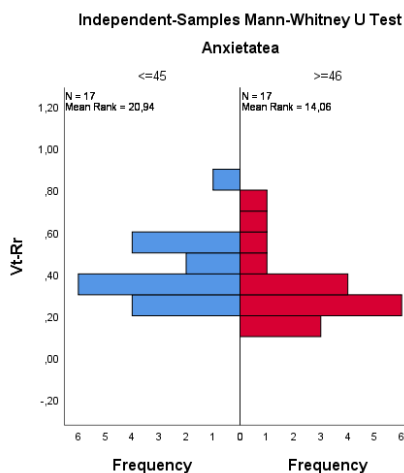


Fig. 4.4 Testul Mann-Whitney pentru Vt în perioadele de repaus.

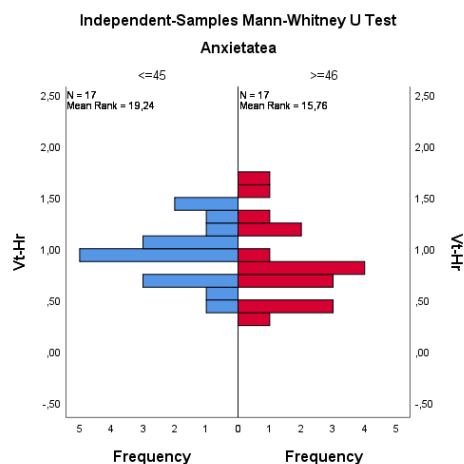


Fig. 4.5 Testul Mann-Whitney pentru Vt în proba de hiperventilație.

Proba cu hiperventilație duce la o majorare evidentă a Vt în ambele loturi de studii, rezultatele testului Mann-Whitney atestă ca nu există diferență statistic semnificativă între aceste valori majorate ($p > 0,05$), deși reactivitatea indicelui Vt în cursul hiperventilației voluntare este mai mică la subiecții AR, comparativ cu AJ (Fig. 4.5). În perioada post-hiperventilație, reactivitatea indicelui Vt rămâne crescută la persoanele lotului AJ față de lotul AR, dar această

diferență nu este statistic veridică. Deci, deconectarea programului voluntar de hiperventilație scoate în evidență 2 strategii de restabilire a Vt: prin inerție, pentru lotul AJ și prin diminuare, în lotul AR (Fig. 4.6). Proba post-apnee susține aceste 2 strategii de restabilire a Vt și, anume, persoanele din lotul AJ respiră cu volume mai mari (0,47 l) în perioada post-apnee, comparativ cu persoanele din lotul AR (0,37 l), dar această diferență nu este statistic semnificativă ($p=0,053$) (Fig. 4.7).

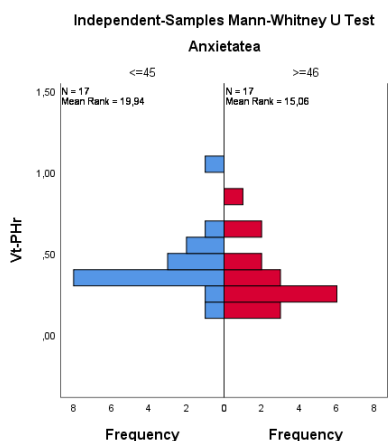


Fig. 4.6 Testul Mann-Whitney pentru Vt în perioada după hiperventilație

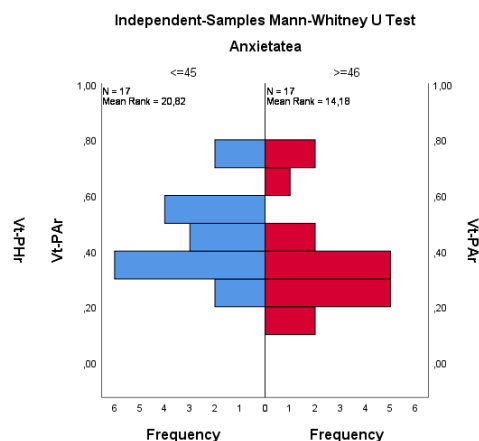


Fig. 4.7 Testul Mann-Whitney pentru Vt în perioada după apnee voluntară

Parametrii de timp ai PR, reprezentați de T_i , T_e , T_t și raportul T_i/T_t , care reprezintă cota-parte ce revine inspirației din durată totală a unui ciclu respirator, au fost analizați în cele 2 loturi, AJ și AR, în probele funcționale în cadrul fiecărui lot, precum și între loturi.

Rezultatele testului Friedman arată că durată T_i la persoanele cu nivel scăzut de anxietate nu prezintă diferență statistic semnificativă în probele funcționale ($\chi^2=0,035$, $p=0,998$), de aceea compararea acestui indice în lotul AJ nu va fi prezentată. Durata T_e , în acest lot de studiu, prezintă diferențe generale statistic semnificative ($\chi^2=31,8$, $p<0,05$), respectiv, durată unui ciclu respirator la persoanele din lotul AJ, care prezintă suma între T_i și T_e , la fel, prezintă diferențe statistic veridice ($\chi^2=20,78$, $p<0,05$) și, respectiv, această diferență generală statistic veridică ($\chi^2=26,65$, $p<0,05$) se păstrează la compararea raportului T_i/T_t în probele funcționale.

Persoanele cu anxietate joasă, în respirația de repaus, prezintă o mediană pentru durată T_i de 1,44 s ($P_{25}=1,4$ s; $P_{75}=1,57$ s), pentru durată T_e - 2,17 s ($P_{25}=1,85$ s; $P_{75}=2,49$ s) și, respectiv, T_t - 3,67 s ($P_{25}=3,25$ s; $P_{75}=4,09$ s). Aceste valori demonstrează că cota-parte, care revine duratei inspirației din durată totală a ciclului respirator, ar avea o mediană de 42% ($P_{25}=40$; $P_{75}=45$) (tabelul A2.1).

În timpul hiperventilației voluntare am înregistrat o creștere cu 17% a frecvenței respirației, comparativ cu respirația de repaus, care rezultă din scurtarea ciclului respirator pe

contul fazei de expirație, fără modificarea fazei de inspirație. Astfel, medianele acestor parametri de timp ai PR sunt aproape de valorile lor în respirația de repaus, și, anume, T_i are mediana 1,38 s ($P_{25}=1,35$ s; $P_{75}=1,47$ s), T_e este redus ne semnificativ la 1,65 s ($P_{25}=1,62$; $P_{75}=1,69$), la fel, este redusă și durata T_t , fiind 3,03 s ($P_{25}=2,99$; $P_{75}=3,05$). Astfel, aceste valori explică creșterea ne semnificativă ($p>0,05$) și a raportului T_i/T_t la 46 % ($P_{25}=45$; $P_{75}=46$) în HV, față de respirația de repaus (Tabelul 4.3).

În perioada după hiperventilație, la persoanele cu anxietate joasă se reduce frecvența respirației cu 25%, comparativ cu respirația de repaus. Frecvența se reduce ne semnificativ pe contul creșterii duratei T_i (mediana - 1,56 s ($P_{25}=1,49$; $P_{75}=1,64$), față de valoarea de repaus a duratei T_e (mediana T_e - 2,9 s ($P_{25}=2,09$; $P_{75}=4,35$), fiind veridic statistic mai mare ($W=1,53$, $p<0,05$), comparativ cu durata T_e în respirația de repaus (tabelul 4.3) și, respectiv, a duratei totale a unui ciclu respirator T_t la 4,57 s ($P_{25}=3,7$; $P_{75}=5,86$) (tabelul A2.1), această creștere diferă veridic statistic față de durata ciclului respirator în perioada de repaus ($p<0,05$). Creșterea duratei inspirației, expirației și, respectiv, a duratei unui ciclu respirator, modifică și raportul T_i/T_t , care se reduce la 38 % ($P_{25}=31$; $P_{75}=44$), fiind statistic semnificativ față de valoarea lui în repaus ($p<0,05$) (Tabelul 4.3).

După proba cu apneea voluntară, parametrii PR, la persoanele cu anxietate joasă, prezintă valori asemănătoare respirației de repaus (tabelul A2.1). Astfel, mediana pentru durata T_i este 1,55 s ($P_{25}=1,41$; $P_{75}=1,67$), pentru durata T_e - 2,1 s ($P_{25}=1,94$ s; $P_{75}=2,63$ s) și, respectiv, pentru durata totală a unui ciclu respirator T_t - 3,55 s ($P_{25}=3,43$ s; $P_{75}=4,36$ s). La fel și raportul duratei inspirației la durata totală a ciclului respirator este de 42% ($P_{25}=41$; $P_{75}=45$), ca și în timpul respirației de repaus.

Tabelul 4.3. Compararea în perechi (testul Wilcoxon) a parametrilor de timp T_e , T_t , T_i/T_t în lotul persoanelor cu anxietate joasă.

Perechi de modele funcționale	T_e (s)		T_t (s)		T_i/T_t	
	Test Statistic	p	Test Statistic	p	Test Statistic	p
HV-RR	-0,882	0,278	-0,588	1,000	0,824	0,377
HV-PAV	-1,529	0,003	-1,118	0,070	1,294	0,021
HV-PHV	-2,412	0,000	-1,941	0,000	2,235	0,000
RR-PAV	0,647	0,864	0,529	1,000	-0,471	1,000
RR-PHV	1,529	0,003	1,353	0,013	-1,412	0,009
PAV-PHV	-0,882	0,278	-0,824	0,377	0,941	0,201

Notă: coeficientul p ajustat prin testul Bonferroni pentru comparații multiple.

Parametrii de timp ai PR – T_i , T_e , T_t , T_i/T_t la persoanele cu nivel ridicat de anxietate, în probele funcționale prezintă valori mai reduse, comparativ cu lotul persoanelor cu anxietate joasă, fapt ce ar explica o creștere a frecvenței respirației. Aceste persoane au o frecvența de

respirație crescută nu numai în repaus, dar și în probele funcționale, cu excepția perioadei de restabilire a respirației după apneea voluntară. Existența unei diferențe generale statistic veridice între valorile acestor parametri, la persoanele cu anxietate ridicată, în probele funcționale, a fost evaluată cu ajutorul testului Friedman. Rezultatele acestui test denotă că modificarea duratei T_i în probele funcționale nu prezintă diferență statistică ($\chi^2=7,17$; $p>0,05$), ca și în cazul lotului de persoane cu anxietate scăzută, astfel poate fi considerat un parametru “rigid” de timp al PR pentru ambele loturi de studii, ceilalți parametri, T_e și T_t , au reactivitate crescută în cursul probei de hiperventilație, post-hiperventilație și post-apnee. Deci, conform rezultatelor testului Friedman, se atestă o diferență generală statistic veridică a variației T_e ($\chi^2=26,86$; $p<0,05$) și T_t ($\chi^2=24,32$; $p<0,05$). La fel, există diferență veridic statistică în valoarea raportului T_i/T_t ($\chi^2=28,55$; $p<0,05$) în probele enumerate. În cursul respirației de repaus, la persoanele cu anxietate ridicată, mediana T_i are valoare 1,38 s ($P_{25}=1,34$ s; $P_{75}=1,46$ s), T_e are valoarea 1,85 s ($P_{25}=1,58$ s; $P_{75}=2,22$ s), T_t este egal cu 3,28 s ($P_{25}=3,02$ s; $P_{75}=3,88$ s), raportul T_i/T_t este de 42% ($P_{25}=37$; $P_{75}=46$) (tabelul A2.1).

După cum se remarcă în tabelul A2.1, în timpul probei cu hiperventilație, persoanele cu anxietate ridicată au realizat o creștere a frecvenței respirației cu 11% față de respirația de repaus, pe contul reducerii duratei expirului și, respectiv, a duratei totale a ciclului respirator. Conform datelor expuse în anexă, durata T_i în HV la aceste persoane nu se modifică, mediana $T_i=1,40$ s ($P_{25}=1,33$ s; $P_{75}=1,43$ s), durata T_e scade nesemnificativ în hiperventilație, mediana T_e 1,59 s ($P_{25}=1,52$ s; $P_{75}=1,67$ s) și, respectiv, durata totală a unui ciclu respirator se reduce la 2,99 s ($P_{25}=2,95$ s; $P_{75}=3,04$ s), această reducere la fel este nesemnificativă. Raportul T_i/T_t prezintă o creștere nesemnificativă în HV la 47% ($P_{25}=46$; $P_{75}=48$) față de repaus - 42%, ce se explică prin stabilitatea duratei inspirației la o micșorare a duratei totale a ciclului respirator pe contul fazei de expirație.

Tabelul 4.4. Compararea în perechi (testul Wilcoxon) a parametrilor de timp T_e , T_t , T_i/T_t în lotul persoanelor cu anxietate ridicată.

Perechi de modele funcționale	T_e		T_t		T_i/T_t	
	Test Statistic	p	Test Statistic	p	Test Statistic	p
HV-RR	-1,118	0,070	-1,000	0,144	1,118	0,070
HV-PAV	-1,176	0,047	-1,176	0,047	1,353	0,013
HV-PHV	-2,294	0,000	-2,176	0,000	2,353	0,000
RR-PAV	0,059	1,000	0,176	1,000	0,235	1,000
RR-PHV	1,176	0,047	1,176	0,047	1,235	0,032
PAV-PHV	-1,118	0,070	-1,000	0,144	-1,000	0,144

Notă: coeficientul p ajustat prin testul Bonferroni pentru comparații multiple.

În perioada de post-hiperventilație, frecvența respirației la aceste persoane se reduce cu peste 25 % în comparație cu respirația de repaus. După cum vom vedea ulterior, această reducere se realizează pe contul creșterii statistic veridice ($p < 0,05$) a duratei expirului (tabelul 4.4), mediana T_e egală cu 2,36 s ($P25=2,08$ s; $P75=3,82$ s), cu păstrarea duratei inspirației, T_i egal cu 1,34 s ($P25=1,31$ s; $P75=1,53$ s) față de respirația de repaus (tabelul A2.1). Odată cu creșterea duratei expirului, crește semnificativ ($p < 0,05$) și durata totală a unui ciclu respirator, mediana T_t este egală cu 4,11 s ($P25=3,48$ s; $P75=5,06$ s). Odată cu creșterea duratei ciclului respirator, fără careva modificări a T_i , raportul T_i/T_t devine 38 % ($P25=33$; $P75=44$), ceea ce este o scădere statistic veridică ($p < 0,05$) a valorii acestui raport față de respirația de repaus, care a fost 42%.

Proba cu apneea voluntară nu scoate în evidență careva modificări a parametrilor de timp ai PR (tabelul 4.4). Deci, mediana T_i este 1,44 s ($P25=1,26$ s; $P75=1,88$ s), T_e este 2,12 s ($P25=1,77$ s; $P75=2,7$ s) și durata ciclului respirator, practice, revine la valoarea de repaus 3,65 s ($P25=3,25$ s; $P75=4,33$ s). La fel se comportă și raportul T_i/T_t , care în perioada post-apnee revine la valoarea de 42% ($P25=37$, $P75=45$), ca și în cazul respirației de repaus (tabelul A2.1).

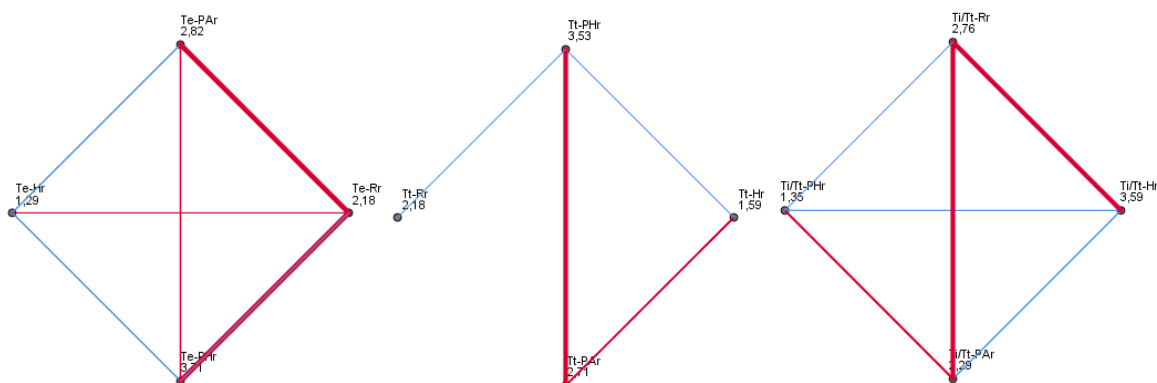


Fig. 4.8 Comparația în perechi a rangurilor T_e (figura din stânga), T_t (figura din centru) și T_i/T_t (figura din dreapta) în lotul AJ în 4 probe respiratorii. Linia albastră - $p \leq 0,05$; linia roșie - $p > 0,05$; lipsa liniei - $p = 1$.

Indicele T_t , care reflectă frecvența respiratorie, prezintă cea mai înaltă reactivitate în perioada de post-hiperventilație (diminuare cu 25 % față de repaus) la persoanele din ambele loturi de studiu, fără careva modificări în perioada de restabilire după apnee.

Raportul T_i/T_t , care reprezintă cota duratei inspirației la durata totală a ciclului cardiac, permite de a găsi corelații în interiorul unui ciclu respirator. Constatarea că la persoanele din ambele loturi de studiu durata fazei de inspirație rămâne constantă pe tot parcursul etapelor

înregistrării PR , iar durata totală a ciclului respirator se schimbă, ar putea fi considerat o verigă importantă în explicarea variației ritmului cardiac în aceste modele de respirație.

Analiza statistică Mann-Whitney, care permite compararea parametrilor între loturi, a scos în evidență că nu există careva diferențe statistice între valorile parametrilor de timp ai PR – T_i , T_t , T_r și a raportului T_i/T_t la persoanele cu anxietate ridicată față de persoanele cu anxietate joasă, pe parcursul tuturor etapelor studiului. Excepție face doar durata inspirației T_i , care este mai lungă ($p < 0,05$) la persoanele cu anxietate (fig. 4.9), (deci) diferă statistic semnificativ la persoanele din cele 2 loturi de studiu.

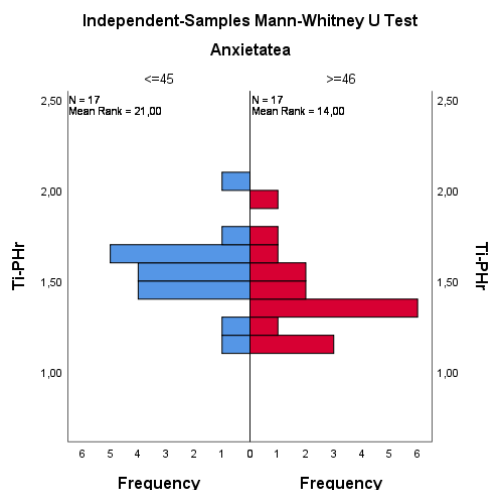


Fig. 4.9. Testul Mann-Whitney pentru T_i în perioada post-hiperventilație.

Viteza fluxului de aer din căile respiratorii în timpul inspirației sau drive-ul respirator, ca și minut-volumul respirației, sunt cei mai importanți parametri, ce caracterizează PR individual. Drive-ul respirator poate fi analizat pe baza raportului între volumul curent și durata inspirației (V_t/T_i , l/s), iar minut-volumul respirației (MVR, l/min), respectiv, în baza produsului între volumul curent și frecvența respirației. Aceste componente de volum și timp ale respirațiilor individuale, reflectate pentru V_t/t_i în l/s și pentru MVR în l/min, au fost studiate în condiții de repaus, hiperventilație, post-hiperventilație și post-apnee la persoanele din ambele loturi de studiu, cu nivel jos și ridicat de anxietate.

În timpul respirației de repaus, în lotul AJ, mediana V_t/T_i este 0,25 l/s ($P_{25}=0,21$ l/s; $P_{75}=0,31$ l/s), iar MVR 6,67 l/min ($P_{25}=5,11$ l/s; $P_{75}=8,2$ l/s) (tabelul A2.1). Indicele V_t/T_i prezintă o creștere statistic veridică doar în proba cu hiperventilație, rezultatele testului Friedman fiind $\chi^2=26,37$, $p=0,001$, în celelalte probe funcționale variația acestui indice nu prezintă careva diferențe statistic semnificative. Conform testului Friedman, indicele MVR în lotul persoanelor AJ, la fel, prezintă o diferență general statistică ($\chi^2=31,73$, $p=0,001$).

