

UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE  
„CAROL DAVILA”, BUCUREȘTI  
ȘCOALA DOCTORALĂ  
DOMENIUL MEDICINĂ



*Utilitatea sistemelor informaționale tip mHealth apps  
în intervenția nutrițională la persoanele cu exces  
ponderal și diabet zaharat tip 2*

**REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT**

**Conducător de doctorat:**

**PROF. UNIV. DR. CRISTIAN SERAFINCEANU**

**Student-doctorand:**

**IULIANA ALINA SPINEAN**

**ANUL 2025**



## CUPRINS

Lista publicațiilor din tema tezei de doctorat .....	3
Listă abrevieri .....	4
<b>INTRODUCERE</b> .....	5
<b>1. Fundamente teoretice ale patologiilor metabolice: obezitatea și diabetul zaharat de tip 2 ...</b>	<b>8</b>
<b>1.1. Supraponderea și obezitatea</b> .....	<b>8</b>
1.1.1. Epidemiologie și prevalență.....	9
1.1.2. Mecanisme fiziopatologice implicate .....	11
1.1.3. Strategii actuale de prevenție și management terapeutic .....	15
<b>1.2. Diabetul zaharat</b> .....	<b>20</b>
1.2.1. Epidemiologia diabetului zaharat tip 2 .....	21
1.2.2. Mecanisme patogenetice și interrelații metabolice .....	22
1.2.3. Opțiuni terapeutice și management integrat .....	24
<b>2. Strategii inovatoare de intervenție nutrițional-medicală în modificarea stilului de viață în managementul obezității și DZ2: integrarea tehnologiei digitale cu metodele convenționale.</b>	<b>27</b>
2.1. Abordarea convențională a managementului diabetului zaharat și obezității .....	27
2.2. Intervenții emergente pentru optimizarea stilului de viață .....	28
2.3. Sisteme informatice de suport decizional (DSS) în nutriție și diabet.....	29
2.3.1. Sisteme informaționale mobile health (mHealth) ca instrument de intervenție .....	29
2.3.2. Integrarea aplicațiilor mHealth ca DSS în intervenția nutrițional-medicală .....	31
2.3.3. Bariere și facilitatori în adoptarea tehnologiilor digitale (Mobile Health Technology – MHT) .....	33
2.3.4. Intervenția nutrițional-medicală folosind MHT tip app ca DSS.....	36
2.3.5. Parametri de evaluare a eficacității clinice a sistemelor mHealth .....	36
2.4. Analiza SWOT a sistemelor mHealth utilizate ca DSS în intervenția nutrițional-medicală .....	38
<b>3. Utilitatea sistemelor informaționale de tip mHealth apps în intervenția nutrițională la persoanele cu exces ponderal și diabet tip 2.....</b>	<b>40</b>
3.1. Introducere .....	40
3.1.1. Ipoteza de lucru .....	41
3.1.2. Obiectivele studiului.....	42
3.2. Material și metodă.....	42
3.2.1. Designul studiului.....	43
3.2.2. Criterii de selecție ale participanților .....	43
3.2.3. Indicatori și metode de evaluare .....	45
3.2.4. Descrierea aplicației mobile utilizate în intervenția nutrițională.....	47

<b>3.2.5. Metoda analizei SWOT</b> .....	50
<b>3.3. Rezultate</b> .....	50
<b>3.4. Discuții</b> .....	115
<b>3.5. Concluzii</b> .....	121
<b>Referințe bibliografice:</b> .....	123
<b>Anexe</b> .....	139

## INTRODUCERE

În contextul avansului tehnologic rapid și al presiunii asupra sistemelor de sănătate, aplicațiile mobile (mHealth), utilizând dispozitive portabile precum smartphone-uri și wearables, devin instrumente esențiale în gestionarea bolilor cronice. Aceste tehnologii facilitează accesul la servicii medicale, îmbunătățesc eficiența îngrijirilor și promovează un stil de viață sănătos, fiind utile în special în monitorizarea diabetului zaharat de tip 2 (DZ2) și obezității.

Motivația cercetării derivă din nevoia unor soluții eficiente și ușor aplicabile în modificarea comportamentelor asociate bolilor metabolice. Tema este actuală, iar originalitatea studiului rezidă în implementarea unei intervenții mHealth adaptate mediului clinic din România, cu evaluarea impactului pe multiple planuri: metabolic, comportamental și subiectiv. Internațional, utilizarea aplicațiilor mHealth pentru DZ2 este susținută de ghiduri medicale prestigioase (ADA, OMS) și studii multicentrice. În România, cercetările în acest domeniu sunt încă limitate, astfel încât studiul răspunde unei nevoi naționale evidente, în acord cu tendințele internaționale.

Cercetarea integrează abordări interdisciplinare (tehnologia informației, medicină, științe comportamentale), având ca scop evaluarea impactului aplicațiilor mHealth asupra autogestionării DZ2 și obezității la domiciliu. Studiul oferă dovezi empirice privind eficiența acestor intervenții, sprijinind integrarea soluțiilor digitale în practica medicală curentă.

Ipoteza centrală a studiului este că utilizarea aplicațiilor mHealth de către pacienții cu DZ2 duce la îmbunătățiri semnificative ale parametrilor clinici și comportamentali (greutate corporală, IMC, activitate fizică, control glicemic, obiceiuri alimentare, stres și calitatea somnului), precum și creșterea motivației și calității vieții.

Obiectivele studiului includ evaluarea modificărilor clinico-metabolice, analiza comportamentală a utilizatorilor și percepția acestora asupra intervenției. Metoda utilizată este de tip observațional longitudinal, cu evaluări inițiale și la 6 luni, completată de o analiză SWOT.

Lucrarea este structurată în trei capitole, abordând fundamentarea teoretică, metodologia, rezultatele detaliate și interpretarea lor în contextul literaturii științifice, alături de concluzii generale. Rezultatele confirmă eficacitatea și potențialul de extindere al intervenției propuse.

Caracterul interdisciplinar al cercetării îmbină medicina internă, nutriția clinică, educația pentru sănătate, tehnologia digitală și sănătatea publică. Limitele identificate sunt durată scurtă, lipsa randomizării și auto-raportarea. Studiul oferă însă baze solide pentru cercetări ulterioare, controlate comparativ, și integrarea rezultatelor în politici publice de sănătate digitală.

