

**Eficàcia de l'exercici de resistència amb restricció  
de flux sanguini en pacients amb sarcopènia:  
assaig clinic longitudinal aleatoritzat**

Boutet Charlie

[boutet.charlie@uvic.cat](mailto:boutet.charlie@uvic.cat)

4r Curs. Grau de Fisioteràpia. Grup M11

Treball Final de Grau

Tutor : Eduard Molina Minobes (eduard.minobes@uvic.cat)

Facultat de Ciències de la Salut i el Benestar – Universitat de Vic

Vic, 18 de Maig de 2021

# Index

1. Resum	4
2. Antecedents i estat actual del tema	6
2.1.Sarcopènia	6
2.1.1.Definició sarcopènia	6
2.1.2.Epidemiologia	6
2.1.3.Conseqüències	7
2.1.4.Factors de Risc	8
2.1.5.Fisiopatologia de la sarcopènia	9
2.1.6.Avaluació i diagnòstic de la sarcopènia	11
2.1.7.Tractament de la sarcopènia	13
2.2.Restrictió de flux sanguini/ Blood Flow Restriction (BFR)	16
2.2.1.Definició BFR	16
2.2.2.Mecanisme	16
2.3.Protocol amb BFR	18
2.3.1.Pressió	18
2.3.2.Modalitat de l'exercici	18
2.3.3.Risc	19
2.4.Justificació	20
3. Hipòtesis i Objectius	21
3.1.Hipòtesi	21
3.2.Objectiu principal	21
3.3.Objectius secundaris	21
4. Metodologia	22
4.1.Àmbit d'estudi	22
4.2.Disseny	22
4.3.Població i mostra/participants	22
4.4.Criteris d'inclusió i exclusió	23
4.5.La intervenció	23
4.6.Variables i els mètodes de mesura	27
4.6.1.Variables Independents	27

4.6.2. Variables dependents	28
4.7. Anàlisi dels registres	30
4.8. Limitacions de l'estudi	31
4.9. Aspectes ètics	32
5. Utilitat pràctica dels resultats	33
6. Annex	34
7. Bibliografia	56
8. Agraïments	63
9. Nota Final de l'autor. El TFG com a experiència d'aprenentatge	64

## 1. Resum

La sarcopènia és avui una malaltia definida principalment per la pèrdua de força muscular. Afecta principalment a persones grans i al 29% de les persones que viuen a la comunitat. El tractament tradicional es basa en exercicis de resistència i nutrició.

Tradicionalment s'ha cregut que l'entrenament de resistència només pot induir el creixement muscular quan es fa exercici amb intensitat superior al 65% del màxim d'una repetició (RM), en anglès « High Load » (HL). No obstant això, més recentment, l'ús d'exercici de resistència de baixa intensitat amb restricció del flux sanguini (BFR) va desafiar aquesta teoria i va demostrar que les adaptacions hipertròfiques es poden induir amb intensitats d'exercici molt més baixes (< 50% 1-RM).

L'objectiu d'aquest estudi és avaluar l'eficàcia del BFR en relació al nivell de la força, de massa muscular, el rendiment físic i la qualitat de vida en pacients diagnosticats de sarcopènia de més de 65 anys.

Es seleccionaran 36 participants d'un gabinet de fisioteràpia liberal a Roanne (França) per dur a terme un assaig clínic longitudinal aleatoritzat de 12 setmanes. Es formaran els grups següents: grup experimental (BFR) mitjançant la tècnica BFR i un grup control (HL) mitjançant exercici de resistència convencional.

La intervenció s'avaluarà mitjançant la prova de 30 segons Stand Test per avaluar la força, una bioimpedància per la massa muscular, el Short Physical Performance Battery (SPPB) per al rendiment físic i el qüestionari Sarcopenia and Quality Of Life (SarQoL) per la qualitat de vida. Les avaluacions es realitzaran a l'inici, al mig i al final de la intervenció. Els resultats obtinguts s'analitzaran gràcies al programa Stastical Package for the Socials Sciences (SPSS).

Paraules clau: Sarcopènia / Restricció del flux sanguini / Exercici de Resistència / Fisioteràpia / Gent gran

## **Abstract**

Sarcopenia is today a disease defined primarily by loss of muscle strength. It mainly affects the elderly and affects up to 29% of people living in the community. Traditional treatment is based on endurance and nutrition exercises.

It has traditionally been believed that resistance training can only induce muscle growth when exercising with intensity greater than 65% of the maximum of one repetition (MRI), in English « High Load » (HL). However, more recently, the use of low-intensity resistance exercise with restricted blood flow (BFR) challenged this theory and showed that hypertrophic adaptations can be induced with much lower exercise intensities (< 50% 1-RM).

The aim of this study is to evaluate the effectiveness of BFR compared to conventional treatment (resistance exercise) in terms of strength, muscle mass (quadriceps), physical performance and quality of life in patients diagnosed with sarcopenia over 65 years.

36 participants from a liberal physiotherapy practice in Roanne, France, will be selected for a 12-week randomized longitudinal clinical trial. The following groups will be formed: experimental group (BFR) using the BFR technique and a control group (HL) using conventional resistance exercise. The study will last 12 weeks.

The intervention will be assessed using the 30 second stand test to assess strength, bioelectrical impedance analysis (BIA) for muscle mass, the Short Physical Performance Battery (SPPB) for physical performance, and the Sarcopenia and Quality Of Life (SarQoL) questionnaire for the quality of life. Assessments will be carried out at the start, in the middle and at the end of the intervention. The results obtained will be analyzed thanks to the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) program.

The limitations of the study are mainly the sample size and the lack of long-term evaluation.

**Keywords:** Sarcopenia / Blood flow restriction / Resistance exercise / Physiotherapy / Elderly

## **2. Antecedents i estat actual del tema**

### **2.1.Sarcopènia**

#### **2.1.1.Definició sarcopènia**

La definició de sarcopènia ha evolucionat, així com el seu diagnòstic. En 2010, el Grup de Treball Europeu sobre la Sarcopènia en Gent Gran (EWGSOP, 2010) va publicar una definició que pretenia afavorir els avenços en la identificació i atenció de persones amb sarcopènia. A principis del 2018, el grup es va reunir de nou (EWGSOP2, 2018) per actualitzar la definició original per tal de reflectir l'evidència científica i clínica construïda durant l'última dècada.

La sarcopènia s'ha associat durant molt de temps amb l'envelliment i gent gran, però el desenvolupament de la sarcopènia és ara reconegut per començar abans en la vida. Ara es considera com una malaltia muscular (fracàs muscular), amb força muscular reduïda que supera el paper de la massa muscular baixa (quantitat muscular) com a principal determinant; aquest paràmetre ara s'utilitza principalment en recerca més que en la pràctica clínica perquè la massa muscular és tècnicament difícil de mesurar amb precisió. La pèrdua de força i massa muscular tindrà un impacte negatiu en el rendiment físic (EWGSOP2, 2018).

La sarcopènia és un trastorn progressiu i generalitzat del múscul esquelètic que s'associa amb una major probabilitat de patir resultats adversos.

#### **2.1.2.Epidemiologia**

La massa muscular disminueix de l'1 al 2% anual en persones majors de 50 anys, mentre que la força muscular disminueix a un ritme de l'1,5% entre els 50 i els 60 anys, i un 3% després (Von Haehling et al., 2012).

La prevalença de sarcopènia definida per M.Delmonico i D.Beck (2017) va ser de l'1 al 29% (fins al 30% en dones) en persones grans que viuen a la comunitat, del 14 al 33% (fins al 68% en homes) per a les persones que viuen en centres d'atenció a llarg termini i

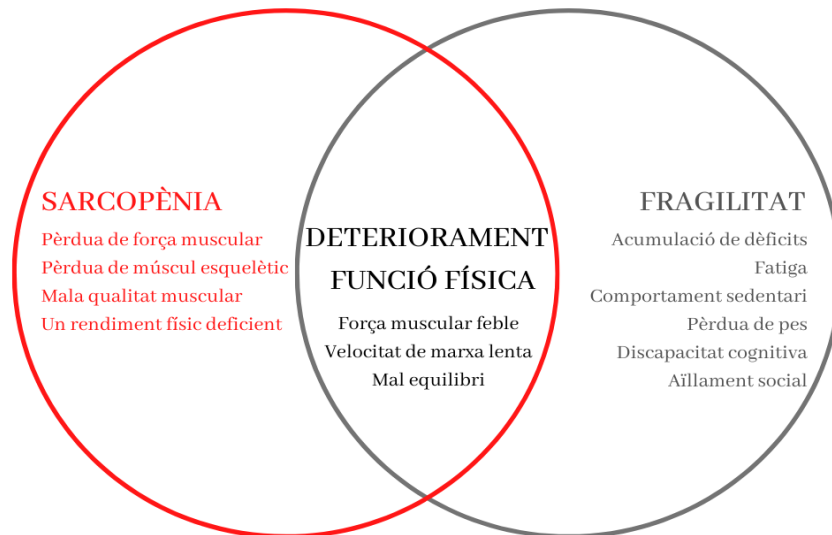
del 10% per a les persones ateses de curta durada. La prevalença de sarcopènia va augmentar amb l'edat. L'EWGSOP (2014) indica que sembla que no hi ha diferències entre homes i dones (EWGSOP, 2014).

Independentment de la metodologia de diagnòstic escollida: durant els propers trenta anys, el nombre de casos de sarcopènia a Europa entre els majors de 65 anys augmentarà considerablement més d'un 60%. Així, al 2045, entre 19 i 32 milions de persones majors de 65 anys es veuran afectades per sarcopènia en comparació entre els 11 i 20 milions actuals (Ethgen et al., 2016).

### **2.1.3. Conseqüències**

La sarcopènia va lligada a un deteriorament general de l'estat físic que implica la pèrdua de massa i força muscular que comporta un major risc de caigudes, pèrdua d'autonomia, dependència i augment del risc de mortalitat (Beaudart et al., 2017). Com a tal, ara es reconeix la sarcopènia com un factor central en la fisiopatologia de la síndrome de fragilitat en persones grans (Cerri et al., 2015).

Hi ha similituds entre sarcopènia i fragilitat (Fried et al., 2001, EWGSOP2., 2018). En ambdós casos apareixen característiques de resistència baixa i de velocitat de marxa lenta. La pèrdua de pes, un altre criteri diagnòstic de la fragilitat, és també un factor etiològic important de la sarcopènia (Fried et al., 2001). Els tractaments per a la fragilitat física i per a la sarcopènia són el mateixos (Fried et al., 2001, Lo et al., 2020). Però la fragilitat i la sarcopènia encara són diferents: la fragilitat és una síndrome geriàtrica i la sarcopènia una malaltia. Mentre que la sarcopènia contribueix al desenvolupament físic de la fragilitat, la síndrome de la fragilitat representa un concepte molt més ample. La fragilitat es veu com la disminució al llarg de la vida en múltiples sistemes fisiològics, amb conseqüències negatives en les dimensions físiques, cognitives i socials (Cesari et al., 2014).



**Figura 1:** Relació entre sarcopènia, fragilitat i deteriorament de la funció física. Inspirat en l'article de Cesari et al.(2014). Sarcopenia and Physical Frailty: Two Sides of the Same Coin.

#### 2.1.4.Factors de Risc

Els factors de risc d'aquesta malaltia estan ben identificats. El procés d'envelliment intervé sobre el sistema musculoesquelètic:

- Modificant el metabolisme de les proteïnes: una inversió de la relació catabolisme-anabolisme proteic en favor del catabolisme (Roubenoff, 1999).
- Facilitant l'apoptosi de les cèl·lules musculars i alterant el bon funcionament mitocondrial (Combaret et al., 2009).
- Reduint l'estimulació nerviosa a causa de la pèrdua de neurones motores alfa i la disjunció de plaques neuromusculars (Vandervoort, 2001).
- Augmentant directament o indirectament la inflamació crònica (Roubenoff, 2003).
- Modificant la producció d'hormones desreguladores: disminució de la secreció de l'hormona del creixement, IGF1, testosterona, estrògens, DHEA i 1,25 dihidroxi vitamina D (Calcitrol), major resistència a la insulina i tendència a l'hipertiroïdisme (Cappola et al., 2001).

Els factors constitucionals inclouen el baix pes al naixement (Sayer et al., 2006). Hi ha també hàbits de vida perjudicials com la malnutrició, la ingesta deficient de proteïnes, l'abús d'alcohol, el tabaquisme i, sobretot, el sedentarisme, que són ben reconeguts



(Sayer et al., 2006). Altres factors de risc són les condicions de vida desfavorables com el dejuni prolongat o el repòs al llit, l'immobilitat, la vida en ingravidesa o l'inactivitat física (Sayer et al., 2006). La disminució de la força muscular és més acusada en pacients amb un estil de vida sedentari en comparació amb els pacients que són més actius físicament (Dhillon et al., 2017). Finalment, moltes patologies on la incidència de les quals augmenta amb l'edat interfereixen en el metabolisme de les proteïnes i, per tant, influeixen en la força i massa muscular esquelètica: trastorns cognitius (Ayeung et al., 2008), depressió (Lenze et al., 2005), diabetis mellitus, insuficiències cardíques, hepàtiques, renals o respiratòries (Wolff et al., 2002). Els medicaments que promouen el catabolisme de les proteïnes s'han d'afegir a aquesta llarga llista, amb els corticosteroides al capdavant (Klein, 2015).

En alguns individus, la sarcopènia és atribuïble en gran mesura a l'envelliment, en molts casos, es poden identificar altres causes (factors de risc). Així, les categories de sarcopènia primària i de sarcopènia secundària poden ser útils a la pràctica clínica. Es considera la sarcopènia primària (o relacionada amb l'edat) quan no es manifesta cap altra causa específica, mentre que la sarcopènia es considera secundària quan és causal i són evidents altres factors diferents de (o a més de) l'envelliment. (Lo et al., 2020).

### **2.1.5.Fisiopatologia de la sarcopènia**

Com que l'edat és el factor etiològic principal de la sarcopènia (sarcopènia primària), la seva fisiopatologia es descriuria primer i després es relacionaria amb la sarcopènia secundària. Hi ha moltes explicacions que s'han proposat per explicar els mecanismes de la sarcopènia. Aquests són els més importants.

