



UNIVERSITAT DE VIC
UNIVERSITAT CENTRAL
DE CATALUNYA

MÈTODES PER L'ENTRENAMENT DE LA HIPERTRÒFIA MUSCULAR EN INDIVIDUS ADULTS ENTRENATS: UNA REVISIÓ SISTEMÀTICA

Tabit Taoubi Naoufal

Treball Final de Grau (4t any)

Xantal Borràs Boix

Grau en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport

Facultat d'Educació, Traducció i Ciències Humanes

(Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya)

Vic, 14 de maig 2021

Índex

1.	Justificació del treball final de grau	4
2.	Introducció	6
2.1.	Entrenament contra resistència	6
2.2.	Estat d'entrenament d'un individu	6
2.3.	Hipertrofia muscular	7
2.4.	Variables hipertrofia muscular	9
2.5.	Ingesta proteica	16
2.6.	Periodització en la hipertrofia muscular	17
2.7.	Principis de l'entrenament.....	19
2.8.	Mètodes per l'entrenament d'hipertrofia	20
3.	Objectius i hipòtesis	24
4.	Mètode	25
5.	Resultats	27
6.	Discussió	36
6.1.	Mètodes per l'entrenament de la hipertrofia muscular	36
7.	Conclusions	47
8.	Aplicacions pràctiques	48
9.	Limitacions i prospectiva d'investigació	49
10.	Bibliografia	51
11.	Annex.....	60
11.1.	Annex 1	60

Resum

Introducció: Per optimitzar els resultats d'hipertròfia muscular s'han de tenir en compte diverses consideracions com: La periodització i el programa d'entrenament, l'experiència i nivell de l'individu en l'entrenament contra resistència, el gènere, la predisposició genètica i l'estat nutricional. L'objectiu principal d'aquesta revisió sistemàtica és conèixer quins són els mètodes existents per maximitzar els guanys de massa muscular en individus entrenats.

Mètode: Es va realitzar la recerca bibliogràfica en la base de dades PubMed, utilitzant alguns dels següents termes: *Different intensities, eccentric overload, drop-set, cluster sets, 10x10*.

Resultats: S'obtenen 2,289 articles en la base de dades PubMed. Aplicant els criteris d'inclusió i exclusió i passant l'escala de PEDro s'acaben incloent 14 estudis en la revisió sistemàtica.

Conclusions: El mètode que té més evidència científica dels efectes i beneficis sobre la hipertròfia muscular és el mètode tradicional. No obstant això, si l'esportista és avançat o molt avançat pot ser interessant introduir metodologies alternatives en el seu programa d'entrenament per tal que aquest segueixi progressant i eviti la monotonia i l'estancament.

Paraules clau: Entrenament, hipertròfia muscular, mètode tradicional i mètodes avançats.

Abstract

Introduction: To optimize the results of muscle hypertrophy, several considerations must be taken into account, such as: Periodization and training program, the subject experience and level in resistance training, gender, genetic predisposition and nutritional status. The main goal of this systematic review is to find out what are the existing methods to maximize muscle mass gains in trained individuals.

Method: The bibliographic search was performed in the PubMed database, using some of the following terms: *Different intensities, eccentric overload, drop-set, cluster sets, 10x10*.

Results: 2,289 articles were found in the PubMed database. Applying the inclusion and exclusion criterium, 14 articles are finally included in the study.

Conclusions: The method that has the most scientific evidence of the effects and benefits on muscle hypertrophy is the traditional method. However, if the athlete is advanced or very advanced it may be interesting to introduce alternative methodologies in their training program so that it continues to progress and avoids monotony and stagnation.

Keywords: Training, muscle hypertrophy, traditional method and advanced methods.

1. Justificació del treball final de grau

El treball final de grau (TFG) és un dels grans reptes que té un estudiant en el seu últim any del grau. Durant els anys que he estat en la universitat se'ns ha intentat inculcar la importància que té la investigació en el món de les Ciències de l'Activitat Física i l'Esport. De fet tot el material que se'ns ha proporcionat prové d'estudis que segueixen el mètode científic.

El projecte final de grau presenta una certa complexitat, la de posar en pràctica el mètode científic per assolir els teus objectius establerts en el TFG. Fins ara hem llegit molts tipus d'estudis que segueixen el mètode científic, però no hem hagut de portar-lo a la pràctica respectant totes les seves fases.

Després d'haver realitzat aquesta petita introducció sobre el TFG, em predisposaré a parlar de la justificació de la temàtica i la orientació del treball, és a dir, perquè he escollit realitzar una revisió sistemàtica sobre els mètodes per treballar la hipertròfia muscular en individus entrenats.

Un cop escollit la temàtica i enfocament del treball, m'he realitzat dues preguntes: és un tema que em motiva i em serà fàcil dedicar-hi moltes hores? És tema que et pot ser útil i tindrà una continuïtat un cop finalitzat el grau? Òbviament que la resposta a les dues preguntes anteriors ha sigut afirmativa, per tant, vaig decidir tirar-ho endavant.

La hipertròfia muscular és un tema que sempre m'ha generat interès i curiositat, però durant el grau no l'hem tractat amb profunditat, això ha fet que m'hagi format pel meu propi compte, llegint articles i seguint a experts en les xarxes socials que en fan divulgació científica d'una manera més visual i fàcil d'entendre. Per tant, escollint aquesta temàtica pel TFG i dedicant el temps suficient podré ampliar el meu coneixement en aquest tema i ser més expert. L'aprenentatge que adquireixi relacionat amb la hipertròfia muscular, em serà útil juntament amb altres branques del coneixement per poder començar un projecte que tinc al cap des dels primers anys de la carrera: el desenvolupament d'una plataforma digital enfocada a l'assessorament d'individus amb l'objectiu d'incrementar la seva massa muscular.

L'objectiu d'incrementar la massa muscular és comú en gran part de la població que entrena per fins estètics o pels avantatges que té pel que fa a la salut. Avui dia veig molts individus que no orienten adequadament els seus entrenaments cap a la hipertròfia muscular o que només contempen el mètode tradicional, deixant de banda

totes les altres tècniques que se'ns parlen d'elles en la literatura científica. Aquest desconeixement que veig, em motiva a llegir molt i conèixer bé el món de la hipertròfia muscular i els diferents mètodes que es poden utilitzar per maximitzar els guanys de massa muscular.

Per acabar tancant aquest punt m'agradaria anomenar un dels màxims referents de la hipertròfia muscular i que en part també m'ha ajudat a voler conèixer més aquest món; en Brad Schoenfeld.

2. Introducció

2.1. Entrenament contra resistència

La força influeix directament en l'estat de salut i la capacitat física o *fitness* dels individus. El mètode d'entrenament més utilitzat per millorar la força és l'entrenament contra resistència o *resistance training* (RT). El RT, a mitjà i llarg termini provoca adaptacions neurals i estructurals que comporten en les millores de la hipertròfia, força i potència muscular (Domínguez i Col, 2016). Slater i col (2019) diuen que el RT es prescriu comunament per augmentar la força i la potència muscular amb la intencionalitat de millorar el rendiment esportiu. El RT és una activitat física que s'utilitza comunament per desenvolupar la força muscular i estimular la hipertròfia (Hackett i col, 2018 i Krzysztofik i col, 2019).

2.2. Estat d'entrenament d'un individu

En el procés de preinscripció dels exercicis, les recomanacions suggereixen considerar l'estat d'entrenament de l'individu com un factor clau per determinar el volum, la intensitat i l'elecció dels exercicis. Fins al dia d'avui no consta l'existència d'uns paràmetres objectius per avaluar l'estat d'entrenament en força dels individus. Un estudi actual de Junior i col (2021) tenia com a objectiu proposar una estratègia per classificar i determinar l'estat d'entrenament de força. Per fer-ho van tenir en compte cinc paràmetres: (a) temps d'entrenament interromput actual, (b) temps de desentrenament, (c) experiència d'entrenament prèvia, (d) tècnica dels exercicis i (e) nivell de força. En funció de la puntuació que s'obté en els cinc paràmetres es classificaven els individus en: principiants, intermedis, avançats i molt avançats.



Taula 1. Variables en consideració per determinar el nivell d'entrenament (Junior i col, 2021).

	Beginner	Intermediate	Advanced	Highly advanced
Current uninterrupted training time	Up to 2 mo	Between 2 and 12 mo	Between 1 and 3 y	At least 3 y
Time of detraining	At least 8 mo	Between 4 and 8 mo	Between 1 and 4 mo	Currently training
Previous training experience	Up to 2 mo	Between 2 and 12 mo	Between 1 and 3 y	At least 3 y
Exercise technique	Poor	Moderate	Good	Excellent
Strength level	Up to 60% MBP Not even 1 rep MPU Up to 80% MSQ Up to 100% MDL Up to 40% FBP Not even half rep FPU Up to 60% FSQ Up to 80% FDL	Up to 100% MBP At least 1 rep MPU Up to 120% MSQ Up to 150% MDL Up to 60% FBP At least half rep FPU Up to 100% FSQ Up to 120% FDL	Up to 120% MBP At least 15% MPU Up to 150% MSQ Up to 180% MDL Up to 80% FBP At least 1 rep FPU Up to 130% FSQ Up to 160% FDL	Above 120% MBP At least 30% MPU Above 150% MSQ Above 180% MDL Above 80% FBP At least 10% FPU Above 130% FSQ Above 160% FDL

FBP = female bench press; FDL = female deadlift; FPU = female pull-up; FSQ = female back squat; MBP = male bench press; MDL = male deadlift; MPU = male pull-up; MSQ = male back squat.

Taula 2. Criteris i paràmetres utilitzats per cadascuna de les variables (Junior i col, 2021). *Strength level: % de la massa corporal

En la taula anterior en la columna dels *beginners* se'ls aplica (1p), en la dels *intermediate* (2p), *advanced* (3p) i els *highly advanced* (4p). Aquesta puntuació s'aplica per cada ítem de la columna corresponent. Hi ha uns requisits previs abans d'obtenir la puntuació final i poder ubicar a l'individu en un dels estatus: mínim s'han d'escollir tres ítems, havent-hi alguns que són obligatoris com el temps d'entrenament interromput actual, temps de desentrenament (si és el cas) i experiència d'entrenament prèvia. El nombre de punts total que s'obtinguin, han de ser dividits pel nombre d'ítems escollit per tal que el sistema de puntuació que proposen els autors sigui vàlid. Per exemple si s'han escollit 5 ítems, se sumen els seus punts i es divideixen entre 5 i el resultat final serà el que determinarà l'estatus d'entrenament de l'individu. La puntuació final que s'obtingui determinarà el nivell d'entrenament: *beginner* (1-1.9), *intermediate* (2-2.9), *advanced* (3-3.9) i *highly advanced* (4-4.9).

2.3. Hipertròfia muscular

Actualment l'augment de la massa corporal magra és àmpliament perseguit per qui aixeca peses, pels atletes involucrats en esports de força i potència com el futbol, el rugbi i esports com l'halterofília (Schoenfeld, 2010). L'augment de la massa muscular també pot tenir uns fins saludables, principalment per evitar l'atròfia del múscul esquelètic induït per l'edat, és a dir, la sarcopènia (Tesch i col, 2017).

Domínguez i col (2016) descriuen la hipertròfia muscular o l'augment de la massa muscular com les adaptacions fisiològiques que es produeixen a nivell estructural o muscular induïdes pel RT. Aquest tipus d'adaptacions fan referència fonamentalment a les millores obtingudes sobre l'àrea de la secció transversal del múscul (AST). Schoenfeld (2010) ens parla d'una correlació entre l'AST del múscul i la producció de força.

Per entendre millor la hipertròfia muscular s'han de tenir unes nocions bàsiques del sistema neuromuscular; en particular de la interacció entre els nervis i els músculs que produeixen la força per dur a terme el moviment humà (Schoenfeld, 2021). Prèviament a passar a parlar del tipus de fibres musculars i la relació que poden tenir amb la hipertròfia muscular, s'hauria de fer un breu incís sobre la unitat motora (UM). Segons Schoenfeld (2021) les UMs estan formades per tres parts: un cos cel·lular, un axó i unes dendrites. Quan es decideix realitzar un moviment, l'axó condueix l'impuls nerviós des

del cos cel·lular fins a les fibres muscular produint com a resultat final una contracció muscular.

Ravé i col (2014) afirmen que tradicionalment les fibres musculars s'havien classificat en dos tipus: les tipus I (vermelles) i les tipus II (blanques). Les primeres es caracteritzen per ser de contracció i fatigació lenta (pic de tensió 110 mil·lisegons), i les segones per ser de contracció i fatigació ràpida.

Actualment el tipus II es classifiquen en dos subgrups: les fibres tipus IIa i el tipus IIx. El tipus IIa o intermèdies entren dintre del grup de fibres ràpides, però tenen algunes característiques intermèdies entre els tipus I i II. El tipus IIx són les més ràpides (pic de tensió 50 mil·lisegons), produeixen una gran quantitat de força i potència, però es fatiguen de pressa. La distribució de fibres en el cos sol ser similar (50%-50%). Però aquesta proporció pot variar segons el múscul i l'individu: el soli, gairebé el 80% són fibres tipus I (Schoenfeld, 2021).

Heredia i col (2013) descriuen les fibres tipus II amb un potencial de creixement o hipertròfia major que el tipus I. Per tant, un múscul com el soli que té aproximadament un 80% de fibres tipus I, serà més complicat incrementar l'AST de les seves fibres.

Músculo	Fibras II (FTF) %	Fibras I (STF) %
Sóleo	13	87
Aductor	19	81
Tibial anterior	27	73
Biceps Femoral	33	67
Peróneo Lateral Largo	38	62
Deltoides	48	52
Biceps Braquial	57	43
Vasto Externo	62	38
Triceps Braquial	68	32
Recto Femoral	71	29

Taula 3. Grups musculars i el percentatge de fibres tipo II i I que els conformen (Lamb, 1984 citat per Heredia i col, 2013).

Des d'un punt de vista fisiològic l'augment de la massa muscular es produeix per una resposta hormonal (Ravé i col, 2014). La hipertròfia muscular es dona quan la síntesi de les proteïnes musculars supera la degradació i dona com a resultat un balanç positiu net en períodes acumulatius (Krzysztofik i col, 2019). Concretament es dona un balanç nitrogenat positiu on la síntesi de compostos nitrogenats en el múscul excedeix la tasa de degradació, generant un augment proporcional en l'acumulació neta de proteïnes contràctils d'actina i miosina, així com altres proteïnes estructurals (American Collage of Sport Medicine, 2009).

Les millores en l'AST del múscul estarà associada amb una àmplia gamma de variables importants que s'han de complir com: el tipus de programa d'entrenament; l'experiència

de l'individu en el RT; el gènere; la predisposició genètica i l'estat nutricional (Slater i col, 2019).

2.4. Variables hipertròfia muscular

En el disseny d'un programa enfocat al desenvolupament de la hipertròfia s'ha de tenir en consideració un conjunt de variables com: el volum, la freqüència, la càrrega o pes, la selecció dels exercicis, el tipus d'acció muscular, la durada dels intervals de descans, la durada de la repetició, l'ordre dels exercicis, el rang de moviment i el caràcter de l'esforç (Schoenfeld, 2021). Fent un breu incís en la temàtica de la revisió sistemàtica, les variables citades anteriorment són les que determinaran un mètode o un altre quan es modifica alguna d'elles. Per tant, prèviament a entrar a parlar de les diferents metodologies per maximitzar els guanys d'hipertròfia es tractarà en detall cadascuna d'aquestes variables.

2.4.1. Volum

El volum d'entrenament freqüentment s'expressa com el nombre total de repeticions que es contemplen en una sessió de RT (sèries x repeticions). No obstant això, aquest valor no té en compte la quantitat de càrrega que es mobilitza, per tant, un terme més apropiat és sèries x repeticions x càrrega (Helms i col, 2015). El volum en l'entrenament de la hipertròfia se sol expressar com el nombre de sèries realitzades per grup muscular al llarg d'un període de temps, generalment una setmana. El volum en la hipertròfia és una variable important, és a dir, elevats volums optimitzen la resposta d'hipertròfia. Per evitar el sobreentrenament, el volum s'hauria d'incrementar de manera progressiva i també integrar períodes de descàrrega en els quals es redueix el volum de treball per facilitar la recuperació. Un volum d'unes 10-20 sèries per múscul i per setmana sembla ser una bona recomanació per fins d'incrementar la massa muscular (Schoenfeld, 2021).

Tenint en compte el volum d'entrenament per setmana i grup muscular, trobem diversos estudis que intenten donar amb un volum idoni per una optimització de la hipertròfia muscular. Schoenfeld i col (2016) van portar a terme una revisió sistemàtica amb l'objectiu d'avaluar la relació de dosis-resposta entre les sèries setmanals realitzades per grup muscular i els guanys de massa muscular. Van observar que els grups d'individus que seguien uns protocols d'alts volums (>10 sèries setmanals) per grup muscular obtenien unes millores significatives en comparació amb els que realitzaven <5 sèries setmanals i també els que feien entre 5-9 sèries.

Finalment afegir que Figueiredo i col (2018) afirmen que els alts volums d'entrenament haurien de ser dividits en diversos exercicis, millor que realitzar totes les sèries d'un mateix exercici per tal d'optimitzar els guanys de massa muscular. Aquesta afirmació serà tractada amb més detall en el punt de selecció d'exercicis.

2.4.2. Freqüència

Últimament se li ha donat especial atenció a l'efecte de la freqüència setmanal del RT pel desenvolupament de la força i la hipertròfia muscular. La freqüència d'entrenament fa referència al nombre de sessions d'exercici realitzades en un període de temps, generalment una setmana (Schoenfeld, 2010). És una variable molt important, ja que inclou quants cops es treballa un grup muscular al llarg d'una setmana, per tant, té una relació directa amb el volum.

Prèviament a analitzar que ens diu l'evidència científica sobre els dies que s'ha d'entrenar a la setmana per aconseguir uns resultats òptims d'hipertròfia, cal fer un incís: Els estudis ens diuen que els augments en la síntesi proteica després de la sessió d'entrenament contra resistències duren entre 24-48 hores (Damas i col, 2018). Entrenar abans que la síntesi de proteïnes musculars s'hagi completat, empitjora aquest procés (MacDougall, 1995). Les pautes generals per l'entrenament de la hipertròfia recomanen deixar almenys 48 hores entre dues sessions de RT d'un mateix grup muscular (Schoenfeld, 2010).

Helms i col (2015) ens diuen que els estudis mostren millors adaptacions neuromusculars, marcadors hormonals de recuperació, increment de la força i augments de la massa corporal magra en aquells individus que realitzen programes del mateix volum, però amb una major freqüència i menor volum per sessió. Aquesta reducció de volum per sessió permet que les sèries siguin més efectives.