## **1. Fundamente teoretice ale patologiilor metabolice: obezitatea și diabetul zaharat de tip 2**

### **1.1. Supraponderea și obezitatea**

Obezitatea reprezintă o problemă globală majoră de sănătate, fiind o afecțiune complexă, cronică și progresivă, care afectează semnificativ calitatea vieții și mortalitatea. Este caracterizată prin exces de adipozitate și are cauze multifactoriale, încă incomplet elucidate (1-3). Cercetările recente se concentrează pe mecanismele cerebrale implicate în reglarea apetitului și sațietății, evidențiind rolul hormonilor intestinali, al microbiotei și al disbiozei intestinale. De asemenea, factorii genetici și epigenetici influențează predispoziția individuală la obezitate și dezvoltarea complicațiilor asociate (4-7).

#### **1.1.1. Epidemiologie și prevalență**

În martie 2024, OMS a raportat că aproximativ 35% dintre adulții din România sunt obezi, clasificând țara în categoria cu prevalență foarte ridicată. Estimările indică o creștere anuală a prevalenței obezității de 2,1% la adulți și de 5,6% la copii până în 2035. Conform Eurostat (2022), 59% dintre români au un IMC peste 25, depășind media europeană (8).

#### **1.1.2. Mecanisme fiziopatologice implicate**

Patogeneza obezității este influențată de factori interni și externi, care interacționează în mod complex pentru a determina dezvoltarea acestei afecțiuni. Cauzele obezității rămân subiect de dezbatere, însă studiile se concentrează pe alimentație și echilibrul energetic(9), istoric familial și stilul de viață (10), microbiomul intestinal(11-13) și factori genetici(14).

#### **1.1.3. Strategii actuale de prevenție și management terapeutic**

Modificarea stilului de viață este esențială în controlul obezității (15-17), însă, recent, tratamentul farmacologic al obezității include terapii aprobate de FDA, precum orlistat (18), liraglutidă (19, 20), semaglutidă (21) și tirzepatidă (22), eficiente în reducerea greutății și comorbidităților atunci când sunt combinate cu modificări ale stilului de viață. Tirzepatida oferă rezultate comparabile cu chirurgia bariatrică și reprezintă o opțiune promițătoare pentru managementul integrat al obezității.

## **1.2.Diabetul zaharat**

Diabetul zaharat tip 2 (DZ2) reprezintă aproape 90% din cazuri. Fiziopatologia sa se caracterizează prin rezistență periferică la insulină, disfuncție progresivă a celulelor  $\beta$  și inflamație cronică silențioasă (low-grade), frecvent precipitate de obezitate, sedentarism și aport caloric excesiv(23, 24).

### **1.2.1. Epidemiologia diabetului zaharat tip 2**

Conform Federației Internaționale de Diabet (IDF), 589 milioane de adulți (cu vârsta între 20-79 de ani) trăiesc cu diabet la nivel mondial, este estimat să ajungă la 853 milioane până în 2050, iar în România în prezent sunt 1.3 milioane, iar estimările pentru 2050 sunt de 1.3 milioane(25).

### **1.2.2. Mecanisme patogenetice și interrelații metabolice**

**Diabetul zaharat de tip 2 (DZ2)** este o afecțiune metabolică cronică progresivă, (23), iar, pe termen lung, lipotoxicitatea, glucotoxicitatea, stresul oxidativ/reticular endoplasmatic și inflamația silențioasă (low-grade) accelerează apoptoza și dediferențierea celulelor  $\beta$  (26).

### **1.2.3. Opțiuni terapeutice și management integrat**

Evoluția Recomandărilor Nutriționale în Managementul Diabetului Zaharat: Principii Cheie din Raportul ADA 2025(27): Terapia Medicală Nutrițională (TMN), strategii integrate pentru controlul greutateii, modele dietetice sănătoase, evitarea suplimentelor fără dovezi, consumul de alcool moderat, restricția de Sodiu, apa ca sursă principală de hidratare, screening pentru Malnutriție, renunțarea la tutun și țigarete electronice. Ghidurile ADA 2025 promovează o abordare holistică, prioritizând îngrijirea personalizată și aderența pe termen lung.

Terapia medicamentoasă pentru diabetul de tip 2 trebuie să fie holistică și personalizată, luând în considerare obiectivele glicemice și ponderale, riscul de hipoglicemie, comorbiditățile și toleranța individuală. Alegerea tratamentului trebuie să țină cont de factori precum costurile, accesibilitatea, complexitatea regimului, precum și suportul pentru auto-gestionare (ex. glucometru, aplicații mobile)(27).

## **2. Strategii inovatoare de intervenție nutritional-medicala în modificarea stilului de viață în managementul obezității și DZ2: integrarea tehnologiei digitale cu metodele convenționale**

### **2.1. Abordarea convențională a managementului diabetului zaharat și obezității**

Intervenția medical-nutrițională convențională reprezintă un pilon fundamental în managementul diabetului și al obezității, astfel pot ajuta la prevenirea sau întârzierea apariției complicațiilor asociate acestor afecțiuni, precum retinopatia, neuropatia și bolile cardiovasculare (28).

### **2.2. Intervenții emergente pentru optimizarea stilului de viață**

Una dintre cele mai recente direcții în tratamentul diabetului și obezității este implementarea dietelor personalizate. Un alt domeniu inovator în modificarea stilului de viață pentru pacienții cu diabet și obezitate este utilizarea tehnologiilor digitale.

### **2.3. Sisteme informatice de suport decizional (DSS) în nutriție și diabet**

#### **2.3.1. Sisteme informationale mobile health (mHealth) ca instrument de intervenție**

Conform Organizației Mondiale a Sănătății, mHealth reprezintă „practica medicală și de sănătate publică susținută de dispozitive mobile, cum ar fi telefoanele inteligente, dispozitivele de monitorizare a pacienților, asistenții digitali personali și alte sisteme wireless”(29). Din perspectiva funcțională, cele mai importante capabilități ale platformelor mHealth sunt monitorizarea continuă a parametrilor fiziologici (30, 31), facilitarea telemedicinii sincrone și asincrone (32), suport educațional personalizat(33), managementul dinamic al bolilor cronice(34).