Astfel, la persoanele cu anxietate joasă, V_t/T_i , în proba cu hiperventilație, a crescut de 2.8 ori, atingând mediana 0,69 l/s (P25=0,46 l/s; P75=0,84 l/s), diferența fiind statistic semnificativă ($p<0,05$) (tabelul 4.5). Exact de 2,8 ori a crescut și MVR, atingând valoarea de 18,94 l/min (P25=12,75 l/min; P75=24,59 l/min), diferența fiind statistic semnificativă ($p<0,05$) față de perioada de repaus (tabelul 4.5).

În perioada de post-hiperventilație, indicele V_t/T_i se restabilește la valorile de repaus, mediana fiind 0,24 l/s (P25=0,21 l/s; P75=0,3 l/s), iar MVR scade, deși nesemnificativ, sub valoarea înregistrată în repaus, mediana MVR este egală cu 4,94 l/min (P25=3,85 l/min; P75=7,02 l/min) (tabelul 4.5).

În perioada post-apnee, drive-ul respirator și minut-volumul respirației, la persoanele cu anxietate joasă, se mențin la valori similare celor din respirația de repaus (Tabelul 4.5). Medianele pentru V_t/T_i și MVR sunt 0,27 l/s (P25=0,25; P75=0,31) și, respectiv, 6,84 l/min (P25=6,39; P75=8,07) (tabelul A2.1).

Tabelul 4.5. Compararea în perechi (testul Wilcoxon) pentru parametrul V_t/T_i și MVR în lotul AJ.

	V_t/T_i		MVR	
	Test Statistic	p	Test Statistic	p
RR-PAV	0,529	1,000	0,353	1,000
RR-PHV	-0,118	1,000	-0,706	0,665
RR-HV	2,059	0,000	1,882	0,000
PAV-HV	1,529	0,003	1,529	0,003
PHV-HV	2,176	0,000	2,588	0,000
PAV-PHV	0,647	0,864	1,059	0,101

Componentele de volum și timp ale PR, exprimate prin drive-ul respirator și minut-volumul respirației, la persoanele cu anxietate ridicată, se comportă exact ca acești parametri în cadrul persoanelor cu anxietate joasă. Aceste persoane, în respirația obișnuită, prezintă un drive respirator de 0,21 l/s (P25=0,18 l/s; P75=0,25 l/s) și un MVR de 5,56 l/min (P25=4,36 l/min; P75=6,05 l/min) (tabelul A2.1).

Variația acestor indici în probele funcționale, studiată prin analiza statistică bidirecțională non-parametrică cu ajutorul testului Friedman, scoate în evidență existența unei diferențe generale pentru V_t/T_i ($\chi^2=30,67$, $p<0,001$) și pentru MVR ($\chi^2=36,53$, $p<0,001$).

În timpul probei cu hiperventilație, la persoanele cu anxietate ridicată, se înregistrează un drive respirator de 0,55 l/s (P25=0,44 l/s; P75=0,82 l/s), fiind de 2,6 ori mai mare ($p<0,001$) față de valoarea V_t/T_i înregistrată în repaus (tabelul 4.6). La fel, la aceste persoane crește de 2.8 ori și valoarea MVR ($p<0,001$) (tabelul 4.6), mediana fiind 15,35 l/min (P25=12,83 l/min; P75=22,75 l/min).

În perioada de restabilire după hiperventilație, aceste componente de volum și timp ale PR revin la valorile înregistrate în repaus, astfel încât, mediana V_t/T_i este 0,21 l/s (P25=0,16 l/s; P75=0,29 l/s), iar MVR scade ne semnificativ, la valori mai mici decât cele înregistrate în repaus, mediana MVR fiind 4,86 l/min (P25=3,7 l/min; P75=6,34 l/min) (tabelul A2.1).

Persoanele cu anxietate ridicată, după apnee voluntară, păstrează drive-ul respirator și MVR la valori asemănătoare celor înregistrate în respirația de repaus. Mediana pentru V_t/T_i este 0,24 l/s (P25=0,15 l/s; P75=0,28 l/s) și mediana pentru MVR este 5,84 l/min (P25=3,89 l/min; P75=6,99 l/min) (tabelul A2.1).

Tabelul 4.6. Compararea în perechi (testul Wilcoxon) pentru parametrul V_t/T_i și MVR în lotul AR.

	V_t/T_i		MVR	
	Test Statistic	p	Test Statistic	p
RR-PAV	0,235	1,000	0,235	1,000
RR-PHV	0,235	1,000	-0,235	1,000
RR-HV	2,000	0,000	2,000	0,000
PAV-HV	1,765	0,000	1,765	0,000
PHV-HV	1,765	0,000	2,235	0,000
PAV-PHV	0,000	1,000	0,471	1,000

Compararea indicilor, care reflectă drive-ul respirator și MVR între subiecții cu anxietate joasă și ridicată cu ajutorul testului Mann-Whitney, nu a scos în evidență careva diferențe statistic veridice.

Analiza parametrilor VRC la persoanele cu anxietate joasă și ridicată în probe funcționale.

Există o literatură vastă a examinărilor psihofiziologice a variabilității ritmului cardiac, atât în stări de repaus, cât și ca răspuns la provocări, în rândul persoanelor cu tulburări de anxietate. Majoritatea studiilor s-au axat pe tulburarea de panică, într-o măsură mai mică pe tulburarea de anxietate generalizată și tulburarea de anxietate socială [106].

În cadrul studiului nostru am analizat VRC în 2 loturi, persoane cu anxietate joasă și ridicată, iar pentru a stabili interacțiunile cardioventilatorii la aceste persoane, am folosit ca provocare proba cu hiperventilație controlată și apnee voluntară pentru a scoate în evidență acele modificări ale VRC, determinate de modificările PR în timpul testelor de provocare, precum și în cadrul perioadelor de restabilire.

Rezultatele obținute au fost comparate în interiorul fiecărui lot cu ajutorul testelor Friedman și Wilcoxon pentru a stabili existența diferențelor statistic veridice între parametrii VRC, ca LFn (puterea spectrală în unități normalizate a oscilațiilor de frecvență joasă), HFn (puterea spectrală în unități normalizate a oscilațiilor de frecvență înaltă) și raportul LF/HF,

înregistrați în timpul respirației de repaus, 2 provocări și 2 perioade de restabilire. Apoi a fost utilizat testul Mann-Whitney pentru a stabili existența diferențelor statistice între cele 2 loturi de studii AJ și AR.

Rezultatele testului Friedman arată că la persoanele cu nivel scăzut de anxietate există o diferență statistic veridică generală a șirurilor de valori LFn ($\chi^2=22,26$, $p=0,0001$) și HFfn ($\chi^2=14,49$, $p=0,006$), înregistrate între probele funcționale. Astfel, valorile normalizate ale puterii spectrale din diapazonul LF a VRC, la aceste persoane prezintă o mediană de 46,8% (P25=28,9; P75=69,3), iar din diapazonul HF - 53,2% (P25=30,7, P75=70,9). În proba cu hiperventilație se atestă o scădere nesemnificativă a LFn, mediana fiind 23,1% (P25=18,0; P75=58,2) și, respectiv, o creștere, la fel nesemnificativă, a HFfn până la 76,8% (P25=41,7; P75=81,9) comparativ cu respirația de repaus (tabelul A2.1). Modificările neînsemnate ale LFn și HFfn se datorează, probabil, faptului că nu a avut loc modificarea frecvenței de respirație în proba de hiperventilație (comparativ cu repausul), ce ar sugera un rol mai important al FR în modularea VRC decât Vt.

O alta explicație este efectul simpaticotonic al hiperventilației care ar putea avea efect contrar creșterii Vt. Activitatea neuronilor cardiovagali este stimulată de semnalele venite de la receptorii vasculari și pulmonari. Efectul structurilor anxiogene reduce activitatea a neuronilor cardiovagali și împiedică o creștere a VRC respiratorii.

În perioada post-hiperventilație se atestă o creștere semnificativă ($p=0,024$) a LFn, mediana fiind 66,7% (P25=38,2, P75=79,4) și o scădere nesemnificativă a HFfn până la 33,3% (P25=20,6; P75=61,7), comparativ cu aceste valori înregistrate în respirația de repaus (tabelul 4.7). Creșterea semnificativă a valorilor normalizate a puterii spectrale a oscilațiilor de frecvență joasă, la persoanele din lotul AJ, ar putea fi explicată prin trecerea oscilațiilor RR, determinate de tonusul vagal din spectrul frecvențelor înalte în spectrul frecvențelor joase, datorită scăderii frecvenței respirației în perioada de recuperare după hiperventilație. Reducerea Vt este asociată cu efectele simpatice legate de hipocapnie și alcaloză respiratorie pot de asemenea contribui la creșterea LFn .

În timpul probei cu apnee voluntară la persoanele cu anxietate joasă, oscilațiile de frecvență înaltă, ce reflectă modularea vagală, se reduc ($p=0,002$) din cauza apneei, respectiv, mediana HFfn fiind 16,1 % (P25=12; P75=30,7), concomitent, crește semnificativ ($p=0,0001$) ponderea oscilațiilor de frecvență joasă, astfel mediana LFn atinge valoarea 83,9 % (P25=68,9; P75=88,0) (tabelul A2.1). În perioada post-apnee, se atestă o restabilire a oscilațiilor de joasă și înaltă frecvență a VRC, cu o ușoară inversare față de valorile înregistrate în repaus. LFn se reduce semnificativ ($p=0,003$) față de valoarea sa înregistrată în timpul apneei, dar rămâne mai

mare (mediana LFn este 52%; P25=32,3; P75=63) față de valoarea LFn înregistrată în respirația de repaus, diferența fiind ne semnificativă (Tabelul 4.7). La fel, și oscilațiile de frecvență înaltă în perioada după apnee cresc semnificativ ($p=0,0001$) față de HFn, înregistrat în apnee, și mediana atinge valoarea de 47,9% (P25=37; P75 =67,7). Aceste oscilații de înaltă frecvență, ce reflectă modularea vagală, nu revin la valoarea HFn, care a fost înregistrată în respirația de repaus.

Tabelul 4.7. Compararea în perechi (testul Wilcoxon) pentru parametrul LFn și HFn în lotul AJ

	LFn		HFn	
	Test Statistic	p	Test Statistic	p
HV-RR	-0,235	1,000	0,765	1,000
HV-PAV	-0,765	1,000	0,382	1,000
HV-PHV	-1,882	0,005	1,971	0,003
HV-AV	2,706	0,000	-2,765	0,000
RR-PAV	-0,529	1,000	0,382	1,000
RR-PHV	-1,647	0,024	-1,206	0,262
RR-AV	2,471	0,000	-2,000	0,002
PAV-PHV	1,118	0,393	1,588	0,034
PAV-AV	1,941	0,003	-2,382	0,000
PHV-AV	0,824	1,000	-0,794	1,000

La persoanele cu anxietate ridicată, parametrii care reflectă tonusul simpatic și parasimpatic, LFn și HFn, prezintă valori asemănătoare: rezultatele testului Friedman atestă existența unei diferențe statistic semnificative între valorile oscilațiilor de frecvență înaltă ($\chi^2=35,75$; $p=0,0001$) în probele de provocare, utilizate în studiu. La fel, am constatat că există o diferență statistic semnificativă generală între HFn, înregistrate în aceleași condiții ($\chi^2=36,4$; $p=0,0001$)

Conform rezultatelor expuse în Anexa 2, mediana pentru LFn în respirația de repaus este 42,9% (P25=31,3; P75=51), iar mediana HFn este 50,5% (P25=28; P75=61,4). În hiperventilație am înregistrat o reducere ne semnificativă (tabelul 4.8) a oscilațiilor din spectrul de frecvență joasă, comparativ cu respirația de repaus, mediana LFn fiind 25,8% (P25= 14,2; P75=43) și o creștere la fel ne semnificativă a HFn-ului, față de acest parametru, înregistrat în RR, mediana pentru HFn este 57,2% (P25=34,7; P75=76,7).

La persoanele cu nivel ridicat de anxietate scade ne semnificativ modularea vagală prin reducerea HFn la 33% (P25=14,5; P75=51,4), în perioada de restabilire după hiperventilație, dar semnificativ ($p=0,008$) față de valoarea HFn, înregistrată în timpul hiperventilației. Mediana oscilațiilor de frecvență joasă, LFn, în post-hiperventilație crește până la 54,6% (P25=26,9;

P75=70), fiind de 2 ori mai mare decât în hiperventilație (p=0,008), dar nu ajunge la valoarea înregistrată în respirația de repaus (tabelul 4.8).

În lotul persoanelor cu anxietate ridicată, în timpul respirației de repaus, componentele spectrale LFn și HFn nu prezintă la 100% spectrul oscilațiilor, ci doar 93,6%, restul fiind reprezentat de VLF. În timpul apneei, componentele LFn și HFn completează spectrul în totalitate la 100%, medianele fiind pentru LFn 59,3% (P25=44,7; P75 =74) și, respectiv, HFn 40,3% (P25=26; P75=55,1). În perioada post-apnee, medianele acestor parametri ai VRC vor completa doar 85% din oscilațiile spectrale, mai puțin ca în respirația de repaus. Reducerea HFn în post-apnee și creșterea LFn față de respirația de repaus nu prezintă diferențe statistic veridice (tabelul 4.8).

Tabelul 4.8. Compararea în perechi (testul Wilcoxon) pentru parametrul LFn și HFn în lotul AR

	LFn		HFn	
	Test Statistic	p	Test Statistic	p
PHV-PAV	-0,353	1,000	0,353	1,000
PHV-AV	0,412	1,000	0,471	1,000
PHV-RR	1,176	0,301	-1,176	0,301
PHV-HV	-1,824	0,008	1,824	0,008
PAV-AV	0,765	1,000	0,118	1,000
PAV-RR	0,824	1,000	-0,824	1,000
PAV-HV	-1,471	0,067	1,471	0,067
AV-RR	1,588	0,034	-0,706	1,000
AV-HV	2,235	0,000	-1,353	0,126
RR-HV	-0,647	1,000	0,647	1,000

Compararea între loturile AJ și AR a acestor parametri ai VRC, cu ajutorul testului Mann-Whitney, a stabilit că există diferențe statistic veridice între valoarea LFn, înregistrată în perioada de apnee voluntară (U=71, p=0,011), și, anume, la persoanele cu anxietate joasă reactivitatea simpatică este mai evidentă, LFn fiind 83,9%, iar la persoanele cu anxietate ridicată fiind doar 59,3%, prezintă o diferență statistic veridică și față de respirația de repaus în ambele loturi de studiu (Fig. 4.10)

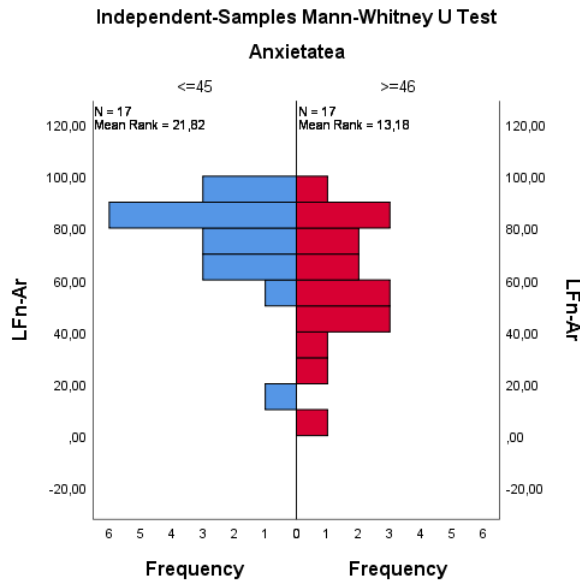


Fig. 4.10. Testul Mann-Whitney pentru LFn în proba de apnee voluntară la persoanele AJ și AR

Rezultatele testului Mann-Whitney arată că și componenta vagală HFn a VRC, la persoanele cu anxietate joasă și ridicată, înregistrează o diferență statistic veridică în proba cu apnee voluntară ($U=217$, $p=0,012$) și perioada de restabilire după apnee voluntară ($U=86$, $p=0,045$). La persoanele cu anxietate joasă, apneea reduce cu 70% HFn, probabil, prin micșorarea tonusului vagal, pe când la persoanele cu anxietate ridicată, HFn s-a redus doar cu 20% față de valoarea înregistrată în respirația de repaus. În post-apnee, valoarea HFn, în lotul persoanelor cu AJ, revine la valori înregistrate în respirația de repaus, iar în lotul persoanelor cu AR componenta vagală a VRC rămâne la valori înregistrate în apneea voluntară.

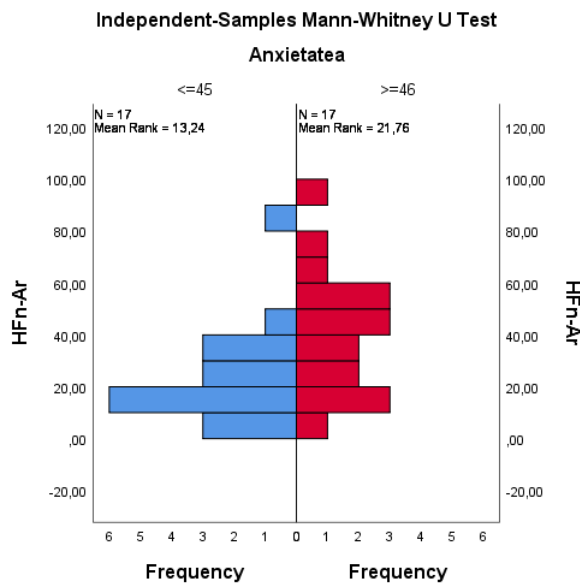


Fig. 4.11 Testul Mann-Whitney pentru HFn în proba de apnee voluntară

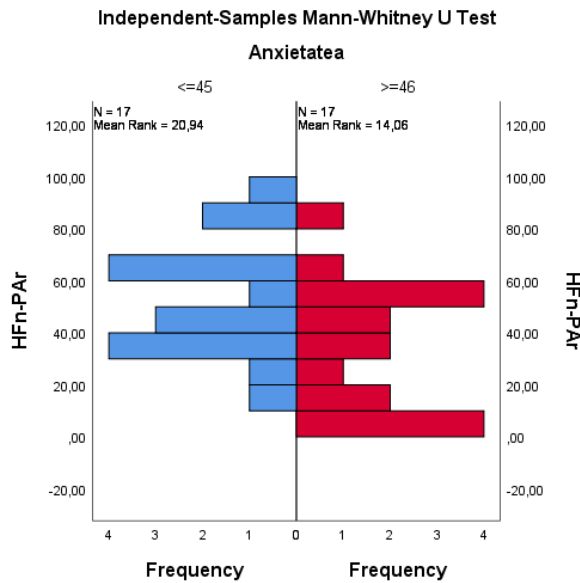


Fig. 4.12. Testul Mann-Whitney pentru HFn după apnee voluntară.

Raportul LF/HF, ca indice al balanței simpato-parasimpatice a cordului, a fost examinat în cele 2 loturi de studiu. Analiza statistică prin metoda Mann-Whitney a permis compararea valorilor între loturi. Analiza statistică comparativă a valorilor LF/HF, în interiorul fiecărui lot, în respirația obișnuită, hiperventilația controlată și apneea voluntară, precum și în perioadele de restabilire după provocări, a fost analizată cu testul Friedman. Rezultatele acestui test denotă că există diferență statistică între raporturile LF/HF, în provocările efectuate, în ambele loturi de studiu. La persoanele cu anxietate joasă, distribuția asimetrică a valorilor LF/HF este confirmată prin prezența diferenței statistic semnificative ($\chi^2=17,51$, $p=0,002$), la fel și în lotul persoanelor cu anxietate ridicată se atestă diferență statistic semnificativă ($\chi^2=35,77$, $p=0,0001$).