- Disfunció mitocondrial: un estudi (LO et al., 2020), descriu que amb l'edat, comença a produir-se una disfunció mitocondrial en els músculs, que provoca un augment dels nivells d'apoptosi i una reducció de les capacitats de regeneració muscular que s'observa en pacients sarcopènics. A més dels canvis musculars, la desregulació dels mitocondris relacionada amb la sarcopènia també dona lloc a la mort de motoneurons, que poden explicar l'atròfia muscular i la pèrdua de força contràctil.
- Inflamació: a mesura que el cos envellaix, es produeixen canvis hormonals com la disminució de la testosterona, les hormones del creixement i els andrògens, i producció d'estrògens, que provoquen un estat d'inflamació crònica, amb nivells

plasmàtics augmentats de mediadors proinflamatoris, com el factor de necrosi tumoral  $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ), interleucina 6 (IL-6) i proteïna C-reactiva (CRP). Així provoca una senescència cel·lular. (Lo et al., 2020). Dirks i Leeuwenburgh (2002) han informat de la major susceptibilitat de les fibres musculars de tipus II al TNF- $\alpha$ , atribuint-se parcialment a la major pèrdua de fibra muscular de contracció ràpida (tipus II).

- En cas de dany muscular, les cèl·lules satèl·lits regeneren el múscul danyat reingressant al cicle cel·lular (Yin et al., 2013). No obstant això, a mesura que els músculs envelleixen, el grup de cèl·lules satèl·lits disminueix. La inflamació addicional provocarà el deteriorament d'aquestes cèl·lules satèl·lits provocant una disminució de la regeneració muscular.
- Síntesi i degradació de proteïnes: mantenir la massa proteica corporal està constantment sota la influència de dos mecanismes d'equilibri en adults, la síntesi (anabolisme) i la degradació (catabolisme) de proteïnes musculars. La capacitat de resposta de la síntesi de proteïnes a diferents factors nutricionals (proteïnes alimentaris, aminoàcids, insulina) s'altera durant l'envelliment. Això es tradueix en un balanç proteic negatiu i una pèrdua diària i regular de capital proteic. Això s'anomena resistència anabòlica. Per tant, hi ha més catabolisme que anabolisme (Tournadre et al., 2018).
- Canvis hormonals: l'envelliment s'associa amb canvis en la producció i sensibilitat hormonal, inclosa l'hormona del creixement (GH), el factor de creixement similar a la insulina (IGF-I), els corticoides, andrògens, estrògens i insulina. Aquestes hormones poden influir en l'anabolisme i estat catabòlic per a un metabolisme òptim de les proteïnes musculars. Disminució de GH, els nivells baixos d'IGF-I i la resistència a la insulina es mostren amb freqüència en persones grans (Walrand et al., 2011).

En la sarcopènia secundària, la fisiopatologia és similar a la de la sarcopènia primària, però no en tots aquests termes. Per exemple, per a malalties inflamatòries i/o autoimmunes, com l'artritis reumatoide, la fisiopatologia es deu principalment a un excés de cèl·lules inflamatòries que afecten les cèl·lules musculars (An et al., 2020).

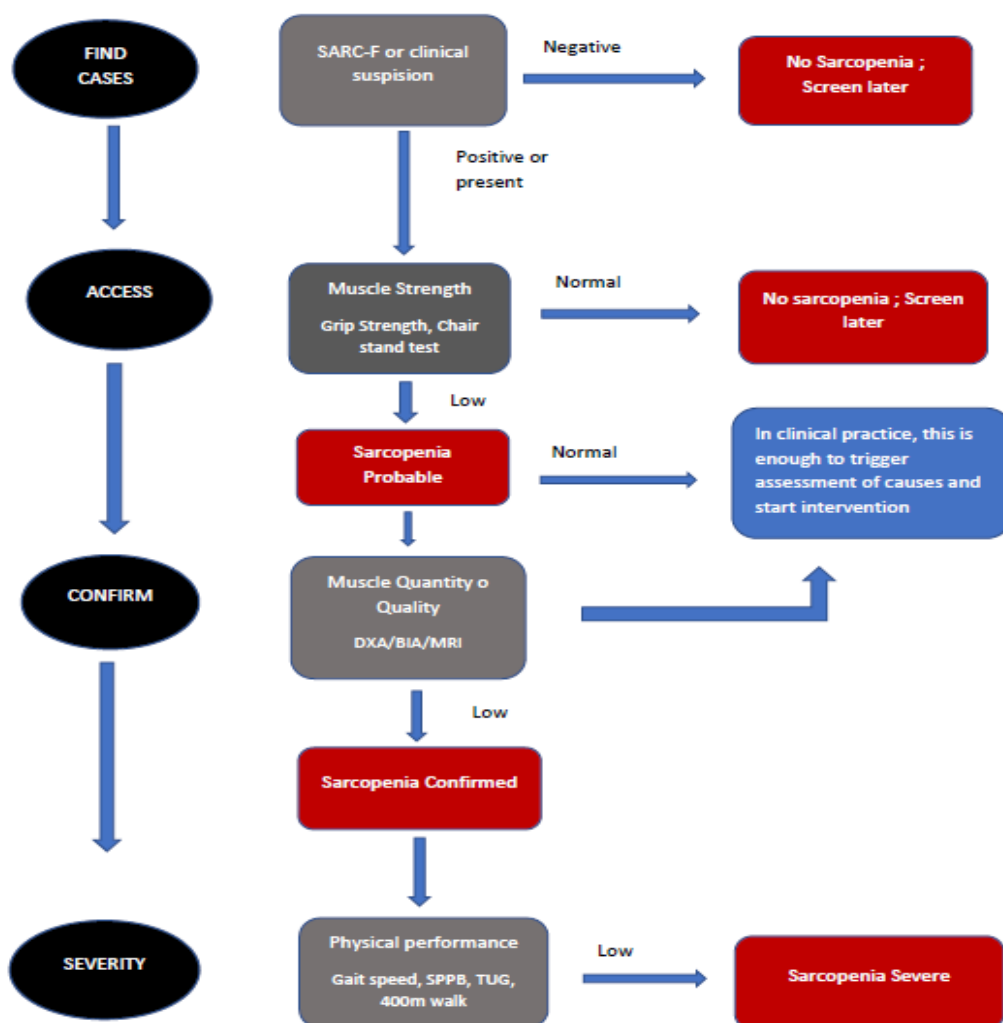
L'obesitat sarcopènica és causada per la resistència a la insulina. La insulina és una part essencial del metabolisme de les proteïnes en estimular el transport d'aminoàcids en els teixits i síntesi de proteïnes alhora que inhibeix la proteòlisi (Tournadre et al., 2018). La

resistència a la insulina provoca una disminució del metabolisme de les proteïnes musculars i un catabolisme més important.

Per a l'hipertiroïdisme, es tracta d'un canvi hormonal que provoca un catabolisme proteic que conduirà a la pèrdua de massa muscular (Choi et al., 2015). Per contra, els nivells baixos d'hormones tiroïdals també juguen un paper en la sarcopènia, ja que aquestes hormones participen en la regeneració muscular (Bloise et al., 2018).

### 2.1.6. Avaluació i diagnòstic de la sarcopènia

L'EWGSOP2 ha actualitzat el seu algorisme de detecció de casos, diagnòstic i determinació de la gravetat. S'ha fet aquesta actualització perquè hi ha una definició actualitzada de sarcopènia del 2018. Concretament, es recomana una via per trobar, evaluar, confirmar, i detectar la severitat.



**Figura 2:** Sarcopènia : Algorisme EWGSOP2 per trobar casos, fer un diagnòstic i quantificar la gravetat a la pràctica. Els passos del camí es representen com a Cerca-Avaluació-Confirmació-Severitat. EGWSOP2. Sarcopènia : revised European consensus on definition and diagnosis. Copyright 2018.

Fase Trobar (« Find cases »): a la pràctica clínica, sembla essencial fer un inventari acurat de possibles factors de risc: edat i qualitat de l'envelliment, condicions i estils de vida (en particular, dieta i activitat física) i l'existència de malalties associades. La sospita clínica creix quan el pacient es queixa de debilitat muscular, fatiga o poca tolerància a l'exercici. Per trobar aquelles persones que poden tenir sarcopènia, l'EGWSOP2 suggereix utilitzar el qüestionari SARC-F (Annex 1). Un resultat superior o igual a 4 indica un risc de sarcopènia. Aquesta prova té una sensibilitat molt baixa, motiu pel qual s'ha de dur a terme la fase d'avaluació (Joerger et al., 2016).

Fase Avaluar (« Access »): Per l'avaluació de la presència de sarcopènia, s'ha de realitzar una prova de força:

- El test de força de premsió palmar mesura la força isomètrica màxima dels músculs de la mà i l'avantbraç amb un dinamòmetre amb dades interpretatives de poblacions de referència adequades (Annex 2). El test de força de premsió palmar és senzill i econòmic (Annex 3), és un poderós predictor de les limitacions funcionals, mala qualitat de vida relacionada amb la salut i mort, es correlaciona moderadament amb força en altres zones corporals, per tant, serveix com a substitut de més mesures de força més complicades, com de braços i cames (Bohannon, 2019).
- « 30 Segons Chair stand test »: el participant s'ha d'aixecar tantes vegades com sigui possible durant 30 segons, un resultat de menys de 14 en persones de 60 a 64 anys, per exemple, indica una força muscular baixa (Annex 4).

Si el pacient és positiu a la prova, ha de passar a la fase de confirmació amb l'avaluació de la quantitat muscular. A la pràctica clínica, tenir força muscular baixa és suficient per iniciar una avaluació de les causes i començar el tractament (EGWSOP2, 2018).

Fase Confirmar (« Confirm »): per avaluar la quantitat de múscul pot utilitzar la absorptiometria biofotònica de raigs X (DXA) el més utilitzat o la anàlisi de la bioimpedància (BIA). No hi ha un valor mitjà per a la massa muscular, per això les proves de massa muscular no s'utilitzen gaire. A més, la precisió de la BIA no és gran i el DXA té un cost elevat, només se'n poden realitzar dos per any (per riscos a la salut) i requereix una gran experiència professional (Marra et al., 2019).

Fase Severitat (« Severity »): un cop confirmades la sarcopènia per aquestes proves, s'avalua la gravetat de la sarcopènia mitjançant una de les tres proves següents :

- El « Gait Speed »: temps per aconseguir 4 metres caminant (Annex 5). Una velocitat de marxa superior a 5 segons per caminar 4 metres (<0,8 m / s) suggereix un augment risc de fragilitat i necessitat de revisió clínica addicional (EGWSOP2, 2018).
- El « Short Physical Performance Battery » (SPPB): avalua la velocitat de la marxa, l'equilibri estàtic i la força de les extremitats inferiors (Annex 6,7 i 8) (EGWSOP, 2010).
- El « Time Up and Go » (TUG), avalua la funció física. Pel TUG, es demana als individus alçar-se d'una cadira estàndard, caminar fins a un marcador a 3m de distància, donar la volta, retrocedir i seure de nou. La prova es valorarà positiva si la puntuació supera els 20 segons (Podsiadlo i Richardson, 1991).

### **2.1.7.Tractament de la sarcopènia**

Basant-se en la comprensió actual de les possibles causes subjacents de la sarcopènia que inclouen desnutrició/malnutrició, inflamació crònica i manca d'exercicis; els tres pilars del tractament per augmentar la força i la massa muscular serien els fàrmacs, la nutrició i l'exercici físic (Lo et al., 2020). No obstant això, a la literatura científica, els resultats són molt controvertits.

Fàrmacs: els més utilitzats són la testosterona i l'hormona del creixement, que són hormones anabòliques. Molts estudis en persones grans de sexe masculí amb nivells baixos de testosterona han demostrat que la testosterona augmenta la massa i la força muscular (Morley i Malmstrom., 2013). No obstant això, en general, dosis relativament altes de testosterona són necessàries per augmentar la força muscular en comparació amb les menors dosis necessàries per augmentar la massa muscular (Morley i Malmstrom., 2013). La majoria d'estudis sobre hormones de creixement ha demostrat que pot augmentar la massa muscular i la retenció de nitrogen, però té poc efecte sobre la força muscular (Lissett i Shalet., 2000). A més, s'ha demostrat que té una varietat d'efectes secundaris inacceptables (Morley et Malmstrom., 2013).

Nutrició: les proteïnes, la vitamina D, la leucina i la citrulina són les més utilitzades per la sarcopènia. Jurgen Bauer et al. (2013) recomanen que les persones grans necessiten

més proteïnes dietètiques que la gent més jove. El lliandar anabòlic d'ingesta de proteïnes i aminoàcids en la dieta és més alt en individus grans en comparació amb els adults joves. (Baumgartner et al., 1999, Scott et al., 2010).

La suplementació de proteïnes en pacients sarcopènics sembla ser contradictòria. La ingesta de proteïnes no produiria cap guany de força o funció en la gent gran, sinó que podria produir un augment de massa muscular (Cruz-Jentoft et al., 2019). No obstant això, la nutrició impulsada (ingesta de proteïnes concentrada en un menjar, el 80% de la quantitat diària recomanada) mostra resultats favorables (Cynober L, Jourdan et al., 2004). Per tant, cal adaptar el mètode de presa de proteïnes per obtenir els resultats desitjats.

En relació a la vitamina D, no s'ha demostrat que sigui efectiva envers la sarcopènia, sinó en la reducció del nombre de caigudes relacionades amb la debilitat muscular en persones majors de 65 anys (Bischoff-Ferrari et al., 2009). No obstant això, una metaanàlisi indica que la suplementació amb vitamina D no augmenta la força muscular (Rosendahl-Riise et al., 2017).

La leucina és un aminoàcid que té un paper essencial en la síntesi de proteïnes musculars. Els estudis suggereixen que la suplementació de leucina a l'hora de menjar augmenta la síntesi de proteïnes musculars (Rieu et al., 2006). No obstant això, diversos estudis, inclosos els metanàlisis, mostren que en la gent gran, l'enriquiment a llarg termini de leucina no augmenta la força ni la funció muscular (Verhoeven i al., 2009, Leenders et al., 2011).

La L-citrulina és un aminoàcid no proteic, és a dir, no entra en la composició de les proteïnes. També és un efector del metabolisme proteic i energètic. En persones grans, la citrulina pot augmentar la massa muscular (Bouillanne et al., 2019) i millorar el rendiment físic. De la mateixa manera, en persones majors de 60 anys amb sarcopènia, la L-citrulina, combinades amb entrenament físic, són més efectives per augmentar la força i la funció muscular que entrenament físic sense associació amb citrulina (Buckinx et al., 2018).

