

**UNIVERSITATEA „ALEXANDRU IOAN CUZA” DIN IAȘI
FACULTATEA DE EDUCAȚIE FIZICĂ ȘI SPORT
ȘCOALA DOCTORALĂ ÎN ȘTIINȚA SPORTULUI ȘI
EDUCAȚIEI FIZICE
DOMENIUL: ȘTIINȚA SPORTULUI ȘI EDUCAȚIEI FIZICE**

***ACTUALITĂȚI ÎN REEDUCAREA FUNCȚIONALĂ
POSTRECONSTRUCȚIE A
LIGAMENTULUI ÎNCRUCIȘAT ANTERIOR***

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

Conducător de doctorat:

PROF. UNIV. DR. HABIL. *ADRIAN COJOCARIU*

Student-doctorand:

***SERGIU PÂRȚAC*
(Căs. *SOLOMON-PÂRȚAC*)**

CUPRINS

INTRODUCERE.....	3
PARTEA I- FUNDAMENTAREA TEORETICĂ A TEMEI DE CERCETARE	4
CAPITOLUL 1. NOȚIUNI ANATOMO-PATOLOGICE ALE LIGAMENTULUI ÎNCRUCIȘAT ANTERIOR.....	4
1.1. ELEMENTE DE ANATOMIE ȘI BIOMECHANICĂ ALE LIGAMENTULUI ÎNCRUCIȘAT ANTERIOR.....	4
1.2. MECANISMUL DE PRODUCERE AL LEZIUNILOR LIGAMENTULUI ÎNCRUCIȘAT ANTERIOR.....	4
1.3. METODE DE DIAGNOSTICARE A LEZIUNII LIGAMENTULUI ÎNCRUCIȘAT ANTERIOR.....	5
1.4. TRATAMENTUL LEZIUNILOR LIGAMENTULUI ÎNCRUCIȘAT ANTERIOR.....	5
CAPITOLUL 2. REEDUCAREA FUNCȚIONALĂ A PACIENȚILOR POSTRECONSTRUCȚIE LIGAMENT ÎNCRUCIȘAT ANTERIOR.....	6
CAPITOLUL 3. UTILIZAREA PLATFORMEI STABILOMETRICE POSTRECONSTRUCȚIE LIGAMENT ÎNCRUCIȘAT ANTERIOR.....	7
CONCLUZII TEORETICE.....	8
PARTEA A II-A- CONTRIBUȚII PROPRII	9
CAPITOLUL 4. EVALUAREA DISTRIBUȚIEI GREUTĂȚII CORPORALE ȘI A PARAMETRIILOR ECHILIBRULUI LA PACIENȚII POSTRECONSTRUCȚIE LIGAMENT ÎNCRUCIȘAT ANTERIOR- STUDIU PRELIMINAR	9
4.1. PREMISELE CERCETĂRII.....	9
4.2. SCOP, OBIECTIVE, SARCINI, IPOTEZE.....	9
4.3. ORGANIZAREA ȘI DESFĂȘURAREA CERCETĂRII.....	10
4.4. REZULTATE ȘI DISCUȚII	10
4.5. CONCLUZII PARȚIALE.....	15
CAPITOLUL 5. IMPORTANȚA UTILIZĂRII PLATFORMEI STABILOMETRICE GPS 400 ÎN REEDUCAREA FUNCȚIONALĂ POSTRECONSTRUCȚIE LIGAMENT ÎNCRUCIȘAT ANTERIOR-STUDIU PRINCIPAL.....	16
5.1. PREMISELE CERCETĂRII.....	16
5.2. SCOP, OBIECTIVE, SARCINI, IPOTEZE.....	16
5.3. ORGANIZAREA ȘI DESFĂȘURAREA CERCETĂRII.....	18
5.4. REZULTATE ȘI DISCUȚII	19
5.5. CONCLUZII PARȚIALE.....	25
CONCLUZII FINALE	26
LIMITE ȘI DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE	27

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ28

Cuvinte-cheie: ligamentoplastie, distribuția greutății corporale, oscilațiile centrului de greutate, forță musculară, echilibru, status funcțional.

INTRODUCERE

Reeducarea funcțională a pacienților care au suferit intervenția chirurgicală de reconstrucție a ligamentului încrucișat anterior reprezintă un proces complex și dinamic, iar în literatura de specialitate putem observa o diversitate de cercetări care scot în evidență modalități de eficientizare a protocoalelor de reabilitare funcțională.

Necesitatea realizării unor studii care au în prim-plan identificarea unor metode prin care se poate îmbunătăți procesul de reabilitare funcțională postreconstrucție ligament încrucișat anterior reiese din faptul că incidența leziunilor la acest nivel reprezintă o afecțiune ortopedică comună, cu o incidență estimată de 78 la 100000 de persoane și o vârstă medie de 32 de ani în Suedia, respectiv de până la 84 la 100000 de persoane în Statele Unite (Domnick, Raschke & Herbort, 2016), iar alte studii subliniază faptul că incidența reconstrucției ligamentare a înregistrat o creștere de 22% (Tang, Zhang, George, Su & Huang, 2021).

În țara noastră reconstrucția ligamentului încrucișat anterior este o procedură chirurgicală efectuată în mod obișnuit, cu rezultate foarte bune pe termen lung, însă s-a raportat faptul că în unele cazuri persistă instabilitatea genunchiului, ceea ce reprezintă un factor de risc pentru asocierea unor leziuni ale meniscurilor și ale cartilajului sau chiar pentru recidivă (Mogos, Sendrea & Stoica, 2017). În același timp, s-a menționat că leziunile localizate la acest nivel au reprezentat întotdeauna o provocare pentru echipele de specialiști implicați, aceasta ducând la dezvoltarea și modificarea diferitelor protocoale de tratament de-a lungul anilor (Herdea et al., 2022).

Tema de cercetare cu titlul *Actualități în reeducarea funcțională postreconstrucție a ligamentului încrucișat anterior* vizează pacienții supuși unei astfel de intervenții și care, conform unor studii de actualitate și a experienței clinice proprii, prezintă deficite funcționale ale genunchiului operat și chiar și după urmarea protocolului standard de reeducare funcțională prezintă dificultăți în ceea ce privește încărcarea simetrică a greutateii la nivelul membrelor inferioare, precum și tulburări ale echilibrului postural; acestor parametri nu li se acordă întotdeauna atenția necesară în cadrul protocolului și tocmai de aceea doresc să ilustrez faptul că printre obiectivele de bază trebuie să se numere ameliorarea distribuției greutateii corporale și a echilibrului. Unul dintre dispozitivele care poate fi folosit în acest sens este reprezentat de sistemul postural global, utilizarea acestuia fiind de altfel și principalul element de noutate al cercetării noastre întrucât poate fi întrebuițat atât pentru procesul de evaluare stabilometrică al pacienților, cât și ca echipament cu ajutorul căruia pot fi realizate exerciții de reeducare stabilometrică.

Includerea acestui dispozitiv în cadrul protocolului va conduce la normalizarea gradului de încărcare a distribuției greutateii corporale și la ameliorarea parametrilor echilibrului, atât din perspectiva oscilațiilor centrului de greutate în raport cu poligonul de susținere în axa antero-posterioară și în cea medio-laterală, cât și din punct de vedere al lungimii curbei centrului de greutate și a vitezei maxime a acestuia. Toate aceste aspecte descrise în protocolul de reabilitare funcțională ar putea fi cuantificate într-un ghid de bune practici pentru clinicienii domeniului recuperării, în situația în care acesta va fi aprobat de către specialiștii domeniului.

PARTEA I- FUNDAMENTAREA TEORETICĂ A TEMEI DE CERCETARE

CAPITOLUL 1. NOȚIUNI ANATOMO-PATOLOGICE ALE LIGAMENTULUI ÎNCRUCIȘAT ANTERIOR

Noțiunile anatomo-patologice cu privire la ligamentul încrucișat anterior (LIA) sunt descrise în vederea evidențierii rolului pe care îl joacă acesta în cadrul articulației genunchiului și pentru descrierea modului în care leziunile la acest nivel conduc la instalarea unor deficite funcționale; astfel în cele ce urmează vor fi descrise elemente de anatomie și biomecanică ale LIA, mecanismele de producere ale leziunii acestuia, actualități cu privire la conduita terapeutică, dar și metode inovative de diagnosticare și de evaluare funcțională specifice pacienților supuși intervenției de reconstrucție chirurgicală.

1.1. ELEMENTE DE ANATOMIE ȘI BIOMECANICĂ ALE LIGAMENTULUI ÎNCRUCIȘAT ANTERIOR

Cercetările cu privire la LIA au beneficiat de-a lungul timpului de un interes considerabil datorită rolului acestuia în menținerea stabilității genunchiului, precum și ca urmare a rolului său biomecanic de a limita rotația internă a tibiei, descris ca fiind fundamental (Musahl, Herbst, Burnham & Fu, 2018). Ca orice alt ligament realizează conexiunea unui os cu un alt os și funcționează pentru a crea stabilitate articulară (Muscolino, 2011), fiind unul din cele patru ligament principale ale articulației genunchiului.

Noțiunile de anatomie ale LIA sunt esențiale atunci când se impune o reconstrucție după o leziune la acest nivel; studiul anatomic ar trebui să abordeze proprietățile sale biomecanice, cinematica, poziția și corelația anatomică, precum și proprietățile sale funcționale. În acest sens se cunoaște faptul că centrul anatomic al LIA la nivelul amprentei femurale este de 43% din lungimea proximală până la cea distală a peretelui intercondilar lateral și raza șanțului femural plus 2,5 mm anterior față de marginea articulară posterioară (Markatos, Kaseta, Lалlos, Korres & Efstathopoulos, 2013). LIA se extinde superior, posterior și lateral, răsucindu-se în timp ce se extinde de la tibie spre femur. Funcția sa principală este de a preveni mișcarea anterioară a tibiei pe femur, de a controla rotația laterală a tibiei în flexie și, într-o măsură mai mică, de a controla extensia și hiperextensia genunchiului (Diermeier et al., 2020; Musahl et al., 2020). Originea LIA este descrisă la nivelul peretelui medial al condilului lateral femural și inserția este în mijlocul zonei intercondilare; aceasta este ovală și este localizată în zona posterioară a condilului femural lateral. Inserția tibială este, de asemeni, ovală și se regăsește la nivelul centrului platoului tibial, iar structura este asemănătoare unei enteze apofizale condrale. În apropierea regiunii de ancorare pe femur și tibie există mecanoreceptori, care au o funcție importantă în cinematica articulației genunchiului (Cone, Howe & Fisher, 2019; Sonnery-Cottet et al., 2017).

1.2. MECANISMUL DE PRODUCERE AL LEZIUNILOR LIGAMENTULUI ÎNCRUCIȘAT ANTERIOR

Mecanismul de producere al leziunilor de LIA este divers, cele mai frecvente cauze fiind reprezentate de factorii traumatici sau suprasolicitările mecanice repetitive la nivelul genunchiului. Leziunile LIA sunt frecvent întâlnite în timpul mecanismelor multiplanare, prin evidențierea unei mișcări laterale a trunchiului, abducția genunchiului, poziția piciorului plat la contactul inițial cu solul și flexia crescută a șoldului (Hewett, Myer, Ford, Paterno & Quatman, 2016).

O leziune a LIA apare, de obicei, fără contact cu un alt jucător. O accidentare fără contact a fost definită ca absența oricărui contact fizic cu un alt jucător sau obiect în momentul accidentării, ceea ce înseamnă că implică biomecanica necontrolată a membrelor inferioare. Cea mai frecventă formă de lezare fără contact apare în cazul decelerației. În timpul mișcării de schimbare a direcției se formează o forță care soliciță excesiv LIA și poate apărea o ruptură la acest nivel. În cazul unei

sărituri ligamentul poate fi lezat în timpul acțiunii de aterizare, genunchiul fiind în hiperextensie (Della Villa, Hagglund, Della Villa, Ekstrand & Walden, 2021; Padua et al., 2018). Același aspect este susținut și de Cronstrom, Creaby & Ageberg (2020), care au subliniat ideea conform căreia leziunile LIA apar în timpul episoadelor fără contact, de obicei în 50 de milisecunde după contactul realizat cu piciorul pe sol, cu genunchiul aproape extins, alături de înclinarea trunchiului și abducția genunchiului.

1.3. METODE DE DIAGNOSTICARE A LEZIUNII LIGAMENTULUI ÎNCRUCIȘAT ANTERIOR

De-a lungul timpului au fost descrise o multitudine de metode menite să faciliteze validarea leziunilor de LIA. Aceste metode își regăsesc utilitatea întrucât leziunile LIA pot fi parțiale sau totale, iar gravitatea leziunii reprezintă și principalul aspect pentru selecția tratamentului, care poate fi dependent de rezultatele examinării fizice sau de informațiile colectate prin intermediul anumitor investigații.

În opinia lui Koster, Harsen, Lichtenberg & Bloemers (2018) există trei teste de examinare fizică utilizate frecvent pentru a evalua leziunea de LIA. Cea mai cunoscută și mai frecvent utilizată tehnică este testul serratului anterior. Celelalte două teste, testul Lachman și testul de schimbare a pivotului, sunt mai dificil de efectuat și sunt utilizate mai rar. Unul dintre cele mai cunoscute teste este **testul Lachman**, considerat clinic a fi o examinare fizică fiabilă pentru leziunea de LIA, însă ar implica o oarecare judecată subiectivă (Tanaka et al., 2017).

Evoluția tehnologică permite realizarea unor evaluări imagistice ce sunt caracterizate de acuratețe și precizie, printre acestea numărându-se imagistica cu ultrasunete, explorarea chirurgicală sau rezonanța magnetică nucleară (RMN). Instrumentele de măsurare disponibile clinicianului nu sunt perfecte, dar oferă informații valoroase în contextul clinic; dacă examenul clinic sau RMN sunt negative, probabilitatea ca pacientul să aibă o leziune este scăzută (Ardem et al., 2018).