Un număr tot mai mare de studii clinice randomizate și metaanalize arată că includerea intervențiilor mHealth pe întreg parcursul îngrijirii determină, pe de o parte, ameliorări semnificative ale markerilor biologici și, pe de altă parte, o utilizare mai eficientă și mai costo-efectivă a resurselor sistemului de sănătate. Acestea au efecte notabile în gestionarea diabetului zaharat și a altor boli cronice, prevenția și managementul bolilor cardiovasculare(35), promovarea sănătății mintale și monitorizarea stresului(36).

#### **2.3.2. Integrarea aplicațiilor mHealth ca DSS în intervenția nutrițional-medicala**

Avansul combinat al tehnologiilor mobile, al infrastructurii de comunicații wireless securizate și al inteligenței artificiale a facilitat trecerea de la simple aplicații de autogestionare la veritabile sisteme mobile de suport decizional clinic (mobile Clinical Decision-Support Systems, mCDSS). Extinderea acestor funcționalități pe platforme



mHealth (smartphone-uri, tablete, dispozitive portabile) conferă mobilitate, personalizare și scalabilitate intervențiilor, cu impact demonstrat asupra calității procesului de îngrijire și a reducerii erorilor medicale(37, 38).

### **2.3.3. Bariere și facilitatori în adoptarea tehnologiilor digitale (Mobile Health Technology – MHT)**

#### **Avantaje și limitări ale aplicațiilor mHealth cu funcție de sistem de suport decizional clinic (mCDSS)**

Avantaje majore: Monitorizare fiziologică continuă și intervenții precoce (39); Personalizare terapeutică (40, 41); Creșterea aderenței și a alfabetizării în sănătate (42); Accesibilitate extinsă (43); Eficiență economică(44); Integrare cu telemedicina (41).

Limitări și provocări: Calitatea și acuratețea datelor (45); Suprasarcină informațională și “alert fatigue” (46); Interoperabilitate limitată (47); Confidențialitate și securitate cibernetică (48); Bias algoritmic și validare insuficientă pe sub-grupuri (49); • Aderență digitală variabilă (50).

Implementarea largă a MHT se confruntă cu o serie de bariere care limitează eficiența și adoptarea la scară largă a acestor soluții. Identificarea și înțelegerea acestor obstacole este esențială pentru optimizarea strategiilor digitale în sănătate(51, 52).

### **2.3.4. Intervenția nutrițional-medicală folosind MHT tip app ca DSS**

Sistemele de suport decizional (DSS) integrate în aplicațiile mobile utilizează algoritmi și baze de date pentru a oferi sugestii personalizate privind alimentația, adaptate nevoilor și condițiilor medicale ale utilizatorului (53).

### **2.3.5. Parametri de evaluare a eficacității clinice a sistemelor mHealth**

Evaluarea sistemelor mobile de sănătate (mHealth) implică mai multe dimensiuni esențiale: eficacitatea clinică, experiența utilizatorului, securitatea datelor și integrarea cu sistemele de sănătate existente.

## **2.4. Analiza SWOT a sistemelor mHealth utilizate ca DSS în intervenția nutrițional-medicală**

Analiza SWOT oferă o perspectivă clară asupra eficienței și limitărilor acestor sisteme, contribuind la îmbunătățirea strategiilor de intervenție nutrițională digitală (54). Puncte forte: accesibilitate și comoditate; personalizare; feedback în timp real; reducerea costurilor medicale. Puncte slabe: limitări tehnologice; fiabilitatea datelor; lipsa reglementării. Oportunități: integrarea cu dosarele electronice de sănătate (EMR); inteligența artificială și învățarea automată; educație nutrițională. Amenințări: probleme legate de confidențialitate; dependența de tehnologie; inegalități în acces(55).

### **3. Utilitatea sistemelor informationale de tip mHealth apps in interventia nutritionala la persoanele cu exces ponderal si diabet tip 2**

#### **3.1. Introducere**

Deși ghidurile clinice internaționale susțin intervenția nutrițională personalizată și modificarea stilului de viață ca piloni centrali în managementul DZ2 și al obezității, aderența pacienților la aceste recomandări rămâne suboptimală în absența unui suport continuu (27, 56). Aplicațiile mobile pot sprijini adoptarea unui stil de viață sănătos oferind planuri alimentare personalizate, notificări automate, feedback în timp real și funcții de auto-monitorizare pentru greutate, glicemie și aport caloric (57).

Justificarea studiului rezidă în povara tot mai mare a DZ2 și obezității la nivel populațional, atât din punct de vedere al morbidității, cât și al costurilor asociate sistemului de sănătate (58). Intervențiile convenționale nu reușesc să susțină motivația pacienților pe termen lung. În schimb, aplicațiile mHealth oferă suport continuu, feedback în timp real, personalizare a recomandărilor și acces facil, contribuind astfel la depășirea unora dintre limitările îngrijirii tradiționale (59).

#### **3.1.1. Ipoteza de lucru**

Scopul principal al acestui studiu este de a evalua eficiența unei intervenții nutrițional-comportamentale asistate digital, prin intermediul unei aplicații mobile de tip mHealth, asupra unui grup de pacienți diagnosticați cu diabet zaharat de tip 2 și/sau obezitate, într-un cadru clinic real. Studiul urmărește să determine în ce măsură utilizarea susținută a aplicației contribuie la îmbunătățirea parametrilor metabolici (greutate corporală, indice de masă corporală, glicemie, hemoglobină glicozilată), a comportamentelor legate de stilul de viață (nivelul de activitate fizică, calitatea somnului, obiceiuri alimentare) și a implicării active a pacientului în procesul terapeutic.

De asemenea, cercetarea are ca obiectiv explorarea gradului de aderență la utilizarea aplicației, a percepției pacienților privind utilitatea acesteia și a potențialului său de a suplini, parțial, unele limitări ale îngrijirii convenționale.