En conclusió, la nutrició i la medicació per si sols no són suficients per a la sarcopènia, i aquestes dues opcions quan funcionen no condueixen a un guany de força muscular, que és una prioritat important en el tractament de la sarcopènia.

Exercici físic: segons Lo et al. (2020) en totes les recomanacions científiques, es recomana que la gent gran mantingui un alt nivell d'activitat física amb l'ús de

l'entrenament de resistència, l'entrenament aeròbic i anaeròbic. El mateix passa per la sarcopènia on caldrà augmentar la força, la massa muscular i la funcionalitat.

Lo et al. (2020) demostren que l'exercici és la intervenció més eficaç per afrontar la sarcopènia. D'un total de 34 estudis, només aquells que han participat en intervencions d'activitat física van mostrar una millora significativa en la força i el rendiment muscular, independentment de si es tracta d'un exercici aeròbic, anaeròbic o de resistència. D'altra banda, els nutracèutics i les intervencions farmacèutiques no van ser tan eficaços ni van mostrar un efecte sinèrgic prometedor quan s'administren simultàniament amb el règim d'exercici.

La capacitat aeròbica és una activitat que ajuda a augmentar l'adaptació muscular i la capacitat respiratòria. També dona suport a l'augment de la síntesi de proteïnes musculars sense afectar la força muscular (Aussel i Bouillanne., 2012). L'activitat aeròbica (caminar, nedar, córrer...) millora les funcions musculars i disminueix el greix corporal. Millora les capacitats aeròbiques (augmentació del volum mitocondrials) i, per tant, la possibilitat de realitzar activitats de la vida diària (Aussel i Bouillanne., 2012). S'ha demostrat que la capacitat aeròbica (de 20 a 40 minuts, 4 vegades a la setmana, durant 4 mesos) en persones majors de 60 anys promou la síntesi de proteïnes musculars (Onambélé-Pearson et al., 2010).

L'exercici de resistència convencional o High Load (HL) Resistance Exercise, és un entrenament de força reconegut com una estratègia per preservar la funció muscular durant tot el procés d'envelliment. Per a aquests propòsits, es recomanen intensitats entre 60-70% d'1 repetició màxima (1RM). Una multitud d'estudis demostren que l'estructura de programes d'exercici que inclouen resistència progressiva (exercici de resistència convencional) tenen efectes positius sobre la sarcopènia i resultats relacionats amb la sarcopènia com millorar activitats senzilles com caminar, pujar esgraons o aixecar-se d'una cadira més ràpidament (Cruz-jentoft et al., 2014). Les recomanacions per a persones amb sarcopènia són de 2 a 3 sessions d'entrenament a la setmana durant una durada de 6 a 12 setmanes (Beckwée et al., 2019).

## **2.2. Restricció de flux sanguini/ Blood Flow Restriction (BFR)**

### **2.2.1. Definició BFR**

L'entrenament BFR és un protocol d'entrenament que combina el tancament d'un vas sanguini i un entrenament intens amb alta repetició per alterar l'entorn fisiològic en què treballa un múscul. El BFR és conegut amb molts noms, inclòs l'entrenament per mossegades, la reducció vascular (VR), restricció del flux sanguini i l'entrenament KAATSU, anomenat així pel seu inventor, el japonès Yoshiaki Sato al 1996 (Slysz et al., 2016).

La tècnica BFR implica l'aplicació de pressió externa, normalment mitjançant un puny de torniquet pneumàtic, a la regió més proximal de les extremitats superiors i/ o inferiors. Quan el manegot està inflat, hi ha una compressió mecànica progressiva de la vascularització sota el manegot, que provoca una restricció parcial del flux sanguini arterial a les estructures distals del manegot però que afecta més intensament el flux venós sota el manegot. La compressió del sistema vascular prop del múscul esquelètic resulta en un subministrament insuficient d'oxigen (hipòxia) al teixit muscular (Manini i Clark., 2009). A més, la disminució del flux sanguini venós condueix a una acumulació de sang als capil·lars de les extremitats ocluses, sovint reflectida per un eritema visible. El nivell d'acumulació de sang pot influir en la quantitat de pressió aplicada. A més, quan es realitzen contraccions musculars en condicions BFR, hi ha un augment de la pressió intramuscular sota el puny que altera encara més el flux sanguini.

Hi ha 3 tipus de BFR : BFR amb exercici de resistència (BFR-RE) o BFR amb poca càrrega escurçat a BFR-LL, BFR juntament amb activitat aeròbica (BFR-AE) i BFR passiu, sense exercici (P-BFR) (Patterson et al., 2019).

### **2.2.2. Mecanisme**

En els exercicis de resistència, les unitats motrius i els fibres musculars, són recrutades segons el « principi de mida », les unitats motrius més petites associades a fibres de tipus I són activades inicialment a baixa intensitat, i les unitats motrius més grans associades a



fibres musculars de tipus II es recluten a intensitats d'exercici més altes amb més nivell de força contràctil. Per tal d'augmentar la massa muscular i força, és important activar les fibres musculars tipus II durant l'entrenament, tal com s'ha demostrat que són aquestes fibres més susceptibles a la hipertròfia que les fibres tipus I i generalment són més grans. Per tant, anteriorment es va suggerir que només la resistència d'intensitat moderada a alta (> 60% del màxim d'1 repetició (1RM)) pot induir guanys importants en massa muscular i força (Lixandrao et al., 2017).

No obstant això, investigacions més recents han demostrat que l'efectivitat de l'entrenament de l'exercici amb BFR, que pot produir adaptacions hipertròfiques i força muscular amb intensitats d'exercici molt més baixes del que es pensava (20-40% d'1RM) (Centner et al., 2019). Tot i que l'exercici de resistència tradicional ajuda a guanyar força i massa a través de l'estrès mecànic, el BFR funciona a través de l'estrès metabòlic. Centner et al. (2019) indiquen que l'estrès metabòlic (és a dir, acumulació de metabòlits durant exercici) es igual d'important que la tensió mecànica.

Pearson i Hussain (2014) indiquen que l'estrès metabòlic induït per l'exercici provoca hipertròfia muscular mitjançant diversos mecanismes, inclosos l'augment de la producció d'hormones sistèmiques, l'augment del reclutament de fibres tipus II, la inflamació cel·lular, els danys muscular i l'augment de la producció de espècies reactives a l'oxigen (ROS), considerats tots com a mediadors de proteïnes musculars per a la inducció del creixement muscular. L'augment de l'estrès metabòlic provoca una forta resposta hormonal anabòlica després de fer exercici. Nombrosos estudis han reportat exercici de resistència de baixa intensitat amb BFR per facilitar l'expressió de moltes hormones sistèmiques, inclosa l'hormona del creixement (GH) i IGF-1 (Takarada et al., 2000).

L'inflamació cel·lular (hidratació intracel·lular) provoca un augment de la síntesi de proteïnes i disminució de la proteòlisi en les fibres musculars. Un augment de l'acumulació de metabòlits a través de BFR crea un gradient de pressió que afavoreix el flux sanguini al múscul (espai intracel·lular). La inflamació cel·lular també podria induir el creixement muscular mitjançant la proliferació de cèl·lules satèl·lits (Pearson i Hussain., 2014).

El major reclutament de fibres musculars tipus II amb el BFR sembla ser un factor responsable dels potents efectes hipertròfics (Loenneke et al., 2011). El BFR ha demostrat que el reclutament de fibres musculars de tipus 2 és possible fins i tot a intensitats molt baixes, possiblement a causa d'un subministrament insuficient d'oxigen i l'alta acumulació de metabòlits (Pearson i Hussain., 2014).

## **2.3.Protocol amb BFR**

### **2.3.1.Pressió**

Patterson et al. (2019) afirmen que la quantitat de pressió necessària per aturar el flux sanguini cap a una extremitat, és a dir, la pressió d'oclusió arterial (AOP), està relacionada amb un ventall de característiques individuals de les extremitats; la forma, l'amplada i la longitud, la mida de l'extremitat o la pressió arterial d'un individu. Un membre més gran requerirà més pressió del puny per restringir completament el flux sanguini arterial. Per tant, es recomana ajustar la pressió durant l'exercici BFR en funció de la mesura de l'AOP, amb pressions entre el 40 al 80% de l'AOP.

### **2.3.2.Modalitat de l'exercici**

Lixandrao et al. (2015) afirma que la pressió aplicada durant l'exercici també depèn de la càrrega relativa elevada durant l'exercici de resistència. Per a la majoria de les persones que fan exercici amb càrregues corresponents del 20 al 40% d'1RM, probablement maximitzarà el creixement i la força muscular.

Patterson et al. (2019) indiquen que en general, per al BFR-RE s'utilitzen freqüentment 75 repeticions 75 en quatre series, amb 30 repeticions en la primera sèrie i 15 repeticions en cada conjunt posterior, S'aplica el mateix nombre de repeticions per a persones grans (Vechin et al., 2015).

El període de descans oscil·la entre 30 fins a 60 segons (Loenneke et al., 2011). Hi ha dos mètodes per descansar entre les series d'exercicis: el primer és treure el puny durant el descans (BFR intermitent), el segon per mantenir el puny (BFR continu), Yasuda et al.

(2013) van demostrar una activació muscular similar amb pressió contínua i intermitent durant els períodes de descans, però només quan s'aplicava una pressió alta del puny (per BFR intermitent).

S'han registrat increments de la hipertròfia i la força muscular amb BFR-RE amb dues sessions per setmana (Takarada et al., 2000 ; Madarame et al., 2008).

Per la durada dels programes de BFR-RE, s'han observat adaptacions de la hipertròfia i la força muscular en períodes curts, com ara d'1 a 3 setmanes (Nielsen et al., 2012).

### **2.3.3.Risc**

Patterson et al. (2019) indiquen que l'efecte de BFR-RE sobre la resposta cardiovascular central depèn del nivell de pressió, del mode d'exercici (BFR-RE o BFR-AE) i el mode d'aplicació (continu o intermitent). Cal tenir en compte que la gestió de la pressió afecta la resposta cardiovascular a BFR-RE, pressions restrictives relatives més altes indueixen respostes cardiovasculars més altes a BFR-RE (Rossow et al., 2012) i poden augmentar el risc potencial associat a BFR-RE. A més, si els punys de pressió no s'eliminen durant els intervals de descans, BFR-RE podria mantenir una pressió arterial elevada en comparació amb HL-RE (Downs et al., 2014). Patterson et al. (2019) mostren que no hi ha un augment dels tromboembolismes venosos (TEV) amb el BFR en persones grans.

Brandner et al. (2018) mostren que durant l'última dècada, es va produir un augment en la utilització de l'exercici BFR en poblacions clíniques com ara persones grans, dones embarassades, persones amb lesions musculoesquelètiques, pacients amb hipertensió o malaltia cardiovasculars, sense tenir efectes secundaris reportats. No obstant això, Brandner et al. (2018) indiquen possibles contraindicacions a l'ús de BFR: persones amb hipertensió no controlada, tromboembolisme venós, hemofília, diabetis no controlada, varius o vasos arterioescleròtics que provoquen una mala circulació sanguínia. Totes aquestes, són possibles contraindicacions que s'han de posar en context segons la persona.

Basat en la literatura actual, sembla que l'exercici amb BFR es pot utilitzar de forma segura en la majoria de les poblacions sense risc significatiu de complicacions, sempre que el prescriguin professionals amb formació que coneguin els protocols adequats i possibles contraindicacions per al seu ús (Bradner et al., 2018).

## **2.4. Justificació**

L'exercici de resistència convencional és un dels mètodes provats per tractar la sarcopènia, tot i que Beckwée (2019), indica que els exercicis amb més del 80% d 1RM serien encara més eficaços. Dins la metaanàlisi de Lo et al. (2020) tots els exercicis de resistència són en aquest modalitat (>60% del 1RM). Això planteja el problema que la intervenció amb exercici de resistència convencional per a persones que vulguin augmentar la seva força i massa muscular només està disponible per a pacients o persones grans que són raonablement mòbils i amb bona salut. A més, com que les capacitats físiques varien entre pacients, és essencial personalitzar el règim d'exercici per a cada pacient per maximitzar-ne l'efecte beneficiós, cosa que fa que l'entrenament de resistència convencional per a una enorme població de pacients sigui poc realista i difícil (Lo i al., 2020).

No obstant això, si s'utilitzés el mètode BFR per a l'exercici de resistència (BFR-RE), la utilitat seria major, de manera que més persones podrien fer exercici de resistència, tot i els problemes de mobilitat o, fins i tot, la motivació. S'ha demostrat que el BFR-RE permet guanyar força i massa muscular en persones grans sanes (Centner et al., 2019). Només un article parla de la relació entre BFR-RE i sarcopènia (Grutter Lopes, 2017), tanmateix, és un informe de cas, per tant, la seva evidència científica és molt baixa. Per tant, falten moltes investigacions sobre aquest tema, tot i que els resultats obtinguts amb persones grans sanes són encoratjadors. Per tots aquests motius es considera necessari valorar l'eficàcia de la BFR-RE en pacients diagnosticats de sarcopènia.

## **3. Hipòtesis i Objectius**

### **3.1.Hipòtesi**

El tractament amb BFR-RE és efectiu per augmentar la força, la massa muscular, el rendiment físic i la qualitat de vida dels adults majors diagnosticats amb sarcopènia.

### **3.2.Objectiu principal**

- Avaluar l'efectivitat del tractament amb BFR-RE en adults majors diagnosticats de sarcopènia en relació a la força muscular.

### **3.3.Objectius secundaris**

- Avaluar l'efectivitat del tractament amb BFR-RE en adults majors diagnosticats de sarcopènia en relació al rendiment físic.
- Avaluar l'efectivitat del tractament amb BFR-RE en adults majors diagnosticats de sarcopènia en relació a la qualitat de vida.
- Avaluar l'impacte del tractament amb BFR-RE en adults majors diagnosticats de sarcopènia en relació a la massa muscular.
- Comparar el tractament entre BFR-RE i exercici convencional en adults majors diagnosticats de sarcopènia.

## **4. Metodologia**

### **4.1.Àmbit d'estudi**

El present estudi es realitzarà al gabinet liberal de fisioteràpia de Roanne (França). El gabinet està especialitzat en geriatria, per tant, el tipus de població és la gent gran, caracteritzada per síndromes post-caiguda, pròtesis de genoll i maluc, trencament del manegot dels rotadors, trastorns de l'equilibri, etc.

### **4.2.Disseny**

L'estudi serà quantitatiu experimental, en forma d' assaig clínic longitudinal aleatoritzat.