1.4. TRATAMENTUL LEZIUNILOR LIGAMENTULUI ÎNCRUCIȘAT ANTERIOR

Leziunile LIA au reprezentat dintotdeauna un subiect care a provocat specialiștii domeniului la recomandarea unui tratament conservator sau chirurgical, cu scopul de a permite pacientului să revină la activitățile de zi cu zi și/sau sportive. Crioterapia, întărirea restrictivă, mișcarea pasivă continuă, electroterapia și exercițiile care vizează reducerea inflamației, restricționarea mișcărilor excesive ale genunchiului sau întărirea mușchilor pentru a îmbunătăți stabilitatea genunchiului, precum și pentru a proteja articulația sunt opțiuni comune de tratament conservator. Cu toate acestea, abordările conservatoare pentru gestionarea acestor leziuni se soldează uneori cu eșec (Raines, 2017).

Reconstrucția anatomică a LIA este o tehnică chirurgicală care adaptează procedura la particularitățile pacientului, prin măsurători preoperatorii pe radiografii simple și imagistică prin rezonanță magnetică și măsurători intra-operatorii ce cartografiează anatomia LIA nativă în vederea reproducerii cât mai exacte (van Eck, Widhalm, Muraswki & Fu, 2015).

Indiferent de tipul de intervenție sau de grefa utilizată, pacienții care sunt supuși reconstrucției chirurgicale a LIA necesită un program de reabilitare în vederea recuperării funcționale și a revenirii lor la forma fizică dinaintea leziunii. Reabilitarea după reconstrucția LIA ar trebui să ia în considerare controlul durerii și al edemului postoperator, protejarea grefei în vederea vindecării, recâștigarea gamei complete de mișcare, redobândirea forței musculare a genunchiului, șoldului și trunchiului, îmbunătățirea controlului neuromuscular și o progresie treptată către activități funcționale care sunt necesare pentru revenirea la activități sportive (Yabroudi & Irrgang, 2013; Mostafae et al., 2017).

CAPITOLUL 2. REEDUCAREA FUNCȚIONALĂ A PACIENȚILOR POSTRECONSTRUCȚIE LIGAMENT ÎNCRUCIȘAT ANTERIOR

Reconstrucția LIA urmărește restabilirea funcției genunchiului, care trebuie protejat de leziuni meniscale (Korpershoek, de Windt, Vonk, Krych & Saris, 2020). În schimb, atunci când vine vorba de reeducarea funcțională postreconstrucție LIA putem trece în revistă o multitudine de abordări ale programului de reabilitare, care are ca obiectiv principal recuperarea deficitului funcțional, mai ales că majoritatea pacienților din această categorie sunt tineri și activi, îndeplinesc sarcini mai dinamice și au tendința de a experimenta zilnic o încărcare mai mare a articulațiilor genunchilor (Shimizu et al., 2020). În același timp s-a afirmat faptul că obiectivul principal al kinetoterapiei după reconstrucția LIA este restabilirea tiparelor normale de mers ale pacientului (Winiarski & Czamara, 2012).

Realizarea unui progres sistemic al pacientului postreconstrucție LIA reprezintă unul dintre obiectivele terapeutice esențiale, care este inițiat încă din perioada imediat postoperatorie, în care trebuie să se asigure controlul durerii, inflamației și edemului post-operator (Gokeler, Dingenen, Mouton & Sei, 2017). În aceeași ordine de idei protocolul destinat acestor pacienți trebuie să vizeze și protecția grefei, consolidarea mușchilor care stabilizează genunchiul, șoldul și trunchiul și o progresie treptată către activități funcționale (Yabroudi & Irrgang, 2013).

Necesitatea protejării grefei și a asigurării condițiilor ca aceasta să se integreze sunt subliniate în nenumărate studii, iar clinicienii responsabili cu recuperarea pacienților cu intervenții de reconstrucție ligamentară trebuie să țină cont de aspecte precum timpul necesar vindecării țesuturilor, dar și de caracteristicile individuale ale pacienților, printre care se numără și performanța motrică a acestora (Cote, 2016).

În literatura de specialitate pot fi regăsite o serie de programe în cadrul cărora au fost incluse aspecte inovative, în scopul limitării la maxim a riscului de recidivă; astfel de intervenții sunt necesare întrucât s-a sugerat că revenirea cu succes la nivelul anterior de activitate după reconstrucția LIA nu este garantată, iar prevalența unei a doua leziuni poate fi de până la 30% și aceasta ca urmare a unor deficite neuromusculare și funcționale (Di Stasi, Myer & Hewett, 2013).

Putem observa faptul că există o mare diversitate cu privire la abordarea pacienților postreconstrucție LIA, însă unul dintre protocoalele cele mai cunoscute este cel descris de Shelbourne și Nitz la sfârșitul secolului al XX-lea; protocolul acestora a reprezentat un ghid pentru un număr însemnat de clinicieni și a pus accent pe extensia completă a genunchiului pentru a depăși unele dintre complicațiile după intervenția chirurgicală, recuperarea forței și ameliorarea durerii genunchiului, cu menținerea stabilității articulare, iar asocierea acestui protocol cu utilizarea unor tehnici chirurgicale moderne pare să conducă la obținerea unor rezultate optime (Xu, 2021). În același timp, intervenția concentrată postintervenție chirurgicală asupra membrelor inferioare a inclus exerciții standardizate, cu progresie individualizată, exerciții funcționale și cardio-vasculare, iar cele opt domenii din programul de exerciții au fost: reantrenarea mișcării fiziologice, forța membrelor inferioare, echilibru, forța șold-abductor, forța gambei, forța trunchiului, forța extensorilor șoldului și flexorilor genunchiului și exerciții cardio-vasculare. În ceea ce privește nivelul de performanță a exercițiilor, acesta s-a bazat pe: tehnică bună, iritabilitate minimă, principiile antrenamentului de rezistență legate de forța musculară și obiective și feedback specifice fiecărui pacient (Patterson, Barton, Culvenor, Cooper & Crossley, 2021).

Este necesar ca starea pacienților după ligamentoplastie să fie îmbunătățită, iar acest lucru implică utilizarea unui program focusat pe optimizarea proceselor și practicilor de reabilitare, precum și pe progresul pacientului prin efectuarea unor sarcini treptat mai solicitante, de la punctul în care pacientul reușește să meargă singur până la a putea efectua mișcări sportive extrem de complexe (Buckthorpe, Tamisari & Villa, 2020).

CAPITOLUL 3. UTILIZAREA PLATFORMEI STABILOMETRICE POSTRECONSTRUCȚIE LIGAMENT ÎNCRUCIȘAT ANTERIOR

Reeducarea echilibrului, propriocepției și stabilității reprezintă unul dintre obiectivele esențiale pentru pacienții care au fost supuși reconstrucției chirurgicale a LIA întrucât intervenția în sine și perioada de restricționare a folosirii membrului inferior operat sunt aspecte ce vor conduce la modificarea acestor parametri. În vederea determinării modului în care parametrii echilibrului și distribuția greutății corporale la nivelul membrelor inferioare sunt influențați prin programul de reabilitare funcțională este necesar recurgerea la instrumente de evaluare specifice, care să ofere informații obiective și care să permită clinicienilor posibilitatea unor intervenții menite să conducă la normalizarea statusului funcțional al pacienților. Unul dintre aceste instrumente este reprezentat de platforma stabilometrică, care a câștigat teren în ultima vreme, utilizarea ei mai ales în sfera ortopedico-traumatică putând garanta atingerea obiectivelor terapeutice (De la Torre, Marin, Polo & Marin, 2020).

Platforma stabilometrică *Global Postural System* (GPS) reprezintă un echipament modern de analiză posturală prin intermediul căreia se pot realiza stabilometrii, se pot colecta informații cu un caracter de evaluare funcțională și se pot efectua exerciții de reeducare stabilometrică. GPS poate fi utilizat în vederea analizării posturii, dar și în scopul observării unor deficite de încărcare a greutății corporale sau a unor tulburări de echilibru; de-a lungul timpului s-a afirmat că este un sistem avansat de analiză posturală care utilizează tehnici și metode de diagnostic și evaluare non-invazive în domeniul recuperării medicale, iar tratamentele de biofeedback ajută la îmbunătățirea posturii și la menținerea rezultatelor în timp (Raines, Buldus & Monea, 2021). Acest dispozitiv reprezintă o metodă fiabilă de evaluare a asimetriei pelvine într-un cadru clinic. Hardware-ul său constă din două bare verticale din aluminiu cu rigle pe laterale, un fir de plumb pentru referință posturală și o oglindă reglabilă în partea de sus, atașată la o platformă stabilă, care poate fi calibrată prin intermediul a două linii de referință și patru amprente îndreptate în direcții diferite. GPS este avantajos în comparație cu un sistem fotografic tradițional (Yu et al., 2020).

Prin intermediul dispozitivului *Global Postural System- GPS 400* se pot efectua stabilometrii pacienților postreconstrucție chirurgicală LIA, iar unul din parametrii vizați este gradul de distribuție al greutății corporale (DGC) la nivelul membrelor inferioare (MI), exemplificat atât în kilograme (*Weight on left foot/ Weight on right foot*), cât și în procente (*% distribution of total weight on the left foot/ % distribution of total weight on the right foot*), ceea ce îl recomandă a fi folosit în vederea identificării unor tulburări ale echilibrului sau a unor deficite de stabilitate (Toprak, 2018).

În același timp pot fi determinați parametrii legați de distanța medie a proiecției centrului de greutate (DMCG) în cadrul poligonului de susținere (PS) pe cele două axe și anume vertical sau axa x (*Average distance from ideal barycentre {0}- mm*) și orizontal/transversal sau axa y, lungimea curbei (exprimată în mm) și viteza maximă (exprimată în mm/s); acest ultim parametru reprezintă un derivat al centrului de greutate, ce poate fi exprimat în metri pe secundă (Lee et al., 2020).

CONCLUZII TEORETICE

Obiectivul final al pacienților postreconstrucție LIA este reprezentat de revenirea la forma fizică dinaintea accidentării, iar pentru atingerea acestuia este necesară utilizarea unor tehnici și metode de reeducare funcțională eficiente și performante. Pe de-o parte, este esențial ca această categorie de pacienți să beneficieze de un proces de evaluare complex, în care să fie incluși parametri legați de forța musculară și mobilitatea articulară, dar și parametri legați de distribuția greutății corporale la nivelul membrelor inferioare și de echilibru; pe de altă parte, este ideal ca îmbunătățirea acestor parametri să se realizeze în urma aplicării unor metode moderne, care să permită obiectivizarea rezultatelor obținute.

În urma analizării literaturii de specialitate, putem extrage concluzia că incidența leziunilor de LIA este în creștere, iar reconstrucția chirurgicală devine o soluție obligatorie în situația unei leziuni totale. În aceste cazuri putem discuta despre un consens cu privire la necesitatea urmării unui protocol de reabilitare funcțională, prin care să se obțină normalizarea statusului funcțional.

De-a lungul timpului s-a încercat identificarea unor soluții care să permită clinicienilor obținerea celor mai bune rezultate pentru pacienții postligamentoplastie, iar printre aceste soluții se numără și utilizarea platformelor stabilometrice. Acestea sunt numeroase, diverse și dotate cu soft-uri tehnologice care permit colectarea unor informații cu privire la gradul de încărcare al greutății corporale la nivelul membrelor inferioare și la oscilațiile centrului de greutate în raport cu poligonul de susținere, dar cu utilizare limitată în această sferă. Considerăm că este esențial ca pacienții postreconstrucție LIA să beneficieze de o evaluare a parametrilor amintiți întrucât s-a demonstrat în numeroase cercetări faptul că aceștia prezintă asimetrii de încărcare a greutății, precum și tulburări de echilibru, iar lipsa de uniformizare a acestora îi poate expune riscului de recidivă.

Se poate afirma că sistemul postural global reprezintă un echipament modern ce poate fi integrat în cadrul procesului de reeducare funcțională specific pacienților cu reconstrucția LIA întrucât acesta permite evaluarea obiectivă și amănunțită a distribuției greutății corporale, a oscilațiilor centrului de greutate în raport cu poligonul, a lungimii curbei și a vitezei maxime a centrului de greutate, precum și integrarea acestuia în cadrul protocolului de reabilitare funcțională.

PARTEA A II-A- CONTRIBUȚII PROPRII

CAPITOLUL 4. EVALUAREA DISTRIBUȚIEI GREUTĂȚII CORPORALE ȘI A PARAMETRILOR ECHILIBRULUI LA PACIENȚII POSTRECONSTRUCȚIE LIGAMENT ÎNCRUCIȘAT ANTERIOR- STUDIU PRELIMINAR

4.1. PREMISELE CERCETĂRII

Premisele cercetării sunt legate în mod direct de pacienții care sunt supuși reconstrucției de LIA, pacienți cu care am lucrat de la începutul carierei mele de kinetoterapeut. Am observat încă de atunci că există diverse tipuri de abordare a acestor pacienți, iar specialiștii din cadrul recuperării sunt nevoiți să selecteze unul din protocoalele existente, dar fără a avea certitudinea că rezultatul selecției reprezintă și cea mai eficientă metodă de reeducare funcțională. Tocmai de aceea obiectul cercetării de față se referă la modalități de eficientizare a reeducării funcționale postreconstrucție LIA.

