

UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE  
"VICTOR BABEȘ" TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE MEDICINĂ  
DEPARTAMENTUL XIII - BOLI INFECȚIOASE

BARATA PAULA IRINA



# TEZĂ DE DOCTORAT

REABILITAREA RESPIRATORIE LA PACIENȚII  
CU BPOC SEVER ÎN CONTEXTUL PANDEMIEI

## REZUMAT

Coordonator științific  
PROF. UNIV. DR. HABIL. OANCEA CRISTIAN IULIAN

Timișoara  
2022

## CUPRINS

Lista lucrărilor publicate.....	VI
Lista abrevierilor .....	VII
Indexul figurilor .....	VIII
Indexul tebelelor .....	X
INTRODUCERE .....	XI

### PARTEA GENERALĂ

CAPITOLUL 1 .....	1
1.1. Aspecte generale ale BPOC .....	1
1.2. Factorii care influențează dezvoltarea și progresia bolii.....	3
1.3. Diagnosticul și evaluarea inițială .....	5
1.4. Tulburări cognitive în BPOC.....	12
1.5. Disfuncția musculară în BPOC.....	17
CAPITOLUL 2 .....	24
2.1. Reabilitarea pulmonară .....	24
2.1.1. Indicații ale reabilitării pulmonare .....	24
2.1.2. Contraindicații pentru reabilitarea pulmonară .....	26
2.1.3. Evaluarea pacientului înainte de înscrierea în programele de reabilitare pulmonară .....	26
2.1.4. Elemente constitutive ale reabilitării pulmonare.....	27

### PARTEA SPECIALĂ

3. Ipoteze și obiective științifice .....	31
4. Tulburări de somn auto-raportate și tulburări cognitive la pacienții cu BPOC sever .....	33
4.1. Material și metodă.....	34
4.1.1. Structura cercetării.....	34
4.1.2. Subiectele .....	34
4.1.3. Funcția pulmonară .....	35
4.1.4. Funcția cognitivă.....	35
4.1.5. Calitatea somnului .....	37
4.1.6. Impactul bolii.....	39

4.2. Analiza statistică .....	40
4.3. Rezultate .....	40
4.4. Discuție .....	44
4.5. Concluzii .....	60
5. Antrenamentul mușchilor respiratori pe aplicația mobilă la pacienții cu BPOC sever .....	61
5.1. Material și metodă.....	62
5.1.1. Structura cercetării.....	62
5.1.2. Subiectele .....	62
5.1.3. Evaluări.....	63
5.2. Analiza statistică .....	69
5.3. Rezultate .....	70
5.4. Discuție .....	74
5.5. Concluzii .....	88
6. Compararea programului de reabilitare pulmonară online cu cel traditional pentru pacienții cu BPOC .....	89
6.1. Material și metodă.....	89
6.1.1. Proiectarea studiului .....	89
6.1.2. Pacienți.....	90
6.1.3. Spirometria și forța mușchilor respiratori .....	90
6.1.4. Evaluarea fizică, impactul bolii și senzația de dispnee .....	90
6.1.5. Intervenția de reabilitare pulmonară .....	91
6.2. Analiza statistică .....	92
6.3. Rezultate.....	92
6.3.1. Rezultatele pre și post-test în cadrul tradițional .....	92
6.3.2. Rezultatele pre și post-test în grupul online .....	94
6.3.3. Comparatie între cele două grupuri studiate .....	96
6.3.4. Comparatia rezultatului post-test între două grupuri studiate.....	97
6.4. Discuții .....	99
6.5. Concluzii .....	100
CONCLUZII FINALE .....	101
BIBLIOGRAFIE .....	103
ANNEX .....	I

## REZUMAT

Bronhopneumopatia obstructivă cronică (BPOC) este o afecțiune respiratorie gravă și progresivă, cauzată în majoritatea cazurilor de consumul de tutun, în special sub formă de țigarete.

