

TELE-REHAB – proiect pilot de telereabilitare în insuficiența cardiacă

Raport II – 04.12.2025

Echipa de cercetare: Șef lucrări Dr. Radu Gavril, Asist. Univ. Dr. Cristina Adam

Supervizor: Prof. Univ. Dr. Florin Mitu

Domeniu științific: Sănătate

Cuvinte cheie: telereabilitare, insuficiență cardiacă, telemonitorizare, recuperare cardiovasculară

1. Aspecte generale – motivația studiului pe baza literaturii de specialitate

1.1. Insuficiența cardiacă – o problemă majoră de sănătate publică

Insuficiența cardiacă (IC) reprezintă stadiul final al majorității bolilor cardiovasculare. Este un sindrom clinic caracterizat printr-un ansamblu de simptome și semne apărute pe fondul unor anomalii structurale și/sau funcționale ale inimii, care conduc la creșterea presiunilor intracardiacă și la un debit cardiac insuficient (1). La nivel global, numărul pacienților cu IC s-a dublat, crescând de la 33,5 milioane în 1990 la 64,3 milioane în 2017, conform datelor unui studiu recent. De asemenea, numărul anilor trăiți cu dizabilitate ca urmare a IC s-a dublat în aceeași perioadă. Această evoluție este mai accentuată în țările cu nivel scăzut sau mediu de dezvoltare, unde prevalența factorilor de risc cardiovascular – hipertensiune arterială, diabet zaharat, obezitate, fumat și stil de viață nesănătos – rămâne foarte ridicată (2).

IC constituie o problemă majoră de sănătate publică și poate fi considerată o adevărată pandemie, având un impact economic considerabil asupra sistemelor sanitare. Doar în anul 2012, costurile asociate IC au depășit 31 de miliarde de dolari în SUA, reprezentând peste 10% din cheltuielile alocate bolilor cardiovasculare. Proiecțiile sunt îngrijorătoare: între 2012 și 2030 se estimează o creștere de peste 125% a acestor costuri (4).

Recuperarea medicală are un rol esențial în managementul IC, contribuind semnificativ la îmbunătățirea calității vieții pacienților. În trecut, recuperarea cardiovasculară (RCV) era privită cu scepticism în cazul acestor pacienți, pe baza presupunerii că efortul fizic ar putea fi riscant și, prin urmare, era frecvent descurajat. Totuși, numeroase studii au demonstrat în mod clar siguranța și beneficiile exercițiilor fizice și ale programelor de recuperare pentru pacienții cu IC, precum și efectele negative ale repausului prelungit și ale imobilizării (5–7).

În ciuda unui raport favorabil cost-eficiență și a avantajelor bine documentate, RCV în IC rămâne insuficient utilizată, cu rate de participare situate între 10% și 30% la nivel mondial. Cauzele sunt multiple și includ factori legați de sistemul medical și furnizorii de servicii, de pacienți, precum și de politicile de sănătate. Se consideră că o implicare mai activă a personalului medical și o comunicare mai strânsă cu pacienții ar putea crește semnificativ aderența la aceste programe (8).

În acest context, telemedicina – devenită tot mai relevantă în ultimii ani, în special pe fondul pandemiei – oferă noi oportunități pentru dezvoltarea și extinderea programelor de recuperare cardiovasculară dedicate pacienților cu insuficiență cardiacă.

1.2. Telereabilitarea în insuficiența cardiacă

Insuficiența cardiacă (IC) reprezintă o problemă majoră de sănătate publică prin povara socio-economică și medicală pe care o generează la nivel global. Această realitate necesită implementarea unor politici de sănătate orientate atât spre prevenție — în toate etapele ei, cu accent pe controlul factorilor de risc cardiovascular — cât și spre management integrat, multidisciplinar, precum și spre limitarea declinului funcțional asociat bolii. Ghidurile de practică clinică utilizate pe scară largă recomandă pacienților cu IC efectuarea regulată a exercițiilor fizice, întrucât acestea contribuie la îmbunătățirea capacității de efort, la creșterea calității vieții și la reducerea riscului de spitalizare (recomandare de clasă I, nivel de evidență A) (12).