#### **Ipotezele științifice ale studiului**

Ipoteza principală: Utilizarea unei aplicații mobile de tip mHealth în cadrul unei intervenții nutrițional-comportamentale determină îmbunătățiri semnificative ale greutății corporale, IMC, glicemiei și HbA1c la pacienții cu DZ2 și/sau obezitate.

Ipoteze secundare: Utilizarea frecventă a aplicației este asociată cu o creștere a activității fizice și o îmbunătățire a calității somnului / Aderența digitală ridicată este corelată

pozitiv cu ameliorarea parametrilor metabolici / Pacienții percep aplicația ca fiind un instrument util și motivant în procesul de autogestionare a bolii / Intervenția digitală poate acoperi unele deficiențe ale îngrijirii convenționale, prin suport continuu și personalizat.

### **3.1.2. Obiectivele studiului**

**Obiectiv principal:** Evaluarea impactului utilizării susținute, timp de șase luni, a unei aplicații mobile de tip mHealth asupra autocontrolului bolii și asupra stării de sănătate percepute la persoane diagnosticate cu diabet zaharat de tip 2, cu sau fără obezitate asociată.

#### **Obiective secundare:**

1. Evaluarea modificărilor parametrilor antropometrici și metabolici (greutate, IMC, glicemie, HbA1c) după 6 luni de utilizare a aplicației mHealth.
2. Analiza comportamentelor privind stilul de viață (activitate fizică, somn, alimentație) în urma intervenției asistate digital.
3. Determinarea nivelului de aderență la utilizarea aplicației și a frecvenței de utilizare în rândul pacienților.
4. Investigarea percepției pacienților asupra utilității și impactului aplicației în susținerea schimbării comportamentale.
5. Explorarea corelațiilor dintre gradul de utilizare a aplicației și modificările observate în parametrii metabolici și comportamentali.
6. Identificarea avantajelor și limitărilor intervenției digitale printr-o analiză SWOT contextuală.

## **3.2. Material și metodă**

### **3.2.1. Designul studiului**

Studiul a fost de tip observațional, longitudinal, desfășurat într-un cadru clinic real, pe o durată de 6 luni. Au fost urmărite modificările survenite în parametrii metabolici, antropometrici și comportamentali la pacienții incluși, înainte și după utilizarea aplicației mHealth.

**Locul desfășurării și perioada.** Studiul s-a desfășurat în cadrul Departamentului de Diabet și Boli de Nutriție al Clinicii “Centru Diabet MetaMed” din Brasov, județul Brasov, în perioada mai 2024 – ianuarie 2025, cu o perioadă de includere în studiu de 3 luni, mai-iulie 2024. Activitățile de selecție a pacienților, colectare de date și urmărire s-au realizat cu respectarea standardelor etice și profesionale.

### **3.2.2. Criterii de selecție ale participanților**

#### **Criterii de includere**

- Vârsta între 18 și 75 de ani;
- Diagnostic confirmat de diabet zaharat de tip 2, cu sau fără tratament hipoglicemiant;
- $IMC \geq 25 \text{ kg/m}^2$  (suprapondere sau obezitate);
- Acces la smartphone și capacitate de utilizare a unei aplicații mobile;
- Acord informat semnat pentru participare;
- Disponibilitate de a urma intervenția nutrițional-comportamentală timp de 6 luni și de a completa chestionare la T0 și T1;
- Nivel minim de alfabetizare (capacitate de completare chestionare și urmărire instrucțiuni aplicație).

#### **Criterii de excludere**

- Diabet de tip 1 sau alte forme secundare de diabet;
- Intervenție bariatrică anterioară sau în curs de planificare;
- Tratament injectabil recent cu GLP-1 RAs;
- Sarcină sau alăptare;
- Tulburări psihice severe sau demență care pot afecta complianța;
- Afecțiuni acute sau cronice instabile care pot influența greutatea (ex. boli oncologice în tratament activ, insuficiență renală stadiul IV/V);
- Participarea concomitentă într-un alt studiu clinic.

#### **Criterii de retragere**

- Neutilizarea aplicației pentru o perioadă >30 de zile consecutive;
- Neefectuarea evaluării finale la T1;
- Retragerea consimțământului informat din proprie inițiativă.

#### **Indicatori și metode de evaluare**

Pentru evaluarea eficienței intervenției nutrițional-comportamentale asistate digital, au fost monitorizați următorii indicatori principali:

- Parametri antropometrici: greutatea corporală (kg) și indicele de masă corporală (IMC, exprimat în  $\text{kg/m}^2$ ), determinați la momentul inițial (T0) și la finalul intervenției (T1);
- Parametri metabolici: glicemia à jeun (mg/dL) și hemoglobina glicozilată (HbA1c, %);

- Parametri comportamentali: nivelul de activitate fizică (ore/săptămână), durata somnului (ore/noapte) și obiceiurile alimentare, evaluate prin auto-raportare standardizată și completarea periodică în aplicație;
- Indicatori de aderență digitală: frecvența utilizării aplicației, exprimată prin numărul mediu de zile pe săptămână cu completare active.

### **Metoda intervenției**

Toți pacienții incluși au fost instruiți în utilizarea unei aplicații mobile specializate pentru managementul DZ2 și al stilului de viață. Aplicația a permis monitorizarea aportului alimentar, greutateii, glicemiei și activității fizice. Participanții au fost încurajați să completeze zilnic datele și să urmărească recomandările generate de aplicație.

#### **3.2.3. Descrierea aplicației mobile utilizate în intervenția nutrițională**

Aplicația mobilă utilizată în cadrul intervenției nutriționale personalizate este proiectată pentru a sprijini pacienții în monitorizarea statusului nutrițional și metabolic, precum și în adaptarea comportamentului alimentar, pe baza unor algoritmi validați clinic. A fost folosită o versiune closed beta v1.0, dezvoltată de Shellix 2021-2024. Accesul în aplicație ne-a fost permis de către dezvoltatori pentru acest studiu.

Funcționalități: Evaluarea statusului ponderal și metabolic: IMC, estimarea RMB, estimarea greutății ideale. Funcționalități interactive și personalizare nutrițională: grafic ponderal evolutiv, modele alimentare. Funcționalități pentru pacienți cu diabet zaharat: valori ale glicemiei, grafice și alerte. Componenta educațională și perspective de dezvoltare: blog educațional, teleconsultații.