L'estudi tindrà una durada de 12 setmanes (Cook et al., 2017, Lixandrao et al., 2017) amb 23 sessions d'intervenció per cada grup. Hi haurà 3 valoracions: una abans de començar la intervenció, una al mig i una al final.

Es realitzarà un estudi simple cec, degut a la impossibilitat de fer-ho a doble cec (el fisioterapeuta que realitza la intervenció ha de saber quin tractament ha de rebre cada participant). Un altre fisioterapeuta diferent farà totes les valoracions. Ambdós fisioterapeutes seran professionals amb 5 anys d'experiència en l'àmbit del sistema musculoesquelètic i formats en BFR-RE.

### **4.3.Poblacio i mostra/participants**

La poblacio de l'estudi la formen 100 participants potencials, diagnosticats de sarcopènia pel metge, majors de 65 anys, amb capacitat per realitzar activitats instrumentals de la vida diària (AIVD), procedents del gabinet de fisioteràpia de Roanne. La mostra final serà de 36 participants totals (18 per grup), prenent com referència l'article de Cook et al. (2017). La randomització es durà a terme mitjançant el sorteig de pacients per formar dos grups: experimental (BFR-RE) i control (exercici convencional). Això permetrà minimitzar el biaix de selecció (grups homogenis). La randomització es realitza el més tard possible per evitar la pèrdua de seguiment entre la randomització i l'inici de la intervenció.

S'estableix una llista d'aleatorització segons el protocol per un bioestadístic. Seguidament s'explica l'estudi i s'entrega un full d'informació als participants, i en cas d'estar d'acord amb la seva participació, signaran un consentiment informat (Annex 9).

#### **4.4. Criteris d'inclusió i exclusió**

##### Criteris d'inclusió:

- Pacients diagnosticats de sarcopènia.
- Pacients > 65 anys (Cook i al., 2017).
- Capacitat per realitzar AIVD (Tenir 8 a l'escala de Lawton i Brody),(Annex 10).

##### Criteris d'exclusió:

- HTA no controlada (Cook et al., 2017).
- Malaltia terminal (Cook et al., 2017).
- Infart de miocardi en els darrers 6 mesos (Cook et al., 2017).
- Malaltia cardiovascular inestable (Cook et al., 2017).
- Fractura en el darrers 6 mesos (Cook et al., 2017).
- Hemofilia (Bradner et al., 2018).
- Diabetis no controlada (Vechin et al., 2015).
- Vasos arterioscleròtics (Bradner et al., 2018).
- Varius (Bradner et al., 2018).
- Trombosi venosa (Bradner et al., 2018).
- Seguir una dieta rica en proteïnes.
- Pràctica del BFR-RE o HL en els darrer 6 mesos (Cook et al., 2017).

#### **4.5. La intervenció**

La intervenció consistirà en l'aplicació d'un protocol, consistent a enfortir els músculs del quàdriceps. Una baixa força muscular de l'extensor del genoll és un predictor de mala funció física, discapacitat, hospitalització i mortalitat (Kim et al., 2012), i per tant una menor qualitat de vida (Fusco et al., 2012). El tractament durarà 12 setmanes (Cook et al., 2017), amb una freqüència de 2 sessions setmanals de 30 minuts de durada (Cook et al., 2017, Lixandrao et al., 2017). La intervenció estarà composta per 36 participants, dos grups de 18 participants cadascun: el grup BFR-RE (grup experimental) i el grup d'exercici

convencional o High Load (HL), (grup control). Els protocol es realitzarà els dilluns i divendres, essent el primer dilluns d'avaluació, els exercicis es començaran en dimecres.

Durant la primera avaluació, hi haurà explicacions sobre el funcionament de les dues màquines utilitzades: el LegPress inclinat a 45 graus, model TechnoGym-Pure Leg Press, (Annex 11) i un LegExtension assegut, model TechnoGym-Pure Leg Extension (Annex 12). Aquests dos exercicis (LegExtension i LegPress), per enfortir els músculs quàdriceps amb el BFR -RE o l'exercici de resistència convencional. Les dues màquines utilitzades són de pes lliure, cosa que permet treballar amb un pes precís, a diferència de les màquines amb càrregues guiades. Durant la primera sessió, hi haurà un càlcul dels 10 RM; es calcularà a les dues màquines, fent un escalfament en primer lloc i augmentant gradualment la càrrega fins arribar a les 10 repeticions.

El braçalet utilitzat per al BFR serà de la marca AirBandsBFR (Annex 13), que permet un inflat automàtic i un ajust molt precís de l'oclusió. El braçalet està connectat directament a l'aplicació de telèfon AirBandsBFR. El braçalet s'instal·larà a la part proximal de la cuixa, provocant una oclusió parcial del quàdriceps.

També hi haurà per a ambdós grups de pacients una explicació dels principis de l'entrenament per permetre una millor adherència al tractament. Per al grup experimental, es faran explicacions addicionals sobre el BFR i el càlcul de l'AOP per a cada pacient. L'AOP es calcula mitjançant un Hokanson TD312 Calculating Cuff Inflator (Cook et al., 2017), (Annex 14).

<b>GRUP CONTROL / GRUP EXPERIMENTAL</b>	<b>DILLUNS</b>	<b>DIMECRES</b>	<b>DIVENDRES</b>
<b>Setmana 1</b>	<b>Explicació/ Valoració Inicial/ + 10RM</b>	HL/ BFR-RE	HL/ BFR-RE
<b>Setmana 2</b>	HL/ BFR-RE		HL/ BFR-RE
<b>Setmana 3</b>	HL/ BFR-RE		HL/ BFR-RE
<b>Setmana 4</b>	HL/ BFR-RE		HL/ BFR-RE



GRUP CONTROL / GRUP EXPERIMENTAL	DILLUNS	DIMECRES	DIVENDRES
Setmana 5	HL/ BFR-RE		HL/ BFR-RE
Setmana 6	HL/ BFR-RE	Valoració Intermèdia	HL/ BFR-RE
Setmana 7	HL/ BFR-RE		HL/ BFR-RE
Setmana 8	HL/ BFR-RE		HL/ BFR-RE
Setmana 9	HL/ BFR-RE		HL/ BFR-RE
Setmana 10	HL/ BFR-RE		HL/ BFR-RE
Setmana 11	HL/ BFR-RE		HL/ BFR-RE
Setmana 12	HL/ BFR-RE		Valoració Final

**Taula 1:** Taula d'intervenció per al grup experimental i control

HL: Exercici de resistència convencional ( grup control).

BFR-RE: Exercici de resistència amb BFR ( grup experimental).

#### El grup control:

Abans d'iniciar el protocol, s'haurà de calcularl' 1 RM de cada pacient. Un mètode senzill per aconseguir-ho és multiplicar els seus 10RM x 1,3. 10RM correspon al 75% de 1RM (Annex 15). El protocol consistirà en un escalfament amb bicicleta, Technogym Bike Forma, (Annex 16) de 2 minuts. A continuació, els pacients passaran a les màquines de LegPress i realitzaran 10 repeticions a un pes molt lleuger (5% d'1RM) i avançaran fins al 70% del seu 1RM. Després realitzaran 4 sèries fins a un fracàs voluntari amb un descans de 90 segons entre cada sèrie. Un fracàs voluntari es produirà quan l'individu no pugui completar tot el conjunt de moviments. La fase concèntrica i excèntrica del moviment de l'exercici duraran un i tres segons respectivament i seran controlades per un metrònom. La càrrega augmentarà de 2 a 5 kg quan els participants puguin realitzar més de 15 repeticions durant almenys dos series d'exercicis en un dia determinat (Cook et al., 2017). Es farà un descans de cinc minuts entre el LegPress i el LegExtension. El mateix procés tindrà lloc per el LegExtension, però sense escalfament a la bicicleta.

Exercicis	Intensitat	Repeticions	Temps	Sèries	Descans	Temps Total
<b>LegPress</b>	70% D'1RM	al fracàs	3-0-1-0	4	90 segons	8 minuts
<b>LegExtension</b>	70% D'1RM	al fracàs	3-0-1-0	4	90 segons	8 minuts

**Taula 2:** Paràmetres de l'exercici de resistència convencional (HL)

RM : repetició màxima

### El grup experimental:

Aquest grup, on s'utilitzarà el BFR-RE, la intensitat utilitzada variarà entre el 20 i el 50% d'1RM (Lixandrao et al., 2017), el nombre de repeticions va de 15 a 30 (Patterson et al., 2019). La resta passa de 30 segons a 1 minut (Loenneke et al., 2001). L'oclusió arterial varia del 40 al 80% (Patterson i al., 2018). Amb el BFR-RE continu, l'oclusió és menys important, però la intensitat de l'exercici (% del'1RM) és més gran. Per a aquest protocol, s'utilitzarà un BFR continu amb un AOP al 50% i una intensitat del 40% d'1RM.

Inicialment caldrà calcular el 40% d'1RM, mitjançant el seu 1RM teòric a partir del seu 10RM. A continuació, s'haurà de trobar l'oclusió de la pressió arterial (AOP) mitjançant el puny i després utilitzar el 50% d'aquest AOP. Els pacients s'escalfaran durant 2 minuts en bicicleta. A continuació, realitzaran 30 repeticions al 5% d'1RM sobre el LegPress fins a arribar al 40% d'1RM. Els braçalets s'instal·laran al nivell proper de les cuixes i s'inflaran fins al 50% de l'AOP. Els participants realitzaran 4 sèries, la primera de 30 repeticions i les altres 3, 15 repeticions (Patterson et al., 2019). El temps de descans serà de 45 segons, el braçalet no es traurà durant el descans entre sèries (BFR-RE continu). Les fases concèntrica i excèntrica seran d'1 i 3 segons respectivament, controlades per un metrònom. La càrrega d'exercici augmentarà al voltant de 2 a 5 kg quan els participants puguin fer fàcilment el primer conjunt de 30 repeticions, és a dir, seran capaços de fer 3 repeticions més amb el moviment complet en un dia determinat (Cook et al., 2017). Es farà un descans de cinc minuts entre el LegPress i el LegExtension. El mateix procés tindrà lloc per el LegExtension, però sense escalfament a la bicicleta.

Exercicis	Intensitat	Repeticions	Temps	Sèries	Descans	Temps Total
LegPress	40% D'1RM	30/15/15/15	3-0-1-0	4	45 segons	7min15
LegExtension	40% D'1RM	30/15/15/15	3-0-1-0	4	45 segons	7min15

Taula 3: Paràmetres de l'exercici BFR-RE

## 4.6. Variables i els mètodes de mesura

### 4.6.1. Variables Independents

#### Variable independent principal:

- El tractament: Variable qualitativa nominal, s'obté mitjançant la randomització. El mètode utilitzat per mesurar-lo serà interrogant el fisioterapeuta que supervisa els exercicis de BFR-RE i HL al final de l'estudi.

#### Variables independents secundàries:

- Edat: Variable independent quantitativa discreta. El mètode de mesura es fa mitjançant el diagnòstic inicial del metge. L'unitat de mesura són els anys.
- Gènere/Sexe: Variable independent qualitativa nominal. El mètode de mesura es fa mitjançant el diagnòstic inicial del metge. L'unitat de mesura és Dona/Home.
- AIVD: Variable independent quantitativa discret. El mètode de mesura es l'escala de Lawton i Brody (Annex 10). L'escala d'activitats instrumentals de la vida quotidiana de Lawton és un instrument utilitzat per a l'avaluació d'activitats més complexes que impliquen funcions cognitives. La valoració de les activitats instrumentals de la vida diària correspon a l'avaluació d'activitats complexes (en el sentit que requereixen una certa habilitat, autonomia, bon criteri i capacitat d'estructurar tasques) governades essencialment per funcions cognitives. L'escala representa una dimensió que és la d'un funcionament físic, mental i social a avaluar diferents activitats com ara comprar, fer servir el transport públic comú, cuinar, fer tasques domèstiques o bugaderia, utilitzar el telèfon, prendre medicació, gestioneu el pressupost. Les activitats es puntuen a una

escala de 4 nivells (de 0 a 3), que va permetre ampliar l'interval de 8 a 32 punts, una puntuació alta mostra una dependència més alta i una puntuació baixa correspon a major nivell d'autonomia (Cromwell David., 2003).

#### **4.6.2. Variables dependents**

- **Força muscular:** Variable dependent quantitativa discreta. El mètode de mesura és el 30 Second Chair Stand Test (Annex 4): El participant s'ha d'aixecar i seure d'una cadira el màxim de vegades possible en 30 segons . Per als homes de 65 a 74 anys, una puntuació <12 indica risc de caigudes i debilitat muscular. Per a les dones de 65 a 69 anys, una puntuació <11 indica debilitat muscular. Per a homes de 75 a 79 anys <11 / Per a dones de 70 a 74 anys <10 / Per a homes de 80 a 84 i dones de 75 a 79 <10 / Per a dones de 80 a 84 anys <9 / Per a homes i dones de 85 a 89 <8 / Per a homes i dones de 90 a 94 < 7 i 4 respectivament (Rikli et al., 1999).
- **Massa muscular:** Variable dependent quantitativa continua. El mètode de mesura és amb la bioimpedància. L'anàlisi d'impedància bioelèctrica (BIA) és un mètode d'ús habitual per estimar la composició corporal, en particular el greix corporal i la massa muscular. Un corrent elèctric feble flueix pel cos i es mesura la tensió per calcular la impedància (resistència) del cos. La majoria de l'aigua corporal s'emmagatzema al múscul (Kyle U., 2004). La mesura d'impedància es mesura normalment des del canell fins al turmell contralateral i utilitza dos o quatre elèctrodes. Es passa un petit corrent de l'ordre d' 1 a 10  $\mu$ A entre dos elèctrodes i es mesura la tensió entre ells (Foster et al., 1996). L'unitat de mesura de la BIA és els quilograms. S'utilitzarà el model seca mBCA 515 (Annex 17).
- **Rendiment físic:** Variable dependent quantitativa discreta. El mètode de mesura és amb el SPPB Test (Annex 6,7,8): El SPPB (Short Physical Performance Battery) és la suma de les puntuacions de tres criteris: la prova d'equilibri, la prova de velocitat de marxa i la prova de la cadira. Aquesta prova avalua el rendiment físic d'una persona.
  - *Prova d'equilibri:* Mantenir-se amb els peus units durant 10 segons. Si pot fer-ho: 1 punt. Incapaç 0.  
De peu en semi-tàndem 10 segons. Si pot fer-ho: 1 punt. Incapaç 0.