Deși numeroase studii clinice au evidențiat beneficiile înscrierii pacienților cu IC în programe de recuperare cardiovasculară (RCV), rata de participare rămâne redusă. Printre principalele bariere se numără accesibilitatea scăzută determinată de numărul limitat de centre specializate și dificultățile logistice, precum necesitatea deplasării. În literatura de specialitate există multiple studii care confirmă eficacitatea programelor de telemonitorizare. S-a demonstrat statistic că monitorizarea periodică la domiciliu a simptomelor, a greutății corporale și a parametrilor vitali la pacienții cu IC reduce mortalitatea cu aproximativ 20% și rata spitalizărilor cu 37% (13).

Unul dintre avantajele majore ale telereabilitării este creșterea aderenței la programele terapeutice. În plus, studiile clinice au raportat ameliorări semnificative ale distanței parcurse la mers, ale dispneei și ale toleranței la efort (14,15). De asemenea, un alt studiu a arătat că, în rândul pacienților cu IC, telereabilitarea determină îmbunătățirea rezultatului la testul de mers de 6 minute, creșterea consumului maxim de oxigen și ameliorarea calității vieții, conform chestionarelor specifice utilizate (16). Pentru pacienții cu IC au fost dezvoltate mai multe modele de telereabilitare, cu niveluri diferite de complexitate, de la soluții simple pentru înregistrarea parametrilor vitali și electrocardiografici, până la sisteme avansate capabile să furnizeze date medicale în timp real (17).

2. TELE-REHAB – obiective, metodologie, rezultate intermediare/finale

Obiective urmarite

Scopul acestui proiect de cercetare este de a dezvolta o aplicație pentru dispozitivele inteligente destinată telereabilitării (telefon mobil, smartwatch) și secundar prin intermediul acesteia de a evalua impactul telereabilitării comparativ cu programele tradiționale de reabilitare cardiacă asupra profilului lipidic și a factorilor de risc cardiovascular în general și, indirect, modul în care modulează rezultatele funcționale și calitatea vieții.

Obiectivele studiului de cercetare sunt:

1. Elaborarea aplicației TELE-REHAB pentru telefoanele mobile și ceasurile inteligente care să le permită pacienților cu IC desfășurarea programului de RCV de la domiciliu.
2. Evaluarea consumului maxim de oxigen (VO₂ peak) și a activității fizice zilnice (număr de pași, distanța de mers)

3. Evaluarea factorilor de risc cardiovascular (greutate corporală, circumferință abdominală, profil tensional, profil lipidic, glicemie, hemoglobină glicozilată, markeri inflamatori) la 6 luni și la 12 luni
4. Evaluarea capacității de efort prin testarea de efort cardiopulmonară la 6 luni și la 12 luni.
5. Evaluarea parametrilor ecocardiografici ai funcției sistolice și diastolice (inclusiv analiza de tip *strain*) la 6 luni și la 12 luni.
6. Evaluarea parametrilor biochimici (NT-proBNP, fierul seric) la 6 luni și la 12 luni.
7. Evaluarea calității vieții prin chestionarul HeartQoL (validat de Societatea Europeană de Cardiologie) la 6 luni și la 12 luni.
8. Evaluarea activității fizice prin chestionarul internațional de activitate fizică (IPAQ) la 6 luni și la 12 luni.
9. Timpul până la prima respitalizare de cauză cardiovasculară
10. Zilele pierdute din cauza respitalizării de cauză cardiovasculară

3. Metode și tehnici de lucru utilizate – definitivarea protocolului de studiu

Proiectul de cercetare de față are la bază un **studiu clinic prospectiv**, unicentric, prin care va fi evaluată eficiența programelor de RCV realizate în centrul de specialitate comparativ cu cele mediate de telemedicină.

Criterii de includere

- pacienți cu vârsta peste 18 ani,
- pacienți diagnosticați cu insuficiență cardiacă (cu fracție de ejeție conservată sau scăzută),
- pacienți care au semnat consimțământul informat pentru includerea în studiu și sunt de acord cu procedura de urmărire și cu cerințele protocolului.

Criterii de excludere

- pacienți cu semne și simptome care sugerează un episod de decompensare cardiacă,
- pacienți cu diverse contraindicații asociate pentru inițierea programului de RCV:
 - o angină pectorală instabilă,
 - o aritmie extrasistolice ventriculare cu tendință la sistematizare,
 - o hipertensiune pulmonară severă,
 - o tromboză intracavitară voluminoasă sau pediculată,
 - o pericardită în cantitate moderată sau mare,
 - o istoric recent de tromboembolism pulmonar sau tromboflebită,
 - o cardiomiopatii obstructive moderat-severe,
 - o stenoză aortică severă ,
 - o stenoză mitrală strânsă,
 - o handicapuri motorii.

