

**Proposta d'intervenció en pacients amb artrosi de turmell després d'una
artroplàstia total de turmell:**

*Implicació del Foot Core System en la rehabilitació per la millora de l'estabilitat i
la marxa*

Treball de Final de Grau per optar al graduat en Fisioteràpia

Alumna

Núria Junyent Domènech

Directora

Sara González Millán

Curs Acadèmic

2023 – 2024

TecnoCampus Mataró – Maresme, 10 de maig del 2024, Barcelona



Centre adscrit a:



ÍNDIX DE CONTINGUTS

ÍNDIX DE CONTINGUTS.....	2
ÍNDIX FIGURES I TAULES.....	4
GLOSSARI.....	6
RESUM.....	1
1. INTRODUCCIÓ.....	3
1.1. Descripció anatòmica del turmell i el peu.....	3
1.1.1. Osteocinemàtica i biomecànica.....	4
1.1.2. Reforços lligamentosos	5
1.2. Concepte del Foot Core System i la seva importància en l'estabilitat	5
1.2.1. Funcions de la musculatura intrínseca de la planta del peu	6
1.2.2. Funcions de la musculatura extrínseca	7
1.3. Intervenció quirúrgica: Pròtesis de turmell	8
1.3.1. L'artroplàstia total de turmell i les seves indicacions.....	9
1.3.2. Contraindicacions i complicacions de l'artroplàstia total de turmell.....	10
1.4. Biomecànica de la pròtesi de turmell	10
1.5. Rehabilitació postoperatòria en TAR	12
1.6. Valoració funcional del peu	13
2. JUSTIFICACIÓ	14
3. HIPÒTESI I OBJECTIUS.....	15
3.1. Hipòtesis.....	15
3.2. Objectiu general.....	15
3.3. Objectius específics.....	15
4. METODOLOGIA.....	16
4.1. Disseny de l'estudi	16
4.2. Població i mostra.....	16
4.2.1. Criteris d'inclusió i exclusió	16
4.3. Grups d'estudi.....	17
4.4. Variables de l'estudi.....	17
4.4.1. Estabilitat dinàmica monopodal.....	18
4.4.2. Avaluació de la marxa.....	19
4.4.3. Dolor i autopercepció de la funcionalitat del peu – turmell	19
4.4.4. Estat de la cicatriu quirúrgica	20
4.4.5. Rang de moviment (ROM) del turmell	20
4.5. Recollida de dades	21
4.6. Descripció dels grups d'estudi i proposta d'intervenció.....	22

4.7.	Anàlisi estadístic.....	23
4.8.	Consideracions ètiques	24
5.	PROPOSTA PROTOCOL DE TRACTAMENT.....	25
5.1.	Objectius de cada fase	25
5.2.	Proposta de tractament per cada fase.....	26
5.2.1.	Fase 1.....	26
5.2.2.	Fase 2.....	27
5.2.3.	Fase 3.....	29
5.2.4.	Fase 4.....	31
5.2.5.	Fase 5.....	33
6.	CRONOGRAMA.....	35
7.	PRESSUPOST.....	36
8.	LIMITACIONS I PERSPECTIVES DE FUTUR	37
9.	BIBLIOGRAFIA.....	38
10.	ANNEXOS	41
	Annex 1. Escala FAOS (<i>Foot and Ankle Outcome Score</i>).....	41
	Annex 2. Escala SCAR (<i>Scar Cosmesis Assessment and Rating</i>).....	41
	Annex 3. Càlcul mostra amb G*Power	42
	Annex 4. Taula recollida de dades.....	43
	Annex 5. Informació pels participants.....	44
	Annex 6. Consentiment informat.....	45
	Annex 7. Protocols rehabilitació TAA.....	46
	Annex 8. Enllaços material pressupost.....	47

ÍNDIX FIGURES I TAULES

Figura 1. Il·lustració dels ossos del peu i turmell	3
Figura 2. Il·lustració del turmell amb el seu radi de curvatura	4
Figura 3. Il·lustració de la interacció dels subsistemes del Foot Core System	6
Figura 4. Il·lustració dels músculs intrínsecs del peu, dividits en les 4 capes de la musculatura intrínseca plantar i la del dors	7
Figura 5. Il·lustració de l'artròdesi de turmell	8
Figura 6. Il·lustració de la pròtesi de turmell model BOX de 3 components.....	9
Figura 7. Il·lustració dels graus de flexió dorsal plantar en pujar – baixar escales comparant l'extremitat sana i l'operada.	11
Figura 8. Il·lustració de la mobilització passiva del turmell en decúbit pro i flexió 90º de genoll ...	12
Figura 9. Il·lustració del <i>Y Balance Test</i> de l'extremitat esquerra	19
Figura 10. Il·lustració del <i>Time Up and Go</i>	19
Figura 11. Il·lustració de la <i>Numerical Rating Scale</i>	19
Figura 12. Il·lustració del <i>Weight – Bearing Lunge Test</i>	20
Figura 13. Cronograma recollida de dades dels dos grups de l'estudi	21
Figura 14. Esquema dels grups i la intervenció que realitzen a l'estudi.....	22
Figura 15. Cronograma del projecte d'investigació.....	35
Figura 16. Escala SCAR.....	41
Figura 17. Càlcul de la mostra amb G*Power	42
Figura 18. Taula amb la que es recolliran les dades extretes de les valoracions.....	43
Taula 1. Criteris d'inclusió i exclusió.....	16
Taula 2. Variables demogràfiques dels participants	17
Taula 3. Variables de l'estudi i mesures valoració	18
Taula 4. Objectius i consideracions de les fases de tractament.....	25
Taula 5. Proposta d'exercicis per la 1a fase de la proposta de tractament	26
Taula 6. Proposta d'exercicis per la 2a fase de la proposta de tractament	27

Taula 7. Proposta d'exercicis per la 3a fase de la proposta de tractament	29
Taula 8. Proposta d'exercicis per la 4a fase de la proposta de tractament	31
Taula 9. Proposta d'exercicis per la 5a fase de la proposta de tractament	33
Taula 10. Pressupost del material necessari	36
Taula 11. Taula dels enllaços del material necessari.....	47

GLOSSARI

ROM: *Range Of Motion* (rang de moviment)

PC: Pes corporal

TAA: *Total Ankle Arthroplasty* (Artroplàstia total de turmell)

TAR: *Total Ankle Replacement* (Replacement total de turmell)

TTP: *Total Talar Prosthesis* (Pròtesis total d'astràgal).

FD: Flexió Dorsal

FP: Flexió Plantar

RI: Rotació Interna

RE: Rotació externa

ABD: Abducció

ADD: Addució

MIP: Musculatura Intrínseca Plantar

IQ: Intervenció Quirúrgica

NRS: *Numerical Rating Scale*

FAOS: *Foot and Ankle Outcome Score*

YBT: *Y Balance Test*

WBLT: *Weight Bearing Lunge Test*

CCO: cadena cinètica oberta

CCT: Cadena cinètica tancada

DP: Decúbit Pro

DL: Decúbit Lateral

DS: Decúbit Supí

SD: Sedestació

BP: Bipedestació

MP: Monopodal

RESUM

Català:

L'artroplàstia total de turmell (TAA) és una intervenció quirúrgica per tractar l'artrosi severa del turmell, que causa dolor i limita la funcionalitat. Aquest estudi se centra en la rehabilitació en fisioteràpia de la TAA, amb un enfocament en el treball del Foot Core System. Es destaca la importància d'una bona rehabilitació per millorar la funció i la qualitat de vida del pacient, tot i que el paper i el tractament de la fisioteràpia en les TAA estan subestudiats.

L'artrosi de turmell causa atrofia, debilitat i canvis en l'activació muscular. La funció muscular és crucial per a la longevitat de l'implant, per la qual cosa l'afectació muscular pot ser un factor de risc important per a la integritat de la pròtesi a llarg termini. Es proposa un procés de rehabilitació centrat en el reforçament muscular i la reeducació de la marxa, especialment dels músculs intrínsecs del peu (MIP). Aquests músculs sovint són oblidats en els programes de rehabilitació, tot i la seva importància en l'estabilitat i el funcionament del peu.

L'objectiu de l'estudi és avaluar els efectes del treball del Foot Core System en l'estabilitat i la marxa dels pacients amb TAA. Es creu que aquest treball millorarà l'estabilitat del turmell i la marxa, reforçant la pròtesi i reduint el risc d'artrosi en el futur.

El disseny de l'estudi és experimental, amb un grup d'intervenció i un grup de control, i es durà a terme durant 2 anys. Es faran servir diferents instruments de mesura per avaluar variables com l'estabilitat dinàmica, la marxa, el dolor, la funcionalitat del turmell, l'estat de la cicatriu quirúrgica i el rang de moviment articular.

El protocol de tractament inclourà exercicis específics del Foot Core System per al grup d'intervenció, juntament amb un tractament convencional per a tots dos grups. L'estudi es dividirà en cinc fases, cadascuna amb objectius específics complir i consideracions a respectar.

Paraules clau: Artroplàstia total de turmell (TAA), rehabilitació, Foot Core System, marxa i estabilitat.

En Anglès:

Total ankle arthroplasty (TAA) is a surgical intervention for severe ankle arthritis, which causes pain and limits functionality. This study focuses on physiotherapy rehabilitation for TAA, with a focus on the Foot Core System. The importance of proper rehabilitation to improve function and quality of life is emphasized, although the role and treatment of physiotherapy in TAAs are understudied.

Ankle arthritis leads to muscle atrophy, weakness, and changes in muscle activation. Muscle function is crucial for implant longevity, so muscle impairment can be a significant risk factor for long-term prosthesis integrity. A rehabilitation process focused on muscle strengthening and gait reeducation, especially targeting the intrinsic foot muscles (IFMs), is proposed. These muscles are often overlooked in rehabilitation programs, despite their importance for foot stability and function.

The aim of the study is to evaluate the effects of Foot Core System training on ankle stability and gait in TAA patients. It is believed that this training will improve ankle stability and gait, reinforcing the prosthesis and reducing the risk of future arthritis.

The study design is experimental, with an intervention group and a control group, and will be conducted over 2 years. Various measurement instruments will be used to assess variables such as dynamic stability, gait, pain, ankle function, surgical scar status, and range of motion.

The treatment protocol will include specific Foot Core System exercises for the intervention group, along with conventional treatment for both groups. The study will be divided into five phases, each with specific objectives and considerations.

Keywords: Total ankle arthroplasty (TAA), rehabilitation, Foot Core System, gait, and stability.

1. INTRODUCCIÓ

El turmell és l'articulació del cos que més es lesiona i la que absorbeix més força per centímetre quadrat (1). A l'hora de mantenir la postura, el turmell experimenta forces de fins a 5 – 7 vegades el pes corporal (PC), mentre que en el genoll són de 3 – 4 PC i en el maluc de 2 – 3 PC (2,3). És una articulació congruent amb un cartílag relativament prim, d'un gruix aproximat d'1,6 mm, mentre que el del genoll és 6-8 mm (2,3). L'àrea de contacte és també inferior comparat amb les altres dues articulacions, augmentant en flexió dorsal i disminuït en flexió plantar (1,4).

L'artrosi de turmell és menys comuna que la de genoll o maluc (5). El principal origen és la degeneració posttraumàtica o per la inestabilitat crònica articular (CAI), mentre que en les altres dues articulacions es sol produir per envelliment articular o mala alineació (1,2,4,5). L'artrosi pot afectar tota l'articulació o porcions específiques de la superfície articular. Es consideren diferents estadis de la patologia que van des de la presència d'osteòfits sense disminució de l'espai articular, final la desaparició total o deformació de l'espai articular (1). Els símptomes principals són el dolor i la limitació funcional, generant un impacte elevat en la realització de les activitats de la vida diària dels pacients, on amb el temps hi ha un augment progressiu del dolor i una disminució progressiva de les activitats (1).

1.1. Descripció anatòmica del turmell i el peu

El turmell és una articulació sinovial altament congruent (6). Està format per 3 ossos: la tibia, el peroné i l'astràgal (Figura 1). La tibia i el peroné es relacionen entre si per la sindesmosi. En l'extrem distal de la tibia trobem el mal·lèol medial i en l'extrem distal del peroné, el mal·lèol lateral. Les facetes articulars de la tibia i els dos mal·lèols s'articulen amb l'astràgal, fent que la seva part cranial (la tròclea) quedi encaixada dins d'aquesta càmera (2,3,7).

El cartílag articular cobreix més d'un 60% de la superfície de l'astràgal i és l'únic os que no té cap inserció muscular (6). La tròclea astragalina és més ampla per la cara anterior i més estreta per la cara posterior (2,3,6–8). El peu es divideix en 3 parts: el retropeu, el mediopeu i l'avantpeu. L'astràgal i el calcani, que formen part del retropeu, donen lloc a l'articulació subastragalina. Amb ella s'aconsegueix la mobilitat del complex articular en 3 plans (3,8).

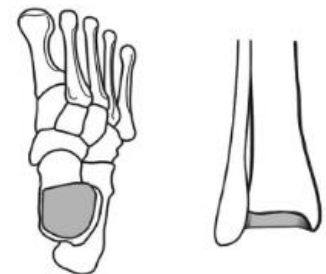


Figura 1. Il·lustració dels ossos del peu i turmell. A l'esquerra en gris, l'astràgal; i a la dreta la tibia i el peroné.