Una revisió sistemàtica de Wernbom i col (2007) va determinar que els aixecadors principiants es beneficien d'entrenar els grups musculars fins a 4 cops per setmana, els de major experiència els millors resultats els obtenen amb una freqüència 2 o 3 dies a la setmana. En l'estudi de Damas i col (2018) van arribar a les conclusions que en individus no entrenats, la freqüència setmanal no és un dels factors més rellevants. És a dir, hi ha hagut individus que han respost millor a freqüències baixes (2-3 dies) i altres a altes (5 dies). Una revisió sistemàtica de Schoenfeld i col (2016) en la qual analitzaven

estudis que entrenaven els grups musculars entre 1 i 3 dies per setmana sobre una base equivalent de volum, van observar que freqüències d'entrenament de dos dies a la setmana pels principals grups musculars promouien més les millores d'hipertròfia que les d'un dia. Un estudi més recent realitzat per Schoenfeld i col (2019) van arribar a la conclusió que en condicions de volum equivalent, la freqüència de l'entrenament contra resistències no sembla tenir un efecte pronunciat en els guanys de massa muscular. Per tant, els resultats envers aquesta variable de freqüència no queden totalment clars.

En individus *advanced i highly advanced* les rutines dividides, és a dir, en les quals estructures els entrenaments per grups musculars permeten un major volum de treball per grup muscular i sessió. Aquestes rutines dividides poden millorar les adaptacions hipertròfiques a través de la relació dosis-resposta entre el volum i la hipertrofia (Schoenfeld, 2021).

2.4.3. Càrrega o pes aixecat

Generalment la càrrega o pes aixecat es considera un dels factors més importants de la resposta hipertròfica. La intensitat de la càrrega fa referència al percentatge de la 1RM utilitzat en un exercici. Schoenfeld (2021) afirma que la intensitat de la càrrega freqüentment se sol classificar en tres franges de pes: pesada (1 a 5 RM), mitja o rang d'hipertròfia (6 a 12 RM) i lleugera (més de 15RM). No obstant això, les franges considerades pesades (1 a 5 RM o >85% de l'1RM) promouen més les adaptacions neuromusculars i tenen menys impacta sobre la hipertròfia muscular (Hulmi i col, 2012). Schoenfeld (2021) recomana entrenar amb una àmplia gamma de rangs de repeticions (d'1 a més de 20) amb la finalitat de maximitzar totes les vies possibles pel desenvolupament complet del múscul. No obstant això, és bastant útil centrar-se en rangs de repeticions mitjos (6 a 12 RM o 70% de l'1RM), que poden proporcionar una combinació òptima de tensió mecànica i estrès metabòlic.

2.4.4. Selecció dels exercicis

Variar els paràmetres dels exercicis, és a dir, els angles de tracció, el pla de moviment o la posició de les extremitats pot ajudar a treballar preferentment determinats aspectes de la musculatura, també fer que els músculs sinèrgics i els estabilitzadors estiguin més o menys activats (Schoenfeld, 2010).

Fonseca i col (2014) van demostrar la importància de variar la selecció d'exercicis. En l'estudi comprovaven les adaptacions musculars després de realitzar esquat en una

màquina Smith amb les adaptacions produïdes per una combinació d'igual volum d'esquat en màquina Smith, pressió de cames, gambades i pes mort. Els resultats van mostrar que la rutina d'exercicis variats, és a dir, la segona va produir una hipertròfia més uniforme dels quatre músculs que conformen el quàdriceps. Per tant, combinar diferents exercicis per treballar un mateix grup muscular ajuda a un desenvolupament més uniforme d'aquell múscul.

Encara que el concepte de variar l'entrenament no s'hauria de portar a l'extrem. Quan es varien els exercicis amb una freqüència elevada, la persona pot dedicar massa temps a desenvolupar les destreses motores amb càrregues subòptimes (Helms i col, 2015). Schoenfeld (2021) ens proposa que un cop que els esportistes hagin après els patrons de moviment dels exercicis bàsics del RT, haurien d'utilitzar una varietat d'exercicis per maximitzar la hipertròfia de tots el cos. Les opcions haurien d'incloure exercicis amb pesos lliures com amb màquines i exercicis poliarticulars com monoarticulars. Afegir que aquells exercicis que tinguin un grau de llibertat més reduït (monoarticulars en màquina) es poden variar més que aquells que tècnicament són més complexos (poliarticulars de pesos lliures).

2.4.5. Tipo d'acció muscular

Els tres tipus de contraccions musculars bàsics que trobem són les concèntriques, excèntriques i isomètriques. En l'entrenament de la hipertròfia el tipus de contracció muscular s'ha de tenir en compte (Schoenfeld, 2021).

Les accions excèntriques produeixen la major resposta anabòlica, i les investigacions se centren sovint en aquest tipus d'acció muscular. La força excèntrica és, aproximadament, entre un 20 i un 50% major que les forces concèntriques i ens permet utilitzar càrregues més elevades en l'exercici (Bamman i col, 2001). També es pensa que els avantatges del treball excèntric estan relacionades amb el dany muscular (Schoenfeld, 2012).

Per tant, Schoenfeld (2021) ens diu que en un programa d'entrenament orientat a la hipertròfia, s'haurien d'incloure tant accions concèntriques com excèntriques. Sembla que aquestes accions es complementen les unes amb les altres des del punt de vista de creixement muscular.

2.4.6. Descans

El temps intermedi entra les sèries, s'anomena interval de descans o període de descans. Segons Schoenfeld (2010) Aquests intervals es poden classificar en tres grans grups: curts (30 segons o menys), moderats (60-90 segons) i llargs (3 minuts o més).

Schoenfeld (2021) explica que les investigacions indiquen que descansar almenys 2 minuts entre les sèries proporcionen un avantatge per mantenir la intensitat de la càrrega. Encara que els descansos en els exercicis monoarticulars o en màquina poden ser una mica més curts (60-90 segons).

2.4.7. Durada de les repeticions

La duració de la repetició representa la suma dels components concèntrics, excèntrics i isomètrics d'una repetició, i es basa en el ritme al qual es realitza cadascuna del tipus de contracció. Freqüentment el ritme s'expressa amb tres dígitos: el primer és el temps (en segons) que es tarda a realitzar l'acció concèntrica, el segon correspon a la fase de transició isomètrica entre l'acció concèntrica i excèntrica, i el tercer és el temps utilitzat en l'acció excèntrica (Ogborn i Schoenfeld, 2014). Per exemple un ritme 2-0-3, indica que l'acció concèntrica té una durada de 2 segons, no hi ha pausa en la transició i que la fase excèntrica es tarden 3 segons, en total es tarda 5 segons (temps sota tensió) a fer la repetició. El ritme de les accions es veu condicionat per la càrrega i per la fatiga. Les investigacions sobre aquest tema són limitades, fent que sigui complicat extreure unes conclusions concretes. Els ritmes concèntrics d'1 a 3 segons poden considerar-se opcions viables; quant a la fase excèntrica, sembla necessari almenys 2 segons per garantir que les càrregues es baixen amb control muscular. Un aspecte important a tenir en compte és desenvolupar una connexió forta entre la ment i el múscul, és a dir, concentrar-se en intentar contraure el màxim el grup muscular que s'està treballant (Schoenfeld, 2021).

2.4.8. Ordre dels exercicis

Les pautes actuals pel RT ens diuen que s'han de realitzar els exercicis poliarticulars de músculs grans a l'inici de l'entrenament (amb una major càrrega) i deixar pel final els monoarticulars de grups musculars petits (American Collage of Sport Medicine, 2009). No obstant això, és un tema que no queda tant clar. Schoenfeld (2021) afirma que l'evidència indica majors beneficis hipertròfics per aquells grups treballats primer en una sessió de RT. Per tant, els exercicis s'haurien de fixar seguint un ordre de prioritat, és a dir, els músculs menys desenvolupats entrenar-los primer. D'aquesta manera l'esportista dedica l'energia més gran i la concentració a aquestes primeres sèries que són de major rellevància. S'hauria de deixar de banda el tema de grans grups musculars o petits com a secundari.

2.4.9. Rang de moviment

En les investigacions que s'han comparat els diferents rangs de moviments (ROMs), se sol parlar dels beneficis que presenta per la hipertròfia quan s'entrena en un ROM complet (Schoenfeld, 2021). Aquests estudis s'han fet amb diferents exercicis, una investigació de Signorile i col (2014) es va veure que el múscul del quàdriceps s'activava de diferent manera durant un exercici d'extensió de genoll: el vast extern s'activa al màxim durant els primers 60° del ROM, mentre que el vast intern s'activava en els 60° finals del ROM. Encara que introduir alguns moviments de rangs parcials pot ajudar a millorar la hipertròfia muscular.

2.4.10. Caràcter de l'esforç

L'esforç que s'exerceix durant l'entrenament de força, normalment se'l denomina caràcter de l'esforç, és una variable que s'ha de tenir en compte en la hipertròfia muscular. El caràcter de l'esforç se sol calcular en funció de la proximitat a la fallada muscular. La fallada muscular és el punt en el qual els músculs no poden produir la força necessària per aixecar concèntricament una càrrega determinada en una sèrie, respectant l'execució tècnica (Schoenfeld, 2010)

L'entrenament fins a la fallada muscular segueix sent matèria de debat. En general es creu que és una pràctica necessària per maximitzar la resposta hipertròfica. La principal raó d'entrenar fins a la fallada muscular és per maximitzar el reclutament de les unitats motores (Willardson i col, 2010). No obstant això, en l'entrenament amb càrregues elevades, les unitats motores de llindar més elevat són reclutades des de l'inici. L'evidència suggereix que interrompre l'entrenament a dues repeticions abans de la fallada muscular no posa en risc els guanys de massa muscular, almenys quan s'utilitzen càrregues moderades (6-12 RM o 70% de l'1RM) sobre una base de volum igual (Schoenfeld, 2021). En canvi amb càrregues lleugeres el reclutament d'unitats motores d'alt llindar es veu atraçat. Per tant, en aquest segon cas, quan es tracta de càrregues lleugeres es fa imprescindible que el caràcter de l'esforç sigui alt (Morton i col, 2019). En un estudi de Sampson i Groeller (2016) on la mostra eren homes no entrenats, no van trobar diferències entre entrenar fins a la fallada muscular i parar les sèries a dos repeticions de la fallada muscular, quan s'utilitzen unes càrregues pesades (85% 1RM).

Quan es treballa amb càrregues moderades (6-12 RM) l'entrenament fins a la fallada s'hauria de reservar per l'última sèrie de l'exercici. La freqüència d'entrenament fins a la fallada muscular també es pot perioditzar (Schoenfeld, 2021).

VARIABLES HIPERTRÒFIA MUSCULAR INDIVIDUS ENTRENATS

Variable	Aplicacions pràctiques
Volum	<p>Un volum d'unes 10-20 sèries per múscul i per setmana sembla ser una bona recomanació per fins d'incrementar la massa muscular (Schoenfeld, 2021). Donar un volum superior als grups musculars menys desenvolupats (Schoenfeld, 2021). Per evitar el sobreentrenament, el volum s'hauria d'incrementar de manera progressiva i també integrar períodes de descàrrega en els quals es redueix el volum de treball per facilitar la recuperació (Schoenfeld, 2021).</p> <p>Volum= sèries x repeticions x càrrega (Helms i col, 2015).</p>
Freqüència	<p>Freqüència 2 o 3 dies a la setmana (Wernbom i col, 2007)// 2 dies a la setmana pels principals grups musculars millor que 1 dia (Schoenfeld, 2016)// En condicions iguals de volum, la freqüència no sembla tenir un efecte molt important (Schoenfeld i col, 2019)// Les pautes generals per l'entrenament de la hipertròfia recomanen deixar almenys 48 hores entre dues sessions d'un mateix grup muscular (Schoenfeld, 2010).</p> <p>Freqüència= n° de sessions en una setmana (Schoenfeld, 2010).</p>
Pes aixecat	<p>Recomanable entrenar amb una àmplia gamma de rangs de repeticions d'1 a 20 RM// Però centrar-se sobretot en rangs mitjos de 6 a 12 RM (70% de l'1RM) (Schoenfeld, 2021).</p> <p>Intensitat de la càrrega= % 1RM (Schoenfeld, 2021).</p>
Descans	<p>És un tema que no queda clar del tot. Però 2 minuts de descans entre sèries ens permet mantenir la intensitat de la càrrega// En exercicis monoarticulars o en màquina 60-90 segons sembla ser una bona opció (Schoenfeld, 2021).</p> <p>Descans= temps intermedi entre les sèries (Schoenfeld, 2021).</p>
Selecció i ordre exercicis	<p>Variar els paràmetres dels exercicis, és a dir, els angles de tracció, el pla de moviment o la posició de les extremitats (Schoenfeld, 2010)// Combinar diferents exercicis (màquina, pesos lliures, politges, exercicis poliarticulars i monoarticulars) per treballar un mateix grup muscular ajuda a un desenvolupament més uniforme d'aquell múscul (Schoenfeld, 2021)// Dividir les sessions per regions corporals o funcions sembla ser una bona opció (tronc inferior-superior, per grups musculars, empenyar-estirar) (Schoenfeld, 2021).</p> <p>Poliarticulars a l'inici de l'entrenament i els monoarticulars al final (American Collage of Sport Medicine, 2009)// És un tema que no queda tant clar. L'evidència demostra majors beneficis hipertrofics per aquells grups musculars treballats primer en una sessió, per tant, primer treballar aquells grups musculars que donem més prioritat o que tinguem menys desenvolupats (Schoenfeld, 2021).</p>
Tipus d'acció muscular	<p>Un programa orientat a la hipertròfia hauria d'incloure accions concèntriques i excèntriques (Schoenfeld, 2021)// Les accions excèntriques produeixen la major resposta anabòlica. Es pensa que l'avantatge del treball excèntric està relacionat amb el dany muscular (Schoenfeld, 2012).</p>
Duració repetició	<p>Les investigacions són limitades. Ritmes d'1 a 3 s en l'acció concèntrica poden considerar-se opcions viables. Quant a la fase excèntrica sembla necessari almenys 2 s per garantir baixar la càrrega amb un control muscular (Schoenfeld, 2021).</p> <p>Connexió forta entre la ment i el múscul que s'està treballant, intentar contraure'l al màxim (Schoenfeld, 2021).</p> <p>Duració repetició= a. concèntrica (s) - a. transició (s) - a. excèntrica (s) = temps sota tensió (Ogborn i Schoenfeld, 2014).</p>
ROM	<p>Generalment rang de moviment complet// Pot ser interessant a vegades introduir ROMs parcials (Schoenfeld, 2021).</p>
Caràcter esforç	<p>En càrregues moderades (6-12 RM o 70% RM) un RIR 1-2 no posa en risc els guanys de massa muscular// L'entrenament a la fallada en aquest cas s'ha de reservar per l'última sèrie (Schoenfeld, 2021).</p> <p>En càrregues lleugeres (>15 RM) fa imprescindible arribar a la fallada muscular (CE alt) (Morton i col, 2019)</p> <p>Caràcter de l'esforç (CE) = proximitat a la fallada muscular (Schoenfeld, 2010).</p>

Taula 4. Resum variables hipertròfia muscular. Taula d'elaboració pròpia.

2.5. Ingesta proteica

A més d'un programa d'entrenament adequat amb unes càrregues òptimes durant almenys 8-12 setmanes (Seynnes i col, 2007) també és important una adequada ingesta nutricional (Campbell i col, 2007). Segons Dames i col (2018) l'augment de la massa muscular s'aconsegueix amb un programa d'entrenament adequat i una adequada ingesta proteica.

Per aconseguir un guany òptim de massa muscular, no hi ha prou amb una bona planificació d'entrenament, sinó que la dieta té un paper decisiu i és un pilar fonamental, sobretot en esportistes *advanced i high advanced*. Per adequar la quantitat necessària d'energia (calories) i nutrients (carbohidrats, proteïnes, greixos, vitamines i minerals) és necessari tenir en compte el tipus d'entrenament (intensitat, volum, freqüència), l'edat, el sexe, l'alçada i el pes (González-Gross i col, 2001).

La quantitat d'energia necessària (calories) és important quan tenim com a objectiu incrementar la massa muscular. Autors com Garthe i col (2013) van demostrar que combinar un programa d'entrenament de RT juntament amb un balanç energètic positiu o superàvit calòric millora l'efecte anabòlic produint guanys de massa corporal magra i també dels dipòsits de greix.

A continuació passaré a parlar de la ingesta proteica, ja que és una de les variables importants en l'increment de la massa muscular. Jäger i col (2017) ens parlen del que diu l'evidència científica sobre la ingesta proteica pel desenvolupament i manteniment de la massa muscular: una ingesta total diària de proteïnes en un rang d'1,4-2,0 g de proteïna / kg de pes corporal /dia és suficient per a la majoria de les persones que fan exercici; la dosi de proteïnes agudes haurien de contenir entre 700 i 3000 mg de leucina o un contingut relatiu més elevat de leucina, a més una gamma equilibrada d'aminoàcids essencials (EAA); l'ideal és distribuir aquesta dosi de proteïna de manera uniforme, cada 3-4 h, al llarg del dia i el període òptim durant el qual fer la ingesta proteica pot ser abans o després de l'entrenament en funció de tolerància de l'individu; les recomanacions respecte a una ingesta òptima de proteïnes per porció depèn de l'edat i dels estímuls recents del RT, les recomanacions generals són 0,25 g d'una porció de proteïna d'alta qualitat per kg de pes corporal o una dosi absoluta de 20 a 40 g.

La ingesta proteica moltes vegades no pot ser satisfeta amb la dieta i això fa que calgui recórrer a la suplementació, és a dir, per complementar la dieta i assolir aquells requeriments proteics diaris. Diversos estudis van analitzar com actuava la suplementació de proteïna i l'entrenament amb càrregues amb individus no entrenats i els resultats van ser que no s'aconseguia un major augment de la massa muscular, en comparació amb els individus entrenats (Raya-González i col, 2019).

Farup i col (2014) i Rahbek i col (2014) van observar majors beneficis en l'augment de la massa muscular quan els individus utilitzaven com a suplement la proteïna hidrolitzada de sèrum de llet amb un elevat contingut de l'aminoàcid ramificat leucina combinat amb hidrats de carboni. A més, una estratègia interessant és la suplementació basada en la proteïna abans d'anar-se'n a dormir s'ha vist eficaç per l'increment de massa muscular. En aquesta mateixa línia Jäger i col (2017) diuen que la ingesta de proteïna de caseïna (proteïna d'absorció lenta) abans d'anar a dormir (30-40 g) augmenta la síntesi de proteïnes musculars nocturna.