#### **3.2.4. Metoda analizei SWOT**

Completarea fiecărei dimensiuni SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) s-a făcut în mod inductiv, prin identificarea factorilor relevanți susținuți de date și de literatura de specialitate (ex. ADA, WHO, studii recente din PubMed și Web of Science). Instrumentele utilizate au fost matrici descriptive (tabel SWOT), evaluare clinică, feedback auto-raportat prin aplicație și interpretare integrativă în echipă interdisciplinară.

**Etică.** Studiul a fost aprobat de Comisia de Etică a Clinicii Centru Diabet MetaMed, Brasov. Toți pacienții au semnat consimțământul informat prealabil participării. Datele au fost colectate și stocate în conformitate cu legislația privind protecția datelor cu caracter personal.

### **3.3. Rezultate**

Intervenția nutrițional-comportamentală asistată de aplicația mHealth, desfășurată pe o perioadă de 6 luni la 107 adulți cu diabet zaharat tip 2 și/sau obezitate, a produs îmbunătățiri semnificative din punct de vedere statistic ( $p < 0,05$ ) în majoritatea parametrilor analizați. Mai jos sunt detaliate rezultatele pe categorii de indicatori clinici, metabolici și comportamentali.

#### **1. Parametri antropometrici**

- Greutate corporală: scădere medie de  $-3,3$  kg ( $85,2 \pm 10,5$  kg  $\rightarrow$   $81,9 \pm 9,8$  kg). 46 % dintre participanți au pierdut  $\geq 3$  % din greutatea inițială, iar 22 % au pierdut  $> 5$  %.

- Circumferința taliei: scădere medie de  $-3,7$  cm ( $102,4 \pm 8,3$  cm  $\rightarrow$   $98,7 \pm 7,9$  cm). Categoria  $>105$  cm s-a redus de la 16 la 3 participanți, iar intervalul 96–105 cm de la 36 la 16.

- Indicele de masă corporală (IMC): prevalența obezității morbide (IMC  $> 40$ ) s-a redus de la 21 % (23 pers.) la 11 % (12 pers.), în timp ce grupul supraponderal (25–29,9 kg/m<sup>2</sup>) a crescut de la 7 la 33 de participanți.

#### **2. Control metabolic**

- Hemoglobina glicozilată (HbA1c): scădere absolută medie de  $-0,8$  pp ( $8,1 \pm 1,2$  %  $\rightarrow$   $7,3 \pm 1,1$  %). Distribuția pe categorii s-a modificat astfel: participanții cu HbA1c  $< 6,5$  % au crescut de la 12 la 30, iar cei cu HbA1c  $> 8$  % au scăzut de la 5 la 0.

- Glicemie  $>200$  mg/dL (episoade hiperglicemice): proporția celor cu  $>5$  episoade/lună s-a redus de la 89 % (95 pers.) la 49 % (52 pers.).

- Glicemie  $<70$  mg/dL (episoade hipoglicemice): frecvența lunară a scăzut în medie de la  $3,4 \pm 1,7$  la  $2,1 \pm 1,2$  episoade.

#### **3. Tensiune arterială**

- Media valorilor s-a redus de la  $138/85 \pm 12/8$  mmHg la  $130/80 \pm 10/7$  mmHg.

- Participanții cu TA  $< 120/80$  mmHg au crescut de la 10 la 18; cei cu TA  $> 140/90$  mmHg au scăzut de la 18 la 2.

#### **4. Evenimente glicemice și aderență la terapie**

- Aderență la medicație: creștere de la  $68,3 \pm 15,2$  % la  $82,6 \pm 13,8$  %; 100 de participanți (93 %) raportează un scor de aderență 4–5.

- Frecvența notării glicemiilor: a crescut de la  $54,2 \pm 18,7$  % la  $76,4 \pm 16,1$  %.

- Capacitatea declarată de ajustare a tratamentului (scor 4–5 din 5) a crescut de la 71 la 83 de participanți.

## 5. Parametri comportamentali

- Respectarea regimului alimentar (scor 4–5): 89 de participanți (83 %).
- Activitate fizică ( $\geq 150$  min/săpt, scor 4–5): 70 de participanți (65 %).
- Fumat: 40 % au redus numărul de țigări, iar 11 % au renunțat complet.

## 6. Psihologie și calitate a vieții

- Starea generală de bine (scor 5) a crescut de la 23 la 48 participanți.
- Scorul de energie zilnică și buna dispoziție au prezentat creșteri semnificative ( $p < 0,05$ ).
- Teama de hipoglicemie (scor 1–2) s-a redus de la 70 la 55 participanți.

## 7. Aderență la aplicație

- 82 % din participanți au utilizat platforma  $\geq 5$  zile/săpt.
- 74 % au acordat aplicației scor maxim de ușurință, iar 98 % ar recomanda-o.

### 3.4. Discuții

Rezultatele obținute în cadrul acestui studiu susțin ipoteza conform căreia utilizarea unei aplicații mobile de tip mHealth poate avea un impact pozitiv semnificativ asupra stării metabolice și comportamentale a pacienților cu diabet zaharat de tip 2 și obezitate. Secțiunea de discuții contextualizează rezultatele în raport cu literatura internațională, evaluează robustețea metodologică și identifică direcții de îmbunătățire pentru intervențiile digitale de tip mHealth în diabet și obezitate.

Reducerea medie a HbA1c cu 0,8 pp și scăderea greutatei cu peste 3 kg sunt congruente cu metaanalize recente care raportează reduceri între 0,3–0,8 pp HbA1c și 2–4 kg prin intervenții mHealth (60-62). Un aspect notabil este îmbunătățirea duratei și calității somnului, adesea neglijat în intervențiile clasice, dar esențial în reglarea metabolismului și menținerea greutatei. De asemenea, percepția pozitivă asupra aplicației, exprimată de peste 75% dintre pacienți, confirmă caracterul prietenos și motivant al intervenției (63). Eficiența se explică prin elemente de design JITAI, feedback personalizat și gamificare, care pot spori auto-eficacitatea pacienților.