Tabagismul este de fapt o intoxicație cronică cu aproximativ 4000 de substanțe nocive, printre care se numără nicotina, gudronul, monoxidul de carbon și benzopirenul, toate acestea fiind prezente în frunzele de tutun. Astfel există dovezi clare care subliniază faptul că tabagismul reprezintă un factor de risc semnificativ pentru 24 de maladii, printre care unele foarte grave, precum bolile maligne cu diferite localizări, bolile cardiovasculare și bolile respiratorii cronice.

În ciuda măsurilor de descurajare a consumului de tutun, numărul fumătorilor și implicit a celor care suferă de BPOC este în continuă creștere. Din acest motiv consider că prevenția și managementul BPOC sunt subiecte de actualitate, utile pentru populația generală dar mai ales pentru cadrele medicale și esențiale pentru a îmbunătăți sănătatea populației și de a crește calitatea vieții bolnavilor de BPOC.

Managementul BPOC constă în două strategii principale: controlul simptomatologiei și reducerea riscului viitor, având scopul de a preveni evoluția bolii și scăderea mortalității. Astfel, prin reducerea simptomatologiei crește calitatea vieții pacientului, iar prin reducerea riscului diminuează ritmul de progresiune a bolii, a frecvenței și severității exacerbărilor și implicit reducerea mortalității. Intervenția terapeutică pentru pacienții diagnosticați cu BPOC include atât mijloace farmacologice precum și mijloace nonfarmacologice, ambele esențiale pentru un rezultat net superior al terapiei decât luarea în considerare separată a acestora.

Mijloacele de tratament nonfarmacologic cuprind o serie de măsuri generale, precum renunțarea la fumat, activitatea fizică regulată adaptată tolerabilității pacientului, alimentația corespunzătoare, reabilitarea pulmonară, vaccinarea, tratamentul chirurgical, oxigenoterapia și suportul ventilator.

Tratamentul farmacologic al pacienților cu BPOC se bazează, în general, pe bronhodilatatoare cu durată lungă de acțiune, cu asocieri suplimentare determinate în funcție de grupul de risc în care se află pacientul, evaluând în același timp prezența complicațiilor și a comorbidităților. Posibile terapii suplimentare pentru bronhodilatatoare sunt reprezentate de corticosteroizii inhalatori (utilizate întotdeauna în combinație cu un bronhodilatator cu acțiune lungă), teofilina,

mucoliticele, antioxidanții și în unele cazuri selectate, antibiotice profilactic. Deși medicația orală este asociată cu o rată mai mare de aderență, terapia inhalatorie este de preferat în tratamentul BPOC datorită acțiunii topice și a efectelor adverse sistemice reduse.

Bronhopneumopatia cronică obstructivă (BPOC) și sindromul de apnee în somn de tip obstructiv (SASO) sunt două patologii frecvent întâlnite în practica curentă mai ales în rândul pneumoftiziologilor ce au drept consecințe fiziopatologice și moleculare relativ similare. Aceste consecințe sunt: hipoxia și inflamația care contribuie la apariția afecțiunilor asociate cum ar fi cele cardiovasculare și hipertensiunea pulmonară. Unele studii epidemiologice indică faptul că 10% din populația cu vârstă de peste 40 ani prezintă BPOC, iar o mare parte din pacienți rămân nediagnosticați și chiar netratați deoarece fie nu se prezintă la medicul specialist fie ajung în stadii avansate.

O altă constatare a studiilor a fost aceea că mortalitatea prin BPOC este mai crescută în timpul nopții mai ales în intervalul orar 00 și 08 a.m, iar o prevalență ridicată o întâlnim și la pacienții cu sindrom overlap obezi. Privind datele actuale prevalența SASO este de 14% în rândul bărbaților și doar 5% în rândul femeilor.

Desaturările frecvente din timpul nopții la cei cu apnee sunt mult mai frecvente față de cei cu BPOC, iar hipoxemia, hipercapnia și hipertensiunea pulmonară sunt mult accentuate. Rolul hipoxemiei diurne dată de obstrucția bronșică este primordială în determinismul hipertensiunii permanente și se corelează și cu severitatea obezității. Literatura medicală menționează și alterări ale funcției cardiace mult mai severe la cei cu overlap față de cei cu BPOC datorate hipoxemiei nocturne.

