

**HEZKUNTZA ETA KIROL FAKULTATEA**  
**Jarduera Fisikoaren eta Kirolaren Zientzietako Gradua**  
Ikasturtea: 2020-2021

# **CLUSTER METODOLOGIA INDAR ENTRENAMENDUAN**

EGILEA: Asier Aranguren Okiñena

ZUZENDARIA: Julen Idarreta Galarraga

## AURKIBIDEA

	Orrialdea
1. Sarrera.....	5
2. Lanaren helburua.....	6
3. Erabilitako metodologia.....	6
4. Emaitzak.....	6
4.1. Clusterrak.....	6
4.2. Clusterrak errendimendu arloan.....	20
4.3. Clusterrak hipertrofia arloan.....	26
4.4. Clusterrak osasun arloan.....	28
4.5. Errebisio sistematikoak.....	31
5. Ondorioak.....	35
6. Aplikazio praktikoak.....	36
Bibliografia.....	40

## AKRONIMOAK ETA JATORRIZKO HIZKUNTZAN ERABILITAKO HITZAK

CL = Clusterra

TR = Tradizionala

IRR = Inter-repetition rest (errepikapen bakoitzaren arteko atsedena)

RR = Rest redistribution (atsedenaren birbanaketa)

TUT = Time under tension (tentsiopean egondako denbora)

PAP = Post-Activation potentiation (aktibazio ondorengo potentziazioa)

MPmax = Potentzia maximoa

CMJ = Counter movement jump (kontramugimenduko jauzia)

MPV = Mean propulsive velocity (batezbesteko abiadura propultsiboa)

PC = Fosfokreatina

ATP = Adenosin trifosfata

RM = Errepikapen maximoa

RPE = Rate of perceived exertion (Esfortzu pertzepzio subjektiboa)

SMITH MACHINE = Barra bat bi errailetara finkatuta eta desplazamendu bertikala soilik ahalbidetzen duena

LEG EXTENSION = Belaunaren estentsioa lantzeko diseinaturiko makina

LEG PRESS = "Prensa" bezala ezagututako indar makina gidatua

JUMP SQUAT = Sentadilla jauziarekin

CROSS EDUCATION = Irakaskuntza gurutzatua

REST PAUSE = Hipertrofiara bideratutako cluster metodo aurreratua

SINGLE = Errepikapen bakarra

SKILL = Gaitasun teknikoa

## LABURPENA

Indar entrenamendua aldagai desberdin askok osatzen dute. Horietariko bat serieen antolaketa edo konfigurazioa da. Serie batean ohikoena errepikapen guztiak modu jarrai batean egitea izaten da, serie tradizionala bezala ezagutzen dena. Aldiz, azken urteotan beste antolaketa desberdinak ikertu izan dira eta serie baten errepikapen horiek multzo txikietan (cluster) edo errepikapen isolatuetan (*inter-repetition*) banatu izan dira. Errendimendua mantentzeko eta nekea murrizteko cluster horien artean atsedean txikiak txertatzen dira. Lan honen helburua clusterren inguruko bibliografia zientifikoa aztertzea eta ikerketen analisia egitea izango da. Ondorio orokor bezala esan daiteke clusterrak erabiltzea batezbesteko potentzia eta abiadura maila altuagoak eragiten dituztela. Bolumen altuagoekin lan egitea edo bolumen berdin baterako intentsitate altuagoekin lan egitea ahalbidetzen dute. Esfortzu pertzepzioa jaisten dute eta neke neuromuskularra atzeratzeko baliagarriak dira, odol laktato mailak eta energi sistema glukolitikoaren parte hartzea murriztuz. Ariketa baten teknika mantendu nahi denean eta errendimendu mekanikoa helburu denean clusterren aplikazioa gomendagarria da. Ikerketa gehienak potentzia eta abiaduran zentratu daude, gehienak clusterren alde eginez. Autore gehienek 10-30 segunduko iraupeneko clusterrak erabiltzea gomendatzen dute. Hala ere, indar maximoaren garapenean eta hipertrofia arloan ez daude hainbesteko ikerketarik baina orain arte publikatutako ebidentziarekin baliagarriak izan daitezkeela esan daiteke. Oraindik ikerketa gehiago behar dira clusterren efektuak zer nolako eragina duten aztertuz, batez ere modu kroniko batean zein eragin duten esan ahal izateko. Hori dela eta, etorkizuneko ikerketak intentsitate desberdinetara, iraupen desberdinetara eta sexu desberdinetara bideratuak egon beharko lirake.

## 1. SARRERA

Gaur egun indar entrenamenduak egungo gizartean gero eta presentzia handiagoa dauka eta hazkunde nabaria jaso izan du azken urteotan. Ikusi izan da zer nolako garrantzia daukan lesioen prebentzio garaian (Naclerio eta Fernandez, 2011), gorputz konposizioa aldatzeko garaian (Castrillon et al, 2009), errendimendua hobetzeko garaian (Paton et al, 2005), osasuna mantentzeko garaian (Kraemer et al, 2002) edota gaixotasun degeneratiboetarako aurre egiteko garaian (Padilla Colon et al, 2014).

Pertsona helduetan indar entrenamendua giharren indarra eta hauen masa hobetzeko zein sarkopenia bezalako gaitzak atzeratzeko efektiboa da. Giharren indarra handituz giltzadurak babesten dira eta haien egonkortasuna eta oreka hobetzen dira, erorketa bat pairatzeko arriskua murriztuz. Ez dira soilik giharrak indartzen, hezurak haien dentsitatea hobetuz ere indartzen direlako. Indar entrenamendua praktikatzek euren bizi kalitatea hobetzen du, independentzia gehiago eskainiz eta haien gaitasun funtzionalen mantentze lanera lagunduz. Bihotzekoa izateko arriskua ere txikiagotzen da, gorputzaren gantza mailak murrizten direlako, odol presioa jaisten delako eta kolesterol maila hobetzen delako. (Hongu et al, 2015)

Baina aipaturiko onura hauek ez dira soilik poblazio helduan ematen, haur eta gazteen artean ere horrelako egokitzapenak ematen dira. Ongi egokitutako eta planifikatutako indar programa batek mugimendu koordinazio orokorra hobetu eta hezurren dentsitate minerala handitzen du. Gazteen mugimendu mekanika eta gaitasun funtzionalak ere hobetzen direla ikusi izan da (Comité Nacional de Medicina del Deporte Infantojuvenil, 2018)

Ameriketako pediatria akademiak (Stricker et al, 2020) ere indar entrenamenduak haur eta gazteetan eragiten dituen hainbat onura azpimarratzen ditu. Haien artean odol profil lipidikoaren hobekuntza, lesioen murrizketa, intsulinaren sentibilizazioa gainpisua duten pertsonetan eta osasun mentalaren hobekuntza aurkitzen dira.

Hainbeste efektu positibo edukitzeagatik, indar entrenamenduaren inguruan azkeneko hamarkadetan ikerketa gehiago burutu dira eta ikertzaileek indar entrenamendua osatzen duten alderdi guztietan hobekuntzak bilatzen saiatzen dira.

## 2. LANAREN HELBURUA

Lan honen helburua alderdi horietako batean zentratzen da, indar entrenamenduaren serieen antolakuntzan hain zuzen ere. Normalean indar programa gehienetan, ariketa bat diseinatzen denean errepikapen eta serie jakin batzuekin programatu egiten da. Serieak ariketaren errepikapen multzo hori ariketa bakoitzarentzat zenbat aldiz errepikatu behar den zehazten du. Helburua, serie baten barnean intraserieko atsedeen laburrak (cluster metodologia) erabiltzeak zer eragiten duen aztertzea izango da. Horretarako esparru desberdinak bereiztu dira, ikerketa desberdinen konparaketak modu zehatzago batean egin ahal izateko. Hiru esparru horiek honakoak dira: osasuna, hipertrofia eta errendimendu atletikoa.

## 3. ERABILITAKO METODOLOGIA

Helburu hori betetzeko orain arte idatzitako literatura zientifikoa oinarritzat hartu izan da. Horretarako ospe handiko datu base garrantzitsuetara jo da; *pubmed* eta *research gate* datu base bibliografikoetara alegia. Bertan AND eta OR operadore booleanoak erabiliz, hurrengo hitz gakoien konbinazio desberdinak bilatu izan dira artikuluak lortzeko: “cluster set”, “set estructure”, “intrasest rest”, “rest redistribution” eta “set configuration”.

Lortutako artikulu horien bibliografia ataleko artikuluak eta aipuak ere erabiliak izan dira beste baliabide bibliografikoak eskuratu ahal izateko.

## 4. EMAITZAK

### 4.1 CLUSTERRAK

Modu orokor batean esanda, clusterra ariketa baten serie bat burutzerakoan errepikapen bakoitzaren (inter-errepikapen) edo errepikapen multzo baten artean (intra-serie) atsedeen tarte txikiak txertatzean datza (Haff et al, 2008). Aldiz, serie tradizional batean seriearen errepikapen guztiak modu jarrai batean egiten dira eta errepikapen guztiak burutu arte, inongo atsedeenik hartu gabe. Behin serie hori amaituta, errekuperatu ahal izateko ezarritako atsedeen denbora hartzen da eta jarraian hurrengo seriea lantzen da. (Tufano et al, 2017)

Azkeneko urteotan indar entrenamenduaren aldakuntza honetan gero eta ikerketa gehiago egin dira. Batzuk serie tradizionalekin alderatuz eta beste batzuk cluster mota desberdinen artean zer nolako desberdintasunak egon daitezkeen aztertuz.

Aurreko lerroetan aipaturiko Haff eta kolaboratzaileen (2008) lana clusterrak aztertzerako garaian lehenengoetako bat izan zen. Bertan aipatzen da nola estimulu berri batek errendimenduaren garapen azkarragoa lortzen duen eta programazioan zehar aldakuntzak sartzea beharrezko zerbait dela, are gehiago elitezko atleta edo pertsona esperimintatuekin. Lan esplosiborako clusterrak gomendatzen dituzte eta hipertrofia helburua denean, fase horretan serie tradizionalekin lan egitea. Beraiek dioten bezala, cluster serieak norbanakoaren lan gaitasuna handitzeko potentziala duten serieak dira. Bi cluster mota bereizten dituzte: ondulatiboa eta gorantzkoa. Ondulatiboa piramide moduko eskema jarraituko luke eta indar/potentzia fase batean txertatu daitekeena, bere PAP (potentziazio post aktibazio) efektuarengatik.

Exercise	Sets 3 repetitions	Set type	Intensity		Interrepetition rest interval (s)
			kg	% 1RM	
Snatch grip shrugs	3 3 5	Traditional	160	133*	0
Power snatch	3 3 5/1	Undulating cluster (105, 112.5, 117.5, 112.5, 105)	110	92*	30
Snatch pull	3 3 5	Traditional	145	120*	0
Snatch grip RDL	3 3 5	Traditional	125	104*	0

Max power snatch = 120 kg; max power clean = 145 kg; RDL = Romanian deadlift.  
\*Based on maximum power snatch.

### 1. TAULA. Cluster ondulatibo baten eredu. Haff et al (2008)-tik eskuratuta

Aldiz gorantzko clusterrean karga progresiboki handituz doa serie bakoitzean, intentsitate maila gero eta altuago batekin. Mota honek indar pikoaren garapenean laguntzen du eta mugimendu partzialetan erabiltzea gomendagarriagoa izango litzateke, sortzen duen neke egoerarengatik.

Table 5 Example cluster set implementation during a strength/power phase of training				
Exercise	Sets 3 repetitions	Set type	Intensity (kg)	Interrepetition rest interval (s)
Speed squats	3 3 3	Traditional	90	0
Power clean	1 3 3/1	Ascending cluster	110, 115, 120	30
	1 3 3/1	Ascending cluster	115, 120, 125	30
	1 3 3/1	Ascending cluster	120, 125, 130	30
Push jerk	3 3 3	Traditional	120	0
Based on max back squat = 180 kg; max power clean = 140 kg; max push jerk = 135 kg.				