Motivul principal care a stat la baza alegerii temei este reprezentat de afinitatea personală față de cazurile ortopedice, în special față de cazurile ortopedice care sunt localizate la nivelul genunchiului soldate cu leziuni ale LIA care necesită reconstrucție chirurgicală. Așa cum se poate observa și în literatura de specialitate incidența acestor cazuri a crescut în ultimii ani, aspect pe care l-am putut remarca și din postura de kinetoterapeut, iar necesitatea de a eficientiza reeducarea funcțională a acestor pacienți reiese și din faptul că nu toți reușesc să recupereze deficitul funcțional și astfel să revină la nivelul fizic dinaintea accidentării. Îmi doresc ca prin această cercetare să identific modalități prin care pacienții cu reconstrucții de LIA să fie determinați să urmeze un protocol de reabilitare funcțională care să conducă la normalizarea statusului lor funcțional.

4.2. SCOP, OBIECTIVE, SARCINI, IPOTEZE

Scopul acestei cercetări este reprezentat de evidențierea modului în care protocolul de recuperare specific pacienților cu reconstrucția ligamentului încrucișat anterior poate fi îmbunătățit ca urmare a identificării parametrilor legați de distribuția greutateii corporale la nivelul membrilor inferioare și de oscilațiile centrului de greutate în raport cu poligonul de susținere.

În ceea ce privește *obiectivele și sarcinile cercetării* acestea sunt următoarele:

► identificarea echipamentelor tehnologice inovative utilizate în reeducarea funcțională postreconstrucție LIA:

- studierea literaturii de specialitate cu privire la noutățile domeniului reabilitării funcționale;
- descrierea platformei stabilometrice și a modului în care aceasta poate fi folosită în cazul pacienților postreconstrucție LIA;

► selectarea subiecților cercetării din cadrul centrului de recuperare medicală Kinego:

- evaluarea parametrilor legați de distribuția greutateii corporale și de fluctuațiile centrului de greutate în raport cu poligonul de susținere în cazul pacienților postreconstrucție ligament încrucișat anterior;
- descrierea modului în care protocolul de reabilitare funcțională postreconstrucție ligament încrucișat anterior poate fi îmbunătățit ca urmare a evaluării stabilometrice;

► colectarea, analizarea și interpretarea rezultatelor obținute:

- realizarea analizei statistice prin intermediul programului SPSS (versiunea 20.0);
- realizarea unor grafice care să evidențieze rezultatele obținute;
- realizarea unei interpretări amănunțite a rezultatelor obținute și compararea acestora cu rezultatele unor cercetări asemănătoare;

► trasarea unor concluzii care să evidențieze importanța utilizării platformei stabilometrice în cazul pacienților cu reconstrucția chirurgicală a LIA.

În ceea ce privește *variabila independentă* aceasta a fost reprezentată de statusul funcțional al subiecților postreconstrucție chirurgicală, în vreme ce *variabilele dependente* au fost distribuția greutateii corporale, parametrii echilibrului și indicii morfo-funcționali ai coapsei.

Realizarea acestei cercetări a pornit de la formularea *ipotezelor* de mai jos:

1. Presupunem că utilizarea platformei stabilometrice GPS 400 va permite identificarea cu acuratețe a oscilațiilor centrului de greutate în raport cu poligonul de susținere și a distribuției greutateii corporale.

2. Presupunem că nivelul unor parametri morfo-funcționali ai forței la nivelul coapsei influențează oscilațiile centrului de greutate în raport cu poligonul de susținere și distribuția greutateii corporale.

4.3. ORGANIZAREA ȘI DESFĂȘURAREA CERCETĂRII

În cadrul cercetării au fost incluși un număr de douăzeci de subiecți diagnosticați cu leziuni de LIA la care s-a intervenit prin procedura chirurgicală de reconstrucție. Subiecții au fost împărțiți în două grupe: în prima grupă (n=10) au fost incluși subiecții în curs de recuperare, perioada de la intervenția chirurgicală fiind de până la 4 luni (grupa 1); în cea de-a doua grupă (n=10) au fost incluși subiecții care au finalizat programul de reeducare funcțională, după 6 luni de la intervenția chirurgicală (grupa 2).

Criteriile de includere au fost diagnosticul subiecților, modul de abordare terapeutică a leziunii de ligament (reconstrucție chirurgicală), parcurgerea programului de reeducare funcțională, acordul cu privire la testarea parametrilor somato-funcționali și ai celor legați de DGC la nivelul membrelor inferioare și a parametrilor legați de fluctuațiile centrului de greutate în raport cu poligonul de susținere.

Criteriile de excludere au fost reprezentate de existența unei patologii asociate precum afecțiuni ortopedice la nivelul membrelor inferioare, afecțiuni ale urechii interne sau afecțiuni neurologice ce pot fi responsabile de asocierea perturbărilor echilibrului.

Subiecții incluși în cadrul cercetării au fost atât de gen feminin (n=8), cât și de gen masculin (n=12), vârsta acestora fiind cuprinsă între 20 și 55 de ani. Aceștia au fost supuși intervenției de reconstrucție a LIA prin autogrefă de la nivelul tendoanelor gracilis și semitendinos, tehnica folosită fiind *all graft inside (AGI)*.

În vederea evaluării funcționale a subiecților incluși în studiu au fost realizate bilanțul muscular prin utilizarea scalei de la 0 la 5, măsurarea circumferinței coapsei, precum și evaluarea distribuției greutateii corporale la nivelul membrelor inferioare și a oscilațiilor centrului de greutate în raport cu poligonul de susținere prin intermediul platformei stabilometrice GPS 400.

4.4. REZULTATE ȘI DISCUȚII

Testarea ipotezei 1

În vederea testării ipotezei 1 au fost realizate o serie de analize statistice precum testul t și testul t independent, dar și o serie de figuri cu rol de ilustrare a rezultatelor obținute.

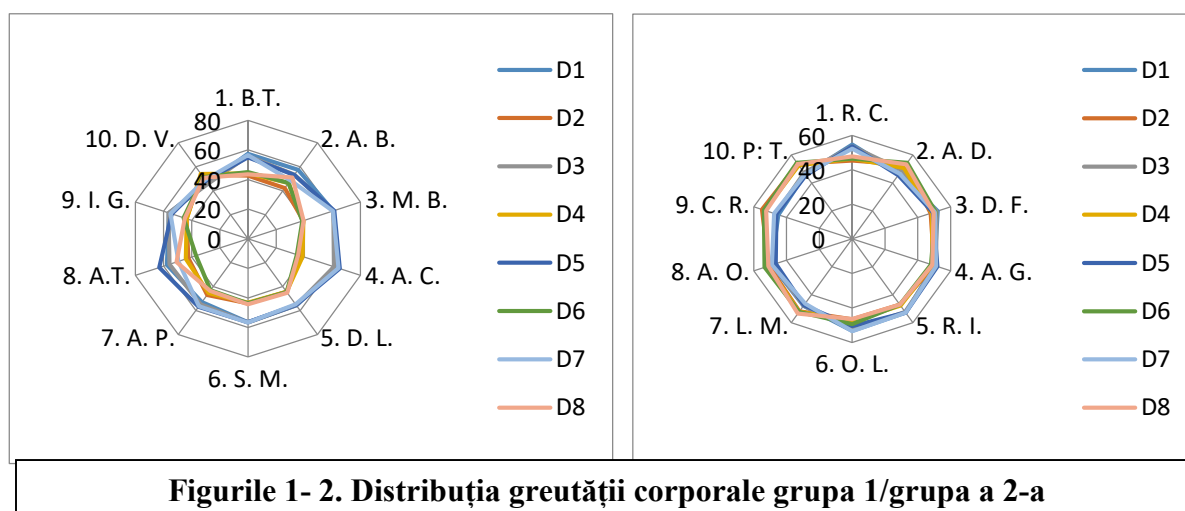
În cadrul Tabelului 1 sunt prezentate rezultatele subiecților în ceea ce privește parametrul distribuției greutateii corporale pentru cele patru poziții de evaluare (ochi deschiși, ochi închiși, capul răsucit spre membrul sănătos, capul răsucit spre membrul bolnav).

Tabel 1. Centralizarea rezultatelor obținute în cadrul evaluării distribuției greutateii corporale

Poziția de evaluare (<i>Media ± Eroarea medie standard</i>)								
Grupa	<i>Distribuția greutateii corporale</i>							
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
Grupa 1	56,39	43,61	55,61	44,39	56,95	43,05	55,15	44,95
<i>1</i>	±1.38	±1.38	±1.32	±1.32	±1.56	±1.56	±1.59	±1.58
Grupa 2	49,84	50,16	50,01	49,89	48,99	51,01	49,63	50,37
<i>2</i>	±1.05	±1.05	±.77	±.77	±.97	±.97	±.87	±.87

Legendă: D1 = distribuția greutateii corporale pe membrul inferior sănătos, cu ochii deschiși; D2 = distribuția greutateii corporale pe membrul inferior bolnav, cu ochii deschiși; D3 = Distribuția greutateii corporale pe membrul inferior sănătos, cu ochii închiși; D4 = distribuția greutateii corporale pe membrul inferior bolnav, cu ochii închiși; D5 = distribuția greutateii corporale pe membrul inferior sănătos, cu capul răsucit spre membrul inferior sănătos; D6 = distribuția greutateii corporale pe membrul inferior bolnav, cu capul răsucit spre membrul inferior sănătos; D7 = distribuția greutateii corporale pe membrul inferior sănătos, cu capul răsucit spre membrul inferior bolnav; D8 = distribuția greutateii corporale pe membrul inferior bolnav, capul răsucit spre membrul inferior bolnav.

Conform tabelului de mai sus și a figurilor de mai jos putem trage concluzia că parametrul distribuției greutateii corporale prezintă diferențe medii și mari de încărcare membrul sănătos-membrul bolnav în rândul pozițiilor testate în cazul grupei 1, în timp ce grupa 2 prezintă diferențe minime de încărcare a acestui parametru în rândul tuturor pozițiilor evaluate.



Figurile 1- 2. Distribuția greutateii corporale grupa 1/grupa a 2-a

Ținând cont de aceste rezultate putem afirma:

- › cele două grupe prezintă diferențe semnificative ale DGC în cazul tuturor pozițiilor testate întrucât acestea se află în perioade diferite ale recuperării;
- › nu constatăm diferențe semnificative statistic pentru cele două grupe în ceea ce privește compararea pozițiilor de testare, excepție făcând grupa 2 în cazul perechii ochi închiși-capul spre membru sănătos, acest lucru demonstrând că parametrul distribuției corporale nu este influențat decisiv de poziția de testare, ci prezintă aproximativ același raport membrul sănătos-membrul bolnav; diferența de încărcare minimă specifică subiecților grupei 2 se poate datora faptului că aceștia încarcă greutatea corporală fără a mai avea tendința de a proteja genunchiul bolnav.

Rezultatele noastre pot fi considerate ca fiind în ușor contrast cu unele studii care demonstrează faptul că există asimetrii ale cvadricepsului membrului inferior operat în comparație cu cel sănătos; la șase luni postoperator a fost descrisă o asimetrie la 20% dintre cazurile înscrise în

cercetare (Joreitz et al., 2016). În același timp De Fontenay, Monteil, Blache & Argaud (2014) au observat un deficit de 14% pentru membrul inferior operat în comparație cu cel sănătos în ceea ce privește momentul total de încărcare, ceea ce îi conduce la concluzia unui deficit al încărcării greutății. Într-un alt studiu (Huang, Keijers et al., 2017) s-a observat că subiecții cu reconstrucția ligamentului încrucișat anterior au înregistrat un contact mai mare pe membrul inferior sănătos, existând tendința pacienților de a reduce presiunea la nivelul genunchiului afectat, din dorința de a-l proteja.

În urma analizării rezultatelor obținute putem afirma faptul că, postoperator, în cadrul grupeii 1 apar diferențe semnificative în ce privește raportul de încărcare membrul sănătos-membrul bolnav, iar în unele situații aceste diferențe pot persista și după finalizarea programului de reabilitare; studiile care scot în evidență gradul de încărcare a greutății corporale sunt valoroase deoarece atrag atenția asupra faptului că persistența asimetriilor poate reprezenta un factor de risc pentru recidivă sau pentru instalarea osteoartritei (Meyer, Gette, Mouton, Seil & Theisen, 2017).

Tabel 2. Centralizarea rezultatelor obținute în cadrul evaluării distanței medii a centrului de greutate în raport cu poligonul de susținere

Poziția de evaluare (<i>Media ± Eroarea medie standard</i>)								
Grupa	Distanța medie a centrului de greutate							
	CX1	CX2	CX3	CX4	CY1	CY2	CY3	CY4
Grupa 1	136,5	128,1	131,3	104,1	140,1	147,6	109,8	77,6
	±18.41	±12.48	±31.6	±17.90	±20.36	±25.24	±29.81	±17.41
Grupa 2	43,2	38,6	55,1	58,6	86,5	84,3	125,2	100
	±11.28	±12.53	±12.02	±7.32	±19.72	±23.68	±14.92	±22.37

Legendă: CX1 = distanța medie a centrului de greutate pe axa x, cu ochii deschiși; CX2 = distanța medie a centrului de greutate pe axa x, cu ochii închiși; CX3 = distanța medie a centrului de greutate pe axa x, capul răsucit spre membrul inferior sănătos; CX4 = distanța medie a centrului de greutate pe axa x, capul răsucit spre membrul inferior bolnav; CY1 = distanța medie a centrului de greutate pe axa y, cu ochii deschiși; CY2 = distanța medie a centrului de greutate pe axa y, cu ochii închiși; CY3 = distanța medie a centrului de greutate pe axa y, capul răsucit spre membrul inferior sănătos; CY4 = Distanța medie a centrului de greutate pe axa y, capul răsucit spre membrul inferior bolnav.