Valorile raportului LF/HF, prezentate în formă de mediană cu percentila 25% și percentila 75%, demonstrează că în respirația obișnuită, la persoanele cu anxietate joasă, acesta constituie 0,88 (P25=0,41; P75=2,26) (tabelul A2.1). În proba cu hiperventilație am obținut o reducere ne semnificativă statistic a raportului LF/HF, mediana fiind 0,3 (P25=0,22; P75=1,4) (tabelul A2.1). În etapa de restabilire, după hiperventilație, se atestă o creștere la fel ne semnificativă față de valoarea acestui raport în respirația obișnuită, până la 2,01 (P25=0,62; P75=3,85), dar statistic semnificativă față de hiperventilație ($p=0,005$). În timpul apneei, indicele, ce reflectă balanța autonomă asupra cordului, înregistrează o creștere până la 5,2 (P25=2,25; P75=7,34), fiind statistic veridic față de valoarea LF/HF, înregistrată în respirația de repaus ($p=0,003$). Creșterea raportului LF/HF în timpul apneei ne permite de a presupune o creștere a controlului simpatic asupra cordului.

În post-apnee, valoarea raportului LF/HF rămâne la valori mai ridicate decât valoarea acestuia în respirația obișnuită - 1,08 (P25=0,48; P75=1,7), fiind statistic nesemnificativă, dar, în același timp, rămâne statistic semnificativă față de valoarea înregistrată în apneea voluntară ($p < 0,001$) (tabelul 4.9).

Tabelul 4.9. Compararea în perechi (testul Wilcoxon) a valorilor raportului LF/HF în lotul persoanelor cu AJ și AR

	AJ		AR	
	Test Statistic	p	Test Statistic	p
HV-RR	-0,765	1,000	-0,706	1,000
HV-PAV	-0,235	1,000	-1,529	0,048
HV-AV	2,706	0,000	1,765	0,011
HV-PHV	-1,882	0,005	-1,882	0,005
RR-PAV	-0,529	1,000	0,824	1,000
RR-AV	1,941	0,003	1,059	0,509
RR-PHV	1,118	0,393	1,176	0,301
PAV-AV	2,471	0,000	0,235	1,000
PAV-PHV	-1,647	0,024	-0,353	1,000
AV-PHV	0,824	1,000	-0,118	1,000

În lotul persoanelor cu anxietate ridicată bilanțul simpatovagal, analizat prin raportul LF/HF, constituie o mediană de 0,98 (P25=0,63; P75=1,34) (tabelul A2.1). În proba cu hiperventilația controlată se reduce nesemnificativ, până la 0,48 (P25=0,29; P75=1,24), iar în recuperare după hiperventilație, acest raport crește cu 60% peste valoarea înregistrată în respirația de repaus, având valoarea de 1,64 (P25=0,9; P75=2,39), creșterea fiind statistic neveridică, spre deosebire de modificarea valorii raportului LF/HF în post-hiperventilație față de hiperventilație, unde diferența este veridică ($p=0,005$).

Apneea voluntară, la persoanele cu anxietate ridicată, crește nesemnificativ, valoarea acestui raport comparativ cu LF/HF, înregistrat în respirația de repaus, având mediana 1.47 (P25=0,81; P75=2,85), la fel și în perioada de restabilire după apnee voluntară, raportul LF/HF nu prezintă careva diferențe statistic semnificative comparativ cu această valoare, înregistrată în respirația de repaus sau în apneea voluntară (tabelul A2.1). Mediana raportului LF/HF, înregistrată în post-apnee, a constituit 1,16 (P25=0,7; P75=3,16) (tabelul A2.1).

Raportul LF/HF, care presupune modularea autonomă a activității cardiace, a fost comparat între loturile persoanelor cu anxietate joasă și a celor cu anxietate ridicată cu ajutorul testului Mann-Whitney. Rezultatele testului arată că doar proba cu apneea voluntară a scos în evidență că există diferențe statistic veridice între valorile raportului LF/HF, înregistrate la persoanele cu anxietate joasă și ridicată ($U=70$, $p=0,009$) (fig. 4.13).

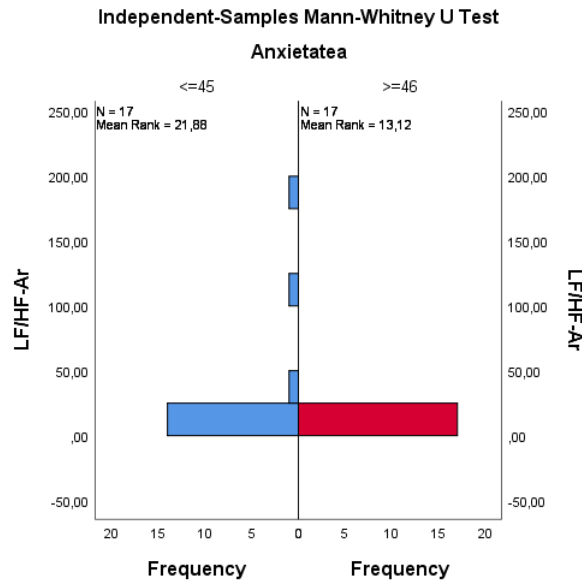


Fig. 4.13. Testul Mann-Whitney pentru LF/HF în proba de apnee voluntară

Reducerea efectelor vagale asupra variației ritmice cardiace respiratorii în cadrul reținerii respirației include oprirea semnalelor ritmice cuplate cu respirația de la receptorii pulmonari de întindere precum și de la baroreceptori. Componenta centrală a aritmiei respiratorii sinusale ține de interacțiunile între neuronii generatorului de ritm respirator și neuronii cardiovagali. În apneea voluntară aceste efecte sunt reduse maximal. Efectul inhibitor a structurilor anxiogene asupra neuronilor cardiovagali este de asemenea mărit în aceste condiții. Variabilitatea respiratorie a activității cardiace în perioada post-apnee este determinată de revenirea mecanismelor centrale și periferice ale ASR. Hipercapnia are efect inhibitor asupra ASR, prin activarea structurilor anxiogene și inhibiția neuronilor cardiovagali și poate determina dinamica diferită a VRC la persoanele cu grad diferit de anxietate.

Este cunoscut faptul, că reținerea respirației provoacă activarea sistemului simpatic, care poate fi explicată prin instalarea hipercapniei și hipoxiei, și o activare parasimpatică spre sfârșitul etapei de recuperare. Rezultatul obținut în studiul nostru ne permite să afirmăm că provocarea cu apneea voluntară și recuperarea post-apnee scot în evidență diferențe între valorile LF/HF, ceea ce este în concordanță cu datele din literatură, referitor la o activitate simpatică crescută, ulterior apneei voluntare [128].

4.2. Biofeedback-ul respirator ca metodă nemedicamentoasă utilizată în scopul reducerii anxietății

Biofeedback-ul respirator (BFR) este o metodă care constă în controlul voluntar al mișcărilor respiratorii cu utilizarea diferitor tehnici vizualizarea pe ecran a curbelor ce dirijează atât amplitudinea cât și durata fazelor respirației cu scopul de a reeduca pattern-ul respirator

disfuncțional într-un model fiziologic normal. Există numeroase metode atât manuale, cât și instrumentale în practica metodei de biofeedback respirator. Cele mai eficiente s-au dovedit a fi metodele instrumentale, acestea oferă feedback-ul pacientului și implică utilizarea de către pacient a unor dispozitive tehnice, capabile să dirijeze acțiunea sa voluntară asupra pattern-ului respirator prin semnale sonore sau vizuale [65]. În cazul nostru, noi am folosit vizualizarea pe ecran a curbelor mișcărilor respiratorii a abdomenului și cutiei toracice [41, 42].

Există cercetări referitor la tehnicile de biofeedback respirator, însă, foarte puține referiri la influența antrenamentului biofeedback-ului asupra parametrilor modelului respirator și a legăturii acestora cu nivelul de anxietate la persoanele sănătoase.

În continuare vom prezenta rezultatele studiului referitor la modificările parametrilor pattern-ului respirator la persoanele cu anxietate ridicată în sesiunile până și după BFR. Aceste rezultate au fost publicate anterior într-un articol din Moldovan Medical Journal [42].

Rezultatele expuse în acest articol atestă că scorurile anxietății personale la subiecții incluși în studiu au variat de la 46 la 61, valoarea medie fiind de $52,7 \pm 3,2$. Scorurile stării de anxietate au variat de la 21 la 43, media fiind de $29,3 \pm 2,4$. După biofeedback, scorurile de anxietate personală au scăzut la 11 subiecți și au rămas aceleași pentru o persoană, variind de la 29 la 52, o medie de $44,9 \pm 2,7$. Modificările scorurilor de anxietate de stare au avut un caracter variabil, valorile au crescut la 4 persoane, au scăzut la 4 persoane și au rămas aceleași la 4 persoane, variind de la 17 la 38, valoarea medie $30,8 \pm 3,2$. Aceste rezultate ale valorilor anxietății personale și de stare sunt prezentate în tabelul 4.10.

Tabelul 4.10. Scorurile anxietății până la și după biofeedback respirator, 12 subiecți

	Până la BFR	După BFR
Anxietate personală	52.7 ±3.2	44.9 ± 2.7 *
Anxietate de stare	29.3 ± 2.4	30.8 ± 3.2

Datele sunt prezentate sub formă de medie ± deviația standard

* – indică diferența statistică, $p \leq 0.05$.

Analiza parametrilor pattern-ului respirator la acești subiecți denotă că volumul curent, după biofeedback, scade în toate fazele cercetării (fig. 4.14). După BFR există o scădere a V_t de la 0,69 l la 0,57 l ($p \leq 0,05$). Această scădere continuă în toate fazele înregistrării. V_t crește evident în timpul HV, în principal, în perioada de dinaintea BFR, 2,32 l pentru V_t în perioada preBFR și 2,10 l pentru V_t înregistrat în perioada postBFR. În timpul refacerii după HV, V_t revine la valorile dinaintea HV, dar nu o face complet, având valoare mai mare înainte de BFR, 0,78 l, și mai mică după BFR, 0,65 l. Aproximativ aceleași valori se manifestă în perioada de recuperare după apnee voluntară, 0,78 l pînă la BFR și 0,65 l după BFR.

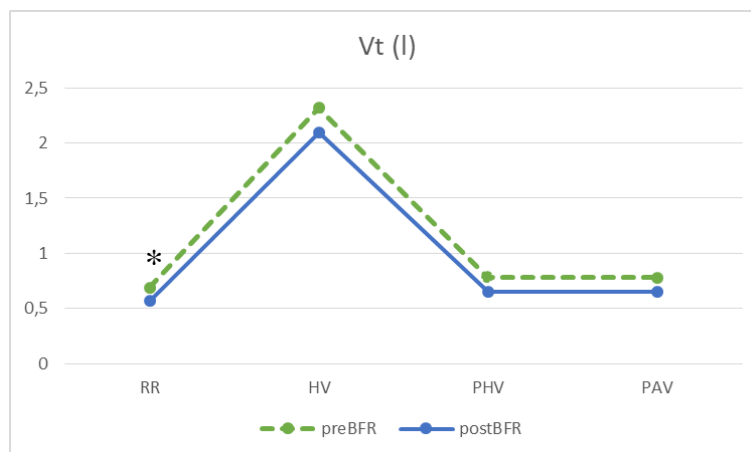


Fig. 4. 14 Volumul curent Vt (l) înregistrat înainte și după BFR

Notă: * - diferență statistic veridică p<0,05

Durata ciclului respirator (fig.4. 15) în perioadele de repaus și hiperventilație nu a fost modificată de BFR, fiind 3,82 s și 4,27 s în respirația de repaus, iar în hiperventilație ajunge la 9,89 s și 9,91 s. În schimb, BFR a prelungit durata ciclului respirator în toate fazele ulterioare: în perioada de recuperare după hiperventilație durata ciclului respirator crește de la 4,41 s la 5,37 s ($p<0,05$), în perioada de recuperare după apnee voluntară la fel este superioară, și anume 4,13 s față de la 3,52 s ($p<0,05$).

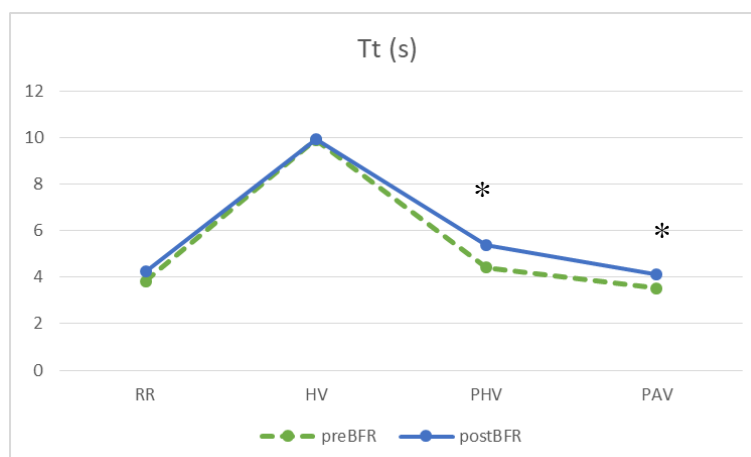


Fig.4. 15 Durata ciclului respirator Tt (s) înregistrată înainte și după BFR

*** - diferență statistic veridică p<0,05**

BFR nu a modificat substanțial durata inspirației în niciuna dintre fazele de înregistrare (fig. 4.16). Valorile T_i au fost 1,25 s înainte de BFR și 1,31 s după BFR, în timpul respirației normale; 4,35 s și, respectiv, 4,36 s, în perioada de hiperventilație; a crescut foarte puțin în perioada de recuperare după hiperventilație, de la 1,24 s la 1,34 s, respectiv; de asemenea, ușor a crescut în perioada de recuperare, după apnee voluntară, de la 1,15 s la 1,27 s.

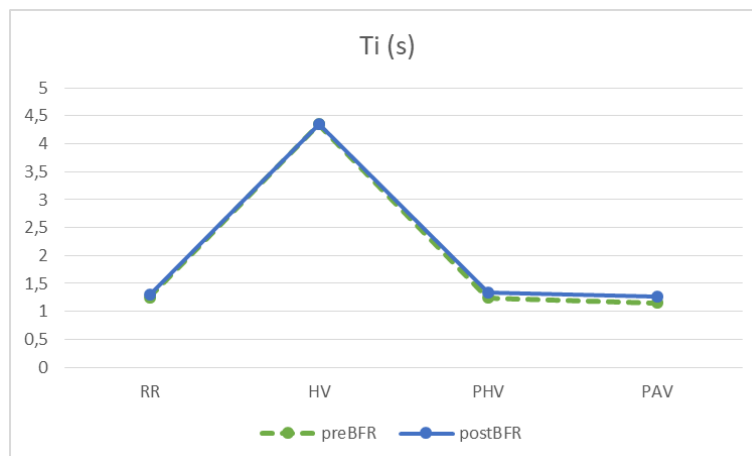


Fig. 4.16 Durata inspirației T_i (s) înregistrată înainte și după BFR

*** - diferență statistic veridică $p < 0,05$**

Raportul duratei timpului de inspirație la timpul total al unui ciclu respirator nu s-a modificat substanțial în toate etapele de înregistrare (fig. 4.17). În perioada de repaus, T_i/T_t a scăzut după BFR de la 0,33 la 0,31, în perioada de hiperventilație au fost aceleași (0,44), a scăzut din nou în perioada de recuperare după hiperventilație, de la 0,28 la 0,25, în perioada de recuperare după apnee voluntară, de la 0,33 la 0,31.

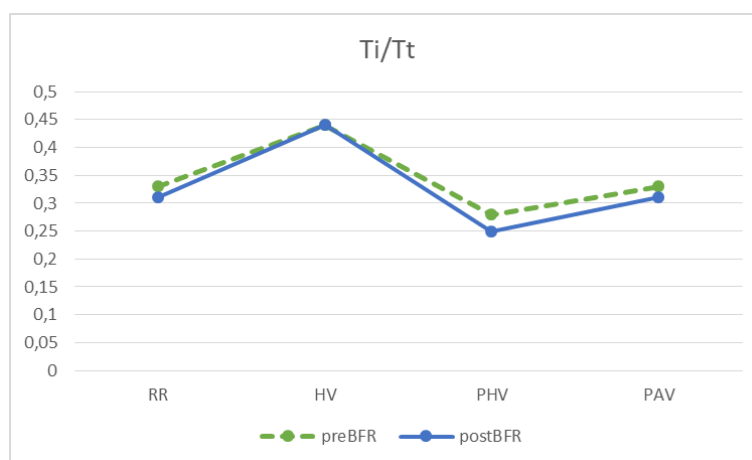


Fig. 4.17. Raportul duratei inspirației la durata unui ciclu respirator (T_i/T_t), înregistrat înainte și după BFR

*** - diferență statistic veridică $p < 0,05$**

Modificările fluxului inspirator (V_i/T_i) au avut aceeași tendință de variație în probele funcționale, ca și modificările volumului curent (fig. 4.18). Astfel, V_i/T_i a avut o valoare de 0,55 l/s în perioada de repaus, înainte de BFR, și 0,44 l/s în aceeași perioadă după BFR ($p < 0,05$). În perioada de hiperventilație, fluxul inspirator a fost de 0,53 l/s, înainte de BFR, și de 0,48 l/s după BFR. Valorile drive-ului respirator s-au manifestat la fel și în alte probe – 0,63 l/s și 0,48 l/s în

perioada de recuperare după hiperventilație ($p < 0,05$), 0,68 l/s și 0,51 l/s în perioada de recuperare după apnee voluntară ($p < 0,05$).

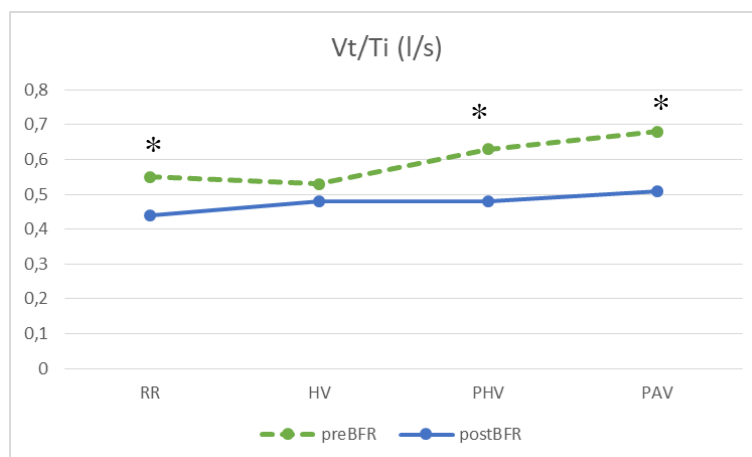


Fig. 4. 18. Fluxul inspirator Vt/Ti (l/s) înregistrat înainte și după BFR

*** - diferență statistic veridică $p < 0,05$**

Modificările minut-volumului respirator după BFR au fost similare cu modificările volumului curent și ale fluxului inspirator (fig. 4.19). Astfel, MVR a scăzut după BFR în timpul respirației de repaus de la 10,78 l/min la 8,05 l/min ($p < 0,05$); în timpul hiperventilației – de la 14,05 l/min la 12,72 l/min; în perioada de post-hiperventilație – de la 10,65 l/min la 7,25 l/min ($p < 0,05$); în perioada de după apnee voluntară – de la 13,31 l/min la 9,47 l/min ($p < 0,05$). (Ganenco 2019)

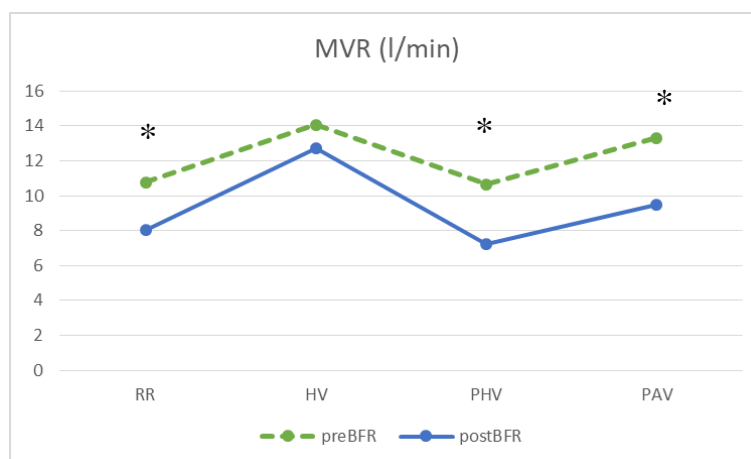


Fig. 4. 19 Minut-volumul respirator MVR (l/min) înregistrat înainte și după BFR

*** - diferență statistic veridică $p < 0,05$**

Este cunoscut faptul că la baza ritmogenezii respiratorii se află două mecanisme (contururi) de reglare: cel metabolic – prin presiunea parțială a gazelor CO_2 și O_2 din sânge și cel comportamental – prin activitatea centrilor suprapontini superiori ai sistemului nervos central. Această reglare suprapontină, comportamentală a respirației, respective, a pattern-ului respirator, este influențată de modificări ale emoțiilor trăite de ființa umană, cum ar fi frica, anxietatea,

bucuria, tristețea etc. [17, 63, 89]. Este remarcabil faptul, că ambele componente ale reglării, metabolică și comportamentală, sunt păstrate în structura modelului respirator [63].