Pacienții selectați pe baza criteriilor enunțate anterior vor fi evaluați din punct de vedere multidisciplinar, parametrii obținuți (demografici, antropometrici, clinici, paraclinici – funcționali și imagistici) fiind introduși într-o bază de date.

- *anamneză și examenul clinic obiectiv*: parametri demografici (vârsta, gen, mediu de proveniență, status social, rasă), date antropometrice (înălțime, greutate, indice de masă corporală, circumferința abdominală), statusul de fumător/nefumător; consumul de alcool; schema de tratament la domiciliu; comorbidități asociate, prezența factorilor de risc cardiovasculari, parametri hemodinamici (tensiunea arterială sistolică și diastolică <TA>, frecvența cardiacă <FC>, saturația periferică în O₂ a sângelui).

- *analize de laborator* (la înrolare și în dinamică): hemoleucograma și formula leucocitară, enzime miocardice și hepatice (CK-MB, TGO, LDH, CK total), funcția renală (uree, creatinină și rata de filtrare glomerulară calculată prin formula CKD-EPI), dezechilibre electrolitice (sodiu și potasiu), profilul metabolic (glicemie, colesterol total, LDL-colesterol, HDL-colesterol, trigliceride); HbA1c; fier seric, feritină; TSH, fT4; sindrom inflamator (proteina C reactivă, viteza de sedimentare a hematiilor, fibrinogen seric), NT-proBNP;
- *electrocardiograma de repaus în 12 derivații* - caracteristicile morfologice ale undelor, a ritmului cardiac, calcularea FC, a axei cardiace, aspectele patologice
- *investigații imagistice* – ecocardiografie transtoracică: toți pacienții au fost evaluați ecocardiografic în conformitate cu protocoalele Asociației Europene de Imagistică Cardiovasculară (EACVI) – dimensiunea cavităților, parametri funcționali (fracție de ejeție și de scurtare), evaluarea și cuantificarea valvulopatiilor, identificarea tulburărilor de contractilitate, evaluarea funcției ventriculare stânga prin tehnici imagistice de tip *strain*.
- *testul de efort cardiopulmonar* (la înrolare și în dinamică) - principalii parametri funcționali monitorizați vor fi consumul de oxigen cu capacitate aerobică maximă (valoarea absolută, VO₂ max (ml pe minut), valoarea maximă a raportului de schimb respirator (RER) definită ca raportul dintre VCO₂ și VO₂, frecvența cardiacă maximă (FC, bpm) și TA maximă sistolică și diastolică, gradul de alterare a capacității funcționale conform clasificării Weber.
- *Programul de antrenamente fizice* - personalizat fiecărui pacient în parte

Monitorizarea pacienților se va realiza cu ajutorul unei **aplicații Android pentru telefoanele mobile (opțional conectată la dispozitive de tip brățară sau ceas validate la nivelul Uniunii Europene pentru uz medical)** care va fi pusă la dispoziție gratuit pacienților care vor participa la studiu. Aceștia vor avea posibilitatea de a crea profiluri în care să fie stocate periodic date ale parametrilor de interes. De asemenea se are în vedere crearea unor grupuri de telecomunicare în care telefonic vor fi aplicate chestionare pentru evaluarea aderenței la programul de telereabilitare.

Vor fi evaluate simptomele asociate (dispnee, fatigabilitate, durere toracică anterioară, palpitații), diverși parametri paraclinici (semnele vitale – tensiunea arterială, frecvența cardiacă, saturația arterială, date electrocardiografice, greutatea corporală, distanța de mers) sau medicația administrată. Pacienții vor fi instruiți cu ocazia evaluării inițiale în legătură cu modalitatea corectă de măsurare a tensiunii arteriale, frecvenței cardiace sau cântăririi, cum să evalueze simptomatologia asociată, programul de antrenament fizic sau acordarea primului ajutor în cazul unor evenimente acute. De asemenea, vor fi învățați cum să aprecieze corect efortul fizic depus conform scalei Borg.