Quant a àcids grassos Smith i col (2011) van demostrar que la suplementació amb àcids grassos d'omega-3 provocava un augment en l'aceració de proteïnes musculars.

2.6. Periodització en la hipertròfia muscular

Es pensa que el disseny d'un programa d'entrenament de RT orientat a la hipertròfia es beneficia de l'ús d'un enfocament perioditzat (Helms i col, 2015). Segons Schoenfeld (2021) l'objectiu de la periodització és optimitzar un component de la forma física gradualment, això s'aconsegueix mitjançant la manipulació de les variables del programa. La periodització pot ser una bona estratègia per evitar estancaments o regressions. En línies generals, Cunanan i col (2018) ens diuen que la periodització es basa en el síndrome general d'adaptació de Selye (SGA).

Troben diferents models de periodització, d'aquests tres han sigut estudiats en relació amb els seus efectes sobre la hipertròfia muscular: la periodització lineal tradicional, la periodització no lineal (ondulant) i la periodització inversa (Schoenfeld, 2021).

Els models de periodització lineals i no lineals semblen ser igual de vàlids per maximitzar la hipertròfia muscular. Encara que el model de periodització inversa sembla tenir una base més lògica per la hipertròfia muscular, no ha demostrat uns resultats més eficaços. No obstant això, és necessari més investigacions per unes conclusions més clares (Schoenfeld, 2021).

Grgic i col (2018) en la seva revisió sistemàtica van arribar a la conclusió que es poden aconseguir efectes hipertròfics similars utilitzant un enfocament perioditzat o no

perioditzat. No obstant això, els autors afirmen que hi ha limitació en els estudis, per tant, es necessita més investigació.

Souza i col (2014) ens diuen que l'aceració de proteïnes musculars requereix que el cos sigui desafiat repetits cops gradualment. No obstant això, al final sobrecarregar de manera persistent els recursos del cos amb un entrenament excessiu i una recuperació insuficient porta a un estat de sobreentrenament (és a dir, a la fase d'esgotament del SGA). Per tant, en la periodització de l'entrenament orientat a la hipertròfia muscular, és molt important col·locar adequadament els períodes de descàrrega.

Un període de descàrrega és reduir de manera sistemàtica la intensitat o el volum de l'entrenament o les dues variables. Quan es realitza de manera adequada es promou el restabliment i la recuperació de manera que afavoreix al progrés continuat (Damas i col, 2016). Una relació 3:1 (en setmanes) d'entrenament i descàrrega és un bon punt de partida (Schoenfeld, 2021).

La periodització de la intensitat de la càrrega és un aspecte important a tenir en compte. Com s'ha explicat anteriorment les sessions es poden dividir en franges de càrregues elevades (d'1 a 5 RM), càrregues moderades (de 8 a 12 RM) i càrregues lleugeres (\geq 20 RM o més). Aquesta variable es pot perioditzar tant amb un model lineal com amb un ondulant. Schoenfeld (2021) parla inclús de variar les càrregues dintre d'una mateixa sessió o en un mateix exercici (mètode piramidal ascendents o descendents). Les investigacions indiquen que una piràmide realitzada amb una franja de càrrega ampla (sèries de 15, 10 i 5 RM) produeix majors augments en la massa muscular que una rutina que contempla franges més limitades (Dos Santos i col, 2018).

Una altra variable a tenir en compte en la periodització és el volum i la freqüència. Una solució lògica és incrementar el volum de manera progressiva al llarg del cicle d'entrenament. El cicle hauria de començar amb una dosi de manteniment; a continuació el volum s'augmenta de manera sistemàtica per culminar en un breu cicle amb la dosi tolerable més alta amb la qual s'obtindrà una resposta hipertròfica supercompensatoria. Després d'un període de descàrrega, el procés es torna a repetir (Schoenfeld, 2021).

Un estudi bastant recent de Bjornsen i col (2019) van proporcionar evidències que induir a un estat de sobreesforç funcional mitjançant períodes breus d'entrenament de gran volum pot augmentar la hipertròfia. Un altre estudi de Hackett i col (2018) sobre el mètode de volum alemany, es veu la importància de limitar els intents de sobreesforç funcional a cicles breus.

Seguint amb la variable de periodització del volum i la freqüència seria lògic estalviar volum per gastar-lo en aquells grups musculars menys desenvolupats i en conseqüència realitzar menys sèries en els més desenvolupats o que millor responen a l'entrenament (Schoenfeld, 2021). No obstant això, amb aquesta estratègia s'ha de tenir en compte factors com per exemple el tipus d'exercici, perquè no és el mateix realitzar múltiples sèries en esquat que en un rull de bíceps, el primer exercici és molt més exigent i fatigant que el segon.

El màxim volum recuperable (MRV, *maximum recoverable volume*) ha sigut proposat com una estratègia per gestionar el volum al llarg d'un cicle d'entrenament. El MRV és un concepte orientat al rendiment que avalua la recuperació en funció de la capacitat de cada un per mantenir les mateixes càrregues gradualment (Israetel i Hoffmann, 2017).

2.7. Principis de l'entrenament

Per optimitzar els resultats d'hipertròfia muscular s'han de tenir en compte diverses consideracions com: el programa d'entrenament, l'experiència i nivell de l'individu en el RT, el gènere, la predisposició genètica i l'estat nutricional. Però, no ens podem oblidar d'alguns dels principis d'entrenament que s'han de respectar i tenir en compte tant en la planificació a curt, mitjà i llarg termini com en les sessions d'entrenament.

Un dels primers principis a fer menció és el d'individualització, el qual s'ha nomenat en apartats anteriors de manera indirecta, sobretot en el punt de com determinar el nivell d'entrenament de força d'un individu i poder orientar millor la planificació i preinscripció dels exercicis. Aquest principi ens diu que cada persona respon de forma diferent a un mateix entrenament o estímul per diverses raons (Bernal-Reyes i col, 2014).

Un altre principi molt important i que a vegades en l'entrenament orientat a la hipertròfia muscular es descuida, és el principi de varietat. El qual pot ajudar a optimitzar els guanys de massa muscular, com s'ha comentat en l'apartat de selecció dels exercicis. Un alt volum d'entrenament està lligat a que certs elements tècnics o exercicis siguin repetits moltes vegades, conduint a la monotonia i moltes vegades a l'avorriment (Bernal-Reyes i col, 2014).

El principi de la càrrega progressiva és important tenir-lo en consideració. Aquest principi ens indica que el treball a realitzar s'ha d'eleva gradualment, perquè si sempre s'entrena al mateix nivell, el cos s'acostuma a aquell esforç i ja no es donen adaptacions

fisiològiques, és a dir, el rendiment físic no es veu millorat, inclús pot empitjorar (Bernal-Reyes i col, 2014).

Finalment fer menció a un dels principis més importants: el de continuïtat. Aquest principi fa referència a mantenir una continuïtat del procés d'entrenament a llarg termini tenint en consideració i respectant la relació entre l'esforç i el descans per tal d'haver-hi adaptacions cròniques (Bernal-Reyes i col, 2014).

2.8. Mètodes per l'entrenament d'hipertrofia

Les pràctiques tradicionals de l'entrenament contra resistències són la base pel desenvolupament de la massa muscular. No obstant això, a mesura que augmenta l'experiència i els anys en l'entrenament, el subjecte li comença a ser necessari afegir pràctiques avançades per seguir progressant en la hipertrofia muscular i d'aquesta manera evitar l'estancament. D'altra banda variar el mètode d'entrenament pot ser una eina interessant per donar varietat a l'entrenament i sortir de la monotonia (Counts i col, 2017 i Schoenfeld, 2021).

Segons Schoenfeld (2021) a trets generals les pràctiques avançades o mètodes es poden classificar en dues categories. Les primeres serien aquelles estratègies d'acumulació, que proporcionen la capacitat per arribar a grans volums d'entrenament; entre aquestes trobem les sèries descendents, les supersèries i el preesgotament. La segona categoria serien les estratègies d'intensificació que són aquelles que augmenten la capacitat de la càrrega; entre aquestes trobem el descans intrasèrie i la sobrecàrrega excèntrica.

Totes les estratègies citades anteriorment contenen almenys amb alguna evidència contundent, sigui per recolzar o no donar tanta importància en els programes d'hipertrofia muscular.

2.8.1. Mètode tradicional o d'altres intensitats

L'American College of Sport Medicine (2009), per l'entrenament de la hipertrofia muscular recomana entre 1-3 sèries per exercici de 8-12 repeticions amb el 70-85% d'una repetició màxima (1RM) per principiants i d'entre 3-6 sèries d'1-12 repeticions del 70-100% de la 1RM per persones avançades. Segons Schoenfeld i col (2017), les directrius actuals per l'entrenament de la hipertrofia són mitjançant intensitats submàximes superiors al 70% d'una repetició màxima (RM) i el rang de repeticions òptim

és entre 6-12 repeticions. Es recomanen descansos d'1 a 2 minuts en programes d'entrenament per a principiants i intermedis. Per l'entrenament avançat, la duració dels descansos va en funció dels objectius o la fase de l'entrenament. De manera que es poden utilitzar descansos de 2-3 minuts amb càrregues pesades pels exercicis centrals de l'entrenament i d'1-2 minuts per altres exercicis amb una intensitat més moderada (Ahtiainen i col, 2005, Kraemer i col, 1990 i Kraemer i col, 1991).

2.8.2. Mètode amb sobrecàrrega excèntrica

El mètode amb sobrecàrregues excèntriques a part del mètode tradicional és el que té més suport científic a l'hora de desenvolupar la hipertròfia muscular. Les accions excèntriques permeten l'ús de càrregues màximes que són entre un 20 i 40% majors que la de les accions concèntriques (Schoenfeld, 2021).

S'ha demostrat que les accions excèntriques indueixen a un reclutament preferent de les miofibril·les tipo II (Moore i col, 2005). A més, l'entrenament excèntric produeix un major creixement de la porció distal del múscul, mentre que el concèntric fonamenta un major creixement de la zona central (Schoenfeld i col, 2017).

Walker i col (2016) van realitzar un estudi amb l'objectiu de comparar el mètode tradicional i el mètode de sobrecàrregues excèntriques amb homes entrenats. En l'estudi van fer servir 3 sèries amb un pes que corresponia al 6-10RM. Els subjectes del mètode tradicional s'utilitzava una càrrega constant tant per l'acció concèntrica com per l'excèntrica (6-10RM), en canvi el grup de la sobrecàrrega excèntrica se'ls afegia una càrrega addicional del 40% major en la fase excèntrica mitjançant l'ús d'alliberadors de càrrega individualitzats.

Segons Schoenfeld (2021) la sobrecàrrega excèntrica pot utilitzar-se amb bastant facilitat amb diversos exercicis basats en màquines, fent l'acció concèntrica de manera bilateral i l'excèntrica unilateral i en cada repetició canviar el segment corporal. En canvi en els exercicis de pesos lliures, un company pot ajudar a aixecar la càrrega supramàxima i l'esportista la baixa amb control.

Encara que no existeixi evidència definitiva per la duració de l'acció excèntrica, un ritme de 2 segons sembla assegurar que la càrrega es baixi de manera controlada (Pereira, 2016 i Shibata i col, 2021).

2.8.3. Mètode clúster o descans intrasèrie

El mètode tradicional de RT implica la realització contínua de les repeticions al llarg d'una sèrie, seguida d'un període de descans. L'entrenament amb descansos intrasèrie

s'ha proposat com a mètode per evitar els efectes negatius de la fatiga perifèrica (Schoenfeld, 2021).

L'entrenament amb descansos intrasèrie (també anomenat descans-pausa o clúster). En la pràctica hi ha multitud de formes de portar a terme aquesta estratègia. Les recomanacions generals per aquest mètode prescriuen intervals de descans de 10-30 segons entre repetició, encara que no existeixen pautes pel moment en què s'han d'implementar aquests intervals de descans durant el transcurs d'una sèrie (Haff i col, 2008).

Com a estratègies més pràctiques Schoenfeld (2021) ens diu que en els períodes de descans intrasèrie, és important no tenir el pes a sobre, és a dir, descarregar per complet, per tal que la recuperació sigui màxima.

2.8.4. Mètode baixes intensitats

Burd i col (2012) ens parlen d'un mètode que trenca amb tots els esquemes tradicionals que es caracteritzen per les altes intensitats. Metodologies d'intensitats tan baixes com el 30% de l'1 RM i arribant a la fallada muscular (moment en el qual els músculs ja no poden produir la força necessària per aixecar concèntricament una càrrega), són igual d'efectives per estimular tasses de síntesis de proteïnes musculars. Diversos estudis han trobat que els entrenaments amb càrregues baixes (30-60% 1RM) s'obtenen resultats similars a l'entrenament amb càrregues moderades i altes (>60% 1RM) (Krzysztofik i col, 2019).

2.8.5. Mètode sèries descendents o *drop set*

Les sèries descendents o també *drop set* és un dels mètodes avançats més popular per l'augment de la massa muscular (Schoenfeld, 2021). El mètode implica portar fins a la fallada muscular concèntrica i després amb descans mínim, realitzar tantes repeticions com sigui possible amb un pes menor. La magnitud de la reducció sol ser d'un 20-25% del pes inicial (Fisher i col, 2014). Encara que poden utilitzar-se percentatges menors, perquè no existeixen unes pautes generalitzades.

Si es desitja, es pot reduir la càrrega dues vegades o inclús tres per induir a major fatiga de les UM (Schoenfeld, 2021).

2.8.6. Mètode supersèries i preesgotament

Segons Schoenfeld (2021) l'entrenament amb supersèries suposa realitzar dos exercicis consecutius, amb un descans mínim entre sèries. Les supersèries es poden realitzar amb diferents configuracions: supersèries aparellades (agonista-antagonista), supersèries escalonades (exercicis per músculs de diferents parts del cos), les supersèries compostes (exercicis que impliquin el mateix grup muscular). Aquesta última configuració, la de les supersèries compostes també es pot utilitzar com a preesgotament de la musculatura diana.

L'entrenament amb supersèries és una estratègia popular en el culturisme, però els seus suposats beneficis hipertròfics no tenen una base científica. Sí que existeixen proves que l'entrenament amb supersèries pot millorar l'eficiència de la sessió i reduir així el temps d'entrenament (Weakley i col, 2017). A més, pot ser una opció viable quan una persona disposa de poc temps i vol realitzar un entrenament ràpid, sense disminuir el volum de treball previst (Paz i col, 2019).

2.8.7. Mètode Alemany de volum o 10x10

El mètode Alemany de volum o 10x10 s'origina a Alemanya a la dècada de 1970 i va ser utilitzat pels entrenadors nacionals d'aixecament de pesos per augmentar la massa muscular dels seus atletes fora de temporada. El mètode de 10 sèries es recomana com una pràctica d'entrenament eficaç per millorar la hipertròfia muscular (Marsh i col, 2015).

Una sessió del mètode 10x10 implica tradicionalment realitzar 10 sèries de 10 repeticions (és a dir, 100 repeticions) per un exercici compost. Aquest mètode en una sessió no l'hauríem d'utilitzar per més de 2 exercicis, per evitar acumular un volum molt. Les sèries es realitzen amb càrregues del 60% de l'1RM (o 20RM) per permetre que s'arriba a un alt volum d'entrenament. La recuperació entre sèries és relativament curta de 60-90 segons per generar un major estrès metabòlic (Baker, 2009).

3. Objectius i hipòtesis

En aquest punt del treball esmentaré l'objectiu principal de la revisió sistemàtica i també els objectius específics. Els objectius específics segueixen un ordre d'importància.

Després d'haver llegit i posat el dia sobre que diu la literatura científica de la hipertròfia muscular i els diferents mètodes per desenvolupar-la, he decidit establir els següents objectius:

1. Conèixer quins són els mètodes existents per maximitzar els guanys de massa muscular en individus entrenats.
 - 1.1. Identificar quin és el mètode més utilitzat.
 - 1.2. Identificar quin és el mètode que genera una major hipertròfia muscular.
 - 1.3. Analitzar els resultats de la combinació de diferents metodologies orientades a l'increment de la massa muscular.

Per l'objectiu general he establert la següent hipòtesi:

- La metodologia més utilitzada i la que presenta uns beneficis més notables en l'increment de la massa muscular, és la metodologia tradicional: les intensitats són superiors al 60% de l'1RM; entre 3-5 sèries en una sessió d'entrenament; un rang de repeticions d'entre 6 i 12 i uns descansos amb una duració de 60-90 segons.

4. Mètode

Per tal de donar resposta als objectius del present estudi, s'ha realitzat una revisió de la literatura científica respectant les línies de recomanacions per a revisions sistemàtiques i metanàlisis PRISMA (Urrútia i Bonfill, 2010).

La recerca bibliogràfica es va realitzar al mes de març de 2021 únicament en la base de dades PubMed. La recerca bibliogràfica es va portar a terme mitjançant les següents paraules que es van combinar amb indicadors booleans ('AND', 'OR' i 'NOT'): ('*strength training*' OR '*hypertrophy training*' OR '*muscle hypertrophy*') AND ('*different intensities*' OR '*high load and low load*' OR '*high loads*' OR '*low loads*' OR '*eccentric overload*' OR '*eccentric training*' OR '*drop-set*' OR '*pre-exhaustion*' OR '*preexhaustion method*' OR '*pyramidal*' OR '*crescent pyramid*' OR '*cluster-set configuration*' OR '*cluster sets*' OR '*effects of superset*' OR '*German volume training*') OR '*volitional interruption*') NOT ('*injury*' OR '*injuries*' OR '*cardiovascular*' OR '*pain*' OR '*rehabilitation*' OR '*disease*').

Per tal que la recerca pugui ser reproduïda en el cercador de PubMed es va seguir el següent procediment: Primer de tot en el *result by year* es va posar de l'any 2000 al 2021, en el *text availability* es va seleccionar l'opció de *full text* i en l'*article type* es va marcar els *clinical Trial* i els *Randomized Controlled Trial*. Per altra banda, també es van modificar els filtres addicionals: posant que la mostra dels estudis siguin homes. I finalment en la cerca avançada es va posar com a requisit que les paraules claus apareguin en el títol o en l'abstracta.

Els criteris d'inclusió de la revisió sistemàtica van ser els següents: (a) estudis publicats en els darrers vint-i-un anys (2000-2021), (b) estudis que siguin assajos controlats i aleatoris i també assajos clínics, (c) les intervencions que avaluin els canvis l'AST del múscul que tenen una durada mínima de sis mesos, (d) estudis que es faci una valoració prèvia i posterior al programa d'entrenament i (e) estudis que obtinguin una puntuació ≥ 5 en escala de PEDro.