Datele obținute în actualul studiu au arătat că prin modelarea anumitor situații, induse de modificări voluntare ale respirației (hiperventilație și apnee voluntară), pot fi evidențiate modificări subtile ale pattern-ului respirator cu un posibil diagnostic funcțional al stărilor patologice ale sistemului nervos central.

În același timp, rezultatele cercetării deschid perspectivele implementării antrenamentului prin biofeedback respirator, ca metodă eficientă de profilaxie și tratare a tulburărilor a mecanismelor de reglare suprapontine a respirației.

Metodele non-medicamentoase de profilaxie și tratament au devenit din ce în ce mai populare în ultima vreme. Astfel, biofeedback-ul respirator (BFR) s-a dovedit a fi o metodă cu rezultate clinice și experimentale pozitive. Eficacitatea acestei metode se datorează faptului că funcția respiratorie în corpul uman are două contururi de reglare -- cea involuntară, automată, bazată pe menținerea presiunii parțiale a CO₂ și O₂ în sânge, și cea voluntară, comportamentală, bazată pe implicarea etajelor superioare ale sistemului nervos central în dirijarea activității motorii a mușchilor respiratori. Astfel, putem confirma că metoda de biofeedback respirator s-a dovedit a fi eficientă în atenuarea stărilor de anxietate. Această ipoteză este confirmată și de alte studii, care demonstrează rolul decisiv al acestei metode în reducerea efectelor negative ale stresului asupra organismului uman, reducerea anxietății și îmbunătățirea calității vieții pacienților [93]. Efectele benefice ale metodei biofeedback de reeducare respiratorie pot implica interacțiunile între circuitele neuronale care asigură controlul respirației și a ritmului cardiac și circuitele anxiogene. Efectele benefice asupra nivelurilor de anxietate și asupra VRC pot fi explicate prin reducerea activității circuitelor anxiogene, creșterea efectelor modulatorii ale ariilor corticale prefrontale.

Este cunoscut faptul că modelul respirator disfuncțional se caracterizează prin modificări ale unora dintre parametrii săi [49, 50, 89]. Acest pattern perturbat devine sursa simptomelor perturbatoare pentru pacient, crescând anxietatea generală a pacientului. Pattern-urile respiratorii disfuncționale au un rol deosebit în perpetuarea anxietății și simptomelor în tulburările de anxietate. Reeducarea respiratorie prin aplicarea metodelor biofeedback poate reduce aceste iregularități și nivelul de anxietate. Combinarea biofeedback-ului respirator cu tratamentul medicamentos poate contribui pozitiv la ameliorarea stării pacienților.

În final, putem face concluzie că metoda de biofeedback respirator permite redresarea modelului respirator disfuncțional la cel normal, iar această modificare duce la scăderea

anxietății generale a pacientului, la dispariția simptomelor neplăcute și la schimbarea spre îmbunătățire a calității vieții.

CONCLUZII

1. Pattern-ul de respirație influențează flexibilitatea autonomă și fiziologică într-un scenariu de interacțiuni reciproce. Cel mai evident s-a demonstrat prezența legăturilor între pattern-ul de respirație controlată cu frecvența 6 respirații pe minut și controlul vegetativ asupra cordului cu predominanță parasimpatică.
2. În cadrul pattern-urilor de respirație cu dirijarea duratei fazelor respiratorii, s-a stabilit rolul primordial al duratei fazei de inspirație în modularea VRC. În inspirație scade tonusul vagal și se amplifică rolul influențelor simpatice, iar în expirație tonusul vagal se accentuează, ca urmare crește VRC.
3. Au fost create modele predictive care au permis prezicerea echilibrului simpatovagal exprimat prin raportul LF/HF în cele 6 modele de respirație. MVR, T_i și T_e s-au dovedit a fi predictorii cu influență inversă asupra indicelui LF/HF al VRC în cadrul modelului respirației abdominale. În modelele de respirație cu dirijarea duratei inspirației și expirației am stabilit o legătură directă între acești predictorii respiratori și raportul simpatovagal.
4. Interacțiunile cardiorespiratorii la persoanele cu anxietate joasă și ridicată au putut fi stabilite doar în rezultatul aplicării probelor funcționale. Rezultatele au scos în evidență că proba cu apneea voluntară și recuperare postapnee s-au dovedit a fi sensibile și au scos în evidență diferențe între valorile LF/HF din loturile AJ și AR.
5. Antrenamentul prin biofeedback respirator vizual a redus nivelul de anxietate personală și s-a dovedit a avea un impact mai mare asupra indicilor de volum (V_t), drive (V_t/T_i) și flux (MVR) și un impact redus asupra indicilor de timp.

RECOMANDĂRI PRACTICE

1. Biofeedback-ul respirator s-a dovedit a fi o metodă cu rezultate clinice și experimentale pozitive în reducerea nivelului de anxietate și poate fi recomandată ca metodă nemedicamentoasă de profilaxie și tratament a stărilor anxioase și îmbunătățirea calității vieții pacienților.

2. Eficacitatea BFR în reeducarea respirației la persoanele cu anxietate înaltă a fost mai pronunțată în perioadele de tranziție de la testele funcționale la perioada staționară, ca urmare, efectuarea testelor de hiperventilație voluntară și apnee voluntară se recomandă de a fi folosită în estimarea efectului pozitiv a BFR asupra parametrilor PR.

3 Considerăm că datele obținute în această cercetare, folosind testele funcționale de hiperventilație și apnee voluntară, vor fi utile în explicarea fenomenelor clinice la pacienții cu sindrom de hiperventilație/sindrom respirator disfuncțional și/sau tulburări de anxietate.

BIBLIOGRAFIE

1. AKSELROD, S. et al. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat to beat cardiovascular control. In: *Science*. 1981, nr 213, pp. 220–222.
<https://doi.org/10.1126/science.6166045>
2. ALNEYADI M., DRISSI N., ALMEQBAALI M., OUHBI S. Biofeedback-Based Connected Mental Health Interventions for Anxiety: Systematic Literature Review. In: *JMIR Mhealth Uhealth*. 2021, nr 9(4), e26038 <https://doi.org/10.2196/26038>
3. ANDERSON, T. M., RAMIREZ, J. M. Respiratory rhythm generation: triple oscillator hypothesis. In: *F1000Res*. 2017, nr. 6, p. 139.
<https://doi.org/10.12688/f1000research.10193.1>
4. ANGELONE, A., COULTER, N. A. Respiratory sinus arrhythmia: A frequency dependent phenomenon. In: *J Appl Physiol*. 1964, nr 19, pp. 479–484.
<https://doi.org/10.1152/jappl.1964.19.3.479>
5. BEDA, A. et al. Low-frequency heart rate variability is related to the breath-to-breath variability in the respiratory pattern. In: *Psychophysiology*. 2014; nr 51, pp. 197–205.
<https://doi.org/10.1111/psyp.12163>
6. BERNARDI, L. et al. Modulatory effects of respiration. In: *Auton Neurosci*. 2001, nr 90(1-2), pp. 47–56. [https://doi.org/10.1016/s1566-0702\(01\)00267-3](https://doi.org/10.1016/s1566-0702(01)00267-3)
7. BERNARDI, L. et al. Slow breathing reduces chemoreflex response to hypoxia and hypercapnia, and increases baroreflex sensitivity. In: *J Hypertens*. 2001, nr 19(12), pp. 2221–2229. <https://doi.org/10.1097/00004872-200112000-00016>
8. BERNARDI, L. et al. Low-frequency spontaneous fluctuations of R-R interval and blood pressure in conscious humans: A baroreceptor or central phenomenon? In: *Clin Sci (Lond)*. 1994, nr 87, pp. 649–654. <https://doi.org/10.1042/cs0870649>
9. BERNARDI, L. et al. Slow breathing increases arterial baroreflex sensitivity in patients with chronic heart failure. In: *Circulation*. 2002, nr 105, pp. 143–145.
<https://doi.org/10.1161/hc0202.103311>
10. BERNTSON, G. G. et al. Heart rate variability: Origins, methods, and interpretive caveats. In: *Psychophysiology*. 1997, nr 34, pp. 623–648. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1997.tb02140.x>
11. BERNTSON, G. G. et al. Cardiovascular psychophysiology. In CACIOPPO J. T., TASSINARY L. G. and BERNTSON G. G. eds. *Handbook of psychophysiology*. Cambridge: Cambridge University Press, 2017, pp. 183–216. ISBN 978-1-107-05852-1
12. BERNTSON, G. G., CACIOPPO, J. T., QUIGLEY, K. S. Respiratory sinus arrhythmia: autonomic origins, physiological mechanisms, and psychophysiological implications. In: *Psychophysiology*. 1993, nr 30(2), pp. 183–196. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1993.tb01731.x>
13. BEȘLEAGĂ, T., VOVC, V., MOLDOVANU, I., CALABRESE, P. Studiul perioadei posthiperventilatorii la pacienți cu tulburare panică. In: *Analele Științifice ale USMF „N. Testemițanu”*. 2012, nr 1(13), pp. 147-150. ISSN 1857-1719.
14. BILLMAN, G. E. Heart rate variability: a historical perspective. In: *Front. Physiol*. 2011, nr 2, p. 86. <https://doi.org/10.3389/fphys.2011.00086>
15. BILLMAN, G.E. The effect of heart rate of the heart rate variability response to autonomic interventions. In: *Front. Physiol*. 2013, nr. 4, p. 222.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2013.00222>

16. BLUM, J., ROCKSTROH, C., GÖRITZ, A. S. Development and Pilot Test of a Virtual Reality Respiratory Biofeedback Approach. In: *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2020, nr 45, pp. 153–163. <https://doi.org/10.1007/s10484-020-09468-x>
17. BOITEN F. A. The effects of emotional behavior on components of the respiratory cycle. In: *Biol Psychol*. 1998, nr 49(1-2), pp. 29-51. [https://doi.org/10.1016/S0301-0511\(98\)00025-8](https://doi.org/10.1016/S0301-0511(98)00025-8)
18. BORDONI, B., ZANIER, E. Anatomic connections of the diaphragm: influence of respiration on the body system. In: *J Multidiscip Healthc*. 2013, nr 6, pp. 281-291. <https://doi.org/10.2147%2FJMDH.S45443>
19. BROWN, T. E., BEIGHTOL, L. A., KOH, J., ECKBERG, D. L. Important influence of respiration on human R-R interval power spectra is largely ignored. In: *J Appl Physiol*. 1993, nr. 75, pp. 2310–2317. <https://doi.org/10.1152/jappl.1993.75.5.2310>
20. CAPPO, B. M., HOLMES, D. S. The utility of prolonged respiratory expiration for reducing physiological and psychological arousal in non-threatening and threatening situations. In: *J Psychosom Res*. 1984, nr 28, pp. 265–273. [https://doi.org/10.1016/0022-3999\(84\)90048-5](https://doi.org/10.1016/0022-3999(84)90048-5)
21. CHANG, Q., LUI, R., SHEN Z. Effects of slow breathing rate on blood pressure and heart rate variabilities. In: *Int J Cardiol*. 2013, nr 169, pp. 6–8. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2013.08.121>
22. CHERNIGOVSKAYA, N. V., VACHILLO, E. G., PETRASH, V. V., RUSANOVSKII, V. V. Voluntary control of the heart rate as a method of correcting the functional state in neurosis. In: *Fiziol Cheloveka*. 1990, nr 16(2), pp. 105–111.
23. CLARK, M. E., HIRSCHMAN, R. Effects of paced respiration on anxiety reduction in a clinical population. In: *Biofeedback and Self Regul*. 1990, nr 15, pp. 273–284. <https://doi.org/10.1007/bf01011109>
24. CONDE PASTOR, M., JAVIER MENÉNDEZ, F., SANZ, M. T., VILA ABAD, E. The Influence of Respiration on Biofeedback Techniques. In: *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2008, nr. 33, pp. 49–54. <https://doi.org/10.1007/s10484-007-9048-4>
25. COOKE, W. H. et al. Controlled breathing protocols probe human autonomic cardiovascular rhythms. In: *Am J Physiol*. 1998, nr 274(2), H709–H718. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.1998.274.2.H709>
26. DE COUCK, M. et al. How breathing can help you make better decisions: Two studies on the effects of breathing patterns on heart rate variability and decision-making in business cases. In: *Int J Psychophysiol*. 2019, nr 139, pp. 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2019.02.011>
27. DE PASCALIS, V., ANELLO, A., VENTURINI, R. Changes in heart rate during feedback control of respiration. In: *Percept Mot Skills*. 1986; nr 63, pp. 87-96. <https://doi.org/10.2466/pms.1986.63.1.87>
28. DEL POZO, J. M., GEVIRTZ, R. N., SCHER, B., GUARNERI, E. Biofeedback treatment increases heart rate variability in patients with known coronary artery disease. In: *Am Heart J*. 2004, nr 147(3), p. 545. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2003.08.013>
29. DICK, T. E. et al. Cardiorespiratory coupling: common rhythms in cardiac, sympathetic, and respiratory activities. In: *Prog Brain Res*. 2014; nr 209, pp. 191–205. <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-63274-6.00010-2>
30. DICK, T. E. et al. Increased cardio-respiratory coupling evoked by slow deep breathing can persist in normal humans. In: *Respir Physiol Neurobiol*. 2014; nr 204, pp. 99–111. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2014.09.013>
31. DOMSCHKE, K., STEVENS, S., PFLEIDERER, B., GERLACH, A. L. Interoceptive sensitivity in anxiety and anxiety disorders: an overview and integration of neurobiological findings. In: *Clin Psychol Rev*. 2010, nr 30, pp. 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2009.08.008>

32. ECKBERG, D. L. The human respiratory gate. In: *J Physiol*. 2003; nr 548, pp. 339–352. <https://doi.org/10.1113%2Fjphysiol.2003.037192>
33. ECKBERG, D. L., ECKBERG, M. J. Human sinus node responses to repetitive, ramped carotid baroreceptor stimuli. In: *Am J Physiol*. 1982, nr 242, pp. H638–H644. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.1982.242.4.h638>
34. ELSTAD, M. Respiratory variations in pulmonary and systemic blood flow in healthy humans. In: *Acta Physiol (Oxf)*. 2012, nr 205, pp. 341–348. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.2012.02419.x>
35. FEIHL, F, BROCCARD, A. F. Interactions between respiration and systemic hemodynamics. Part I: basic concepts. In: *Intensive Care Med*. 2009, nr 35, pp. 45–54. <https://doi.org/10.1007/s00134-008-1297-z>
36. FOURNIÉ, C. et al. Heart rate variability biofeedback in chronic disease management: A systematic review. In: *Complement Ther Med*. 2021, nr. 60, p. 102750. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2021.102750>
37. GANENCO, A et al. Heart Rate Variability: the Involvement of Breathing Pattern (chest breathing, abdominal breathing) and Anxiety. In: *International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering*. Chişinău, Republica Moldova. 2011, pp. 288-289.
38. GANENCO, A. et al V. Study of interoceptive signals perception in patients with panic disorder and eminent respiratory symptoms. In: *3rd International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering*, Chişinău, Republica Moldova. 2016, pp. 470-472. https://doi.org/10.1007/978-981-287-736-9_111
39. GANENCO, A. et al. Influenţa probelor respiratorii asupra variabilităţii ritmului cardiac la subiecţi sanatoşi cu anxietate joasă şi ridicată. In: *Anale ştiinţifice ale USMF "Nicolae Testemiţanu"*. 2011, nr 1(12), pp. 254-257.
40. GANENCO, A. Modificările pattern-ului respirator la pacienţii cu tulburări de panică. In: *Buletinul Academiei de Ştiinţă a Moldovei*. 2020, nr 67(3), pp. 21-27.
41. GANENCO, A. The effects of respiratory biofeedback on state anxiety symptoms. In: *The VIII Annual International Scientific-Practical Conference "Medicine Pressing Questions"*. Baku, Azerbaijan, 2019, pp. 139-140.
42. GANENCO, A. The influence of respiratory biofeedback training on the breathing pattern and anxiety. In: *Moldovan Medical Journal*. 2019, nr 62(4), pp. 45-48. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3556502>
43. GARCIA, A. J., VIEMARI, J. C., KHUU, M. A. Respiratory rhythm generation, hypoxia, and oxidative stress-implications for development. In: *Respir Physiol and Neurobiol*. 2019, nr 270, pp. 1032-1059. <https://doi.org/10.1016%2Fj.resp.2019.103259>
44. GEVIRTZ, R.. The promise of heart rate variability biofeedback: evidence-based applications. In: *Biofeedback*. 2013, nr 41, pp. 110–120. <http://dx.doi.org/10.5298/1081-5937-41.3.01>
45. GHALI, M. G. Z. Respiratory rhythm generation and pattern formation: oscillators and network mechanisms. In: *J Integr Neurosci*. 2019, nr 18(4), pp. 481–517. <https://doi.org/10.31083/j.jin.2019.04.188>
46. GOESSL, V. C., CURTISS, J. E., HOFMANN, S. G. The effect of heart rate variability biofeedback training on stress and anxiety: a meta-analysis. In: *Psychol Med*. 2017, nr 47(15), pp. 2578-2586. <https://doi.org/10.1017/s0033291717001003>
47. GROSSMAN, P., KAREMAKER, J., WIELING, W. Prediction of tonic parasympathetic cardiac control using respiratory sinus arrhythmia: the need for respiratory control. In: *Psychophysiology*. 1991; nr 28, pp. 201–216. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1991.tb00412.x>