Rezultatele obținute cu privire la parametrul oscilațiilor centrului de greutate în raport cu poligonul de susținere susțin parțial studii care demonstrează faptul că centrul de greutate prezintă o alterare în rândul pacienților cu reconstrucția ligamentului încrucișat anterior în comparație cu indivizii sănătoși, atât în timpul mersului, cât și în timpul alergării, iar constatările cu privire la similitudinea centrului de greutate pot furniza informații prețioase despre funcția genunchiului și performanța mersului (Huang et al., 2017).

Tabel 3. Centralizarea rezultatelor obținute în cadrul evaluării lungimii curbei centrului de greutate în raport cu poligonul de susținere

Poziția de evaluare (<i>Media ± Eroarea medie standard</i>)				
Grupa	L1	L2	L3	L4
Grupa 1	2657,5	3204,8	2858,3	2872,4
	±221.06	±221.32	±210.92	±227.35
Grupa 2	2224,5	2993,9	2460,8	2362,3
	±91.12	±160.57	±96.48	±106.15

Legendă: L1 = lungimea curbei centrului de greutate, cu ochii deschiși; L2 = lungimea curbei centrului de greutate, cu ochii închiși; L3 = lungimea curbei centrului de greutate, capul răsucit spre membrul inferior sănătos; L4 = lungimea curbei centrului de greutate, capul răsucit spre membrul inferior bolnav.

Analizarea rezultatelor cu privire la lungimea curbei centrului de greutate conduce la trasarea următoarelor constatări:

› acest parametru este influențat considerabil de poziția de testare, obținerea unor rezultate semnificative statistic în rândul ambelor grupe sugerând că ar fi necesar să se investigheze modul în care lungimea curbei centrului de greutate afectează echilibrul; de asemenea, aceste rezultate ar putea sugera că protocolul de recuperare parcurs de subiecții grupei 2 ar fi mai eficient în privința ameliorării acestui parametru, fiind necesară introducerea unor exerciții de echilibru din poziții variate sau realizarea unor exerciții de reeducare a echilibrului cu ajutorul unor echipamente tehnologice de tipul platformei stabilometrice;

› nu există diferențe semnificative statistic între valorile medii ale celor două grupe de subiecți, fiind necesară compararea rezultatelor cu un grup-control (subiecți sănătoși) pentru a se determina în ce măsură lungimea curbei centrului de greutate se încadrează în valori normale sau în valori inferioare.

Tabel 4. Centralizarea rezultatelor obținute în cadrul evaluării vitezei maxime a centrului de greutate în raport cu poligonul de susținere

Grupa	Poziția de evaluare (<i>Media ± Eroarea medie standard</i>)			
	V1	V2	V3	V4
Grupa 1	551 ±61.38	794,6 ±90.16	630,7 ±54.59	1684,1 ±949.01
Grupa 2	681,3 ±209.16	959,6 ±303.61	847,4 ±303.97	754,4 ±285.65

Legendă: V1 = viteză maximă a centrului de greutate, cu ochii deschiși; V2 = viteză maximă a centrului de greutate, cu ochii închiși; V3 = viteză maximă a centrului de greutate, capul răsucit spre membrul inferior sănătos; V4 = viteză maximă a centrului de greutate, capul răsucit spre membrul inferior bolnav.

Analizarea rezultatelor cu privire la viteza maximă a centrului de greutate conduce la enumerarea următoarelor aspecte:

› acest parametru este influențat în mică măsură de poziția de testare, ambele grupe prezentând rezultate semnificative statistic în privința perechii ochi deschiși-ochi închiși, ceea ce sugerează faptul că anularea stimulului vizual conduce la rezultate mai slabe atât în cazul subiecților în curs de reeducare funcțională, cât și în cazul celor care au finalizat protocolul de reabilitare;

› faptul că nu există diferențe semnificative statistic între valorile medii ale celor două grupe înseamnă că ambele grupe de subiecți prezintă valori asemănătoare ale acestui parametru, fiind necesară compararea rezultatelor cu un grup-control (subiecți sănătoși) în vederea determinării dacă viteza maximă a centrului de greutate se încadrează în valori normale;

Asocierea amplitudinii mici a lungimii curbei și a unor valori ridicate ale vitezei proiecției centrului de greutate în raport cu poligonul de susținere ar putea sugera că sunt prezente reacții posturale, iar rezultatele obținute se datorează afectării forței musculare. Rezultatele obținute cu privire la viteza oscilațiilor centrului de greutate confirmă parțial alte studii, care au ajuns la concluzia că mărimea și viteza oscilației centrului de greutate au fost semnificativ mai mari în grupul pacienților cu ligamentoplastie, iar măsurarea oscilațiilor centrului de greutate reprezintă o atitudine adecvată în vederea stabilirii strategiilor de reabilitare funcțională (Lechmann, Paschen & Baumeister, 2017).

În urma analizării rezultatelor obținute cu privire la oscilațiile centrului de greutate, putem afirma că pacienții cu reconstrucția LIA necesită evaluarea echilibrului corporal (parametru afectat), iar terapeuții trebuie să utilizeze ca referință membrul inferior sănătos (Zult et al., 2016). Considerăm

importantă această evaluare întrucât persistența unor deficiențe în controlul neuromuscular al membrului inferior afectat poate fi catalogată ca fiind un factor de risc pentru recidivă (Abrams et al., 2014).

Rezultatele obținute susțin ipoteza 1 întrucât, prin intermediul platformei stabilometrice GPS 400, am identificat date concrete și veridice atât despre distribuția greutății corporale la nivelul membrelor inferioare, cât și despre oscilațiile centrului de greutate în raport cu poligonul de susținere, ceea ce poate conduce la eficientizarea protocolului de reabilitare funcțională.

Testarea ipotezei 2

Pentru testarea ipotezei 2 a fost realizată corelația Pearson, în vederea analizării modului în care indicii morfo-funcționali ai forței musculare au influențat DGC și oscilațiile centrului de greutate în raport cu poligonul de susținere și astfel putem scoate în evidență următoarele aspecte:

- grupa 1 prezintă o corelație pozitivă puternică între forța musculară și DGC pe membrul sănătos-capul răsucit spre membrul sănătos și DGC pe membrul bolnav-capul răsucit spre membrul sănătos ($r=.640$). Grupa 2 nu înregistrează valori ale corelației Pearson semnificative statistic ($p>0.05$);

- corelația Pearson arată că pentru grupa 1 există o corelație semnificativă doar în situația forței musculare-distanța medie a centrului de greutate pe axa y, capul spre membrul sănătos, unde $r=-0,770$ - corelație negativă puternică, în timp ce pentru toate celelalte corelații rezultatele nu sunt semnificative statistic, iar în cazul grupei 2 corelațiile nu sunt semnificative statistic ($p>0,05$), ceea ce sugerează că valoarea forței musculare influențează semnificativ doar grupa 1, la nivelul distanței medii a centrului de greutate pe axa y, capul spre membru sănătos, în timp ce pentru celelalte poziții rezultatele nu sunt semnificative;

- corelația Pearson evidențiază faptul că nu există corelații semnificative statistic ale valorilor medii pentru cele două grupe între forța musculară/diferența circumferinței coapsei și lungimea curbei centrului de greutate ($p>0,05$), excepție fiind grupa 1, unde diferența circumferinței coapsei și lungimea curbei cu ochii închiși înregistrează un $r=.749$;

- corelația Pearson evidențiază că nu există corelații semnificative statistic pentru cele două grupe între forța musculară/diferența circumferinței coapsei și viteza maximă a centrului de greutate ($p >0,05$).

În urma analizării rezultatelor obținute se poate afirma că acestea nu susțin ipoteza 2 întrucât am identificat doar în situații izolate corelații semnificative statistic între indicii morfo-funcționali ai forței musculare și distribuția greutății corporale și parametrii centrului de greutate în raport cu poligonul de susținere.

4.5. Concluzii parțiale

În urma evaluării funcționale prin intermediul platformei stabilometrice GPS 400 a pacienților postreconstrucție ligament încrucișat anterior, putem afirma că ipoteza 1 este susținută de rezultatele obținute întrucât am identificat cu acuratețe date despre oscilațiile centrului de greutate în raport cu poligonul de susținere și despre distribuția greutății corporale la nivelul membrelor inferioare.

A fost evidențiat faptul că, în cazul distribuției greutății corporale, rezultate mai bune au fost obținute de subiecții grupei 2, care au finalizat protocolul de reabilitare funcțională, față de subiecții grupei 1, care se găseau în momentul evaluării în etapa de reeducare funcțională; în schimb, diferențele dintre rezultatele celor două grupe cu privire la parametrii echilibrului nu au fost la fel de evidente, ceea ce ar putea conduce la ideea conform căreia protocolul de reabilitare nu se dovedește suficient de eficient pentru ameliorarea parametrilor amintiți.

Nivelul unor indici morfo-funcționali ai forței la nivelul coapsei ar putea influența oscilațiile centrului de greutate în raport cu poligonul de susținere, precum și distribuția greutății corporale la nivelul membrelor inferioare, însă, conform rezultatelor noastre, ipoteza 2 nu este susținută întrucât nu am identificat corelații semnificative între distribuția greutății corporale și parametrii echilibrului și indicii morfo-funcționali ai forței musculare decât în situații izolate. Putem afirma că grupa 2 a obținut rezultate mai bune decât grupa 1 privind parametrii testați, aspect ce ar putea fi pus pe seama scorului mai bun înregistrat la nivelul bilanțului muscular și pe diferența circumferinței coapsei mai mică, însă faptul că nu am obținut corelații semnificative între indicii morfo-funcționali ai coapsei și distribuția greutății corporale și parametrii echilibrului ne conduce la ideea conform căreia evoluția acestora nu este direct proporțională.

Toate aceste informații ar sugera că, pentru a obține o ameliorare a distribuției greutății și a parametrilor echilibrului, nu este suficient să se realizeze exerciții de îmbunătățire a forței musculare ci trebuie să se intervină prin mijloace eficiente, cu adresabilitate specifică.

CAPITOLUL 5. IMPORTANȚA UTILIZĂRII PLATFORMEI STABILOMETRICE GPS 400 ÎN REEDUCAREA FUNCȚIONALĂ POSTRECONSTRUCȚIE LIGAMENT ÎNCRUCIȘAT ANTERIOR- STUDIUL PRINCIPAL

5.1. PREMISELE CERCETĂRII

Această cercetare a pornit de la *premisă* conform căreia protocolul de reabilitare funcțională destinat pacienților cu reconstrucția chirurgicală a LIA ar putea fi îmbunătățit, ca urmare a introducerii exercițiilor de reeducare stabilometrică, acesta fiind de altfel și *obiectul cercetării*.

Unul dintre *motivele* realizării studiului de față este legat în mod direct de rezultatele studiului preliminar, în care am identificat faptul că pacienții cu reconstrucția chirurgicală a LIA pot prezenta asimetrii ale distribuției greutății corporale la nivelul membrelor inferioare, precum și tulburări de echilibru; tocmai de aceea considerăm că identificarea unor modalități de ameliorare a acestor parametri este de un real folos.

Un alt motiv care a stat la baza realizării acestei cercetări este reprezentat de opinia personală conform căreia pacienții cu leziuni de LIA urmează protocoale postoperatorii în care se pune accent deosebit pe redobândirea forței musculare și a mobilității articulare, însă obiectivelor de reeducare a echilibrului și a stabilității li se acordă o importanță mult prea redusă, ceea ce s-ar putea traduce prin lipsa de normalizare a statusului funcțional al acestora.

Așadar *subiecții cercetării* sunt reprezentați de pacienți cu reconstrucția chirurgicală a LIA care au primit recomandarea de a urma protocolul de recuperare în cadrul *centrului de recuperare medicală Kinego*, unde sunt kinetoterapeut, iar perioada cercetării a fost de aproximativ un an, din mai 2021 până în mai 2022.

5.2. SCOP, OBIECTIVE, SARCINI, IPOTEZE

Pacienții care sunt supuși intervenției chirurgicale de reconstrucție a ligamentului încrucișat anterior necesită o perioadă de recuperare funcțională de cel puțin șase luni; din experiența practică pot afirma faptul că unii dintre aceștia renunță mai devreme la acest proces de reabilitare întrucât aspectele legate de durere, edem, forța musculară sau mobilitatea articulară sunt ameliorate și consideră că pot relua timpuriu activitățile sportive; totuși, în acest fel pot persista anumite deficite funcționale ale distribuției greutății corporale sau tulburări ale echilibrului. *Scopul cercetării de față* se leagă în mod direct de această constatare personală și constă în identificarea unor modalități de îmbunătățire al statusului funcțional al categoriei de pacienți menționate (una dintre aceste modalități făcând referire la utilizarea platformei stabilometrice ca instrument tehnologic de evaluare, dar și ca parte a protocolului de reabilitare funcțională).

Obiectivele și sarcinile cercetării sunt următoarele:

- selectarea subiecților cercetării din rândul pacienților cu reconstrucția chirurgicală a

LIA:

- monitorizarea pacienților pe parcursului reabilitării funcționale prin intermediul metodei inovative reprezentată de evaluarea cu ajutorul platformei stabilometrice;

- aplicarea și implementarea planului de intervenție kinetoterapeutică pacienților postreconstrucție ligament încrucișat anterior, în cadrul căruia am inclus, printre altele, ca element de noutate exercițiile de reeducare stabilometrică;

- colectarea unor date veridice cu privire la distribuția greutății corporale la nivelul membrelor inferioare a pacienților postreconstrucție ligament încrucișat anterior;

- colectarea unor date veridice cu privire la parametrii echilibrului în cazul pacienților postreconstrucție ligament încrucișat anterior;

- identificarea gradului de eficiență a protocolului de reabilitare funcțională urmat de subiecții incluși în cercetare:
 - realizarea unei comparații între rezultatele inițiale și cele finale obținute de subiecții cercetării și interpretarea acestora;
 - realizarea unei comparații între rezultatele obținute de subiecții cu ligamentoplastie cu cele ale unui grup-control (subiecți sănătoși) și interpretarea acestora;
 - compararea rezultatelor obținute cu rezultatele unor studii de actualitate care au vizat aceeași temă;
- prezentarea unor concluzii care să evidențieze importanța utilizării platformei stabilometrice în cazul pacienților cu reconstrucția chirurgicală a LIA.