Extreta de l'article de Voegeli (8)

1.1.1. Osteocinemàtica i biomecànica

La mobilitat del turmell es desenvolupa principalment en el pla sagital. Compren els moviments de flexió dorsal i flexió plantar, amb un rang de moviment d'entre 43 – 63°. L'amplitud de flexió plantar és major que la dorsal, sent de 30 – 50° i de 20 – 30° respectivament (2,3). El radi de curvatura (Figura 2) és major en la cara externa que la interna de l'astràgal, entre 5 – 8° segons autor, fent que el moviment de flexió dorsal vagi associat a una abducció i el de flexió plantar a una adducció (2,3,6–8).



Figura 2. Il·lustració del turmell amb el seu radi de curvatura. Extreta de l'article de Michael et al. (2)

L'articulació subastragalina i metatarsiana són responsables dels moviments en el pla frontal d'inversió i eversió. La inversió consisteix a rotar el peu orientant la planta cap a dins; i l'eversió en orientar la planta del peu cap a fora. Una limitació en aquests moviments provoca una major dificultat per adaptar el peu en superfícies irregulars (2).

La combinació dels moviments de flexió dorsal, abducció i eversió es coneix com a pronació. D'altra banda, la combinació de flexió plantar, adducció i inversió esdevé a la supinació (2,9).

Es considera que per caminar per una superfície sense que aparegui coixesa es necessita un mínim d'entre 20 – 30° de ROM, considerant-ne 5 – 10° de dorsiflexió i 15 – 20° de flexió plantar (3,4,7). La falta d'aquesta mobilitat condiciona el patró de la marxa (7).

Les persones amb artrosi de turmell presenten dolor i limitació del rang de moviment (ROM) del turmell, cosa que perjudica la capacitat dels flexors plantars per absorbir l'energia i produir impuls a terra per moure el cos. Allarguen el temps de doble recolzament per garantir la transició correcta del pes corporal d'una extremitat a l'altra, i mantenen un menor temps la postura sobre la cama afecte durant la marxa. Mostren una longitud de la passa més curta, una velocitat de la marxa reduïda i menor número de passes al dia (1,10,11).

1.1.2. Reforços lligamentosos

L'articulació del turmell es reforça amb els lligaments tibiofibulars i els col·laterals. Els lligaments tibiofibulars estableixen la sindesmosi entre la tibia i el peroné, resistint a les forces de rotació i translació que intenten separar les dues estructures. Els lligaments col·laterals uneixen els ossos de la cama amb els del peu i es divideixen amb el col·lateral lateral i el col·lateral medial (6,7).

El lligament lateral està compost per 3 lligaments: el peroneoastragalí anterior (LPAA), el peroneocalcani (LPC) i el peroneoastragalí posterior (LPAP). Estabilitzen l'articulació per la cara lateral, són els encarregats principals de l'estabilització anteroposterior i limiten el component de var (6,7).

El lligament medial o deltoideo és multifascicular des del mal·lèol medial fins a l'astràgal, calcani i escafoide (6,7). Estabilitzen l'articulació tibioperoneoastragalina i la subastragalina pel seu costat medial, limitant el valg, la rotació externa i la transició anterior de l'astràgal (6).

1.2. Concepte del Foot Core System i la seva importància en l'estabilitat

El *Foot Core System* és un concepte que uneix i engloba un conjunt de 3 subsistemes. Explica com interactuen entre ells per proporcionar estabilitat funcional i informació sensorial del peu, per tal de poder-se adaptar a les diferents variables durant les activitats estàtiques i dinàmiques. És un concepte molt similar al del Core Lumbopèlvic (12,13).

McKeon (2015), defineix aquests 3 subsistemes (13,14) (Figura 3):

- *Subsistema passiu*: són els ossos, lligaments, càpsules articulars i la fàscia plantar que mantenen els arcs del peu. Es consideren els dos arcs longitudinals, el medial i el lateral, i l'arc transversal, que té lloc en els metatarsians. Aporten rigidesa, estabilitat i tenen la capacitat d'adaptar-se flexiblement als canvis de càrrega durant activitats dinàmiques.
- *Subsistema actiu*: consisteix amb els músculs i tendons extrínsecs i intrínsecs. Els extrínsecs tenen origen a la cama i inserció al peu. Es considera la seva funció principal la de generar el moviment de l'estructura. Els intrínsecs s'originen i insereixen al peu. Són reconeguts com els estabilitzadors locals del peu. Tot i que predomini més una funció sobre l'altra, els dos grups treballen en conjunt per proveir el moviment, l'estabilització i el recolzament dinàmic dels arcs del peu.
- *Subsistema neural*: són els receptors sensorials que es troben en les estructures del subsistema passiu i actiu (fàscia, lligaments, tendons, músculs...). S'ha vist que una disminució de la sensibilitat a la planta del peu afecta la marxa i l'equilibri.

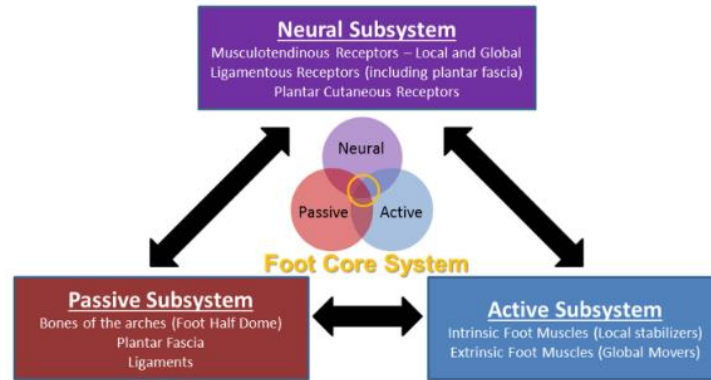


Figura 3. Il·lustració de la interacció dels subsistemes del Foot Core System.
Extreta de l'article de McKeon et al. (12)

1.2.1. Funcions de la musculatura intrínseca de la planta del peu

Els músculs intrínsecs de la planta del peu (MIP) estan més descrits que els del dors, degut a l'estreta relació funcional amb els arcs longitudinal i transversal de la mitja cúpula del peu. Es consideren 4 capes de músculs intrínsecs de la planta del peu, profunds a l'aponeurosis plantar. Les primeres dues capes van relacionades amb l'arc longitudinal del peu, i les altres dues, les més profundes, amb l'arc transversal (13) (Figura 4).

Les qualitats funcionals principals d'aquesta musculatura són (13):

- Suporten els arcs del peu. Treballar-los millora la postura del peu, d'altra manera es generen patrons alterats.
- Depenen de l'activitat, com més dinàmica sigui, major activació presenten.
- Depenen de la càrrega, tenen major activació a mesura que augmenta la demanda postural.
- Els músculs intrínsecs treballen sinèrgicament per mantenir suport dinàmic a l'arc plantar durant la fase de propulsió de la marxa.
- Aguanten el peu en la seva funció de plataforma per estar dret i en la de palanca per impulsar el cos durant les activitats dinàmiques.

L'anatomia i biomecànica d'aquesta musculatura fa que tinguin un desavantatge mecànic per produir grans moviments articulars. Però pel mateix motiu, tenen un gran avantatge per proveir informació sensitiva immediata dels canvis de postura de la cúpula del peu a través de respostes d'estirament (13).

La contracció dels MIP permet suportar les deformacions de l'arc longitudinal medial del peu en rebre una càrrega, de manera que afavoreix al manteniment de l'equilibri. Concretament, l'Abductor del 1r dit, el Flexor curt dels dits i el Quadrat plantar són els principals estabilitzadors de l'arc

longitudinal resistint la pronació de l'articulació subastragalina (14,15). Així doncs, estan involucrats en el control i estabilitat postural (13,15–18).

La seva activació augmenta en les activitats on el manteniment de la postura és més demandant, sent major en recolzament monopodals i menor en sedestació. Per tant, es recomana començar amb exercicis específics i aïllats d'aquesta musculatura i progressar-los cap a exercicis funcionals que presenten activacions més elevades (14,18).

En la marxa, tenen un paper més protagonista en la fase de propulsió del peu i ajuden a absorbir les forces associades a terra. A velocitats més altes presenten un rol significatiu en el control de la distribució de la càrrega i en augmentar l'arc longitudinal (13,14,18,19).

La disfunció o debilitat dels MIP provoca un canvi en la postura del peu augmentant la caiguda de l'escafoïdes o navicular, cosa que afecta el control i a l'estabilització d'aquest (14). Està relacionat amb diferents patologies de l'extremitat inferior com la fascitis plantar, l'hallux valgus i la inestabilitat crònica de turmell (CAI) (17,18).



Figura 4. Il·lustració dels músculs intrínsecs del peu, dividits en les 4 capes de la musculatura intrínseca plantar i la del dors. Extreta de l'article de McKeon et al. (12)

1.2.2. Funcions de la musculatura extrínseca

Són músculs més grans i superficials que els intrínsecs. La seva funció principal és la de generar el moviment del peu a través dels seus tendons llargs. Proporcionen capacitats d'absorció i propulsió durant les activitats dinàmiques (13,20).

Els músculs tibial posterior, peroneo llarg, flexor llarg dels dits i, en menor mesura, el tibia anterior i el flexor llarg del primer dit, participen el suport de l'arc longitudinal medial del peu ajudant als MIP (15).

La disminució de les funcions del turmell que provoca l'artrosi va associada a una debilitat i atrofia dels músculs de la cama i a un augment de la rigidesa dels teixits tous (11). El dolor que provoca aquesta patologia pot ser una de les causes d'aquesta debilitat, ja que es relaciona el dolor amb la inhibició muscular (21).

1.3. Intervenció quirúrgica: Pròtesis de turmell

Fins al 1970, que van aparèixer les primeres pròtesi de turmell, el *Gold Standard* per tractar l'artrosi de turmell era l'artròdesi (2,4,5) (Figura 5). Aquest procediment consisteix a fixar l'astràgal i la tibia, i s'utilitza quan l'articulació ja no es pot salvar o després d'una pròtesi de turmell fallida (5).

La fusió del peu implica el desenvolupament d'anomalies durant la marxa, degut a la impossibilitat de realitzar la flexió dorsal (1,5). Aquesta falta de mobilitat per tenir ROM normal en l'articulació, va conduir a la necessitat de desenvolupar pròtesi de turmell (2), procediment quirúrgic anomenat artroplàstia total de turmell (TAA, *Total Ankle Arthroplasty* en anglès).

L'artroplàstia de turmell pot ser una opció igual de segura i amb resultats equivalents, aconseguint una millora dels resultats funcionals comparat amb l'artròdesi (1). Conduïx una disminució del dolor i recuperació d'una correcta alineació de la cama i el peu, augmentant la seva funció (4,10). D'aquesta manera es transmetrà correctament la càrrega del pes corporal sobre el peu, produint una marxa progressiva i indolora (4). Els beneficis, comparats amb un peu patològic (5) o l'artròdesi (22), són conservar el ROM articular, millorar el patró i la velocitat de marxa i millorar la potència del turmell.

Amb l'artròdesi, és freqüent desenvolupar pseudoartrosi, una incorrecta posició del peu respecte a la cama i la reaparició del dolor 10 anys després, a causa de la degeneració d'articulacions adjacents com la subastragalina, la astràgalnavicular o el genoll (4,5).



Figura 5. Il·lustració de l'artròdesi de turmell.

Extreta de l'article de Grunfeld et al. (1).

1.3.1. L'artroplàstia total de turmell i les seves indicacions

L'artroplàstia total de turmell (TAA) consisteix en substituir l'articulació patològica per una artificial, la pròtesis. Actualment, s'està utilitzant la tercera generació de pròtesis de turmell (1) on els dissenys tenen més en compte l'anatomia, l'alineació i la cinemàtica de les articulacions. Poden tenir 2 o 3 components per permetre el lliscament i la rotació de l'articulació (5,23). Estan constituïdes pel component metàl·lic de la tibia i el de l'astràgal, i en el cas de ser de 3 components, d'un menisc de polietilè que s'articula entre els altres dos (10).

Les pròtesis s'han de poder recolzar en la major superfície d'os possible per una major transmissió de forces. A més a més, es fonamental mantenir la integritat dels lligaments laterals en la TAA, ja que l'estabilitat anteroposterior de l'articulació depèn d'ells (23).

Hi ha diferents models de pròtesi, com per exemple: *Agility (1984)*, *Salto (1998)*, *STAR (1990)* (*Scandinavian Total Ankle Replacement*), *IBONE (1)*, *Mobility (23)*, *BOX (2003)* (24) i *HINTEGRA (2000)* (11).

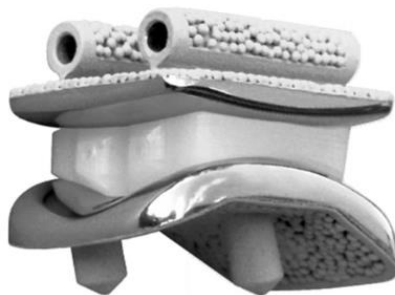


Fig. 2 The three components of the BOX ankle prosthesis, in the neutral position, ie, aligned in all three anatomic planes: tibial component (above), meniscal component (between), talar component (below).

Figura 6. Il·lustració de la pròtesi de turmell model BOX de 3 components.

Extreta de l'article de Giannini (24).

Candidats a rebre pròtesis de turmell són els pacients que presenten una degeneració severa de l'articulació i no han aconseguit resultats després de mesos de tractament conservador (1,4). Es consideren millors candidats aquells que són majors de 40 – 50 anys i no fan activitat física intensa (23).

Requisits previs a la cirurgia són: adequada vascularització de la extremitat i adequat teixit tou al voltant de la zona per poder iniciar fisioteràpia postoperatòria i exercicis de mobilitat de turmell (1).