## 2. TAULA. *Gorantzko cluster baten erredua. Haff et al (2008)-tik eskuratuta*

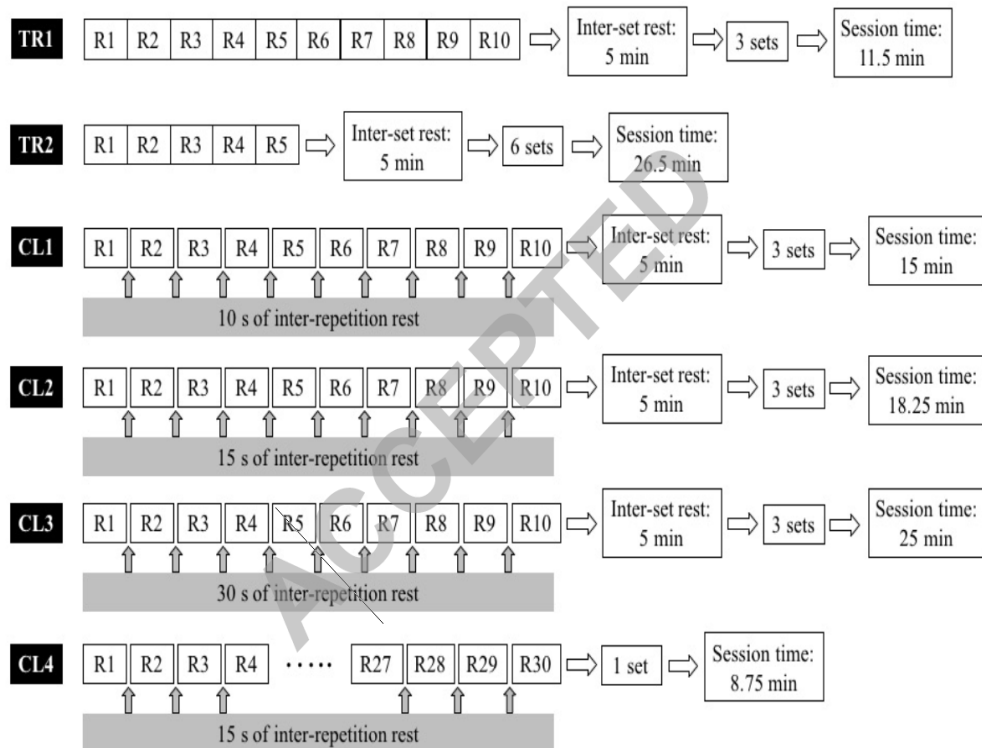
Clusterren atseden denbora ariketaren konplexutasun mailaren arabera moldatu beharko da. Esate baterako, halterofiliako mugimenduak lantzerako garaian errepikapenak modu jarrai batean egiteak neke maila altuagoa sortuko du eta horrek teknikan aldaketak eragingo ditu. Clusterrak erabiliz, gabezi tekniko horiek maila batean behintzat murriztu daitezke. (Haff et al, 2008)

Aipaturiko azken puntu honekin lotuta, Hardee eta kolaboratzaileek 2013. urtean cluster metodologiak *power clean* teknikan zer nolako eragina izan zezakeen aztertu zuten. Ikusita nekeak giharren indarren murrizketa eta konexio intermuskular ez eraginkor bat eragiten duela, horrek ariketaren teknikan aldaketak eragiten ditu eta ondorio negatiboak dakartza (errendimenduaren jaitsiera eta lesionatzeko arrisku portzentaia igo daiteke). Haien ikerketan %80RM-ko kargarekin 3 serieko 6 errepikapen egin zituzten, atseden tarte desberdinak erabiliz errepikapenen artean: TR (0 segundu), C1 (20 segundu) eta C2 (40 segundu). Serieen arteko atseden denbora 3 minutukoa izan zen. Errepikapenen arteko barraren desplazamendua aztertuz konturatu ziren serie tradizionalekin aldakuntza gehiago ematen zirela (desplazamendu bertikala %7,3 jaitsi zen) eta clusterrak teknika egokiagoa mantentzen ahalbidetzen zutela. Desplazamendu horizontala C1 antolaketarekin egonkorragoa mantendu zen baina C2-rekin ez zen hori gertatu, beraz, ikusi zuten nola atsedenik ez sartzea (TR) edota gehiegizko atsedenak sartzea (C2) teknikan eragiten zuten. Hau gerta daiteke serie tradizionalekin neke zentraletik (neurala) eta neke periferikotik (metabolikoa) berreskuratzeko denbora ez dagoelako eta C2-ren kasuan, nahiz eta neke horretatik errekuaratzeko denbora eduki, beste mekanismo batzuek (psikologikoak adibidez) eragina izan dezaketelako.



2020. urtean Garcia-Ramos eta kolaboratzaileek 2 serie tradizional eta 3 serie clusterren arteko desberdintasunak aztertu zituzten. Serieak subjektuen 10 RM-ko kargarekin burutu ziren press bankako ariketan baina serie tradizionalak bi modutara egin zituzten. Alde batetik TR1(3 x 10 errepikapen) eta TR2 (6 x 5 errepikapen) karga berarekin. Cluster serieak ordea, hiru atseden denbora desberdin erabiliz (C5=5 segundu, C10=10 segundu eta C15=15 segundu). Haien helburua neke mekaniko eta metabolikoa aztertzea izan zen. TR1 eta C5 izan ziren neke mekaniko zein metaboliko altuenak izandako serieak. Neke mekanikoan ez ziren desberdintasunik eman beste hiru serieen artean, hala ere, jarraian egindako seriean (TR2) odol laktato kontzentrazio altuagoak aurkitu ziren. TR1-arekin alderatuz, gainontzeko serie guztiak neke markagailuak murriztu zituzten. Cluster serieei dagokionez, C5-ak neke mekaniko eta metaboliko altuagoa eduki zuen eta C10/C15 serieen artean ez ziren aldaketa esanguratsurik aurkitu. Beraz autoreen hitzetan gomendagarriagoa izango litzateke C10 erabiltzea entrenamendu denbora aldetik efizienteagoa izango litzatekelako.

Gonzalez-Hernandez eta kolaboratzaileek (2020) antzeko ikerketa egin zuten, sentadilla mugimendua aztertuz. 10 RM-a erabili zen eta TR1 eta TR2 aurreko ikerketan bezala banatu ziren, aldiz cluster serieak (C1=10 segundu, C2=15 segundu eta C3= 30 segundu) desberdinak izan ziren. Azkeneko cluster serie bat sartu zuten, C4, 15 segundukoa baina bertan errepikapen bolumen osoa serie bakar batean egin zen, hau da, 1 x 30 errepikapeneko serie bakarra. Haien aurkikuntza nagusia izan zen C2 eta C3 (15 eta 30 segundukoak) konfigurazioekin abiadura galera txikiagoa zela eta jarraian egiten zuten CMJ jauzi testean altuera gutxiago galtzen zela. Hala ere, cluster konfigurazio guztiak serie tradizionalekin alderatuta neke mekanikoa zein metabolikoa murrizteko eta batezbesteko abiadura mantentzeko gai izan ziren. Bestetik subjektuen esfortzu pertzepzioa altuagoa izan zen C4 clusterrean eta bereziki modu tradizionalan (TR1) egindako serieetan. Horrek adierazten du cluster metodologia batek ez duela soilik neke mekaniko edo metabolikoa murrizten, baita norbanakoaren esfortzu eta neke pertzepzio subjektiboa ere. Autoreek 15 segunduko clusterrak gomendatzen dituzte, berriro ere denbora aldetik efizienteagoa delako.



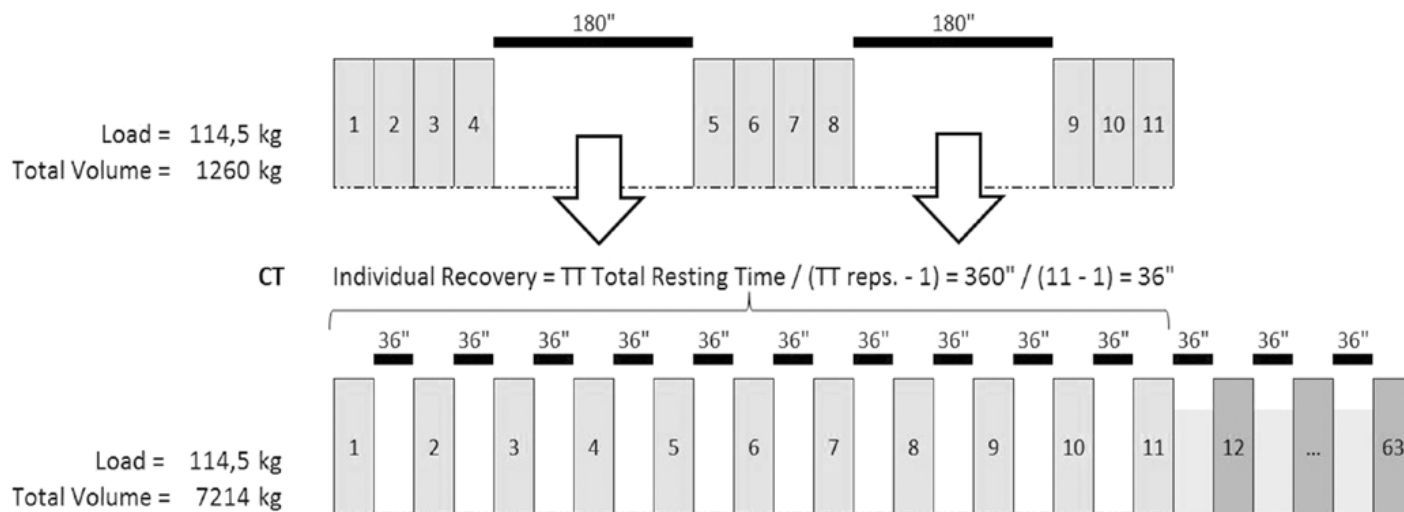
**1. IRUDIA. Erabilitako protokolo desberdinen adierazpen grafikoa eta saio bakoitzaren iraupen totala minutuetan. Gonzalez-Hernandez et al (2020)-tik eskuratuta**

Beste hainbat ikerketa mugimendu berdinean aztertu izan dira (Tufano et al, 2019; Varela-Olalla et al, 2020; Wagle et al, 2018; Mora-Custodio et al, 2018; Wetmore et al, 2019; Stone et al, 2019; Oliver et al, 2016). Tufano eta kolaboratzaileen (2019) kasuan ez ziren serie tradizionalak aztertu eta soilik cluster antolaketa desberdinak ikertu zituzten. Bertan ikusi zen nola hiru cluster protokolo desberdin erabilia eta atsedena modu desberdinean banatuz, hirurak RPE balore, aldaketa metaboliko eta hormonal berdinak eragin zituzten. Beste lan batean (Garcia Manso et al, 2016) aldiz, clusterrak errepikapen isometriko maximo batean zuten eragina ikertu zen. Bi talde desberdin bereiztuz, indarreko kirolak edo indar entrenamendua praktikatzen zutenak eta erresistentziako kirolak praktikatzen zutenak. Cluster metodologiak nekearen agerpena atzeratzen zuela eta ariketaren helburua mantentzen laguntzen zuela ikusi zuten, kasu honetan, indar maximoa aplikatzen jarraitzea. Normala da errekupeazio partzial bat egotea ikusita haien errepikapenen arteko atsedena minutu batekoa zela, hala ere, indar kirolariek %50-60 laktato balore altuagoak eman zituzten. Autoreek diotenez intra-atsedenaren iraupena ez da soilik landu nahi den helburuaren menpe edo ariketaren menpe egon behar, baizik eta subjektu bakoitzaren esperientzia eta entrenamendu mailaren arabera eta parametro pertsonalak beti kontutan hartuz (pisua, tamaina, konposizio korporala, zuntz motak...).

Ez entrenatuekin lantzerakoan, clusterrak esfortzu pertzepzio baxuagoa eragin dezake (Oliver et al, 2016). Ikerketa horretan, hain zuzen ere, gizon ez entrenatu eta entrenatuak erabili zituzten subjektu bezala. Bi taldeetan potentzia handiagoa eta abiadura galera txikiagoa egon zen cluster metodologia erabiliz. Tentsioan egondako denbora eta neke neuromuskularra altuagoa izan zen serie tradizionalak egiterakoan eta ondorioztatu zuten bi metodologiak bide desberdinak erabiltzen zituztela baina biek antzeko potentziala zutela indarra zein hipertrofia garatzerako orduan. Antzeko datuak lortu zituzten Morales-Artacho eta kolaboratzaileek 2018. urteko ikerketan non clusterrekin potentzia piko (%7) eta abiadura (%5,9) hobetu ziren baina bi metodologiekin indar maila berdina irabazi zen. Hurrengo urtean autore berdinek planteamendu berako ikerketa egin zuten (Morales-Artacho et al, 2019) CMJ (kontra mugimenduko jauzia) ariketa cluster metodologiaren bitartez ikertuz. Berriro ere cluster serieetan potentzia altuagoa eman zen baina elektromiografiaren espektroaren parametro desberdinetan ez ziren desberdintasun argirik ikusten. Hau planteaturiko errepikapen kopuru gutxiarengatik (6) eta erabilitako atseden luzeengatik (5 minutu) gertatu daiteke.

Ikerlarien ustez, cluster metodologiaren atsedenak ATP muskularraren zein fosfokreatinaren (PC) resintesis partzial bat ahalbidetzen du, modu horretan behar glukolitikoak murriztuz (Wetmore et al, 2019; Varela-Olalla et al, 2020). Horrek kalitatezko errepikapen gehiago lortzea eragin dezake. Beste abantaila bat izango litzateke 10 RM-ko karga batekin 10 errepikapen baino gehiago egiteko gai izatea (Garcia-Ramos et al, 2020). Errepikapenen arteko atsedenak luzeagoak direnean laktato maila baxuagoak ematen dira (Gonzalez-Hernandez et al, 2020). Serie tradizionalak PC-aren deplezio maila altuagoa dakartzate eta horrek glukogeno muskular gehiago erabiltzea suposatzen du, aldi berean odoleko laktato mailak handitzen diren bitartean. Laktato mailak igotzea indar aplikazioaren murrizketa bat ekartzen du eta gihar uzkurduran efektu negatiboak sortarazten ditu. Hau gertatzen da ATP-a sortzeko urritasunak giharraren uzkurdura gaitasuna duten atalen ezaugarrietan aldaketak eragiten dituelako (Haff et al, 2008). Errepikapen bakoitzaren artean atsedenak sartzen badira behar glukolitikoak asko murrizten dira eta horrek seriean zehar laktato baloreak nahiko baxu mantentzea ahalbidetzen du, fosfokreatinaren resitentsia ematen den bitartean (Varela-Olalla et al, 2020)

2014. urtean Iglesias-Soler eta kolaboratzaileek 9 gizon entrenatuek, haien sentadillako 4RM-arekin egin zezaketen errepikapen maximoa aztertu zuten. Gero errepikapen kopuru hori cluster moduan burutu zuten eta ikusi zen nola cluster metodologiarekin bolumen handiagoa egiteko gai ziren. Hala ere, subjektuen arteko aldakortasuna oso handia zen. Esan daiteke beraz clusterrak bolumen handiagoa ahalbidetzen duela ( $9.33 \pm 1.87$  aldiz handiagoa) eta errendimendu mekanikoa altuagoa dela. MPV (batezbesteko abiadura propultsiboa) ere altuagoa izan zen. Bi metodologiekin egindako azkeneko errepikapenek antzeko abiadura izan zuten.