Prin intermediul Tabelului 5 sunt evidențiate variabilele independente și variabilele dependente specifice acestei cercetări.

Tabel 5. Variabilele dependente și independente ale cercetării

<i>Variabile independente</i>	<i>Variabile dependente</i>
1. Protocolul de reabilitare funcțională descris în Tabelul 5.3., cu utilizarea platformei stabilometrice GPS 400;	1. Distribuția greutății corporale;
2. Vârsta;	2. Parametrii echilibrului: a. Distanța medie a centrului de greutate în raport cu poligonul de susținere pe axele x și y; b. Lungimea curbei centrului de greutate; c. Viteza maximă a centrului de greutate.
3. Genul.	

În ceea ce privește **ipotezele** acestei cercetări acestea sunt enunțate astfel:

Ipoteza principală 1

Presupunem că parcurgerea protocolului de reabilitare funcțională, în care au fost introduse exercițiile de reeducare stabilometrică realizate pe platforma GPS 400, va conduce la corectarea gradului de încărcare a greutății corporale.

Ipoteza secundară 1.1

Presupunem că genul influențează eficiența protocolului de reabilitare funcțională, în care au fost introduse exercițiile de reeducare stabilometrică realizate pe platforma GPS 400, în ceea ce privește corectarea gradului de încărcare a greutății corporale.

Ipoteza secundară 1.2

Presupunem că vârsta influențează eficiența protocolului de reabilitare funcțională, în care au fost introduse exercițiile de reeducare stabilometrică realizate pe platforma GPS 400, în ceea ce privește corectarea gradului de încărcare a greutății corporale.

Ipoteza principală 2

Considerăm că parcurgerea protocolului de reabilitare funcțională, în care au fost introduse exercițiile de reeducare stabilometrică realizate pe platforma GPS 400, va conduce la ameliorarea parametrilor echilibrului.

Ipoteza secundară 2.1

Considerăm că genul influențează eficiența protocolului de reabilitare funcțională, în care au fost introduse exercițiile de reeducare stabilometrică realizate pe platforma GPS 400, în ceea ce privește ameliorarea parametrilor echilibrului.

Ipoteza secundară 2.2

Considerăm că vârsta influențează eficiența protocolului de reabilitare funcțională, în care au fost introduse exercițiile de reeducare stabilometrică realizate pe platforma GPS 400, în ceea ce privește ameliorarea parametrilor echilibrului.

Ipoteza principală 3

Presupunem că, în urma parcurgerii protocolului de protocolului de reabilitare funcțională, în care au fost introduse exercițiile de reeducare stabilometrică realizate pe platforma GPS 400, vom constata o asociere între distribuția greutateii corporale și parametrii echilibrului.

5.3. ORGANIZAREA ȘI DESFĂȘURAREA CERCETĂRII

În cadrul acestei cercetări au fost incluși un *număr total de 55 de subiecți*, cu vârsta cuprinsă între 21 și 52 de ani, atât de gen feminin (n=26), cât și de gen masculin (n=29), care au fost împărțiți în 2 grupe: din grupa 1 au făcut parte un număr de 28 subiecți (13 de gen feminin și 15 de gen masculin) care au fost supuși intervenției chirurgicale de reconstrucție a LIA, care au fost testați inițial (la patru săptămâni postoperator) și care au urmat protocolul de reabilitare funcțională în urma căruia au fost testați final (la 6 luni postoperator), iar din grupa 2 au făcut parte un număr de 27 subiecți (13 de gen feminin și 14 de gen masculin), aceștia reprezentând grupa de control (subiecți sănătoși) și fiind evaluați o singură dată, pe parcursul desfășurării studiului.

Subiecții ambelor grupe au fost evaluați prin intermediul *platformei stabilometrice GPS 400*. Trebuie menționat faptul că subiecții grupei 1 au urmat protocolul de reabilitare funcțională pentru o perioadă de 6 luni, iar frecvența ședințelor a fost de aproximativ 3 ședințe pe săptămână, cu o durată a ședinței de aproximativ 60 de minute.

Activitatea de evaluare a subiecților a fost direcționată în vederea colectării unor date legate de distribuția greutateii corporale și de oscilațiile centrului de greutate în raport cu poligonul de susținere. În vederea atingerii acestui obiectiv a fost utilizată platforma stabilometrică GPS 400, în cadrul cabinetului de recuperare în care a fost realizată și activitatea de reabilitare funcțională a subiecților. Sistemul postural global (GPS) este un sistem computerizat al cărui hardware cuprinde o cameră digitală, un cadru cu riglă și o platformă fixă care permite identificarea consecventă a reperelor stabilometrice, iar platforma stabilometrică, componentă a posturografului, reprezintă o metodă inovativă de evaluare, dar cu cercetări limitate în sfera ortopedică (Neculăeș & Botez, 2011; Yu, 2020).

Protocolul de reabilitare funcțională postreconstrucție LIA este împărțit pe patru faze, desfășurate pe o perioadă de șase luni. Fiecare fază este delimitată temporar și presupune atingerea anumitor obiective clare și utilizarea unor mijloace kinetice specifice care să fie eficiente și care să permită progresul de la o fază la alta.

Metoda inovativă de recuperare a pacienților postreconstrucție ligament încrucișat anterior se dorește a fi un ghid de bune practici pentru specialiștii domeniului întrucât obiectivele și indicațiile metodico-practice sunt clar stabilite pentru fiecare fază de recuperare, iar modelul programelor de etapă și de ședință este unul performant și eficient, chiar dacă acestea sunt unele orientative. Este bine cunoscut faptul că dozarea exercițiilor și selecția mijloacelor kinetice sunt individualizate în funcție de particularitățile fiecărui pacient în parte și de statusul funcțional temporar al acestora, iar în cadrul protocolului dozarea exercițiilor este una pur orientativă.

Dintre ***elementele de noutate ale protocolului de reabilitare funcțională*** enumerăm:

- realizarea contracțiilor izometrice, cu atașarea unei fașe elastice la nivelul coapsei, în vederea îmbunătățirii propriocepției;
- introducerea unor tehnici de facilitare neuroproprioceptivă de tipul *hold-relax*, în vederea promovării mobilității articulare;

- realizarea exercițiilor în lanț kinetic închis până spre sfârșitul fazei a treia de recuperare;
- realizarea unor trasee aplicative în vederea corectării modului de realizare a mersului și ameliorării parametrilor acestuia;
- **introducerea exercițiilor de reeducare stabilometrică prin utilizarea platformei stabilometrice** în vederea îmbunătățirii atât a distribuției greutății corporale, cât și a parametrilor echilibrului. În timpul realizării exercițiilor pacienții au urmărit poziția baricentrului în interiorul poligonului de susținere pe monitorul platformei și au folosit punctul de referință prestabilit disponibil pe ecran; kinetoterapeutul a determinat acest punct de referință în cadrul software-ului pentru a ghida pacienții asupra gradului de încărcare articulară corespunzător fiecărei faze de lucru. Punctul de referință a fost reprezentat de o formă pătrată de culoare roșie poziționat pe ecran, iar software-ul a permis identificarea unor unități care au constituit abaterile maxime în suportul unic. În cadrul primelor ședințe de reeducare stabilometrică aceste unități prestabilite au fost mai mari, dar odată cu înaintarea în cadrul protocolului unitățile au cunoscut o curbă descendentă, în vederea creșterii în dificultate a exercițiilor. Această metodă de reeducare a încărcării greutății corporale la nivelul membrelor inferioare și de ameliorare a oscilațiilor baricentrului a oferit posibilitatea pacientului de a realiza gradul de încărcare și de a reuși să egalizeze într-un mod conștient raportul de forțe la nivelul membrului sănătos/bolnav și de a controla în timp real poziția centrului de greutate în interiorul poligonului de susținere.

5.4. REZULTATE ȘI DISCUȚII

Analizarea rezultatelor obținute a fost realizată prin metoda grafică, iar pentru a ilustra într-un mod cât mai obiectiv acest aspect mai jos se regăsesc reprezentările grafice ale rezultatelor grupelor de subiecți incluși în cercetare. Au fost realizate astfel de reprezentări pentru parametrii distribuției greutății corporale la nivelul membrelor inferioare și pentru parametrii echilibrului (distanța medie a centrului de greutate în raport cu poligonul de susținere pe axele x și y, lungimea curbei și viteza maximă a baricentrului) pentru toate cele patru poziții testate: ochi deschiși, ochi închiși, capul spre membrul sănătos/dominant și capul spre membrul bolnav/nondominant.

Testarea ipotezei principale 1

În vederea testării ipotezei principale 1 am realizat o serie de analize statistice prin care am urmărit compararea rezultatelor inițiale cu cele finale ale grupei 1, precum și compararea rezultatelor finale ale grupei 1 cu cele ale grupei a 2-a.

Distribuția greutății corporale (DGC) a înregistrat ameliorări evidente de la evaluarea inițială la cea finală, în cazul tuturor celor patru poziții de testare, fiind prezentă tendința ca la evaluarea finală valorile să fie specifice nivelului diferenței minime de încărcare. În același timp *testul t* relevă rezultate care sunt semnificative statistic pentru toate perechile evaluate, acest lucru fiind valabil pentru toate cele patru poziții de evaluare ($p < 0.05$), iar acest aspect presupune identificarea unei semnificații statistice a diferenței dintre mediile inițiale și cele finale; de asemenea, putem distinge faptul că cele două grupe au obținut rezultate asemănătoare ale DGC la nivelul membrelor inferioare în cazul tuturor pozițiilor evaluate, rezultatele încadrându-se în parametrii normali (diferențe minime de încărcare), iar din punct de vedere statistic *testul t* independent evidențiază că mediile celor două grupe nu prezintă diferențe semnificative ale valorilor medii pentru niciuna dintre pozițiile testate, valoarea pragului de semnificație fiind $p > 0.05$. Analizarea acestor informații ne poate sugera faptul că urmarea PRF, în care au fost incluse exercițiile de reeducare stabilometrică, se dovedește a fi o atitudine eficientă în vederea egalizării modului de încărcare a greutății corporale la nivelul MI, iar pacienții nu mai prezintă tendința de a proteja membrul afectat.

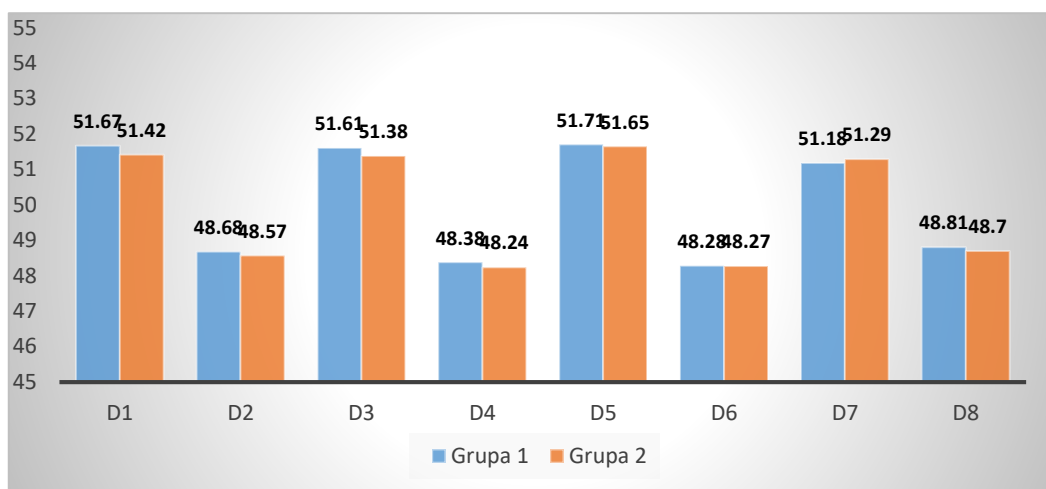


Figura 3. Media aritmetică pentru distribuția greutății corporale a celor două grupe

În acest context considerăm că studiile care scot în evidență modul de încărcare a greutății corporale la pacienții supuși intervenției de reconstrucție chirurgicală a ligamentului încrucișat și, mai ales după finalizarea protocolului de reabilitare funcțională și chiar și la distanță mai mare de 6 luni, sunt foarte importante. Lipsa de normalizare a acestui parametru poate fi responsabilă, pe de-o parte, de instalarea unui deficit funcțional la nivelul membrului inferior operat, datorat tendinței excesive de a-l proteja, iar pe de altă parte poate conduce la suprasolicitări mecanice la nivelul membrului inferior sănătos și astfel chiar la leziuni de cartilaj, datorate acestor suprasolicitări. Acest aspect este confirmat și printr-un studiu de actualitate, care oferă o nouă perspectivă asupra încărcării greutății corporale după reconstrucția ligamentului încrucișat anterior întrucât s-au observat modificări semnificative de la 2 la 8 ani post-intervenție în modul de încărcare neuniformă a greutății la nivelul membrelor inferioare, iar acestea au fost asociate cu modificări patologice ale cartilajului femural (Erhart-Hledik, Chu, Asay, Favre & Andriacchi, 2020). Prezența unor asimetrii ale încărcării greutății corporale poate fi asociată cu apariția unor modificări patologice pe termen lung, iar asocierea dintre modul de încărcare a greutății la nivelul membrelor inferioare și simptomele persistente ale genunchiului nu este clară, fiind necesar a se cerceta această ipoteză; existența unor diferențe în controlul neuromuscular între membrele afectate/dominante și cele sănătoase/nondominante poate avea implicații importante pentru reabilitarea specifică sportivilor și pentru reluarea activităților sportive (Pietrosimone et al., 2019; Souissi et al., 2020).