1.3.2. Contraindicacions i complicacions de l'artroplàstia total de turmell

Les contraindicacions més rellevants inclouen infecció, osteonecrosis d'astràgal greu, teixit tou compromès, excessiva laxitud, defunció neurològica i mala alineació greu (1,5). La Diabetes Mellitus insulíndependent també és una contraindicació, degut al major risc d'infecció i la possibilitat de desenvolupar una artropatia neuropàtica de turmell (23). Un valg de més de 20° és una prohibició completa pel reemplaçament total del turmell (TAR) (1). Les deformitats i males alineacions del peu s'han de tractar abans o durant la intervenció, ja que poden comportar una fallida precoç de la pròtesi (1).

Les complicacions principals que comporten un fracàs de la pròtesi són afluixament asèptic, mala alineació i infecció profunda (1,5). Altres complicacions són: fractura intraoperatòria i postoperatòria, fallida del implant, error en la tècnica, problemes de cicatrització, enfonsament i la no unió (25)

Si la implantació de la pròtesi falla, són poques les solucions disponibles, degut a que queda menys superfície òssia que en l'artròdesi. Les opcions viables són la revisió de l'artroplàstia, l'artròdesi o en casos extrems una amputació per sota el genoll (1% dels casos) (1,5). Per aquest motiu, es busca que la resecció òssia sigui mínima, per facilitar la cirurgia de revisió o la possible artròdesis (23).

1.4. Biomecànica de la pròtesi de turmell

En estudis on s'analitza la biomecànica del TAR, s'observen aproximadament els moviments fisiològics del turmell en l'extremitat operada en comparació amb la contra lateral sana. S'aconsegueixen en els primers 6 mesos de rehabilitació i es mantenen 2 anys després. El moviment de flexió dorsal – plantar es compren entre uns 25 – 35° (4,11,26,27). S'ha vist un major rang de moviment en aquelles pròtesis de 3 components, on el menisc (component entremig del de l'astràgal i el de la tibia) presenta una major translació (27).

Dos estudis de Cenni et al., 2012 i 2013, on examinen el comportament de la pròtesi de turmell pujant i baixant un esglaó, van observar que ambdós moviments, presentaven un rang de flexió adequat, però relativament inferior en l'extremitat amb TAR que en la contra lateral (Figura 7). El patró de moviment era més normal en el moment de pujar l'esglaó que en el de baixar. La dorsiflexió de turmell en el descens es presentava inferior a la màxima assequible en l'extremitat afectada (26,27). També mostren com el cop de taló de l'extremitat afectada s'efectua pràcticament amb el peu pla, cosa que implica una major rigidesa de l'articulació (27).

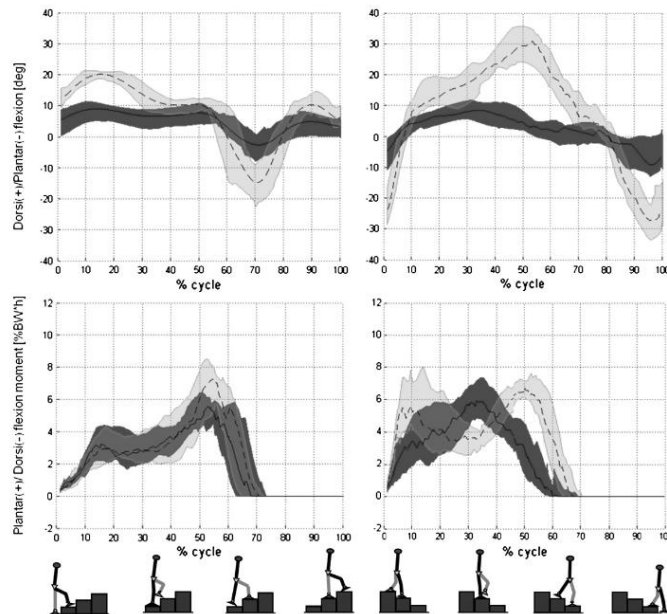


Figura 7. Il·lustració dels graus de flexió dorsal plantar (a dalt) i els moments de flexió (a baix) en pujar les escales (esquerra) i baixant-les (dreta), comparant l'extremitat sana (gris clar) i l'operada (gris fosc).

Extreta de l'article de Cenni et al., 2013 (21).

S'ha trobat que la limitació de moviment es compensa amb una major mobilitat en el pla sagital del maluc, tot i que és poc significativa. S'estima que aquesta compensació és més pronunciada i significativa en l'artròdesis de turmell (27).

Teòricament, el TAR permet aconseguir un ROM normal de turmell. Per tant, es creu que el principal motiu pel qual es presenta una mica disminuït és causat per les cicatrius de la càpsula i el teixit tou i per la debilitat de la musculatura que actua en l'articulació (11).

Cal tenir en compte que la biomecànica de la pròtesi pot variar depenent del model, si es de 2 o 3 components i en el "menisc" (si es fixe o mòbil). També es poden produir diferències amb els subjectes que es comparen, és a dir, si existeix un grup de control o s'utilitza l'extremitat contra lateral del mateix pacient, on s'ha de considerar la possibilitat que la funció d'aquest peu pot estar afectada per mecanismes de compensació generats al llarg dels anys (10,27). Tot i això, un guany en el ROM del turmell en els pacients amb un TAR, ni que sigui mínim, implica una millora significativament en la funció de tota l'extremitat inferior (27).

1.5. Rehabilitació postoperatòria en TAR

Els objectius principals de la rehabilitació són maximitzar el rang de moviment i guanyar estabilitat. S'enfoca en tres àrees de treball fonamentals: la mobilitat, la força muscular i la propiocepció. La fase inicial consisteix a disminuir el dolor, la inflamació i en entrenar el patró de marxa i la seva velocitat. La fase posterior es centra en el guany de força, la propiocepció i el retorn a la funcionalitat global (28).

Després de la intervenció, s'immobilitza l'extremitat a 90° i s'evita carregar el pes corporal durant les primeres 2 – 6 setmanes per permetre la cicatrització completa de la intervenció i facilitar el creixement ossi (9,28). Hi ha diferents opinions respecte quan es recomana començar a carregar el pes del cos. La idea més conservadora considera que fins a les 4 – 6 setmanes no s'hauria de recolzar el pes (28). Altres diuen que una càrrega precoç, controlada i a tolerància del pacient amb l'ajut de crossets, pot prevenir la rigidesa postoperatòria del turmell degut a una contractura equina i millorar el ROM de l'articulació (9).

Durant les 6 primeres setmanes es retira la immobilització en les sessions de fisioteràpia i es treballen els moviments en el pla sagital en el turmell i en el peu, en decúbit supí o prono. Una de les causes dels dèficits en la dorsiflexió és la rigidesa del Tendó d'Aquil·les, així que el treball en decúbit prono, amb el genoll flexionat a 90°, permet relaxar les estructures posteriors de la cama i treballar amb menys resistència per així guanyar més rang de moviment (Figura 8). Després s'inicia la mobilitat passiva i activa dels moviments d'inversió i eversió (9). És important començar amb treball del ROM tan bon punt la cicatriu està curada, amb els moviments simples de flexió dorsal – plantar i inversió i eversió (28). També s'ha de tenir en compte que la limitació en el ROM pot ser causada per l'accés quirúrgic per la cara anterior i l'efecte limitant del moviment de la mateixa cicatriu (9).



Figura 8. Il·lustració de la mobilització passiva del turmell en decúbit prono i flexió 90° de genoll.

Extreta de l'article Marco et al. (9)

El treball de força es comença aproximadament a la 4 setmana, quan la incisió està sanada, amb exercicis de contracció concèntrica i excèntrica amb cadena cinètica oberta (9). Un cop es retira completament la immobilització i es comença la càrrega sobre l'extremitat a les 6 setmanes, s'augmenta l'enfortiment muscular de l'articulació i el treball propioceptiu (9,28). S'aborden exercicis en cadena cinètica tancada i s'inicia la marxa, emfatitzant en les puntes del peu i el taló (9). La idea de l'entrenament propioceptiu és recuperar el sistema sensorial a la planta del peu i millorar l'elasticitat de les estructures, per aconseguir una millora del control postural i l'equilibri estàtic i dinàmic. Es comença amb càrrega parcial, com per exemple en sedestació, i es progressa cap al recolzament bipodal i monopodal amb diferents superfícies un cop es permet la càrrega completa sobre el peu (9).

Les activitats i esports que impliquin impacte, principalment córrer i saltar, són limitades i desaconsellades per molts autors (4,28). Així i tot, altres consideren que poden tornar gradualment a la pràctica d'activitats amb baix impacte després de 6 mesos. En aquest aspecte, es centren més educar als pacients i que siguin ells qui prenguin decisions adequades, ja que no tenen control sobre les activitats que realitzin per la seva compta. Han d'entendre que com més impacte requereixi l'activitat, més gran és el risc de patir complicacions, com per exemple l'afluixament asèptic o dany del menisc de polietilè (9,28).

1.6. Valoració funcional del peu

En la majoria d'estudis s'utilitza escales i índex de valoració funcional del peu. Una de les més utilitzades en els estudis és la puntuació del AOFAS (*American Orthopaedic Foot & Ankle Society*) per monitoritzar la rehabilitació de patologies que afecten el peu i el turmell. És un qüestionari compost per 9 ítems que s'agrupen en 3 categories, amb una puntuació mínima de 0 i una màxima de 100 punts. Les categories són: dolor (40 punts), aspectes funcionals (50 punts) i alineació (10 punts) (9,10,21,29).

Per valorar l'estabilitat dinàmica s'ha vist que tant el SEBT com el YBT tenen una bona reproducció i permeten ressaltar diferències entre l'extremitat sana i lesionada per identificar un major risc de lesió (29,30). Dona informació rellevant per prendre decisions clíniques durant la rehabilitació i és molt senzill d'aplicar (29).

En els estudis de l'anàlisi de la marxa en pròtesis de turmell, s'utilitza principalment l'anàlisi de vídeo en 2-D o 3-D i plataformes de força, que junt amb sensors i softwares, extreuen paràmetres com la velocitat de la marxa, longitud de la passa, el temps de recolzament, etc. (10,26,27,29). A més a més, alguns fan servir la tècnica de vídeo fluoroscòpica, per detectar rotacions i translacions relatives dels components de la pròtesi (26,27).

2. JUSTIFICACIÓ

L'artroplàstia total de turmell és una intervenció quirúrgica de gran magnitud que es duu a terme en aquelles persones que presenten una artrosi de turmell severa, d'anys d'evolució, amb un nivell de dolor elevat i una alteració funcional que limita les activitats de la vida diària (1). D'aquesta manera és necessària una bona rehabilitació per millorar la funcionalitat del pacient i guanyar qualitat de la vida. Tot i així, la importància i el tractament en fisioteràpia per les TAA està infraestudiat (31).

L'artrosi de turmell causa atrofia, debilitat i canvis d'activació electromiogràfics en els músculs de la cama. Diferents autors es plantegen si aquests canvis musculars es poden recuperar després d'un TAR i de quina manera s'inclouen dins dels programes de rehabilitació per ajudar en la recuperació. La funció intacta de la musculatura es considera un factor crucial per la longevitat de l'implant. Per tant, es determina que una afectació d'aquesta pot ser un factor de risc important per la integritat de la pròtesi a llarg termini i una possible causa de falta d'èxit en la rehabilitació (21).

Un procés de rehabilitació en fisioteràpia, intens i a llarg termini, enfocat a l'enfortiment muscular dels músculs de la cama i a la reeducació de la marxa, podria ser molt recomanable en pacients amb TAR per la millora de la funcionalitat i la durada de la pròtesi de turmell. Es suggereix que el treball de força muscular és necessari inclús un any després de la intervenció quirúrgica (11).

Els músculs intrínsecs del peu són els principals oblidats pels fisioterapeutes en els programes de rehabilitació (21). Tot i l'augment d'interès de rol del *Foot Core System*, continua havent-hi pocs estudis que hagin examinat els efectes dels exercicis en les funcions dels MIP. Falten més estudis que determinin els seus efectes per definir-los com una modalitat de tractament dins del complex turmell-peu (12).

La importància dels MIP en l'estabilitat, la marxa i en general en bon funcionament del peu, fa necessària la seva consideració a l'hora de tractar i avaluar pacients amb alteracions de les extremitats inferiors (19). Es comença a recomanar el seu treball per la recuperació de diverses patologies del peu, com la fascitis plantar, l'esguinç de turmell i la CAI (12).

L'objectiu del present estudi és veure quins efectes té el treball del *Foot Core System* en l'estabilitat i la marxa dels pacients amb TAR, a través de la realització d'exercicis específics dels músculs intrínsecs del peu. D'aquesta manera podríem aportar nova evidència sobre aquesta musculatura i consideracions en fisioteràpia respecte a la rehabilitació de la TAA.

3. HIPÒTESI I OBJECTIUS

3.1. Hipòtesis

El treball del *Foot Core System* aconseguirà un augment de l'estabilitat del turmell i una marxa més funcional en els pacients amb una artroplàstia total de turmell, reforçant la pròtesi i disminuint el risc de desenvolupar artrosi adjacents en el futur.

3.2. Objectiu general

1. Dissenyar una proposta d'intervenció per la rehabilitació en fisioteràpia de l'artroplàstia de turmell implicant el treball del *Foot Core System* peu per la millora de la marxa i l'estabilitat de l'articulació del turmell.