**2. IRUDIA. Erabilitako metodologia ereduaren adibide grafiko bat. Iglesias-Soler et al (2014)-tik eskuratuta**

Batezbesteko atsedena 45 segundukoa izan zen eta atsedena hori PC-aren %50-a gutxienez berreskuratu ahal izateko denbora nahikoa da. (Iglesias-Soler et al, 2014)

Reps. CT	$45.5 \pm 32$
Reps. TT	$9.33 \pm 1.87$
Volume CT (kg)	$5025.11 \pm 3443.56$
Volume TT (kg)	$1028.11 \pm 146.18$

**3. IRUDIA. Cluster seriean (CT) eta serie tradizionalan (TT) egindako errepikapen kopurua eta mugitutako bolumen totala kilogramotan. Iglesias-Soler et al (2014)-tik eskuratuta**

Ikerketa askotan errepikapenak giharrak huts egiten duen unera arte egiten dira, aldiz, Varela-Olalla eta kolaboratzaileen (2020) ikerketan errepikapen horiek serie tradizionalen %20-ko abiadura galera bat eman arte egin ziren. Egindako errepikapen kantitatearekin hurrengo saioan kopuru bera burutu zituzten baina cluster metodologia erabiliz, kasu honetan errepikapen bakoitzaren artean 15 segunduko atsedendia edukiz. Ikerketa egin ondoren ikusi zuten nahiz eta abiadura galera zehatz bat muga bezala ezarri, clusterrak erabilia laktato balore baxuagoak izaten zituztela eta seriea amaitu ostean CMJ proban jauziaren altuera gutxiago murrizten zela. Ikerketa honetan, intentsitate eta bolumen berarekin, serie tradizionalen laktato balore bikoitza baino altuagoa lortu zen (6.8 mmol/L vs 3.2 mmol/L). Seriean zehar errepikapenen abiadura ere altuagoa izan zen eta neke mekanikoa modu esanguratsu batean murriztua ikusi zen cluster metodologiaren erabilpenarekin. Neke mekanikoaren adierazleak (CMJ-ren murrizketa eta barraren abiadura) eta neke metabolikoarenak (laktato maila) ikusita, errendimendu neuromuskularra mantendu behar denean eta nekea ekiditu nahi denean clusterrak aukera hobea dirudite.

Ikerketa askotan intentsitate portzentai bakar batekin lan egiten da eta horrek mugak ezartzen ditu lortutako emaitzak beste intentsitate tarte batzuetara estrapolatu ezin direlako. Horregatik Mora-Custodio eta kolaboratzaileak 2018. urtean 4 intentsitate desberdin proposatu zituzten haien ikerketarako (RM-aren %60, %70, %75 eta %80 hain zuzen ere) eta 3 protokolo desberdin erabili zituzten (tradizionala eta bi cluster, 10 eta 20 segundukoak). Intentsitate bakoitzarekin 3 serie burutu ziren eta ikusi zen nola serie bakoitzean modu esanguratsu batean exekuzio abiadura murrizten zen. Odol laktato maila altuagoa zen modu tradizionalen errepikapenak egiterakoan. Bi clusterren artean ez ziren desberdintasun esanguratsurik aurkitu. Aipatzekoa da ere subjeto bakoitzarentzat bere karga indar/abiadura ekuazio pertsonaletik aterata zegoela eta lehenengo ikerketa izan zela clusterrak aztertzeko modu honetan intentsitatea zehazten zela.

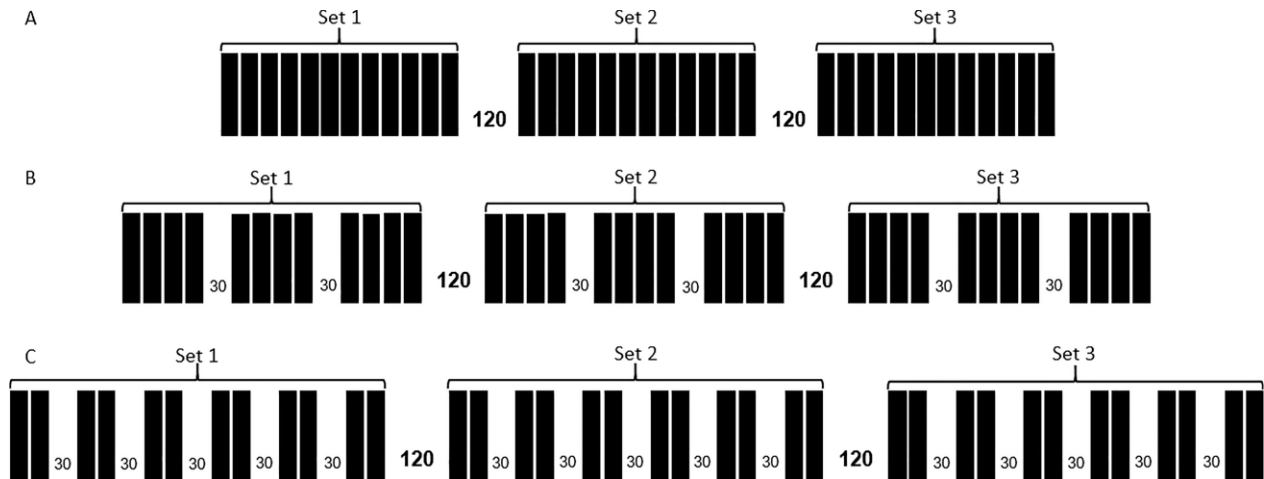
Askotan arazoa horrelako ikerketak burutzerako garaian atsedeen denbora izaten da. Cluster serieak atsedeen denbora totala handiagoa badu, zentzuduna izan daiteke neke balore baxuagoak ematea. Horretarako Tufano eta kolaboratzaileek (2017) hiru cluster protokolo desberdin planteatu zituen baina atsedeen denbora totala berdinez (2 cluster desberdin baina biak 4 errepikapen jarraiko multzoetan eta beste bat 12 segunduko atsedendiarekin errepikapen bakoitzaren artean). Haien aurkikuntza azpimarragarriena izan zen hiru taldeen artean atsedeen denbora, errepikapen kopurua eta karga berdinduak daudenean aztertutako aldagaietan ez zeudela desberdintasun estatistikorik aurkitzen. Baina 4ko errepikapen multzoak egiten zituzten bi taldeek potentzia eta abiadura jaitziera handiagoak izan

zituzten. Autoreek diotenez, errepikapen bakoitzaren artean atsedena sartuz errepikapen kopuru handiago bat lortu daiteke, bolumen totala handituz edo errepikapen gehiago eginez abiadura minimo batera heltzea beharrezkoa denean. Beraz, atsedena laburragoak erabiltzea baina frekuentzia altuago batekin abiadura zein potentzia mailak mantentzeko modurik egokiena izan liteke.

Sentadilla mugimendua ikertzerakoan normalean *Smith* makinan ikertzen da, baina gero ariketa hau errealtatean eta entrenamenduetan normalean modu aske batean egiten da, hau da, pisu libre erabiliz eta ez makina gidatu batean. Horregatik Wetmore eta kolaboratzaileek (2019) bere ikerketa sentadilla librearekin (RM-aren %80 eta 30 segunduko clusterrak) aurrera eramanez eta bertan ikusi zen nola cluster metodologiak serie tradizionalekin alderatuta potentzia piko eta batezbesteko potentzia maila altuagoak ematen zituen. Ondorio bera ateratu zuten Wagle eta kolaboratzaileek (2018) ariketa berdina aztertzerakoan, clusterrak potentzia maila altuagoa lortzeko eta mantentzeko gaitasuna zutela baina kasu honetan ez ziren lan/atsedena ratioak berdindu. Sobrekarga eszentrikoaren eragina ere ikertu zuten eta honek ez zuen fase kontzentrikoaren potentziario bat eragin, ez cluster metodologiarekin ezta serie tradizionalekin.

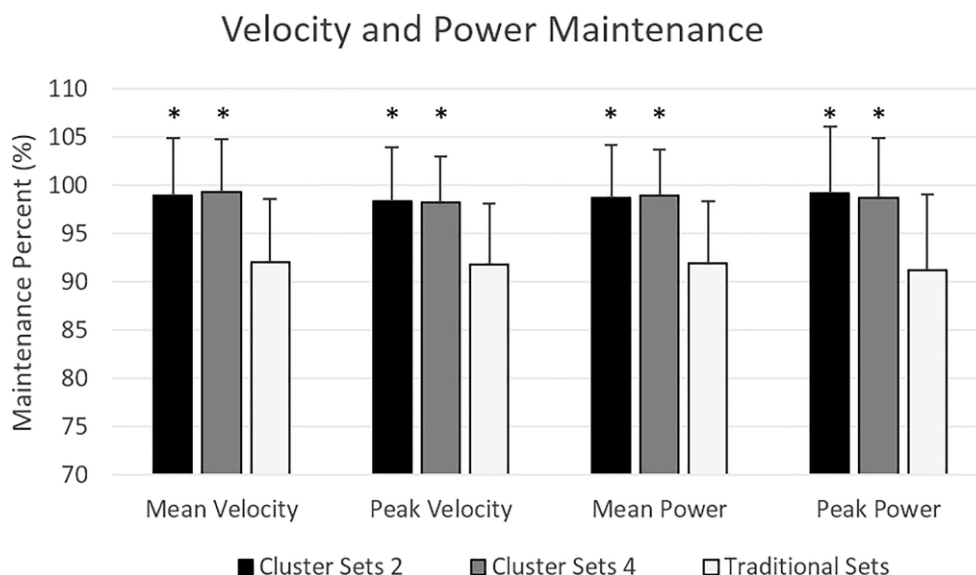
Errepikapenak egiten diren heinean giharrak nekatzen doaz eta ikerketa askok neke mekaniko eta metaboliko horretan zentratzen direnean soilik abiaduraren murrizketa edo metabolito kopuruak neurtzen dituzte. Baina ikusi izan da nola neke egoera batean errepikapenak burutzeko mugimendu patroien baten zinematika eta giharren inplikazioa alda dezakeen. Hori dela eta, Stone eta kolaboratzaileek (2019) indar entrenamenduan hain erabilia den sentadilla mugimenduaren giltzaduren analisia ikertu zuten, modu jarrai batean serieak burutzerakoan edo clusterrak erabiltzerakoan zer nolako desberdintasunak aurkitzen ziren aztertzeko asmoarekin. Erabilitako protokoloak TR (4 x 6 eta 2 minutuko atsedena serieen artean) eta CL [4 x (3 + 3), 90 segunduko atsedena serieen artean eta 30 segundu clusterren artean] izan ziren. Serie tradizionalen 4. errepikapenetik aurrera aldakaren parte hartze nabariagoa eman zen eta gutxiago belaunaren aldetik. Aldiz CL serieetan ez zen hori ikusi, lehenengo errepikapeneko parte hartze maila oso antzekoa mantentzen zelako. Beraz, ikusi zen nola potentzia garatzeko orduan giltzaduren arteko ekarpen desberdinak ematen ziren neke egoera agertzen zenean. Errepikapenak modu jarrai batean egiten direnean aldakako estentsiogileak gero eta parte hartze handiagoa izaten dute. Kontrol motorearen estrategia honek mugimenduaren birantolaketa bat ematen du eta gorputzak konpentsazioa bilatzen saiatzen da, gihar nekatuen aktibitatea murriztuz eta beste gihar batzuen parte hartze maila handituz.

2016. urtean Tufano eta kolaboratzaileek bi cluster estruktura desberdin serie tradizionalekin alderatu zituzten. Sentadillaren RM-aren %60-ko karga erabilita 12 errepikapeneko 3 serie egin zituzten, lauko eta biko clusterrak erabiliz eta beti 30 segunduko atsedena edukiz. Hurrengo irudian adierazpen grafikoa ikus daiteke:

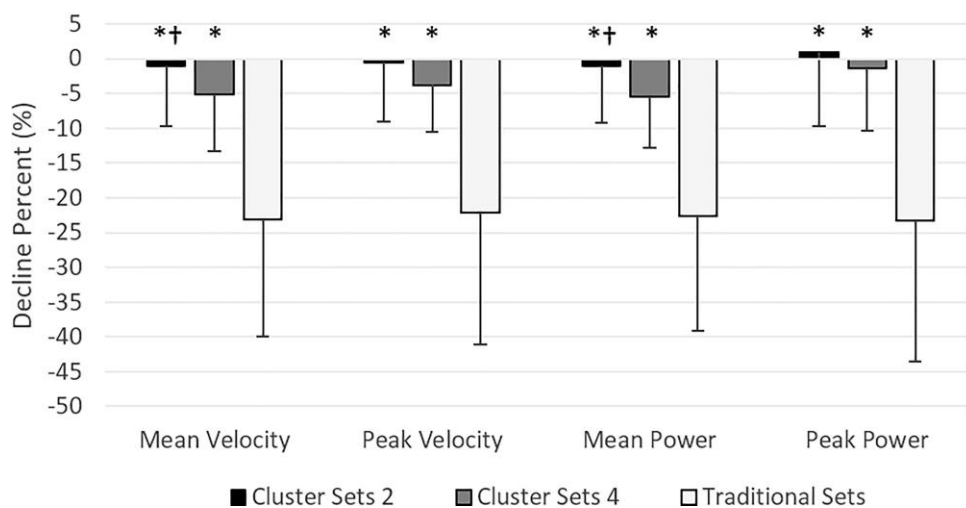


**4. IRUDIA. Ikerketan erabilitako 3 estruktura desberdinak modu grafiko batean azaldutak. Tufano et al (2016)-tik eskuratuta**

Clusterrak erabiliz gero potentzia eta abiadura maila altuagoak lortzen zirela ondorioztatu zuten. Bestetik, clusterrak neke gutxiago sortarazi zuten baina kontutan eduki behar da atsedena totala altuagoa izan zela eta ondorioz entrenamenduaren denbora ere luzeagoa izan zela. Hori dela eta, emaitza hoberenak 2-ko clusterrekin eman ziren.