Diagnosticul paraclinic se stabilește în urma investigațiilor paraclinice care se corelează cu semnele și simptomele prezentate sau nu de pacient.

Reabilitarea pulmonară este o ramură importantă a reabilitării medicale din ce în ce mai vizibilă în zilele noastre dat fiind și impactul Covid-19 asupra funcției pulmonare și toate modificările pe care le-am lăsat o dată cu negativarea pacientului. Scopul reabilitării este de a îmbunătăți și de a restabili capacitatea funcțională și calitatea vieții persoanelor cu dizabilități fizice/afecțiuni dizabilante și/sau handicap, obiectivul fiind restabilirea funcției optime în contextual prezenței diverselor leziuni fizice, tisulare și/sau funcționale (Ordinul Ministrului Sănătății Publice nr.1509/2008, cu modificările și completările ulterioare). Reabilitarea pulmonară este o intervenție

cuprinzătoare bazată pe o evaluare detaliată a pacientului, urmată de terapii adaptate acestuia, care include, dar nu sunt limitate la exercițiu fizic, educație și schimbarea modului de viață, concepute pentru a îmbunătăți starea fizică și psihică a persoanelor cu boli respiratorii cronice și pentru a promova aderarea pe termen lung la un comportament menit să îmbunătățească starea de sănătate.

Rolul de bază al reabilitării respiratorii este de a diminua simptomatologia, de a ameliora statusul functional, de a reintroduce pacientul în societate și bineînțeles să încercăm să scădem costurile pentru asistența medicală astfel fiecare program trebuie să aibă în vedere trei caracteristici:

- Prezența echipei multidisciplinare
- Program axat pe individ care să fie realizat după nevoile acestuia
- Coroborarea elementelor de dizabilitate fizică, psihică, emoțională și socială

#### Indicații de reabilitare pulmonară

Însă fiecare program de reabilitare respiratorie trebuie să înceapă cu o evaluare obiectivă a funcției respiratorii – oximetrie, spirometrie și stabilirea gradului de disfuncție respiratorie prin evaluarea toleranței la efort cu ajutorul testelor specifice:

- testul de mers de 6 minute
- testul de efort cardiorespirator incremental
- testul sit to stand (STST)
- testul scaunului efectuat în 60 de secunde

Obiectivul principal propus în reabilitarea respiratorie este reantrenamentul la efort, realizat prin exercițiu fizic. Acesta este realizat prin antrenamentul musculaturii ventilatorii și antrenamentul musculaturii scheletice.

Se aplică scale standardizate și se utilizează chestionare privind calitatea vieții la începutul terapiei dar și la finalul acesteia pentru a înregistra progresul (BORG, Scala Vizuală Analogă, CAT, STOP BANG, Chestionarul pentru bolile respiratorii cronice (CRQ) și Chestionarul Respirator Saint George's- SGRQ). Chestionarele aplicate sunt standard și subiective, sunt interpretate de medicul specialist și indică gradul de afectare al statusului mental și al activităților cotidiene. Testul de mers de 6 minute este cea mai ieftină metodă de screening, măsoară distanța parcursă de pacient pe un traseu liniar în 6 minute.

Se notează tensiunea arterială, saturația periferică a oxigenului, indicele de masă corporal și distanța parcursă. Cu ajutorul unor formule standard, se calculează distanța prezisă pentru vârsta, sexul și înălțimea bolnavului.

Scopul reabilitării pulmonare este acela de a ameliora simptomele, modificarea comportamentului de sănătate pe termen lung și de asemenea îmbunătățirea capacității de efort, participării la activitățile zilnice, autonomie și creșterea calității vieții.