Ceasurile inteligente care vor fi achiziționate (aprobate pentru utilizare de către Ministerul Sănătății) vor permite monitorizarea activității fizice, a parametrilor vitali (tensiune arterială, frecvență cardiacă, saturație arterială periferică), monitorizarea somnului, evaluarea parametrilor de compoziție corporală, analiza de impedanță bioelectrică. Toți acești parametri vor fi transmiși automat către telefonul mobil, iar evaluarea progresivă a acestora va fi posibilă prin accesarea aplicației TELE-REHAB.

Analiza statistică va fi realizată cu ajutorul programului SPSS versiunea 26 pentru Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Tipul variabilelor utilizate va fi definit în concordanță cu datele introduse. Rezultatele vor fi raportate ca medie ± deviație standard (SD) pentru

parametrii numerici sau ca frecvență și procente pentru cei categorici. Pentru fiecare parametru numeric vom testa distribuția normală a datelor utilizând testul Kolmogorov-Smirnov. Testul T independent și ANOVA (analiza varianței într-o singură direcție) vor fi utilizate pentru analiza variabilelor continue. Coeficienții de corelație Pearson (pentru variabilele continue) și Spearman (pentru variabilele categorice) vor fi utilizați pentru a evalua prezența corelațiilor între variabilele studiate. O valoare p de $\leq 0,05$ va fi considerată semnificativă din punct de vedere statistic.

Studiu clinic prospectiv

- Dezvoltarea în parteneriat cu o companie de IT a unei aplicații destinată telefoanelor mobile și ceasurilor inteligente (datele urmând să fie transmise automat de la ceasurile inteligente la dispozitivele mobile).
- Elaborarea unui protocol standardizat, ce presupune atât colectarea datelor la înrolare, cât și urmărirea în dinamică, care se va aplica fiecărui pacient.
- Elaborarea unui consimțământ informat, în care vor fi prezentate pe larg procedura de evaluare periodică a subiecților și protocolul, în conformitate cu standardele etice în vigoare și care va fi validat de către comisiile de etică ale instituțiilor implicate.
- Înrolarea în studiu a pacienților pe baza unor criterii de includere și excludere.
- Evaluarea periodică a pacienților (clinic, paraclinic) – la 6 luni și la 12 luni de la începerea programului de telereabilitare.

4. Rezultate intermediare până la susținerea raportului 2

Până în prezent dispunem de un total de 67 de device-uri care pot fi utilizate pentru monitorizarea pacienților cu IC la distanță. Am înrolat până în prezent un număr de 29 de pacienți, dintre care 11 au la momentul susținerii celui de-al doilea raport o perioadă de follow-up de minim 3 luni. La acești pacienți am putut constata următoarele aspecte:

1. creșterea consumului maxim de oxigen (VO_2 peak) și stoparea declinului funcțional apreciat indirect prin creșterea distanței de mers și a capacității de efort (conform clasificării Weber și prin testul de mers de 6 minute).
2. corectarea factorilor de risc cardiovascular (scăderea în greutate, renunțarea la sedentarism, normalizarea profilului tensiional, îmbunătățirea parametrilor lipidici, glucidici sau inflamatori)
3. scăderea valorilor serice ale NT-proBNP și îmbunătățirea parametrilor funcționali ecocardiografici.
4. creșterea calității vieții apreciată prin ameliorarea calității vieții secundar obținerii unor scoruri din ce în ce mai mici la chestionarul HeartQoL.
5. creșterea intervalului de timp până la primul episod de decompensare cardiacă și a zilelor pierdute datorită spitalizării.
6. diminuarea evenimentelor cardiovasculare acute, reducerea morbi-mortalității asociate.

La finalul grantului ne dorim ca pe baza observațiilor realizate în timpul parcurgerii programului de telereabilitare să elaborăm un protocol de desfășurare al acestui program în rândul pacienților cu IC, pe care ulterior să îl validăm pe cohorte extinse de pacienți și pe care să îl implementăm la nivel național cu scopul creerii și gestionării ulterioare a unui registru național al pacienților cu IC incluși în diverse programe de RCV prin telemedicină.

De asemenea, pentru a crește adresabilitatea și aderența deopotrivă a pacienților cu IC către programele de telereabilitare, am realizat un sistematic review cu scopul obținerii unor „dovezi” concrete privind beneficiul acestor programe de RCV la distanță. În prezent, cercetarea noastră este în curs de evaluare fiind trimisă către publicare în jurnalul *Diagnostics* (MDPI).