3.3. Objectius específics

1. Disminuir el dolor del pacient en les primeres setmanes de la rehabilitació.
2. Treballar la cicatriu de l'operació perquè no s'adhereixi i limiti el moviment.
3. Recuperar el ROM articular, principalment en els moviments de flexió dorsal i plantar.
4. Enfortir la musculatura implicada en el peu, principalment la intrínseca.
5. Recuperar i augmentar l'estabilitat en el recolzament monopodal sobre l'extremitat afecte.
6. Reeducar el patró de marxa i augmentar-ne la velocitat.

4. METODOLOGIA

4.1. Disseny de l'estudi

És un estudi analític experimental de tipus assaig clínic aleatoritzat en paral·lel. S'estableix un grup d'intervenció i un grup de control, amb l'objectiu de determinar els efectes que provoca el treball del *Foot Core System* en l'estabilitat i la marxa durant la rehabilitació de l'artroplàstia total de turmell.

Serà un estudi longitudinal i prospectiu que tindrà una durada de 2 anys. La proposta d'intervenció en fisioteràpia tindrà una durada de 16 setmanes. S'avaluaran les diferents variables en 3 moments de la rehabilitació de la pròtesi de turmell. La valoració inicial es farà al cap de 4 setmanes de la IQ, coincidint amb l'inici de la càrrega progressiva. Les valoració intermèdia s'efectuarà al cap de 8 setmanes post quirúrgiques. I la valoració final, a la setmana 16 post-IQ coincidint amb la finalització de la proposta de tractament.

4.2. Població i mostra

La població diana són homes i dones amb artrosi posttraumàtica de turmell que han estat intervinguts amb una artroplàstia total de turmell. Es contactarà amb diferents hospitals de Catalunya que realitzin aquest tipus de patologies per donar a conèixer l'estudi i col·laborar en el reclutament de la mostra.

La mostra de l'estudi serà de 34 subjectes, dividits en una ràtio 1:1 en els dos grups de 17 participants. El càlcul de la mostra s'ha fet amb G*Power com es pot veure a l'Annex 3.

4.2.1. Criteris d'inclusió i exclusió

INCLUSIÓ	EXCLUSIÓ
<ul style="list-style-type: none">- Edat > 40 – 70 anys.- Patologia artrosi post traumàtica.- Implantació de pròtesis de 3 components.- Sense altres patologies al peu com <i>hallux valgus</i> o fascitis plantar.- Sense patologies actuals o menys d'1 any d'evolució en altres articulacions que afectin el funcionament de la cama.	<ul style="list-style-type: none">- Edat < 40 anys.- Artrosi de causa primària o altres orígens.- Implantació de pròtesis de 2 components.- Artròdesi de subastragalina associada.- Cirurgia de revisió de l'artroplàstia.

Taula 1. Criteris d'inclusió i exclusió.

Taula d'elaboració pròpia.

4.3. Grups d'estudi

Els participants de l'estudi escollits que compleixin els criteris d'inclusió es dividiran entre el grup control (Grup 1) i intervenció (Grup 2) de manera aleatòria. S'utilitzarà el programa OxMar per realitzar l'aleatorització de la mostra (<https://sourceforge.net/projects/oxmar-en-espanol/>).

El grup de control seguirà un tractament convencional de la rehabilitació de la TAA i el grup d'intervenció seguirà la proposta d'intervenció basada en el treball de la musculatura intrínseca del peu. Ambdós grups treballaran la mobilitat, la força i la propiocepció, però el grup experimental tindrà en compte el concepte del *Foot Core System* amb exercicis específics que activin la MIP.

4.4. Variables de l'estudi

Les variables demogràfiques dels subjectes que participaran a l'estudi son les que es descriuen a la Taula 2:

VARIABLES DEMOGRÀFIQUES	
Sexe	IMC
Edat	Alçada EEII
Alçada	Extremitat afectada
Pes	Població catalana

Taula 2. Variables demogràfiques dels participants. *IMC: índex massa corporal; EEII: extremitats inferiors.*

Taula d'elaboració pròpia.

Les variables de l'estudi que s'analitzaran i els instruments de mesura que s'utilitzaran en l'estudi es troben resumits en la següent taula (Taula 3):

VARIABLES PRINCIPALS DE L'ESTUDI			
OBJECTIU	VARIABLE	INSTRUMENT	UNITAT MESURA
Augmentar l'estabilitat dinàmica en recolzament monopodal	Estabilitat dinàmica	YBT <i>(Y Balance Test)</i>	Distància (cm) Percentatge (%)
		Time Up and Go Anàlisi de vídeo <i>(Kinovea)</i>	Temps (s) Velocitat (m/s) Temps recolzament (s)

VARIABLES SECUNDARIES DE L'ESTUDI			
OBJECTIU	VARIABLE	INSTRUMENT	UNITAT MESURA
Disminuir percepció simptomatologia	Dolor	NRS <i>(Numerical Rating Scale)</i>	0 - 10
	Autopercepció de la funcionalitat del turmell - peu	FAOS <i>(Foot and Ankle Outcome Score)</i>	0 - 100
Treballar la cicatriu per evitar adherències.	Estat de la cicatriu	SCAR <i>(Scar Cosmesis Assessment and Rating)</i>	0 - 15
Recuperar el ROM articular en flexió dorsal i plantar	AROM	Goniòmetre	Angle (°)
	Dorsiflexió en CCT	WBLT <i>(Weight Bearing Lunge Test)</i>	Distància (cm) Angle (°)

Taula 3. Variables de l'estudi i mesures valoració. ROM: Range of motion; AROM: rang moviment actiu; CCT: cadena cinètica tancada.

Taula d'elaboració pròpia.

4.4.1. Estabilitat dinàmica monopodal

L'estabilitat dinàmica la valorarem amb el *Y Balance Test* (YBT), que permet ressaltar diferències entre extremitats. S'ha vist que és vàlid per mesurar asimetries en pacients que han sigut operats en l'articulació del turmell. Consisteix a mantenir l'estabilitat en recolzament monopodal, mentre l'altra va a tocar la màxima distància possible en 1 direcció. No es pot aixecar el taló del terra. El test es realitza en 3 direccions: anterior, posteromedial i posterolateral. En cada direcció es realitzen 3 intents amb cada extremitat (29,30,32).

Es tenen en compte 3 mesures:

- La distància màxima aconseguida: és el valor de l'intent amb més cm aconseguits. Si hi ha un intent nul, es poden realitzar fins a 6 intents en cada direcció; si hi ha 4 intents nuls la puntuació serà de 0 en aquella direcció
- Diferència entre extremitats: una diferència superior a 4cm entre dreta i esquerra en la direcció anterior es considera de risc de lesió. Una diferència superior a 6 cm, entre dreta i esquerra, en les direccions posteromedial i posterolateral es considera de risc de lesió.

- **Puntuació composta:** és la suma de les 3 direccions dividida per 3 vegades la distància de la cama i multiplicat per 100. La distància de la cama és mesura des de l'espina ilíaca anterosuperior fins al mal·lèol medial de la tibia.

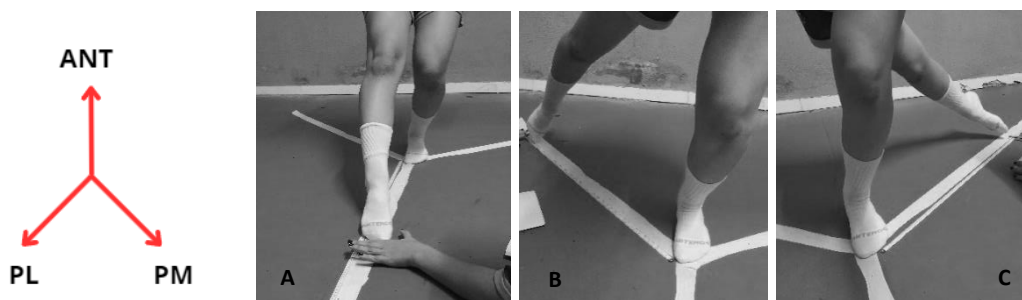


Figura 9. Il·lustració del Y Balance Test de l'extremitat esquerra. A) direcció anterior; B) direcció posteromedial; C) direcció posterolateral. ANT: anterior; PM: posteromedial; PL: Posterolateral.

Figura d'elaboració pròpia.

4.4.2. Avaluació de la marxa

Recuperar un marxa funcional que permeti executar les activitats de la vida diària sense dolor ni limitacions és essencial pel tipus de població de l'estudi. Per avaluar-la, es realitzarà un anàlisi de vídeo amb *Kinovea* per observar i extreure dades com el patró de marxa, el temps de recolzament de cada extremitat i la velocitat de la marxa.

Realitzarem el test *Time Up and Go (TUG)* i es registrarà en vídeo. Consisteix a aixecar-se d'una cadira, caminar 3 metres, girar i tornar i seure de nou a la cadira. Es cronometrarà el temps que triga des del senyal d'inici fins a tornar a seure. Es faran 3 intents i valdrà el millor resultat (33).

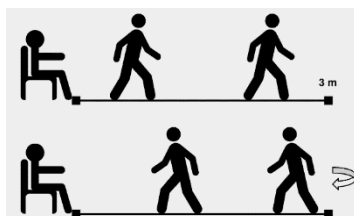


Figura 10. Il·lustració del *Time Up and Go*.

Figura extreta de Google.

4.4.3. Dolor i autopercepció de la funcionalitat del peu – turmell

Avaluarem el dolor i la funcionalitat del turmell i el peu amb dos instruments d'autopercepció. El primer és la NRS (*Numerical Rating Scale*) que quantifica el dolor que experimenta el pacient amb una escala del 0 – 10, sent el 0 gens de dolor i el 10 el màxim dolor imaginable. És l'eina més utilitzada clínicament per la seva facilitat de quantificar la intensitat del dolor de manera numèrica i no només visual (34).

Numerical rating scale										
No pain										
Worst imaginable pain										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Figura 11. Il·lustració de la *Numerical Rating Scale*. Extreta de l'article Williamson et al. (34)

El segon instrument és l'escala FAOS (*Foot and Ankle Outcome Score*) (Annex 1). Consisteix en 42 preguntes que ha de respondre el pacient. Es divideixen en 5 categories diferents: Síntomes (7 ítems), Dolor (9 ítems), Activitats de la vida diària (17 ítems), Esports i recreació (5 ítems) i Qualitat de vida (4 ítems). Es puntua cada ítem del 0 al 4; on el 4 indica el pitjor dels casos i el 0 sense dolor, simptomatologia. Es suma el total de la puntuació aconseguida, es divideix per la màxima que es pot aconseguir i es multiplica el resultat per 100. Aquest resultat es normalitza restant-lo a 100, per tal que quedi un valor comprès entre 0 i 100, on el 0 és el pitjor cas possible i el 100 el millor resultat possible. Es calcula amb cada categoria i el total (35,36).

4.4.4. Estat de la cicatriu quirúrgica

L'escala *Scar Cosmesis Assessment and Rating (SCAR)* (Annex 2) es va dissenyar per cicatrius postoperatòries. Té en compte les sensacions del pacient, l'eritema, la despigmentació, l'extensió de la cicatriu, la hipertrofia, les marques de les sutures i la impressió general de la cicatriu. Consta de 7 ítems totals, 5 de clínics i 2 del pacient. La puntuació va de 0 a 15, on la màxima puntuació significa la pitjor cicatriu possible i el 0, la millor (37).

4.4.5. Rang de moviment (ROM) del turmell

La mobilitat de l'articulació s'avaluarà de dues maneres. Primer de tot, amb un goniòmetre es mesurarà el rang de moviment actiu de l'articulació (AROM) en flexió dorsal i plantar en decúbit supí.

El segon instrument serà el *Weight – Bearing Lunge Test (WBLT)*, que mesura la dorsiflexió del turmell, és a dir el lliscament anterior de la tibia respecte a l'astràgal. Es col·loca el pacient en bipedestació amb el peu a avaluar més avançat. El pacient intenta anar a tocar la paret amb el genoll, sense aixecar el taló. Mesurarem els graus de dorsiflexió amb un inclinòmetre i també la distància (cm) màxima entre el 1r dit i la paret en la qual s'aconsegueix tocar-la amb el genoll. S'ha vist una relació on per cada 1cm de millora, es guanyen 2º de dorsiflexió (38).



Figura 12. Il·lustració del *Weight – Bearing Lunge Test*.

Figura d'elaboració pròpia.

4.5. Recollida de dades

S'efectuaran 3 valoracions durant les 16 setmanes que es realitzà la proposta de tractament. La valoració inicial es durà a terme a la 4rta setmana postintervenció quirúrgica, la valoració intermitja al cap de 2 mesos (8ena setmana) i la final al 4rt mes (16ena setmana). Per tant, les valoracions dels subjectes no es realitzaran de forma simultània, sinó en funció del dia de l'operació i moment del procés de recuperació que es troba cada subjecte. Es recolliran les dades d'ambdós grups, control (grup 1) i intervenció (grup 2).

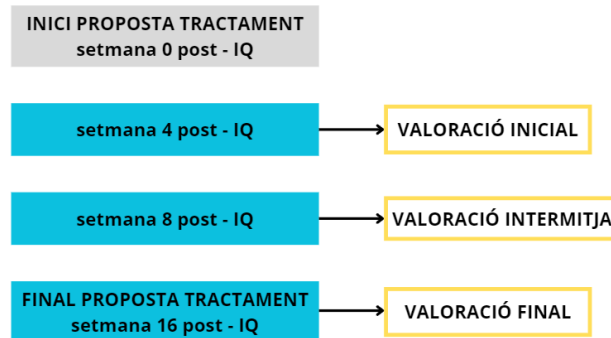


Figura 13. Cronograma recollida de dades dels dos grups de l'estudi. IQ: Intervenció quirúrgica.