Analizarea rezultatelor obținute și corelarea acestora cu cele ale unor studii asemănătoare evidențiază ideea conform căreia egalizarea modului de încărcare a greutății corporale trebuie să se regăsească printre obiectivele de bază ale protocolului de reabilitare funcțională specific pacienților postligamentoplastie, iar includerea în cadrul acestuia a exercițiilor de reeducare stabilometrică, realizate prin intermediul platformei stabilometrice, se dovedește a fi o strategie eficientă în vederea atingerii acestui obiectiv.

Testarea ipotezei secundare 1.1

În vederea testării ipotezei secundare 1.1 am realizat analiza de varianță (*ANOVA*), pentru a verifica în ce măsură există diferențe semnificative între valorile medii ale subiecților în funcție de gen, iar rezultatele sunt prezentate mai jos; în acest fel se poate observa dacă grupele de subiecți prezintă scoruri cu medii diferite în funcție de gen pentru parametrul DGC, fiind realizată o bază de date în care au fost incluși subiecții ambelor grupe, dar împărțite în funcție de gen (rezultatele finale ale grupei 1-13 femei și 15 bărbați și rezultatele grupei 2-14 femei și 15 bărbați).

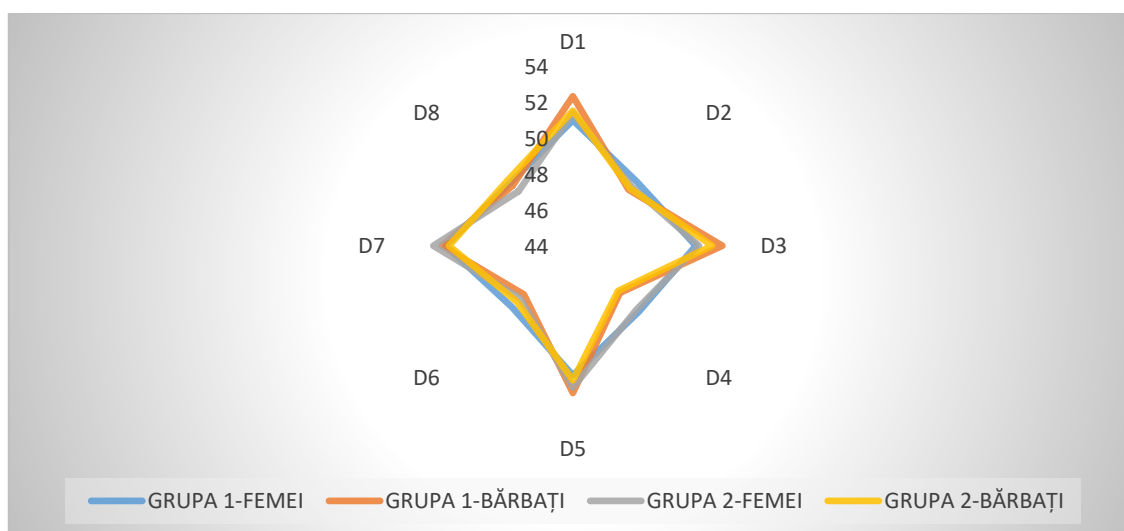


Figura 4. Valorile medii ale distribuției greutății corporale pentru cele două grupe în funcție de gen

Rezultatele analizei de varianță ne-au relevat faptul că valorile medii ale celor 2 grupe împărțite în funcție de gen nu prezintă diferențe semnificative statistice pentru acest parametru, pentru niciuna dintre pozițiile examinate ($p > 0.05$). Acest lucru ilustrează că DGC nu este distinctă la subiecții cercetării în funcție de gen întrucât aceștia prezintă valori apropiate, iar protocolul de reabilitare funcțională, în care au fost introduse exercițiile de reeducare stabilometrică, se dovedește a fi eficient în vederea ameliorării distribuției greutății la subiecții postreconstrucție LIA atât de gen masculin, cât și de gen feminin, mediile încadrându-se în valori normale, cu diferențe de încărcare minime.

Testarea ipotezei secundare 1.2

Pentru a evidenția dacă urmarea protocolului de reabilitare funcțională determină modificări ale DGC la nivelul MI în funcție de vârstă am împărțit subiecții grupei 1 în două plaje de vârstă (15 subiecți în plaja de vârstă 21-36 ani, respectiv 13 subiecți în plaja de vârstă 37-52 de ani); valorile medii ale *distribuției greutății corporale* nu prezintă diferențe semnificative statistice în funcție de vârstă pentru niciuna dintre pozițiile examinate ($p > 0.05$), ceea ce înseamnă că protocolul de reabilitare funcțională se dovedește eficient în ameliorarea acestui parametru indiferent de plaja de vârstă.

Testarea ipotezei principale 2

În vederea testării ipotezei principale 2 au fost realizate aceleași analize statistice ca și în cazul DGC, iar rezultatele cu privire la parametrii echilibrului (DMCG în raport cu PS, lungimea curbei și viteza maximă a centrului de greutate) sunt prezentate mai jos.

Parametrul DMCG a cunoscut ameliorări considerabile de la evaluarea inițială la cea finală, acest lucru fiind valabil în cazul tuturor pozițiilor de testare, atât în axa antero-posterioară (axa x), cât și în axa medio-laterală (axa y). Din punct de vedere statistic identificăm rezultate semnificative între mediile inițiale și cele finale în rândul tuturor pozițiilor de testare ($p < 0.05$). Realizarea unei astfel de evaluări este importantă în cazul pacienților postligamentoplastie întrucât ne relevă informații despre parametrul echilibrului și modul în care acesta suferă perturbări. Putem observa faptul că atât în axa antero-posterioară, cât și în cea medio-laterală rezultatele finale sunt evident îmbunătățite, iar din punct de vedere statistic rezultatele pe axa antero-posterioară și pe axa medio-laterală sunt diferite semnificativ, ceea ce ne poate conduce la ideea conform căreia protocolul de reabilitare funcțională este eficient în vederea ameliorării echilibrului în plan antero-posterior și în plan medio-lateral; pentru a analiza relevanța clinică a acestui ultim aspect ar putea fi de ajutor

realizarea unei comparații între valorile finale ale grupei de subiecți cu ligamentoplastie și rezultatele unui grup-control (grup de subiecți sănătoși).

Aspectele legate de evaluarea distanței medii a centrului de greutate la pacienții postreconstrucție LIA au fost vizate în studii de actualitate, care confirmă parțial și rezultatele noastre și în care s-a concluzionat că postreconstrucție chirurgicală a acestui ligament și după urmarea protocolului de reabilitare, mulți pacienți prezintă o stabilitate posturală statică semnificativ scăzută, precum și viteze crescute ale centrului de greutate (Lehmann et al., 2021). În același context și pentru aceeași categorie de subiecți echilibrul postural a fost cuantificat pe baza deplasărilor antero-posterioare și medio-laterale ale centrului de greutate de-a lungul axelor x și y, încorporând inclusiv viteza de balansare (Lehmann, 2017). Un alt studiu susține rezultatele noastre cu privire la modalitatea de evaluare, afirmându-se faptul că prin intermediul analizei stabilometrice s-au identificat deviații ale centrului de greutate în plan frontal în rândul pacienților cu afecțiuni ortopedice (Neculăeș, 2014).

Datele prezentate în cadrul acestui studiu au fost colectate prin intermediul platformei stabilometrice GPS 400, dar există numeroase alte dispozitive asemănătoare, cu aceeași întrebuintare. De exemplu stabilitatea posturală a fost determinată din indicii de stabilitate anterior-posterior, medial-lateral și general folosind sistemul de stabilitate *Biodex*. Ca urmare a utilizării acestui dispozitiv nu au fost observate diferențe semnificative în ceea ce privește stabilitatea posturală la nivelul membrelor inferioare la pacienții cu rupturi izolate de ligament încrucișat anterior și la cei cu leziuni de ligament combinate cu leziuni de menisc medial (Park, Jeong, Lee, Cho & Lee, 2015). Evaluarea parametrului distanței medii a centrului de greutate la pacienții postreconstrucție LIA se dovedește a fi o măsură valoroasă întrucât în acest fel putem analiza modul în care pacienții cu astfel de intervenții reușesc să mențină echilibrul atât în plan antero-posterior, cât și în plan medio-lateral și astfel am putea obține date obiective despre eficiența protocolului de reabilitare funcțională și despre beneficiile aduse acestuia prin introducerea exercițiilor de reeducare stabilometrică, realizate prin intermediul platformei stabilometrice.

Rezultatele cu privire la lungimea curbei au cunoscut ameliorări de la evaluarea inițială la cea finală în cazul tuturor pozițiilor de evaluare, iar din punct de vedere statistic media valorilor inițiale și a celor finale diferă semnificativ, acest lucru fiind valabil în cazul tuturor pozițiilor evaluate ($p < 0.05$). Analizarea acestor informații conduce la ideea conform căreia pacienții cu ligamentoplastie prezintă postoperator o afectare evidentă a lungimii curbei centrului de greutate, iar PRF, în care au fost incluse exercițiile de reeducare stabilometrică, se dovedește a fi eficient în ceea ce privește ameliorarea acestui parametru; în același context putem observa faptul că cele mai ridicate valori atât inițiale, cât și finale sunt valabile poziției de testare cu ochii închiși, ceea ce ar putea însemna o afectare evidentă a lungimii curbei centrului de greutate în caz de anulare a stimulului vizual.

În același timp am prezentat dovezi care sunt sugestive pentru evidențierea unei ameliorări ale vitezei maxime a centrului de greutate de la evaluarea inițială la cea finală în cazul tuturor pozițiilor evaluate. Din punct de vedere statistic media valorilor inițiale și a celor finale prezintă diferențe semnificative în cazul pozițiilor de testare cu ochii deschiși și capul răsucit spre membrul sănătos, în timp ce pentru celelalte poziții rezultatele medii nu prezintă diferențe semnificative ($p > 0.05$). Analizarea acestor informații poate creiona ideea conform căreia viteza medie a centrului de greutate suferă modificări în rândul pacienților postreconstrucție LIA, iar PRF, în cadrul căruia au fost incluse exercițiile de reeducare stabilometrică, se dovedește parțial eficient în vederea ameliorării acestuia, ceea ce ar putea însemna o modificare minimă a acestui parametru postoperator sau o eficiență parțială a protocolului de reabilitare. Considerăm că pentru a putea oferi o însemnătate clinică a acestor rezultate ar fi necesară compararea lor cu rezultatele obținute de un grup-control (subiecți sănătoși).

Parametrul echilibrului a fost vizat în numeroase cercetări care au avut în prim-plan pacienții supuși intervenției de reconstrucție a LIA, iar echilibrul postural a fost cuantificat pe baza deplasărilor antero-posterioare și medio-laterale ale centrului de greutate și inclusiv a vitezei de echilibrare; aria de balansare a descris zona elipsei acoperită de 95% din traiectoria centrului de greutate (Lehmann, 2017; Lehmann, 2021). Rezultatele parțiale ale studiului nostru sunt susținute și de alte studii, în care s-a remarcat că exercițiile de echilibru ar putea îmbunătăți parțial indicii de stabilitate dinamică în stadiul incipient al reabilitării postreconstrucție chirurgicală și că astfel de exerciții ar trebui să facă parte din programul de reabilitare (Akbari, Ghiasi, Mir & Hosseinifar, 2016).

Unele studii au sugerat că pacienții își pot adapta strategiile de control senzorio-motor după reconstrucția LIA implicând tot mai mult informații vizuale pentru a menține echilibrul postural. Rezultatele studiului nostru evidențiază valori mai crescute ale vitezei maxime a centrului de greutate în poziția de testare cu ochii închiși, iar acest lucru este susținut și prin alte studii în care a fost demonstrată o stabilitate posturală semnificativ scăzută atunci când vederea era obstrucționată (Lehmann, 2021).

Rezultatele preliminare ale studiului nostru relevă o eficiență ridicată a protocolului de reabilitare funcțională, în cadrul căruia au fost incluse exerciții de reeducare stabilometrică realizate cu ajutorul platformei stabilometrice, iar în ceea ce privește parametrii echilibrului (oscilațiile centrului de greutate în raport cu poligonul de susținere pe axe antero-posterioară și medio-laterală, lungimea curbei și viteza maximă) putem afirma că am obținut o ameliorare evidentă a tuturor parametrilor de la evaluarea inițială la cea finală.

Testarea ipotezei secundare 2.1

A fost realizată analiza de varianță (ANOVA), pentru a observa dacă există diferențe semnificative între valorile medii ale subiecților în funcție de gen, iar rezultatele sunt prezentate mai jos; în acest fel se poate observa dacă grupele de subiecți prezintă scoruri cu medii diferite în funcție de gen pentru parametrii echilibrului (DMCG în raport cu PS pe axa antero-posterioară și pe cea medio-laterală, lungimea curbei și viteza maximă a centrului de greutate). În cadrul acesteia a fost realizată o bază de date în care au fost incluși subiecții ambelor grupe, dar împărțite în funcție de gen (rezultatele finale ale grupei 1-13 femei și 15 bărbați și rezultatele grupei 2-14 femei și 15 bărbați).