48. HAENSCH, C-A., LERCH, H., JÖRG, J., ISENMANN, S. Cardiac denervation occurs independent of orthostatic hypotension and impaired heart rate variability in Parkinson's disease. In: *Parkinsonism Relat Disord*. 2009, nr 15, pp. 134–137. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2008.04.031>
49. HAN, J. N. et al. Psychosomatic symptoms and breathing pattern. In: *J Psychosom Res*. 2000; nr 49(5), pp. 319-333. [https://doi.org/10.1016/S0022-3999\(00\)00165-3](https://doi.org/10.1016/S0022-3999(00)00165-3)
50. HAN, J. N. et al. Subjective symptoms and breathing pattern at rest and following hyperventilation in anxiety and somatoform disorders. In: *J Psychosom Res*. 1998, nr 45(6), pp. 519-532. [https://doi.org/10.1016/s0022-3999\(98\)00044-0](https://doi.org/10.1016/s0022-3999(98)00044-0)
51. HARRIS, V. A., KATKIN, E. S., LICK, J. R., HABBERFIELD, T. Paced respiration as a technique for the modification of autonomic response to stress. In: *Psychophysiology*. 1976, nr 13, pp. 386–391. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1976.tb00850.x>
52. HAYANO, J. et al. Respiratory sinus arrhythmia. A phenomenon improving pulmonary gas exchange and circulatory efficiency. In: *Circulation*. 1996, nr 94, pp. 842–847. <https://doi.org/10.1161/01.cir.94.4.842>
53. HAYANO, J. et al. Effects of respiratory interval on vagal modulation of heart rate. In: *Am J Physiol*. 1994, nr 267, pp. H33–H40. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.1994.267.1.h33>
54. HOMMA, I., MASAOA, Y. Breathing rhythms and emotions. In: *Exp Physiol*. 2008, nr 93(9), pp. 1011–1021. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.2008.042424>
55. HOPF, H. B., SKYSCHALLY, A., HEUSCH, G., PETERS, J. Low-frequency spectral power of heart rate variability is not a specific marker of cardiac sympathetic modulation. In: *Anesthesiology* 1995, nr 82(3), pp. 609–619. <https://doi.org/10.1097/00000542-199503000-00002>
56. HSIEH, C. W et al. Respiratory effect on the pulse spectrum. In: *J Med Eng Technol*. 2003, nr 27, pp. 77–84. <https://doi.org/10.1080/0309190021000025855>
57. HYNDMAN, B. W., KITNEY, R. I., SAYERS, B. Spontaneous rhythms in physiological control systems. In: *Nature*. 1971, nr 233(5318), pp. 339–341. <https://doi.org/10.1038/233339a0>
58. JENNINGS, J. A., MCKNIGHT, J. D., VAN DER MOLEN, M. Phase-sensitive interaction of cardiac and respiratory timing in humans. In: *Psychophysiology*. 1996, nr 33, pp. 514–521. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1996.tb02427.x>
59. JERATH, R., CRAWFORD, M. W., BARNES, V. A., HARDEN, K. Self-regulation of breathing as a primary treatment for anxiety. In: *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2015, nr 40(2), pp. 107-15. <https://doi.org/10.1007/s10484-015-9279-8>
60. JONES, G. E., EVANS, P. A. Treatment of Tietze's syndrome pain through paced respiration. In: *Biofeedback Self Regul*. 1980, nr 5, pp. 295–303. <https://doi.org/10.1007/bf00998606>
61. JOSEPH, C. N. et al. Slow breathing improves arterial baroreflex sensitivity and decreases blood pressure in essential hypertension. In: *Hypertension*. 2005, nr 46(4), pp. 714–718. <https://doi.org/10.1161/01.hyp.0000179581.68566.7d>
62. KARAVIDAS, M. K. et al. Preliminary results of an open label study of heart rate variability biofeedback for the treatment of major depression. In: *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2007, nr 32 (1), pp. 19–30. <https://doi.org/10.1007/s10484-006-9029-z>
63. KATO, A., TAKAHASHI, K., HOMMA, I. Relationships between trait and respiratory parameters during quiet breathing in normal subjects. In: *J Physiol Sci*. 2018, nr 68(4), pp. 369-376. <https://doi.org/10.1007/s12576-017-0539-7>
64. KEMP, A. H. et al. Impact of depression and antidepressant treatment on heart rate variability: a review and meta-analysis. In: *Biol. Psychiatry*. 2010, nr 67(11), pp. 1067–1074. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2009.12.012>

65. KHAZAN, I. *The clinical handbook of biofeedback: a step-by-step guide for training and practice with mindfulness*. Chichester: Wiley-Blackwell, 2013. 338 p. ISBN 978-1119993711
66. KLEIGER, R. E., MILLER, J. P., BIGGER, J. T., MOSS, A. J. Decreased heart rate variability and its association with increased mortality after acute myocardial infarction. In: *Am. J. Cardiol.* 1987, nr 59 (4), pp. 256–262. [https://doi.org/10.1016/0002-9149\(87\)90795-8](https://doi.org/10.1016/0002-9149(87)90795-8)
67. KLINTWORTH, A. et al. Heart rate asymmetry follows the inspiration/expiration ratio in healthy volunteers. In: *Physiol. Meas.* 2012, nr 33 (10), pp. 1717–1731. <https://doi.org/10.1088/0967-3334/33/10/1717>
68. KOLLAI, M., MIZSEI G. Respiratory sinus arrhythmia is a limited measure of cardiac parasympathetic control in man. In: *J Physiol.* 1990, nr 424, pp. 329–342. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1990.sp018070>
69. LABORDE, S. et al. Slow-Paced Breathing: Influence of Inhalation/Exhalation Ratio and of Respiratory Pauses on Cardiac Vagal Activity. In: *Sustainability.* 2021; nr 13(14), p. 7775. <https://doi.org/10.3390/su13147775>
70. LAUDE, D., GOLDMAN, M., ESCOURROU, P., ELGHOZI, J. L. Effect of breathing pattern on blood pressure and heart rate oscillations in humans. In: *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 1993, nr 20, pp. 619–626. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1681.1993.tb01643.x>
71. LEHRER, P., SMETANKIN, A., POTAPOVA, T. Respiratory sinus arrhythmia biofeedback therapy for asthma: a report of 20 unmedicated pediatric cases using the Smetankin method. In: *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2000, nr 25, pp. 193–200. <https://doi.org/10.1023/a:1009506909815>
72. LEHRER, P. M., VASCHILLO, E., VASCHILLO, B. Resonant frequency biofeedback training to increase cardiac variability: rationale and manual for training. In: *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2000, nr 25, pp. 177–191. <https://doi.org/10.1023/a:1009554825745>
73. LEHRER, P. Biofeedback training to increase heart rate variability. In: *Lehrer, P., Woolfolk, R. L., Sim, W. E. (Eds.) Principles and Practices of Stress Management, 3rd ed.* New York: The Guilford Press, 2007. pp. 227–248. ISBN 978-1606230008
74. LEHRER, P., GEVIRTZ, R. Heart rate variability biofeedback: how and why does it work? In: *Front Psychol.* 2014, nr 5, p. 756. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00756>
75. LEHRER, P. et al. Voluntarily produced increases in heart rate variability modulate autonomic effects of endotoxin induced systemic inflammation: an exploratory study. In: *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2010, nr 35 (4), pp. 303–315. <https://doi.org/10.1007/s10484-010-9139-5>
76. LEHRER, P. et al. Heart rate variability biofeedback: effects of age on heart rate variability, baroreflex gain, and asthma. In: *Chest.* 2006, nr 129 (2), pp. 278–284. <https://doi.org/10.1378/chest.129.2.278>
77. LEHRER, P. et al. Biofeedback treatment for asthma. In: *Chest.* 2004, nr 126 (2), pp. 352–361. <https://doi.org/10.1378/chest.126.2.352>
78. LEHRER, P. M. et al. Heart rate variability biofeedback increases baroreflex gain and peak expiratory flow. In: *Psychosom Med.* 2003, nr 65, pp. 796–805. <https://doi.org/10.1097/01.psy.0000089200.81962.19>
79. LEYRO T. M., et al. Respiratory therapy for the treatment of anxiety: meta-analytic review and regression. In: *Clin Psychol Rev.* 2021, nr 84, p. 101980. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2021.101980>
80. LICHT, C. M. M., DE GEUS, E. J. C., VAN DYCK, R., PENNINX, B. W. J. H.. Association between anxiety disorders and heart rate variability in The Netherlands Study of Depression and Anxiety (NESDA). In: *Psychosom Med.* 2009, nr 71 (5), pp. 508–518.

- <https://doi.org/10.1097/psy.0b013e3181a292a6>
81. LIN, I. M., TAI, L. Y., FAN, S. Y. Breathing at a rate of 5.5 breaths per minute with equal inhalation-to-exhalation ratio increases heart rate variability. In: *Int J Psychophysiol.* 2014, nr 91, pp. 206–211. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2021.101980>
 82. LIN, I. M. et al. Heart rate variability biofeedback increased autonomic activation and improved symptoms of depression and insomnia among patients with major depressive disorder. In: *Clin Psychopharmacol Neurosci.* 2019, nr 17, pp. 222–232. <https://doi.org/10.9758/cpn.2019.17.2.222>
 83. LIN, G. et al. Heart rate variability biofeedback decreases blood pressure in prehypertensive subjects by improving autonomic function and baroreflex. In: *J Altern Complement Med.* 2012, nr 18 (2), pp. 143–152. <https://doi.org/10.1089/acm.2010.0607>
 84. LOPES, T. C. et al. Cardio-respiratory interactions and relocation of heartbeats within the respiratory cycle during spontaneous and paced breathing. In: *Physiol Meas.* 2011, nr 32, pp. 1389–1401. <https://doi.org/10.1088/0967-3334/32/9/003>
 85. LORENZI-FILHO, G. et al. Entrainment of blood pressure and heart rate oscillations by periodic breathing. In: *Am J Respir Crit Care Med.* 1999, nr 159, pp. 1147–1154. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.159.4.9806081>
 86. LOZOVANU, S. et al. Heart rate variability in people with borderline type personality. In: *Moldovan Medical Journal.* 2020, nr 63(1), pp. 33-38. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3685646>
 87. LOZOVANU, S. et al. Recording of the Breathing Pattern in the Test with Controlled Hyperventilation in Subjects with a Borderline Type Personality Disorder. In: *IFMBE Proceedings.* 2019, nr 77, p. 475-479. https://doi.org/10.1007/978-3-030-31866-6_85
 88. MASAOKA, Y., HOMMA, I. The source generator of respiratory-related anxiety potential in the human brain. In: *Neurosci Lett.* 2000, nr 283, pp. 21–24. [https://doi.org/10.1016/s0304-3940\(00\)00895-8](https://doi.org/10.1016/s0304-3940(00)00895-8)
 89. MASAOKA, Y., HOMMA, I. Anxiety and respiratory pattern: their relationship during mental stress and physical load. In: *Int J Psychophysiol.* 1997, nr 27(2), pp. 153-159. [https://doi.org/10.1016/s0167-8760\(97\)00052-4](https://doi.org/10.1016/s0167-8760(97)00052-4)
 90. MASON, H. et al. Cardiovascular and respiratory effect of yogic slow breathing in the yoga beginner: what is the best approach? In: *Evid Based Complement Alternat Med,* 2013, nr 2013, p. 743504. <https://doi.org/10.1155/2013/743504>
 91. MCCAUL, K. D., SOLOMON, S., HOLMES, D. S. Effects of paced respiration and expectations on physiological and psychological responses to threat. In: *J Pers Soc Psychol.* 1979, nr 37, pp. 564–571. <https://doi.org/10.1037//0022-3514.37.4.564>
 92. MELO, D. L. M., CARVALHO L. B. C., PRADO, L. B. F., PRADO, G. F. Biofeedback Therapies for Chronic Insomnia: A Systematic Review. In: *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2019, nr 44(4), pp. 259-269. <https://doi.org/10.1007/s10484-019-09442-2>
 93. MEURET, E., WILHELM, F. H., ROTH W. T. Respiratory biofeedback-assisted therapy in panic disorder. In: *Behav Modif.* 2001, nr. 25(4), pp. 584-605. <https://doi.org/10.1177/0145445501254006>
 94. MIKOSCH, P. et al. Effectiveness of respiratory-sinus-arrhythmia biofeedback on state-anxiety in patients undergoing coronary angiography. In: *J Adv Nurs.* 2010, nr 66 (5), pp. 1101–1110. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2010.05277.x>
 95. MOAK, J. P., et al. Supine low-frequency power of heart rate variability reflects baroreflex function, not cardiac sympathetic innervation. In: *Heart Rhythm.* 2007, nr 4 (12), pp. 1523–1529. <https://doi.org/10.1016%2Fj.hrthm.2007.07.019>
 96. MOLKOV, Y. I., RUBIN, J. E., RYBAK, I. A., SMITH, J. C. Computational models of the neural control of breathing. In: *Wiley Interdiscip Rev Syst Biol Med.* 2017, nr 9(2), p. e1317.

- <https://doi.org/10.1002%2Fwsbm.1371>
97. MORAREND, Q.A. et al. The Use of a Respiratory Rate Biofeedback Device to Reduce Dental Anxiety: An Exploratory Investigation. In: *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2011, nr 36, pp. 63–70. <https://doi.org/10.1007/s10484-011-9148-z>
 98. MORGADO-VALLE, C., BELTRAN-PARRAZAL, L. Respiratory rhythm generation: the whole is greater than the sum of the parts. In: *Adv Exp Med Biol*. 2017, nr 1015, pp. 147–161. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62817-2_9
 99. MORRIS, J. et al. A neuromodulatory role for the human amygdala in processing emotional facial expressions. In: *Brain*. 1998, nr 121, pp. 47–57. <https://doi.org/10.1093/brain/121.1.47>
 100. MORTOLA, J. P., MARGHESCU, D., SIEGRIST-JOHNSTONE, R. Thinking about breathing: Effects on respiratory sinus arrhythmia. In: *Respir Physiol Neurobiol*. 2016, nr223, pp. 28–36. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2015.12.004>
 101. NAGARAJAN, S. Effects of slow breathing training for a month on blood pressure and VRC in healthy subjects. In: *Natl J Physiol Pharmacy Pharmacol* 2014, nr 4, pp. 245–248. <https://doi.org/10.5455/NJPPP.2014.4.050520141>
 102. ONIMARU, H., HOMMA, I. Spontaneous oscillatory burst activity in the piriform-amygdala region and its relation to in vitro respiratory activity in newborn rats. In: *Neurosci*. 2007, nr 144, pp. 387–394. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2006.09.033>
 103. OWENS A. P. et al. The genesis and presentation of anxiety in disorders of autonomic overexcitation. In: *Auton Neurosci*. 207, nr 203, pp. 81–87. <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2016.10.004>
 104. PAGANI, M. et al. Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympatho-vagal interaction in man and conscious dog. In: *Circ Res*. 1986, nr 59, pp. 178–193. <https://doi.org/10.1161/01.res.59.2.178>
 105. PATRON, E. et al. Association between depression and heart rate variability in patients after cardiac surgery: a pilot study. In: *J Psychosom Res*. 2012, nr 73 (1), pp. 42–46. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2012.04.013>
 106. PITTIG, A., ARCH, J. J., LAM C. W. R., CRASKE, M. G. Heart rate and heart rate variability in panic, social anxiety, obsessive–compulsive, and generalized anxiety disorders at baseline and in response to relaxation and hyperventilation. In: *Int J Psychophysiol*. 2013, nr 87(1), pp. 19–27. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2012.10.012>
 107. PITZALIS, M. V. et al. Effect of respiratory rate on the relationships between RR interval and systolic blood pressure fluctuations: A frequency-dependent phenomenon. In: *Cardiovasc Res*. 1998, nr 38, pp. 332–339. [https://doi.org/10.1016/s0008-6363\(98\)00029-7](https://doi.org/10.1016/s0008-6363(98)00029-7)
 108. POMERANZ, B. et al. Assessment of autonomic function in humans by heart rate spectral analysis. In: *Am J Physiol*. 1985, nr 248, pp. H151–H153. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.1985.248.1.h151>
 109. PORGES, S. W. Orienting in a defensive world: Mammalian modifications of our evolutionary heritage. A Polyvagal Theory. In: *Psychophysiology*. 1995, nr 32, pp. 301–318. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1995.tb01213.x>
 110. PORGES, S. W. The polyvagal perspective. In: *Biol. Psychol*. 2007, nr 74 (2), pp. 116–143. <https://doi.org/10.1016%2Fj.biopsycho.2006.06.009>
 111. PRINSLOO, G. E., DERMAN, W. E., LAMBERT, M. I., LAURIE RAUCH, H. G. The effect of a single session of short duration biofeedback-induced deep breathing on measures of heart rate variability during laboratory-induced cognitive stress: a pilot study. In: *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2013, nr 38 (2), pp. 81–90. <https://doi.org/10.1007/s10484-013-9210-0>

112. RACZKOWSKA, M., ECKBERG, D. L., EBERT, T. J. Muscarinic cholinergic receptors modulate vagal cardiac responses in man. In: *J Auton Nerv Syst.* 1983, nr 7, pp. 271–278. [https://doi.org/10.1016/0165-1838\(83\)90080-2](https://doi.org/10.1016/0165-1838(83)90080-2)
113. RADAELLI, A. et al. Effects of slow, controlled breathing on baroreceptor control of heart rate and blood pressure in healthy men. In: *J Hypertens.* 2004, nr 22, pp. 1361–1370. <https://doi.org/10.1097/01.hjh.0000125446.28861.51>
114. RAMIREZ, J-M., BAERTSCH, N. A. Modeling breathing rhythms. In: *eLife.* 2019, nr 8, p. e46033. <https://doi.org/10.7554%2FeLife.46033>
115. REINER, R. Integrating a portable biofeedback device into clinical practice for patients with anxiety disorders: results of a pilot study. In: *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2008, nr 33, pp. 55-61. <https://doi.org/10.1007/s10484-007-9046-6>
116. REYES DEL PASO, G. A. et al, S. The utility of low frequency heart rate variability as an index of sympathetic cardiac tone: a review with emphasis on a reanalysis of previous studies. In: *Psychophysiology* 2013, nr 50, pp. 477–487. <https://doi.org/10.1111/psyp.12027>
117. RICHTER, D. W., BALLANTYNE, D., REMMERS, J. E. The differential organization of medullary post-inspiratory activities. In: *Pflügers Archiv.* 1987, nr 410, pp. 420-427. <https://doi.org/10.1007/bf00586520>
118. RITZ, T., THONS, M., DAHME, B. Modulation of respiratory sinus arrhythmia by respiration rate and volume: Stability across posture and volume variations. In: *Psychophysiology.* 2001, nr 38, pp. 858–862. <https://doi.org/10.1111/1469-8986.3850858>
119. RUSSO, M. A., SANTARELLI, D. M., O’ROURKE, D.. The physiological effects of slow breathing in the healthy human. In: *Breathe.* 2017, nr 13, pp. 298–309. <https://doi.org/10.1183%2F20734735.009817>
120. SAKAKIBARA, M. et al. Heart rate variability biofeedback improves cardiorespiratory resting function during sleep. In: *Appl. Psychophysiol. Biofeedback* 2013, nr 38(4), pp. 265-271. <https://doi.org/10.1007/s10484-013-9232-7>
121. SAKAKIBARA, M., HAYANO, J. Effect of slowed respiration on cardiac parasympathetic response to threat. In: *Psychosom Med.* 1996, nr 58(1), pp. 32–37. <https://doi.org/10.1097/00006842-199601000-00006>
122. SALKOVSKIS, P. M., JONES, D. R., CLARK, D. M. Respiratory control in the treatment of panic attacks: Replication and extension with concurrent measurement of behaviour and pCO₂. In: *Br J Psychiatry.* 1986, nr 148, pp. 526–532. <https://doi.org/10.1192/bjp.148.5.526>
123. SEVOZ-COUCHE, C., LABORDE, S. Heart rate variability and slow-paced breathing: when coherence meets resonanc. In: *Neurosci Biobehav Rev.* 2022, nr 135, p. 104576. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2022.104576>
124. SHAFFER, F., MCCRATY, R., ZERR, C. L. A healthy heart is not a metronome: An integrative review of the heart’s anatomy and heart rate variability. In: *Front Psychol.* 2014, nr 5, p. 1040. <https://doi.org/10.3389%2Ffpsyg.2014.01040>
125. SHERLIN, L., GEVIRTZ, R., WYCKOFF, S., MUENCH, F. Effects of respiratory sinus arrhythmia biofeedback versus passive biofeedback control. In: *International Journal of Stress Management.* 2009, nr 16 (3), pp. 233–248. <https://doi.org/10.1037/a0016047>
126. SIDORENKO, L., DIAZ-RAMIREZ, I., VOVC, V., BAUMANN, G. New approach to heart rate variability analysis based on cardiophysiological biomarkers. In: *Moldovan Medical Journal.* 2018, nr 3(61), pp. 39-46. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1465926>
127. SIDORENKO, L., VOVC, V., GANENCO, A., MOLDOVANU, I. Changes in heart rate variability and respiratory patterns influenced by evoked psychoemotional states. In: *Curierul Medical,* 2013, nr.2(56), pp. 56-61.