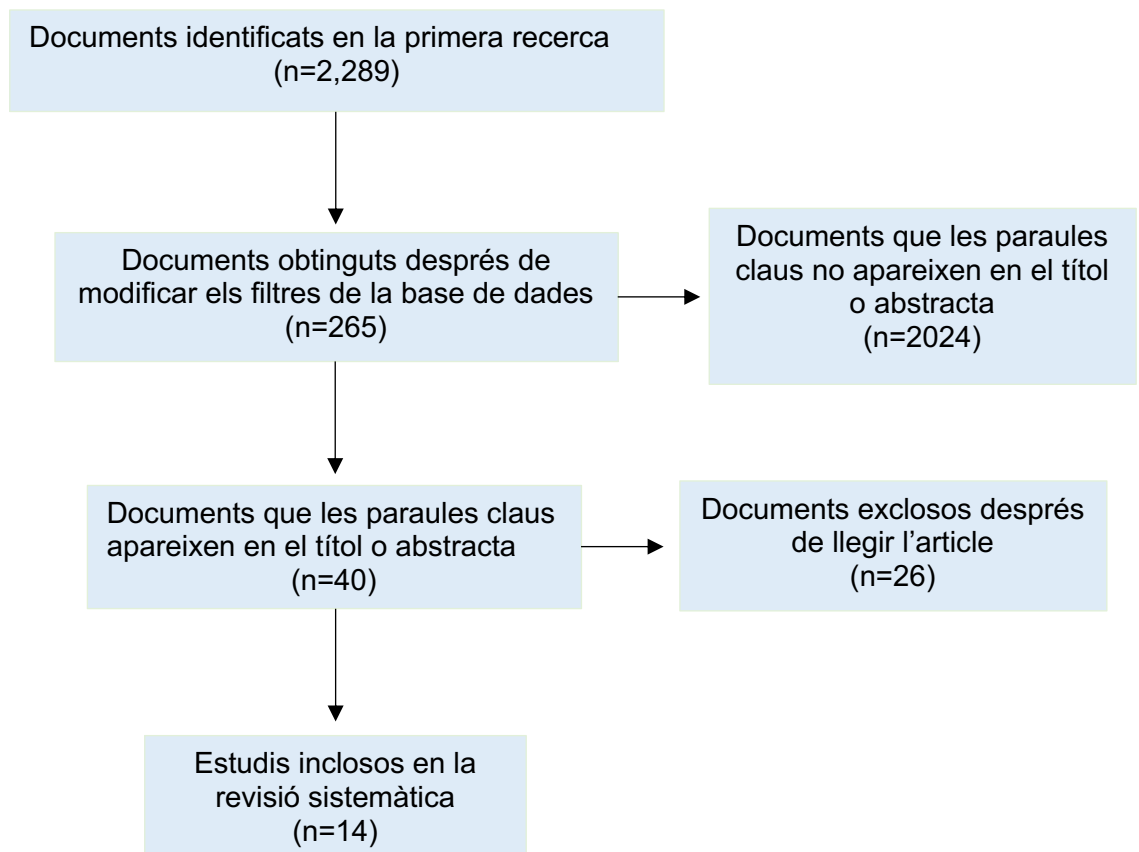
Els criteris d'exclusió de la revisió sistemàtica van ser els següents: (a) estudis que estiguin escrits en un altre idioma que no sigui l'anglès, (b) articles en els quals la mostra no són humans sans, és a dir, que tinguin una patologia, lesió o dolor i (c) estudis que relacionin l'aparell cardiovascular o la restricció del flux sanguini amb la hipertròfia muscular.

Després d'haver anomenat els criteris d'inclusió i exclusió, a continuació es passarà a desenvolupar amb més detall un dels criteris d'inclusió: Un dels que s'han anomenat anteriorment, és el d'incloure només articles en la revisió sistemàtica que obtinguin una puntuació mínima ≥ 5 punts en l'escala de PEDro. Segons Mosely i col (2002) seleccionar articles d'una qualitat mitjana/alta (≥ 5) és indispensable per arribar a unes conclusions fiables.

L'escala de PEDro consta d'11 ítems que tenen en compte el rigor científic, valorant els següents aspectes: criteris de selecció, assignació aleatòria dels subjectes, ocultació de l'assignació, comparabilitat de base, cegament dels subjectes, cegament dels terapeutes, cegament dels avaluadors, seguiment adequat, anàlisi d'intenció de tractament, anàlisi entre grups, mitjanes de puntuació i variabilitat. Tots, excepte l'ítem que avalua els criteris de selecció, s'utilitzen per calcular la puntuació final d'un article (PEDro, 2021). L'escala de PEDro original està en l'annex 1 del treball.

5. Resultats

A continuació es posarà el diagrama de la informació on es veuran les diferents fases per les quals s'ha passat en la recerca fins a arribar als 14 articles que finalment han sigut inclosos dintre de la revisió sistemàtica:



Taula 5. Diagrama de flux de la informació a través de les diferents fases d'una revisió sistemàtica (Urrútia i Bonfill, 2010).

L'anàlisi dels diferents estudis que han sigut inclosos en aquesta revisió en acord a l'escala de PEDro i els seus resultats es poden observar en la següent taula:

Autors	Criteri 1	Criteri 2	Criteri 3	Criteri 4	Criteri 5	Criteri 6	Criteri 7	Criteri 8	Criteri 9	Criteri 10	Criteri 11	Puntuació
Amirthalingam i col (2017)	√	√	X	√	X	X	X	√	√	√	√	6/10
Angleri i col (2017)	√	√	√	√	X	X	X	√	√	√	√	7/10
Coratella i Schena (2016)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	10/10
Davies i col (2021)	√	√	√	√	X	X	X	√	√	√	√	7/10
Fink i col (2017)	√	√	X	√	X	X	X	√	√	√	√	6/10
Friedmann-Bette i col (2010)	√	√	√	√	X	X	X	√	√	√	√	7/10
Jenkins i col (2016)	√	X	X	√	X	X	X	√	√	√	√	5/10
Krentz i col (2017)	√	√	X	√	X	X	X	√	√	√	√	6/10
Lasevicius i col (2018)	√	√	X	√	X	X	X	√	√	√	√	6/10
Morton i col (2019)	√	√	√	√	X	X	X	√	√	√	√	7/10
Nóbrega i col (2018)	√	√	√	√	X	X	X	√	√	√	√	7/10
Oliver i col (2013)	√	√	√	√	X	X	X	√	√	√	√	7/10
Oliver i col (2016)	√	√	√	√	X	X	X	√	√	√	√	7/10
Toien i col (2018)	√	√	√	√	X	X	X	√	√	√	√	7/10

Taula 6. Criteris escala Pedro i puntuació final. Taula d'elaboració pròpia.

Els 14 articles que han sigut inclosos dintre de la revisió sistemàtica se'ls ha fet una anàlisi per extreure la informació rellevant. Aquesta anàlisi consisteix a extreure de tots els articles: l'objectiu de l'estudi, la variable que s'estudiava (volum o intensitat), la mostra, el mètode o tècnica d'entrenament utilitzada, la durada i freqüència de la investigació, l'explicació del programa d'entrenament i finalment els resultats/conclusions (taula 7).

Autors	Objectiu/s	Durada/freqüència	Programa d'entrenament	Resultats/conclusions
Amirthalingam i col (2017)	Investigar l'efecte d'una intervenció d'entrenament de volum Alemany modificat sobre la hipertròfia muscular i la força.	6 setmanes 3 Sessions per setmana Mínim un descans de 24 h entre sessions	Els subjectes s'assignen aleatòriament a dos grups: 10 sèries (n=10) i 5 sèries (n=9). Tres sessions per setmana de rutina dividida: Sessió 1: pressió de banca horitzontal i vertical, tracció a la polítila alta i rem assegut. La sessió 2: pressió de cames, tissors, extensió de cames, flexió de cames i bessons. La sessió 3: pressió d'espatlles, rem vertical, rull de bíceps i extensió de tríceps en polítila alta. Les següents condicions són pels dos grups: 10 reps (excepte en les abdominals que feien 20 reps); les intensitats utilitzades variaven del 60% al 80% de l'1RM (depenent de l'exercici); els descansos eren de 60 s en les primeres sèries i de 90 segons en les últimes i la duració acció concèntrica i excèntrica (1:0:2). Els individus en finalitzar les sessions consumien proteïna de sèrum de llet (30.8 g de proteïna). Els participants durant la intervenció, no podien realitzar cap mena d'entrenament addicional.	El mètode 10x10, no sembla ser més efectiu que realitzar 5 sèries (mètode tradicional) per exercici en l'augment d'hipertròfia muscular i força. Per maximitzar els efectes de l'entrenament d'hipertròfia, es recomana realitzar de 4 a 6 sèries per exercici.
	Variable			
	Volum (reps x sèries)			
	Mostra			
	Individus entrenats i sans 19 *H (19-24 anys)			
Mètode/tècnica d'entrenament				
Mètode de volum Alemany modificat (10x10)				
Mètode tradicional				
Angleri i col (2017)	Comprovar els efectes del mètode piramidal ascendent i el <i>drop set</i> amb el mètode tradicional amb un volum d'entrenament igualat sobre l'1 RM, AST, l'angle de separació i la longitud del fascicle.	12 setmanes 2 sessions per setmana	Disseny intraindividual en la qual els subjectes se'ls assignava a cada cama de manera aleatòria un dels tres mètodes. El volum era el mateix tant amb una cama com amb l'altra. Els exercicis pels tres mètodes eren premsa unilateral (45°) i extensió de cama. Mètode tradicional: La intensitat era del 75% de l'1RM. 3-5 sèries de 6-12 repeticions. No s'arribava a la *FV. 120 s de descans entre sèries i exercicis. Mètode piramidal ascendent: 3-5 sèries i les repeticions en la 1a sèrie (~15 reps al 65% de l'1RM), en la 2a sèrie (~12 reps al 70% de l'1RM), en la 3a sèrie (~10 reps al 75% de l'1RM), en la 4a sèrie (~8 reps al 85% de l'1 RM) i en la 5a sèrie (~6 reps al 85% de l'1 RM). Quedar-se a prop o arribar a la *FV. 120 s de descans entre sèries i exercicis Mètode drop set: 3-5 sèries. La intensitat inicial és del 75% 1RM. La càrrega es reduïa un 20% i hi havia una petita pausa curta (canvi de pes). Cada sèrie fins la *FV, menys la primera (75%) que és a 2 repeticions de la *FV. 120 s de descans entre sèries i exercicis. Després de cada sessió tots els individus se'ls donava proteïna de sèrum de llet (30 g de proteïna).	Els mètodes ascendents piramidals i descendents o <i>drop set</i> no promouen majors guanys de força, hipertròfia muscular i canvis en l'arquitectura muscular en comparació amb l'entrenament tradicional amb intensitats i volums constants.
	Variable			
	Volum (reps x sèries)			
	Intensitat (% 1RM)			
	Mostra			
Individus entrenats 32 *H (27± 3.9 anys, 1,79 ± 0.0 cm, 84.6 ± 8.6 i experiència en el RT 6.4± 2.0 anys)				
Mètode/tècnica d'entrenament				
Mètode Piramidal ascendent				
Mètode <i>drop set</i>				
Mètode tradicional				
Coratella i Schena (2016)	Objectiu/s	6 setmanes 2 sessions per setmana	L'estudi estava format per tres grups, els quals se'ls igualava la càrrega d'entrenament (% 1RM) en pressió sobre banca horitzontal. El grup de l'acció excèntrica: 5 sèries x 6 repeticions al 120% de l'1RM (la fase concèntrica no la feien, els hi aixecaven la barra). 3 s l'acció excèntrica. El grup de l'acció concèntrica: 6 sèries x 7 repeticions al 85% de l'1RM (la fase excèntrica no la feien, els hi baixaven la barra). 3 s l'acció concèntrica.	En finalitzar la investigació i realitzar els testos inicials, en tots els protocols utilitzats es van veure unes millores similars en l'1RM i massa corporal. En canvi després de sis setmanes de desentrenament, un cop ja
	Avaluar l'efecte de diferents protocols de RT sobre la força muscular, la resistència i la hipertròfia després de l'entrenament i desentrenament.			

	Variable		<p>El grup del mètode tradicional: 4 sèries x 5 repeticions al 90% de l'1RM (realitzaven les dues fases sense ajuda). Duració accions (3:0:3).</p> <p>Els participants durant la intervenció, se'ls va dir que no executin cap altra activitat.</p>	<p>havent finalitzat l'estudi, i en tornar a repetir els testos, el grup de l'entrenament excèntric va ser l'únic capaç de retenir els augments de força. També va ser l'únic que va augmentar i conservar el nombre màxim de repeticions i la circumferència del pit.</p> <p>Per tant, pot ser recomanat la seva incorporació per contrarestar els efectes negatius del desentrenament o la inactivitat física forçada.</p>
	Intensitat (% 1RM)			
	Mostra			
	Individus sans entrenats en el RT 34 *H (26 ± 3.7 anys, 1.83 ± 11 cm, 85.4 ± 11.4 kg, mínim 3 anys d'experiència en el RT)			
	Mètode/tècnica d'entrenament			
	Mètode amb sobrecàrrega excèntrica			
	Mètode concèntric			
	Mètode tradicional			
Fink i col (2017)	Objectiu/s	<p>6 setmanes</p> <p>2 sessions per setmana</p> <p>Al menys 48 h de descans entre sessions</p>	<p>L'entrenament amb els dos grups consistia en una extensió de triceps en la polítilja alta.</p> <p>El grup del drop set: Realitzava una sola sèrie amb una càrrega inicial que li permetia fer 12 RM, després se li disminuïa la càrrega en un 20% cada cop que arribava a la *FV, i així 3 cops consecutius. En els canvis de càrrega s'intentava perdre el mínim de temps possible.</p> <p>El grup del mètode convencional: Va realitzar 3 sèries amb una càrrega que li permetia fer 12 RM (càrrega amb la qual arribava a la *FV) i el descans era de 90 s).</p> <p>La duració de l'acció concèntrica i excèntrica en els dos grups (1:0:2).</p> <p>Els participants durant la intervenció, no podien realitzar cap mena d'entrenament de força addicional.</p>	<p>Aquest estudi proporciona evidència que el <i>drop set</i> pot ajudar a millorar la resposta hipertròfica. Encara que els mecanismes hipertròfics exactes d'aquest mètode no estan clars. L'alt estrès metabòlic, el mecànic i el dany muscular podrien conduir a respostes anabòliques superiors al mètode tradicional. No obstant això, els augments d'hipertròfia sembla que es donen sense els corresponents augments en la força.</p>
	Comparar els efectes sobre la hipertròfia muscular del <i>drop set</i> amb el mètode convencional o tradicional.			
	Variable			
	Volum (reps x sèries)			
	Mostra			
	Estudiants universitaris actius amb experiència recreativa prèvia en el RT			
	16 *H (20-32 anys)			
Mètode/tècnica d'entrenament				
Mètode <i>Drop set</i>				
	Mètode tradicional			
Friedmann-Bette i col (2010)	Objectiu/s	<p>6 setmanes</p> <p>3 sessions a la setmana (dilluns, dimecres i divendres)</p>	<p>Els subjectes van realitzar com a exercici l'extensió de genoll amb una cama i asseguts (en dispositiu convencional els del mètode convencional i en una màquina controlada per ordinador que permetia ajustar la càrrega excèntrica pels altres).</p> <p>El grup convencional: Entrenava les dues cames amb una càrrega que els permetia fer 8 RM i feien 6 sèries.</p> <p>El grup amb sobrecàrrega excèntrica: Es va aplicar la mateixa càrrega en la fase concèntrica, però l'excèntrica es va augmentar un 1.9 que la concèntrica i feien 5 sèries.</p> <p>El descans pels dos grups era de 4 minuts. En cap dels dos grups s'especifica la durada de cadascuna de les accions.</p> <p>En els subjectes se'ls hi passa l'escala de BORG en finalitzar la sessió.</p>	<p>Els resultats van mostrar que la hipertròfia de tot el múscul va ser similar en els dos grups, no obstant això, l'anàlisi histològic va indicar un major creixement de les fibres tipus IIX amb la sobrecàrrega excèntrica.</p>
	Comprovar els efectes de l'entrenament concèntric/excèntric d'alta intensitat amb sobrecàrrega excèntrica amb l'entrenament convencional concèntric/excèntric d'alta intensitat.			
	Variable			
	Intensitat (% 1RM)			
	Mostra			
Atletes acostumats a l'entrenament regular de RT 25 *H Grup convencional (24.5 ± 4.2 anys, 184 ± 7 cm, 80.5 ± 7.8 kg, n=11)				

	<p>Grup sobrecàrrega excèntrica (24.3 ± 3.7 anys, 185 ± 7 cm, 79.8 ± 8.6 kg n=14)</p> <p>Mètode/tècnica d'entrenament</p> <p>Mètode amb sobrecàrrega excèntrica</p> <p>Mètode tradicional</p>		<p>Al llarg de l'estudi els subjectes van continuar amb la seva activitat, però se'ls va prohibir realitzar un entrenament de RT adicional intens per les cames durant almenys 24 h després dels entrenaments fets en la investigació.</p>	
<p>Morton i col (2019)</p>	<p>Objectiu/s</p> <p>Determinar l'efecte del RT arribant a la *FV amb càrregues pesades contra càrregues lleugeres i repeticions de curta i llarga durada sobre variables derivades de l'electromiografia, activació de fibres musculars i senyalització anabòlica.</p> <p>Variable</p> <p>Intensitat (% 1RM)</p> <p>Mostra</p> <p>Individus entrenats de manera recreativa en el RT (1-3 sessions per setmana almenys durant 2 anys) 10 *H (22 ± 3 anys, 81.6 ± 8,9 kg, 178 ± 6 cm)</p> <p>Mètode/tècnica d'entrenament</p> <p>Mètode de baixes intensitats</p> <p>Mètode tradicional</p>	<p>Agut</p>	<p>Disseny intraindividual on els participants a cada cama se li assignava de manera creuada i aleatòria un dels quatre protocols de RT unilateral.</p> <p>Protocol 1: 80% de l'1RM durada de l'acció regular (1:1:1).</p> <p>Protocol 2: 80% de l'1RM durada de l'acció lenta (3:1:3).</p> <p>Protocol 3: 30% de l'1RM durada de l'acció regular (1:1:1).</p> <p>Protocol 4: 30% de l'1RM durada de l'acció lenta (3:1:3).</p> <p>Tots feien 3 sèries amb 180 s de descans.</p>	<p>Els resultats proporcionen evidència que indica que les fibres tipo I i tipo II s'activen tant amb càrregues pesades com amb lleugeres, sempre que s'arribi a la *FV. Per tant, la hipertròfia muscular és equivalent.</p> <p>Això indica que no determina el llindar d'activació quan l'entrenament és portat a la *FV.</p>
<p>Jenkins i col (2016)</p>	<p>Objectiu/s</p> <p>Investigar les adaptacions hipertròfiques, força i neuromusculars en entrenaments d'altres i baixes intensitats.</p> <p>Variable</p> <p>Intensitat (% 1RM)</p> <p>Mostra</p> <p>Individus no entrenats 15 *H (21.7 ± 2.4 anys, 181.6 ± 67.5 cm, 84.7 ± 23,5 kg)</p> <p>Mètode/tècnica d'entrenament</p> <p>Mètode tradicional</p> <p>Mètode de baixes intensitats</p>	<p>6 setmanes</p> <p>3 dies a la setmana</p> <p>48-72 h descans entre sessions</p>	<p>L'entrenament amb els dos grups consistia un rull de bíceps amb manuaella.</p> <p>Els subjectes van ser assignats aleatòriament a un dels dos grups:</p> <p>Grup d'entrenament de càrrega alta: 80% de l'1RM (n=8) o grup de càrrega baixa: 30% de l'1RM (n=7). En els dos grups es realitzaven 3 sèries i l'entrenament es portava a la *FV amb 120 s de descans. Les repeticions havien de ser a ROM complet i les duracions de les accions concèntriques i excèntriques (1:0:1).</p> <p>Els individus en finalitzar l'entrenament se'ls hi proporcionava proteïna de sèrum de llet (150 kcal i 26 g de proteïna).</p>	<p>Els resultats d'aquest estudi indiquen que sis setmanes de RT fins a la *FV amb càrregues del 30% de l'1RM poden provocar augments similars en la mida muscular que l'entrenament al 80% de l'1RM. No obstant això, l'entrenament al 80% de l'1RM, sembla ser superior en l'augment de la força muscular.</p>