**Analiza SWOT.** Puncte forte: aderență digitală ridicată ( $>82$  %), scăderi semnificative ale greutatei și HbA1c, interfață intuitivă, feedback pozitiv al utilizatorilor. Puncte slabe: lipsa grupului de control, auto-raportarea datelor, durată limitată (6 luni). Oportunități: integrarea în programele naționale, extinderea la alte boli cronice, îmbinare cu AI și wearable tech. Amenințări: heterogenitate digitală, îngrijorări privind securitatea datelor, lipsa reglementărilor eHealth.

**Surse potențiale de bias:** Bias de selecție: participanții au avut motivație și acces la tehnologie, limitând reprezentativitatea eșantionului. Bias de raportare: parametrii comportamentali au fost auto-raportați, predispuși la eroare de memorie și dorință de a „mulțumi cercetătorul”. Bias de performanță (Hawthorne): comportamentul poate fi influențat de conștientizarea monitorizării. Loss to follow-up: rezultatele reflectă răspunsul celor complianți, nu al întregului eșantion. Confounder: absența grupului control nu exclude influența modificărilor terapeutice exterioare.

Participanții mai tineri sau cu alfabetizare digitală mai ridicată pot avea o interacțiune mai bună cu aplicația, ceea ce poate distorsiona percepția generală despre utilitatea acesteia în rândul populației generale cu DZ2/obezitate.

**Implicații clinice și de sănătate publică.** Integrarea aplicațiilor mHealth în îngrijirea de rutină poate reduce povara DZ2/obezitate, facilitând monitorizarea continuă și intervenția timpurie. Se recomandă conectarea aplicațiilor la dosarele electronice de sănătate și dezvoltarea unui cadru legislativ robust pentru protecția datelor.

**Limitări și direcții de cercetare viitoare.** Limitările includ lipsa randomizării și durata relativ scurtă. Sunt necesare studii randomizate controlate pe perioade  $\geq 12$  luni, explorarea indicatorilor complementari (raport talie/șold, CGM) și evaluarea cost-eficienței la scară largă.

### 3.5. Concluzii

Studiul de față validează ipoteza conform căreia utilizarea aplicațiilor mobile de tip mHealth în intervenția nutrițional-comportamentală a pacienților cu diabet zaharat de tip 2 și obezitate poate conduce la ameliorări semnificative ale parametrilor clinici, metabolici și comportamentali.

Intervenția mHealth a condus la îmbunătățiri semnificative ale parametrilor clinici, metabolici și comportamentali la pacienții cu DZ2 și/sau obezitate, confirmând ipoteza de lucru.

Nivelul înalt de aderență (>82 %) și satisfacția utilizatorilor (98 % recomandare) demonstrează acceptabilitatea și fezabilitatea intervenției digitale.

Aplicațiile mHealth reprezintă un instrument scalabil ce poate completa îngrijirea convențională, susținând autoreglarea și promovând o relație terapeutică interactivă.

Pentru implementare la scară națională sunt necesare: standarde de interoperabilitate, reglementări privind securitatea datelor și programe de alfabetizare digitală.

Viitoarele cercetări ar trebui să includă RCT-uri, durate mai mari, integrarea AI, CGM și indicatori avansați de compoziție corporală, pentru a optimiza intervențiile personalizate.



## Referințe bibliografice:

1. Lingvay I, Cohen RV, Roux CWI, Sumithran P. Obesity in adults. *The Lancet* 2024; 404(10456): 972–87.
2. World Health Observatory. <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (accessed June 17, 2024).
3. Rubino F, Cummings DE, Eckel RH, et al. Definition and diagnostic criteria of clinical obesity [published correction appears in *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2025 Mar;13(3):e6. doi: 10.1016/S2213-8587(25)00006-3.]. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2025;13(3):221-262. doi:10.1016/S2213-8587(24)00316-4
4. Cifuentes L, Acosta A. Homeostatic regulation of food intake. *Clin Res Hepatol Gastroenterol.* 2022;46(2):101794. doi:10.1016/j.clinre.2021.101794
5. Longo S, Rizza S, Federici M. Microbiota-gut-brain axis: relationships among the vagus nerve, gut microbiota, obesity, and diabetes. *Acta Diabetol.* 2023;60(8):1007-1017. doi:10.1007/s00592-023-02088-x
6. Singer-Englar T, Barlow G, Mathur R. Obesity, diabetes, and the gut microbiome: an updated review. (1747-4132 (Electronic)).
7. Trang K, Grant SFA. Genetics and epigenetics in the obesity phenotyping scenario. *Rev Endocr Metab Disord.* 2023;24(5):775-793. doi:10.1007/s11154-023-09804-6
8. World Obesity Federation. World Obesity Atlas 2025. London: World Obesity Federation, 2025. <https://data.worldobesity.org/publications/?cat=23>. (Accessed 5 Aprilie 2025)
9. Yoo S. Dynamic Energy Balance and Obesity Prevention. *J Obes Metab Syndr.* 2018;27(4):203–12.
10. Dhana K, Haines J, Liu G, Zhang C, Wang X, Field AE, et al. Association Between Maternal Adherence to Healthy Lifestyle Practices and Risk of Obesity in Offspring: Results From Two Prospective Cohort Studies of Mother-Child Pairs in the United States. *BMJ.* 2018;362:k2486.
11. Waters JL, Ley RE. The human gut bacteria Christensenellaceae are widespread, heritable, and associated with health. *BMC Biol.* 2019;17(1):83. Published 2019 Oct 28. doi:10.1186/s12915-019-0699-4.
12. Heiss CN, Olofsson LE. Gut Microbiota-Dependent Modulation of Energy Metabolism. *J Innate Immun.* 2018;10(3):163-171. doi:10.1159/000481519