O parte dintre rezultatele obținute sunt prezentate în imaginile de mai jos (Fig 1 și 2):

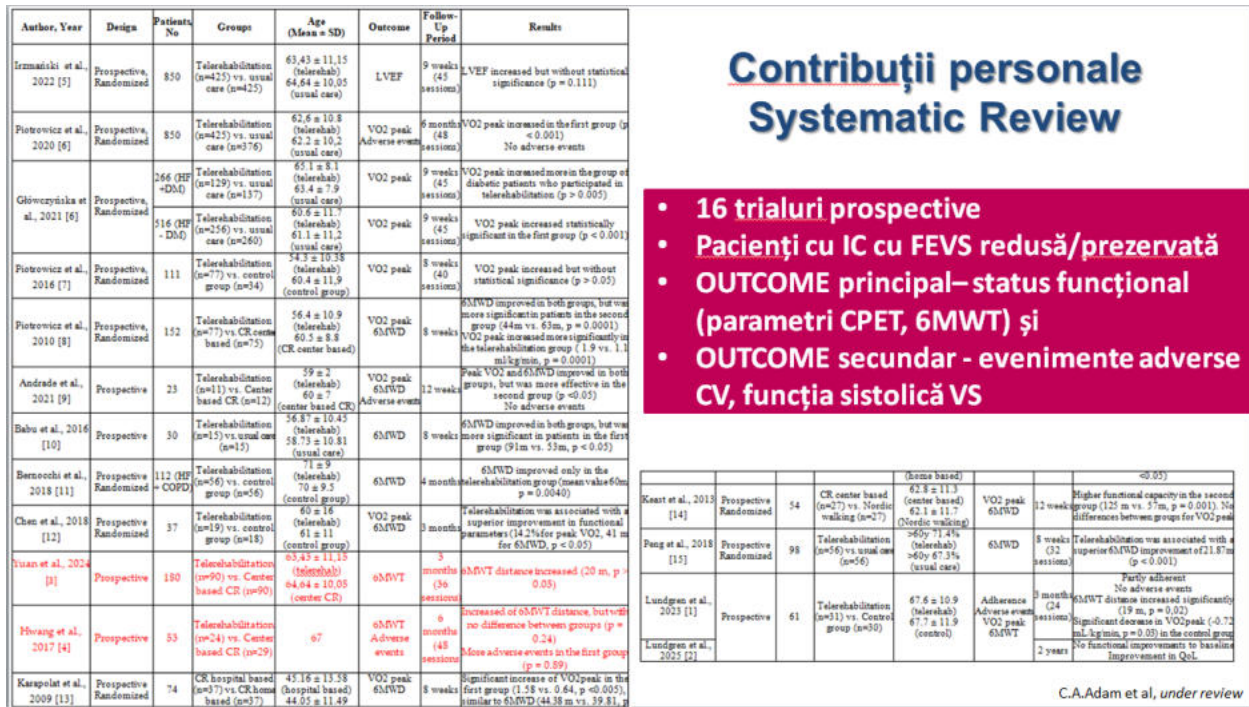


Fig 1. Rezultate personale systematic review – telereabilitarea în IC (1)