128. SINHA, M., SINHA,R., GHATE, J., SARNIK, G. Impact of Altered Breathing Patterns on Interaction of EEG and Heart Rate Variability. In: *Ann Neurosci*. 2020, nr 27(2), pp. 67–74. <https://doi.org/10.1177/0972753120950075>
129. SLOAN, R. P. et al. Relationships between circulating catecholamines and low frequency heart period variability as indices of cardiac sympathetic activity during mental stress. In: *Psychosom Med*. 1996, nr 58, pp. 25–31. <https://doi.org/10.1097/00006842-199601000-00005>
130. SONG, H. S., LEHRER, P. The effects of specific respiratory rates on heart rate and heart rate variability. In: *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2003, nr 28 (1), pp. 13–23. <https://doi.org/10.1023/a:1022312815649>
131. SPIELBERGER, C. D. et al. Manual for the State-Trait Anxiety Inventory. Palo Alto: Consulting Psychologists Press. 1983. 75 p.
132. STARK, R., SCHIENLE, A.,WALTER, B., VAITL, D. Effects of paced respiration on heart period and heart period variability. In: *Psychophysiology*. 2000, nr 37(3), pp. 302–309. <https://doi.org/10.1111/1469-8986.3730302>
133. STRAUSS-BLASCHE, G. et al. Relative timing of inspiration and expiration affects respiratory sinus arrhythmia. In: *Clin Exp Pharmacol Physiol*. 2000, nr 27(8), pp. 601–606. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1681.2000.03306.x>
134. SÜRÜCÜ, C. E. et al. The effects of six-week slow, controlled breathing exercises on heart rate variability in physically active, healthy individuals. In: *Pedagogy Physical Cult. Sports*. 2021, nr 25(1), pp. 4–9. <http://doi.org/10.15561/26649837.2021.0101>
135. TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY AND THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING AND ELECTROPHYSIOLOGY. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. In: *Circulation*. 1996, nr 93(5), pp. 1043–1065. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.93.5.1043>
136. THARION, E. et al. Influence of deep breathing exercise on spontaneous respiratory rate and heart rate variability: a randomised controlled trial in healthy subjects. In: *Indian J Physiol Pharmacol*. 2012, nr 56(1), pp. 80–87.
137. TIMOTIN, I. et al. The role of depression and anxiety in pain perception. In: *Moldovan Medical Journal*. 2023, nr 66(1), pp. 24–30. <https://doi.org/10.52418/moldovan-med-j.66-1.23.04>.
138. TOLIN, D. F., DAVIES, C. D., MOSKOW, D. M., HOFMANN, S. G. Biofeedback and Neurofeedback for Anxiety Disorders: A Quantitative and Qualitative Systematic Review. In: *Adv Exp Med Biol*, 2020, nr 1191, pp. 265-289. https://doi.org/10.1007/978-981-32-9705-0_16
139. TONU, V., VOVC, V., ENACHE, N. Cardiorespiratory coupling: A review of the analysis methods. In: *IFMBE Proceedings*, 2019, nr 77, pp. 469-474. https://doi.org/10.1007/978-3-030-31866-6_84
140. TU, L., HAO, T., BI, C., XING, G. BreathCoach: A Smart In-home Breathing Training System with Bio-Feedback via VR Game. In: *Smart Health*. 2020, nr 16, p. 100090. <https://doi.org/10.1016/j.smhl.2019.100090>
141. VAN DIEST, I. et al. Inhalation/exhalation ratio modulates the effect of slow breathing on heart rate variability and relaxation. In: *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2014, nr 39(3–4), pp. 171–80. <https://doi.org/10.1007/s10484-014-9253-x>
142. VASCHILLO, E., LEHRER, P., RISHE, N., KONSTANTINOV, M. Heart rate variability biofeedback as a method for assessing baroreflex function: a preliminary study of resonance in the cardiovascular system. In: *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2002, nr 27 (1), pp. 1–27. <https://doi.org/10.1023/a:1014587304314>

143. VASCHILLO, E. G., VASCHILLO, B., LEHRER, P. M. Characteristics of resonance in heart rate variability stimulated by biofeedback. In: *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2006, nr 31 (2), pp. 129–142. <https://doi.org/10.1007/s10484-006-9009-3>
144. WANG, S. Z. et al. Effect of slow abdominal breathing combined with biofeedback on blood pressure and heart rate variability in prehypertension. In: *J Altern Complement Med*. 2010, nr 16 (10), pp. 1039–1045. <https://doi.org/10.1089/acm.2009.0577>
145. WANG, Y. P. et al. Effects of respiratory time ratio on heart rate variability and spontaneous baroreflex sensitivity. In: *J Appl Physiol*. 2013, nr 115 (11), pp. 1648–1655. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00163.2013>
146. WEI, G.-X. et al. Tai Chi Chuan modulates heart rate variability during abdominal breathing in elderly adults. In: *Psych J*. 2016, nr 5(1), pp. 69-77. <https://doi.org/10.1002/pchj.105>
147. Wells, R. et al. Matter over mind: a randomised-controlled trial of single-session biofeedback training on performance anxiety and heart rate variability in musicians. In: *PLoS ONE*. 2012, nr 7 (10), p. e46597. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0046597>
148. ZACCARO, A. et al. How Breath-Control Can Change Your Life: A Systematic Review on Psycho-Physiological Correlates of Slow Breathing. In: *Front Hum Neurosci*. 2018, nr 12, p. 53. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00353>
149. ZHANG, Z. et al. Effects of slow and regular breathing exercise on cardiopulmonary coupling and blood pressure. In: *Med Biol Eng Comput*. 2016, nr 55(2), pp. 327–341. <https://doi.org/10.1007/s11517-016-1517-6>

ANEXE

Anexa 1

Rangurile pentru toate valorile și rangul mediu ai parametrilor pattern-ului respirator în diferite modele de respirație.

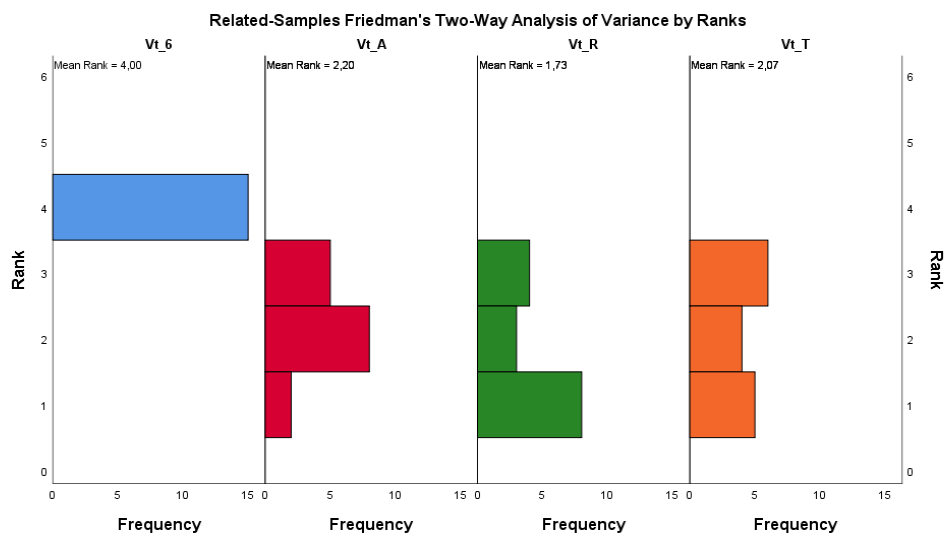


Fig. A1.1 Rangurile pentru valoarea Vt în diferite modele de respirație.

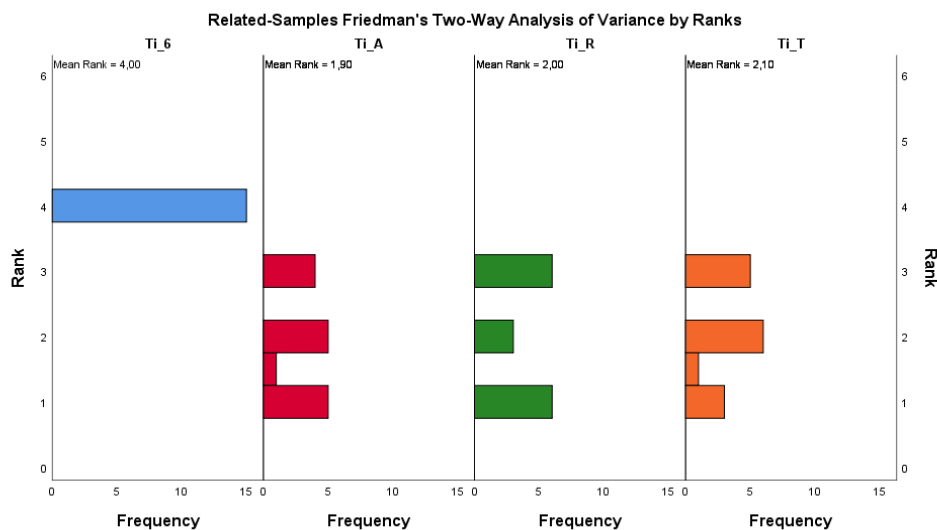


Fig. A1.2 Rangurile pentru valoarea Ti în diferite modele de respirație.

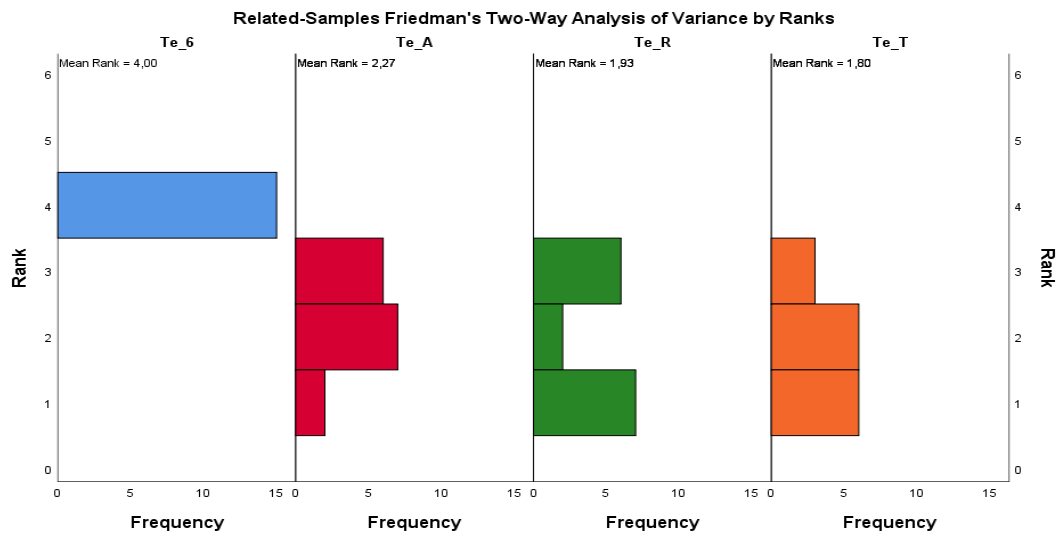


Fig. A1.3. Rangurile pentru valoarea Te în diferite modele de respirație.

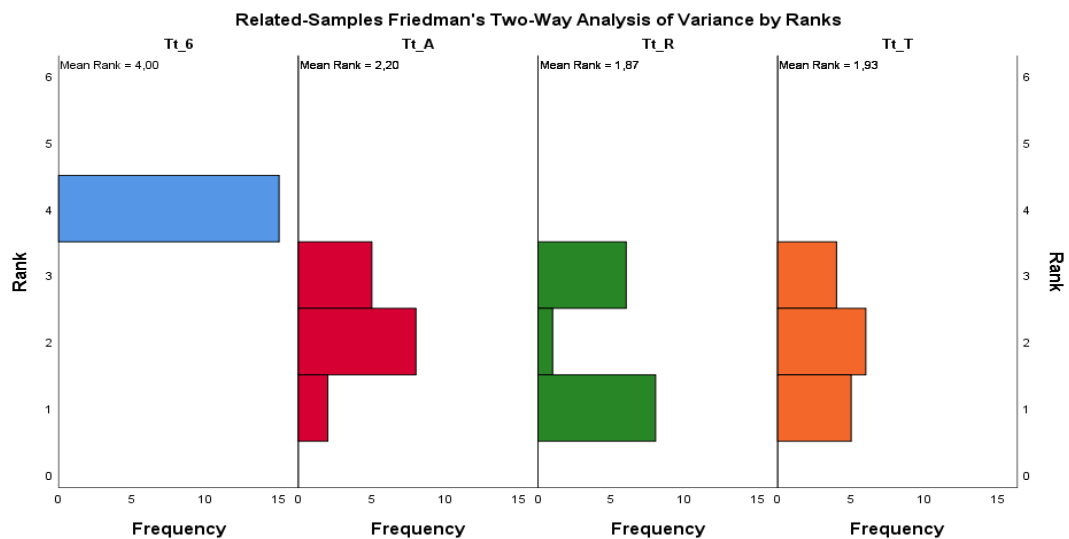


Fig. A1.4. Rangurile pentru valoarea Tt în diferite modele de respirație.

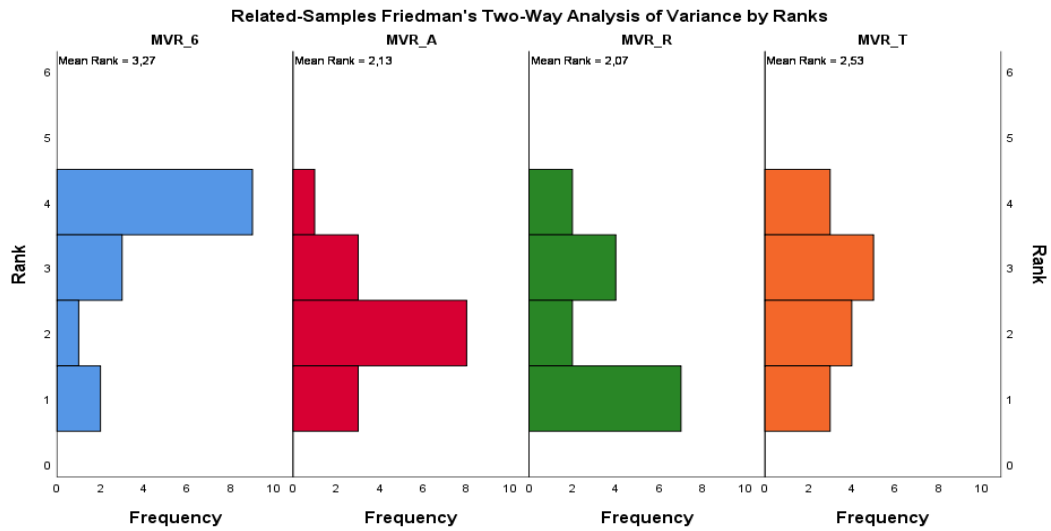


Fig. A1.5. Rangurile pentru valoarea MVR în diferite modele de respirație.

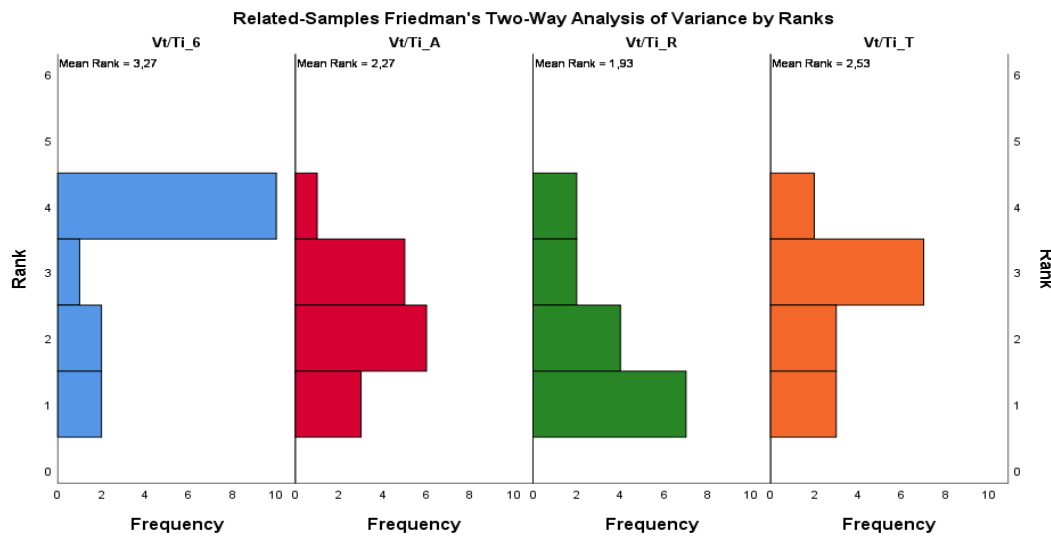


Fig. A1.6. Rangurile pentru valoarea Vt/Ti în diferite modele de respirație.

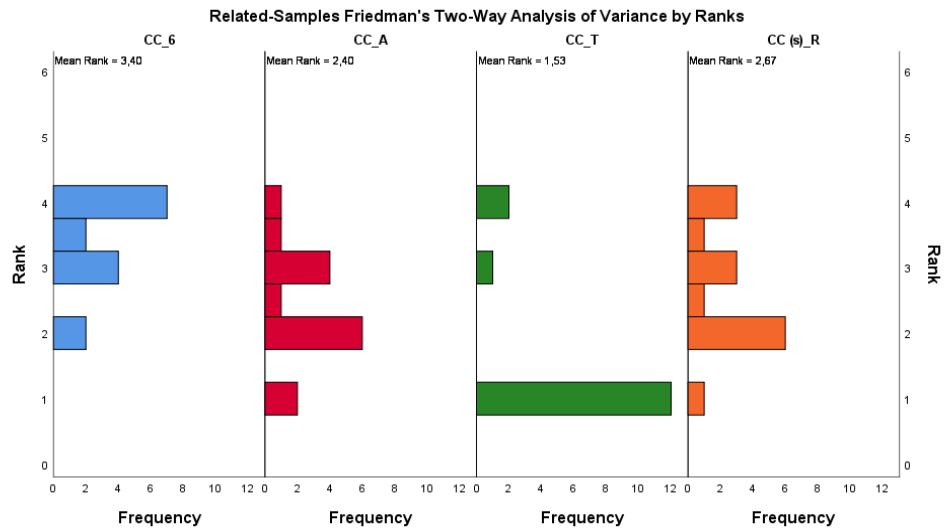


Fig. A1.7. Rangurile pentru valoarea CC în diferite modele de respirație.

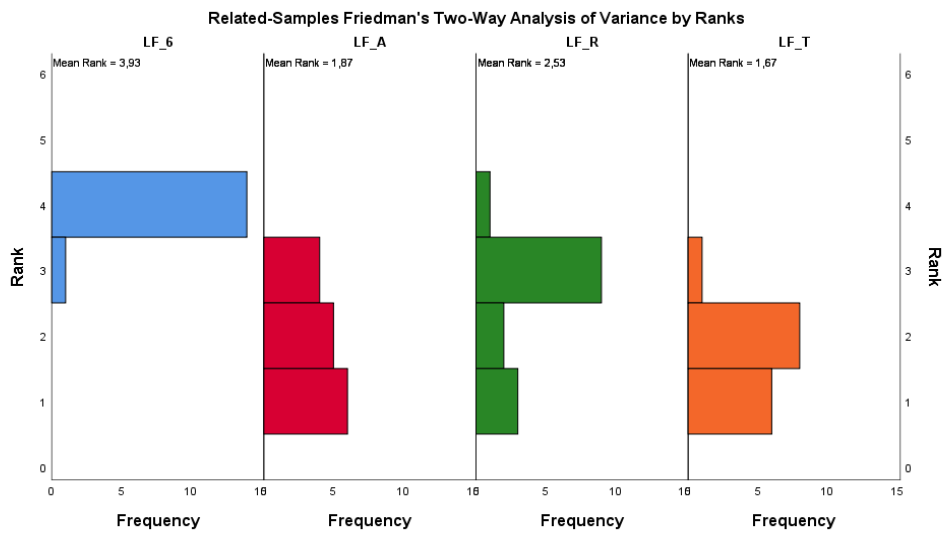


Fig. A1.8. Rangurile pentru valoarea LF în diferite modele de respirație.