De peu en tàndem 10 segons. Capaç: 3 punts. Entre 3-9 segons: 2 punts. <3: 0 punt.

- *Prova de velocitat de marxa*: Mesurar el temps necessari per completar 4 metres a un ritme normal.

<4,8 segons: 4 punts.

4.82-6.20: 3 punts.

6,21-8,70: 2 punts.

> 8,7: 1 punt.

Incapaç: 0.

- *Prova de la cadira*:

Pre-prova: el pacient creua els braços i intenta aixecar-se d'una cadira, si és incapaç la puntuació és 0 (incapaç).

Prova: 5 aixeca't d'una cadira i mesura el temps necessari per completar-les.

Temps <11,19 segons: 4 punts.

11.20-13.69: 3 punts.

13.70-16.69: 2 punts.

> 16,70: 1 punt.

> 60 o incapaç: 0 punt.

La suma de les puntuacions de totes les proves proporciona una puntuació de rendiment global.

Resultats:

SPPB 0-6 Baix rendiment.

SPPB 7-9 Actuacions intermèdies.

SPPB 10-12 Alt rendiment. (Gulranik et al., 2000).

- Qualitat de vida: Variable dependent quantitativa discreta. La mètodo de mesura és amb el qüestionari SarQol (Annex 18): Aquest qüestionari és un qüestionari autoadministrat que inclou 55 ítems transcrits en forma de 22 preguntes. El qüestionari es completa en uns 10 minuts. El total possible per a aquesta prova és de 100 punts. (Beaudart et al., 2017).

<b>Variabes</b>	<b>Tipus</b>	<b>Mètode de mesura</b>	<b>Moment de valoració</b>	<b>SPSS</b>
<b>Tractament</b>	Independent principal/ Qualitativa nominal	Pregunta al fisioterapeuta	Final de l'intervenció	TRA Experimental : 0 Control : 1
<b>Edat</b>	Independent secundària/ Quantitativa discret	Diagnòstic del metge	Inici del reclutament	EDA
<b>Gènere/Sexe</b>	Independent secundària/ Qualitativa nominal	Diagnòstic del metge	Inici del reclutament	GEN Home : 0 Done : 1
<b>Activitat instrumental de la vida diària</b>	Independent secundària/ Quantitativa discret	Escala de Lawton i Brody	Inici del reclutament	AIV
<b>Força muscular</b>	Dependent / Quantitativa discret	30 second chair stand test	Inici / meitat/ final de l'intervenció	FOR1/FOR2/ FOR3
<b>Massa muscular</b>	Dependent / Quantitativa continua	BIA	Inici/ meitat/ final de l'intervenció	MAS1/MAS2/ MAS3
<b>Rendiment físic</b>	Dependent/ Quantitativa discret	SPPB	Inici/ meitat/ final de l'intervenció	REN1/REN2/ REN3
<b>Qualitat de vida</b>	Dependent / Quantitativa discret	SarQol	Inici/ meitat/ final de l'intervenció	QUA1/QUA2/ QUA3

**Taula 4:** Resum de les diferents variables

## 4.7. Anàlisi dels registres

Les dades obtingudes durant l'estudi seran recollides en el programa estadístic Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). Les dades seran confidencials i només accessibles a l'avaluador final de l'estudi. En aquesta base de dades s'utilitzarà totes les

variables que s'han obtingut gràcies als diferents mètodes de mesures utilitzats, amb l'objectiu de interpretar i justificar els resultats.

Les dades de les variables quantitatives seran estudiades inicialment a través de l'estadística descriptiva i presentades a través de la mitjana i desviació típica.

La distribució normal de totes les dades serà comprovada per a totes les variables mitjançant la prova de Kolmogorov-Smirnov.

Les dades s'expressaran com la diferència mitjana amb un nivell d'interval de confiança del 95%. L'anàlisi de la variància de mesures repetides bidireccionals (ANOVA) s'utilitzarà per detectar diferències en variables dependents en comparació amb la variable independent intrasubjecte (inici, mitja, final de la intervenció) i el factor intersubjecte (HL, BFR).

Canvis en les variables dependents durant els diferents moments d'avaluació, expressades com a diferències mitjanes amb els intervals de confiança del 95% s'avaluaran amb ANOVA unidireccionals i T-student (test-t) per comparar les diferències mitjanes. Un nivell alfa  $< 0.05$  (P-valor) es necessitarà per a la significació estadística.

#### **4.8.Limitacions de l'estudi**

Durant la realització d'aquest assaig clínic poden sorgir diversos problemes:

- Biaix de selecció: abandonaments dels participants mitjançant la selecció, disminució de la mida de la mostra, abandonaments dels participants durant l'assaig clínic i reducció de la mida de la mostra. Per resoldre aquest problema, durant el procés de selecció, caldrà insistir en l'assistència durant l'assaig clínic. Els càlculs de mostra permeten evitar aquest tipus de biaix.
- Biaix de factors de confusió: un altre problema és la relació amb la nutrició, ja que algunes persones poden consumir més proteïnes o altres micronutrients com l'omega 3 que poden augmentar l'anabolisme muscular, causant guanys musculars que no estan directament relacionats amb l'assaig clínic, cosa que esbiaixaria els resultats. Durant l'assaig clínic, s'hauria de dir als participants que no canviessin la seva dieta.

- Falta de seguiment: l'estudi té una durada de 12 setmanes i podria avaluar els beneficis de la BFR a curt termini, però no a llarg termini. La força, la massa muscular, el rendiment físic i la qualitat de vida s'han d'avaluar molt després de l'assaig clínic per veure si hi ha diferències entre els dos grups.

Proposta de futur: Per tal de millorar aquest protocol si s'utilitzés, seria interessant augmentar la mida de la mostra per obtenir resultats més convincents. A més, un càlcul de la mostra seria òptim per limitar el biaix de selecció. Els resultats també s'haurien de comparar per grups d'edat i sexe per veure si determinades característiques intrínseques influeixen en l'eficàcia del BFR-RE. Per limitar el biaix de confusió, tots els participants haurien de seguir la mateixa dieta. Caldria fer un seguiment més llarg, per exemple, una avaluació 6 mesos després per veure si hi ha diferències entre el grup BFR i el grup control.

#### **4.9.Aspectes ètics**

Respectant la Llei Orgànica 15/1999, del 13 de desembre, de protecció de dades de caràcter personal (LOPS), seguirem els diferents protocols establerts per garantir i protegir els drets de cada participant, en cada moment.

Tots els individus participaran en aquesta intervenció de manera voluntària, i hauran de signar un consentiment informat donant el dret de participar a l'estudi. Aquest consentiment haurà de ser signat en la primera consulta, abans de la recollida de qualsevol informació sobre el pacient i abans d'administrar un tractament. Dins d'aquest full s'informa al pacient en què consisteix l'assaig clínic, el temps de la intervenció, la implicació necessària i tota la informació específica.

Abans que es pugui iniciar un assaig clínic, primer ha d'haver obtingut l'acord d'un comitè d'ètica (Comitè de revisió de l'ètica de l'Inserm). Abans de començar el l'assaig clínic, el patrocinador presenta una sol·licitud d'autorització. El comitè d'ètica consultat emet una opinió amb o sense objecció.



## 5. Utilitat pràctica dels resultats

Segons les estadístiques de l'Informe sobre la població mundial, el 2050, una de cada sis persones al món tindrà més de 65 anys (16%), en comparació amb una de cada onze del 2019 (9%). La sarcopènia representarà un problema cada cop més freqüent, tenint en compte els riscos per a la salut humana i l'impacte econòmic d'aquesta malaltia (Cawhton et al., 2017), sembla important la investigació sobre els tractaments més eficaços per superar aquesta patologia.

Si els resultats obtinguts demostren l'efectivitat del tractament envers els aspectes clínics avaluats, es reforçaria la idea de continuar la investigació sobre BFR-RE en pacients sarcopènics, permetent posteriorment utilitzar aquesta tècnica en pacients amb restriccions de mobilitat i / o amb una disminució de la força / massa. Per tant, l'ús de BFR-RE seria un altre mètode per guanyar força / massa muscular en pacients amb sarcopènia.

## 6. Annex

### Annex 1: Questionnari Sarc-F

Component	Question	Scoring
Strength	How much difficulty do you have in lifting and carrying 10 pounds?	None = 0 Some = 1 A lot or unable = 2
Assistance in walking	How much difficulty do you have walking across a room?	None = 0 Some = 1 A lot, use aids, or unable = 2
Rise from a chair	How much difficulty do you have transferring from a chair or bed?	None = 0 Some = 1 A lot or unable without help = 2
Climb stairs	How much difficulty do you have climbing a flight of 10 stairs?	None = 0 Some = 1 A lot or unable = 2
Falls	How many times have you fallen in the past year?	None = 0 1–3 falls = 1 4 or more falls = 2

Annex 2: Taula d'estàndards del test de força de prensió palmar

**NORMATIVE GRIP STRENGTH DATA:**

Age	Hand	Males		Females		Males		Females	
		Mean (lbs)	SD	Mean (lbs)	SD	Mean (kg)	SD	Mean (kg)	SD
6-7	R	32.5	4.8	28.6	4.4	14.7	2.2	13.0	2.0
	L	30.7	5.4	27.1	4.4	13.9	2.4	12.3	2.0
8-9	R	41.9	7.4	35.3	8.3	19.0	3.4	16.0	3.8
	L	39	9.3	33	6.9	17.7	4.2	15.0	3.1
10-11	R	53.9	9.7	49.7	8.1	24.4	4.4	22.5	3.7
	L	48.4	10.8	45.2	6.8	22.0	4.9	20.5	3.1
12-13	R	58.7	15.5	56.8	10.6	26.6	7.0	25.8	4.8
	L	55.4	16.9	50.9	11.9	25.1	7.7	23.1	5.4
14-15	R	77.3	15.4	58.1	12.3	35.1	7.0	26.4	5.6
	L	64.4	14.9	49.3	11.9	29.2	6.8	22.4	5.4
16-17	R	94	19.4	67.3	16.5	42.6	8.8	30.5	7.5
	L	78.5	19.1	56.9	14	35.6	8.7	25.8	6.4
18-19	R	108	24.6	71.6	12.3	49.0	11.2	32.5	5.6
	L	93	27.8	61.7	12.5	42.2	12.6	28.0	5.7
20-24	R	121	20.6	70.4	14.5	54.9	9.3	31.9	6.6
	L	104.5	21.8	61	13.1	47.4	9.9	27.7	5.9
25-29	R	120.8	23	74.5	13.9	54.8	10.4	33.8	6.3
	L	110.5	16.2	63.5	12.2	50.1	7.3	28.8	5.5
30-34	R	121.8	22.4	78.7	19.2	55.2	10.2	35.7	8.7
	L	110.4	21.7	68	17.7	50.1	9.8	30.8	8.0
35-39	R	119.7	24	74.1	10.8	54.3	10.9	33.6	4.9
	L	112.9	21.7	66.3	11.7	51.2	9.8	30.1	5.3
40-44	R	116.8	20.7	70.4	13.5	53.0	9.4	31.9	6.1
	L	112.8	18.7	62.3	13.8	51.2	8.5	28.3	6.3
45-49	R	109.9	23	62.2	15.1	49.8	10.4	28.2	6.8
	L	100.8	22.8	56	12.7	45.7	10.3	25.4	5.8
50-54	R	113.6	18.1	65.8	11.6	51.5	8.2	29.8	5.3
	L	101.9	17	57.3	10.7	46.2	7.7	26.0	4.9
55-59	R	101.1	26.7	57.3	12.5	45.9	12.1	26.0	5.7
	L	83.2	23.4	47.3	11.9	37.7	10.6	21.5	5.4
60-64	R	89.7	20.4	55.1	10.1	40.7	9.3	25.0	4.6
	L	76.8	20.3	45.7	10.1	34.8	9.2	20.7	4.6
65-69	R	91.1	20.6	49.6	9.7	41.3	9.3	22.5	4.4
	L	76.8	19.8	41	8.2	34.8	9.0	18.6	3.7
70-74	R	75.3	21.5	49.6	11.7	34.2	9.8	22.5	5.3
	L	64.8	18.1	41.5	10.2	29.4	8.2	18.8	4.6
75+	R	65.7	21.	42.6	11	29.8	9.5	19.3	5.0
	L	55	17	37.6	8.9	24.9	7.7	17.1	4.0

### Annex 3: Procediment per realitzar la prova JAMAR

1. Wash your hands and explain the procedure to the participant.
2. Ensure that the dynamometer is cleaned before use.
3. Ask the participant to remove their shoes and also any watches and/or bracelets.
4. Record the participant's hand dominance.
5. Demonstrate how to hold the dynamometer to the participant by testing it on yourself and explain how the dial registers the best result by squeezing as tightly as possible.
6. Sit them comfortably in a chair with a back support and fixed arm rests.
7. Use the same style of chair (low backed, with fixed arm rests) for every measurement.
8. Ask the participant to rest their forearms on the arms of the chair and keep their feet flat on the floor. You should ask the participant to roll their trousers/jeans up in order to ensure their feet are flat on the floor and do not rise from the floor when squeezing the dynamometer.
9. Their wrists should be just over the end of the chair's arm, thumb facing upwards.
10. Ask them to position their thumb round one side and their fingers around the other side of the handle. When they are holding the dynamometer in the correct position their fingers and thumb should be visible on the same side of the apparatus (figure 1).
11. Check with them that the instrument feels comfortable in their hand. The position of the handle can be adjusted if necessary for different sized hands. You will notice whether the handle needs altering based on the distance of the four fingers from the palm of the hand. If the finger nails are digging in to the palm, it will be uncomfortable for the participant and means that the handle needs moving further away from the mechanism. If it looks as though the fingers are not close enough to the palm and it feels to the participant as though their hand may slip off the handle when squeezing, it suggests that the handle needs to be adjusted to bring it closer to the mechanism.
12. Inform them that it will feel as if there was no resistance.
13. Ensure the red needle is in the "0" position by turning the dial.

14. Start with the right hand and then repeat the measurement with the left hand.
15. The measurer should support the weight of the dynamometer by resting it on their palm while the subject holds the dynamometer but they should not be restricting the movement of the device.
16. Encourage squeezing as long and as tightly as possible for the best result until the needle stops rising. Use a standard squeezing phrase "Squeeze.....harder, harder...and stop squeezing"
17. When the needle stops rising read the measurement (in kg) from the dial and record the result to the nearest 1kg. The outside dial registers the result in kg and the inner dial in lb.
18. Disregard and repeat the test if the participant's arm rises above the arm of the chair, or if their feet lift off the floor during the measurement.
19. Record three measurements for each hand, alternating sides.
20. Thank the participant.