## Velocity and Power Decline



### 5. eta 6. IRUDIAK. *Goiko grafikoan abiadura eta potentzia datuak eta behekoan abiadura eta potentzia jaitsierak modu grafikoetan adierazita. Tufano et al (2016)-tik eskuratuta*

Ikertutako beste arlo bat *cross education* (irakaskuntza gurutzatua) fenomeno izan da. Kontzeptu hau indar entrenamenduaren lanketa unilateral batean oinarritzen da zeinak indar transferentzia bat garatzen duen landu ez den gorputz adarrera. Fenomeno hau egokitzapen neuraletan oinarritzen da eta ez egokitzapen estrukturaletan. Horregatik 2019. Urtean Fariñas eta bere kolaboratzaileek irakaskuntza gurutzatua serieen estruktura zer nolako garrantzia eduki zezakeen aztertu nahi izan zuten. 10 saioko (5 aste) bi entrenamendu programa burutu zituzten, bolumen eta atsedeen totalak berdinduz baina bat serie tradizionalak erabiliz eta bestea cluster metodologia erabiliz. Bizepsaren curl ariketa klasikoa erabili zuten eta cluster errepikapen bakoitzaren arteko atsedena 18,5 segundukoak izan ziren. Ikerketa burutu ondoren ikusi zuten nola protokolo neketsuena, hots, modu tradizionalan egindakoa, irakaskuntza gurutzatu efektu handiagoa eduki zuen. 1 RM-aren hobekuntza entrenatu ez zen gorputz adarrean soilik serie konfigurazio jarrai horrekin eman zen eta cluster moduan egindakoan aldiz ez ziren hobekuntzarik aurkitu. Hobekuntza hauek aldaketa edo egokitzapen estrukturalik gabe eman ziren. Serie tradizionalak ere 10RM-rako gaitasuna eta indarra hobetu zituzten baina clusterrak ez zuten hori lortu. Beraz, autoreek defendatzen dute epe laburreko indar entrenamendu baterako hobe dela neke altuagoa sortarazten duen konfigurazio bat erabiltzea, behintzat besoen flexiogileen indarra hobetu nahi denean.

RPE (esfortzu eskala subjektiboak) oso erabiliak izaten dira indar entrenamenduaren barruan, subjektuak entrenamendua nola jasaten ari den eta bere sentazio propioak neurtzeko baliagarriak direlako, entrenatzaileari informazio garrantzitsu ugari eskainiz. Bereziki hori izan zen Mayo eta



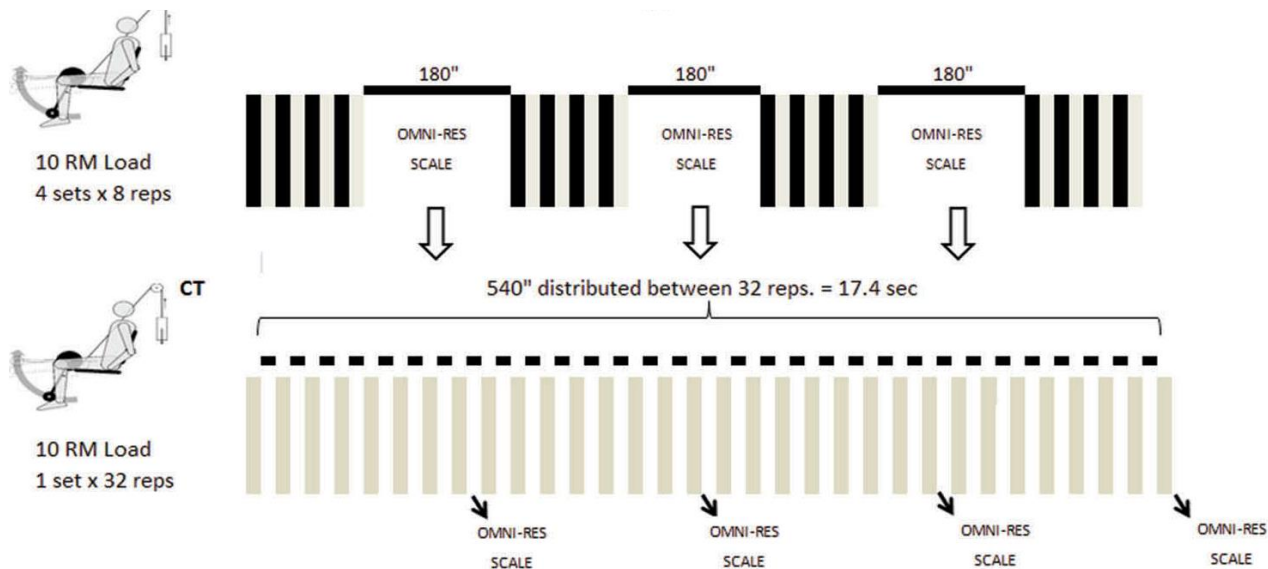
kolaboratzaileek (2014) ikertutako arloa, serieen antolaketa eta esfortzu pertzepzioaren arteko harremana. Ikerketan 5 serie 10RM-ko kargarekin eta 3 minutuko atsedinarekin burutu ziren. Lortutako errepikapen kopuru eta atsedena denbora berdina erabili zen cluster metodologiarentzat. Bi ariketa desberdinetan neurtu ziren (sentadillan eta press bankan) eta bietan RPE altuagoa serie tradizionaletan eman zen. Ariketak konparatzerako garaian RPE altuagoa sentadillan eman zen, haien ustez inplikaturako gihar masa kantitateak RPE baloretan eragiten duelako. Horrekin lotuta, gerta daiteke intentsitate bat (adibidez erabilitako 10RM-a) ariketa batean edo bestean 1RM-aren portzentai desberdin bat suposatzea, kasu honetan altuagoa sentadillan, non inplikaturako gihar masarengatik RM-aren portzentai hori altuagoa izan liteke. Haien aurkikuntza nabariena izan zen nola bolumena, intentsitatea eta atsedena totalak berdinak direnean clusterrak erabiltzerakoan RPE balore baxuagoak lortzen diren.

RPE-arekin loturik, Mayo eta kolaboratzaileek (2019) beste ikerketa bat aurrera eramanez. Kasu honetan serieen konfigurazioa RPE-arekin zer nolako harremana zuen ikusteko. Horrengatik 3 egitura desberdin planteatu zituzten, denak karga submaximoekin *leg press* (prentsa) makinan, RPE eta abiaduraren arteko harremana zein zen ikertu ahal izateko. 10RM-ko karga erabilia eta gainontzeko aldagaiak berdinduta, 3 talde bereiztu ziren: lehenengo taldeak bolumen osoa (40 errepikapenak) jarraian egin zuen baina 18,5 segunduko atsedinarekin errepikapen bakoitzaren artean (*inter-repetition*), bigarren taldeak 4 errepikapeneko 10 cluster egin zituen 80 segunduko atsedinarekin eta azkenik hirugarren taldeak modu tradizional batean 8 errepikapenak jarraian egin zituen, 5 serieetan banaturik eta serieen arteko atsedena 180 segundukoa zelarik. Ikusi zuten nola serieen antolaketa laburragoan (IRR) serieen antolaketa luzeagoan (4ko clusterrak eta tradizionala) baino RPE balore baxuagoak ematen ziren. Beraz, indar entrenamenduaren beste aldagaiak bezala, serieen konfigurazioak ere esfortzu pertzepzio mailan eragin zuzena dauka. Bestetik ere ikusi izan zen (4ko clusterreko taldea kenduta) korrelazio negatiboa zegoela esfortzu pertzepzioaren eta abiaduraren artean, RPE balore baxuagoekin abiadura balore altuagoak emanez. Hainbat limitazio aurkitzen dira ikerketa honetan, hala nola, subjektuak ez zeudela ohituta RPE eskalak erabiltzera edota 10 RM-ko karga nahiz eta denontzat berdina izan, pertsona bakoitzarentzat 1RM-aren intentsitate desberdin bat suposa dezakeela eta horrek eragina zuzena edukiko du RPE emaitzen baloretan.

Beste ikerketa batek (Río-Rodríguez et al, 2016) cluster (CL) edo serie tradizional (TR) batek neke zentralean eta estres kardiobaskularrean zer nolako efektuak sortzen dituen aztertuta. Jakinda odol presioa eta bihotz maiztasuna modu proportzional batean igotzen direla errepikapenak modu jarrai batean burutzen direnean, igoera horiek intentsitatearekin zein seriearen iraupenarekin lotuta daude.

Beraz, serie intermitenteak erabiltzea, hots, clusterrak erabiltzea, odol presioaren murrizketa bat suposatu dezake. Belaunaren estentsio isometrikoa erabili zen ariketa bezala, 4 serie 180 segunduko atsedenaekin TR talderako eta 16 serie 36 segunduko atsedenaekin CL taldearentzako. Uzkurketa denbora totala, intentsitate maila (gaitasun kontzentriko maximoaren %50) eta atsedena denbora totala subjektu guztientzat berdina izan zen. Ariketa burutu ondoreko borondatezko uzkurketa maximoa bi metodologiekin jaitsi zen baina TR taldean jaitziera nabariagoa izan zen. Borondatezko aktibazioa soilik tradizionalan murriztu egin zen. Aldagai kardiobaskularrei dagokionez bi metodologiekin bihotz maiztasunaren igoera bat eman zen ariketa burutzen zen bitartean, hala ere jarraian oinarritzko baloreetara berriro jaisten zen CL taldean baina ez ordea TR taldean. Talde horretan ariketa egiten zen bitartean eta ostean balore total altuagoak eman ziren. Presio arteriala, odol presio sistolikoa eta odol presio diastolikoa altuagoak izan ziren TR taldean cluster taldearekin alderatuta. Errepikapenen arteko atsedena serie tradizionalarekin alderatuz estres kardiobaskular gutxiago eta neke periferiko zein zentral gutxiago eragiten duela ondorioztatu zuten. Serie tradizionalarekin ematen den errendimenduaren jaitziera akutua kasu honetan ere oso nabaria izan zen, uzkurketa boluntario maximoaren %32-ko galera bat egonda. Aldiz, beste metodologiarekin soilik %18-koa izan zen, beraz, ariketa isometrikoekin ere errendimenduaren jaitziera nabaria ematen da. Horrekin lotuta ikusi zen nola serie tradizionalarekin inputso neurala gero eta okerragoa zen eta kitzikapen kortikoespinala ere baxuagoa izan zen. Neke periferikoaren eta RPE-aren igoeraren arteko erlazio zuzena zegoela ikusi zuten. Uzkurketa denbora luzeek odol fluxuaren murrizketa bat dakartzate, giharren zuntzen uzkurketa gaitasunari eraginez.

Ikerketetan parte hartzen duten subjektuen arteko aldakortasuna murrizteko, 2016. urtean Iglesias-Soler eta kolaboratzaileek eredu unilaterial bat proposatu zuten belaunaren estentsioan serieen antolaketa zer nolako eragina eduki zezakeen aztertzeke. Lehenengo ikerketa izan zen eredu unilaterial batekin serieen antolaketa aztertzen zuena, non subjektu bakoitzak gorputz adar bakoitzarekin entrenamendu desberdin bat aurrera eramaten zuen. 5 asteko protokolo bat erabili zen, bi eguneko frekuentziarekin eta hurrengo irudian ikus daitekeen moduan bi antolaketa desberdin planteatuz: serie tradizionalak eta errepikapen bakarreko clusterrak. Bi kasuetan 10RM-ko karga erabili zen eta lan/atzen ratioak berdindu ziren.



**7. IRUDIA. Erabilitako bi protokoloen adierazpen grafikoa. Iglesias-Soler et al (2016)-tik eskuratuta.**

Giharren errendimenduari eta funtzionaltasunari dagokionez, bi protokoloekin antzeko hobekuntzak eman ziren. Hala ere, clusterrekin errendimendu mekaniko altuagoa eta RPE balore baxuagoak lortu ziren nahiz eta bukaerako egokitzapenak antzekoak izan. Haien hitzetan, nahiz eta egokitzapen horiek antzekoak izan bide desberdinetatik lortzen dira. Cluster seriean faktore mekanikoek eragin handiagoa izango dute egokitzapen horiek garatzerako unean eta serie tradizionaletan aldez, estimulu metabolikoak izango dira nagusituko direnak. Egokitzapen estrukturalak ez ziren teknika zehatzekin aztertu, beraz gerta liteke, giharren arkitektura desberdin bat garatzea segun eta zer nolako metodologia erabiltzen den. (Iglesias-Soler et al, 2016).

Hurrengo urtean beste ikerketa bat (Iglesias-Soler et al, 2017) egin zen indar/abiadura profilean serieen konfigurazioak eduki zezakeen eragina aztertzeko. Berriro ere *leg extension* makina erabili zuten eta 10 saioko programa bat diseinatu zuten eredu unilateralarekin; hanka batek cluster metodologia erabiltzen zuen eta beste hankak tradizionala. Clusterrarekin abiadura altuagoak lortu ziren, dena den, egokitzapenetan ez ziren desberdintasunik aurkitu ezta indar/abiadura profilean ere. Epe laburrean antzeko indar, gihar tamaina eta egokitzapenak eman ziren bi hanketan eta horren eragile posible bat irakaskuntza gurutzatu fenomenoak izan daiteke.