Figura d'elaboració pròpia.

Les dades es recolliran en la taula d'Excel, pròpia de cada participant (Annex 3), que conté els instruments de mesura corresponents a cada variable s'avalua en l'estudi, descrita anteriorment.

Els encarregats de dur a terme les valoracions seran els mateixos que porten el tractament de cada subjecte, ja que seran els que millor coneixen l'evolució de cada un d'ells i poden realitzar un bon seguiment. Constarà de 6 fisioterapeutes, on cadascun d'ells s'encarregarà de 6 participants. D'aquesta manera però, no serà possible el seu cegament, així com tampoc ho serà els dels subjectes, ja que seran coneixedors del que estan realitzant a les sessions de rehabilitació. Per altre costat, els encarregats d'analitzar els resultats seran externs als que han portat a cap les valoracions i el tractament.

4.6. Descripció dels grups d'estudi i proposta d'intervenció

El protocol de tractament que es planteja en aquest estudi per l'artroplàstia total de turmell consisteix en dues parts: la part general, que realitzaran el Grup 1 (control) i el Grup 2 (intervenció), i la part específica, que només realitzarà el Grup 2 (intervenció).

La part general està composta per exercicis enfocats a 4 grans àrees de treball: mobilitat i força de maluc i genoll, CORE, mobilitat i força de turmell i reeducació de la marxa. La part específica consisteix en exercicis d'entrenament del *Foot Core System*.

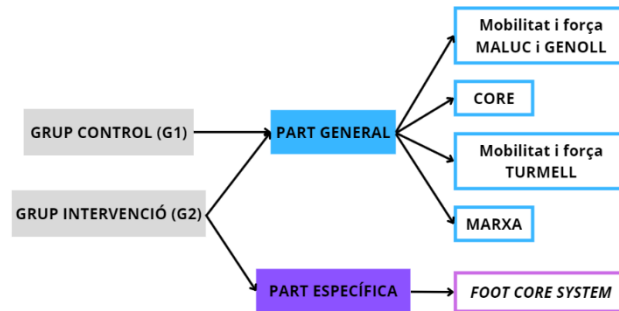


Figura 14. Esquema dels grups i la intervenció que realitzen a l'estudi.

Figura d'elaboració pròpia.

La intervenció es durà a terme en un centre de fisioteràpia/readaptació on els subjectes faran sessions d'1 hora 2 dies a la setmana. El centre ha de constar d'una sala polivalent per realitzar exercicis i un *box* amb una llitera.

La proposta de tractament plantejada està orientada a les primeres 16 setmanes de rehabilitació després de l'artroplàstia total de turmell. S'han dividit en 5 fases amb objectius específics a aconseguir i les consideracions a tenir presents en cada una d'elles. S'ha tingut en compte el procés de curació de la ferida quirúrgica, la càrrega sobre l'extremitat, el rang de moviment i força de les articulacions de l'extremitat inferior i la progressió de la marxa. Tant les fases, els objectius, com les consideracions estan basades en el que han descrit diferents protocols de rehabilitació de la TAA, que es poden consultar a l'Annex 4.

Les 5 fases són les següents:

- Fase 1: setmana 0 – 2 post – IQ.
- Fase 2: setmana 2 – 6 post – IQ.
- Fase 3: setmana 6 – 10 post – IQ.
- Fase 4: setmana 10 – 14 post – IQ.
- Fase 5: setmana 14 – 16 post – IQ.

A l'apartat *Proposta protocol de tractament* (PUNT 5) estan descrits amb detall els objectius i una proposta d'exercicis per cada fase de tractament.

4.7. Anàlisi estadístic

S'analitzaran les dades de les 2 variables principals i les 4 secundàries de l'estudi recollides en les 3 valoracions (inicial, intermitja i final) d'aquells subjectes que compleixin amb els criteris d'inclusió i hagin realitzat les 16 setmanes de tractament post – quirúrgic. S'analitzarà una mesura per cada variable valorada. Els responsables d'analitzar les dades seran 2 persones externes i diferents a les quals han realitzat el tractament i les valoracions.

Un cop obtinguts els resultats, es calcularà la mitjana i la desviació estàndard obtinguda de cada variable per cada grup (G1 i G2). S'aconseguiran els valors per cada una de les valoracions i grups: post – IQ 4 setm. G1, post – IQ 4 setm. G2, post – IQ 8 setm. G1, post – IQ 8 setm. G2, post – IQ 16 setm. G1, post – IQ 16 setm. G2.

Es compararà l'evolució i les diferències assolides entre G1 i G2 en les 3 valoracions realitzades. També s'analitzarà i compararà l'evolució de cada participant de manera individual i del mateix grup. L'anàlisi estadístic es farà mitjançant el T – Test de Variables independents per comparar el G1 amb el G2 i el T – Test de Variables Dependents per comparar l'evolució del tractament de cada grup. Es consideraran diferències estadísticament significatives amb un $p < 0,05$ i un interval de confiança del 95%. S'utilitzarà el programa JASP (<https://jasp-stats.org/>).

4.8. Consideracions ètiques

La proposta d'intervenció de tractament del present estudi, així com els documents d'informació al participant (Annex 3) i el consentiment informat (Annex 4), seran enviats per la seva comprovació al Comitè d'Ètica de l'Escola Superior de Ciències de la Salut del TecnoCampus, per vetllar pel compliment dels aspectes ètics de la investigació.

Tots els participants de l'estudi seran informats per la investigadora principal, de forma oral i escrita, mitjançant el document d'informació al participant, disponible amb català i castellà. En cas que el subjecte accepti participar en el present estudi, es procedirà a la signatura del document del consentiment informat, també disponible en ambdós idiomes.

Durant el desenvolupament del present projecte es respectarà en tot moment els principis ètics de la declaració de Hèlsinki (39) i el Codi Deontològic de la Professió de Fisioteràpia, permet que en qualsevol moment els participants puguin abandonar voluntàriament l'estudi de forma lliure, sense que suposi cap perjudici o canvi en el tractament habitual rebut.

En l'estudi es mantindrà la confidencialitat de les dades personals dels participants, d'acord amb el *Reglament general (UE) 2016/679*, del 27 d'abril de 2016, de protecció de dades (RGPD); i d'acord amb la *Llei Orgànica 3/2018*, del 5 de desembre, de protecció de dades personals i garantia dels drets digitals. Per altre costat, es sol·licitarà als participants el consentiment per poder publicar fotografies relacionades amb l'estudi en les que apareguin i siguin clarament identificables, i únicament utilitzades per la difusió d'aquest, d'acord amb la *Llei Orgànica 1/1982*, del 5 de maig, sobre el dret a l'honor, a la intimitat personal i familiar, i a la pròpia imatge.

5. PROPOSTA PROTOCOL DE TRACTAMENT

5.1. Objectius de cada fase

A la següent taula es desglossen els objectius i les consideracions per cada una de les fases de tractament les quals han servit per realitzar la proposta d'exercicis:

FASES	OBJECTIUS	CONSIDERACIONS
FASE 1 (0 – 2 setm.)	<ul style="list-style-type: none"> - Controlar el dolor i la inflamació. - Curar la cicatriu quirúrgica. - Marxa segura sense càrrega i amb suport extern. - Mantenir la mobilitat i la força de maluc, genoll i core. 	<ul style="list-style-type: none"> - No càrrega sobre la extremitat.
FASE 2 (2 – 6 setm.)	<ul style="list-style-type: none"> - Controlar la inflamació i curació de la cicatriu. - Augmentar ROM turmell i peu (posició neutra, 0º). - Mantenir força maluc, genoll i core. - Iniciar càrrega parcial només en posició de bipedestació. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenir la descàrrega sobre l'extremitat durant la marxa. - Mantenir la bota dia i nit, excepte per realitzar els exercicis. - No treballar la força amb resistència fins als 3 mesos post - IQ si hi ha hagut una transferència d'inserció de tendons.
FASE 3 (6 – 10 setm.)	<ul style="list-style-type: none"> - Millorar ROM i força del turmell i peu. - Tolerar la transició de la bota a calçat còmode. - Normalitzar el patró de marxa. - Seguir amb treball força i mobilitat maluc, genoll i core. 	<ul style="list-style-type: none"> - Iniciar càrrega parcial tolerable amb la bota (setmana 6 – 7). - Iniciar càrrega parcial amb calçat sempre i quant la ferida estigui curada (setmana 7 – 8). - Recolzament bipodal i breus períodes de marxa.
FASE 4 (10 – 14 setm.)	<ul style="list-style-type: none"> - Normalitzar la marxa en calçat i sense ajuda externa. - Augmentar ROM i força turmell en tots els plans. - Iniciar treball d'estabilitat/propiocepció. - Seguir amb treball força i mobilitat maluc, genoll i core. 	<ul style="list-style-type: none"> - Càrrega completa si la ferida està ben curada. - Treball d'estabilitat bipodal.
FASE 5 (14 – 16 setm.)	<ul style="list-style-type: none"> - Marxa sense suport i amb patró normalitzat. - Aconseguir un ROM complet: 30º FP i 10º DF. - Aconseguir una bona estabilitat. - Seguir amb treball força i mobilitat maluc, genoll i core. 	<ul style="list-style-type: none"> - Càrrega completa. - Inici treball estabilitat monopodal. - Evitar esports/activitats físiques repetitives o d'alt impacte.

Taula 4. Objectius i consideracions de les fases de tractament. ROM: Range of motion; FP: flexió plantar; DF: dorsiflexió; IQ: intervenció quirúrgica.

Taula d'elaboració pròpia.

5.2. Proposta de tractament per cada fase

A continuació es proposa una sèrie d'exercicis per cada una de les parts, tenint en compte els objectius i les consideracions comentades anteriorment per cada una de les fases. Aquests són un exemple de tipus d'exercicis pensats per la fase corresponent, però tenint en compte que cada fase està composta per dues setmanes o més, l'ideal seria aportar varietat d'estímul en les sessions de rehabilitació, ajustant-se i respectant les consideracions pertinents i a cada subjecte.

La part general està dividida en 4 blocs a treballar: mobilitat i força de maluc i genoll, *CORE*, mobilitat i força de turmell i reeducació de la marxa. La part específica consta de 3 exercicis que treballen la musculatura intrínseca i extrínseca del peu, és a dir el sistema actiu del *Foot Core System*.

El Grup 1 (control) realitzarà la part general de cada una de les fases i el Grup 2 (intervenció), durà a terme la part general i l'específica.

Els exercicis són analítics i específics per cada part degut a les fases que es tracten, però haurien d'evolucionar a treballs més globals on es combini el treball d'extremitat inferior, *core* i activació del *Foot Core*. El treball del peu es treballa des de la coordinació i mobilitat dels dits, força, estabilitat i pliometria. És important considerar-ho a mesura que avancen les setmanes i en fases posteriors del tractament de l'artroplàstia total de turmell.

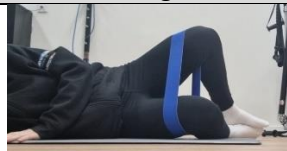






5.2.1. Fase 1





FASE 1 (setmana 0 – 2)	
PART GENERAL	
MOBILITAT I FORÇA MALUC I GENOLL	
En qualsevol posició de decúbit o sedestació sense que hi hagi càrrega sobre l'extremitat, exercicis de mobilitat activa de maluc i genoll en totes les direccions.	
CORE	
En decúbit supí (DS) treball de control lumbopèlvic. Retroversions - Antevercions amb activació del transvers de l'abdomen.	
En DS o sedetació (SD) sense recolzament de l'extremitat, es realitzaran contraccions isomètriques amb resistència externa proporcionada per una persona externa o material (pilota, gomes...)	
MARXA	
Es realitzarà una explicació de com utilitzar les croses i s'aprendrà a deambular de forma segura sense carregar l'extremitat.	
PART ESPECÍFICA	
FOOT CORE SYSTEM	
No es realitzarà en aquesta fase de tractament.	

Taula 5. Proposta d'exercicis per la 1a fase de la proposta de tractament.

Taula d'elaboració pròpia.