Annex 4: Taula del procediment i d'estàndards del 30 second chair stand test

# 30-Second Chair Stand

**Purpose:** To test leg strength and endurance

**Equipment:** A chair with a straight back without arm rests (seat 17" high), and a stopwatch.

① **Instruct the patient:**

1. Sit in the middle of the chair.
2. Place your hands on the opposite shoulder crossed, at the wrists.
3. Keep your feet flat on the floor.
4. Keep your back straight, and keep your arms against your chest.
5. On "Go," rise to a full standing position, then sit back down again.
6. Repeat this for 30 seconds.

**NOTE:**  
Stand next to the patient for safety.



② **On the word "Go," begin timing.**

If the patient must use his/her arms to stand, stop the test. Record "0" for the number and score.

③ **Count the number of times the patient comes to a full standing position in 30 seconds.**

If the patient is over halfway to a standing position when 30 seconds have elapsed, count it as a stand.

④ **Record the number of times the patient stands in 30 seconds.**

Number: \_\_\_\_\_ Score: \_\_\_\_\_

Patient \_\_\_\_\_

Date \_\_\_\_\_

Time \_\_\_\_\_  AM  PM

**SCORING**

Chair Stand  
Below Average Scores

AGE	MEN	WOMEN
60-64	< 14	< 12
65-69	< 12	< 11
70-74	< 12	< 10
75-79	< 11	< 10
80-84	< 10	< 9
85-89	< 8	< 8
90-94	< 7	< 4

A below average score indicates a risk for falls.

CDC's STEADI tools and resources can help you screen, assess, and intervene to reduce your patient's fall risk. For more information, visit [www.cdc.gov/steady](http://www.cdc.gov/steady)



Centers for Disease Control and Prevention  
National Center for Injury Prevention and Control

2017

**STEADI** Stopping Elderly Accidents, Deaths & Injuries

Annex 5: Procediment del gait speed

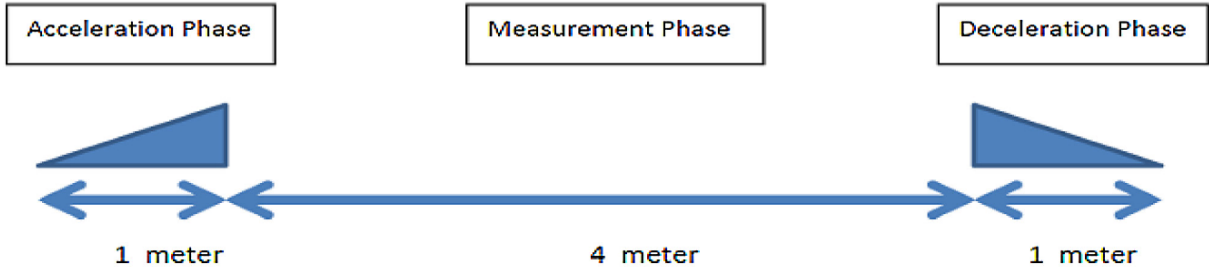
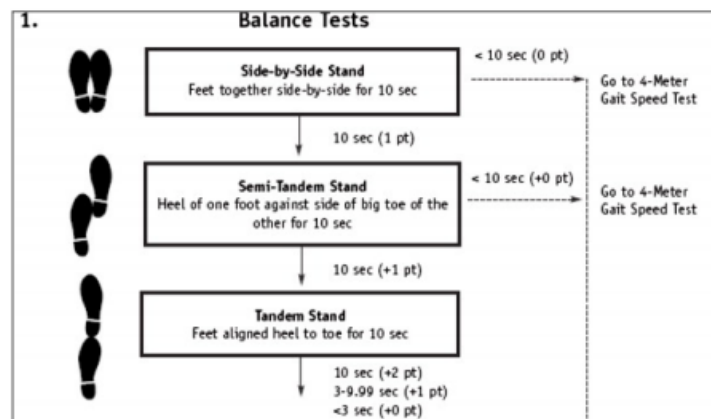


Fig. 1. Measuring Gait speed.

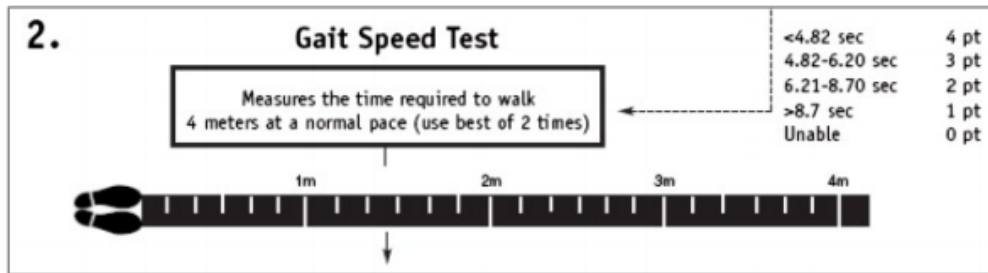
Annex 6: Avaluació i estàndards del equilibri en el SPPB Test



**Puntuación:**

- Equilibrio con pies juntos incapaz o entre 0-9 s. 0
- Equilibrio con pies juntos 10 s. y < 10 s. semitándem 1
- Semitándem 10 s. y tándem entre 0 y 2 s. 2
- Semitándem 10 s. y tándem entre 3 y 9 s. 3
- Tándem 10 s. 4

## 2. DEAMBULACIÓN 4,00 METROS



### Distancia 4 metros

### Puntuación

No puede hacerlo

0

>8,7 s.

1

6,21- 8,7 s.

2

4,82- 6,2 s.

3

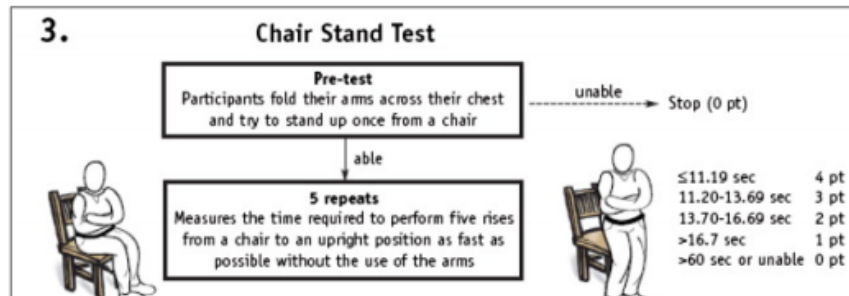
< 4,82 s.

4





### 3. LEVANTARSE DE UNA SILLA 5 VECES



#### Puntuación:

- No puede hacer la prueba 0
- $\geq 16,7$  s. 1
- Entre 16,6 y 13,7 s. 2
- Entre 13,6 y 11,2 3
- $\leq 11,1$  s. 4



## Annex 9: Consetiment informat

<b>Cognom :</b> <b>Nom :</b> <b>DNI :</b>	<b>Metge :</b> <b>Data :</b>
<p><i>Senyora, Senyor,</i> <i>Li proposem participar en un estudi d'investigació clínica.</i> <i>Aquesta carta d'informació li detalla en què consisteix aquest estudi.</i> <i>Vostè pot prendre un temps per llegir i comprendre aquestes informacions per reflexionar sobre la seva participació, i per demanar-li al responsable de l'estudi que li expliqui tot allò que no hagi comprès.</i></p> <hr/> <p><b>OBJECTIUS DE L'ESTUDI :</b> l'estudi està interessat a millorar el tractament de la sarcopènia amb la comparació de l'exercici mitjançant restricció del flux sanguini i exercici de resistència convencional.</p> <p><b>BENEFICIS ESPERATS :</b> Aquest estudi proporciona evidències científiques sobre l'eficàcia de la restricció del flux sanguini per millorar la força i la massa muscular, el rendiment físic i la qualitat de vida en pacients sarcopènics.</p> <p><b>DESENVOLUPAMENT DE L'ESTUDI :</b> L'estudi té una durada de 12 setmanes, 2 sessions setmanals, dilluns i divendres, així com 3 avaluacions, al principi, al mig i al final de l'estudi.</p> <p><b>RISCS POTENCIALS :</b> Si els exercicis es realitzen malament o si les bandes de restricció de flux de Bloom s'ajusten incorrectament, hi ha un risc de dolor musculoesquelètic i problemes de circulació sanguínia, respectivament.</p> <p><b>PRIVACITAT :</b> Respectant la Llei Orgànica 15/1999, del 13 de desembre, de protecció de dades de caràcter personal (LOPS), seguirem els diferents protocols establerts per garantir i protegir els drets de cada participant, en cada moment de l'estudi.</p> <p><b>DRET D'INTERROMPRE L'ESTUDI :</b> La participació a l'estudi es fa de manera voluntària però si decideix interrompre la participació a l'estudi en algun moment, es troba en plena llibertat de fer-ho sempre i quan ho desitgi sense necessitat de donar cap explicació.</p> <p>El professional fisioterapeuta responsable d'aquest estudi és _____. Quedarà a la vostra disposició per a resoldre qualsevol dubte.</p> <hr/> <p>Jo (nom i cognoms) _____, de ____ anys, amb el DNI _____ declaro que:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- He llegit tot el full d'informació referent a l'estudi.</li><li>- He pogut fer preguntes sobre l'estudi al responsable.</li><li>- Participa a aquesta estudi de manera totalment voluntària i que pot interrompre'l quan vulgui.</li></ul>	
El __/__/__, a _____ Fira del voluntari :	El __/__/__, a _____: Firma del fisioterapeuta responsable:

## Annex 10: Escala de Lawton i Brody

<b>CAPACIDAD PARA USAR EL TELÉFONO</b>	
Utiliza el teléfono por iniciativa propia	1
Es capaz de marcar bien algunos números familiares	1
Es capaz de contestar al teléfono, pero no de marcar	1
No es capaz de usar el teléfono	0
<b>HACER COMPRAS</b>	
Realiza independientemente todas las compras necesarias	1
Realiza independientemente pequeñas compras	0
Necesita ir acompañado para hacer cualquier compra	0
Totalmente incapaz de comprar	0
<b>PREPARACIÓN DE LA COMIDA</b>	
Organiza, prepara y sirve las comidas por sí solo adecuadamente	1
Prepara adecuadamente las comidas si se le proporcionan los ingredientes	0
Prepara, calienta y sirve las comidas, pero no sigue una dieta adecuada	0
Necesita que le preparen y sirvan las comidas	0
<b>CUIDADO DE LA CASA</b>	
Mantiene la casa solo o con ayuda ocasional para trabajos pesados	1
Realiza tareas ligeras, como lavar los platos o hacer las camas	1
Realiza tareas ligeras, pero no puede mantener un adecuado nivel de limpieza	1
Necesita ayuda en todas las labores de la casa	1
No participa en ninguna labor de la casa	0
<b>LAVADO DE LA ROPA</b>	
Lava por sí solo toda su ropa	1
Lava por sí solo pequeñas prendas	1
Todo el lavado de ropa debe ser realizado por otra persona	0
<b>USO DE MEDIOS DE TRANSPORTE</b>	
Viaja solo en transporte público o conduce su propio coche	1
Es capaz de coger un taxi, pero no usa otro medio de transporte	1
Viaja en transporte público cuando va acompañado por otra persona	1
Sólo utiliza el taxi o el automóvil con ayuda de otros	0
No viaja	0
<b>RESPONSABILIDAD RESPECTO A SU MEDICACIÓN</b>	
Es capaz de tomar su medicación a la hora y con la dosis correcta	1
Toma su medicación si la dosis le es preparada previamente	0
No es capaz de administrarse su medicación	0
<b>MANEJO DE SUS ASUNTOS ECONÓMICOS</b>	
Se encarga de sus asuntos económicos por sí solo.	1
Realiza las compras de cada día, pero necesita ayuda en las grandes compras, bancos...	1
Incapaz de manejar dinero	0

Annex 11: LegPress TechnoGym-Pure Leg Press



Annex 12: LegExtension TechnoGym-Pure Leg Extension



Annex 13: Braçalet AirBandsBFR



Annex 14: Hokanson TD312 Calculating Cuff Inflator



## Annex 15: Taula de Berger

NOMBRE DE RÉPÉTITIONS PROBABLE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15
% du 1RM	100	95	93	90	87	85	83	80	77	75	70	67	65



Annex 16: Technogym Bike Forma



Annex 17: seca mBCA 515





**Questionnaire I** Durée : ±10 min

## Qualité de vie dans la sarcopénie

Ce questionnaire porte sur la sarcopénie.

Il s'agit d'une **faiblesse musculaire survenant avec l'âge**, qui peut avoir des répercussions sur votre vie quotidienne. Cette enquête nous permettra de savoir si cet état musculaire **influence votre qualité de vie actuelle**.

Merci de cocher la **réponse la plus appropriée** pour chaque question. Répondre à ce questionnaire ne vous prendra que 10 minutes environ.

### 1. Ressentez-vous pour le moment une diminution :

	Beaucoup	Moyennement	Peu	Pas du tout
De la force dans les bras ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
De la force dans les jambes ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
De la masse musculaire ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
De l'énergie ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Des capacités physiques ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
De la souplesse musculaire ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 2. Ressentez-vous des douleurs musculaires ?

- Souvent
- De temps en temps
- Rarement
- Jamais

3. Lors de la réalisation d'efforts physiques **faibles** (marcher lentement, repasser le linge, prendre les poussières, laver la vaisselle, faire du bricolage, ramasser les pommes de pins dans le jardin, arroser le jardin, etc.), ressentez-vous :

	Souvent	De temps en temps	Rarement	Jamais	Je ne réalise jamais d'efforts physiques de ce type
De la difficulté ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
De la fatigue ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
De la douleur ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Lors de la réalisation d'efforts physiques **modérés** (marcher rapidement, laver les vitres, passer l'aspirateur, laver la voiture, arracher les mauvaises herbes dans le jardin, etc.), ressentez-vous :

	Souvent	De temps en temps	Rarement	Jamais	Je ne réalise jamais d'efforts physiques de ce type
De la difficulté ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
De la fatigue ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
De la douleur ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Lors de la réalisation d'efforts physiques **importants** (courir, faire une randonnée, soulever des objets lourds, déménager, bêcher le jardin, etc.), ressentez-vous :

	Souvent	De temps en temps	Rarement	Jamais	Je ne réalise jamais d'efforts physiques de ce type
De la difficulté ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
De la fatigue ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
De la douleur ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Actuellement, avez-vous le sentiment d'être « vieux / vieille » ?