Krentz i col (2017)	Objectiu/s	8 setmanes 2 sessions a la setmana (primeres 2 setmanes) 3 sessions a la setmana (últimes 6 setmanes) Mínim 72 h de descans entre sessions	Flexió unilateral de colze amb manuelles amb la mà dominant. La mà no dominant ajudava en l'acció concèntrica a la dominant. Hi ha un grup que treballava amb càrregues supramàximes del 110% de l'1 RM i l'altre al 80% de l'1 RM. Les primeres sessions 3 sèries i anar progressant fins a arribar a les 6 sèries en l'última. Els dos grups feien l'acció excèntrica de 3 s i totes les sèries fins a la *FV (moment en el qual l'individu no pot controlar la càrrega durant 3 s en la fase excèntrica). El descans entre sèries era de 120 s. A mesura que passaven les setmanes s'adaptava la càrrega (sobrecàrrega progressiva).	Els resultats en l'augment de la mida muscular són similars tant amb l'entrenament excèntric amb sobrecàrregues supramàximes com amb les submàximes. Per tant, els autors recomanen utilitzar sobrecàrregues submàximes, ja que requereixen menys esforç.
	Variable			
	Intensitat (% 1RM)			
	Mostra			
	Sans i amb experiència prèvia variada en l'entrenament. 32 (19 *H) Grup excèntric 110% 1 RM (26.3 ± 6.7 anys, 174.2 ± 9.7 cm, 74.6 ± 12.8 kg, experiència d'entrenament 31.5 ± 20.1 mesos, n=8) Grup excèntric 80% 1RM (23.3 ± 7.4 anys, 175.9 ± 8.0 cm, 74.2 ± 11.1 kg, 21.4 ± 26.3 mesos, n=9) Grup control (21.7 ± 3.2 anys, 170.4 ± 10.0 cm, 68.6 ± 11.6 kg, 17.6 ± 15.8 mesos, n=15)			
	Mètode/tècnica d'entrenament			
Mètode amb sobrecàrrega excèntrica				
Lasevicius i col (2018)	Objectiu/s	12 setmanes 2 sessions per setmana	Disseny intraindividual en què una cama i un braç treballaven a intensitats del 20% de l'1RM i l'altra extremitat se li assigna a l'atzar una d'aquestes tres possibilitats: 40% 1 RM, 60% 1 RM i 80% 1 RM. Dues sessions per setmana de flexió unilateral de colze i premsa unilateral de cames (45°). El braç que treballava al 20% de l'1RM feien 3 sèries. Es registra el volum total pels del 20% de l'1RM per igualar-lo amb una de les tres possibilitats que li hagi tocat. En tots els casos es treballa fins a la *FV i el descans era 120 s. La duració de l'acció concèntrica i excèntrica (2:0:2). Els participants durant la intervenció, no podien realitzar cap mena d'entrenament.	Quan es treballa a intensitats baixes i altes de RT amb un mateix volum i arribant a la *FM, totes les intensitats van ser efectives per augmentar la força i l'AST. No obstant això, la intensitat del 80% de l'1RM es van obtenir millors resultats en la força i AST que les intensitats baixes.
	Variable			
	Intensitat (% 1RM)			
	Mostra			
	Individus actius i sense experiència prèvia en el RT 30 *H (24.5 ± 2.4 anys, 180.0 ± 0.7 cm, 77 ± 16.5 kg)			
	Mètode/tècnica d'entrenament			
Mètode tradicional Mètode de baixes intensitats				

<p>Oliver i col (2013)</p>	<p>Objectiu/s Determinar si l'entrenament d'hipertròfia amb descans intrasèrie, amb la mateixa càrrega, volum total i descans millorava més la potència que l'entrenament d'hipertròfia tradicional. La hipòtesi dels autors és un major augment de la potència amb el clúster, però una massa magra i força similar amb els dos mètodes.</p> <p>Variable Intensitat (%1 RM)</p> <p>Mostra Individus entrenats en el RT 22 *H (25 ± 5 anys, 179.71 ± 5.04 cm, 82.1 ± 10.6 kg, 6.5 ± 4.5 anys en RT)</p> <p>Mètode/tècnica d'entrenament Mètode clúster Mètode tradicional</p>	<p>12 setmanes 4 sessions per setmana</p>	<p>Programa d'entrenament per a tot el cos, bé amb protocols del clúster o tradicionals.</p> <p>La intensitat variava durant la setmana igual en els dos grups: del 60% al 75% de l'1RM.</p> <p>El grup tradicional realitzava 4 sèries de 10 repeticions amb 120 s de descans.</p> <p>El grup del clúster realitzava 8 sèries de 5 repeticions amb 60 segons de descans entre sèrie.</p>	<p>Els resultats indiquen que l'entrenament d'hipertròfia amb el mètode clúster produeix majors guanys en la força i la potència que el tradicional, en canvi els guanys són similars en la massa magra amb els dos mètodes.</p>
<p>Nóbrega i col (2018)</p>	<p>Objectiu/s Investigar els efectes del RT a altes i baixes intensitats arribant a la *FV i sense sobre la força muscular, l'AST, l'angle de penetració i l'activació muscular a través de 4 protocols diferents.</p> <p>Variable Intensitat (% 1RM)</p> <p>Mostra Individus que no havien realitzat RT en els últims 6 mesos. 32 *H (18-30 anys, 176.0 ± 0.6 cm, 24.3 ± 3.9 kg·m⁻²)</p> <p>Mètode/tècnica d'entrenament Mètode tradicional Mètode baixes intensitats</p>	<p>12 setmanes 2 sessions per setmana</p>	<p>Cada cama s'assigna aleatòriament a un dels quatre protocols de RT unilaterals en una màquina d'extensió de cama convencional.</p> <p>Tots els grups realitzaven 3 sèries amb un descans de 120 s.</p> <p>Els quatre protocols que trobem són els següents: 80% de l'1RM fins a la *FV. 80% de l'1RM interrompent voluntàriament l'exercici abans de la *FV. 30% de l'1RM fins a la *FV. 30% de l'1RM interrompent voluntàriament l'exercici abans de la *FV.</p>	<p>Els guanys de força i hipertròfia muscular van ser similars entre tots els grups, tant el d'altres intensitats com el de baixes intensitats portant-ho o no a la *FV.</p> <p>Els autors de l'estudi recomanen utilitzar el mètode de baixes intensitats i sense arribar a la *FV amb poblacions deteriorades (avis, pacients amb patologies cardíaques...).</p>

<p>Oliver i col (2016)</p>	<p>Objectiu/s Comparar l'alliberació aguda de miosina entre un RT tradicional i un mètode clúster o descansos intrasèrie.</p> <p>Variable Intensitat (% 1 RM)</p> <p>Mostra Individus entrenats en l'entrenament de resistència que havien de complir amb uns requisits.</p> <p>10 *H (27 ± 4 anys, 1.80 ± 0,7 cm, 82.8 ± 6.7 kg, 16.3 ± 3.5% greix)</p> <p>Mètode/tècnica d'entrenament Mètode clúster Mètode tradicional</p>	<p>Agut</p>	<p>L'exercici que realitzaven era l'esquat complet amb barra. Hi ha un grup que el realitzava seguint els protocols de RT tradicionals i l'altre amb descansos intrasèrie.</p> <p>Els dos grups treballaven a una intensitat del 70% de l'1RM fent 4 sèries.</p> <p>El grup de l'entrenament tradicional realitzaven 10 repeticions amb 120 s de descans.</p> <p>El grup del mètode amb descans intrasèrie, realitzaven 5 repeticions de cada sèrie i descansaven 30 segons i després completaven les 5 restants.</p>	<p>Els resultats van mostrar que només els protocols tradicionals produïen nivells elevats d'interleucina-15 (IL-15) 24 i 48 hores després de l'exercici. La IL-15 té un paper en l'augment de la massa muscular. Per tant, l'ús de descansos intrasèrie pot ser subòptim per maximitzar la hipertrofia, almenys quan els períodes de descans intrasèrie són de 30 segons.</p>
<p>Davies i col (2021)</p>	<p>Objectiu/s Explorar els efectes de l'entrenament d'hipertrofia tradicional i el clúster <i>set</i> amb igualtat de volum sobre la hipertrofia muscular i el rendiment.</p> <p>Variable Intensitat (% 1RM)</p> <p>Mostra Homes (H) i dones (D) sans i entrenats de forma recreativa</p> <p>Grup clúster (26.10 ± 7.10 anys, 7 H/4 D, 176.57 ± 7.98 cm, 3.78 ± 3.64 anys d'experiència en el RT, 74.24 ± 9.99 kg, 22.62 ± 9.93 % greix)</p> <p>Grup tradicional (24.59 ± 6.90 anys, 5 H/5 D, 174.23 ± 7.59 cm, 5.1 ± 7.72 anys d'experiència en el RT, 75.57 ± 9.73 kg, 25.67 ± 11.33 % greix)</p> <p>Mètode/tècnica d'entrenament Mètode tradicional Mètode clúster</p>	<p>8 setmanes</p> <p>Van començar amb 3 sessions setmanals i van passar a 4.</p> <p>Mínim 48 h de descans entre sessions</p>	<p>L'exercici que s'utilitza en l'estudi és el de pressió sobre banca horitzontal. Els individus van realitzar una fase de familiarització de 3 setmanes abans de ser assignats a l'atzar a un dels dos programes d'entrenament.</p> <p>Grup mètode tradicional: 4 sèries de 5 repeticions al 85% de l'1RM amb 5 minuts de descans entre sèries.</p> <p>Grup descans intrasèrie: 4 sèries de 5 repeticions al 85% de l'1RM i amb 30 s d'interrupció entre repeticions i 3 minuts de descans entre sèries.</p> <p>La duració en segons de cadascuna de les accions (concèntrica: isomètrica: excèntrica): (1:0:2).</p> <p>Se'ls comunica als subjectes a l'inici de l'estudi que evitessin realitzar qualsevol RT i mantinguessin la seva dieta habitual i activitat física.</p>	<p>No va haver-hi diferències significatives entre els grups. Encara que es va observar un resultat favorable petit pels del mètode tradicional en la regió mitjana del pectoral major. Sembla que les majors pèrdues de velocitat durant les sèries en el mètode tradicional en comparació amb el clúster poden promoure una hipertrofia muscular superior en regions específiques del pectoral major en subjectes entrenats de forma recreativa.</p>

Toien i col (2018)	Objectiu/s	8 setmanes 3 sessions per setmana	Els subjectes van ser assignats a un dels tres grups: grup d'entrenament de força màxima (n=19), grup d'entrenament de força màxima amb sobrecàrrega excèntrica addicional (n=19) i un grup control que no entrenava (n=15). Tres sessions per setmana en premsa de cama. El grup que feia força màxima: 4 sèries de 4 repeticions a una intensitat del 90-95% de l'1RM (en les dues fases, l'excèntrica sent controlada i la concèntrica a màxima velocitat possible). El descans era de 180 s. El grup que se li afegia una sobrecàrrega addicional en la fase excèntrica: Tot era igual que el de força màxima, l'única diferència: és l'increment manual de la càrrega en la fase excèntrica al 150% de l'1RM. Els participants durant la intervenció, se'ls indica que continuïn amb la seva activitat física habitual.	El grup que entrenava amb una sobrecàrrega excèntrica addicional, no va obtenir unes millores addicionals, per tant, la freqüència de tret i el reclutament d'UM durant l'entrenament de força màxima pot ser similar amb els dos protocols.
	Contrastar els efectes de l'entrenament de força màxima amb o sense sobrecàrrega excèntrica sobre els eferents, l'impuls neural, la capacitat de generar força i el rendiment funcional.			
	Variable			
	Intensitat (% 1RM)			
	Mostra			
	Sans, no fumadors i sense familiarització regular amb el RT de tronc inferior 53 *H (23 ± 3 anys)			
Mètode/tècnica d'entrenament				
Mètode amb sobrecàrrega excèntrica				
Mètode de força màxima				

Taula 7. Detalls experimentals dels estudis inclosos en la revisió sistemàtica. Taula d'elaboració pròpia.

*H → homes// *FV → fatiga volitiva

6. Discussió

Avui dia trobem diversos mètodes que tenen com a objectiu maximitzar els guanys d'hipertròfia muscular (Krzysztofik, 2019). De fet, si entrem al cercador Google i posem: mètodes per l'entrenament de la hipertròfia muscular, trobem una llista nombrosa d'estratègies avançades alternatives a la tradicional que permeten incrementar la massa muscular. No obstant això, la intencionalitat d'aquesta revisió sistemàtica ha sigut contemplar totes aquelles estratègies o mètodes que contenen almenys amb alguna evidència científica contundent per donar suport a o no el seu ús.

En l'actualitat el mètode d'entrenament que més evidència científica té en l'increment de l'AST és el tradicional, el qual en tots els estudis analitzats s'utilitza com a referència per comparar els resultats que s'obtenen amb els mètodes alternatius. Segons Schoenfeld (2021) el mètode d'entrenament tradicional de la hipertròfia muscular hauria de ser la base de tots els entrenaments orientats a la hipertròfia muscular. Tots els mètodes que seran tractats en aquesta discussió, menys el mètode de baixes intensitats o càrregues, són considerats tècniques avançades pel desenvolupament de la hipertròfia muscular i el seu ús ha de ser perioditzat (Schoenfeld, 2021).

6.1. Mètodes per l'entrenament de la hipertròfia muscular

Hi ha tres mecanismes que no s'han esmentat anteriorment, però que tenen molta importància quan es parla de la hipertròfia muscular (Krzysztofik, 2019). El model d'hipertròfia tradicional emfatitza en tres factors principals importants: tensió mecànica, estrès metabòlic i dany muscular (Schoenfeld, 2010). Per tant, en funció del mètode que utilitzem incidirem més en un mecanisme o altre. A continuació s'incidirà en cadascun d'aquests tres mecanismes, per tal, de poder posteriorment entendre millor cadascun dels mètodes i el que ens poden aportar per la hipertròfia muscular.

El RT amb càrregues pesades (>85 de l'1RM) i un nombre de repeticions baix (1 a 5 RM), amb intervals de descans llargs (3 a 5 minuts), s'orienten en gran magnitud cap a una major tensió mecànica, que se centra en el desenvolupament de la força principalment i no tant de la hipertròfia (American Collage of Sport Medicine, 2009). Quan es treballa amb aquestes càrregues pesades les fibres ràpides són reclutades des de l'inici (Heredia i col, 2013). Per tant, quan el focus principal està en la tensió mecànica la variable que destaquem és la de la intensitat de la càrrega (pes).

Una altra variable molt important i que influeix en la hipertròfia muscular és la relació dosis-resposta, dosis entesa com el volum i es relaciona amb l'estrès metabòlic (Schoenfeld, 2015). Un major volum de RT (28-30 sèries/múscul/setmana) s'associa amb majors augments en la hipertròfia en comparació amb volums baixos (6-10 sèries/múscul/setmana) (Schoenfeld i col, 2017 i Schoenfeld i col, 2019). Introduir en la periodització períodes en els quals es treballi amb un nombre de repeticions intermedi (6-12), múltiples sèries (3-6), càrregues moderades (60-80% 1RM) i intervals de descansos curts (60 s) entre sèries provoca un major estrès metabòlic i pot ser beneficiós per la hipertròfia muscular (Schoenfeld, 2013).

L'últim mecanisme anomenat que indueix a les millores en la hipertròfia muscular és el dany muscular. El dany muscular està molt influenciat pel tipus d'acció muscular. Encara que l'exercici concèntric i isomètric poden causar dany muscular, les accions excèntriques tenen el major impacta (Clarkson i col, 1986 i MacDougall i col, 1995).

Els diferents mètodes inclosos en la revisió sistemàtica han sigut classificats tenint en compte el criteri de Schoenfeld (2021) en funció de si se centren a modificar la variable del volum (acumulació) o en funció de si es centren en la variable de la intensitat (intensificació).

6.1.1. Estratègies d'acumulació

Mètode de sèries descendents o *drop set*

En la revisió sistemàtica formada per 14 articles, dos d'aquests, el d'Angleri i col (2017) i Fink i col (2017) se centraven a comparar el mètode de sèries descendents amb els protocols tradicionals per l'entrenament de la hipertròfia muscular.

El *drop set* implica realitzar una sèrie fins a la fatiga volitiva voluntària amb una càrrega determinada (sol ser del 75% de l'1RM) i després reduir-la (20-25%) immediatament amb un descans mínim i continuar l'exercici fins a la fatiga volitiva voluntària i així fins a dos o tres cops (Schoenfeld, 2011). Les condicions d'aquest mètode que implica arribar a la fallada muscular i que el descans és mínim, fa que l'estrès metabòlic sigui alt (Krzysztofik, 2019).