5.2.2. Fase 2






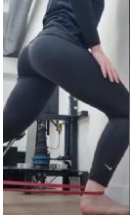
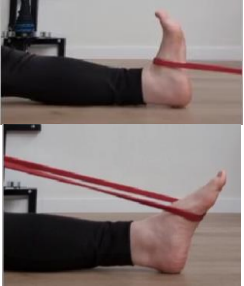
FASE 2 (setmana 2 – 6)			
VÍDEO: https://youtu.be/tu3F5WdhLDE			
PART GENERAL			
MOBILITAT I FORÇA MALUC I GENOLL			
Exercici	Explicació	Imatge	Sèries x Reps
Clamshell RE i RI	En decúbit lateral (DL) i goma a l'alçada dels genolls. Realitzar obertura (RE; rotació externa) i després una RI (rotació interna).		3 x 10 x cama
Curl Isquiosurals	En decúbit pro (DP) i una goma per sobre del turmell, realitzar una flexió de genoll.		3 x 10 x cama
CORE			
Exercici	Explicació	Imatge	Sèries x Reps
Dead Bug amb goma	Mantenir la tensió de la goma a l'alçada del pit mentre s'estenen les cames de manera alterna.		3 x 10 x cama
Aguantar la lateralització	En DS cal resistir la tensió que genera la goma, en un treball d'antiflexió lateral del tronc.		3 x 20" x costat
MOBILITAT I FORÇA TURMELL			
Exercici	Explicació	Imatge	Sèries x Reps
FD i FP en DP passiva	Des de col·locació de decúbit pro i flexió de genoll, el fisioterapeuta realitza mobilitzacions passives de flexió dorsal i plantar de turmell.		-
Foam Roller al Tríceps sural	Passar el <i>foam roller</i> pel tríceps sural ajudarà a disminuir la tensió que pateix aquesta estructura i augmentar el ROM de turmell en FD.		2 x 20"
FD activo - assistida en DS	En DS el pacient realitza flexió dorsal de turmell de manera activa amb l'ajut d'una tovallola. La tovallola es col·loca sota la planta del peu i s'agafa amb les mans.		3 x 10 x cama
MARXA			
Exercici	Explicació	Imatge	Sèries x Reps






<p>Punta – taló a la paret en DS</p>	<p>Realitzar el moviment de punta – taló en descàrrega de l'extremitat. En DS, flexió de maluc, flexió de genolls a 90° i peus recolzats a la paret.</p>		<p>3 x 10 x cama</p>
PART ESPECÍFICA			
FOOT CORE SYSTEM			
Exercici	Explicació	Imatge	Sèries x Reps
<p>1rst toe extension + 2nd – 5 toe elevation</p>	<p>Des de SD realitzar extensió del 1r dit mentre es mantenen els altres 4 a terra i després a la inversa.</p>		<p>3 x 10 x peu</p>
<p>Short Foot</p>	<p>Des de SD i amb el peu recolzat a terra, realitzar una contracció de la planta del peu. Ajuntar el cap del 1r metatarsià amb el taló.</p>		<p>3 x 10 x peu</p>
<p>Towel Curl</p>	<p>Des de SD, es demana aproximar la tovallola realitzant flexió de les interfalàngiques i metatarsofalàngiques.</p>		<p>3 x 4</p>

Taula 6. Proposta d'exercicis per la 2a fase de la proposta de tractament.

Taula d'elaboració pròpia.

5.2.3. Fase 3








FASE 3 (setmana 6 – 10)			
VÍDEO: https://youtu.be/orHlg8GRvi4			
PART GENERAL			
MOBILITAT I FORÇA MALUC I GENOLL			
Exercici	Explicació	Imatge	Sèries x Reps
Flexió de maluc	En SD i una goma els peus, realitzem una flexió de maluc amb una extremitat.		3 x 10 x cama
ADD pilota	En DS i una pilota entre les cames a l'alçada dels genolls, premsar la pilota durant 5".		3 x 10 x 5"
CORE			
Exercici	Explicació	Imatge	Sèries x Reps
Rotacions amb KB	En SD sense recolzar els peus a terra, moure el disc de costat a costat del tronc sense rotar-lo.		3 x 10 x costat
Isometria oblics amb fitball	En DS, premsar la fitball amb genoll i mà contra lateral durant 5".		3 x 10 x costat
MOBILITAT I FORÇA TURMELL			
Exercici	Explicació	Imatge	Sèries x Reps
Mobilitat en tots els sentis	Amb el peu elevat amb total llibertat de moviment, realitzar els moviments de flexió dorsal, plantar, inversió i eversió de forma activa.		3 x 4 x sentit
Dorsiflexió assistida	Anar a tocar amb el genoll a la paret amb una goma al turmell que ajuda en la posteriorització de l'astràgal.		3 x 8 x cama
FD i FP en DS contra resistència en isomètric	En DS resistir (aguantar en isomètric) la flexió dorsal i la plantar en contra de la goma que provoca el moviment contrari.		3 x 5" x peu



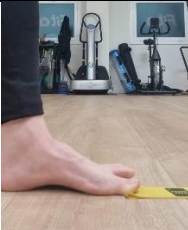


MARXA			
Exercici	Explicació	Imatge	Sèries x Reps
Pas marcant la propulsió del peu amb Black Board	Col·locar la Black Board plana al terra amb elevació de la part anterior. La cama posterior és la que esta sobre la superfície. Realitzar la fase de propulsió, pressionant la punta dels dits sobre la superfície.		3 x 10 x cama
Taló – punta superant un obstacle	Amb una cama, superem l'alçada de l'obstacle i recolzem 1r el taló i després la punta. Tornar a posició inicial.		3 x 10 x cama
PART ESPECÍFICA			
FOOT CORE SYSTEM			
Exercici	Explicació	Imatge	Sèries x Reps
ABD 1r dit	En BP o SD i amb una goma col·locada al dit gros provocant una ADD, realitzem l'ABD del 1r dit.		3 x 10 x cama
Crear arc plantar amb goma turmells	En BP i una goma a l'alçada del turmells que provoca la caiguda de l'arc plantar (pronació), crear l'arc plantar.		3 x 10
Flexió 1r dit amb goma	En BP o SD realitzar flexió del 1r dit. El taló i els altres 4 dits s'han de mantenir al terra.		3 x 10 x cama

Taula 7. Proposta d'exercicis per la 3a fase de la proposta de tractament.

Taula d'elaboració pròpia.

5.2.4. Fase 4






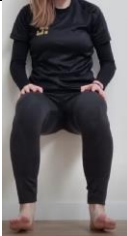
FASE 4 (setmana 10 – 14)			
VÍDEO: https://youtu.be/XRdYHPeS4eQ			
PART GENERAL			
MOBILITAT I FORÇA MALUC I GENOLL			
Exercici	Explicació	Imatge	Sèries x Reps
Pont gluti + ABD	En DS, els peus recolzats a terra i una goma a l'alçada dels genolls. Realitzar retroversió pèlvica, extensió de maluc i ABD de maluc.		3 x 10
Dead Lift bilateral	En BP i amb dues manuelles realitzar una bisagra de maluc inclinant el cos cap endavant.		3 x 10
CORE			
Exercici	Explicació	Imatge	Sèries x Reps
Bird Dog	En quadrupèdia, estirar braç i cama contra lateral mentre es manté la posició.		3 x 10 x costat
Planxa lateral amb genoll recolzat	En DL amb l'avantbraç i el genoll inferior en contacte amb el terra.		3 x 15" x costat
MOBILITAT I FORÇA TURMELL			
Exercici	Explicació		Sèries x Reps
Supinació i pronació contra resistència	En DS col·locar una goma que resisteixi el moviment de la supinació i després de la pronació. El peu ha d'estar elevat, perquè la superfície no limiti el moviment.		3 x 10 x costat x moviment
Dorsiflexió amb contracció isomètrica contramoviment.	En BP anar a tocar amb el genoll de la cama avançada a la paret i després activar 3" de flexió plantar durant 5 vegades abans d'avançar més el genoll i augmentar el rang.		3 x (5 x 3") x cama
FD i FP en SD contragravetat	En SD i els peus a terra, realitzar FD i FP. Afegir pes sobre els genolls per augmentar la càrrega.		3 x 10 x moviment



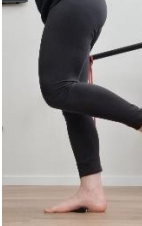


MARXA			
Exercici	Explicació	Imatge	Sèries x Reps
Pas amb activació flexor 1r dit	Realitzar una pas on es col·loca el primer dit sobre una superfície que ha de premsar.		3 x 10 x cama
Pas amb Black Board	Progressió de la fase anterior, on la Black Board permet moviment de supinació i pronació.		3 x 10 x cama
PART ESPECÍFICA			
FOOT CORE SYSTEM			
Exercici	Explicació	Imatge	Sèries x Reps
2nd – 5 toe elevation amb goma al 1r dit	En BP col·locar una goma sota els 1rs metatarsians i elevar els altres 4 dits.		3 x 10 x peu
Squat amb goma entre 1r dits	Col·locar una goma sota el 1r dits dels dos peus i una altra que agafi el centre de la goma. Aquesta segona realitza una tracció i elevació de l'altra intentant aixecar els peus de terra. Realitzar squat sense que s'aixequin els peus.		3 x 10
Mantenir estabilitat amb Black board	Sobre la Black Board que permet moviments del peu. Mantenir l'estabilitat al centre sense que els extrems de la taula toquin a terra. Recolzar la punta del peu de la cama lliure a terra. Passar-se una pesa de costat a costat.		3 x 10" x peu

Taula 8. Proposta d'exercicis per la 4a fase de la proposta de tractament.

Taula d'elaboració pròpia.

5.2.5. Fase 5

FASE 5 (setmana 14 – 16)			
VÍDEO: https://youtu.be/KoUBgD3wdew			
PART GENERAL			
MOBILITAT I FORÇA MALUC I GENOLL			
Exercici	Explicació	Imatge	Sèries x Reps
Monster walk	En BP i goma entre genolls, realitzar passes laterals. Col·locar el tronc i els genolls en lleugera flexió.		3 x 10 x cama
Sumo squat	En BP amb obertura de cames realitzem un squat amb el pes agafat amb els braços estirats i al centre.		3 x 12
CORE			
Exercici	Explicació	Imatge	Sèries x Reps
Planxa frontal amb fitball	Posició de planxa frontal amb els avantbraços sobre la fitball. Moure els braços endavant i endarrere.		3 x 12
Press Pall Off	En BP realitzar moviment anterior posterior de la goma mentre evitem que provoqui una rotació de tronc.		3 x 12 x costat
MOBILITAT I FORÇA TURMELL			
Exercici	Explicació	Imatge	Sèries x Reps
Dorsiflexió amb pes al genoll	Des de la posició de cavaller, portar la cama i el cos endavant. Col·locar un pes sobre el genoll. Mantenir 3" la posició al final del moviment i tornar.		3 x 10 x cama
Descens talons amb step	Des de BP, recolzar els metatarsians sobre l' step deixant lliures els talons i l'arc del peu. Realitzar descens de talons ens fase excèntrica (baixar en 4") i en fase concèntrica (pujar en 1").		3 x 10
FD en posició d'squat	Des de posició isomètrica d'squat a la paret, realitzar flexió dorsal de turmell durant 15".		3 x 15"
MARXA			

Exercici	Explicació	Imatge	Sèries x Reps
Marxa passant tanques	Superar els obstacles sempre seguint el patró taló – punta.		3 x 5 tanques
Baixar – pujar step	Baixar <i>step</i> , tocar amb taló, després punta i tornar a posició inicial.		3 x 8 x cama
PART ESPECÍFICA			
FOOT CORE SYSTEM			
Exercici	Explicació	Imatge	Sèries x Reps
Short Foot monopodal	Mantenir l'arc plantar sense aixafar la pilota en recolzament monopodal.		3 x 10''''
Mantenir arc plantar tocant 3 punts	Mantenir l'arc plantar anant a tocar 3 punts amb l'altre extremitat. Col·locar goma sota el 1r metatarsià.		3 x 10 x cama
Estabilitat amb taló elevat	Mantenir estabilitat i l'arc del peu amb el taló lleugerament elevat en un disc. Inclinar el tronc endavant i tornar a pujar.		3 x 10 x cama

Taula 9. Proposta d'exercicis per la 5a fase de la proposta de tractament.

Taula d'elaboració pròpia.

7. PRESSUPOST

En la següent taula (Taula 9) es detalla el pressupost que es necessitarà per dur a terme el projecte. Es divideix en el material necessari per dur a terme la proposta de tractament, les valoracions i l'anàlisi de dades; així com el cost destinat als recursos humans. A l'Annex 8 es poden trobar els enllaços del material d'on s'ha extret el preu de cada material.

Pels recursos humans, s'ha considerat que parteixen d'un salari fix i que el treball de l'estudi es compta com a hores extra. Es necessiten 6 fisioterapeutes, on cadascun d'ells porta el tractament i valoració de 6 participants, i cada participant realitza 2 sessions d'1 hora a la setmana (total de 2h/setmana; que són 32h/16setmanes). A la taula es calcula el cost que tindrà tenint en compte els 6 participants. Els analitzadors es calcula que treballaran 4h a la setmana durant 10 mesos, segons el cronograma.

Material	Justificació	Unitats	Total
Litera	Aquest material es necessari per la realització dels exercicis proposats.	1	757,66€
Foam Roller		1	39,99€
Tovallola		1	6,99€
Pack gomes		1 (pack de 3)	23,99€
Ketelbell 8kg		1	24,99€
Disc 5kg		1	11,99€
Manuelles		2	59,98€
Step		1	39,99€
Pack minibands		1 (pack de 3)	23,95€
BlackBoard		1	89,00€
Fitball		1	16,99€
Tanques		4	35,96€
Tape		1	1,85€
Goniòmetre		1	6,50€
Inclinòmetre	1	82,56€	
Cinta mètrica	1	4,99€	
Càmera vídeo	1	89,99€	
Ordinador	L'ordinador es necessari per recollir les dades, analitzar-les i redactar l'estudi.	1	549€
TOTAL MATERIAL			1.866,37€
Fisioterapeutes	18€/h x 32h/16 setm. x 6 participants = 9.216€	6	55.296€
Analitzadors dades	18€/h x 4h/setm. x 4 setm./mes x 10 mesos = 2.880€	2	5.760€
TOTAL			62.922,37€

Taula 10. Pressupost del material necessari.

Taula d'elaboració pròpia.

El pressupost està calculat contemplant un escenari a màxims, tot i això és possible que hi hagi costos que es puguin reduir. És possible que la major part del material necessari pels exercicis i les valoracions, ja estigui incorporat dins del centre on es realitzarà el tractament. A més a més, la càmera de vídeo pot ser substituïda per un telèfon mòbil. Finalment, pot ser que l'ordinador no s'hagi de comprar específicament per l'estudi, i hagi sigut adquirit anteriorment pels encarregats de l'estudi de manera personal.