Contraindicații ale reabilitării pulmonare

- non-aderență la programul de reabilitare
- boli neurologice severe, care altrează complianța sau memoria
- insuficiență pulmonară, cardiacă, renală sau hepatică severă, metastaze
- faza acută a bolilor pulmonare
- accidente vasculare cerebrale recente
- artrite avansate cu imposibilitatea mobilizării articulațiilor

Un alt concept asupra căruia am insistat în demararea tezei de doctorat a fost cogniția care este un termen colectiv pentru procesele neuronale de ordin înalt care stau la baza manipulării informațiilor. În practică, abilitățile cognitive sunt deduse în principal din comportament, care în sine este determinat de o mare varietate de factori neurologici, psihologici și emoționali. Relațiile dintre numeroasele procese implicate într-o sarcină cognitivă de zi cu zi sunt complexe, dar capacitatea cognitivă este de obicei împărțită în domenii discrete, deși rareori este posibil să se studieze domenii individuale izolat.

Un mecanism cheie propus pentru disfuncția cognitivă în BPOC este afectarea neuronală mediată prin hipoxie, dar s-a sugerat, de asemenea, că enzimele dependente de oxigen care sunt importante în sinteza neurotransmițătorilor, cum ar fi acetilcolina, pot fi afectate. Un studiu de spectroscopie de rezonanță magnetică la pacienții cu BPOC sever non-hipoxică a arătat că metabolismul cerebral a fost modificat semnificativ și că modelul de tulburare a fost diferit de cel observat în insuficiența cardiacă și diabet.

Inflamația poate juca un rol important, deoarece există dovezi că proteina C reactivă poate fi asociată cu declinul cognitiv, fie printr-un efect neurotoxic direct, fie printr-un efect asupra aterosclerozei cerebrale. Alți mediatori inflamatori au fost, de asemenea, legați de disfuncția cognitivă, inclusiv interleukina (IL)-6, IL-1b, factorul

de necroză tumorală- $\alpha$  și  $\alpha$ 1-antichimotripsina. Cu toate acestea, aceste studii sugerează mai degrabă o asociere decât o legătură cauzală.

Vârsta și nivelul de educație sunt variabile demografice despre care se crede că se leagă puternic de performanța neuropsihologică la toate populațiile. Aceasta arată că, deși mulți factori sunt împărțiți de ambele grupuri, mulți se adună mai frecvent în cadrul BPOC. Asocierea dintre funcția pulmonară și funcția cognitivă a fost evaluată într-un număr de studii în populații mari sănătoase, în special la grupurile de vârstnici, dar corelațiile au fost adesea slabe și factorii de confuzie nu au fost întotdeauna ajustați. S-a sugerat că funcția pulmonară este de fapt un marker al activității fizice, care în sine poate explica orice asociere cu statusul cognitiv. Studii care investighează relația dintre funcția pulmonară și cogniția la populațiile cu BPOC au arătat rezultate și mai puțin consistente, sugerând că funcția pulmonară nu este un predictor de încredere al funcției cognitive în acest grup.

Deși majoritatea studiilor au evaluat pacienți cu hipoxemie, deficite au fost găsite și la pacienții non-hipoxemici. Este dificil să se tragă concluzii clare prin compararea acestor studii, din cauza diferențelor de severitate a bolii și a metodologiilor de testare utilizate. Definiția BPOC hipoxemică a variat, de asemenea, între studii. Cu toate acestea, deficitele de atenție și problemele cu funcțiile executive și motorii ale memoriei par a fi comune. Dificultățile de percepție și limbaj par a fi raportate mai rar.

Corelația dintre funcția cognitivă și tensiunea arterială de oxigen ( $\text{PaO}_2$ ) este slabă ( $r \sim 0,2$ ) și saturația de oxigen a contribuit la doar 5% din variația prezisă în performanța cognitivă global apreciată de clinician. Aceste observații din studiile NOTT și Intermittent Positive Pressure Breathing (IPPB) contrastează cu cele dintr-un studiu mic anterior, în care  $\text{PaO}_2$  s-a corelat cu atenția, funcția motrică și viteza de procesare ( $r^2=0.63$ ) [25]. Un alt studiu a raportat că memoria a fost corelată cu  $\text{PaO}_2$ , dar limbajul și percepția nu au fost. S-a demonstrat că  $\text{PaO}_2$  nocturn se corelează cu atenția, dar nu este clar dacă apneea obstructivă de somn (OSA) coexistentă a fost exclusă.