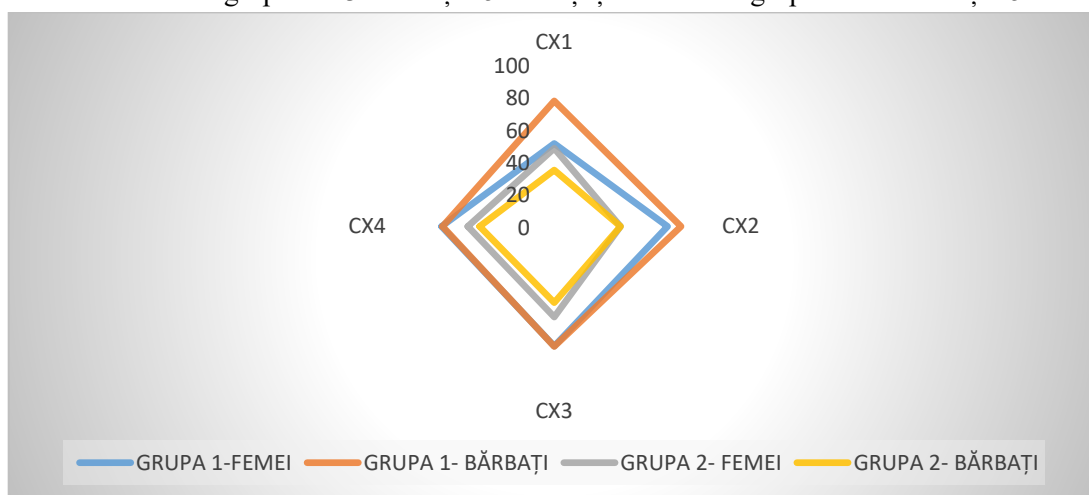


Figura 5. Valorile medii pentru distanța medie a centrului de greutate pe axa x, în funcție de gen, în cazul celor două grupe

Rezultatele noastre sunt susținute parțial și de alte studii, în care s-a ilustrat faptul că asimetriile cinematice au fost caracteristice atât bărbaților, cât și femeilor după leziuni de ligament încrucișat anterior și după intervenția chirurgicală, iar persistența asimetriilor de încărcare a

membrelor la bărbați și femei la 6 luni după reconstrucție indică faptul că eforturile actuale de reabilitare sunt inadecvate pentru unii indivizi, indiferent de gen (Di Stasi, Hartigan & Snyder-Mackler, 2015). În același context au fost identificate profilurile biomecanice legate de „mersul rigid” și valgul dinamic al extremităților inferioare la bărbați și femei care au primit acceptul reluării activităților sportive după reconstrucția chirurgicală a ligamentului încrucișat anterior și atât bărbații, cât și femeile prezintă asimetrii la nivelul articulațiilor genunchilor (Hartigan et al., 2016). Ținând cont de toate aceste informații putem afirma faptul că pacienții postligamentoplastie prezintă afectarea parametrilor echilibrului, iar protocolul de reabilitare funcțională nu necesită particularizarea mijloacelor kinetice folosite în funcție de gen decât pentru parametrul lungimii curbei, acesta fiind eficient atât pentru subiecții de gen feminin, cât și pentru cei de gen masculin.

Testarea ipotezei secundare 2.2

Pentru a evidenția dacă urmarea protocolului de reabilitare funcțională determină modificări ale parametrilor echilibrului în funcție de vârstă am împărțit subiecții grupei 1 în două plaje de vârste (15 subiecți în plaja de vârstă 21-36 ani, respectiv 13 subiecți în plaja de vârstă 37-52 de ani); astfel am efectuat analiza de varianță (*ANOVA*) și am obținut următoarele rezultate:

► în cazul *rezultatelor distanței medii a centrului de greutate în raport cu poligonul de susținere* pe axa antero-posterioară și pe cea medio-laterală se distinge faptul că acest parametru nu prezintă diferențe semnificative statistice ale valorilor medii în funcție de vârstă pentru niciuna dintre pozițiile examinate ($p > 0.05$), ceea ce se poate traduce prin eficiența protocolului de reabilitare funcțională indiferent de plaja de vârstă;

► rezultatele *lungimii curbei centrului de greutate* nu prezintă diferențe semnificative statistice ale valorilor medii în funcție de vârstă pentru niciuna dintre pozițiile examinate ($p > 0.05$), ceea ce înseamnă că protocolul de reabilitare funcțională se dovedește eficient în ameliorarea acestuia indiferent de plaja de vârstă;

► în cazul rezultatelor *vitezei maxime a centrului de greutate* se poate observa același lucru ca în cazul lungimii curbei și anume valorile medii ale acestui parametru nu prezintă diferențe semnificative statistice în funcție de vârstă pentru niciuna dintre pozițiile examinate ($p > 0.05$), ceea ce înseamnă că protocolul de reabilitare funcțională se dovedește eficient în ameliorarea acestuia indiferent de plaja de vârstă.

Testarea ipotezei principale 3

Pentru a determina modul în care parcurgerea protocolului de reabilitare funcțională influențează distribuția greutății corporale și parametrii echilibrului în cazul pacienților cu reconstrucția LIA am realizat corelația Pearson.

Putem afirma că rezultatele obținute susțin parțial ipoteza principală 3 întrucât am identificat corelații semnificative statistice între distribuția greutății corporale și distanța medie a centrului de greutate pe axele x și y, lungimea curbei și viteza maximă a centrului de greutate doar în cazul anumitor poziții de evaluare. În același timp rezultatele noastre susțin parțial rezultatele altor studii, în care corelațiile dintre indicii de control neuromuscular și nivelurile de activitate funcțională au fost evaluate prin coeficientul de corelație al lui Pearson și s-a menționat un raport de interdependență între echilibru și forță musculară, iar scorurile testărilor funcționale ale genunchiului s-au îmbunătățit în paralel cu stabilitatea posturală dinamică (Park et al., 2020; Lee et al., 2019).

În aceeași ordine de idei analiza datelor de mai sus susține ideea conform căreia atât distribuția greutății corporale, cât și parametrii echilibrului au cunoscut o ameliorare evidentă, chiar cu prezența unor corelații semnificative între acestea; în același timp aceste rezultate pot sugera faptul că protocolul de reabilitare funcțională destinat pacienților postreconstrucție ligament încrucișat anterior influențează atât distribuția greutății corporale, cât și parametrii echilibrului și susțin

rezultatele altor studii, care au demonstrat eficiența includerii exercițiilor de reeducare stabilometrică în vederea ameliorării parametrilor echilibrului și a distribuției greutății corporale în cazul bolnavilor neurologici sau ortopedici (Lucaci & Neculăeș, 2020; Neculăeș, 2014), însă evoluția acestora este parțial liniară și ameliorarea distribuției greutății corporale nu înseamnă neapărat și ameliorarea parametrilor centrului de greutate; de asemeni, aceste rezultate ar putea sugera faptul că ameliorarea acestor parametri ar trebui să se realizeze și prin mijloace și metode cu adresabilitate individuală.

5.5. CONCLUZII PARȚIALE

Abordarea terapeutică a pacienților activi postreconstrucție chirurgicală a ligamentului încrucișat anterior necesită îmbunătățiri în vederea prevenirii instalării unor asimetrii ale încărcării greutății corporale la nivelul membrelor inferioare și în vederea ameliorării parametrilor echilibrului, aspecte care se pot traduce prin normalizarea statusului funcțional și prin reluarea activităților fizice cu minimalizarea riscului de recidivă.

Conform rezultatelor obținute putem afirma că ipotezele principale 1 și 2 sunt susținute întrucât am identificat o normalizare a gradului de încărcare a greutății corporale și o ameliorare evidentă a parametrilor echilibrului, compararea rezultatelor finale ale subiecților grupei 1 cu rezultatele grupei 2 exprimând rezultate asemănătoare, chiar cu relevanță statistică. În ceea ce privește compararea rezultatelor celor două grupe incluse în studiu în funcție de gen și vârstă, analizele de varianță au evidențiat ideea conform căreia protocolul de reabilitare funcțională conduce, în mare parte, la o ameliorare în aceeași măsură a distribuției greutății corporale și a parametrilor echilibrului în rândul atât a subiecților de gen feminin, cât și a celor de gen masculin, precum și indiferent de plaja de vârstă a acestora, aspecte ce susțin ipotezele secundare 1.1, 1.2, 2.1 și 2.2.

O altă concluzie se referă la faptul că rezultatele obținute susțin parțial ipoteza principală 3 întrucât am identificat într-o mică măsură un raport de interdependență între distribuția greutății corporale și parametrii echilibrului, ceea ce înseamnă că mijloacele protocolului de reabilitare funcțională trebuie direcționate în mod specific, în vederea influențării acestor parametri în mod particular.

Metoda inovativă de reabilitare funcțională aplicată subiecților acestui studiu, cu introducerea exercițiilor de reeducare stabilometrică realizate prin intermediul platformei stabilometrice GPS 400, poate fi considerată o strategie fiabilă și eficientă în vederea obținerii unui grad de simetrie a încărcării greutății corporale și ameliorării oscilațiilor centrului de greutate în raport cu poligonul de susținere.

CONCLUZII FINALE

În urma studierii literaturii de specialitate putem afirma că, printre actualitățile reabilitării funcționale ale pacienților postreconstrucție LIA, se numără și utilizarea unor echipamente tehnologice. Acestea pot fi folosite atât pentru procesul de evaluare, în vederea identificării unor parametri funcționali, cât și ca instrumente propriu-zise de ameliorare a acestora; cu toate acestea se constată o utilizare minimă a platformelor stabilometrice calibrate la un sistem de tip software, care să vizeze evaluarea distribuției greutății corporale sau a parametrilor echilibrului și care, ulterior, să se focuseze pe strategiile de îmbunătățire ale acestora.

Conform rezultatelor studiului preliminar și a studiului principal putem afirma faptul că, utilizarea platformei stabilometrice GPS 400 se dovedește un echipament tehnologic care poate eficientiza protocolul de reeducare funcțională, prin posibilitatea integrării în cadrul acestuia a exercițiilor de reeducare stabilometrică și prin obținerea corectării gradului de încărcare a greutății corporale și a ameliorării parametrilor echilibrului (a distanței medii a centrului de greutate în raport cu poligonul de susținere în axa antero-posterioară și în cea medio-laterală, a lungimii curbei și vitezei maxime a centrului de greutate). În acest context, se remarcă și elementul de originalitate al lucrării, care poate potența în mod real protocoalele existente.

În urma realizării acestei cercetări, considerăm că principalul element de noutate, care poate aduce un plus-valoare reabilitării funcționale, este reprezentat de descrierea detaliată a protocolului de reabilitare urmat de către subiecții incluși în al doilea studiu. Am demonstrat faptul că acest protocol este eficient pentru o categorie de pacienți care se încadrează în plaja de vârstă 21-52 de ani, atât pentru cei de gen feminin, cât și pentru cei de gen masculin. Dacă acesta va fi validat de către comisiile de expertiză, atunci ar putea fi cuantificat ca un ghid de bune practici pentru clinicienii domeniului, care să asigure normalizarea statusului funcțional al pacienților postreconstrucție ligament încrucișat anterior și care, astfel, să atingă dezideratul de îmbunătățire a calității vieții în cazul acestei categorii de pacienți.

LIMITE ȘI DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE

Din punct de vedere al *limitelor cercetării* pot fi enumerați o serie de factori precum selecția subiecților incluși în studiu, modalitatea de realizare a evaluării acestora sau modul de interpretare a rezultatelor obținute.

Subiecții incluși în studiu au fost în număr de 55, iar vârsta acestora a fost cuprinsă între 21 și 52 de ani; totuși dacă ar fi să analizăm media vârstelor celor două grupe putem observa valori destul de apropiate între acestea (grupa 1- 33.35 ani, cu o eroare medie standard ± 8.07 ani și grupa 2-32.37 ani, cu o eroare medie standard ± 9.72 ani), ceea ce înseamnă că rezultatele cercetării pot fi considerate elocvente. Un alt aspect care ar fi putut fi încadrat în limite ale cercetării poate fi reprezentat de modul în care pacienții au respectat indicațiile și recomandările specifice reabilitării; fiecare subiect a primit o serie de recomandări clare și facil de urmat, iar în cadrul activității desfășurate în cabinetul de recuperare acestea au fost respectate întocmai, însă, în afara cabinetului, astfel de aspecte au fost mai dificil de gestionat.

Putem afirma că, în vederea realizării unei cercetări care să permită oferirea unei perspective mai însemnate cu privire la tematica abordată, ar fi fost necesară includerea unui număr mai mare de subiecți și acest lucru s-ar fi realizat întocmai, însă au apărut situații care au condus la limitarea numărului de subiecți (situația pandemică, schimbarea domiciliului, motive de sănătate sau motive personale); totuși, analizarea rezultatelor cuprinse în cadrul acestei cercetări ne oferă posibilitatea trasării unor concluzii preliminare, care să reprezinte în același timp și punctul de pornire pentru cercetări viitoare în acest domeniu.

O altă limită a cercetării se referă la urmărirea pacienților până la finalizarea procesului de reeducare funcțională, pe o durată de șase luni; am studiat în literatura de specialitate faptul că acești pacienți pot prezenta anumite deficite funcționale chiar și la distanță de doi ani post-operator și, pentru a verifica eficiența protocolului descris în cadrul cercetării, ar trebui ca subiecții să fie urmăriți și pe termen lung.