L'estudi d'Angleri i col (2017) inclòs dintre de la revisió sistemàtica tenia com a objectiu comprovar els efectes del mètode piramidal ascendent i el *drop set* amb el mètode tradicional amb un volum d'entrenament igualat. La mostra d'aquest estudi estava

formada per 32 individus (homes) entrenats en el RT amb una experiència de 4-8 anys i d'una durada de 12 setmanes amb dues sessions setmanals. En els resultats de l'estudi van veure que els mètodes ascendents piramidals i descendents o *drop set* no promouen majors guanys de força, hipertròfia muscular i canvis en l'arquitectura muscular quan ho comparem amb el mètode tradicional amb intensitats i volums constants. En canvi l'estudi de Fink i col (2017) tenia un objectiu similar, el de comparar els efectes sobre la hipertròfia muscular del *drop set* amb el mètode tradicional en el qual van obtenir uns resultats diferents. Aquest estudi comptava amb una mostra de 16 estudiants universitaris (homes) amb experiència recreativa en el món del RT i tenia una durada de 6 setmanes amb dues sessions setmanals. En els resultats de l'estudi van veure que el *drop set* pot ajudar a millorar la resposta hipertròfica. Fink i col (2017) van justificar-ho en que l'alt estrès metabòlic, el mecànic i el dany muscular podrien conduir a respostes anabòliques superiors que el mètode tradicional.

Per una banda veiem que en quant a millores en la hipertròfia, els resultats de l'estudi d'Angleri i col (2017) i Fink i col (2017) són diferents. Però per l'altra banda els dos estudis coincideixen en què el *drop set* no és la millor alternativa si es té com a objectiu incrementar la hipertròfia muscular. És lògic que aquest mètode no incideixi en la millora de la força muscular, perquè els descansos són mínims i la tensió mecànica no és suficient, condicions necessàries per millorar la força.

Entre els dos estudis trobem algunes diferències, com per exemple: la durada de l'estudi, el nombre de la mostra, el nivell d'entrenament dels individus seleccionats, entre d'altres. Si tenim en compte aquests aspectes, trobem un balanç que ens indica més fiabilitat de l'estudi Angleri i col (2017) en el qual s'obtenen uns resultats similars en la hipertròfia muscular amb els dos mètodes. A més, aquest estudi presenta una puntuació superior en l'escala de PEDro que el de Fink i col (2017).

Per tant, primer de tot i abans de prendre una decisió, s'haurien d'analitzar altres estudis que tracten la mateixa temàtica, perquè no ens podem basar únicament en dos estudis. Des del meu punt de vista, el *drop set* és un mètode que pot ser interessant incloure'l en programes d'hipertròfia muscular avançats en moments concrets de la periodització per donar-li un estímul diferent al cos. Un estímul que genera un alt estrès metabòlic, superior al del mètode tradicional, mecanisme necessari per a la hipertròfia muscular. A més, no tenim motius per descartar-lo, perquè amb un dels estudis s'obtenen amb ell

uns resultats similars que el mètode tradicional i en l'altre estudi, s'obtenen millors resultats en quant a hipertròfia.

Per altra banda, no ens podem oblidar que les sèries descendents constitueixen una de les estratègies d'entrenament avançat més populars pel desenvolupament de la hipertròfia muscular (Schoenfeld, 2021). Això, ens pot indicar que els individus que l'han utilitzat han obtingut uns bons resultats quant a hipertròfia muscular, perquè si no, no seria tan popular.

Mètode d'intensitats baixes

El mètode de baixes intensitats últimament està agafant molt ressò, perquè trenca amb els esquemes que es tenia i feien pensar que era imprescindible càrregues altes per generar adaptacions hipertròfiques (Schoenfeld, 2015). Tots els estudis que analitzen els efectes d'aquest mètode solen utilitzar càrregues lleugeres (<60% de l'1RM) i en tots s'arriba a la fatiga volitiva (Schoenfeld, 2010). La principal raó d'entrenar fins a la fallada muscular és per maximitzar el reclutament de les UM d'alt llindar (Willardson i col, 2010).

Dintre de la revisió sistemàtica hi ha quatre estudis, el Jenkins i col (2016), el de Nóbrega i col (2018), el de Lasevicius i col (2018) i el de Morton i col (2019) que comparen els efectes del mètode de baixes intensitats amb el tradicional. Tots quatre estudis tenien com a objectiu comparar els efectes del mètode de baixes càrregues (20-30% de l'1RM) arribant a la fatiga volitiva voluntària en totes les sèries. D'aquests quatre estudis, l'únic que la mostra eren individus entrenats en el RT és el de Morton i col (2019) que havien estat fent entre 1 i 3 sessions per setmana almenys durant 2 anys.

Quant a la durada dels estudis trobem diferències: El de Nóbrega i col (2018) i el de Lasevicius i col (2018) tenien una durada de 12 setmanes; el de Jenkins i col (2016) una durada de 6 setmanes i finalment el de Morton i col (2019) que durava una sessió, perquè comparava l'efecte en les variables derivades de l'electromiografia, activació de fibres musculars i senyalització anabòlica. Quant a la mostra, també trobem varietat: el que tenia una mostra menys nombrosa, de 10 individus és el de Morton i col (2019); el de Jenkins i col (2016) comptava amb una mostra de 15 individus i els de Nóbrega i col (2018) i de Lasevicius i col (2018) amb la mostra més gran, formada per 30 individus.

Els resultats de l'estudi agut de Morton i col (2019), proporcionen evidència que indica l'activació de les fibres tipo I i tipo II tant amb càrregues pesades com amb lleugers, sempre que s'arribi a la fallada muscular. En l'estudi de Jenkins i col (2016), el de Nóbrega i col (2018) i el de Lasevicius i col (2018) on la mostra eren individus desentrenats i que tenien una durada igual o superior a 6 setmanes, els resultats són bastant similars entre ells. Tots ells arriben a unes mateixes conclusions: Quan es treballa amb càrregues lleugeres (20-30% de l'1RM) arribant a la fatiga volitiva voluntària en totes les sèries, els guanys de massa muscular són similars als del mètode tradicional d'intensitats superiors (70% de l'1RM). Un altre aspecte que tornen a coincidir Jenkins i col (2016), Nóbrega i col (2018) i Lasevicius i col (2018) és que el mètode de baixes intensitats no és la millor opció quan l'objectiu és millorar la força muscular. Trobem un altre estudi que corrobora aquests resultats: Schoenfeld (2015) en el seu estudi fet amb homes ben entrenats, van arribar a les mateixes conclusions que els estudis inclosos dintre de la revisió sistemàtica: Sempre que el RT es porti fins a la fatiga volitiva voluntària, és possible que la càrrega (pes) no afecti tant al creixement muscular. Per tant, l'evidència científica no ens demostra que l'entrenament amb baixes intensitats sigui millor que el mètode tradicional o d'altres intensitats, però sí que s'obtenen uns resultats similars en quan a hipertròfia muscular. Per tant, aquest mètode pot ser una estratègia més per donar variabilitat al nostre entrenament i introduir-la en moments concrets de la periodització.

Com a aplicació més pràctica proposo incloure'l en una setmana de descàrrega en la qual es vol augmentar el volum de l'entrenament, però reduir la intensitat o inclús deixar descansar les estructures corporals que estan acostumades a uns pesos alts. Per altra banda, pot ser interessant la recomanació de Nóbrega i col (2018) d'utilitzar-lo amb poblacions deteriorades (avis, pacients amb patologies cardíaques), inclús sense haver d'arribar a la fatiga volitiva. Perquè en el seu estudi hi havia un grup que arriba a la fatiga volitiva i l'altre es quedava a prop, els dos van obtenir unes millores similars.

Mètode de volum Alemany o 10x10

El mètode de volum Alemany és un mètode popular i bastant utilitzat pels culturistes. Encara que aquest mètode no compta amb gaire evidència científica i avui dia només ens consta un estudi que compara els seus efectes amb el mètode tradicional, l'estudi d'Amirthalingam i col (2017). Segons Marsh i col (2015) el mètode de 10 sèries es recomana com una pràctica d'entrenament eficaç per millorar la hipertròfia muscular. Una sessió del mètode 10x10 implica tradicionalment realitzar 10 sèries de 10 repeticions per un exercici compost a intensitats del 60% de l'1RM. La recuperació entre sèries és relativament curta de 60-90 segons per generar un major estrès metabòlic (Baker, 2009).

Per aquest mètode en la revisió sistemàtica només tinc l'estudi d'Amirthalingam i col (2017), per tant, serà més complicat extreure unes conclusions fiables sobre els seus beneficis quant a hipertròfia muscular.

L'estudi d'Amirthalingam i col (2017) té una mostra de 19 individus sans i entrenats en el RT, la durada és de 6 setmanes i es realitzen tres sessions per setmana separades per un mínim de 24 hores. L'objectiu que es té és investigar l'efecte d'una intervenció d'entrenament de volum Alemany modificat sobre la hipertròfia muscular i la força. Els resultats de l'estudi van indicar que aquest mètode no sembla ser més efectiu que el de realitzar 5 sèries (mètode tradicional) per exercici en l'augment de la hipertròfia muscular i la força.

Des del meu punt de vista personal i independentment dels resultats obtinguts en aquest estudi, penso que el mètode Alemany de volum pot ser una bona opció per introduir en moments concrets de la periodització, moments en què és volguí assolir volums màxims. Un major volum de RT (28-30 sèries/múscul/setmana) s'associa amb majors augments en la hipertròfia en comparació amb volums baixos (6-10 sèries/múscul/setmana) (Schoenfeld i col, 2017 i Schoenfeld i col, 2019). Per tant, amb individus avançats que tinguin com a objectius en determinats microcicles d'entrenament assolir 30 sèries (per grup muscular (volums màxims), possiblement el mètode de volum Alemany sigui vàlid.

Un estudi més recent realitzat per Schoenfeld i col (2019) van arribar a la conclusió que en condicions de volum equivalent, la freqüència de l'entrenament contra resistències no sembla tenir un efecte pronunciat en els guanys de massa muscular. Per tant, introduir el mètode Alemany en setmanes que no podem entrenar a la freqüència

planificada i que volem assolir el volum establert pot ser una bona estratègia per arribar al volum planificat per alguns grups musculars.

El mètode 10x10 s'hauria d'intentar no abusar d'ell, perquè pot generar una gran fatiga i sobreentrenament. Per tant, s'ha d'introduir de manera estratègica en moments concrets de la periodització: Bjornsen i col (2019) van proporcionar evidències que induir a un estat de sobreesforç funcional mitjançant períodes breus d'entrenament de gran volum pot augmentar la hipertròfia.

6.1.2. Estratègies d'intensificació

Mètode de sobrecàrrega excèntrica

El mètode amb sobrecàrregues excèntriques, després del mètode tradicional és el que més evidència científica té quant a hipertròfia muscular (Schoenfeld, 2021). Aquesta estratègia d'entrenament es basa en la capacitat que tenen els músculs per generar una major força en la fase excèntrica (20-40% més) en comparació amb les altres contraccions (Krzysztofik i col, 2019). L'ús de sobrecàrregues elevades durant la fase excèntrica s'associa amb dos dels tres mecanismes esmentats: dany muscular i tensió mecànica (Schoenfeld, 2010).

En la revisió sistemàtica s'han inclòs quatre estudis que tracten el mètode de sobrecàrrega excèntrica, el de Friedmann-Bette i col (2010), el de Coratella i Schena (2016), el de Krentz i col (2017) i el de Toien i col (2018).

En els quatre estudis el nombre de la mostra és considerable, l'estudi de Friedmann-Bette i col (2010), eren 25 homes acostumats a l'entrenament amb RT i el de Coratella i Schena (2016) eren 34 homes també entrenats. En canvi l'estudi de Krentz i col (2017) comptava amb una mostra de 32 persones i el Toien i col (2018) era de 52 persones i en els dos casos els individus no tenien experiència en el RT. La durada dels estudis és entre 6-8 setmanes i en els tres estudis es treballava a un freqüència 3, menys el de Krentz i col (2017) que en les dues primeres setmanes de les 8 era a freqüència 2.

Aquests quatre estudis quant a aplicació del mètode de sobrecàrrega excèntrica trobem diferències i també afegir que no tots el comparen amb el mètode tradicional d'hipertròfia muscular. Per tant, això pot ser un desavantatge a l'hora de comparar els resultats dels estudis.

A continuació de manera breu explicaré cadascun dels programes d'entrenament portats a terme en els quatre estudis: En l'estudi de Friedmann-Bette i col (2010) el grup que aplicava protocols propis del mètode excèntric, no feia únicament la fase excèntrica del moviment amb la sobrecàrrega excèntrica com en l'estudi de Coratella i Schena (2016), sinó que també feia l'acció concèntrica. No obstant això, en l'acció concèntrica es reduïa la càrrega a intensitats del mètode tradicional. En l'estudi de Friedmann-Bette i col (2010) el mètode amb sobrecàrrega excèntrica es comparava amb el mètode tradicional i era l'únic estudi dels quatre que es deixava un descans tant gran de 4 minuts, més propi de força màxima i no tant d'hipertròfia. Friedmann-Bette i col (2010) van veure que la hipertròfia de tot el múscul va ser similar en els dos grups, no obstant això, l'anàlisi histològic va indicar un major creixement de les fibres tipus II del grup que treballava amb la sobrecàrrega excèntrica. Aquest fet possiblement potser perquè les accions excèntriques indueixen a un reclutament preferent de miofibrils tipus II (Moore i col 2005).

L'estudi de Toien i col (2018) seguia els mateixos protocols que els de Friedmann-Bette i col (2010) a l'hora d'aplicar el mètode excèntric i els resultats quant a hipertròfia van ser similars en els dos grups. L'única diferència entre l'estudi de Friedmann-Bette i col (2010) és el temps de descans i les intensitats superiors (90-95% de l'1RM) de treball del grup que no utilitzava el mètode de sobrecàrrega excèntrica.

L'estudi de Coratella i Schena (2016) comparaven tres protocols: Un grup que utilitzava el mètode tradicional, un que utilitzava el de sobrecàrrega excèntrica, però només feia la fase excèntrica i un altre que utilitzava intensitats pròpies del mètode tradicional, però només realitzava l'acció concèntrica. En finalitzar l'estudi els resultats van ser similars en els tres grups. Aquest estudi a més de comparar els tres protocols citats, també valorava quins efectes té el mètode de sobrecàrrega excèntrica en comparació amb els altres protocols després de 6 setmanes de desentrenament. El que van veure és el grup que feia servir el mètode excèntric en la investigació va ser l'únic capaç de retenir els augments de força, conservar el nombre màxim de repeticions i la circumferència del pit.

Finalment l'últim estudi inclòs és el de Krentz i col (2017) que comparaven l'entrenament excèntric d'intensitat supramàxima amb l'entrenament excèntric d'intensitat submàxima en els dos casos arribant a la fallada muscular. Aquest estudi l'exercici que es feia era de flexió de colze unilateral, per tant, l'acció concèntrica s'ajudaven a fer-la amb la mà no dominant. Quant a hipertròfia muscular els dos grups van obtenir uns resultats similars, és a dir, no es va veure diferència en treballar amb intensitats del 110% de

l'1RM en l'acció excèntrica a fer-ho amb intensitats del 80% de l'1RM, sempre que s'arribava a la fallada muscular.

Aquesta discussió ha sigut més complicada de fer, primer de tot perquè no tots els estudis comparaven el mètode amb sobrecàrrega excèntrica amb el tradicional i segon no tots els estudis aplicaven els mateixos protocols a l'hora de fer servir el mètode. Per tant, si ens centrem en l'estudi de Friedmann-Bette i col (2010) Coratella i Schena (2016) que són els únics que comparen l'efecte del mètode amb sobrecàrrega amb el tradicional, veiem que els resultats quant a hipertròfia muscular són similars.

Pot ser una bona estratègia introduir el mètode de sobrecàrregues excèntriques en els nostres entrenaments enfocats a la hipertròfia muscular. Perquè se sap que l'entrenament excèntric produeix un major creixement de la porció distal del múscul, a diferència del concèntric que incideix més en la zona mitjana (Schoenfeld, 2017). Això ens fa pensar que si volem que hi hagi un desenvolupament uniforme del múscul, combinar l'entrenament concèntric amb l'excèntric. En l'estudi Narici i col (2016) van veure que l'entrenament excèntric actua diferent del concèntric a nivell muscular: en el concèntric es va veure que afegia sarcòmers en paral·lel (augment de l'angle de penetració amb poc canvi en la longitud del fascicle) i que l'entrenament excèntric afegia sarcòmers en sèrie (augment de la longitud del fascicle) i un petit augment de l'angle de penetració.

Tenint en compte el que diu Schoenfeld (2017) i Narici i col (2016) pot ser beneficiós introduir entrenament amb sobrecàrrega excèntrica, sobretot pel desenvolupament uniforme del múscul. També pot ser interessant per contrarestar els efectes negatius del desentrenament o la inactivitat física forçada (Coratella i Schena 2016).

Mètode de descans intrasèrie o clúster

El mètode clúster permet incidir en dos dels tres mecanismes importants per la hipertròfia muscular: El de tensió mecànica i el d'estrès metabòlic (Tufano i col, 2016). Avui dia no se sap amb exactitud quins són els millors protocols per obtenir els majors beneficis d'aquest mètode. No obstant això, les recomanacions generals prescriuen descansos de 10-30 segons entre repetició (Haff i col, 2008). Encara que podem trobar altres autors com Tufano i col (2016) que parlen d'interval de 20-60 segons.

L'estudi d'Oliver i col (2013), d'Oliver i col (2016) i Davies i col (2021) han estat els estudis inclosos en la revisió sistemàtica que tracten els efectes de l'entrenament amb descans intrasèrie o clúster i el comparen amb el mètode tradicional.

Tant Oliver i col (2013) com Oliver i col (2016) i Davies i col (2021) a l'hora de comparar al mètode igualaven el volum d'entrenament, la càrrega i el descans entre sèries entre el clúster i el mètode tradicional. En l'estudi d'Oliver i col (2013) es realitzava amb una mostra de 22 homes entrenats en RT i tenia una durada de 12 setmanes amb una freqüència de 4 sessions per setmana. En canvi l'estudi d'Oliver i col (2016) la mostra era més reduïda de 10 homes entrenats en el RT, perquè la intencionalitat era comprovar els efectes aguts del descans intrasèries i el mètode tradicional en l'alliberació de miosina. L'últim estudi el de Davies i col (2021) la mostra era de 21 persones (13 eren homes) entrenades de manera recreativa en RT i la duració de l'estudi era de 8 setmanes, començant amb una freqüència 3 i progressant a una de 4 dies a la setmana. Per tant, veiem que les durades dels estudis i el nombre de la mostra són diferents, però que tots els estudis compten amb individus entrenats, encara que en el cas de Davies i col (2021) és de manera recreativa.

Si comparem el programa d'entrenament dels tres estudis citats anteriorment, trobem bastants diferències en totes les variables de la càrrega. No obstant això, no ens hauria de sorprendre, tenint en compte el que Haff i col (2008) diuen sobre el desconeixement que hi ha en relació les variables del mètode.