Astfel, relația exactă dintre afectarea cognitivă și hipoxemie rămâne neclară. În timp ce o serie de studii au arătat o asociere clară între hipoxemie și performanța cognitivă slabă, acestea au fost inconsecvente și corelațiile au fost slabe. Există, de asemenea, inconsecvențe în ceea ce privește dacă pacienții cu boală precocă și hipoxemie ușoară au afectarea semnificativă a cogniției. Dovezile actuale ar sugera



că hipoxemia singură nu este suficientă pentru a explica în totalitate deficitul cognitiv observat în BPOC.

Studiile au raportat o corelație variabilă între tensiunea arterială de dioxid de carbon ( $\text{PaCO}_2$ ) și funcția cognitivă. La pacienții cu insuficiență respiratorie hipercapnică,  $\text{PaCO}_2$  s-a corelat cu memoria, atenția complexă și viteza de procesare a informațiilor, dar nu și cu limbajul, funcția motrică și atenția simplă. Incalzi și colab. au sugerat că  $\text{PaCO}_2$  a fost corelat cu memoria verbală și realizarea și, într-un studiu efectuat pe pacienți care așteptau transplant pulmonar,  $\text{PaCO}_2$  mai scăzut a fost corelat semnificativ cu evaluări mai bune ale funcției executive, atenției și memoriei verbale. În schimb, nu a existat o corelație între funcția cognitivă și hipercapnie în studiile NOTT și IPPB sau în studiile lui Grant și colab. și Fix și colab. În general, relația dintre  $\text{PaCO}_2$  și afectarea cognitivă este chiar mai puțin clară decât cea pentru  $\text{PaO}_2$ .

Un număr de studii au arătat că activitatea fizică este asociată atât cu menținerea, cât și cu îmbunătățirea funcției cognitive în BPOC. Un studiu caz-control al reabilitării pulmonare a arătat că, dacă atenția vizuală, memoria verbală și funcțiile vizuale spațiale au fost afectate la momentul inițial, acestea s-au îmbunătățit după 3 săptămâni de tratament. Cu toate acestea, efectele practicii nu au fost abordate și acest lucru s-ar fi putut datora și regresiei la efectul mediu. În plus, grupul de control a avut o capacitate de efort mai mică, un consum mai mare de oxigen și a luat medicamentele pentru BPOC mai puțin regulat decât grupul de tratament. Fluența verbală s-a îmbunătățit semnificativ odată cu exercițiile fizice într-un studiu de control randomizat cu pacienți cu BPOC non-hipoxemici, care a comparat antrenamentul cu exerciții fizice plus educația comparativ doar cu educația. Un alt studiu a arătat o îmbunătățire a fluenței verbale după doar 20 de minute de exerciții. Într-un grup de pacienți cu BPOC formă ușoară, distanța de mers pe jos de 6 minute și fitness-ul aerobic au prezis 83% din îmbunătățirea „inteligenței fluide” (raționamentul și rezolvarea problemelor) în rândul pacienților cu BPOC supuși unor programe de exerciții pe termen scurt și lung. În general, pare să existe o legătură între exerciții și funcția cognitivă.

În populația generală, hipertensiunea arterială a fost asociată cu o scădere mai rapidă a raționamentului logic și a rezolvării problemelor, iar diabetul a fost asociat cu declinul accelerat al sarcinilor funcției executive. În plus, factorii de risc vascular combinați au explicat o proporție semnificativă a variației capacității și

vitezei de procesare a informațiilor, precum și a stării cognitive generale. Având în vedere că peste 50% dintre pacienții spitalizați cu BPOC au boală vasculară coexistentă, este probabil ca acest lucru să influențeze funcția cognitivă. Cu toate acestea, modelul disfuncției cognitive în BPOC s-a dovedit a fi diferit de cel găsit în demența multi-infarct, iar memoria s-a dovedit a fi mai proastă la subiecții cu boală cerebrovasculară cronică decât la cei cu BPOC. Prin urmare, este puțin probabil ca disfuncția cognitivă în BPOC să se datoreze numai comorbidității vasculare.