8. LIMITACIONS I PERSPECTIVES DE FUTUR

L'estudi consta de diverses limitacions. Primer de tot, la mostra és bastant petita, cosa que implicaria un resultat menys precís. La dificultat per aconseguir els subjectes amb aquesta patologia i intervenció quirúrgica és elevada, ja que no és habitual. Depenen del reclutament, podria ser necessari allargar l'estudi a més de 2 anys per tal d'aconseguir una mostra més completa.

Per altre costat, el resultat de les valoracions es pot veure condicionat pel procés individual de cada subjecte en la rehabilitació, així com la força general de l'extremitat inferior que presentin en cada moment. S'ha de tenir en compte que s'ha d'individualitzar cada proposta de tractament segons les necessitats, context i condicions dels subjectes, ja que és una recuperació de llarga durada.

Per últim, no s'ha valorat el nivell d'activació de la musculatura intrínseca del peu, concretament del Flexor curt del 1r dit, l'Abductor del 1r dit i el Quadrat plantar, cosa que seria interessant analitzar a través d'electromiografia (EMG).

Com a futures línies d'investigació, seria molt interessant avaluar amb plataformes de contacte el patró de marxa i l'estabilitat per treure resultats més precisos. Així mateix, realitzar vídeo amb fluoroscòpia, aportaria una informació més concreta de com està funcionant la pròtesi i quines diferències es noten amb el tractament. Per acabar, aportaria molta informació estudiar els afectes a llarga durada de la intervenció per conèixer l'estat de la pròtesi i analitzar si aquest tipus de treball ajuda a la seva longevitat.

9. BIBLIOGRAFIA

1. Grunfeld R, Aydogan U, Juliano P. Ankle Arthritis. *Med Clin North Am.* marzo de 2014;98(2):267-89.
2. Michael JM, Golshani A, Gargac S, Goswami T. Biomechanics of the ankle joint and clinical outcomes of total ankle replacement. *J Mech Behav Biomed Mater.* octubre de 2008;1(4):276-94.
3. Sous Sánchez et al. Bases biomecánicas del tobillo. 2011;8.
4. Noriega F. Artroplastia de tobillo en el siglo XXI. Un avance en reconstrucción articular. *Rev Esp Cir Ortopédica Traumatol.* enero de 2004;48(5):388-97.
5. Bloch B, Srinivasan S, Mangwani J. Current Concepts in the Management of Ankle Osteoarthritis: A Systematic Review. *J Foot Ankle Surg.* septiembre de 2015;54(5):932-9.
6. Dalmau-Pastor M, Malagelada F, Guelfi M, Vega J. Anatomía del tobillo. *Rev Esp Artrosc Cir Articul [Internet].* marzo de 2020 [citado 7 de enero de 2024];27(1). Disponible en: <https://fondoscience.com/reaca/vol27-fasc1-num67/fs1910045-anatomia-tobillo>
7. Monteagudo M, de Albornoz PM. Anatomía funcional, biomecánica y patomecánica de la estabilidad del tobillo. 2016;
8. Voegeli AV. Anatomía funcional y biomecánica del tobillo y el pie. 2003;
9. Marco M, Giovanni P, Valter S, Lucrezia T. Total Ankle Replacement: Indications, Rehabilitation and Results. *Int J Foot Ankle [Internet].* 31 de diciembre de 2018 [citado 15 de noviembre de 2023];2(2). Disponible en: <https://www.clinmedjournals.org/articles/ijfa/international-journal-of-foot-and-ankle-ijfa-2-019.php?jid=ijfa>
10. Wang H, Brown SR. The effects of total ankle replacement on ankle joint mechanics during walking. *J Sport Health Sci.* septiembre de 2017;6(3):340-5.
11. Valderrabano V, Nigg BM, Von Tscherner V, Stefanyshyn DJ, Goepfert B, Hintermann B. Gait analysis in ankle osteoarthritis and total ankle replacement. *Clin Biomech.* octubre de 2007;22(8):894-904.
12. Fraser JJ, Hertel J. Effects of a 4-Week Intrinsic Foot Muscle Exercise Program on Motor Function: A Preliminary Randomized Control Trial. *J Sport Rehabil.* 1 de mayo de 2019;28(4):339-49.
13. McKeon PO, Hertel J, Bramble D, Davis I. The foot core system: a new paradigm for understanding intrinsic foot muscle function. *Br J Sports Med.* marzo de 2015;49(5):290-290.
14. McKeon PO, Fourchet F. Freeing the Foot. *Clin Sports Med.* abril de 2015;34(2):347-61.
15. Van Der Merwe C, Shultz SP, Colborne GR, Fink PW. Foot Muscle Strengthening and Lower Limb Injury Prevention. *Res Q Exerc Sport.* 3 de julio de 2021;92(3):380-7.
16. Aspetar Sports Medicine Journal - THE ROLE OF FOOT-ANKLE COMPLEX IN REHABILITATION AFTER ACL RECONSTRUCTION [Internet]. [citado 13 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.aspetar.com/Journal/viewarticle.aspx?id=623>

17. Kelly LA, Kuitunen S, Racinais S, Cresswell AG. Recruitment of the plantar intrinsic foot muscles with increasing postural demand. *Clin Biomech.* enero de 2012;27(1):46-51.
18. Willemse L, Wouters EJM, Pisters MF, Vanwanseele B. Plantar intrinsic foot muscle activation during functional exercises compared to isolated foot exercises in younger adults. *Physiother Theory Pract.* 26 de abril de 2023;1-13.
19. Franettovich Smith MM, Elliott JM, Al-Najjar A, Weber KA, Hoggarth MA, Vicenzino B, et al. New insights into intrinsic foot muscle morphology and composition using ultra-high-field (7-Tesla) magnetic resonance imaging. *BMC Musculoskelet Disord.* diciembre de 2021;22(1):97.
20. CSCS,D* DFM. Rude-Rock Strength. 2023 [citado 29 de diciembre de 2023]. *Essential Anatomy for the Foot-Ankle Complex.* Disponible en: <https://www.ruderockstrength.com/post/essential-anatomy-for-the-foot-ankle-complex>
21. Valderrabano V, Nigg BM, Tschanner VV, Frank CB, Hintermann B. J. Leonard Goldner Award 2006: Total Ankle Replacement in Ankle Osteoarthritis: An Analysis of Muscle Rehabilitation. *Foot Ankle Int.* febrero de 2007;28(2):281-91.
22. Jonck JH, Myerson MS. Revision Total Ankle Replacement. *Foot Ankle Clin.* diciembre de 2012;17(4):687-706.
23. Galeote Rodríguez JE, Álvarez Goenaga F. Artroplastia total de tobillo. *Rev Pie Tobillo.* mayo de 2012;26(1):7-16.
24. Giannini S, Romagnoli M, O'Connor JJ, Malerba F, Leardini A. Total Ankle Replacement Compatible with Ligament Function Produces Mobility, Good Clinical Scores, and Low Complication Rates: An Early Clinical Assessment. *Clin Orthop.* octubre de 2010;468(10):2746-53.
25. Steck JK, Schuberth JM, Christensen JC, Luu CA. Revision Total Ankle Arthroplasty. *Clin Podiatr Med Surg.* octubre de 2017;34(4):541-64.
26. Cenni F, Leardini A, Belvedere C, Buganè F, Cremonini K, Miscione MT, et al. Kinematics of the Three Components of a Total Ankle Replacement: *In Vivo* Fluoroscopic Analysis. *Foot Ankle Int.* abril de 2012;33(4):290-300.
27. Cenni F, Leardini A, Pieri M, Berti L, Belvedere C, Romagnoli M, et al. Functional performance of a total ankle replacement: thorough assessment by combining gait and fluoroscopic analyses. *Clin Biomech.* enero de 2013;28(1):79-87.
28. Jones C, Rush S, Berlet GC, Regina J, Penner M, Brigido SA, et al. Understanding the Postoperative Course and Rehabilitation Protocol for Total Ankle Arthroplasty. *Foot Ankle Spec.* junio de 2015;8(3):203-8.
29. Caravelli S, Bragonzoni L, Vocale E, Zinno R, Di Paolo S, Barone G, et al. Mobile-Bearing Total Ankle Replacement In Vivo Kinematic Assessment: A Prospective Study Protocol. *J Clin Med.* enero de 2022;11(18):5328.
30. Mettler A, Chinn L, Saliba SA, McKeon PO, Hertel J. Balance Training and Center-of-Pressure Location in Participants With Chronic Ankle Instability. *J Athl Train.* 1 de abril de 2015;50(4):343-9.

31. DiLiberto FE, Aslan DH, Houck JR, Ho BS, Vora AM, Haddad SL. Overall Health and the Influence of Physical Therapy on Physical Function Following Total Ankle Arthroplasty. *Foot Ankle Int.* noviembre de 2020;41(11):1383-90.
32. Salas-Gómez D, Fernández-Gorgojo M, Sanchez-Juan P, Bercero EL, Isabel Perez- Núñez M, Barbado D. Quantifying balance deficit in people with ankle fracture six months after surgical intervention through the Y-Balance test. *Gait Posture.* junio de 2022;95:249-55.
33. Kear BM, Guck TP, McGaha AL. Timed Up and Go (TUG) Test: Normative Reference Values for Ages 20 to 59 Years and Relationships With Physical and Mental Health Risk Factors. *J Prim Care Community Health.* enero de 2017;8(1):9-13.
34. Williamson A, Hoggart B. Pain: a review of three commonly used pain rating scales. *J Clin Nurs.* agosto de 2005;14(7):798-804.
35. Larsen P, Rathleff MS, Roos EM, Elsoe R. Foot and Ankle Outcome Score (FAOS): Reference Values From a National Representative Sample. *Foot Ankle Orthop.* octubre de 2023;8(4):24730114231213369.
36. Lakey E, Hunt KJ. Patient-Reported Outcomes in Foot and Ankle Orthopedics. *Foot Ankle Orthop.* julio de 2019;4(3):247301141985293.
37. Kantor J. Reliability and Photographic Equivalency of the Scar Cosmesis Assessment and Rating (SCAR) Scale, an Outcome Measure for Postoperative Scars. *JAMA Dermatol.* 1 de enero de 2017;153(1):55.
38. Hall EA, Docherty CL. Validity of clinical outcome measures to evaluate ankle range of motion during the weight-bearing lunge test. *J Sci Med Sport.* julio de 2017;20(7):618-21.
39. World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. *JAMA.* 27 de noviembre de 2013;310(20):2191.

10.ANNEXOS

Annex 1. Escala FAOS (*Foot and Ankle Outcome Score*)

Enllaç a l'escala per realitzar-la en format online i gratuït: <https://orthotoolkit.com/faos/>

Annex 2. Escala SCAR (*Scar Cosmesis Assessment and Rating*)

Clinician Items	Scale Ratings
Scar spread	0, None to near-invisible
	1, Pencil-thin line
	2, Mild spread, noticeable on close inspection
	3, Moderate spread, obvious scarring
	4, Severe spread
Erythema	0, None
	1, Light pink, some telangiectasias may be present
	2, Red, many telangiectasias may be present
	3, Deep red or purple
Dyspigmentation (includes hyperpigmentation and hypopigmentation)	0, Absent
	1, Present
Track marks or suture marks	0, Absent
	1, Present
Hypertrophy/atrophy	0, None
	1, Mild: palpable, barely visible hypertrophy or atrophy
	2, Moderate: clearly visible hypertrophy or atrophy
	3, Severe: marked hypertrophy or atrophy or keloid formation
Overall impression	0, Desirable scar
	1, Undesirable scar
Patient items	
Have you been bothered by any itch from the scar in the past 24 h?	0, No
	1, Yes
Have you been bothered by any pain from the scar in the past 24 h?	0, No
	1, Yes
Total score range	0 (best possible scar) to 15 (worst possible scar)

Figura 16. Escala SCAR.