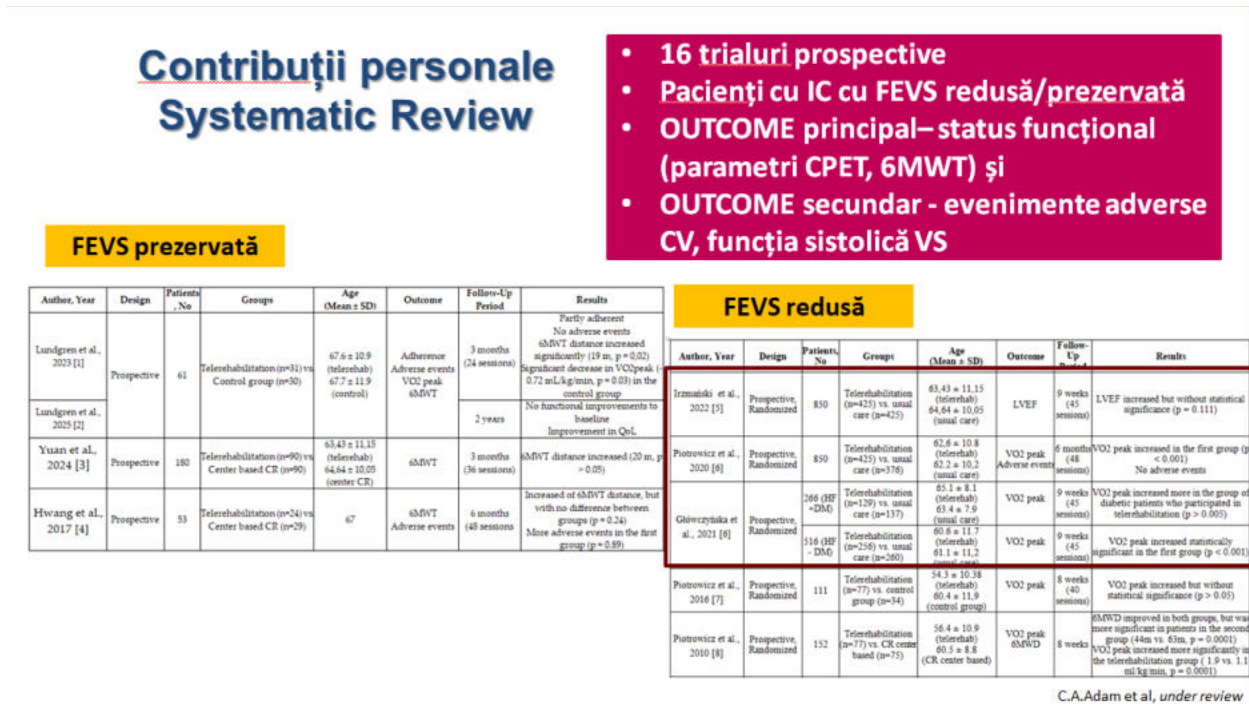


Fig 2. Rezultate personale systematic review – telereabilitarea în IC (2)

5. Contribuția proiectului de cercetare la dezvoltarea profesională și impactul asupra comunității

Acest proiect de cercetare răspunde unei nevoi majore în domeniul cardiologiei și se înscrie în continuitatea unui demers profesional început încă din perioada rezidențiatului: integrarea soluțiilor digitale în diagnosticul și monitorizarea pacienților cu insuficiență cardiacă. Obiectivul central al proiectului este optimizarea parcursului clinic al pacienților prin implementarea unor instrumente digitale care să faciliteze monitorizarea evoluției și a răspunsului terapeutic, contribuind concomitent la reducerea presiunii exercitate asupra unităților spitalicești.

Proiectul urmărește dezvoltarea unei alternative accesibile și sigure la programele tradiționale de recuperare cardiovasculară, cu beneficii dovedite pentru pacienții cu insuficiență cardiacă. Se preconizează obținerea unor îmbunătățiri cu relevanță clinică, precum reducerea statusului inflamator, controlul optimizat al factorilor de risc cardiovascular modificabili, creșterea capacității funcționale și ameliorarea calității vieții. Aceste rezultate au potențialul de a contribui semnificativ la reducerea morbidității și mortalității asociate acestei patologii.

Rezultatul principal al proiectului va consta în elaborarea și validarea unui protocol de telereabilitare destinat pacienților cu insuficiență cardiacă eligibili pentru programe de recuperare cardiovasculară. Protocolul va fi conceput astfel încât să fie scalabil și aplicabil la nivel național, oferind un model sustenabil de intervenție care se poate integra în strategiile viitoare de sănătate publică și în programele naționale de recuperare cardiovasculară.

Pe parcursul derulării proiectului, se va pune un accent deosebit pe diseminarea rezultatelor științifice, prin publicarea acestora în reviste de specialitate cu factor de impact semnificativ, precum:

- Journal of Clinical Medicine (MDPI) – factor de impact 2025: 2,99
- Diagnostics (MDPI) – factor de impact 2022: 3,3
- Medicina (MDPI) – factor de impact 2025: 2,4

Prin contribuțiile sale metodologice, clinice și științifice, proiectul are potențialul de a genera un impact semnificativ atât în dezvoltarea profesională a echipei de cercetare, cât și în îmbunătățirea accesului pacienților la servicii moderne, eficiente și sustenabile de recuperare cardiovasculară.