Ținând cont de ultima afirmație se conturează și o *direcție viitoare de cercetare*, care se referă la realizarea unui studiu în care subiecții cu reconstrucția LIA să parcurgă protocolul descris în cadrul acestui studiu și să se realizeze o urmărire pe termen lung a acestora, prin efectuarea unor evaluări stabilometrice periodice (la 12 luni, la 18 luni și la 24 de luni postoperator). O altă direcție viitoare a cercetării ar putea fi reprezentată de evaluarea unor parametri care să scoată în evidență, în afară de distribuția greutateii corporale și oscilațiile centrului de greutate în raport cu poligonul de susținere, capacitatea de efort a subiecților și astfel să se realizeze anumite corelații între aceștia.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. Akbari, A., Ghiasi, F., Mir, M., & Hosseinifar, M. (2016). The Effects of Balance Training on Static and Dynamic Postural Stability Indices After Acute ACL Reconstruction. *Glob J Health Sci.* 8(4): 68–81. doi: 10.5539/gjhs.v8n4p68
2. Albano, T. R., Rodrigues, C. A. S., Melo, A. K. P., De Paula, P. O., & Almeida, G. P. L. (2020). Clinical Decision Algorithm Associated With Return to Sport After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *J Athl Train.* 55(7): 691–698. doi: 10.4085/1062-6050-82-19
3. Arnold, M. P., Calcei, J. G., Vogel, N., Magnussen, R. A., Clatworthy, M., Spalding, T. ... ACL Study Group. (2021). ACL study group survey reveals the evolution of anterior cruciate ligament reconstruction graft choice over the past three decades. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 29(11):3871–3876. doi: 10.1007/s00167-021-06443-9
4. Arumugam, A., Bjorklund, M., Mikko, S., & Hager, C. K. (2021). Effects of neuromuscular training on knee proprioception in individuals with anterior cruciate ligament injury: a systematic review and GRADE evidence synthesis. *BMJ Open.* 18.11(5): e049226. doi: 10.1136/bmjopen-2021-049226
5. Awan, J. A., Rahim, M. S. H., Salim, N., Mohammed, M. A., Garcia-Zapirain, B., & Abdulkareem, K. H. (2021). Efficient Detection of Knee Anterior Cruciate Ligament from Magnetic Resonance Imaging Using Deep Learning Approach. *Diagnostics (Basel).* 11(1):105. doi: 10.3390/diagnostics11010105
6. Aydarov, V. I., Khasanov, E. R., & Akhtyamov I. F. (2020). Rehabilitation program for patients after the anterior cruciate ligament of the knee plasty. *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult.* (2):29-35. doi: 10.17116/kurort20209702129
7. Blasimann, A., Koenig, I., Baert, I., Baur, H., & Vissers, D. (2021). Which assessments are used to analyze neuromuscular control by electromyography after an anterior cruciate ligament injury to determine readiness to return to sports? A systematic review. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 13: 142. doi: 10.1186/s13102-021-00370-5
8. Beischer, S., Senorski E. H., Thomee, C., Samuelsson, K., & Thomee, R. (2018). Young athletes return too early to knee-strenuous sport, without acceptable knee function after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 26(7):1966–1974. doi: 10.1007/s00167-017-4747-8
9. Breukers, M., Haase, D., Konijnenberg, S., Klos, T. V. S., Dinant, G. J., & Ottenheijm, R. P. G. (2019). Diagnostic accuracy of dynamic ultrasound imaging in partial and complete anterior cruciate ligament tears: a retrospective study in 247 patients. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 5(1):e000605. doi: 10.1136/bmjsem-2019-000605
10. Brown, C., Marinko, L., LaValley, M. P., & Kumar, D. (2021). Quadriceps Strength After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Compared With Uninjured Matched Controls: A Systematic Review and Meta-analysis. *Orthop J Sports Med.* 9(4). doi: 10.1177/2325967121991534
11. Chelaru, H. M., Buldus, F. C., & Monea, D. (2021). The influence of biofeedback in postural rehabilitation of athletes. *Studia Universitatis Babeș-Bolyai, Educatio Artis Gymnasticae.* 66:1, 101-110
12. Cronström, A., Creaby, M. W., & Ageberg, E. (2020). Do knee abduction kinematics and kinetics predict future anterior cruciate ligament injury risk? A systematic review and meta-analysis of prospective studies. *BMC musculoskeletal disorders*, 21(1), 563. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03552-3>
13. De Fontenay, B. P., Argaud, S., Blache, Y., & Monteil, K. (2014). Motion Alterations After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Comparison of the Injured and Uninjured Parte

inferioară Limbs During a Single-Legged Jump. *J Athl Train.* 49(3): 311–316. doi: 10.4085/1062-6050-49.3.11

14. Di Stasi, S. L., Hartigan, E. H., & Snyder-Mackler, L. (2015). Sex-specific gait adaptations prior to and up to six months after ACL reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther.* 45(3): 207–214

15. Erhart-Hledik, J. C., Chu, C. R., Asay, J. L., Favre, J., & Andriacchi, T. P. (2020). Longitudinal changes in the total knee joint moment after anterior cruciate ligament reconstruction correlate with cartilage thickness changes. *J Orthop Res.* 37(7): 1546–1554. doi: 10.1002/jor.24295

16. Hajizadeh, M., Oskouei, A. H., Ghalichi, F., & Sole, G. (2016). Knee Kinematics and Joint Moments During Stair Negotiation in Participants With Anterior Cruciate Ligament Deficiency and Reconstruction: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PM R.* 8(6):563-579.e1. doi: 10.1016/j.pmrj.2016.01.014

17. Hartigan, E., Lawrence, M., Murray, T., Shaw, B., Collins, E., Powers, K., & Townsend, J. (2016). Biomechanical Profiles When Towing a Sled and Wearing a Weighted Vest Once Cleared for Sports Post-ACL Reconstruction. *Sports Health.* 8(5): 456–464. doi: 10.1177/1941738116659855

18. Herdea, A., Struta, A., Derihaci, R. P., Ulici, A., Costache, A., Furtunescu, F., Toma, A., & Charkaoui, A. (2022). Efficiency of platelet-rich plasma therapy for healing sports injuries in young athletes. *Experimental and therapeutic medicine*, 23(3), 215. <https://doi.org/10.3892/etm.2022.11139>

19. Huang, H., Keijsers, N., Horemans, H., Guo, Q., Yu, Y., Stam, H., Praet, S., & Ao, Y. (2017). Anterior cruciate ligament rupture is associated with abnormal and asymmetrical Parte inferioară limb loading during walking. *J Sci Med Sport.* 20(5):432-437. doi: 10.1016/j.jsams.2016.09.010

20. Huurnink, A., Fransz, D. P., Kingma, I., & van Dieen, J. H. (2013). Comparison of a laboratory grade force platform with a Nintendo Wii Balance Board on measurement of postural control in single-leg stance balance tasks. *J Biomech.* 46(7):1392-5. doi: 10.1016/j.jbiomech.2013.02.018

21. Joreitz, R., Lynch, A., Rabuck, S., Lynch, B., Davin, S., Irrgang, J., ... Monteil, K. (2016). Patient-specific and surgery-specific factors that affect return to sport after ACL Reconstruction. *Int J Sports Phys Ther.* 11(2): 264–278. MID: 27104060

22. Erhart-Hledik, J. C., Chu, C. R., Asay, J. L., Favre, J., & Andriacchi, T. P. (2020). Longitudinal changes in the total knee joint moment after anterior cruciate ligament reconstruction correlate with cartilage thickness changes. *J Orthop Res.* 37(7): 1546–1554. doi: 10.1002/jor.24295

23. Hajizadeh, M., Oskouei, A. H., Ghalichi, F., & Sole, G. (2016). Knee Kinematics and Joint Moments During Stair Negotiation in Participants With Anterior Cruciate Ligament Deficiency and Reconstruction: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PM R.* 8(6):563-579.e1. doi: 10.1016/j.pmrj.2016.01.014

24. Hartigan, E., Lawrence, M., Murray, T., Shaw, B., Collins, E., Powers, K., & Townsend, J. (2016). Biomechanical Profiles When Towing a Sled and Wearing a Weighted Vest Once Cleared for Sports Post-ACL Reconstruction. *Sports Health.* 8(5): 456–464. doi: 10.1177/1941738116659855

25. Herdea, A., Struta, A., Derihaci, R. P., Ulici, A., Costache, A., Furtunescu, F., Toma, A., & Charkaoui, A. (2022). Efficiency of platelet-rich plasma therapy for healing sports injuries in young athletes. *Experimental and therapeutic medicine*, 23(3), 215. <https://doi.org/10.3892/etm.2022.11139>

26. Huang, H., Keijsers, N., Horemans, H., Guo, Q., Yu, Y., Stam, H., Praet, S., & Ao, Y. (2017). Anterior cruciate ligament rupture is associated with abnormal and asymmetrical Parte

inferioară limb loading during walking. *J Sci Med Sport*. 20(5):432-437. doi: 10.1016/j.jsams.2016.09.010

27. Huurnink, A., Fransz, D. P., Kingma, I., & van Dieen, J. H. (2013). Comparison of a laboratory grade force platform with a Nintendo Wii Balance Board on measurement of postural control in single-leg stance balance tasks. *J Biomech*. 46(7):1392-5. doi: 10.1016/j.jbiomech.2013.02.018

28. Joreitz, R., Lynch, A., Rabuck, S., Lynch, B., Davin, S., Irrgang, J., ... Monteil, K. (2016). Patient-specific and surgery-specific factors that affect return to sport after ACL Reconstruction. *Int J Sports Phys Ther*. 11(2): 264–278. MID: 27104060

29. Lehmann, T., Paschen, L., & Baumeister, J. (2017). Single-Leg Assessment of Postural Stability After Anterior Cruciate Ligament Injury: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med Open*. 3: 32. doi: 10.1186/s40798-017-0100-5

30. Lee, J. H., Lee, D. H., Park, J. H., Suh, D. W., Kim, E., & Jang, K. M. (2020). Poorer dynamic postural stability in patients with anterior cruciate ligament rupture combined with lateral meniscus tear than in those with medial meniscus tear. *Knee Surg Relat Res*. 32(1):8. doi: 10.1186/s43019-019-0027-x

31. Lucaci, P., & Neculăeș, M. (2020). Evaluarea paraclinică și funcțională a pacientului cu accident vascular cerebral ischemic. *Editura Junimea*, Iași, p. 36

32. Marques, J. B., Paul, D. J., Graham-Smith, P., & Read, P. J. (2020). Change of Direction Assessment Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Review of Current Practice and Considerations to Enhance Practical Application. *Sports Med*. 50(1): 55–72. doi: 10.1007/s40279-019-01189-4

33. Neculăeș, M. (2014). Functional assessment of the patient with total hip endoprsthesis. *Lambert Academic Publishing*, Germany, p. 69

34. Ren, S., Shi, H., Yu, Y., Liang, Z., Jiang, Y., Wang, Q. ... Ao, Y. (2020). Dynamic Between-Leg Differences While Walking in Anterior Cruciate Ligament-Deficient Patients With and Without Medial Meniscal Posterior Horn Tears. *Orthop J Sports Med*. 8(5): 2325967120919058

35. Roper, J. A., Terza, M. J., Tillman, M. D., & Haas, C. J. (2016). Adaptation Strategies of Individuals With Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Orthop J Sports Med*. 4(2): 23259657115627611

36. Shimizu, T., Markes, A. R., Samaan, M. A., Tanaka, M. S., Souza, R. B., Li, X., & Ma, C. B. (2020). Patients With Abnormal Limb Kinetics at 6 Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Have an Increased Risk of Persistent Medial Meniscal Abnormality at 3 Years. *Orthop J Sports Med*. 8(1). doi: 10.1177/2325967119895248

37. Tang, N., Zhang, W., George, D. M., Su, Y., & Huang, T. (2021). The Top 100 Most Cited Articles on Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Bibliometric Analysis. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 9(2), 2325967120976372. <https://doi.org/10.1177/2325967120976372>

38. Todor, A., Nistor, D., Buescu, C., Pojar, A., & Lucaciu, D. (2014). Incidence and treatment of intra-articular lesions associated with anterior cruciate ligament tears. *Clujul medical (1957)*, 87(2), 106–108. <https://doi.org/10.15386/cjmed-258>

39. Toprak, M., Alptekin, H. K., & Turhan, D. (2018). Correction to: P-12 Assessment of Symmetrigraph and Global Postural System Results for the Posture Analysis of the Healthy Individuals. *Chiropractic & Manual Therapies*. 26-20. doi: 10.1186/s12998-018-0190-2

40. Trabka, R., Maicki, T., Kaminski, P., Pawelczyk, A., Zielinski, P., & Wilk-Franczuk, M. (2020). Outcomes Following Arthroscopic Single and Double Bundle Anterior Cruciate Ligament (ACL) Reconstruction Supported by the Comprehensive Early Rehabilitation Program (CERP). *Med Sci Monit*. 26: e921003-1–e921003-10

41. Walker, A., Hing, W., & Lorimer, A. (2020). The Influence, Barriers to and Facilitators of Anterior Cruciate Ligament Rehabilitation Adherence and Participation: a Scoping Review. *Sports Med Open*. 6: 32. doi: 10.1186/s40798-020-00258-7

42. Wein, F., Peultier-Celli, L., Van Rooji, F., Saffarini, M., & Perrin, P. (2021). No significant improvement in neuromuscular proprioception and increased reliance on visual compensation 6 months after ACL reconstruction. *J Exp Orthop*. 8: 19. doi: 10.1186/s40634-021-00338-x

43. Xu, F., Li, Y., Wang, G., & Liu, D. (2021). Research progress of internal tension relieving technique in assisting anterior cruciate ligament reconstruction. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*. 35(12):1630-1636. doi: 10.7507/1002-1892.202106080

44. Yu, Q., Huang, H., Zhang, Z., Hu, X., Li, W., Li, L. ... Wang, C. (2020). The association between pelvic asymmetry and non-specific chronic low back pain as assessed by the global postural system. *BMC Musculoskelet Disord*. 21:596. doi: 10.1186/s12891-020-03617-3