Els resultats que s'obtenen en els tres estudis són similars. L'estudi d'Oliver i col (2013) indica que l'entrenament d'hipertròfia amb el mètode clúster produeix majors guanys en la força i en la potència que el mètode tradicional, en canvi els guanys són similars en la massa magra dels dos mètodes. Davies i col (2021) van obtenir uns resultats

similars, no obstant això, els individus que van fer servir el mètode tradicional van obtenir un resultat favorable petit en la regió mitjana del pectoral. Davies i col (2021) els hi sembla que les majors pèrdues de velocitat durant les sèries en el mètode tradicional en comparació amb el clúster poden promoure una hipertròfia muscular superior en regions específiques del pectoral major en subjectes entrenats de manera recreativa. Finalment l'estudi d'Oliver (2016) van veure que els protocols tradicionals produïen nivells elevats d'interleucina-15 (IL-15) en comparació amb el mètode clúster, 24 i 48 hores després de l'exercici. La IL-15 és un aminoàcid que té un paper en l'augment de la massa muscular.

Un factor important del mètode clúster i que no s'ha tingut en compte en cap dels tres estudis és el que ens diu Schoenfeld (2021): Una de les intencionalitats inicials de l'ús del clúster és poder realitzar volums de treball superiors al tradicional, pel fet d'haver-hi descansos intrasèries. En canvi en els tres estudis el volum s'igualava pels dos mètodes.

Per tant, no queda tant clar si l'ús de l'entrenament amb descansos intrasèries és una bona estratègia per millorar la resposta hipertròfica. No obstant això, pot ser una bona estratègia si no es busca únicament l'augment de la hipertròfia, sinó també el de la força i potència muscular. Perquè aquest mètode d'entrenament pel fet de comptar amb descansos intrasèries, fa que s'evitin els efectes negatius de la fatiga perifèrica, necessaris per a la hipertròfia muscular (Schoenfeld, 2021).

Com a valoració personal prioritzaria l'ús d'altres mètodes per sobre del clúster, perquè els resultats quant a la hipertròfia muscular no queden gaire clars i a més les variables de la càrrega no estan definides per posar-lo a la pràctica. Encara que no el descartaria totalment, sinó que m'esperaria a veure els estudis nous que es publiquin.

Després d'analitzar els diferents mètodes podem veure que hi ha molts aspectes que no queden del tot clars i també hem vist que els resultats que s'obtenen amb aquests mètodes alterns són similars al mètode tradicional. Això ens fa pensar que pot ser una bona estratègia que en moments concrets de la periodització introduir aquests mètodes avançats. Perquè avui dia no podem parlar del millor o el pitjor mètode, sinó que tots ens poden aportar algun benefici addicional. Encara que el mètode d'entrenament mai hauria de ser vist com el factor determinat o el més important pels guanys de massa muscular. Si no que hi ha altres factors que no ens podem oblidar d'ells: Com la individualització de la periodització i el programa d'entrenament, el descans, la planificació nutricional, els principis d'entrenament, etc.

7. Conclusions

Iniciaré les conclusions fent un recordatori i anàlisi dels objectius específics establerts prèviament a iniciar la revisió sistemàtica i finalitzaré amb un breu resum.

Un dels objectius específics que em vaig plantejar va ser el d'identificar quin és el mètode més utilitzat. La resposta és simple, el mètode més utilitzat quan un individu té com a objectiu incrementar l'àrea de la secció transversal del múscul és el tradicional. Sol ser la base de l'entrenament, perquè avui dia és el que té més evidència científica sobre els beneficis que presenta. En relació amb aquest objectiu específic, em vaig plantejar un altre que era identificar quin és el mètode que genera una major hipertròfia muscular. Tenint en compte tots els articles i llibres llegits, no es pot anomenar un mètode com el millor, perquè els majors beneficis s'obtenen quan es té com a base el mètode tradicional i en la periodització es combina amb els altres mètodes. No obstant això, si a aquest objectiu el responem tenint en compte el mètode amb més suport científic, seria el tradicional. L'últim objectiu específic era el d'analitzar els resultats de la combinació de diferents metodologies orientades a l'increment de la massa muscular. Aquest objectiu no puc donar una resposta ben argumentada tenint en compte l'evidència científica, perquè tots els estudis que he analitzat estudien els diferents mètodes per separat, cap combinava més d'un mètode.

Com a conclusió final podem dir que el mètode que té més evidència científica dels efectes i beneficis sobre la hipertròfia muscular és el mètode tradicional. No obstant això, si l'esportista és avançat o molt avançat pot ser-li beneficiós introduir metodologies alternatives en el seu programa d'entrenament per tal que aquest segueixi progressant i eviti la monotonia i l'estancament.

8. Aplicacions pràctiques

Per finalitzar aquest estudi, m'agradaria donar unes indicacions més pràctiques tenint en compte totes les variables de la hipertròfia muscular. La base d'un programa d'entrenament per a individus entrenats hauria de ser la següent: 3-5 sèries de 6-12 repeticions realitzades en un rang de moviment complet; un caràcter de l'esforç alt (quedar-se a 0-2 repeticions de la fatiga volitiva); amb un volum d'entrenament setmanal alt (20-30 sèries/múscul/setmana); una freqüència setmanal de 2-3 dies per grup muscular; utilitzant diferents exercicis per cada grup muscular (pesos lliures, màquines, politges, exercicis poliarticulars, exercicis monoarticulars); combinant contraccions concèntriques i excèntriques; la duració de la repetició ha de ser 1:1:2 (concèntrica: isomètrica: excèntrica); hem d'intentar establir un vincle de la ment i el múscul per una millor activació muscular; el descans entre sèries de 2-3 minuts i cada 3 setmanes intentar introduir una de descàrrega.

9. Limitacions i prospectiva d'investigació

Per finalitzar el treball final de grau (TFG) es farà menció de les limitacions de l'estudi i també es parlarà de possibles futures línies d'investigacions.

En les etapes inicials de l'elaboració del TFG va sortir el primer entrebanc que va fer que canviés el tipus d'estudi i en conseqüència l'enfocament inicial de la temàtica. La meva primera intencionalitat era la de realitzar un estudi quasi-experimental enfocat a comparar dues metodologies diferents per l'entrenament de la hipertròfia muscular: El mètode d'intensitats altes o tradicional (superiors al 60% de l'1RM) i el mètode d'intensitats baixes (30% de l'1RM). No obstant això, aquest tipus de treball després de fer un balanç dels punts forts i febles amb la meva tutora, vam decidir que no era la millor opció. Les següents causes van fer que féssim un pas enrere i canviar el tipus d'estudi: La situació de pandèmia i la incertesa que generava en el tancament i obriment de les instal·lacions esportives; el poc bagatge que tenia en el món de la investigació i la dificultat per aconseguir una mostra de 12 persones. En resum, una de les conseqüències que em va generar aquesta limitació, és la pèrdua de gairebé tres mesos, temps que va passar fins a fer el canvi esmentat.

Seguint amb les limitacions del treball, penso que no va ser la millor decisió l'enfocament que li he donat a la revisió sistemàtica; no haver limitat els mètodes per l'entrenament de la hipertròfia a tractar, va fer que acabes tractant set mètodes diferents. Tenint en compte que la revisió sistemàtica incloïa 14 articles, va fer que d'algun mètode només tingues un estudi que l'analitzes i això va afectar la qualitat de la discussió, a l'hora de tractar el mètode en concret. Si entrenem a analitzar els estudis utilitzats en la revisió sistemàtica, trobem diferents limitacions que poden influir en l'extracció d'unes conclusions fiables: la majoria d'estudis inclosos no controlen la ingesta nutricional, això pot afectar les adaptacions musculars; la durada dels estudis pot ser un factor limitant, la majoria d'estudi tenen una durada de sis setmanes; també la posada de pràctica dels diferents mètodes amb mostres de diferents nivells d'entrenament, poden influir en els resultats.

Deixant de banda les limitacions i dificultats que m'he trobat en la realització de la revisió sistemàtica, ara passaré a parlar de les possibles futures línies d'investigacions, les quals esmentaré seguint un ordre de major a menor interès.

Realitzar primer una revisió sistemàtica sobre un tema d'interès, penso que és la millor opció per fer-te un expert i tenir una bona base, per posteriorment passar a realitzar

estudis de tipus experimental. Després d'haver dedicat moltes hores de lectura d'articles i llibres que parlen de l'entrenament contra resistències orientat a la hipertròfia muscular, he vist que avui dia queden moltes incògnites per resoldre, és a dir, molts aspectes relacionats amb l'entrenament de la hipertròfia muscular que s'estan posant en pràctica i que no tenen una base científica sòlida sobre la seva efectivitat. Per tant, si en un futur m'interesses entrar al món de la investigació de l'entrenament d'hipertròfia muscular, tindria moltes possibilitats i àrees que tractar.

No obstant això, hi ha dues línies d'investigacions que em cridarien especialment l'atenció: La primera és relacionada amb la idea que tenia inicialment, la de realitzar un estudi experimental que compari els efectes de l'entrenament d'altas i baixes intensitats en els resultats d'hipertròfia muscular. Però amb un petit canvi, que la mostra que siguin esportistes amb experiència en el RT, perquè tots els estudis que he analitzat que tracten aquesta temàtica la mostra són individus sense experiència en l'entrenament.

A més, ara mateix em veig més preparat que abans per afrontar un estudi d'aquestes característiques, perquè parteixo amb la base d'haver llegit molts estudis de tipus experimental i veure com és porta a terme la investigació i els passos que segueixen.

Un altre tema que em crida especialment l'atenció és el de veure els efectes de combinar diferents mètodes per l'entrenament de la hipertròfia en el guany de massa muscular. En la realització de la revisió sistemàtica, en cap estudi es combinaven diferents mètodes per l'entrenament de la hipertròfia, si no que simplement es comparaven dos mètodes. Per tant és una incògnita que es podria estudiar i tenint en compte tots els mètodes existents, possibilita nombroses combinacions tant en una sessió o microcicle d'entrenament.

Finalment un altre tema que m'ha despertat interès és el mètode Alemany de volum o 10x10, perquè és un dels mètodes que menys estudis publicats es poden trobar. Per tant, pot ser un bon tema d'investigació, el qual aportaria nou coneixement al món de la hipertròfia muscular.

10. Bibliografia

- Ahtiainen, J. P., Pakarinen, A., Alen, M., Kraemer, W. J., i Häkkinen, K. (2005). Short vs. long rest period between the sets in hypertrophic resistance training: influence on muscle strength, size, and hormonal adaptations in trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(3), 572.
- American College of Sports Medicine. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(3), 687.
- Amirthalingam, T., Mavros, Y., Wilson, G. C., Clarke, J. L., Mitchell, L., i Hackett, D. A. (2017). Effects of a modified German volume training program on muscular hypertrophy and strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(11), 3109-3119.
- Angleri, V., Ugrinowitsch, C., i Libardi, C. A. (2017). Crescent pyramid and drop-set systems do not promote greater strength gains, muscle hypertrophy, and changes on muscle architecture compared with traditional resistance training in well-trained men. *European journal of applied physiology*, 117(2), 359-369.
- Baker, D. (2009). German volume training: An alternative method of high volume-load training for stimulating muscle growth. *NCSA's Perform. Train. J*, 8, 10-13.
- Bamman, M. M., Shipp, J. R., Jiang, J., Gower, B. A., Hunter, G. R., Goodman, A., ... i Urban, R. J. (2001). Mechanical load increases muscle IGF-I and androgen receptor mRNA concentrations in humans. *American journal of physiology-endocrinology and metabolism*, 280(3), E383-E390.
- Bernal-Reyes, F., Peralta-Mendivil, A., Gavotto-Nogales, H. H., i Placencia-Camacho, L. (2014). Principios de entrenamiento deportivo para la mejora de las capacidades físicas. *Biotecnica*, 16(3), 42-49.
- Bjornsen, T., Wernbom, M., Lovstad, A., Paulsen, G., D'Souza, R. F., Cameron-Smith, D., ... i Raastad, T. (2019). Delayed myonuclear addition, myofiber hypertrophy, and increases in strength with high-frequency low-load blood flow restricted training to volitional failure. *Journal of Applied Physiology*, 126(3), 578-592.
- Burd, N. A., Mitchell, C. J., Churchward-Venne, T. A., i Phillips, S. M. (2012). Bigger weights may not beget bigger muscles: evidence from acute muscle protein synthetic

- responses after resistance exercise. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 37(3), 551-554.
- Campbell, B., Kreider, R. B., Ziegenfuss, T., La Bounty, P., Roberts, M., Burke, D., ... i Antonio, J. (2007). International Society of Sports Nutrition position stand: protein and exercise. *Journal of the international society of sports nutrition*, 4(1), 1-7.
- Clarkson, P. M., Byrnes, W. C., McCormick, K. M., Turcotte, L. P., i White, J. S. (1986). Muscle soreness and serum creatine kinase activity following isometric, eccentric, and concentric exercise. *International journal of sports medicine*, 7(03), 152-155.
- Coratella, G., i Schena, F. (2016). Eccentric resistance training increases and retains maximal strength, muscle endurance, and hypertrophy in trained men. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(11), 1184-1189.
- Counts, B. R., Buckner, S. L., Mouser, J. G., Dankel, S. J., Jessee, M. B., Mattocks, K. T., i Loenneke, J. P. (2017). Muscle growth: to infinity and beyond?. *Muscle & nerve*, 56(6), 1022-1030.
- Cunanan, A. J., DeWeese, B. H., Wagle, J. P., Carroll, K. M., Sausaman, R., Hornsby, W. G., ... i Stone, M. H. (2018). The general adaptation syndrome: a foundation for the concept of periodization. *Sports Medicine*, 48(4), 787-797.
- Damas, F., Libardi, C. A., i Ugrinowitsch, C. (2018). The development of skeletal muscle hypertrophy through resistance training: the role of muscle damage and muscle protein synthesis. *European journal of applied physiology*, 118(3), 485-500.
- Damas, F., Phillips, S. M., Libardi, C. A., Vechin, F. C., Lixandrão, M. E., Jannig, P. R., ... i Ugrinowitsch, C. (2016). Resistance training-induced changes in integrated myofibrillar protein synthesis are related to hypertrophy only after attenuation of muscle damage. *The Journal of physiology*, 594(18), 5209-5222.
- Davies, T.B., Halaki, M., Orr, R., Mitchell, L., Helms, E.R., Clarke, J., i Hackett, D. (2021). Effect of Set-Structure on Upper-Body Muscular Hypertrophy and Performance in Recreationally Trained Male and Female. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1-10.
- Domínguez, R., Garnacho-Castaño, M. V., i Maté-Muñoz, J. L. (2016). Efectos del entrenamiento contra resistencias o resistance training en diversas patologías. *Nutrición Hospitalaria*, 33(3), 719-733.

- Dos Santos, L., Ribeiro, A. S., Cavalcante, E. F., Nabuco, H. C., Antunes, M., Schoenfeld, B. J., i Cyrino, E. S. (2018). Effects of modified pyramid system on muscular strength and hypertrophy in older women. *Int. J. Sports Med*, 39, 613-618.
- Farup, J., Rahbek, S. K., Vendelbo, M. H., Matzon, A., Hindhede, J., Bejder, A., ... i Vissing, K. (2014). Whey protein hydrolysate augments tendon and muscle hypertrophy independent of resistance exercise contraction mode. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(5), 788-798.
- Figueiredo, V. C., de Salles, B. F., i Trajano, G. S. (2018). Volume for muscle hypertrophy and health outcomes: the most effective variable in resistance training. *Sports Medicine*, 48(3), 499-505.
- Fink, J., Schoenfeld, B. J., Kikuchi, N., i Nakazato, K. (2017). Effects of drop set resistance training on acute stress indicators and long-term muscle hypertrophy and strength. *J Sports Med Phys Fitness*, 58(5), 597-605.
- Fisher, J. P., Carlson, L., Steele, J., i Smith, D. (2014). The effects of pre-exhaustion, exercise order, and rest intervals in a full-body resistance training intervention. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(11), 1265-1270.
- Fonseca, R. M., Roschel, H., Tricoli, V., de Souza, E. O., Wilson, J. M., Laurentino, G. C., ... i Ugrinowitsch, C. (2014). Changes in exercises are more effective than in loading schemes to improve muscle strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(11), 3085-3092.
- Friedmann-Bette, B., Bauer, T., Kinscherf, R., Vorwald, S., Klute, K., Bischoff, D., ... i Billeter, R. (2010). Effects of strength training with eccentric overload on muscle adaptation in male athletes. *European journal of applied physiology*, 108(4), 821-836.
- Garthe, I., Raastad, T., Refsnes, P. E., i Sundgot-Borgen, J. (2013). Effect of nutritional intervention on body composition and performance in elite athletes. *European journal of sport science*, 13(3), 295-303.
- González-Gross, M., Gutiérrez, A., Mesa, J. L., Ruiz-Ruiz, J., i Castillo, M. J. (2001). La nutrición en la práctica deportiva: Adaptación de la pirámide nutricional a las características de la dieta del deportista. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 51(4), 321-331.
- Grgic, J., Lazinica, B., Mikulic, P., i Schoenfeld, B. J. (2018). Should resistance training programs aimed at muscular hypertrophy be periodized? A systematic review of periodized versus non-periodized approaches. *Science & Sports*, 33(3), e97-e104.

- Hackett, D. A., Amirthalingam, T., Mitchell, L., Mavros, Y., Wilson, G. C., i Halaki, M. (2018). Effects of a 12-week modified german volume training program on muscle strength and hypertrophy a pilot study. *Sports*, 6(1), 7.
- Haff, G. G., Hobbs, R. T., Haff, E. E., Sands, W. A., Pierce, K. C., i Stone, M. H. (2008). Cluster training: A novel method for introducing training program variation. *Strength & Conditioning Journal*, 30(1), 67-76.
- Helms, E. R., Fitschen, P. J., Aragon, A. A., Cronin, J., i Schoenfeld, B. J. (2015). Recommendations for natural bodybuilding contest preparation: resistance and cardiovascular training.
- Heredia, H., De Hegedüs, J., i Gaitán, M. (2013). Observaciones sobre los distintos tipos de células o fibras musculares a nivel metabólico, molecular, y su rendimiento en la actividad física. *Boletín electrónico REDAF*, 3(56).
- Hulmi, J. J., Walker, S., Ahtiainen, J. P., Nyman, K., Kraemer, W. J., i Häkkinen, K. (2012). Molecular signaling in muscle is affected by the specificity of resistance exercise protocol. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 22(2), 240-248.
- Israetel, M., i Hoffmann, J. (2017) *How Much Should I Train? An Introduction to Training Volume Landmarks*. Philadelphia: Renaissance Periodization.
- Jäger, R., Kerksick, C. M., Campbell, B. I., Cribb, P. J., Wells, S. D., Skwiat, T. M., ... i Antonio, J. (2017). International society of sports nutrition position stand: protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1), 1-25.
- Jenkins, N. D., Housh, T. J., Buckner, S. L., Bergstrom, H. C., Cochrane, K. C., Hill, E. C., ... i Cramer, J. T. (2016). Neuromuscular adaptations after 2 and 4 weeks of 80% versus 30% 1 repetition maximum resistance training to failure. *Journal of strength and conditioning research*, 30(8), 2174-2185.
- Junior, E. R. T. S., de Salles, B. F., Dias, I., Ribeiro, A. S., Simão, R., i Willardson, J. M. (2021). Classification and Determination Model of Resistance Training Status. *Strength & Conditioning Journal*.
- Kraemer, W. J., Gordon, S. E., Fleck, S. J., Marchitelli, L. J., Mello, R., Dziados, J. E., ... i Fry, A. C. (1991). Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise in males and females. *International journal of sports medicine*, 12(02), 228-235.