Pe lângă riscul crescut de ateroscleroză cerebrală, se crede că anumite particule din fumul de țigară au un efect neurotoxic direct, constituenții metalelor grele ai fumului fiind legați de un risc crescut de apariție a bolii Alzheimer. Fumatul poate influența, de asemenea, funcția cognitivă prin exacerbarea hipoxiei cerebrale din cauza creșterii cronice a monoxidului de carbon care provoacă o deplasare la stânga a curbei de disociere a oxihemoglobinei. O cohortă europeană multicentrică a arătat că scăderea anuală a MMSE a fost asociată cu statutul de fumat, după corectarea pentru MMSE inițial, educație și evenimente vasculare. Fumatul este un factor de risc pentru modificările preclinice detectate pe tomografia computerizată a creierului, iar studiile longitudinale au găsit asocieri cu fumatul de vârstă mijlocie și disfuncția cognitivă la bărbați pe o perioadă de 20 de ani. Deficitele cognitive asociate cu fumatul includ viteza redusă de procesare, memoria verbală și MMSE. Cu toate acestea, în timp ce fumatul pare a fi un factor independent în disfuncția cognitivă, studiile au găsit asocieri între funcția pulmonară afectată și cogniție care sunt independente de starea actuală de fumat și de-a lungul vieții.

Se crede că somnul este important în memorie, învățare, atenție și urmărire. Pacienții cu BPOC prezintă somnolență excesivă în timpul zilei și peste 50% raportează o latență lungă a somnului. OSA apare la 20% dintre indivizii cu BPOC, iar afecțiunile au un profil similar de comorbidități. OSA moderată până la severă poate fi asociată cu performanța cognitivă afectată, în primul rând vigilența și funcția executivă, cu un efect mai mic asupra abilităților intelectuale și verbale. Cu toate acestea, creșterea deficitului cognitiv pare mai mică decât creșterea somnolenței. În timp ce gradul de afectare cognitivă a fost raportat a fi similar în BPOC și OSA, cu deficite comune în raționamentul complex, învățare și memorie, domeniile cognitive considerate a fi dependente de somn, cum ar fi atenția, au fost mai afectate în OSA, în timp ce cei care se credeau a fi afectate de hipoxemie, cum ar fi abilitățile motorii, au fost mai degradate în BPOC. Această observație este susținută de un alt studiu

mic care a arătat că pacienții cu OSA severă aveau un profil cognitiv distinctiv, adică un model de disfuncție cognitivă specifică grupului în comparație cu BPOC, boala Alzheimer și demența multi-infarct.

Prevalența depresiei la pacienții cu BPOC variază de la 10% la 79%. Simptomele depressive sunt prezente la persoanele în vârstă cu deficiență cognitivă sau demență, dar, deși este asociată cu afectarea funcției executive, a memoriei și a vitezei de procesare, poate reprezenta doar 1-2% din variația cognitivă în BPOC. În studiul NOTT, îmbunătățirea modestă a funcției cognitive nu a fost asociată cu îmbunătățirea simptomelor emoționale sau depressive.

Testarea neuropsihologică completă necesită timp și pregătire de specialitate pentru a putea fi efectuată și interpretată. O evaluare clinică simplă și scurtă ar fi utilă pentru a examina persoanele care ar putea avea nevoie de teste neuropsihologice mai cuprinzătoare. Lucrări recente sugerează că combinația dintre un scor MMSE 24 și dependența de cel puțin un IADL poate îndeplini acest rol. Sunt necesare lucrări suplimentare pentru a determina dacă toți pacienții cu BPOC necesită screening sau dacă acesta ar trebui limitat la cei care raportează dificultăți cognitive sau care au factori de risc pentru tulburări cognitive, cum ar fi hipoxemia, obstrucția fluxului de aer și comorbiditățile vasculare.