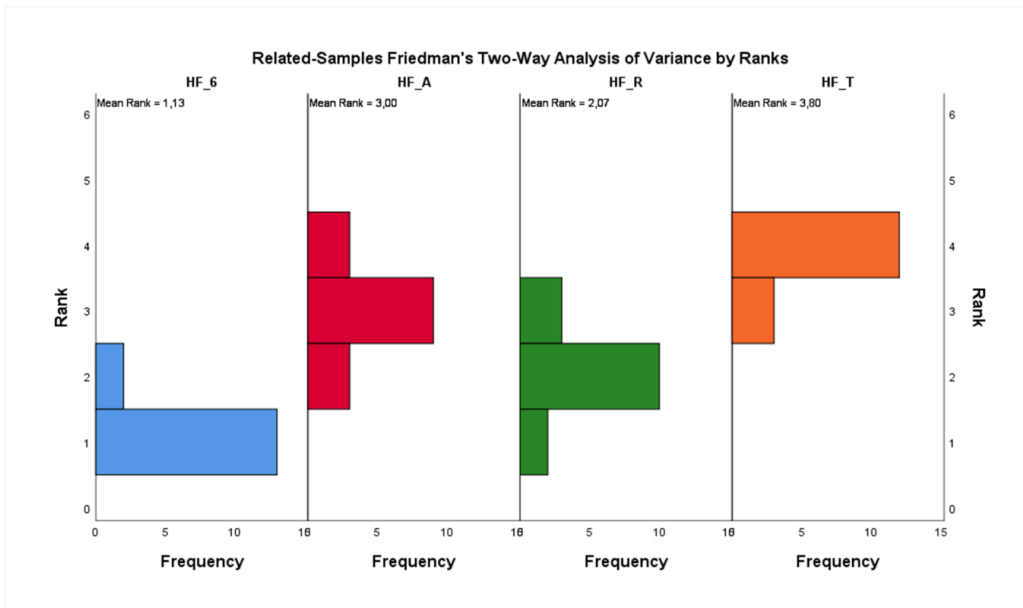


Fig. A1.9. Rangurile pentru valoarea HF în diferite modele de respirație.

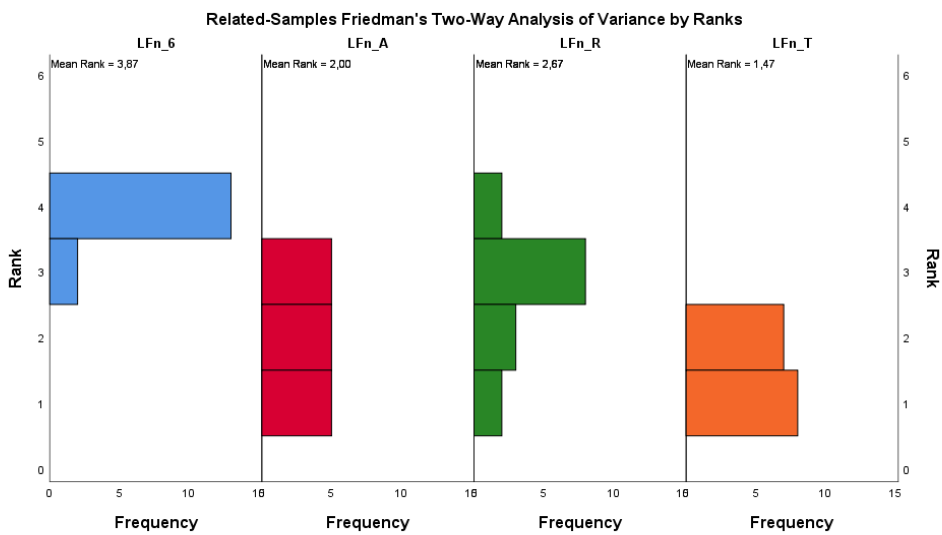


Fig. A1.10. Rangurile pentru valoarea LFn în diferite modele de respirație.

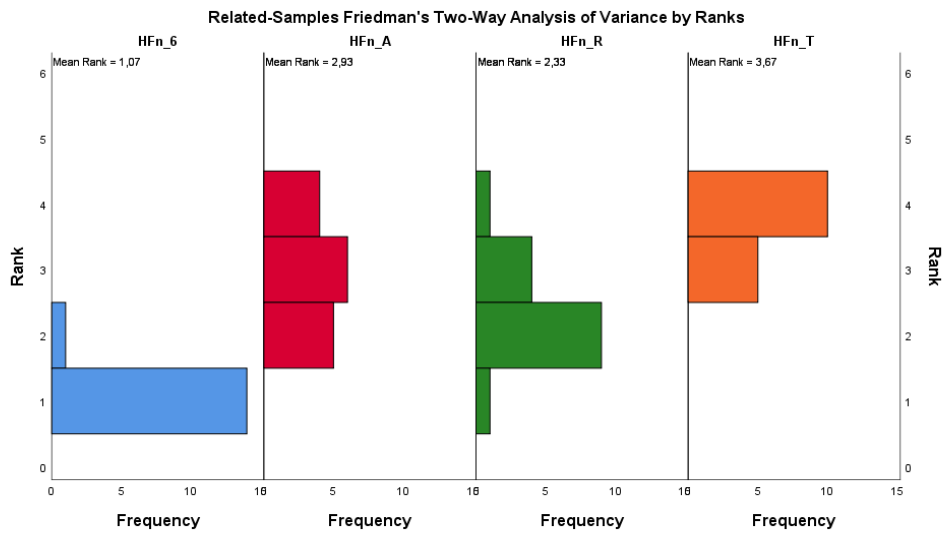


Fig. A1.11. Rangurile pentru valoarea HFn în diferite modele de respirație.

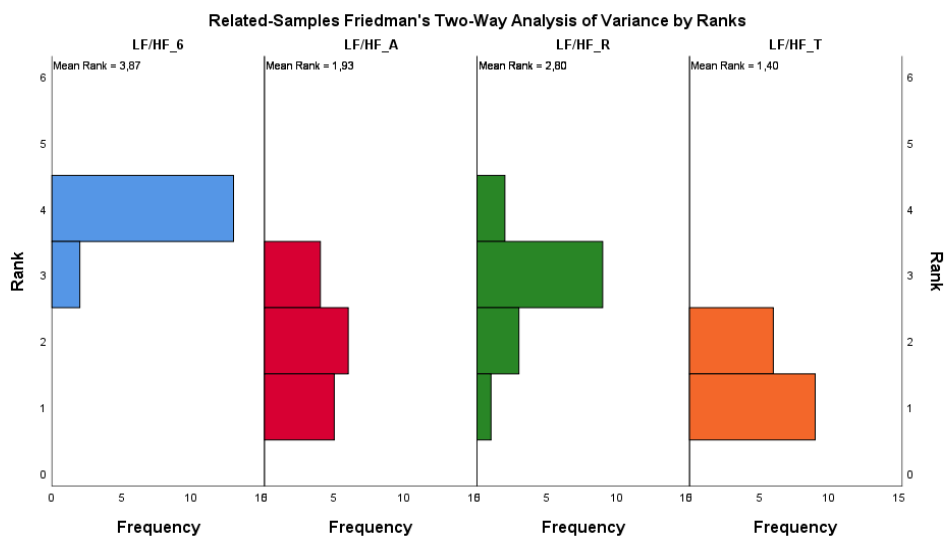


Fig. A1.12. Rangurile pentru valoarea LF/HF în diferite modele de resp

Tabelul A2.1. Valorile parametrilor PR și VRC la subiecții cu anxietate joasă și ridicată

	Anxietatea													
	<=45							>=46						
	Max	Min	Media	DS	P25	Mediana	P 75	Max	Min	Media	DS	P25	Mediana	P75
ASr	30,0	19,0	25,24	3,54	22,00	26,00	28,00	56,00	46,00	48,59	2,96	46,00	48,00	50,00
APr	45,0	25,0	37,59	5,28	34,00	39,00	40,00	72,00	52,00	63,00	6,15	60,00	65,00	66,00
Vt-RR	0,82	0,25	0,41	0,15	0,32	0,35	0,52	0,78	0,13	0,34	0,18	0,24	0,29	0,39
Ti-RR	1,99	1,22	1,49	0,17	1,40	1,44	1,57	2,02	1,10	1,44	0,27	1,24	1,38	1,46
Te-RR	3,08	1,51	2,18	0,45	1,85	2,17	2,49	3,48	1,35	2,11	0,67	1,58	1,85	2,22
Tt-RR	4,63	2,74	3,67	0,55	3,25	3,67	4,09	5,42	2,54	3,54	0,86	3,02	3,28	3,88
Ti/Tt-RR	0,47	0,33	0,42	0,04	0,40	0,42	0,45	0,52	0,33	0,42	0,05	0,37	0,42	0,46
Vt/Ti-RR	0,41	0,15	0,26	0,08	0,21	0,25	0,31	0,62	0,07	0,23	0,12	0,18	0,21	0,25
MVR-RR	11,36	3,06	6,61	2,10	5,11	6,76	8,20	17,09	1,34	5,95	3,43	4,36	5,56	6,05
LF-RR	1339,0	5,0	480,00	423,50	184,00	269,00	755,00	1085,00	31,00	407,82	318,27	188,00	296,00	621,00
HF-RR	43414,0	6,0	3385,41	10384,86	130,00	378,00	1108,00	21554,00	10,00	1628,71	5148,33	148,00	277,00	543,00
LFn-RR	93,50	0,60	47,83	26,30	28,90	46,80	69,30	74,50	0,52	37,86	23,65	31,30	42,90	51,00
HFn-RR	98,40	6,50	52,04	26,16	30,70	53,20	70,90	93,70	0,23	44,40	26,06	28,00	50,50	61,40
LF/HF-RR	14,48	0,01	2,02	3,39	0,41	0,88	2,26	3,42	0,05	1,25	0,93	0,63	0,98	1,34
Vt-HV	1,48	0,43	0,95	0,30	0,67	0,96	1,12	1,63	0,34	0,87	0,40	0,63	0,79	1,18
Ti-HV	1,64	1,31	1,41	0,08	1,35	1,38	1,47	1,66	1,29	1,41	0,09	1,33	1,40	1,43
Te-HV	2,62	1,40	1,68	0,26	1,62	1,65	1,69	1,88	1,31	1,59	0,14	1,52	1,59	1,67
Tt-HV	4,25	2,72	3,09	0,32	2,99	3,03	3,05	3,54	2,67	3,00	0,19	2,95	2,99	3,04
Ti/Tt-HV	0,52	0,41	0,46	0,02	0,45	0,46	0,46	0,52	0,43	0,47	0,02	0,46	0,47	0,48
Vt/Ti-HV	1,07	0,31	0,68	0,23	0,46	0,69	0,84	1,23	0,23	0,62	0,30	0,44	0,55	0,82

	Anxietatea													
	<=45							>=46						
	Max	Min	Media	DS	P25	Mediana	P 75	Max	Min	Media	DS	P25	Mediana	P75
MVR-HV	29,61	8,57	18,69	6,30	12,75	18,94	24,59	35,17	7,23	17,46	8,33	12,83	15,35	22,75
LF-HV	696,00	4,00	224,59	223,29	60,00	159,00	268,00	1184,00	10,00	289,88	316,93	51,00	182,00	425,00
HF-HV	50401,0	6,00	3679,65	12086,08	63,00	215,00	1197,00	9430,00	11,00	987,24	2245,46	105,00	257,00	632,00
LFn-HV	82,10	1,20	35,53	27,07	18,00	23,10	58,20	80,40	0,22	30,21	24,04	14,20	25,80	43,00
HFn-HV	98,10	17,80	64,37	27,02	41,70	76,80	81,90	85,50	0,39	52,01	31,11	34,70	57,30	76,70
LF/HF-HV	4,61	0,01	1,10	1,52	0,22	0,30	1,40	4,10	0,13	0,92	1,01	0,29	0,48	1,24
Vt-PHV	1,09	0,15	0,43	0,20	0,33	0,37	0,49	0,89	0,17	0,37	0,20	0,24	0,29	0,45
Ti-PHV	2,00	1,19	1,55	0,18	1,49	1,56	1,64	1,90	1,16	1,42	0,21	1,31	1,34	1,53
Te-PHV	8,63	1,64	3,39	1,81	2,09	2,90	4,35	7,73	1,57	3,06	1,55	2,08	2,36	3,82
Tt-PHV	10,12	2,83	4,94	1,86	3,70	4,57	5,86	9,02	2,92	4,48	1,56	3,48	4,11	5,06
Ti/Tt-PHV	0,47	0,19	0,37	0,08	0,31	0,38	0,44	0,50	0,25	0,38	0,07	0,33	0,38	0,44
Vt/Ti-PHV	0,70	0,10	0,27	0,13	0,21	0,24	0,30	0,64	0,13	0,24	0,12	0,16	0,21	0,29
MVR-PHV	19,05	1,84	6,24	3,90	3,85	4,94	7,02	15,01	2,91	5,62	3,12	3,77	4,86	6,34
LF-PHV	3930,0	18,00	808,41	931,86	302,00	446,00	997,00	3772,00	64,00	809,71	932,17	223,00	552,00	784,00
HF-PHV	108775,0	6,00	7147,18	26220,47	78,00	436,00	1078,00	17193,00	9,00	1440,94	4094,98	171,00	325,00	582,00
LFn-PHV	93,00	3,50	59,09	26,18	38,20	66,70	79,40	87,40	0,47	48,24	29,57	26,90	54,60	70,00
HFn-PHV	96,40	7,00	40,81	26,12	20,60	33,30	61,70	81,00	0,29	34,15	24,70	14,50	33,00	51,40
LF/HF-PHV	13,38	0,04	2,83	3,15	0,62	2,01	3,85	6,95	0,22	2,13	1,88	0,90	1,64	2,39
LF-AV	3587,00	136,00	751,53	890,66	321,00	450,00	632,00	3949,00	91,00	778,41	1028,29	195,00	481,00	709,00
HF-AV	2635,00	2,00	388,71	702,28	41,00	89,00	279,00	10162,00	10,00	1253,53	2759,28	154,00	249,00	628,00
LFn-AV	99,20	19,30	77,19	19,13	68,90	83,90	88,00	95,10	8,80	59,12	22,84	44,70	59,30	74,00

	Anxietatea													
	<=45							>=46						
	Max	Min	Media	DS	P25	Mediana	P 75	Max	Min	Media	DS	P25	Mediana	P75
HF _n -AV	80,60	0,80	22,41	19,42	12,00	16,10	30,70	90,30	4,90	40,59	22,70	26,00	40,30	55,10
LF/HF-AV	191,95	0,24	23,72	52,03	2,25	5,20	7,34	19,35	0,10	3,16	4,64	0,81	1,47	2,85
Vt-PAV	0,77	0,27	0,47	0,15	0,37	0,47	0,54	0,77	0,11	0,37	0,19	0,24	0,37	0,41
Ti-PAV	2,06	1,20	1,57	0,21	1,41	1,55	1,67	1,91	1,17	1,45	0,23	1,26	1,44	1,58
Te-PAV	3,71	1,50	2,28	00,57	1,94	2,10	2,63	4,39	1,44	2,34	0,81	1,77	2,12	2,70
Tt-PAV	5,76	2,70	3,85	,75	3,43	3,55	4,36	5,64	2,63	3,79	0,87	3,25	3,65	4,33
Ti/Tt-PAV	0,47	0,34	0,42	0,03	0,41	0,42	0,45	0,52	0,30	0,41	0,06	0,37	0,42	0,45
Vt/Ti-PAV	0,50	0,15	0,29	0,09	0,25	0,27	0,31	0,65	0,10	0,25	0,13	0,15	0,24	0,28
MVR-PAV	10,68	3,62	7,32	2,00	6,39	6,84	8,07	17,68	2,45	6,40	3,73	3,89	5,84	6,99
LF-PAV	1930,00	14,00	454,59	466,64	136,00	311,00	727,00	1730,00	57,00	512,71	475,34	207,00	294,00	646,00
HF-PAV	61932,0	9,00	4360,18	14863,07	168,00	415,00	1327,00	18748,00	12,00	1462,12	4465,58	116,00	397,00	680,00
LF _n -PAV	80,70	0,20	45,81	21,92	32,30	52,00	63,00	94,40	0,23	46,69	29,87	37,00	46,40	63,60
HF _n -PAV	97,70	19,20	53,78	21,84	37,00	47,90	67,70	89,90	0,22	35,68	26,01	17,20	39,10	55,20
LF/HF-PAV	4,20	0,001	1,23	1,10	0,48	1,08	1,70	16,80	0,09	2,55	3,94	0,70	1,16	3,16

Tabelul A3.1. Analiza descriptivă în modelul de respirație RR. IBM SPSS 26 output

	Media \pm DS	Minimum - Maximum	Mediana (P25-P75)
Vt, l	0,47 \pm 0,10	0,27-0,66	0,48 (0,40-0,53)
Ti, s	1,64 \pm 0,36	1,15-2,41	1,51 (1,43-2,01)
Te, s	2,42 \pm 0,87	1,14-4,64	2,24 (1,71-3,05)
Tt, s	4,06 \pm 1,17	2,32-7,05	4,0 (3,22-4,61)
MVR, l/min	7,09 \pm 1,59	4,49-10,16	7,01 (5,66-8,17)
FR, r/min	15,92 \pm 4,21	8,5-24,53	15,15 (13,0-18,6)
CC, s	0,88 \pm 0,14	0,7-1,15	0,87 (0,77-0,96)

Tabelul A3.2. Analiza descriptivă în modelul de respirație RA. IBM SPSS 26 output

	Media \pm DS	Minimum - Maximum	Mediana (P25-P75)
VtB, l	0,47 \pm 0,10	0,27-0,66	0,48 (0,40-0,53)
TiB, s	1,64 \pm 0,36	1,15-2,41	1,51 (1,43-2,01)
TeB, s	2,42 \pm 0,87	1,14-4,64	2,24 (1,71-3,05)
TtB, s	4,06 \pm 1,17	2,32-7,05	4,0 (3,22-4,61)
MVRB, l/	7,09 \pm 1,59	4,49-10,16	7,01 (5,66-8,17)
FRB, r/min	15,92 \pm 4,21	8,5-24,53	15,15 (13,0-18,6)
CCB, c/min	0,88 \pm 0,14	0,7-1,15	0,87 (0,77-0,96)
LF/HFB	1,07 \pm 1,45	0,18-5,8	0,6 (0,35-0,96)
Vt, l	0,50 \pm 0,09	0,37 -0,64	0,49 (0,44-0,56)
Ti, s	1,68 \pm 0,34	1,16-2,28	1,67 (1,42-1,92)
Te, s	2,58 \pm 0,43	1,67-3,27	2,68 (2,30-2,96)
Tt, s	4,26 \pm 0,67	3,09-5,31	4,20 (3,70-4,88)
MVR, l/min	7,10 \pm 1,47	5,1-9,93	6,99 (5,93-8,48)
FR, r/min	14,42 \pm 2,34	11,3-19,4	14,30 (12,3-16,2)
CC, s	0,86 \pm 0,12	0,72-1,1	0,82 (0,78-0,95)
LF/HF	0,42 \pm 0,25	0,11-1,13	0,41 (0,28-0,44)

Tabelul A3.3. Analiza descriptivă în modelul de respirație RT. IBM SPSS 26 output

	Media ± DS	Minimum - Maximum	Mediana (P25-P75)
VtB, l	0,47±0,10	0,27-0,66	0,48 (0,40-0,53)
TiB, s	1,64±0,36	1,15-2,41	1,51 (1,43-2,01)
TeB, s	2,42±0,87	1,14-4,64	2,24 (1,71-3,05)
TtB, s	4,06±1,17	2,32-7,05	4,0 (3,22-4,61)
MVRB, l/	7,09±1,59	4,49-10,16	7,01 (5,66-8,17)
FRB, r/min	15,92±4,21	8,5-24,53	15,15 (13,0-18,6)
CCB, c/min	0,88±0,14	0,7-1,15	0,87 (0,77-0,96)
LF/HFB	1,07±1,45	0,18-5,8	0,6 (0,35-0,96)
Vt, l	0,50±0,08	0,37-0,65	0,48 (0,46-0,57)
Ti, s	1,75±0,33	1,21-2,41	1,83 (1,47-1,93)
Te, s	2,41±0,29	1,64-2,84	2,43 (2,28-2,61)
Tt, s	4,16±0,52	3,11-5,08	4,23 (3,80-4,51)
MVR, l/min	7,37±1,69	5,07-11,04	6,80 (6,10-8,68)
FR, r/min	14,64±1,92	11,8-19,3	14,20 (13,30-15,80)
CC, s	0,75±0,08	0,65-0,91	0,74 (0,68-0,81)
LF/HF	0,37±0,18	0,14-0,82	0,33 (0,27-0,44)

Tabelul A3.4. Analiza descriptivă în modelul de respirație R6. IBM SPSS 26 output