13. Liu BN, Liu XT, Liang ZH, Wang JH. Gut microbiota in obesity. *World J Gastroenterol*. 2021;27(25):3837-3850. doi:10.3748/wjg.v27.i25.3837
14. Loos RJJ, Yeo GSH. The genetics of obesity: from discovery to biology. *Nat Rev Genet*. 2022;23(2):120-133. doi:10.1038/s41576-021-00414-z
15. Jensen MD, Ryan DH, Apovian CM, et al. 2013 AHA/ACC/TOS guideline for the management of overweight and obesity in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and The Obesity Society [published correction appears in *Circulation*. 2014 Jun 24;129(25 Suppl 2):S139-40]. *Circulation*. 2014;129(25 Suppl 2):S102-S138. doi:10.1161/01.cir.0000437739.71477.ee
16. Swinburn BA, Kraak VI, Allender S, et al. The Global Syndemic of Obesity, Undernutrition, and Climate Change: The Lancet Commission report [published correction appears in *Lancet*. 2019 Feb 23;393(10173):746. doi: 10.1016/S0140-6736(19)30384-8.]. *Lancet*. 2019;393(10173):791-846. doi:10.1016/S0140-6736(18)32822-8
17. Nguyen B, Clements J. Obesity Management Among Patients With Type 2 Diabetes and Prediabetes: A Focus on Lifestyle Modifications and Evidence of Antiobesity Medications. *Expert Rev Endocrinol Metab*. 2017;12(5):303–13.
18. Ghosal S, Heron N, Mason KJ, Bailey J, Jordan KP. Weight management with orlistat in type 2 diabetes: an electronic health records study. *Br J Gen Pract*. 2024;74(748):758-766.
19. Song J, Li N, Zhuang Y, Chen Y, Zhang C, Zhu J. Predictive factors of response to liraglutide in patients with type 2 diabetes mellitus and metabolic syndrome. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2024;15:1449558.
20. Rubino DM, Greenway FL, Khalid U, et al. Effect of Weekly Subcutaneous Semaglutide vs Daily Liraglutide on Body Weight in Adults With Overweight or Obesity Without Diabetes: The STEP 8 Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2022;327(2):138-150. doi:10.1001/jama.2021.23619
21. Yang XD, Yang YY. Clinical Pharmacokinetics of Semaglutide: A Systematic Review. *Drug Des Devel Ther*. 2024;18:2555-2570.
22. Rodriguez PJ, Goodwin Cartwright BM, Gratzl S, et al. Semaglutide vs Tirzepatide for Weight Loss in Adults With Overweight or Obesity. *JAMA Intern Med*. 2024;184(9):1056-1064.
23. DeFronzo RA, Ferrannini E, Groop L, et al. Type 2 diabetes mellitus. *Nat Rev Dis Primers*. 2015;1:15019. Published 2015 Jul 23. doi:10.1038/nrdp.2015.19

24. Kahn SE, Cooper ME, Del Prato S. Pathophysiology and treatment of type 2 diabetes: perspectives on the past, present, and future. *Lancet*. 2014;383(9922):1068-1083. doi:10.1016/S0140-6736(13)62154-6
25. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas, 11th edn. Brussels, Belgium: 2025. ISBN: 978-2-930229-96-6. Available at: <https://diabetesatlas.org>.
26. Wysham C, Shubrook J. Beta-cell failure in type 2 diabetes: mechanisms, markers, and clinical implications. *Postgrad Med*. 2020;132(8):676-686. doi:10.1080/00325481.2020.1771047
27. American Diabetes Association Professional Practice C. 5. Facilitating Positive Health Behaviors and Well-being to Improve Health Outcomes: Standards of Care in Diabetes—2025. *Diabetes Care* 2024; 48(Supplement\_1): S86–S127.
28. Parlițeanu OA, Carniciu S, Spinean A, Voineag C, Mahler B. Efficacy of dietary and lifestyle interventions in obesity management: a therapeutic protocol at the Diabetes Department, Marius Nasta Institute of Pneumophthisiology, Bucharest, Romania. *J Med Life*. 2025;18(3):208-213. doi:10.25122/jml-2024-0417
29. WHO Global Observatory for eHealth. (2011). mHealth: new horizons for health through mobile technologies: second global survey on eHealth. World Health Organization. <https://iris.who.int/handle/10665/44607>
30. Bonato P. Wearable Sensors and Systems. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine* 2010; 29(3): 25–36.
31. Ferreira ROM, Trevisan T, Pasqualotto E, et al. Continuous Glucose Monitoring Systems in Noninsulin-Treated People with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials [published correction appears in *Diabetes Technol Ther*. 2025 Jan 8. doi: 10.1089/dia.2023.0390.correx.]. *Diabetes Technol Ther*. 2024;26(4):252-262. doi:10.1089/dia.2023.0390
32. Bashshur RL, Howell JD, Krupinski EA, Harms KM, Bashshur N, Doarn CR. The Empirical Foundations of Telemedicine Interventions in Primary Care. *Telemed J E Health*. 2016;22(5):342-375. doi:10.1089/tmj.2016.0045
33. Dong Q, Liu T, Liu R, Yang H, Liu C. Effectiveness of Digital Health Literacy Interventions in Older Adults: Single-Arm Meta-Analysis. *J Med Internet Res*. 2023;25:e48166. Published 2023 Jun 28. doi:10.2196/48166
34. Spinean A, Carniciu S, Mladin OA, Serafinceanu C. The transformative power of mHealth apps: empowering patients with obesity and diabetes - a narrative review. *J Med Life*. 2024;17(12):1030-1035. doi:10.25122/jml-2024-0340