Somnul și funcția cognitivă par să fie corelate în partea târzie a vieții; cu toate acestea, natura exactă a acestei relații nu a fost încă elucidată. Investigațiile viitoare ar trebui să continue să evalueze aria de relații somn-cogniție. Rămân întrebări importante cu privire la: rolul modificărilor normale ale somnului în îmbătrânirea cognitivă normală; rolul modificărilor patologice ale somnului asupra dezvoltării demențelor și utilitatea tratării tulburărilor de somn pentru îmbunătățirea funcționării cognitive, protecția declinului cognitiv nedorit și încetinirea cursului bolilor neurodegenerative.

O perspectivă intrigantă pentru studiile viitoare este examinarea impactului aditiv al tratării tulburărilor de somn în combinație cu intervenții cognitive concentrate. Poate că combinația de intervenții care se concentrează pe diferite căi de schimbare poate avea un efect sinergic și poate duce la îmbunătățiri cognitive mai pronunțate. Creșterea cunoștințelor noastre despre modurile în care somnul poate afecta funcționarea cognitivă la pacienții cu BPOC în partea târzie a vieții ar putea avea beneficii de mare anvergură.

Pandemia cauzată de COVID-19 a dus la o schimbare dramatică în

comunitatea noastră și la multe pierderi de vieți omenești. Deși în mod tradițional reabilitarea pulmonară a fost centrată în spital sau clinică, pandemia a provocat discuții și dezbateri cu privire la meritele reabilitării pulmonare la domiciliu, precum și telereabilitarea. Există acum o nevoie presantă de studii de înaltă calitate asupra acestor modalități de servicii medicale pentru a permite implementarea cu succes a reabilitării, atât supravegheată cât și nesupravegheată acasă și prin tehnologiile de teleconferință.

Pentru unificarea telereabilitării pulmonare este nevoie de un efort comun al societății științifice și profesionale pentru organizațiile internaționale. Acest efort ar trebui dezvoltat în colaborare cu cele mai importante societăți internaționale din domeniul pneumologiei, Societatea Europeană de Respirație (ERS) și Societatea Toracică Americană (ATS).

Se va acorda prioritate protecției drepturilor personale, reglementării accesului la datele de sănătate și prevenirii manipulării, precum și securității transmiției, conversiei și stocării datelor de sănătate, adică securitatea cibernetică. Concluzia studiului nostru este că utilizarea dispozitivelor digitale poate forța musculaturii respiratorii a pacienților cu boli respiratorii cronice.

Datorită utilizării algoritmilor și analizei datelor în timp real, este posibilă depistarea simptomelor în faza precoce de exacerbare și prin modificarea în timp a terapiei, putem preveni deteriorarea.

Având în vedere acuratețea, predictibilitatea și personalizarea care caracterizează dispozitivele digitale de monitorizare la distanță, este imperativ ca tehnologiile actuale și viitoare să fie incluse în tratamentul pacienților cu boli respiratorii cronice.

Antrenamentul mușchilor respiratori suplimentat printr-o aplicație pentru telefonul mobil poate îmbunătăți puterea mușchilor respiratori și mobilitatea diafragmatică. Mai mult, evaluarea cu ultrasunete ar putea fi folosită ca un instrument suplimentar pentru cuantificarea efectelor clinice ale reabilitării pulmonare la pacienții cu BPOC.

Deși este o boală a plămânilor, caracteristicile extrapulmonare ale BPOC sunt din ce în ce mai recunoscute ca contribuitori importanți la morbiditate și mortalitate. Disfuncția mușchilor scheletici prezintă un interes deosebit, deoarece influențează direct performanța la efort, este asociată cu o stare precară de sănătate și este un predictor independent al utilizării asistenței medicale și al mortalității. În plus, funcția

mușchilor respiratori joacă un rol cheie în patogenia dispneei iar presiunea inspiratorie maximală este un predictor independent de supraviețuire în cazul bolilor severe.