	Media ± DS	Minimum - Maximum	Mediana (P25-P75)
VtB, l	0,47±0,10	0,27-0,66	0,48 (0,40-0,53)
TiB, s	1,64±0,36	1,15-2,41	1,51 (1,43-2,01)
TeB, s	2,42±0,87	1,14-4,64	2,24 (1,71-3,05)
TtB, s	4,06±1,17	2,32-7,05	4,0 (3,22-4,61)
MVRB, l/	7,09±1,59	4,49-10,16	7,01 (5,66-8,17)
FRB, r/min	15,92±4,21	8,5-24,53	15,15 (13,0-18,6)
CCB, c/min	0,88±0,14	0,7-1,15	0,87 (0,77-0,96)
LF/HFB	1,07±1,45	0,18-5,8	0,6 (0,35-0,96)
Vt, l	1,42±0,44	0,69-2,14	1,31 (1,21-1,86)
Ti, s	3,51±0,98	1,93-5,1	3,71 (2,71-4,26)
Te, s	5,88±1,23	4,03-7,09	5,60 (4,86-7,08)
Tt, s	9,39±1,35	6,74-12,77	9,74 (8,70-9,92)
MVR, l/min	9,30±2,23	4,32-12,21	9,12 (8,52-10,98)
FR, r/min	6,51±0,99	4,70-8,90	6,19 (6,0-6,90)
CC, s	0,95±0,13	0,76-1,17	0,95 (0,88-1,06)
LF/HF	9,41±1,93	1,03-6,03	5,97 (2,62-6,46)

Tabelul A3.5. Analiza descriptivă în modelul de respirație R3/7. IBM SPSS 26 output

	Media ± DS	Minimum - Maximum	Mediana (P25-P75)
VtB, l	0,47±0,10	0,27-0,66	0,48 (0,40-0,53)
TiB, s	1,64±0,36	1,15-2,41	1,51 (1,43-2,01)
TeB, s	2,42±0,87	1,14-4,64	2,24 (1,71-3,05)
TtB, s	4,06±1,17	2,32-7,05	4,0 (3,22-4,61)
MVRB, l/	7,09±1,59	4,49-10,16	7,01 (5,66-8,17)
FRB, r/min	15,92±4,21	8,5-24,53	15,15 (13,0-18,6)
CCB, c/min	0,88±0,14	0,7-1,15	0,87 (0,77-0,96)
LF/HFB	1,07±1,45	0,18-5,8	0,6 (0,35-0,96)
Vt, l	0,54±0,18	0,28-0,84	0,54 (0,39-0,69)
Ti, s	3,09±0,17	2,89-3,48	3,03 (2,97-3,21)
Te, s	6,95±0,11	6,64-7,07	6,98 (6,93-7,01)
Tt, s	9,93±0,18	9,63-10,21	9,93 (9,77-10,11)
MVR, l/min	3,28±1,08	1,68-5,19	3,17 (2,33-4,09)
FR, r/min	6,04±0,11	5,88-6,23	6,04 (5,93-6,14)
CC, s	0,88±0,11	0,69-1,12	0,87 (0,75-0,98)
LF/HF	15,85±3,60	12,14-24,67	14,47 (13,48-17,62)

Tabelul A3.6. Analiza descriptivă în modelul de respirație R7/3. IBM SPSS 26 output

	Media ± DS	Minimum - Maximum	Mediana (P25-P75)
VtB, l	0,47±0,10	0,27-0,66	0,48 (0,40-0,53)
TiB, s	1,64±0,36	1,15-2,41	1,51 (1,43-2,01)
TeB, s	2,42±0,87	1,14-4,64	2,24 (1,71-3,05)
TtB, s	4,06±1,17	2,32-7,05	4,0 (3,22-4,61)
MVRB, l/	7,09±1,59	4,49-10,16	7,01 (5,66-8,17)
FRB, r/min	15,92±4,21	8,5-24,53	15,15 (13,0-18,6)
CCB, c/min	0,88±0,14	0,7-1,15	0,87 (0,77-0,96)
LF/HFB	1,07±1,45	0,18-5,8	0,6 (0,35-0,96)
Vt, l	1,34±0,35	0,82-1,93	1,27 (1,13-1,68)
Ti, s	6,99±0,11	6,83-7,19	7,01 (6,90-7,09)
Te, s	2,99±0,29	2,04-3,21	3,04 (2,93-3,19)
Tt, s	9,98±0,19	9,68-10,43	10,01 (9,87-10,07)
MVR, l/min	8,06±2,17	4,97-11,89	7,72 (6,69-10,14)
FR, r/min	6,01±0,11	5,75-6,20	5,99 (5,96-6,08)
CC, s	0,90±0,11	0,74-1,04	0,91 (0,84-1,01)
LF/HF	14,02±4,35 ^o	8,42-25,26	14,59 (11,12-16,19)

Tabelul A3.7. Analiza descriptivă în modelul de respirație R5/5. IBM SPSS 26 output

	Media ± DS	Minimum - Maximum	Mediana (P25-P75)
VtB, l	0,47±0,10	0,27-0,66	0,48 (0,40-0,53)
TiB, s	1,64±0,36	1,15-2,41	1,51 (1,43-2,01)
TeB, s	2,42±0,87	1,14-4,64	2,24 (1,71-3,05)
TtB, s	4,06±1,17	2,32-7,05	4,0 (3,22-4,61)
MVRB, l/	7,09±1,59	4,49-10,16	7,01 (5,66-8,17)
FRB, r/min	15,92±4,21	8,5-24,53	15,15 (13,0-18,6)
CCB, c/min	0,88±0,14	0,7-1,15	0,87 (0,77-0,96)
LF/HFB	1,07±1,45	0,18-5,8	0,6 (0,35-0,96)
Vt, l	0,89±0,12	0,62-1,12	0,91 (0,81-0,94)
Ti, s	5,02±0,10	4,87-5,18	5,01 (4,93-5,12)
Te, s	4,96±0,09	4,83-5,13	4,93 (4,86-5,03)
Tt, s	10,04±0,10	9,87-10,21	10,05 (9,97-10,10)
MVR, l/min	5,30±0,72	3,71-6,65	5,47 (4,92-5,61)
FR, r/min	5,97±0,06	5,88-6,08	5,97 (5,94-6,02)
CC, s	0,95±0,13	0,76-1,17	0,95 (0,88-1,06)
LF/HF	21,23±7,52	10,43-36,94	19,23 (15,64-26,05)


REPUBLICA MOLDOVA
Agencia de Stat pentru
Proprietatea Intelectuală

CERTIFICAT
DE ÎNREGISTRARE A OBIECTELOR
DREPTULUI DE AUTOR ȘI DREPTURILOR CONEXE

SERIA O NR. 7107
DIN 08.12.2021

Eliberat în temeiul Legii nr.139/2010 privind dreptul de autor
și drepturile conexe, obiectul de pe verso a fost înregistrat în Registrul
de Stat al obiectelor protejate de dreptul de autor și drepturile conexe

 **Director General**

CHIȘINĂU

Seria: O

Numărul de înregistrare: 7107

Data înregistrării: 23.11.2021

Numărul cererii: 1885

Denumirea obiectului: „CALIBRARE A PLETISMOGRAFIEI RESPIRATORII
PRIN INDUCTANȚĂ PENTRU ÎNREGISTRAREA ȘI
ANALIZA PARAMETRIILOR PATTERN-ULUI RESPIRATOR”

Autori:

Ganenco Andrei **IDNP:** 0983001039227

Lozovanu Svetlana **IDNP:** 2001001316848

Moldovanu Ion **IDNP:** 0960703548929

Vovc Victor **IDNP:** 0962311019190

Odobescu Stela **IDNP:** 0961907425522

Beșleagă Tudor **IDNP:** 2001002350412

Lupușor Adrian **IDNP:** 2002002089209

Tăbîrță Ina **IDNP:** 2004030025943

Rotaru Lilia **IDNP:** 0980602015106

Grosu Oxana **IDNP:** 0971306188401

Arnaut Oleg **IDNP:** 0982302463573

Ojog Victor **IDNP:** 2002001006177

Titularii drepturilor patrimoniale:

INSTITUȚIA MEDICO-SANITARĂ PUBLICĂ INSTITUTUL DE NEUROLOGIE ȘI
NEUROCHIRURGIE "DIOMID GHERMAN" **IDNO:** 1003600150602

Instituția Publică Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie

"Nicolae Testemițanu" din Republica Moldova **IDNO:** 1007600000794

EXTRAS

din Legea nr. 139/2010 privind dreptul de autor și drepturile conexe:

Art. 5 alin. (6): Protecția dreptului de autor se extinde asupra formei de exprimare, dar nu se extinde asupra ideilor, teoriilor, descoperirilor științifice, procedeelelor, metodelor de funcționare sau asupra conceptelor matematice ca atare și nici asupra invențiilor cuprinse într-o operă, oricare ar fi modul de preluare, explicare sau de exprimare.

L.S.

Dr. Popescu

Sef Direcție Drept de Autor




REPUBLICA MOLDOVA
Agenția de Stat pentru
Proprietatea Intelectuală

CERTIFICAT
DE ÎNREGISTRARE A OBIECTELOR
DREPTULUI DE AUTOR ȘI DREPTURILOR CONEXE

SERIA O NR. 7236
DIN 15.03.2022

Eliberat în temeiul Legii nr.139/2010 privind dreptul de autor
și drepturile conexe, obiectul de pe verso a fost înregistrat în Registrul
de Stat al obiectelor protejate de dreptul de autor și drepturile conexe

Director General



CHIȘINĂU

Seria: O

Numărul de înregistrare: 7236

Data înregistrării: 24.02.2022

Numărul cererii: 2018

Denumirea obiectului: „BIOFEEDBACK RESPIRATOR PRIN VIZUALIZAREA PE DOUĂ CANALE A MIȘCĂRILOR CUTIEI TORACICE ȘI ABDOMENULUI CU SISTEMUL DE ÎNREGISTRARE VISURESP ÎN SCOPUL REDUCERII ANXIETĂȚII”

Autori:

Ganenco Andrei IDNP: 0983001039227	Lupușor Adrian IDNP: 2002002089209
Lozovanu Svetlana IDNP: 2001001316848	Tăbîrță Ina IDNP: 2004030025943
Moldovanu Ion IDNP: 0960703548929	Rotaru Lilia IDNP: 0980602015106
Vovc Victor IDNP: 0962311019190	Grosu Oxana IDNP: 0971306188401
Odobescu Stela IDNP: 0961907425522	Arnaut Oleg IDNP: 0982302463573
Beșleagă Tudor IDNP: 2001002350412	Ojog Victor IDNP: 2002001006177

Titularii drepturilor patrimoniale:

INSTITUȚIA MEDICO-SANITARĂ PUBLICĂ INSTITUTUL DE NEUROLOGIE ȘI NEUROCHIRURGIE "DIOMID GHERMAN" **IDNO:** 1003600150602

Instituția Publică Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie "Nicolae Testemițanu" din Republica Moldova **IDNO:** 1007600000794

EXTRAS

din Legea nr. 139/2010 privind dreptul de autor și drepturile conexe:

Art. 5 alin. (6): Protecția dreptului de autor se extinde asupra formei de exprimare, dar nu se extinde asupra ideilor, teoriilor, descoperirilor științifice, procedeelelor, metodelor de funcționare sau asupra conceptelor matematice ca atare și nici asupra invențiilor cuprinse într-o operă, oricare ar fi modul de preluare, explicare sau de exprimare.

L.Ș.

A.R. Popescu

Șef Direcție Drept de Autor




REPUBLICA MOLDOVA
**Agenția de Stat pentru
Proprietatea Intelectuală**

CERTIFICAT
DE ÎNREGISTRARE A OBIECTELOR
DREPTULUI DE AUTOR ȘI DREPTURILOR CONEXE

SERIA O NR. 7301
DIN 28.07.2022

Eliberat în temeiul Legii nr.139/2010 privind dreptul de autor
și drepturile conexe, obiectul de pe verso a fost înregistrat în Registrul
de Stat al obiectelor protejate de dreptul de autor și drepturile conexe

 **Director General**

CHIȘINĂU

Seria: O

Numărul de înregistrare: 7301

Data înregistrării: 11.07.2022

Numărul cererii: 2084

Denumirea obiectului: „TRAINING-UL RESPIRAȚIEI ABDOMINALE PRIN
LIMITAREA MIȘCĂRILOR CUTIEI TORACICE CU
CORSETUL COSTAL VARITEKS REF 137 ÎN SCOPUL
REDUCERII ANXIETĂȚII”

Autori:

Ganenco Andrei IDNP: 0983001039227	Lupușor Adrian IDNP: 2002002089209
Lozovanu Svetlana IDNP: 2001001316848	Timotin Ina IDNP: 2004030025943
Moldovanu Ion IDNP: 0960703548929	Rotaru Lilia IDNP: 0980602015106
Vovc Victor IDNP: 0962311019190	Grosu Oxana IDNP: 0971306188401
Odobescu Stela IDNP: 0961907425522	Arnaut Oleg IDNP: 0982302463573
Beșleagă Tudor IDNP: 2001002350412	Ojog Victor IDNP: 2002001006177

Titularii drepturilor patrimoniale:

INSTITUȚIA MEDICO-SANITARĂ PUBLICĂ INSTITUTUL DE NEUROLOGIE
ȘI NEUROCHIRURGIE "DIOMID GHERMAN" **IDNO:** 1003600150602

Instituția Publică Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie "Nicolae Testemițanu"
din Republica Moldova **IDNO:** 1007600000794

EXTRAS

din Legea nr. 139/2010 privind dreptul de autor și drepturile conexe:

Art. 5 alin. (6): Protecția dreptului de autor se extinde asupra formei de exprimare, dar nu se extinde asupra ideilor, teoriilor, descoperirilor științifice, procedeelelor, metodelor de funcționare sau asupra conceptelor matematice ca atare și nici asupra invențiilor cuprinse într-o operă, oricare ar fi modul de preluare, explicare sau de exprimare.

L.S.

A. Popescu

Șefă Direcție Drept de Autor





Declarația privind asumarea răspunderii

Subsemnatul, declar pe răspundere personală că materialele prezentate în teza de doctorat sunt rezultatul propriilor cercetări și realizări științifice. Conștientizez că, în caz contrar, urmează să suport consecințele în conformitate cu legislația în vigoare.

Ganenco Andrei

Semnătura

Data

CV

Curriculum vitae



Informații personale

Nume / Prenume **Andrei Ganenco**
Adresă(e) 153 Mihail Sadoveanu, MD 2003, or. Durlești, mun. Chișinău, R. Moldova
Telefon(oane) (+373 22) 20 54 18 (serviciu) Mobil: (+373 79) 45 80 03
Fax(uri)
E-mail(uri) andrei.ganenco@usmf.md / ganencoandrei@gmail.com
Naționalitate(-tăți) Republica Moldova
Data nașterii 28.07.1978
Sex Masculin

Locul de muncă vizat / Domeniul ocupațional **IP USMF „Nicolae Testemițanu”,
Catedra de fiziologie a omului și biofizică**

Experiența profesională

Perioada **Septembrie 2022 – prezent**
Funcția sau postul ocupat Asistent universitar

Activități și responsabilități principale

- Șef studii la Catedra de fiziologie a omului și biofizică
- Lucrul metodic-didactic (conducerea lecțiilor practice (în limbile română, rusă și engleză), elaborarea prelegerilor și planurilor pentru lecții practice, a setului de teste pentru evaluarea cunoștințelor studenților)
- Activitate științifică - lucrul asupra tezei de doctor în medicină
- Responsabil de cursul de fiziologie în platforma MOODLE

Numele și adresa angajatorului	IP USMF "Nicolae Testemițanu" din Republica Moldova. Catedra de fiziologie a omului și biofizică
Tipul activității sau sectorul de activitate	
Perioada	Septembrie 2009 – septembrie 2022
Funcția sau postul ocupat	Asistent universitar
Activități și responsabilități principale	<ul style="list-style-type: none"> • Lucrul metodic-didactic (conducerea lecțiilor practice (în limbile română, rusă și engleză), elaborarea prelegerilor și planurilor pentru lecții practice, a setului de teste pentru evaluarea cunoștințelor studenților) • Activitate științifică - conducător științific la teze de licență, lucrul asupra tezei de doctor în medicină • Responsabil de cursul de fiziologie în platforma MOODLE • Membru al Societății Fiziologilor din România
Numele și adresa angajatorului	IP USMF "Nicolae Testemițanu" din Republica Moldova. Catedra de fiziologie a omului și biofizică
Tipul activității sau sectorul de activitate	
Perioada	Decembrie 2003 – septembrie 2009
Funcția sau postul ocupat	Asistent universitar
Activități și responsabilități principale	<ul style="list-style-type: none"> • Lucrul metodic-didactic (conducerea lecțiilor practice (în limbile română, rusă și engleză), elaborarea setului de teste pentru evaluarea cunoștințelor studenților) • elaborarea și editarea ghidului de lucrări practice pentru studenți • Activitate științifică - lucrul asupra tezei de doctor în medicină • Membru al Asociației Fiziologilor din România
Numele și adresa angajatorului	IP USMF "Nicolae Testemițanu" din Republica Moldova.
Tipul activității sau sectorul de activitate	Catedra Biofizică, Informatică și Fiziologia Omului
Educație și formare	
Perioada	Noiembrie 2001 – noiembrie 2003
Calificarea / diploma obținută	Magistru în fiziologie normală, diploma de magistru AM 002768
Disciplinele principale studiate / competențe profesionale dobândite	Fiziologie normală
Numele și tipul instituției de învățământ / furnizorului de formare	IP USMF "Nicolae Testemițanu" din Republica Moldova.

Perioada	Septembrie 1995 - iunie 2001
Calificarea / diploma obținută	Medic de profil general, diploma de studii superioare universitare AS 0011090
Disciplinele principale studiate / competențe profesionale dobândite	<ul style="list-style-type: none"> • Specialitatea medicină generală
Numele și tipul instituției de învățământ / furnizorului de formare	IP USMF "Nicolae Testemițanu" din Republica Moldova.
Alte formări / instruirii	<ul style="list-style-type: none"> • Stagiul de specializare în Fiziologie: 01.02.2020-27.02.2020, Universitatea de Medicină și Farmacie „Victor Babeș” din Timișoara, România • Activitate în proiectul internațional comun a USMF „Nicolae Testemițanu” și UTM: TEMPUS „BME-ENA” 01.12.2014-03.02.2017, Universitatea Tehnică din Moldova, Chișinău, Moldova Universitatea de Medicină Gr. T. Popa, Iași, România Universitatea din Patras, Grecia • Perfecționare la specialitatea „Utilizarea mijloacelor informaționale de comunicare în învățământ” 17.09.2013-10.02.2014, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova • Psihopedagogie: 12.09.2011–17.11.2011 – curs de perfecționare „Evaluarea rezultatelor academice și ale competențelor studenților”, Centrul Educațional PRO DIDACTICA, Chișinău, Republica Moldova • Stagiul de perfecționare-specializare în Fiziologie: 01.02.2010 - 28.02.2010 – Universitatea de Medicină și Farmacie din Târgu-Mureș, România • Activitate în proiectul TEMPUS JEP 25295-2004 Implementarea în Republica Moldova a instruirii medicale bazată pe analiza problemei (cazului clinic) 01.04.2004 -01.04.2008, USMF "Nicolae Testemițanu", Republica Moldova - Universitatea din Utrecht, Țările de Jos • Membru activ al Societății Române de Fiziologie din România

**Aptitudini și
competențe personale**

Limba(i) română
maternă(e)
Limba(i) străină(e)
cunoscută(e)

Autoevaluare
Nivel european (*)

Rusă
Engleză

Înțelegere		Vorbire		Scriere
Ascultare	Citire	Participare la conversație	Discurs oral	Exprimare scrisă
C1	C1	C1	C1	C1
B2	B2	B2	B2	B2

(*) [Nivelul Cadrului European Comun de Referință Pentru Limbi Străine](#)

**Competențe și
aptitudini
Organizatorice**

- Punctualitate
- Amabilitate
- Luru în echipă
- Planificare
- Coordonare

**Competențe și
aptitudini PC**

Windows, MS Office applications: Word, Excel, Power Point, E-mail formats and Internet

Permis(e) de
conducere

**Informații
suplimentare**

Persoane de referință:

- Victor Vovc, Catedra de fiziologie a omului și biofizica,
victor.vovc@usmf.md, 022205416
- Svetlana Lozovanu, sef Catedră de fiziologie a omului și biofizica,
svetlana.lozovanu@usmf.md, 022205418