Referințe bibliografice

1. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, Gardner RS, Baumbach A, Böhm M, et al. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *European Heart Journal*. 2021 Sep 21;42(36):3599–726.
2. Bragazzi NL, Zhong W, Shu J, Abu Much A, Lotan D, Grupper A, et al. Burden of heart failure and underlying causes in 195 countries and territories from 1990 to 2017. *European Journal of Preventive Cardiology*. 2021 Dec 29;28(15):1682–90.
3. Savarese G, Division of Cardiology, Department of Medicine, Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden, Department of Cardiology, Karolinska University Hospital, Stockholm, Sweden, Lund LH, Division of Cardiology, Department of Medicine, Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden, Department of Cardiology, Karolinska University Hospital, Stockholm, Sweden. Global Public Health Burden of Heart Failure. *Cardiac Failure Review*. 2017;03(01):7.
4. Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, Arnett DK, Blaha MJ, Cushman M, et al. Heart Disease and Stroke Statistics—2016 Update: A Report From the American Heart

- Association. *Circulation* [Internet]. 2016 Jan 26 [cited 2022 Aug 11];133(4). Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIR.0000000000000350>
5. Doukky R, Mangla A, Ibrahim Z, Poulin MF, Avery E, Collado FM, et al. Impact of Physical Inactivity on Mortality in Patients With Heart Failure. *The American Journal of Cardiology*. 2016 Apr;117(7):1135–43.
 6. O'Connor CM, Whellan DJ, Lee KL, Keteyian SJ, Cooper LS, Ellis SJ, et al. Efficacy and Safety of Exercise Training in Patients With Chronic Heart Failure: HF-ACTION Randomized Controlled Trial. *JAMA*. 2009 Apr 8;301(14):1439.
 7. Beckers PJ, Denollet J, Possemiers NM, Wuyts FL, Vrints CJ, Conraads VM. Combined endurance-resistance training vs. endurance training in patients with chronic heart failure: a prospective randomized study. *European Heart Journal*. 2008 Jul 10;29(15):1858–66.
 8. Bozkurt B, Fonarow GC, Goldberg LR, Guglin M, Josephson RA, Forman DE, et al. Cardiac Rehabilitation for Patients With Heart Failure. *Journal of the American College of Cardiology*. 2021 Mar;77(11):1454–69.
 9. Mitu M, Suceveanu M, Mitu F. Cardiovascular rehabilitation in Romania. *Romanian Journal of Cardiology*. 2020 Mar 30;30:1–6.
 10. Nguyen CH, Marzolini S, Oh P, Thomas SG. Entering Cardiac Rehabilitation With Peripheral Artery Disease: A RETROSPECTIVE COMPARISON TO CORONARY ARTERY DISEASE. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2020 Jul;40(4):255–62.
 11. Georgeadis A, Brennan D, Barker L, Baron C. Telerehabilitation and its effect on story retelling by adults with neurogenic communication disorders. *Aphasiology*. 2004 Jun;18(5–7):639–52.
 12. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, Gardner RS, Baumbach A, Böhm M, et al. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *European Heart Journal*. 2021 Sep 21;42(36):3599–726.
 13. Hindricks G, Taborsky M, Glikson M, Heinrich U, Schumacher B, Katz A, et al. Implant-based multiparameter telemonitoring of patients with heart failure (IN-TIME): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2014 Aug 16;384(9943):583–90.
 14. Piotrowicz E, Korzeniowska-Kubacka I, Chrapowicka A, Wolszakiewicz J, Dobraszkiwicz-Wasilewska B, Batogowski M, et al. Feasibility of home-based cardiac telerehabilitation: Results of TeleInterMed study. *Cardiol J*. 2014;21(5):539–46.
 15. Bernocchi P, Vitacca M, La Rovere MT, Volterrani M, Galli T, Baratti D, et al. Home-based telerehabilitation in older patients with chronic obstructive pulmonary disease and heart failure: a randomised controlled trial. *Age Ageing*. 2018 Jan 1;47(1):82–8.
 16. Cavalheiro AH, Silva Cardoso J, Rocha A, Moreira E, Azevedo LF. Effectiveness of Tele-rehabilitation Programs in Heart Failure: A Systematic Review and Meta-analysis. *Health Serv Insights*. 2021 Jan 1;14:11786329211021668.
 17. Piotrowicz E. How to do: Telerehabilitation in heart failure patients. *Cardiology journal*. 2012 May 30;19:243–8.