Cei mai frecvent studiați mușchii scheletici sunt cvadricepsul și diafragma. Studiile transversale, cu potrivirea atentă a pacienților cu lotul de control, au relevat complexitatea disfuncției musculare în BPOC.

Deși capacitatea diafragmei de a genera presiune transdiafragmatică este redusă în BPOC, aceasta este în mare măsură produsul hiperinflației, care plasează mușchiul într-un dezavantaj mecanic. Într-adevăr, atunci când este corectată pentru volumul pulmonar, puterea contractilă a diafragmei în BPOC nu este redusă în comparație cu indivizii sănătoși și poate fi chiar îmbunătățită în unele cazuri.

Menținerea forței în acest mușchi se datorează probabil antrenamentului involuntary persistent secundar muncii crescute de respirație. Ca urmare, diafragma se adaptează prin remodelarea profilului său de tip de fibre către un fenotip rezistent la oboseală cu o creștere relativă a proporției fibrelor de tip I. Față de indivizii sănătoși, probele relevă creșteri cu 20%–50% în proporția totală a fibrelor de tip I, corelate cu reduceri ale fibrelor de tip IIX.

Există puține informații legate de modificările în fibrele diafragmei și există dezbatere cu privire la modificarea arii de secțiune sau capacitatea lor de generare a forței. Unele studii raportează nicio modificare a dimensiunii fibrelor, în timp ce altele observă atrofie selectivă a fibrelor de tip I. În mod similar, a fost raportată o capacitate izometrică de generare a forței mai scăzute (normalizată pentru aria de secțiune) în rândul fibrelor pacienților testate in vitro, în timp ce altele au nu a găsit nicio diferență între fibrele pacientului și cele din lotul de control. Mai stabilă este rezistența intrinsecă la oboseală care apare prin concentrația crescută de mitocondrii, densitatea capilară și capacitatea de a genera adenosin-5'-trifosfat prin căile oxidative, marcate de o creștere în activitatea succinat dehidrogenază.

La pacienții cu BPOC, nu se observă oboseala diafragmei la ventilație voluntară maximă sau exercițiu exhaustiv pe banda de alergare. Fibrele diafragmei de la pacienți sunt, de asemenea, mai eficiente decât cele de la grupul de control, cu un cost mai mic de adenosin-5'-trifosfat pentru a menține un nivel similar de forță izometrică. Costul redus de energie poate fi explicat de numărul de formațiuni de punți încrucișate din fiecare fibră, fibrele musculare ale diafragmei la pacienții cu BPOC având mai puține punți încrucișate active și fiecare exercitând o forță mai

mare decât în mușchiul indivizilor sănătoși.

Acolo unde au fost studiați alți mușchi respiratori accesorii, aceștia par să se adapteze în același mod ca răspuns la munca crescută a respirației. Deplasarea tipului de fibre de la II la I observată la nivelul diafragmei se observă și la mușchii intercostali parasternali ai pacienților cu boală severă.

O schimbare contrastantă a expresiei tipului de fibre a fost observată în mușchii intercostali externi, ceea ce poate reflecta rolul lor postural în acest grup. Funcțional, forța pectoralului mare și a dorsalului mare sunt păstrate în raport cu cvadricepsul, la fel ca și forța abdominală, probabil datorită activității suplimentare a mușchilor expiratori la pacienții cu BPOC.

Modificările observate la nivelul mușchilor respiratori sunt în contrast puternic cu cele ale mușchilor cvadriceps în BPOC. În timp ce mușchiul cvadriceps se caracterizează printr-o masă redusă și pierderea fibrelor de tip I rezistente la oboseală și a capacității oxidative, care afectează forța și rezistența, diafragma se remodelează către un profil rezistent la oboseală, cu o creștere relativă a fibrelor de tip I și creșterea rezultată în capacitatea oxidativă, model reflectat în alți mușchi accesorii ai respirației. Aceste observații susțin că neutilizarea mușchilor este un factor etiologic major pentru adaptarea diferențială a mușchilor periferici și respiratori în BPOC.