35. Chow CK, Redfern J, Hillis GS, et al. Effect of Lifestyle-Focused Text Messaging on Risk Factor Modification in Patients With Coronary Heart Disease: A Randomized Clinical Trial [published correction appears in JAMA. 2016 Mar 8;315(10):1057. doi: 10.1001/jama.2016.0809.]. *JAMA*. 2015;314(12):1255-1263. doi:10.1001/jama.2015.10945
36. Firth J, Torous J, Nicholas J, et al. The efficacy of smartphone-based mental health interventions for depressive symptoms: a meta-analysis of randomized controlled trials. *World Psychiatry*. 2017;16(3):287-298. doi:10.1002/wps.20472
37. WHO. Classification of digital health interventions v1.0. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/260480/WHO-RHR-18.06-eng.pdf>
38. Bates DW, Cohen M, Leape LL, et al. Reducing the frequency of errors in medicine using information technology. *J Am Med Inform Assoc*. 2001;8(4):299-308.
39. Marcolino MS, Oliveira JAQ, D'Agostino M, Ribeiro AL, Alkmim MBM, Novillo-Ortiz D. The Impact of mHealth Interventions: Systematic Review of Systematic Reviews. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2018;6(1):e23. Published 2018 Jan 17. doi:10.2196/mhealth.8873
40. Greenwood DA, Gee PM, Fatkin KJ, Peebles M. A systematic review of reviews evaluating technology-enabled diabetes self-management education and support. *J Diabetes Sci Technol*. 2017;11(5):1015-1027.
41. Morawski K, Ghazinouri R, Krumme A, et al. Association of a smartphone application with medication adherence and blood pressure control: the MedISAFE-BP randomized clinical trial. *JAMA Intern Med*. 2018;178(6):802-809.
42. Badawy SM, Kuhns LM. Text messaging and mobile apps as interventions to improve adherence in chronic disease. *JMIR mHealth uHealth*. 2017;5(4):e100.
43. Agarwal S, LeFevre AE, Lee J, et al. Guidelines for reporting of health interventions using mobile phones: mHealth evidence reporting and assessment (mERA) checklist. *BMJ*. 2016;352:i1174.
44. Iribarren SJ, Cato K, Falzon L, Stone PW. What is the economic evidence for mHealth? A systematic review of economic evaluations of mHealth solutions. *PLoS One*. 2017;12(2):e0170581. Published 2017 Feb 2. doi:10.1371/journal.pone.0170581
45. Bent, B., Goldstein, B.A., Kibbe, W.A. *et al*. Investigating sources of inaccuracy in wearable optical heart rate sensors. *npj Digit. Med*. 3, 18 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41746-020-0226-6>

46. Ancker JS, Edwards A, Nosal S, et al. Effects of workload, work complexity, and repeated alerts on alert fatigue in a CDS environment. *BMC Med Inform Decis Mak.* 2017;17:36.
47. Mandl KD, Gottlieb D, Ellis A, et al. Adoption of FHIR in health care systems. *N Engl J Med.* 2020;382:2247-2250.
48. Oh SR, Seo YD, Lee E, Kim YG. A Comprehensive Survey on Security and Privacy for Electronic Health Data. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(18):9668. Published 2021 Sep 14. doi:10.3390/ijerph18189668
49. Obermeyer Z, Powers B, Vogeli C, Mullainathan S. Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations. *Science.* 2019;366(6464):447-453.
50. Ernsting C, et al. Using smartphones and health apps to change and manage health behaviors: systematic review. *JMIR mHealth uHealth.* 2017;5(4):e66.
51. Kruse C, Betancourt J, Ortiz S, Valdes Luna SM, Bamrah IK, Segovia N. Barriers to the Use of Mobile Health in Improving Health Outcomes in Developing Countries: Systematic Review. *J Med Internet Res.* 2019;21(10):e13263. Published 2019 Oct 9. doi:10.2196/13263
52. Alami H, Gagnon MP, Fortin JP. Digital health and the challenge of health systems transformation. *Mhealth.* 2017;3:31. Published 2017 Aug 8. doi:10.21037/mhealth.2017.07.02
53. Vasiloglou MF, Marcano I, Lizama S, Papathanail I, Spanakis EK, Mougiakakou S. Multimedia Data-Based Mobile Applications for Dietary Assessment. *J Diabetes Sci Technol.* 2023;17(4):1056-1065. doi:10.1177/19322968221085026
54. Helms M, Nixon J. Exploring SWOT analysis – where are we now? : A review of academic research from the last decade. *Journal of Strategy and Management - J Econ Manag Strat* 2010; 3: 215–51.
55. Szylling A, Raciborski F, Wojas O, et al. Why the role of mHealth in allergy diagnosis and treatment adherence cannot be overlooked. *Clin Transl Allergy.* 2023;13(10):e12298. doi:10.1002/clt2.12298
56. Lean ME, Leslie WS, Barnes AC, et al. Primary care-led weight management for remission of type 2 diabetes (DiRECT): an open-label, cluster-randomised trial. *Lancet.* 2018;391(10120):541-551. doi:10.1016/S0140-6736(17)33102-1
57. Ali Sherazi B, Laeer S, Krutisch S, Dabidian A, Schlottau S, Obarcanin E. Functions of mHealth Diabetes Apps That Enable the Provision of Pharmaceutical Care: Criteria

Development and Evaluation of Popular Apps. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;20(1):64. Published 2022 Dec 21. doi:10.3390/ijerph20010064

58. Bommer C, Heesemann E, Sagalova V, et al. The global economic burden of diabetes in adults aged 20-79 years: a cost-of-illness study. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2017;5(6):423-430. doi:10.1016/S2213-8587(17)30097-9

59. Lee JY, Lee SWH. Telemedicine Cost-Effectiveness for Diabetes Management: A Systematic Review. *Diabetes Technol Ther*. 2018;20(7):492-500. doi:10.1089/dia.2018.0098

60. Hou C, Carter B, Hewitt J, Francisa T, Mayor S. Do Mobile Phone Applications Improve Glycemic Control (HbA1c) in the Self-management of Diabetes? A Systematic Review, Meta-analysis, and GRADE of 14 Randomized Trials. *Diabetes Care*. 2016;39(11):2089-2095. doi:10.2337/dc16-0346

61. Ruiz-Leon AM, Casas R, Castro-Barquero S, et al. Efficacy of a Mobile Health-Based Behavioral Treatment for Lifestyle Modification in Type 2 Diabetes Self-Management: Greenhabit Randomized Controlled Trial. *J Med Internet Res*. 2025;27:e58319. Published 2025 Jan 22. doi:10.2196/58319

62. Spinean A, Mladin A, Carniciu S, Stănescu AMA, Serafinceanu C. Emerging Methods for Integrative Management of Chronic Diseases: Utilizing mHealth Apps for Lifestyle Interventions. *Nutrients*. 2025; 17(9):1506. <https://doi.org/10.3390/nu17091506>

63. Nahum-Shani I, Smith SN, Spring BJ, et al. Just-in-Time Adaptive Interventions (JITAs) in Mobile Health: Key Components and Design Principles for Ongoing Health Behavior Support. *Ann Behav Med*. 2018;52(6):446-462. doi:10.1007/s12160-016-9830-8