- Kraemer, W. J., Marchitelli, L., Gordon, S. E., Harman, E., Dziados, J. E., Mello, R., ... i Fleck, S. J. (1990). Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. *Journal of Applied Physiology*, 69(4), 1442-1450.
- Krentz, J. R., Chillbeck, P. D., i Farthing, J. P. (2017). The effects of supramaximal versus submaximal intensity eccentric training when performed until volitional fatigue. *European journal of applied physiology*, 117(10), 2099-2108.
- Krzysztofik, M., Wilk, M., Wojdała, G., i Gołaś, A. (2019). Maximizing Muscle Hypertrophy: A Systematic Review of Advanced Resistance Training Techniques and Methods. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(24), 4897.
- Lasevicius, T., Ugrinowitsch, C., Schoenfeld, B. J., Roschel, H., Tavares, L. D., De Souza, E. O., ... i Tricoli, V. (2018). Effects of different intensities of resistance training with equated volume load on muscle strength and hypertrophy. *European journal of sport science*, 18(6), 772-780.
- MacDougall, J. D., Gibala, M. J., Tarnopolsky, M. A., MacDonald, J. R., Interisano, S. A., i Yarasheski, K. E. (1995). The time course for elevated muscle protein synthesis following heavy resistance exercise. *Canadian Journal of applied physiology*, 20(4), 480-486.
- Marsh, G. (2015). *The Complete Guide To Training with Free Weights*. London: Bloomsbury Publishing.
- Moore, D. R., Phillips, S. M., Babraj, J. A., Smith, K., i Rennie, M. J. (2005). Myofibrillar and collagen protein synthesis in human skeletal muscle in young men after maximal shortening and lengthening contractions. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 288(6), E1153-E1159.
- Morton, R. W., Sonne, M. W., Farias Zuniga, A., Mohammad, I. Y., Jones, A., McGlory, C., ... i Phillips, S. M. (2019). Muscle fibre activation is unaffected by load and repetition duration when resistance exercise is performed to task failure. *The Journal of physiology*, 597(17), 4601-4613.
- Moseley, A. M., Herbert, R. D., Sherrington, C., Maher, C. G. (2002). Evidence for physiotherapy practice: a survey of the Physiotherapy Evidence Database (PEDro). *Australian Journal of Physiotherapy*, 48(1), 43-49.
- Narici, M., Franchi, M., i Maganaris, C. (2016). Muscle structural assembly and functional consequences. *J. Exp. Biol*, 219, 276-284.

- Nóbrega, S. R., Ugrinowitsch, C., Pintanel, L., Barcelos, C., i Libardi, C. A. (2018). Effect of resistance training to muscle failure vs. volitional interruption at high-and low-intensities on muscle mass and strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(1), 162-169.
- Ogborn, D., i Schoenfeld, B. J. (2014). The role of fiber types in muscle hypertrophy: implications for loading strategies. *Strength & Conditioning Journal*, 36(2), 20-25.
- Oliver, J. M., Jagim, A. R., Sanchez, A. C., Mardock, M. A., Kelly, K. A., Meredith, H. J., ... i Kreider, R. B. (2013). Greater gains in strength and power with intraset rest intervals in hypertrophic training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(11), 3116-3131.
- Oliver, J. M., Jenke, S. C., Mata, J. D., Kreutzer, A., i Jones, M. T. (2016). Acute effect of cluster and traditional set configurations on myokines associated with hypertrophy. *International journal of sports medicine*, 37(13), 1019-1024.
- Paz, G. A., Maia, M. F., Salerno, V. P., Coburn, J., Willardson, J. M., i Miranda, H. (2019). Neuromuscular responses for resistance training sessions adopting traditional, superset, paired set and circuit methods. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 59(12), 1991-2002.
- PEDro. (2021). *Escala de PEDro*. Consultat 10 d'abril 2021, des de <https://pedro.org.au/spanish/resources/pedro-scale/>
- Pereira, P. E. A., Motoyama, Y. L., Esteves, G. J., Quinelato, W. C., Botter, L., Tanaka, K. H., i Azevedo, P. (2016). Resistance training with slow speed of movement is better for hypertrophy and muscle strength gains than fast speed of movement. *International Journal of Applied Exercise Physiology*, 5(2).
- Rahbek, S. K., Farup, J., Moller, A. B., Vendelbo, M. H., Holm, L., Jessen, N., i Vissing, K. (2014). Effects of divergent resistance exercise contraction mode and dietary supplementation type on anabolic signalling, muscle protein synthesis and muscle hypertrophy. *Amino acids*, 46(10), 2377-2392.
- Ravé, J.M., Abella, C., i Valdivielso, F. (2014). *Entrenamiento Deportivo: Teoría y Práctica*. Madrid: Médica Panamericana.
- Raya-González, J., i Sánchez, M. A. M. (2019). Métodos de entrenamiento y aspectos nutricionales para el aumento de la masa muscular: una revisión sistemática. *Arch. med. deporte*, 376-385.

- Sampson, J. A., i Groeller, H. (2016). Is repetition failure critical for the development of muscle hypertrophy and strength?. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 26(4), 375-383.
- Schoenfeld, B. (2011). The Use of Specialized Training Techniques to Maximize Muscle Hypertrophy. *Strength Cond.J*, 33, 60–65.
- Schoenfeld, B. (2021). *Ciencia y desarrollo de la hipertrofia muscular*. Madrid: Ediciones tutor S.A.
- Schoenfeld, B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2857-2872.
- Schoenfeld, B. J. (2012). Does exercise-induced muscle damage play a role in skeletal muscle hypertrophy?. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(5), 1441-1453.
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J., i Krieger, J. (2019). How many times per week should a muscle be trained to maximize muscle hypertrophy? A systematic review and meta-analysis of studies examining the effects of resistance training frequency. *Journal of sports sciences*, 37(11), 1286-1295.
- Schoenfeld, B. J., Ogborn, D. I., Vigotsky, A. D., Franchi, M. V., i Krieger, J. W. (2017). Hypertrophic effects of concentric vs. eccentric muscle actions: a systematic review and meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(9), 2599-2608.
- Schoenfeld, B. J., Ogborn, D., i Krieger, J. W. (2016). Effects of resistance training frequency on measures of muscle hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 46(11), 1689-1697.
- Schoenfeld, B.J (2013). Potential Mechanisms for a Role of Metabolic Stress in Hypertrophic Adaptations to Resistance Training. *Sports Med*, 43, 179–194.
- Schoenfeld, B.J., Contreras, B., Krieger, J., Grgic, J., Delcastillo, K., Belliard, R., I Alto, A. (2019). Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy. *Med. Sci. Sports Exerc*, 51, 94.
- Schoenfeld, B.J., Ogborn, D., I Krieger, J.W. (2017). Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. *J. Sports Sci*, 35, 1073–1082.

- Schoenfeld, B.J., Peterson, M.D., Ogborn, D., Contreras, B., i Sonmez, G.T. (2015). Effects of Low- vs. High-Load Resistance Training on Muscle Strength and Hypertrophy in Well-Trained Men. *J. Strength Cond. Res*, 29, 2954–2963.
- Seynnes, O. R., de Boer, M., i Narici, M. V. (2007). Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity resistance training. *Journal of applied physiology*, 102(1), 368-373.
- Shibata, K., Takizawa, K., Nosaka, K., i Mizuno, M. (2021). Effects of prolonging eccentric phase duration in parallel back-squat training to momentary failure on muscle cross-sectional area, squat one repetition maximum, and performance tests in university soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(3), 668-674.
- Signorile, J. F., Lew, K. M., Stoutenberg, M., Pluchino, A., Lewis, J. E., i Gao, J. (2014). Range of motion and leg rotation affect electromyography activation levels of the superficial quadriceps muscles during leg extension. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(9), 2536-2545.
- Slater, G. J., Dieter, B. P., Marsh, D. J., Helms, E. R., Shaw, G., i Iraki, J. (2019). Is an energy surplus required to maximize skeletal muscle hypertrophy associated with resistance training. *Frontiers in nutrition*, 6, 131.
- Smith, G. I., Atherton, P., Reeds, D. N., Mohammed, B. S., Rankin, D., Rennie, M. J., i Mittendorfer, B. (2011). Dietary omega-3 fatty acid supplementation increases the rate of muscle protein synthesis in older adults: a randomized controlled trial. *The American journal of clinical nutrition*, 93(2), 402-412.
- Souza, R. W. A., Aguiar, A. F., Vechetti-Júnior, I. J., Piedade, W. P., Campos, G. E. R., i Dal-Pai-Silva, M. (2014). Resistance Training With Excessive Training Load and Insufficient Recovery Alters Skeletal Muscle Mass–Related Protein Expression. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(8), 2338-2345.
- Tesch, P. A., Fernandez-Gonzalo, R., i Lundberg, T. R. (2017). Clinical applications of iso-inertial, eccentric-overload (YoYo™) resistance exercise. *Frontiers in physiology*, 8, 241.
- Toien, T., Pedersen Haglo, H., Unhjem, R., Hoff, J., i Wang, E. (2018). Maximal strength training: the impact of eccentric overload. *Journal of neurophysiology*, 120(6), 2868-2876.
- Tufano, J.J., Conlon, J.A., Nimphius, S., Brown, L.E., Seitz, L.B., Williamson, B.D., i Haff, G.G. (2016). Maintenance of Velocity and Power with Cluster Sets During High-Volume Back Squats. *Int. J. Sport Physiol*, 11, 885–892.

- Urrútia, G., i Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina clínica*, 135(11), 507-511.
- Walker, S., Blazevich, A. J., Haff, G. G., Tufano, J. J., Newton, R. U., i Häkkinen, K. (2016). Greater strength gains after training with accentuated eccentric than traditional isoinertial loads in already strength-trained men. *Frontiers in physiology*, 7, 149.
- Weakley, J. J., Till, K., Read, D. B., Roe, G. A., Darrall-Jones, J., Phibbs, P. J., i Jones, B. (2017). The effects of traditional, superset, and tri-set resistance training structures on perceived intensity and physiological responses. *European journal of applied physiology*, 117(9), 1877-1889.
- Wernbom, M., Augustsson, J., i Thomeé, R. (2007). The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. *Sports medicine*, 37(3), 225-264.
- Willardson, J. M., Norton, L., i Wilson, G. (2010). Training to failure and beyond in mainstream resistance exercise programs. *Strength & Conditioning Journal*, 32(3), 21-29.

11. Annex

11.1. Annex 1

A continuació s'adjuntarà el document original de l'escala de PEDro utilitzat per seleccionar els articles que s'han inclòs dintre de la revisió sistemàtica:

Escala PEDro-Español

1. Los criterios de elección fueron especificados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
3. La asignación fue oculta	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
5. Todos los sujetos fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar"	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:

La escala PEDro está basada en la lista Delphi desarrollada por Verhagen y colaboradores en el Departamento de Epidemiología, Universidad de Maastricht (*Verhagen AP et al (1998). The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology, 51(12):1235-41*). En su mayor parte, la lista está basada en el consenso de expertos y no en datos empíricos. Dos ítems que no formaban parte de la lista Delphi han sido incluidos en la escala PEDro (ítems 8 y 10). Conforme se obtengan más datos empíricos, será posible "ponderar" los ítems de la escala, de modo que la puntuación en la escala PEDro refleje la importancia de cada ítem individual en la escala.

El propósito de la escala PEDro es ayudar a los usuarios de la bases de datos PEDro a identificar con rapidez cuales de los ensayos clínicos aleatorios (ej. RCTs o CCTs) pueden tener suficiente validez interna (criterios 2-9) y suficiente información estadística para hacer que sus resultados sean interpretables (criterios 10-11). Un criterio adicional (criterio 1) que se relaciona con la validez externa ("generalizabilidad" o "aplicabilidad" del ensayo) ha sido retenido de forma que la lista Delphi esté completa, pero este criterio no se utilizará para el cálculo de la puntuación de la escala PEDro reportada en el sitio web de PEDro.

La escala PEDro no debería utilizarse como una medida de la "validez" de las conclusiones de un estudio. En especial, avisamos a los usuarios de la escala PEDro que los estudios que muestran efectos de tratamiento significativos y que puntúan alto en la escala PEDro, no necesariamente proporcionan evidencia de que el tratamiento es clínicamente útil. Otras consideraciones adicionales deben hacerse para decidir si el efecto del tratamiento fue lo suficientemente elevado como para ser considerado clínicamente relevante, si sus efectos positivos superan a los negativos y si el tratamiento es costo-efectivo. La escala no debería utilizarse para comparar la "calidad" de ensayos realizados en las diferentes áreas de la terapia, básicamente porque no es posible cumplir con todos los ítems de la escala en algunas áreas de la práctica de la fisioterapia.

Última modificación el 21 de junio de 1999. Traducción al español el 30 de diciembre de 2012

Notas sobre la administración de la escala PEDro:

- Todos los criterios **Los puntos solo se otorgan cuando el criterio se cumple claramente.** Si después de una lectura exhaustiva del estudio no se cumple algún criterio, no se debería otorgar la puntuación para ese criterio.
- Criterio 1 Este criterio se cumple si el artículo describe la fuente de obtención de los sujetos y un listado de los criterios que tienen que cumplir para que puedan ser incluidos en el estudio.
- Criterio 2 Se considera que un estudio ha usado una designación al azar si el artículo aporta que la asignación fue aleatoria. El método preciso de aleatorización no precisa ser especificado. Procedimientos tales como lanzar monedas y tirar los dados deberían ser considerados aleatorios. Procedimientos de asignación cuasi-aleatorios, tales como la asignación por el número de registro del hospital o la fecha de nacimiento, o la alternancia, no cumplen este criterio.
- Criterio 3 *La asignación oculta* (enmascaramiento) significa que la persona que determina si un sujeto es susceptible de ser incluido en un estudio, desconocía a que grupo iba a ser asignado cuando se tomó esta decisión. Se puntúa este criterio incluso si no se aporta que la asignación fue oculta, cuando el artículo aporta que la asignación fue por sobres opacos sellados o que la distribución fue realizada por el encargado de organizar la distribución, quien estaba fuera o aislado del resto del equipo de investigadores.
- Criterio 4 Como mínimo, en estudios de intervenciones terapéuticas, el artículo debe describir al menos una medida de la severidad de la condición tratada y al menos una medida (diferente) del resultado clave al inicio. El evaluador debe asegurarse de que los resultados de los grupos no difieran en la línea base, en una cantidad clínicamente significativa. El criterio se cumple incluso si solo se presentan los datos iniciales de los sujetos que finalizaron el estudio.
- Criterio 4, 7-11 *Los Resultados clave* son aquellos que proporcionan la medida primaria de la eficacia (o ausencia de eficacia) de la terapia. En la mayoría de los estudios, se usa más de una variable como una medida de resultado.
- Criterio 5-7 *Cegado* significa que la persona en cuestión (sujeto, terapeuta o evaluador) no conocía a que grupo había sido asignado el sujeto. Además, los sujetos o terapeutas solo se consideran "cegados" si se puede considerar que no han distinguido entre los tratamientos aplicados a diferentes grupos. En los estudios en los que los resultados clave sean auto administrados (ej. escala visual analógica, diario del dolor), el evaluador es considerado cegado si el sujeto fue cegado.
- Criterio 8 Este criterio solo se cumple si el artículo aporta explícitamente *tanto* el número de sujetos inicialmente asignados a los grupos *como* el número de sujetos de los que se obtuvieron las medidas de resultado clave. En los estudios en los que los resultados se han medido en diferentes momentos en el tiempo, un resultado clave debe haber sido medido en más del 85% de los sujetos en alguno de estos momentos.
- Criterio 9 El análisis por *intención de tratar* significa que, donde los sujetos no recibieron tratamiento (o la condición de control) según fueron asignados, y donde las medidas de los resultados estuvieron disponibles, el análisis se realizó como si los sujetos recibieran el tratamiento (o la condición de control) al que fueron asignados. Este criterio se cumple, incluso si no hay mención de análisis por intención de tratar, si el informe establece explícitamente que todos los sujetos recibieron el tratamiento o la condición de control según fueron asignados.
- Criterio 10 Una comparación estadística *entre grupos* implica la comparación estadística de un grupo con otro. Dependiendo del diseño del estudio, puede implicar la comparación de dos o más tratamientos, o la comparación de un tratamiento con una condición de control. El análisis puede ser una comparación simple de los resultados medidos después del tratamiento administrado, o una comparación del cambio experimentado por un grupo con el cambio del otro grupo (cuando se ha utilizado un análisis factorial de la varianza para analizar los datos, estos últimos son a menudo aportados como una interacción grupo x tiempo). La comparación puede realizarse mediante un contraste de hipótesis (que proporciona un valor "p", que describe la probabilidad con la que los grupos difieran sólo por el azar) o como una estimación de un tamaño del efecto (por ejemplo, la diferencia en la media o mediana, o una diferencia en las proporciones, o en el número necesario para tratar, o un riesgo relativo o hazard ratio) y su intervalo de confianza.
- Criterio 11 Una *estimación puntual* es una medida del tamaño del efecto del tratamiento. El efecto del tratamiento debe ser descrito como la diferencia en los resultados de los grupos, o como el resultado en (cada uno) de todos los grupos. Las *medidas de la variabilidad* incluyen desviaciones estándar, errores estándar, intervalos de confianza, rango intercuartílicos (u otros rangos de cuantiles), y rangos. Las estimaciones puntuales y/o las medidas de variabilidad deben ser proporcionadas gráficamente (por ejemplo, se pueden presentar desviaciones estándar como barras de error en una figura) siempre que sea necesario para aclarar lo que se está mostrando (por ejemplo, mientras quede claro si las barras de error representan las desviaciones estándar o el error estándar). Cuando los resultados son categóricos, este criterio se cumple si se presenta el número de sujetos en cada categoría para cada grupo.