<input type="checkbox"/> Oui, tout à fait
<input type="checkbox"/> Oui, moyennement
<input type="checkbox"/> Oui, peu
<input type="checkbox"/> Non, pas du tout

11. Avez-vous des problèmes d'équilibre ?

Souvent

De temps en temps

Rarement

Jamais

12. Vous arrive-t-il de tomber ?

Souvent

De temps en temps

Rarement

Jamais

13. Pensez-vous que votre aspect physique a changé ?

Oui, tout à fait

Oui, moyennement

Oui, peu

Non, pas du tout

14. Si oui, de quelle(s) manière(s) ? (Plusieurs réponses peuvent être cochées)

Modification du poids (Prise de poids ou perte de poids)

Apparition de rides

Diminution de la taille (hauteur)

Perte de masse musculaire

Perte de cheveux

Apparition de cheveux blancs/gris

Autre :

15. Si oui, êtes-vous perturbé(e) par ce changement ?

Beaucoup

Moyennement

Peu

Pas du tout

16. Avez-vous le sentiment d'être fragile ?

- Tout à fait
- Un peu
- Pas du tout

17. Actuellement, ressentez-vous des difficultés à réaliser ces activités de la vie quotidienne :

	Incapacité totale	Beaucoup de difficultés	Peu de difficultés	Aucune difficulté	Je ne réalise jamais cette activité
Monter un étage d'escalier ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Monter plusieurs étages d'escalier ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Monter une ou plusieurs marche(s) sans rampe de soutien ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vous accroupir ou vous mettre à genoux ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vous abaisser ou vous pencher pour ramasser un objet sur le sol ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vous relever du sol sans appui ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vous relever d'un fauteuil bas ou d'une chaise sans accoudoir ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Passer, de manière générale, de la position assise à debout ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Porter des objets lourds (Gros sac de courses, casserole remplie d'eau, etc.) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ouvrir une bouteille ou un bocal ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utiliser les transports en commun ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Monter dans une voiture ou en descendre ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aller faire vos courses ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réaliser les tâches ménagères telles que refaire le lit, passer l'aspirateur, repasser le linge, laver la vaisselle, etc. ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

18. Etant donné votre faiblesse musculaire, limitez-vous vos mouvements ?

Oui, beaucoup

Oui, moyennement

Oui, peu

Non, pas du tout

19. Si oui, pour quelle(s) raison(s) ? (Plusieurs réponses peuvent être cochées)

Par peur de vous faire mal

Par peur de ne pas y arriver

Par peur d'être fatigué(e) après ces activités

Par peur de tomber

Autre :

20. Votre faiblesse musculaire vous empêche-t-elle de mener une vie sexuelle qui vous semble satisfaisante ?

Je n'ai pas / plus l'occasion d'avoir une vie sexuelle

Tout à fait

Moyennement

Peu

Pas du tout

21. Votre pratique d'activités physiques ou sportives a-t-elle été modifiée ?

Elle a augmenté

Elle a diminué

Elle n'a pas été modifiée

Je n'ai jamais pratiqué d'activités physiques ou sportives

22. Votre pratique d'activités de loisir (sorties au restaurant, jardinage, bricolage, chasse / pêche, clubs séniors, bridge, promenades, etc.) a-t-elle été modifiée ?

Elle a augmenté

Elle a diminué

Elle n'a pas été modifiée

Je n'ai jamais pratiqué d'activités de loisir

## 7. Bibliografia

- An, H. J., Tizaoui, K., Terrazzino, S., Cargnin, S., Lee, K. H., Nam, S. W., ... Kronbichler, A. (2020). *Sarcopenia in Autoimmune and Rheumatic Diseases: A Comprehensive Review*. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(16), 5678. <https://doi.org/10.3390/ijms21165678>
- Aussel, C., & Bouillanne, O. (2012). *Prevenir l'osteoporose et la sarcopenie : un même combat pour préserver l'autonomie des personnes âgées*. *La revue de gériatrie*.
- Auyeung, T. W., Kwok, T., Lee, J., Leung, P. C., Leung, J., & Woo, J. (2008). *Functional Decline in Cognitive Impairment – The Relationship between Physical and Cognitive Function*. *Neuroepidemiology*, 31(3), 167–173. <https://doi.org/10.1159/000154929>
- Bauer, J., Biolo, G., Cederholm, T., Cesari, M., Cruz-Jentoft, A. J., Morley, J. E., ... Boirie, Y. (2013). *Evidence-Based Recommendations for Optimal Dietary Protein Intake in Older People: A Position Paper From the PROT-AGE Study Group*. *Journal of the American Medical Directors Association*, 14(8), 542–559
- Baumgartner, R. N., Waters, D. L., Gallagher, D., Morley, J. E., & Garry, P. J. (1999). *Predictors of skeletal muscle mass in elderly men and women*. *Mechanisms of Ageing and Development*, 107(2), 123–136. [https://doi.org/10.1016/s0047-6374\(98\)00130-4](https://doi.org/10.1016/s0047-6374(98)00130-4)
- Beudart, C., Reginster, J.-Y., Geerinck, A., Locquet, M., & Bruyère, O. (2017). *Current review of the SarQoL®: a health-related quality of life questionnaire specific to sarcopenia*. *Expert Review of Pharmacoeconomics & Outcomes Research*, 17(4), 335–341. <https://doi.org/10.1080/14737167.2017.1360768>
- Beudart, C., Zaaria, M., Pasleau, F., Reginster, J.-Y., & Bruyère, O. (2017). *Health Outcomes of Sarcopenia: A Systematic Review and Meta-Analysis*. *PLOS ONE*, 12(1), e0169548. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169548>
- Beckwée, D., Delaere, A., Aelbrecht, S., Baert, V., Beudart, C., ... Bautmans, I. (2019). *Exercise Interventions for the Prevention and Treatment of Sarcopenia. A Systematic Umbrella Review*. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*. <https://doi.org/10.1007/s12603-019-1196-8>
- Bischoff-Ferrari, H. A., Shao, A., Dawson-Hughes, B., Hathcock, J., Giovannucci, E., & Willett, W. C. (2009). *Benefit–risk assessment of vitamin D supplementation*. *Osteoporosis International*, 21(7), 1121–1132. <https://doi.org/10.1007/s00198-009-1119-3>
- Bloise, F. F., Oliveira, T. S., Cordeiro, A., & Ortiga-Carvalho, T. M. (2018). *Thyroid Hormones Play Role in Sarcopenia and Myopathies*. *Frontiers in Physiology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00560>
- Bohannon, R. W. (2019). *Grip Strength: An Indispensable Biomarker For Older Adults*. *Clinical Interventions in Aging*, Volume 14, 1681–1691. <https://doi.org/10.2147/cia.s194543>
- Bouillanne, O., Melchior, J.-C., Faure, C., Paul, M., Canouï-Poitaine, F., Boirie, Y., ... Aussel, C. (2018). *Impact of 3-week citrulline supplementation on postprandial protein metabolism in malnourished older patients: The Ciproage randomized controlled trial*. *Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.02.017>



- Boirie, Y. (2009). *Physiopathological mechanism of sarcopenia*. *The Journal of Nutrition, Health and Aging*, 13(8), 717–723. <https://doi.org/10.1007/s12603-009-0203-x>
- Brandner, C. R., May, A. K., Clarkson, M. J., & Warmington, S. A. (2018). *Reported Side-effects and Safety Considerations for the Use of Blood Flow Restriction During Exercise in Practice and Research*. *Techniques in Orthopaedics*, 33(2), 114–121. <https://doi.org/10.1097/bto.0000000000000259>
- Cappola, A. R., Bandeen-Roche, K., Wand, G. S., Volpato, S., & Fried, L. P. (2001). *Association of IGF-I Levels with Muscle Strength and Mobility in Older Women*. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 86(9), 4139–4146. <https://doi.org/10.1210/jcem.86.9.7868>
- Cawthon, P. M., Lui, L.-Y., Taylor, B. C., McCulloch, C. E., Cauley, J. A., Lapidus, J., ... Ensrud, K. E. (2017). *Clinical Definitions of Sarcopenia and Risk of Hospitalization in Community-Dwelling Older Men: The Osteoporotic Fractures in Men Study*. *The Journals of Gerontology: Series A*, 72(10), 1383–1389. <https://doi.org/10.1093/gerona/glw327>
- Centner, C., Wiegel, P., Gollhofer, A., & König, D. (2018). *Effects of Blood Flow Restriction Training on Muscular Strength and Hypertrophy in Older Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis*. *Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0994-1>
- Centner, C., Zdzieblik, D., Roberts, L., Gollhofer, A., & König, D. (2019). *Effects of Blood Flow Restriction Training with Protein Supplementation on Muscle Mass And Strength in Older Men*. *Journal of Sports Science and Medicine* 18, 471-478. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.4.8489>
- Cerri, A. P., Bellelli, G., Mazzone, A., Pittella, F., Landi, F., Zambon, A., & Annoni, G. (2015). *Sarcopenia and malnutrition in acutely ill hospitalized elderly: Prevalence and outcomes*. *Clinical Nutrition*, 34(4), 745- 751. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2014.08.015>
- Cesari, M., Landi, F., Vellas, B., Bernabei, R., & Marzetti, E. (2014). *Sarcopenia and Physical Frailty: Two Sides of the Same Coin*. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 6. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2014.00192>
- Clarkson, M. J., Conway, L., & Warmington, S. A. (2017). *Blood flow restriction walking and physical function in older adults: A randomized control trial*. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(12), 1041–1046. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.04.012>
- Combaret, L., Dardevet, D., Béchet, D., Taillandier, D., Mosoni, L., & Attaix, D. (2009). *Skeletal muscle proteolysis in aging*. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 12(1), 37–41. <https://doi.org/10.1097/mco.0b013e32831b9c31>
- Choi, Y. J., Lee, Y., Kim, K.-M., Park, S., & Chung, Y.-S. (2015). *Higher free thyroxine levels are associated with sarcopenia in elderly Koreans*. *Osteoporosis and Sarcopenia*, 1(2), 127–133. <https://doi.org/10.1016/j.afos.2015.11.001>
- Cromwell, D. (2003). *The performance of instrumental activities of daily living scale in screening for cognitive impairment in elderly community residents*. *Journal of Clinical Epidemiology*, 56(2), 131–137. [https://doi.org/10.1016/s0895-4356\(02\)00599-1](https://doi.org/10.1016/s0895-4356(02)00599-1)
- Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., ... Zamboni, M. (2010). *Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People*. *Age and Ageing*, 39(4), 412–423. <https://doi.org/10.1093/ageing/afq034>
- Cruz-Jentoft, A. J., Dawson Hughes, B., Scott, D., Sanders, K. M., & Rizzoli, R. (2019). *NUTRITIONAL Strategies for Maintaining Muscle MASS AND STRENGTH from Middle Age to Later Life: A NARRATIVE REVIEW*. *Maturitas*. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2019.11.007>

- Cruz-Jentoft, A. J., & Landi, F. (2014). *Sarcopenia*. *Clinical Medicine*, 14(2), 183–186. <https://doi.org/10.7861/clinmedicine.14-2-183>
- Cruz-Jentoft, A. J., Landi, F., Schneider, S. M., Zuniga, C., Arai, H., Boirie, Y., ... Cederholm, T. (2014). *Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: a systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS)*. *Age and Ageing*, 43(6), 748–759. <https://doi.org/10.1093/ageing/afu115>
- Cyober, L., Alix, E., Arnaud-Battandier, F., Bonnefoy, M., Brocker, P., Cals, M.-J., Cherbut, C., Coplo, C., Ferry, M., Ghisolfi-Marque, A., Kravtchenko, T., Lesourd, B., Mignot, C., & Patureau Mirand, P. (2000). Apports nutritionnels conseillés chez la personne âgée. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 14, 360. [https://doi.org/10.1016/s0985-0562\(00\)80002-3](https://doi.org/10.1016/s0985-0562(00)80002-3)
- Damas, F., Angleri, V., Phillips, S. M., Witard, O. C., Ugrinowitsch, C., Santaniello, N., ... Libardi, C. A. (2019). *Myofibrillar protein synthesis and muscle hypertrophy individualised responses to systematically changing resistance training variables in trained young men*. *Journal of Applied Physiology*. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00350.2019>
- Delmonico, M. J., & Beck, D. T. (2016). The Current Understanding of Sarcopenia. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 11(2), 167–181. <https://doi.org/10.1177/1559827615594343>
- Dhillon, R. J. S., & Hasni, S. (2017). *Pathogenesis and Management of Sarcopenia*. *Clinics in Geriatric Medicine*, 33(1), 17–26. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2016.08.002>
- Dirks, A., & Leeuwenburgh, C. (2002). Apoptosis in skeletal muscle with aging. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 282(2), R519–R527. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00458.2001>
- Downs, M. E., Hackney, K. J., Martin, D., Caine, T. L., Cunningham, D., O'connor, D. P., & Ploutz-Snyder, L. L. (2014). *Acute Vascular and Cardiovascular Responses to Blood Flow–Restricted Exercise*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46(8), 1489–1497. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000253>
- Ethgen, O., Beaudart, C., Buckinx, F., Bruyère, O., & Reginster, J. Y. (2016). *The Future Prevalence of Sarcopenia in Europe: A Claim for Public Health Action*. *Calcified Tissue International*, 100(3), 229–234. <https://doi.org/10.1007/s00223-016-0220-9>
- EWGSOP2. (2018). Algorithm for case-finding, making a diagnosis and quantifying severity in practice. The steps of the pathway are represented as Find-Assess-Confirm-Severity or F-A-C-S. \*Consider other reasons for low muscle strength (e.g. depression, stroke, balance disorders, peripheral vascular disorders). *Sarcopenia : revised European consensus on definition and diagnosis*. Recuperat 14 de novembre 2020, de : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30312372/#&gid=article-figures&pid=figure-1-uid-0>
- Foster, K. R., & Lukaski, H. C. (1996). *Whole-body impedance--what does it measure?* *The American Journal of Clinical Nutrition*, 64(3), 388S–396S. doi:10.1093/ajcn/64.3.388s
- Fried, L. P., Tangen, C. M., Walston, J., Newman, A. B., Hirsch, C., Gottdiener, J., ... McBurnie, M. A. (2001). *Frailty in Older Adults: Evidence for a Phenotype*. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 56(3), M146–M157. <https://doi.org/10.1093/gerona/56.3.m146>
- Guralnik, J. M., Ferrucci, L., Pieper, C. F., Leveille, S. G., Markides, K. S., Ostir, G. V., ... Wallace, R. B. (2000). *Lower Extremity Function and Subsequent Disability: Consistency Across Studies, Predictive Models, and Value of Gait Speed Alone Compared With the Short Physical Performance*