Extreta de l'article Kantor et al. (37)

Annex 3. Càlcul mostra amb G*Power

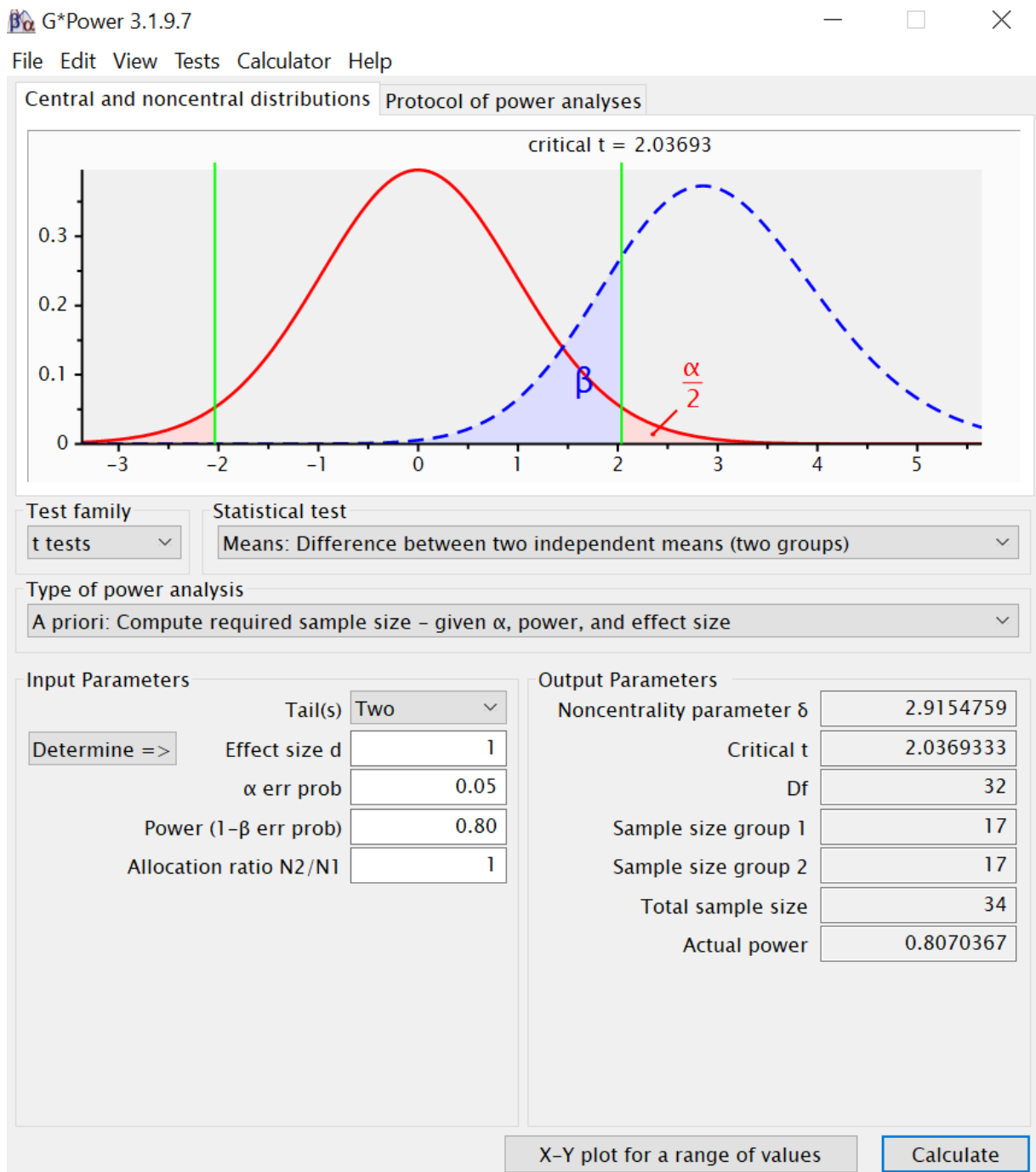


Figura 17. Càlcul de la mostra amb G*Power.

Taula d'elaboració pròpia.

Annex 4. Taula recollida de dades

SUBJECTE 1	VALORACIÓ INICIAL			VALORACIÓ INTERMITJA			VALORACIÓ FINAL		
YBT		DRETA	ESQUERRA		DRETA	ESQUERRA		DRETA	ESQUERRA
	ANT			ANT			ANT		
	PM			PM			PM		
	PL			PL			PL		
	COMPOSTA			COMPOSTA			COMPOSTA		
MARXA	TUG			TUG			TUG		
	V MARXA			V MARXA			V MARXA		
	T RECOLZAMENT			T RECOLZAMENT			T RECOLZAMENT		
DOLOR I SIMPTOMATOLOGIA	NRS			NRS			NRS		
	FAOS			FAOS			FAOS		
SCAR									
AROM		DRETA	ESQUERRA		DRETA	ESQUERRA		DRETA	ESQUERRA
	FD			FD			FD		
	FP			FP			FP		
WBLT		DRETA	ESQUERRA		DRETA	ESQUERRA		DRETA	ESQUERRA
	ANGLE			ANGLE			ANGLE		
	DISTÀNCIA			DISTÀNCIA			DISTÀNCIA		

Figura 18. Taula amb la que es recolliran les dades extretes de les valoracions.

Taula d'elaboració pròpia.

Annex 5. Informació pels participants

L'estudiant Núria Junyent i Domènech de la Doble Titulació de Fisioteràpia i CAFE, dirigida pel Sara González Millán, està duent a terme el projecte d'investigació *Proposta d'intervenció en pacients amb artrosi de turmell després d'una artroplàstia total de turmell: Implicació del Foot Core System en la rehabilitació per la millora de l'estabilitat i la marxa.*

El projecte té la finalitat d'elaborar una proposta de tractament per l'artroplàstia total de turmell on els objectius principals són millorar l'estabilitat i la marxa implicant un treball específic del Foot core System complementari al tractament convencional descrit al que diu la literaturaa. Consta de 16 setmanes dividides en 5 fases de tractament. Es realitzen 3 valoracions (inicial, intermitja i final), a les 4, a les 8 i a les 16 setmanes post – IQ. En el projecte participen els següents centres d'investigació: Universitat TecnoCampus – Mataró. En el context de la investigació, li demanem la seva col·laboració per seguir avançant en la rehabilitació de la pròtesi total de turmell, ja que vostè compleix amb els següents criteris d'inclusió: persona entre 40 i 70 anys, amb artrosi de turmell post- traumàtica, amb una pròtesi de turmell de 3 components, sense altres patologies associades del peu, sense patologies actuals o de < 1 any d'evolució en altres articulacions de l'extremitat inferior.

Aquesta col·laboració implica participar en 3 recollides de dades i 16 setmanes de tractament amb una part general entre ambdós grups de treball global de l'extremitat inferior i una part específica de la musculatura intrínseca del peu.

S'assignarà a tots els participants un codi, pel que es impossible identificar al participant amb les respostes donades, garantint totalment la confidencialitat. Les dades que s'obtinguin no s'utilitzaran amb cap altra finalitat que no sigui explícita de la investigació i passaran a formar part d'un fitxer de dades, del que serà el màxim responsable la investigadora principal. Aquestes dades quedaran protegides mitjançant un sistema de protecció de Google Drive, i únicament en tindran accés els avaluadors i els responsables principals.

El fitxer de dades del estudi està sota responsabilitat del investigador principal, que podrà exercir en tot moment els drets que estableix la *Llei Orgànica 3/2018*, del 5 de desembre, de protecció de dades personals i garantia dels drets digitals i el *Reglament general (UE) 2016/679*, del 27 d'abril, de protecció de dades (RGPD). Tots els participants tenen dret a retirar-se en qualsevol moment d'una part o de la totalitat del estudi, sense expressió d'una causa o motiu i sense conseqüències. També tenen dret a que se li clarifiquen els seus possibles dubtes abans d'acceptar participar i a conèixer els resultats de les seves proves.

Ens posem a la seva disposició per resoldre qualsevol dubte que li pugui sorgir. Pot contactar amb nosaltres a través del formulari de la pàgina web: *[WEB DEL GRUP]*.

Annex 6. Consentiment informat

Jo, _____, major d'edat amb DNI _____, actuant en nom i interès propi,

DECLARO QUE:

He rebut informació sobre el projecte *Proposta d'intervenció en pacients amb artrosi de turmell després d'una artroplàstia total de turmell: Implicació del Foot Core System en la rehabilitació per la millora de l'estabilitat i la marxa*, del que se ma fet entrega d'un full informatiu annexa a aquest consentiment i pel qual es sol·licita la meva participació. He entès el seu significat, han sigut aclarits els meus dubtes i han sigut exposades les accions que derivaran del mateix. Se m'ha informat de tots els aspectes relacionats amb la confidencialitat i protecció de dades en quant a la gestió de dades personals que comporta el projecte i les garanties preses en compliment de la *Llei Orgànica 3/2018*, del 5 de desembre, de protecció de dades personals i garantia dels drets digitals i el *Reglament general (UE) 2016/679*, del 27 d'abril, de protecció de dades (RGPD).

La meva col·laboració en el projecte es totalment voluntària i tinc dret a retirar-me del mateix en qualsevol moment, sense que aquesta retirada pugui influir negativament en la meva persona en cap sentit. En cas de retirada, tinc dret a que les meves dades siguin cancel·lades del fitxer de l'estudi.

Per tot això, DONO EL MEU CONSENTIMENT A:

1. Participar al projecte *Proposta d'intervenció en pacients amb artrosi de turmell després d'una artroplàstia total de turmell: Implicació del Foot Core System en la rehabilitació per la millora de l'estabilitat i la marxa*.
2. Que la Núria Junyent Domènech i la seva directora Sara González Millán puguin gestionar les meves dades personals i difondre la informació que el projecte generi. Es garanteix que es preservarà en tot el moment la meva identitat i intimitat, amb les garanties establertes en la *Llei Orgànica 3/2018*, del 5 de desembre, de protecció de dades personals i garantia dels drets digitals i el *Reglament general (UE) 2016/679*, del 27 d'abril, de protecció de dades (RGPD).
3. Que els investigadors conservin tots els registres efectuats sobre la meva persona en suport electrònic, amb les garanties i els terminis legals previstos, si estiguessin establerts, i a falta de previsió legal, pel temps que fos necessari per complir les funcions del projecte per les que les dades han sigut recollides.

En _____, a _____.

[FIRMA PARTICIPANT]

[FIRMA ESTUDIANT] [FIRMA DEL DIRECTOR]

Annex 7. Protocols rehabilitació TAA

Rehabilitation Guidelines for Total Ankle Arthroplasty:

<https://www.massgeneral.org/assets/mgh/pdf/orthopaedics/sports-medicine/physical-therapy/rehabilitation-protocol-for-total-ankle-arthroplasty.pdf>

Physical Therapy Guidelines for Total Ankle Arthroplasty:

<https://www.massgeneral.org/orthopaedics/foot-ankle/conditions-and-treatments/total-ankle-replacement>

- Enllaç directe del protocol:

<https://www.massgeneral.org/assets/mgh/pdf/orthopaedics/foot-ankle/pt-guidelines-total-ankle-arthroplasty-final.pdf>

Sanford Total Ankle Arthroplasty Physical Therapy Post – Operative Guidelines:

<https://www.sanfordhealth.org/medical-services/rehabilitation-and-therapy/physical-therapy>

- Enllaç directe:

<https://www.sanfordhealth.org/-/media/org/files/medical-professionals/resources-and-education/014000-00960-flyer-sosm-arthroplasty-post-surgical-guideline.pdf>

Annex 8. Enllaços material pressupost

Material	Pàgina web
Litera	https://rehabmedic.com/shop/c3299k-camilla-fija-madera-koala-8613#attr=9689,9663,9665
Foam Roller	https://www.futbolemotion.com/es/comprar/variots/triggerpoint/foam-roller-the-grid-1.0-13-lime?gad_source=1&gclid=CjwKCAjw3NyxBhBmEiwAyofDYs0DmtkcLqEpKX-0aKsjpvIBYWDF-Y1QvNz1VfJhVVGH058JYw0ORoCi9gQAvD_BwE
Tovallola	https://www.decathlon.es/es/p/toalla-microfibra-l-natacion-nabaiji80x130-cm/ /R-p-158325?mc=8543246
Pack gomes	https://www.decathlon.es/es/p/mp/dare-2b/gomas-de-resistencia-unisex-dare-2b-3-pack-yoga-bands/ /R-p-cec2e22c-3e15-4b42-8dc9-ce4ddd08ca87?mc=cec2e22c-3e15-4b42-8dc9-ce4ddd08ca87_c255
Ketelbell 8kg	https://www.decathlon.es/es/p/kettlebell-pesa-rusa-8-kg-cross-training-musculacion-corength/ /R-p-152873?mc=8354815
Disc 5kg	https://www.decathlon.es/es/p/disco-musculacion-hierro-fundido-5-kg-28-mm/ /R-p-348960?mc=8816725
Manuelles	https://www.decathlon.es/es/p/mancuerna-7-5-kg-hexagonal-dumbbell-musculacion-cross-training/ /R-p-328371?mc=8603282
Step	https://www.decathlon.es/es/p/mp/indigo-sports/plataforma-step-indigo-3-niveles-80-31-10-15-20-cm-gris-negro/ /R-p-2ef14f40-d217-4f33-bb18-0a75421eba3d?mc=2ef14f40-d217-4f33-bb18-0a75421eba3d_c251.c5
Pack minibands	https://www.decathlon.es/es/p/mp/virtufit/juego-de-minibanda-bandas-de-resistencia-elasticos-de-fitness-5-piezas/ /R-p-d4f4c59e-bc96-4000-a0c4-8ca15fbc1ddb?mc=d4f4c59e-bc96-4000-a0c4-8ca15fbc1ddb_c5
BlackBoard	https://www.amazon.es/BlackBoard-Entrenamiento-Entrenador-Fortalecimiento-Estabilizaci%C3%B3n/dp/B089CQ1RPV
Fitball	https://www.decathlon.es/es/p/fitball-pelota-pilates-resistente-talla-s-55-cm/ /R-p-328533?mc=8640038
Tanques	https://www.decathlon.es/es/p/valla-de-velocidad-3-alturas/ /R-p-7911?mc=8776316
Tape	https://rehabmedic.com/shop/athletic-tape-1-rollo-3-8-cm-x-10-m-102#attr=
Goniòmetre	https://rehabmedic.com/shop/rulong-goniometer-long-5341#attr=
Inclinòmetre	https://rehabmedic.com/shop/baseline-bubble-inclinometer-1275?category=1012#attr=
Cinta mètrica	https://www.decathlon.es/es/p/cinta-metrica-de-2-m-para-petanca/ /R-p-344445?mc=8787552
Càmera vídeo	https://www.mediamarkt.es/es/product/ videocamara-x10973-syntek-114227891.html
Ordinador	https://www.mediamarkt.es/es/product/ portatil-lenovo-ideapad-slim-3-15iah8-156-fullhd-intel-coretm-i5-12450h-16gb-ram-512gb-ssd-uhd-graphics-windows-11-home-gris-1567024.html

Taula 11. Taula dels enllaços del material necessari.

Taula d'elaboració pròpia.