## 4.2 CLUSTERRAK ERRENDIMENDU ARLOAN

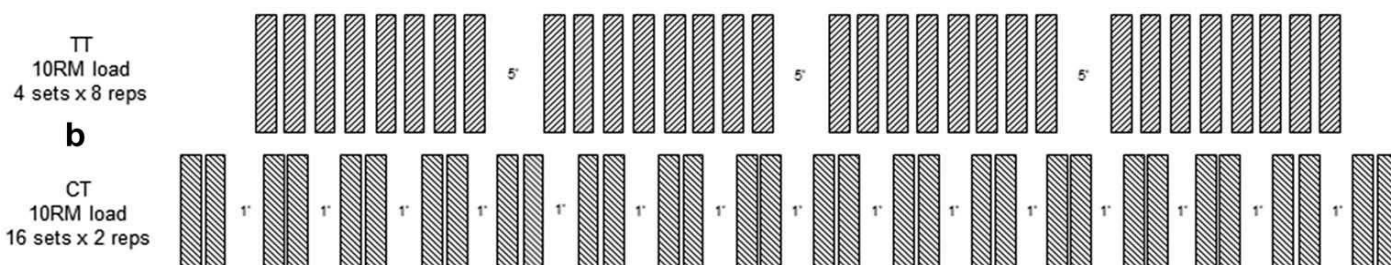
Errendimendu atletikoa bilatzen denean, asmoa potentzia gaitasuna garatzea izaten da, hau da, ahalik eta denbora tarte laburrenean posible den indar eta abiadura kantitate handienak sortzeko gai izatea. Potentziaren errendimendua nagusiki fosfageno sistemaren menpe dago eta clusterrak erabiltzea fosfokreatinaren resintesi partziala ahalbidetzen du laktato mailak serie tradizioaletan baino baxuago mantenduz (Girman et al, 2014)

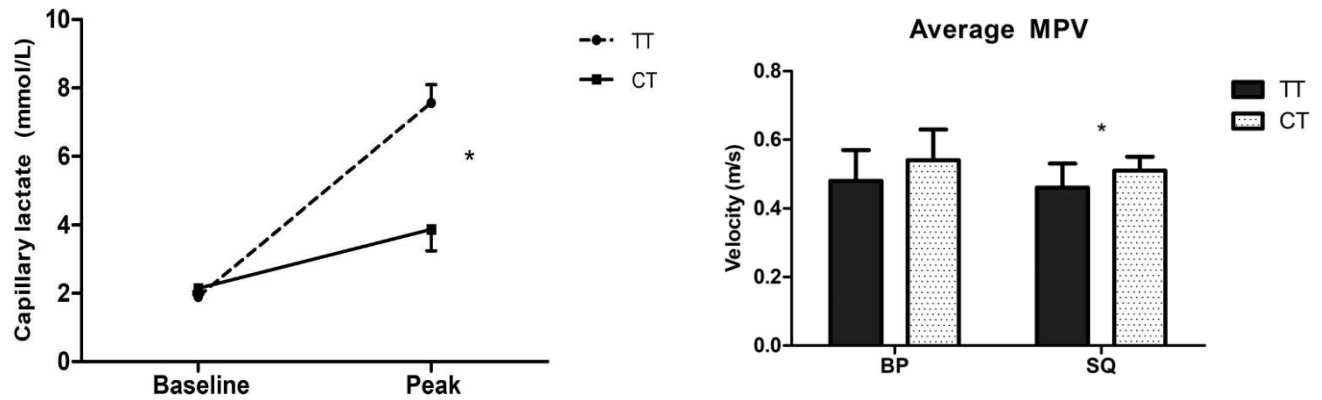
2018. urtean Arazi eta kolaboratzaileek 8 asteko programa bat diseinatu zuten 30 volleyball-eko emakumeekin aurrera eramateko. Clusterrak jauzi bertikalaren errendimenduan zer nolako eragina zuten aztertu nahi izan zuten. Behin programa amaituta, cluster serieekin serie tradizionalekin baina hobekuntza handiagoa egon zela ikusi zuten, bai jauzi bertikalean baita jauzi potentzian ere. Antzeko zerbait ikusi zen beste ikerketa batean (Asadi eta Ramirez-Campillo, 2016) non 6 asteko pliometria programa bat erabili zen bi metodologiaren arteko emaitzak aztertzeko. Bi programekin errendimendua hobetu zen eta kasu honetan ere, cluster metodologiarekin jauziaren hobekuntza handiagoa egon zen. Arintasuna ere clusterrekin gehiago hobetu zen baina sprint-ean serie tradizionalek hobekuntza handiagoa eragin zuten. Aipatzekoa da ikerketa honetan erabilitako clusterrak 10 errepikapenekoak zirela eta hain luzeak izatea emaitzetan eragin ditzake.

Boullosa eta kolaboratzaileek (2013) sentadilla erdiko ariketan 5RM-ko karga erabilia huts egite muskularreraino eramandako serie tradizional batek eta karga berdinarekin baina cluster moduan burututako serie batek jauzi bertikalean zer nolako efektuak eragiten zituzten ikertu egin zuten. Errepikapenen arteko 30 segunduko clusterrekin egindako seriea jauziaren potentziazioa seriea amaitu eta minutu bat pasata lortzen zen. Aldiz, tradizionalarekin potentziazioa 9 minutu pasa ondoren eman zen. Bi metodologiekin antzeko altuera piko eman zen, horrek esan nahi du konfigurazio desberdinek jauziaren potentziazioa une desberdinetan eragiten dutela. Potentziazio fenomenoarekin lotuta beste ikerketa bat (Nickerson et al, 2017) futbolarietan burutu zen, berriro ere sentadilla mugimendua erabiliz. Kasu honetan talde batean errepikapenen arteko atsedena 30 segundukoa izan zen eta 3 errepikapen egin zituzten RM-aren %85-a erabiliz. Beste talde batek modu berdintsuan baina 60 segunduko atsedena erabiliz eta azkeneko taldea modu tradizionalarekin errepikapenak eginez. Soilik 30 segunduko clusterrarekin 20 metrotako sprint-etan hobekuntza eman zen. Hobekuntza hori 10 minutu barru eman zen, beraz, futbolarien beroketetan erabiltzeko estruktura gomendagarriena hori izango litzateke sprint-aren potentziazioa bilatzen denean.

Torrejon eta kolaboratzaileen (2019) lana lehenengo ikerketa izan zen bi sexuko subjektuak erabiltzen zituena (13 gizon eta 13 emakume). Press bankako ariketa erabili zen 6RM-ko kargarekin eta 3 talde desberdin bereiztuz: TR (6x4), CL [6x(2x2)] 15 segunduko atsedenaekin eta IRR(1 x 24) errepikapen bakoitzaren artean 29 segunduko atsedenaekin. Abiadura galera antzekoa izan zen, hala ere, IRR taldean azkeneko errepikapenetan abiadura altuagoak eman ziren. Sexuen arteko abiadura galera ere antzekoa izan zen. Goiko hemisferioaren indarrera orientatutako programa batean erabilitako hiru metodologiak antzeko emaitzak lortzen direla ondorioztatu zuten. Erabilitako karga oso altua zen eta errehabilitazio denbora ez zen nahikoa, beraz indar maximoa helburua denean gomendagarriagoa izango litzateke cluster luzeagoak erabiltzea. Beste ikerketa mixto batean (Davies et al, 2020) ariketa bera erabili zen press bankako RM-aren %85-a erabiliz. Tradizionalaren (4x5) eta IRR-aren [4x(1x1x1x1x1) 30 segunduko atsedena] artean ez ziren desberdintasun esanguratsurik aurkitu. Karga altuekin lan egiterakoan serieen estruktura potentzia eta abiadurari ez diola asko eragiten ondorioztatu zuten. Indar hobekuntza antzekoa izan zen eta zein metodologia erabiltzen den ez du garrantzirik, hala ere, nekea murriztu nahi denean cluster estruktura erabiltzea gomendagarriagoa izan daiteke.

2020. urtean Rial-Vazquez eta kolaboratzaileek aurrera eramandako ikerketan, indar entrenamenduan esperientzia gutxiko 28 subjektu mixto erabili zituzten. Serie tradizionalak erabiliz eta hurrengo irudietan ikus daitekeen moduan, laktato balore altuagoak neurtu ziren, abiadura galera handiagoa egon zen baina RM-aren hobekuntza clusterrarekin konparatuz berdina izan zen. Clusterrak aldiz, potentzia eta abiadura profila lantzeko egokiagoak zirela ondorioztatu zuten, nahiz eta hauek minutu bateko iraupena eduki.





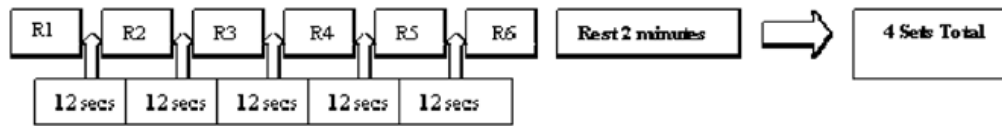
**8., 9. eta 10. IRUDIAK. Bi metodologiaren adierazpen grafikoa, lortutako laktato baloreen eta batezbesteko abiadura propulsioboaren grafikoa.** Rial-Vazquez et al (2020)-tik eskuratuak.

Hainbat ikerketa egin dira *jump squat* (sentadilla jauziarekin) ariketan clusterrak erabiliz. Horietariko batean (Koefoed et al, 2018) ikusi zen nola cluster estruktura erabiliz potentzia piko %4 altuagoa lortzen zen. Autoreen esanetan, hau clusterraren atsedanak metatutako subproduktu metabolikoak modu eraginkor batean garbituak izatea ahalbidetzen duelako gertatzen da, ATP eta PC-ren erregenerazioa kaltetu gabe. Beste batean (Hansen et al, 2011) hobekuntza %3-9 bitartekoa izan zen eta portzentai altuena Tufano eta kolaboratzaileen (2017) lanean aurkitzen da, kasu honetan, %9-16 bitarte. Esan beharra dago Hansen eta kolaboratzaileen (2011) lana rugby jokalaria profesional eta semi-profesionalekin eginda dagoela eta hurrengo irudietan ikus daitekeen moduan, cluster serieak erabiltzea abiadura galera murrizten duela potentzia piko altuagoa bat eskaintzen duen bitartean. Azkeneko datu hau soilik serie tradizionalekin alderatzerakoan agertzen da eta ez clusterrak euren artean konparatzerakoan.