Battery. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 55(4), M221–M231. <https://doi.org/10.1093/gerona/55.4.m221>

Fry, C. S., Glynn, E. L., Drummond, M. J., Timmerman, K. L., Fujita, S., Abe, T., ... Rasmussen, B. B. (2010). *Blood flow restriction exercise stimulates mTORC1 signaling and muscle protein synthesis in older men*. *Journal of Applied Physiology*, 108(5), 1199–1209. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01266.2009>

Fusco, O., Ferrini, A., Santoro, M., Lo Monaco, M. R., Gambassi, G., & Cesari, M. (2012). *Physical function and perceived quality of life in older persons*. *Aging Clinical and Experimental Research*, 24(1), 68–73. <https://doi.org/10.1007/bf03325356>

Joerger, M., Fauchier, T., Le Duff, F., Ciabrini-Moretti, M.-C., Dahan, T., Hébuterne, X., & Schneider, S. (2016). *Évaluation du questionnaire SARC-F dans le dépistage de la sarcopénie liée à l'âge*. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 30(1), 46–47. <https://doi.org/10.1016/j.nupar.2016.01.003>

Kim, K.-E., Jang, S., Lim, S., Park, Y. J., Paik, N.-J., Kim, K. W., ... Lim, J.-Y. (2012). *Relationship between muscle mass and physical performance: is it the same in older adults with weak muscle strength?* *Age and Ageing*, 41(6), 799–803. <https://doi.org/10.1093/ageing/afs115>

KYLE, U. (2004). *Bioelectrical impedance analysis?part I: review of principles and methods*. *Clinical Nutrition*, 23(5), 1226–1243. doi:10.1016/j.clnu.2004.06.004

Klein, G. L. (2015). *The effect of glucocorticoids on bone and muscle*. *Osteoporosis and Sarcopenia*, 1(1), 39–45. <https://doi.org/10.1016/j.afos.2015.07.008>

Lopes, K. G., Farinatti, P., Lourenço, R. A., Bouskela, E., Oliveira, R. B., & Bottino, D. (2017). *Microcirculation, muscle strength and body composition in older adults with and without sarcopenia*. *Innovation in Aging*, 1(suppl\_1), 247. <https://doi.org/10.1093/geroni/igx004.910>

Leenders, M., Verdijk, L. B., van der Hoeven, L., van Kranenburg, J., Hartgens, F., Wodzig, W. K. W. H., ... van Loon, L. J. C. (2011). *Prolonged Leucine Supplementation Does Not Augment Muscle Mass or Affect Glycemic Control in Elderly Type 2 Diabetic Men*. *The Journal of Nutrition*, 141(6), 1070–1076. <https://doi.org/10.3945/jn.111.138495>

Lenze, E. J., Schulz, R., Martire, L. M., Zdaniuk, B., Glass, T., Kop, W. J., ... Reynolds, C. F. (2005). *The Course of Functional Decline in Older People with Persistently Elevated Depressive Symptoms: Longitudinal Findings from the Cardiovascular Health Study*. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(4), 569–575. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53202.x>

Lissett, C. A., & Shalet, S. M. (2000). *Effects of growth hormone on bone and muscle*. *Growth Hormone & IGF Research*, 10, S95–S101. [https://doi.org/10.1016/s1096-6374\(00\)80018-0](https://doi.org/10.1016/s1096-6374(00)80018-0)

Lixandrão, M. E., Ugrinowitsch, C., Laurentino, G., Libardi, C. A., Aihara, A. Y., Cardoso, F. N., ... Roschel, H. (2015). *Effects of exercise intensity and occlusion pressure after 12 weeks of resistance training with blood-flow restriction*. *European Journal of Applied Physiology*, 115(12), 2471–2480. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3253-2>

Lo, J. H., Kin Pong, U., Yiu, T., Ong, M. T., & Lee, W. Y. (2020). *Sarcopenia: Current treatments and new regenerative therapeutic approaches*. *Journal of Orthopaedic Translation*. <https://doi.org/10.1016/j.jot.2020.04.002>

Loenneke, J. P., Fahs, C. A., Wilson, J. M., & Bemben, M. G. (2011). *Blood flow restriction: The metabolite/volume threshold theory*. *Medical Hypotheses*, 77(5), 748–752. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2011.07.029>

- Loenneke, J. P., Wilson, J. M., Marín, P. J., Zourdos, M. C., & Bemben, M. G. (2011). *Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis*. *European Journal of Applied Physiology*, 112(5), 1849–1859. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2167-x>
- Patterson SD, Hughes L, Warmington S, Burr JF, Scott BR, Owens J, Abe T, Nielsen J, Libardi CA, Laurentino GC, Neto GR, Brandner C, Martín-hernández J and Loenneke JP.(2019) .*BLOOD FLOW RESTRICTION EXERCISE POSITION STAND: Considerations of Methodology, Application and Safety*. *Front. Physiol.* 10:533. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00533>
- Pedersen, A. N., & Cederholm, T. (2014). *Health effects of protein intake in healthy elderly populations: a systematic literature review*. *Food & Nutrition Research*, 58(1), 23364. <https://doi.org/10.3402/fnr.v58.23364>
- Pearson, S. J., & Hussain, S. R. (2014). *A Review on the Mechanisms of Blood-Flow Restriction Resistance Training-Induced Muscle Hypertrophy*. *Sports Medicine*, 45(2), 187–200. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0264-9>
- Podsiadlo, D., & Richardson, S. (1991). *The Timed “Up & Go”: A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons*. *Journal of the American Geriatrics Society*, 39(2), 142–148. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x>
- Madrame, H., Neya, M., Ochi, E., Nakazato, K., Sato, Y., & Ishii, N. (2008). *Cross-Transfer Effects of Resistance Training with Blood Flow Restriction*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(2), 258–263. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31815c6d7e>
- Manini, T. M., & Clark, B. C. (2009). *Blood Flow Restricted Exercise and Skeletal Muscle Health*. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 37(2), 78–85. <https://doi.org/10.1097/jes.0b013e31819c2e5c>
- Marra, M., Sammarco, R., De Lorenzo, A., Iellamo, F., Siervo, M., Pietrobelli, A., ... Contaldo, F. (2019). *Assessment of Body Composition in Health and Disease Using Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) and Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DXA): A Critical Overview*. *Contrast Media & Molecular Imaging*, 2019, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2019/3548284>
- Morley, J. E., & Malmstrom, T. K. (2013). *Frailty, Sarcopenia, and Hormones*. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*, 42(2), 391–405. <https://doi.org/10.1016/j.ecl.2013.02.006>
- Nielsen, J. L., Aagaard, P., Bech, R. D., Nygaard, T., Hvid, L. G., Wernbom, M., ... Frandsen, U. (2012). *Proliferation of myogenic stem cells in human skeletal muscle in response to low-load resistance training with blood flow restriction*. *The Journal of Physiology*, 590(17), 4351–4361. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2012.237008>
- Onambélé-Pearson, G. L., Breen, L., & Stewart, C. E. (2010). *Influence of exercise intensity in older persons with unchanged habitual nutritional intake: skeletal muscle and endocrine adaptations*. *AGE*, 32(2), 139–153. <https://doi.org/10.1007/s11357-010-9141-0>
- Rieu, I., Balage, M., Sornet, C., Giraudet, C., Pujos, E., Grizard, J., ... Dardevet, D. (2006). *Leucine supplementation improves muscle protein synthesis in elderly men independently of hyperaminoacidaemia*. *The Journal of Physiology*, 575(1), 305–315. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2006.110742>
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (1999). *Functional Fitness Normative Scores for Community-Residing Older Adults, Ages 60-94*. *Journal of Aging and Physical Activity*, 7(2), 162–181. <https://doi.org/10.1123/japa.7.2.162>
- Rossow, L. M., Fahs, C. A., Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., Sherk, V. D., Abe, T., & Bemben, M. G. (2012). *Cardiovascular and perceptual responses to blood-flow-restricted resistance exercise*

with differing restrictive cuffs. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 32(5), 331–337. <https://doi.org/10.1111/j.1475-097x.2012.01131.x>

Roubenoff, R. (1999). *The Pathophysiology of Wasting in the Elderly*. *The Journal of Nutrition*, 129(1), 256S–259S. <https://doi.org/10.1093/jn/129.1.256s>

Roubenoff, R. (2003). *Catabolism of aging: is it an inflammatory process?* *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 6(3), 295–299. <https://doi.org/10.1097/01.mco.0000068965.34812.62>

Rosendahl-Riise, H., Spielau, U., Ranhoff, A. H., Gudbrandsen, O. A., & Dierkes, J. (2016). *Vitamin D supplementation and its influence on muscle strength and mobility in community-dwelling older persons: a systematic review and meta-analysis*. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 30(1), 3–15. <https://doi.org/10.1111/jhn.12394>

Sayer, A. A., Syddall, H. E., Martin, H. J., Dennison, E. M., Anderson, F. H., & Cooper, C. (2006). *Falls, Sarcopenia, and Growth in Early Life: Findings from the Hertfordshire Cohort Study*. *American Journal of Epidemiology*, 164(7), 665–671. <https://doi.org/10.1093/aje/kwj255>

Slysz, J., Stultz, J., & Burr, J. F. (2016). The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(8), 669–675. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.09.005>

Takarada, Y., Nakamura, Y., Aruga, S., Onda, T., Miyazaki, S., & Ishii, N. (2000). *Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion*. *Journal of Applied Physiology*, 88(1), 61–65. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.88.1.61>

Takarada, Y., Takazawa, H., Sato, Y., Takebayashi, S., Tanaka, Y., & Ishii, N. (2000). *Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans*. *Journal of Applied Physiology*, 88(6), 2097–2106. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.88.6.2097>

Tournadre, A., Vial, G., Capel, F., Soubrier, M., & Boirie, Y. (2018). *La sarcopénie*. *Revue Du Rhumatisme*. <https://doi.org/10.1016/j.rhum.2018.06.003>

Trouwborst, I., Verreijen, A., Memelink, R., Massanet, P., Boirie, Y., Weijs, P., & Tieland, M. (2018). *Exercise and Nutrition Strategies to Counteract Sarcopenic Obesity*. *Nutrients*, 10(5), 605. <https://doi.org/10.3390/nu10050605>

Von Haehling, S., Morley, J. E., & Anker, S. D. (2012). *From muscle wasting to sarcopenia and myopenia: update 2012*. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 3(4), 213–217. <https://doi.org/10.1007/s13539-012-0089-z>

Vandervoort, A. A. (2001). *Aging of the human neuromuscular system*. *Muscle & Nerve*, 25(1), 17–25. <https://doi.org/10.1002/mus.1215>

Vechin, F. C., Libardi, C. A., Conceição, M. S., Damas, F. R., Lixandrão, M. E., Berton, R. P. B., ... Ugrinowitsch, C. (2015). *Comparisons Between Low-Intensity Resistance Training With Blood Flow Restriction and High-Intensity Resistance Training on Quadriceps Muscle Mass and Strength in Elderly*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(4), 1071–1076. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000703>

Verhoeven, S., Vanschoonbeek, K., Verdijk, L. B., Koopman, R., Wodzig, W. K., Dendale, P., & van Loon, L. J. (2009). *Long-term leucine supplementation does not increase muscle mass or strength in healthy elderly men*. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 89(5), 1468–1475. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2008.26668>

Walrand, S., Guillet, C., Salles, J., Cano, N., & Boirie, Y. (2011). *Physiopathological Mechanism of Sarcopenia*. *Clinics in Geriatric Medicine*, 27(3), 365–385. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2011.03.005>

Wolff, J. L., Starfield, B., & Anderson, G. (2002). *Prevalence, Expenditures, and Complications of Multiple Chronic Conditions in the Elderly*. *Archives of Internal Medicine*, 162(20), 2269. <https://doi.org/10.1001/archinte.162.20.2269>

Yin H., Price F., Rudnicki M.A. Satellite cells and the muscle stem cell niche. *Physiol Rev*. 2013;93(1):23–67. <https://doi.org/10.1152/physrev.00043.2011>

Yasuda, T., Loenneke, J., Ogasawara, R., & Abe, T. (2013). *Influence of continuous or intermittent blood flow restriction on muscle activation during low-intensity multiple sets of resistance exercise*. *Acta Physiologica Hungarica*, 100(4), 419–426. <https://doi.org/10.1556/aphysiol.100.2013.4.6>

Les bases de dades utilitzades van ser: Pubmed, Cochrane, Pedro, Sci-hub i Z-library.

Paraules clau: Sarcopenia, elderly, treatment, BFR, blood flow restriction, resistance exercise, kaatsu training.

## 8. Agraïments

M'agradaria donar les gràcies sobretot a l'Eduard Molina Minobes, el meu tutor, que m'ha ajudat, m'ha guiat i, a més, ha estat sempre present durant aquest any. També vull agrair-li la seva participació en aquesta obra, corregint els meus errors en català.

Els meus pares, que es van creure en mi durant aquests 4 anys d'estudis i que em van permetre poder fer el treball que vull fer: fisioterapeuta.

Els meus companys de pis: Zora Ghazouani, Leila Martin, Paul Salas i sobretot Yann Themines pel disseny d'aquest TFG.

Mathilde Soupizet, Lisa i Charlotte Olivier per l'ajuda per fer aquest TFG.

## **9. Nota Final de l'autor. El TFG com a experiència d'aprenentatge**

El desenvolupament d'aquest TFG haurà durat 1 any, des de l'elecció del tema, fins a la redacció d'aquest darrer paràgraf. És una feina que mereix paciència i constància. El TFG em va permetre desenvolupar el meu coneixement en l'ús de llocs de recerca científica. Aquest treball em va convèncer de la necessitat d'utilitzar BFR en rehabilitació. Per això, aquest any he passat una formació en BFR per poder-lo utilitzar més endavant.

Aquest TFG em va permetre redactar millor les meves idees i organitzar-les millor. Per acabar, aquest treball em va permetre veure la necessitat dels exercicis en la major part de les patologies, cosa que em confirma en la idea que la meva futura professió està canviant.