### Traditional



### Cluster 1



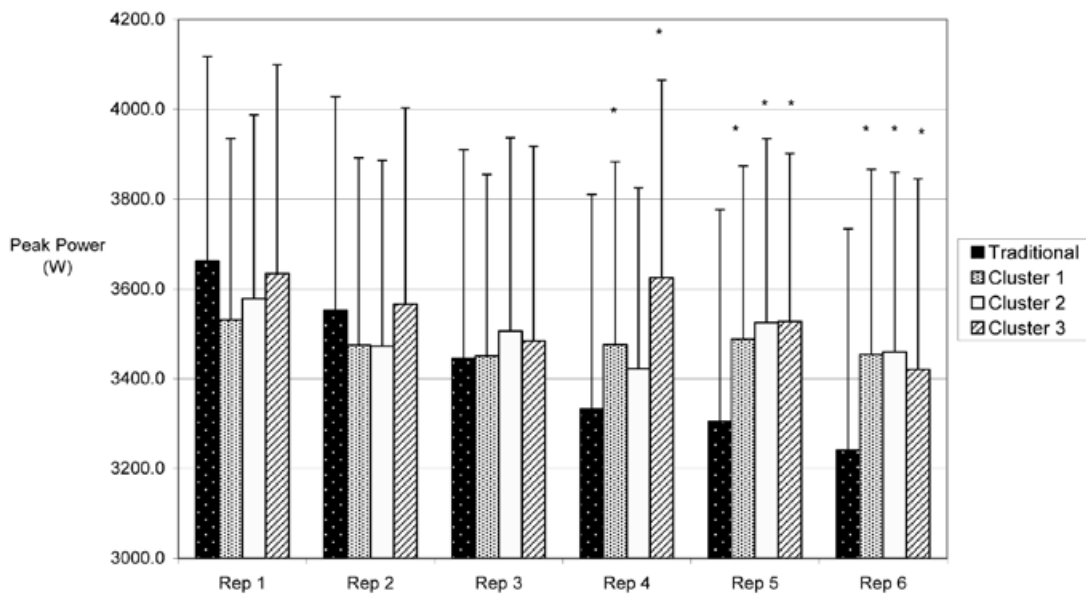
### Cluster 2

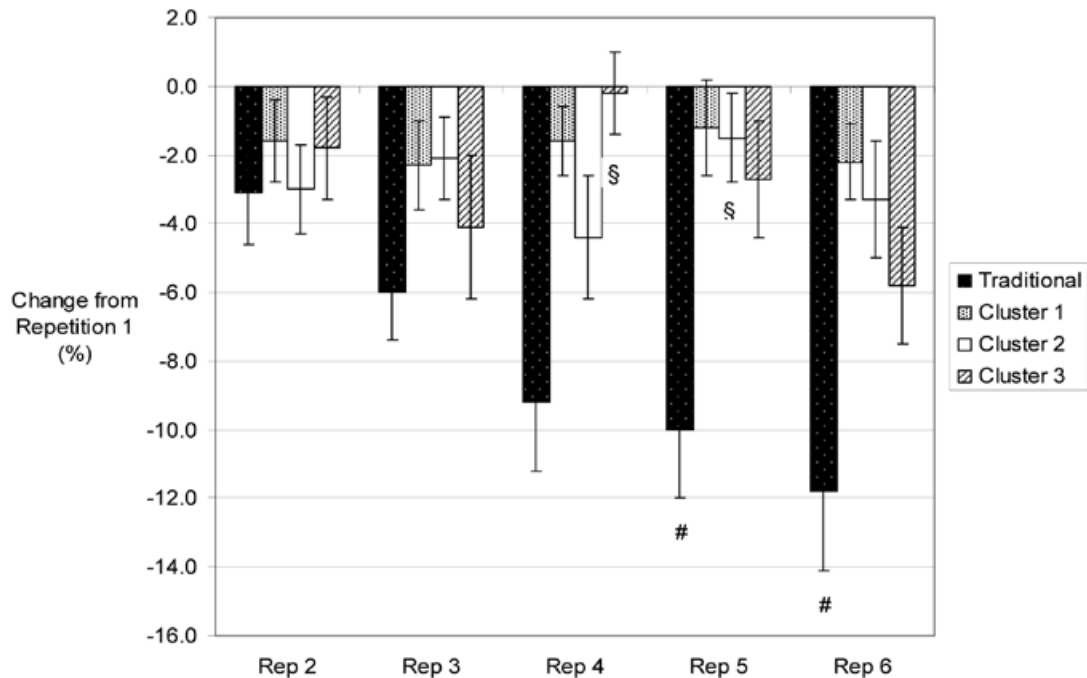


### Cluster 3



## 11. IRUDIA. Ikertutako 4 estruktura desberdinak. Hansen et al (2011)-tik eskuratuta





**12. eta 13. IRUDIAK. *Potentzia pikoaren grafikoa eta lehenengo errepikapenetik egondako aldaketak.***

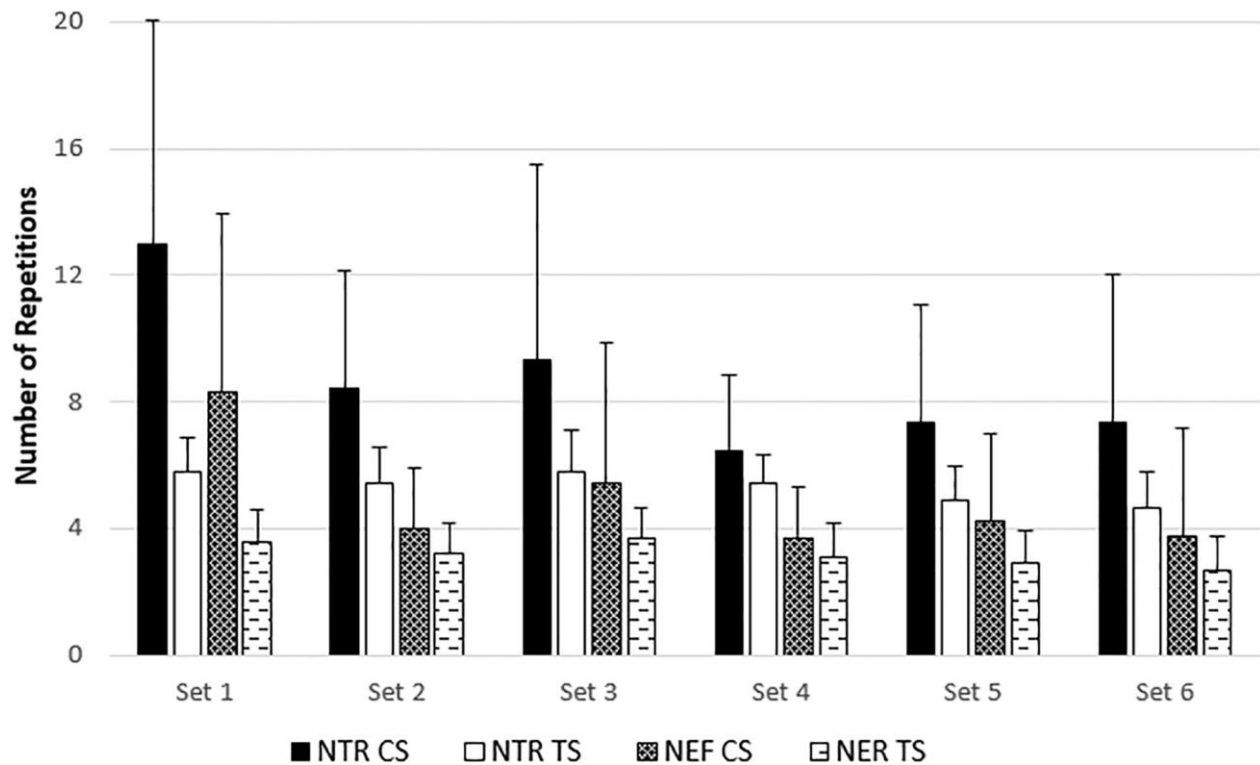
*Hansen et al (2011)-tik eskuratuta*

Ikusita cluster metodologiak jauziaren errendimendua mantentzen laguntzen duela, (Girman et al, 2014) urte berean pliometriari duten eragina aztertuz beste ikerketa bat egin zen. Ikerketa honetan (Moreno et al, 2014) ere ikusi izan zen nola clusterren bitartez salto pliometrikoen potentzia hobeki mantentzen zen. Aztertzeko datu bitxia da 10 jauziak jarraian egiterakoan (tradizionalean), potentzia lehenengo hiru jauzietan zehar mantentzen zela baina aldiz 5-eko clusterrak egiterakoan 5 jauzietan zehar mantentzen zela. Autoreek potentziaren galera hori alderdi psikologikoarekin erlazionatzen dute, ikusita oraindik errepikapen ugari falta direla seriea amaitzeko eta energia gordetzeko mekanismo bat izan daitekeela defendatuz. Hala ere clusterren atsedeen laburrek ez dute errekupeazio maximoa ahalbidetzen eta tradizionalek ordea bai. Beraz, ikerlarien aholkua 2-5 salto bitarte eta 27-45 segundu bitarteko atsedena erabiltzea da.

Tufano eta kolaboratzaileak (2018) ikerketa gehienetan serie tradizionalak ia huts egite muskularreraino eramaten zituztela konturatu ziren. Hori dela eta, haien ikerketarako subjektu bakoitzaren potentzia maximo (MPmax) indibiduala bilatu zuten eta 6 serie burutu zituzten 2 minutuko atsedenekin. Errepikapenak ez zeuden mugatuak, baina MPmax-aren %90-tik behera bi errepikapen modu jarrai batean eginez gero, seriea eteten zen. Cluster metodologiarekin berdina egin zen baina 20 segunduko atsedena txertatuz eta 2 errepikapeneko taldekatzeak osatuz. Haien aurkikuntza nagusia izan



zen umbral bat ezartzen denean, serie tradizional eta clusterren artean abiadura zein potentzia antzekoak zirela. Nahiz eta diferentzia esanguratsurik ez egon eta gutxiengatik izan, datuek serie tradizionalen alde egin zuten. Hau clusterren lan bolumen handiagoarengatik izan zitekeen, errendimendua jaitsi gabe errepikapen gehiago lortu zirelako, neke handiagoa sortaraziz.



**14. IRUDIA. Egindako errepikapen kopurua cluster (CS) eta serie tradizionalekin (TS). NTR (errepikapen totalak) eta NEF (errepikapen efektiboak) modu grafikoan adierazitak. Tufano et al (2018)-tik eskuratuta.**

Lehen aipaturiko beste ikerketa batean (Iglesias-Soler et al, 2014) ikusi zen bezala, errepikapen gehiago egiterako garaian subjektuen arteko aldakortasuna oso altua da. Goiko grafikoaren ikerketan (Tufano et al, 2014) adibidez, lehenengo seriean egindako errepikapen efektiboan aldea oso handia izan zen, 2 eta 21 errepikapenen arteko aldea egonda.

### 4.3 CLUSTERRAK HIPERTROFIA ARLOAN

Nahiz eta ikerketak gehienak clusterren eraginkortasunari begira errendimendu esparrura bideratuak egon, hainbat ikerlariak metodologia honen baliagarritasuna gihar masa handitzerako garaian aztertu egin dute.

Esate baterako, 2013. urtean Oliver eta kolaboratzaileek hurrengo irudian ikus daitekeen hipertrofia programa diseinatu zuten haien ikerketarako.

TABLE 3. Exercise performed during training.\*

Day 1 (upper body push)	Day 2 (lower body + upper body pull)	Day 3 (upper body push)	Day 4 (lower body + upper body pull)
Bench press†z	Squats†z	Incline press†z	Front squat†z
Incline DB press†	Leg press†	DB bench†	DB RDL†
Seated DB military press†	Partial DL to power shrug†	Push press†	DB step-up†
DB flat fly	Pull-ups§	DB incline fly	Pull-ups§
Front DB raise	One arm DB row	DB rear delt	Close grip latpull-down
Side DB raises	Hamstring curl	Side DB raises	T bar row
Straight bar skull crusher	EZ bar curl	EZ bar skull crusher	Straight bar curl
Dips§	DB curl	Dips§	DB curl

\*DB = dumbbell; DL = deadlift; RDL = Romanian deadlift.  
†Main lift exercise performed according to training protocol (TRD or ISR), concentric phase explosively as possible.  
zExercise performed on the Smith Machine.  
§Exercise performed with 3 sets of maximum repetitions with 1.5 minutes of rest.

### 15. IRUDIA. Hipertrofiara bideratutako indar programa. Oliver et al, (2013)-tik eskuratuta

Ariketa mota, ariketen ordena, bolumen totala eta atseden totalak berdinak izan ziren cluster eta serie tradizionalak burutzen zituzten subjektuen artean. Elikadura pautak ere eman zizkieten eta jandako elikagai guztien erregistro bat egon zen. Potentzia eta indarraren garapenean cluster taldeak hobekuntza nabariagoak izan zituen eta hipertrofiari dagokionez, antzeko emaitzak lortu ziren bi metodologiekin nahiz eta serie tradizionalekin garapen hori handiagoa izan. Beraz, haien ondorioa izan zen 12 asteko hipertrofia programa bat erabilita, bi metodologiekin irabazitako gihar masa ia berdintsua zela. (Oliver et al, 2013)

2016. urtean bi metodologia horiek berriro aztertuz beste ikerketa (Oliver et al, 2016) bat aurrera eramane zen. Kasu honetan hipertrofiarekin zuzenki harremanatuak dauden miokinetan eragindako efektua ikertuz: Interleukin-6 (IL-6) eta interleukin-15 (IL-15). Sentadillako ariketan eta RM-aren %70-ko karga erabilita, 4x10 (tradizionala) eta 4x[2x5] (cluster) serieak egin zituzten. Serieen arteko atseden denbora 180 segundukoa eta 150 segundukoa izan zen, eta clusterra 30 segundukoa, beraz atseden totala berdindua zegoen. Serie tradizioaletan giharrek tentsioan egondako denbora seriez serie progresiboki

handitzen zihoan, aldiz clusterretan soilik bigarren seriean handipen txiki bat egon zen. Bi metodologiaren arteko estimulu mekanikoa desberdina izan zen, beraz, behar metabolikoak ere desberdinak izan ziren. Miokinei dagokionez, IL-6 antzekoa izan zen bi kasuetan, aldiz IL-15 gorakada altuagoa izan zuen metodologia tradizionalarekin. Datu horiek ikusita badirudi hipertrofia helburua denean serie tradizionalak erabiltzea aukera hobea izan daitekeela.

Ikusi izan da nola cluster metodologia erabilia entrenamendu bolumena handitu daitekeen. Eta ikusita entrenamenduaren aldagai honek zer nolako garrantzia duen hipertrofiara bideratua dagoen entrenamendu batean, aspektu positibo bat izan daiteke. (Garcia-Ramos et al, 2020; Toto et al, 2020; Krzysztofik et al, 2019) Baina beste alde batetik, Clusterrak erabiltzea estres metaboliko baxuago batekin elkarlotzen da, eta horrek entrenamenduak sortarazi dezakeen hipertrofia gutxiagotu dezake. Arazo hori neurri batean ekiditeko proposamen bat intraserieko atsedenaldirik 20 segundutik behera egitea da. (Garcia-Ramos et al, 2020; Krzysztofik et al, 2019)

2019. urtean Krzysztofik eta kolaboratzaileen eskutik, hipertrofiarako metodo aurreratuaren errebisio sistematiko bat argitaratu zen. Bai berak eta baita Totok eta kolaboratzaileek (2020) gauza bera aipatzen dute; hipertrofiari begira clusterren inguruan dagoen literatura zientifikoa oso urria dela. Ikerketan (Krzysztofik et al, 2019) aipatzen da nola bolumen eta intentsitate handiko saioetan clusterrak erabiltzea estrategia eraginkor bat izan daitekeen eta baita monotonia saihesteko beste aukera bat eskaini. Bestetik ere, denbora murriztua denean clusterrak erabiltzea aukera egokiagoa dela aipatzen da. Toto eta kolaboratzaileen (2020) errebisioan adostasunik ez zegoela ondorioztatu zuten, esanez cluster metodologiak tradizionalarekin alderatuz hipertrofia berdina edo gutxiago eragin dezakela. Kontraesan hauek bi faktoreengatik izan daitezke defendatzen dute, alde batetik, hipertrofia neurtzeko erabiliko metodo desberdinegatik eta bolumena beti berdindua izaten delako. Lehen aipatu bezala, clusterrak bolumen kantitatea handiagotzea ahalbidetzen dute eta bolumen hori hipertrofiarako aldagai gako bat izanda, clusterrek eskaintzen duten potentzial hori ez da probesten. Hori dela eta, bolumena berdindua dagoenean serie tradizionalak erabiltzea aukera egokiagoa dirudi. Hala ere, clusterrak efizienteak dira gihar masa handitu nahi denean eta interbalo motzak (10 segundu) eta ugariak erabiltzea aukera on bat izan daiteke errepikapenen kalitatea mantendu nahi denean, hipertrofiarako beharrezkoa den estimulu anabolikoa aldi berean eskainiz.

Karga, bolumena eta atsedena denbora totala berdinduak daudenean, hipertrofiarako zein cluster estruktura erabiltzen den ez da zerbait erabakigarriagoa izango. Tufano eta kolaboratzaileek (2019) egindako ikerketan ikusi zen nola hiru cluster estruktura desberdinekin estimulu anabolikoa berdina izan

zen. Hala ere, serie tradizionalak sortarazten duten neke akutu horrek unitate motoreen erreklutazioa hobetu dezake eta aldi berean giharraren metabolismoa eta metabolitoen produkzioa handitu. (Wetmore et al, 2019).

Beste lan batean (Girman et al 2014) ikusi izan zen nola entrenaturiko gizonetan hazkuntza-hormonaren (GH) erantzuna ez zen aldatzen cluster edo metodologia tradizionala erabiltzeagatik. Beraz hipertrofiarako estimulua antzekoa izan daitekeela suposatzen da.

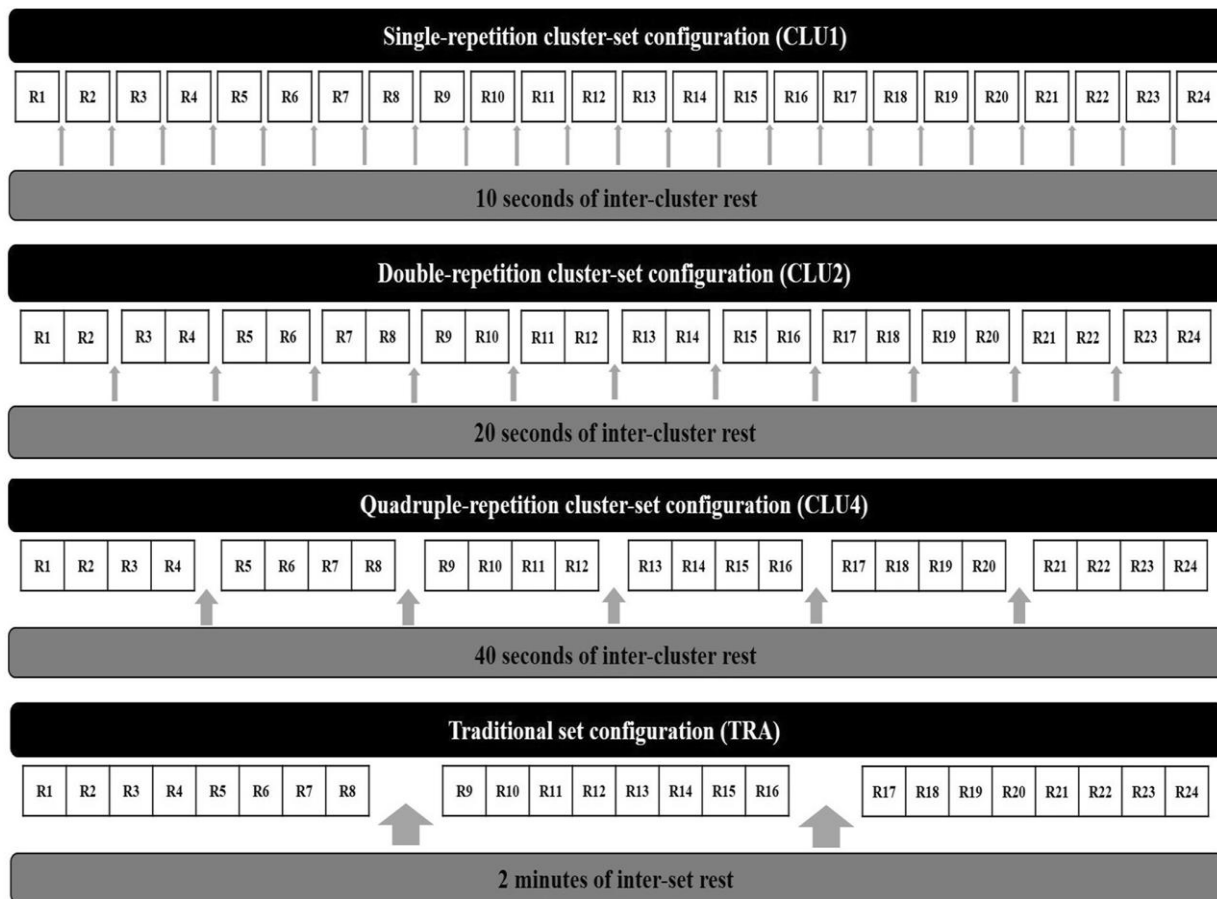
Ondorioz, hipertrofiari begira cluster seriak bolumen totala handitu eta estres mekaniko maila altuagoa lortu dezakete eta serie tradizionalak aldiz, TUT (*time under tension*) denbora handitu dezakete eta aldi berean estres metaboliko maila altuagoa bat lortu.

#### 4.4 CLUSTERRAK OSASUN ARLOAN

Osasunaren arloan hipertrofiaren esparruan baino ikerketa gehiago aurki daitezke clusterren efektuak aztertzen dituztenak. Gonzalez-Hernandez eta kolaboratzaileek (2020) aipatzen duten bezala, clusterren aplikazioa ez da soilik atletentzat mugatzen, osasuna bilatzen duen poblazio arruntean ere aplikagarritasuna izan dezakete lan bolumen bera egin daitekeelako baina esfortzu pertzepzio baxuago batekin.

Jakinda zahartzaroan indar mailak zein gihar masak bizi kalitatean eta funtzionaltasunean duten garrantzia, indar entrenamendua beharrezko estrategia bat bilakatuko da gihar masa mantentzeko eta potentzia/indar mailak ahalik eta gutxien murrizteko (Iacono et al, 2020).

Horregatik Iaconok eta kolaboratzaileek (2020) sentadilla ariketan protokolo desberdinak erabili zituzten. Beti intentsitate bera erabili zuten baina protokolo tradizional bat erabilia eta hurrengo irudian ikusten diren 3 clusterrekin.



**16. IRUDIA. Erabilitako 4 protokolo desberdinen eredu bisuala. Iacono et al 2020-tik eskuratuta**

Cluster protokolo guztiek potentzia handiagoa sortu zuten serie tradizionalekin alderatuta, hala ere, errepikapen gutxiagoko clusterrak (CL1 eta CL 2 hain zuzen ere) potentzia maila altuagoa erakutsi zuten. Bi konfigurazio horiek ere RPE baxuagoa eragin zuten. Gainera ikerketaren amaieran subjektuek clusterrak serie tradizionalak baino gogokoago zituztela erantzun zuten, CL2 gogokoena izanda. Potentzia galera soilik serie tradizionalekin eta CL4 protokoloarekin eman zen, beraz, cluster protokoloa erabili nahi denean errepikapen baxuagoko multzoak egitea ideia hobea izan daiteke neke metabolikoa ekiditeko eta potentzia garatzeko estimulu eraginkorragoa eskaintzeko. (Iacono et al, 2020). Oliver eta kolaboratzaileek (2015) ariketa berdinean egin zuten haien ikerketa, kasu honetan 12 gizon entrenatuekin eta 11 gizon ez entrenatuekin. RM-aren %70 eta cluster bakarra, [4 x (2x5) 30"] erabili zuten serie tradizionalekin konparatzeko (4 x 10). Atsedena denbora ere berdindu egin zuten, tradizionalen artean 2 minutuko atsedena egonda eta clusterren artean minutu eta erdikoa. Clusterrekin potentzia maila altuagoak lortu ziren, bolumen handiagoko kargak ahalbidetuz eta estres mekaniko handiagoa sortuz. TUT aldiz baxuagoa izan zen, estres metaboliko gutxiago sortuz baina testosterona erantzun anaboliko

paretsua eraginez. Hormonei dagokionez, antzeko erantzunak sortu ziren subjektu entrenatu eta ez entrenatuen artean eta gainontzeko aldagaietan ez ziren desberdintasunik aurkitu, beraz, bi taldeetan eman litezkeen egokitzapenak antzekoak izango liratekela aurreikusi zuten.

2020. urtean Carneiro eta kolaboratzaileek ikerketa bat burutu zuten clusterrak ariketa fisikoa egiten ez zuten emakume helduen potentzian, indarrean eta abiaduran zer nolako eragina zuten aztertzeko. Indar eta potentziari dagokionez, *leg extension* makinan hanka bakoitzak entrenamendu desberdin bat egiten zuen, bat potentziara bideratua eta bestea indarrera bideratua eta ez ziren desberdintasunik aurkitu nahiz eta cluster metodologia erabili. Baina clusterrak serie tradizionalekin alderatuta, gihar potentzia garatzerako gaitasun handiagoa zutela ikusi zen, potentziara zein indarrera bideratutako entrenamenduetan. Beraz, autoreen esanetan, indarrera zein potentziara bideratutako entrenamenduan cluster estruktura erabiltzea estrategia efiziente bat izango litzateke gihar potentzia garatzeko eta gaitasun funtzionalaren galera saihesteko.

Helburu berdinarekin Ramirez-Campillo eta kolaboratzaileek 2018. urtean 12 asteko abiadura handiko indar entrenamendu protokoloa aztertu zuten. Kasu honetan 52 emakume heldu parte hartu zuten eta hiru taldetan sailkatu zituzten: kontrol taldea, tradizional taldea eta cluster taldea. Bi metodologiek bizi kalitatea eta funtzionaltasuna hobetzeko gaitasuna erakutsi zuten, hala ere, cluster taldeak emaitza hobeto eman zituen bien arteko konparaketa egin zenean. Cluster metodologiarekin uzkurketa kontzentrikoetan lortutako abiadura azkarragoak testetan lortutako emaitza hobetuen eragilea izan litekeela defendatzen zuten. Ondorioz, abiadura oinarri bezala duen indar entrenamendu bat tresna egokia izan daiteke adinarekin loturik dauden galera prozesu neurologiko eta morfologikoak ekiditeko. Abiadura indar entrenamendua adineko emakumeekin egunerokotasuneko zereginak egiteko gaitasuna eta funtzionaltasuna mantentzeko tresna baliagarria da, are gehiago cluster estruktura erabiltzen denean.

Bereziki aurreko lerroetan aipatutako Ramirez-Campillo eta kolaboratzaileen (2018) ikerketa horretan oinarritu egin ziren Dias eta kolaboratzaileak (2020) antzeko ikerketa bat emakume postmenopausikoekin aurrera eramateko. 12 asteko programa bat burutu zuten, asteen bi entrenamendu eginez eta talde tradizionalean (TR) modu jarrai batean 8 errepikapenak egin eta gero 120 segunduko atsedena hartuz. Aldiz cluster taldean (CL) 30 segunduko atsedena zuten bi errepikapeneko multzo bakoitzaren artean. Programak burutu eta gero ez zituzten desberdintasun estatistikorik aurkitu bi taldeen artean, beraz, gaitasun fisikoa eta funtzionalitatea garatzeko bi konfigurazioak baliagarriak zirela ondorioztatu zuten. Ramirez-Campillo eta kolaboratzaileek (2018) egindako ikerketarekin ondorio

kontraesanak aurkitu zituzten, bertan clusterraren alde jotzen zutelako, emaitza hobekoak eman baitzuten. Autoreek desberdintasun horien eragile posible bat haiek erabilitako bolumen baxuagoa (6 ariketa vs 10 ariketa) eta frekuentzia baxuagoa (asteen 2 aldiz vs astean 3 aldiz) izan litekeela argudiatu zuten. Bolumen baxuago horrek neke maila baxuagoa eragiten duenez, nekearen murrizketarako clusterrak duen gaitasuna ezin du bere papera jokatu eta emaitzetan beraz ez dira desberdintasunik aurkitzen. Ramirez-Campillo eta kolaboratzaileen (2018) lanean goiko gorputz adarreko eta beheko gorputz adarreko ariketak modu jarrai batean diseinatuak zeuden, aldiz honetan biak txandakatuz egiten ziren eta horrek ere neke maila murrizten laguntzen du. Ikusita bi protokoloekin emakume helduen indar maila eta funtzionaltasuna hobetzen zela, edozein protokolo erabiltzea baliagarria izango litzateke eta zein aukeratu entrenatuko den pertsonaren gustuen arabera geratuko da, atxikidura handiagoa sortarazten dion metodologiarekin ordea. (Dies et al, 2020)

Erabiltzen den serieen konfigurazioa irakaskuntza gurutzatuan ere eragina du, beraz, lesio batengatik indar galera murriztu nahi denean entrenamendura ahalik eta azkarren bueltatzeko serieak nola antolatzen diren kontutan hartzeko faktore garrantzitsu bat da. Gainera efektu hori ez dago adinaren menpe, beraz pertsona helduekin ere programatzerako garaian erabili daiteke. (Fariñas et al, 2019)

Indar entrenamendua burutzen den bitartean odol presioa eta bihotz maiztasuna gehiegi ez igozea bilatzen denean, cluster serieak erabiltzea aukera on bat izan daiteke, estres kardiobaskularraren eragina murrizten dutelako giharren estimulua mantentzen den bitartean. Hori dela eta, adineko pertsonekin erabiltzeko metodologia aproposa da, are gehiago zahartzaroarekin lotuta dauden patologiak pairatzen duten pertsonekin, esate baterako, sarkopenia edo arazo kardiobaskularrak (Río-Rodríguez et al, 2016).

#### 4.3 ERREBISIO SISTEMATIKOAK

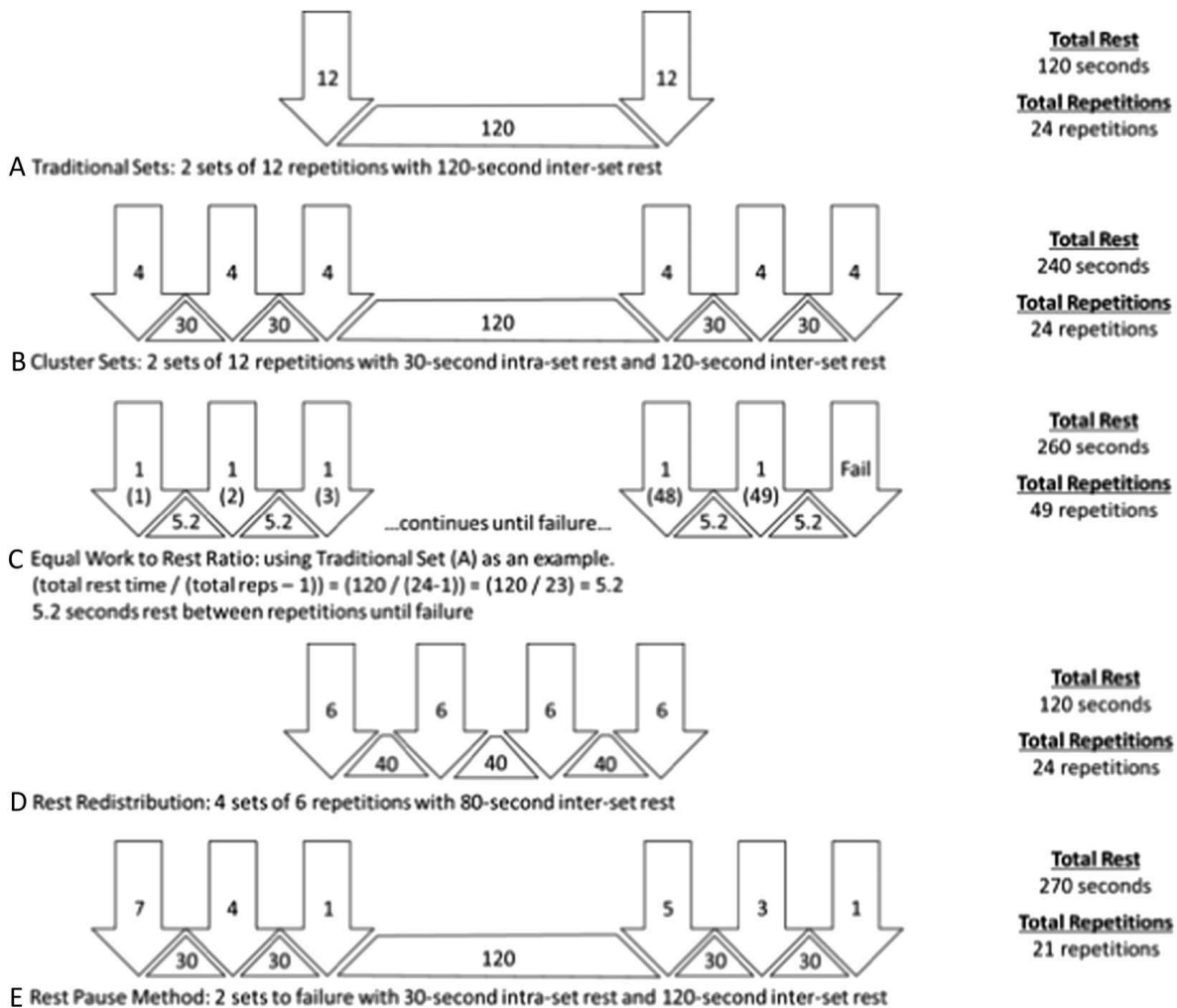
Lehenengo errebisio sistematikoa clusterrak aztertzen Tufano eta kolaboratzaileek (2017) egin zuten. Bertan ere aipatzen da nola literatura zientifikoan terminologia ez den ongi erabiltzen eta eurek hainbat termino zehazten dituzte hurrengo ikerketetan erabiliak izateko eta nahasketarik ez sortzeko. Honako hauek dira:

- *Basic cluster set*: Serieen arteko atsedena berdin mantenduz, seriearen barruan atsedeen partzialak sartzen dira. Serie tradizional bat izango litzateke baina intraseriean 15-45 segunduko atsedeen laburrak txertatuz, errepikapenen kalitate maila handituz. Cluster (errepikapen agrupazioak) eta *inter-repetition* (errepikapen bakarrak edo *single*-ak) terminoak

ere bereizten dituzte. Cluster protokoloa beti serie tradizionala baino atsedeen denbora totala altuagoa edukiko du.

- *Interset rest redistribution*: Kasu honetan, aurrekoan ez bezala, atsedeen denbora totala berdinduta dago. Clusterretan txertatzen diren atsedeen txiki horiek serieen arteko atsedeen denboratik kendu egiten dira. Beraz, serie tradizionalan zein cluster seriean atsedeen denbora berdina egongo litzateke baina modu desberdin batean banatuta.
- *Equal work to rest ratio*: Hemen protokoloak ezin dira aurretik zehaztu serie tradizionala "estandar" bezala hartuko delako. Lan/atsedeen ratioa hortik aterako bait da. Lehenengo serie tradizionalan egin daitezkeen errepikapen guztiak egiten dira eta gero atsedeen denbora egindako errepikapen kopuruarekin zatitzen da. Lortutako emaitza clusterran erabiliko den atsedena izango da, errepikapen posible guztiak burutu arte. Modu horretan bi protokoloetan lan/atsedeen ratioa berdina izango da.
- *Rest pause*: Huts egite muskularreraino errepikapenak egiten dira eta jarraian atsedeen txiki bat hartzen da errepikapenak egiten jarraitu ahal izateko. Errepikapen horiek zehaztutako errepikapen kopurura heldu arte edo berriro huts egite muskularrera heldu arte egingo dira. Egingo diren errepikapen kopurua aurreikustea ezinezkoa da, beraz ezin da aurretik zehaztu, nekearen eta pertsonaren arabera desberdina izango delako. Soilik lortu nahi diren errepikapen kopuru totala zehazten da eta kopuru hori modu jarrai batean egin daitezkeen errepikapen kopurua baino altuagoa izan behar da. Adibidez, 15 errepikapen zehazten badira karga 15RM baino altuagoa izan beharko da beti (10RM esate baterako).





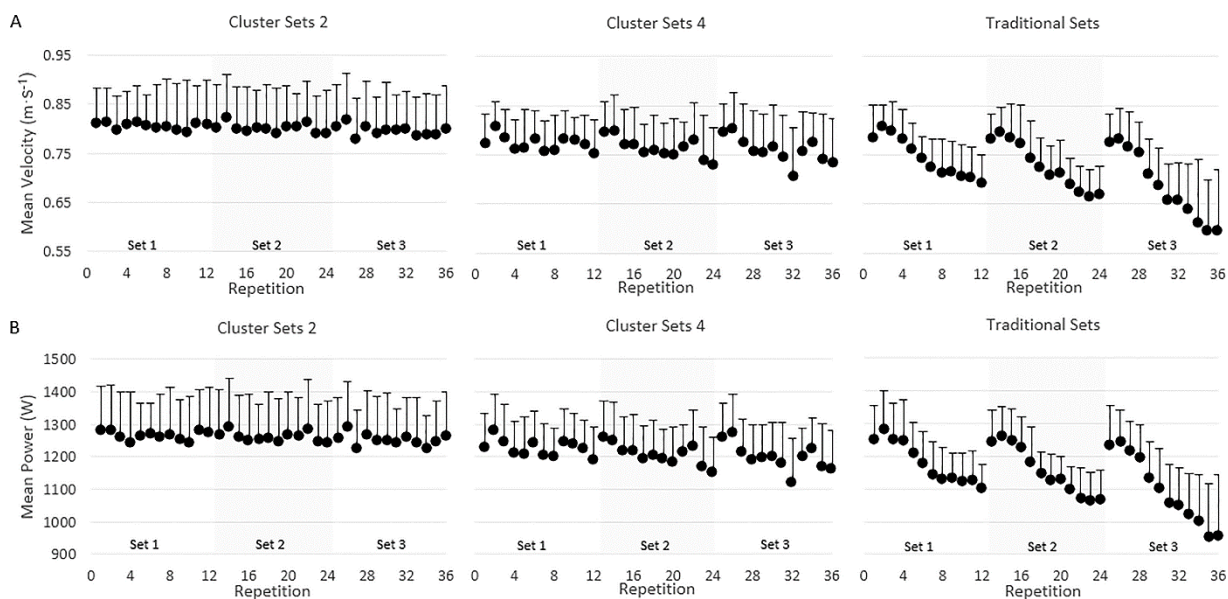
**17. IRUDIA. Deskribatutako termino desberdinen adierazpen bisuala. Tufano et al (2017)-tik eskuratuta**

Efektu akutuei dagokionez, clusterrak potentzia produkzioa eta abiadura mantentzen laguntzen dute. Indar eta hipertrofiari dagokionez, ez daude ondorio garbirik baina clusterrak ahalbidetzen duten lan bolumen handiagoarengatik posible izango litzateke indar eta hipertrofia maila altuagoak ere lortzea. RPE eta estres kardiobaskular baxuagoak bilatzen direnean edota teknika mantendu nahi denean clusterrak erabiltzea aukera hobea da. (Tufano et al, 2017)

Jukic eta kolaboratzaileek (2020) azpimarratzen dute ez dela berdina cluster bat edo *rest redistribution* (atseden denbora banatzea) nahiz eta literatura zientifikoan askotan gauza berdina izango balira bezala erabiltzen diren. Estimulua desberdina izan daitekeelako eta errekupeziara modu desberdinetan eragin dezaketelako (errekupeziarako behar den denbora gutxituz). Clusterrak nekea murrizteko RR-ak baino baliagarriagoak direla defendatzen dute. Bi estruktura mota hauek potentzia eta

abiadura maila altuagoak lortzeko eraginkorrak dira, baina batez ere abiadura eta potentzia galerak murrizten. Laktato akumulazioa, estres metabolikoa zein esfortzu pertzepzioa ere baxuagoak dira. Azpimarratzen dute errepikapen kopurua eta hauek huts egite muskularreraino eramaten diren edo ez oso garrantzitsua dela, intentsitate horretara heltzen diren ikerketetan clusterren efektua beti handiagoa izan delako. Estructura hauek erabilia lan bolumen handiagoak erabili daitezke.

Meta-analisiarekin egindako beste errebisio bibliografiko batean (Latella et al, 2019) clusterrak erabiltzea potentzia, abiadura eta indar piko maximo altuagoak eragiten zituztela ondorioztatu zuten. Bereziki intentsitate altuak (RM-aren %60-80) edo bolumen altuko protokoloak erabiltzen direnean eta hauek huts egite muskularreraino heltzen direnean. Hala ere, modu akutu batean batezbesteko indarrean ez ziren desberdintasunik aurkitu serie cluster eta tradizionalen artean. Aldagai zinetikoetan errendimendu mekaniko maximoa bilatzen denean eta potentzia ahalik eta gehien mantendu nahi denean neke neuromuskularra gutxituz, clusterrak serie tradizionalak baino eraginkorragoak dira. Bestetik ere, autoreek clusterrak indibiduo guztientzat baliagarriak direla defendatzen dute, indar entrenamenduan edukitako esperientzia kantitatea inporta gabe.



## 18. IRUDIA. Batezbeteko abiadura eta potentzia grafikoa protokolo desberdinak erabiliz.

*Tufano et al (2016)-tik eskuratuta.*

## 5. ONDORIOAK

Zaila da bibliografiaren arteko konparaketa bat egitea ikerketetan existitzen diren limitazio desberdinengatik. Behin muga horiek ezagututa, datuen analisi arduratsu bat egin behar da. Hasteko ikerketa batzuk serie tradizionalak eta clusterren arteko desberdintasunak aztertzen dituztelako eta beste batzuk ordea, cluster mota desberdinen arteko desberdintasunak.

Estandarizatzeko aldagai asko daude, alde batetik mugimendu mota, ariketaren arabera lortutako emaitzak desberdinak izan daitezkeelako, ez bait da gauza bera gorputz osoak parte hartzen duen sentadilla mugimendu global bat aztertzea edo ukondoaren flexiogileak soilik parte hartzen duten bizepsaren ariketa analitiko bat aztertzea.

Gerta daiteke ere emaitza batzuk lortzea, adibidez, RM-aren %50-rekin lantzen denean baina emaitza horiek ezin dira modu zuzenean estrapolatu %90-eko intentsitatearekin egindako serie batera. Eta nahiz eta intentsitate absolutuaren portzentai berdintsuarekin lan egin, ez da gauza bera seriea huts egite muskularreraino eramatea edo ez, intentsitate erlatibo horrek asko eragiten duelako, gorputzaren homeostasia askoz gehiago hautsiz (Mora-Custodio et al, 2018).

Bestetik egin daitezkeen errepikapen multzoak eta atseden denbora desberdinak elkartuz konbinaketa ia infinituak sortu daitezke eta kontutan hartu beharko litzateke serie tradizional batekin alderatzerakoan atseden denbora totala berdindua dagoen edo ez. Wetmorek eta kolaboratzaileek (2019) diotenez, haien ikerketaren limitazio bat intentsitate maila bakar batean eta inter-errepikapen atseden bakar bat erabiltzea izan zen. Cluster konfigurazio aunitz egin daitezkeelako eta ez soilik errepikapen pilaketak, baizik eta atseden denbora tarte ugariekin eta RM-aren portzentaiaren intentsitate bakoitzarentzako.

Horrekin lotuta, Mora-Custodio eta kolaboratzaileek (2018) dioten bezala, ezin da errepikapenen arteko atseden aldagai bakar bat izango balitz bezala ikertu. Atseden horiek atseden denbora totala edo entrenamenduaren dentsitatea (lana/atseden ratioa) guztiz aldatzen dutelako. Atseden denbora berdintzen bada, serieen arteko atseden desberdina izango da. Aldiz, serieen arteko atseden berdinduz gero, errepikapenen artean atseden denbora desberdinak egongo dira eta talde batek lan/atseden ratio altuagoa edukiko du. Horrek eragina izango du eta talde horrek neke eta estres metaboliko maila altuagoak erakutsiko ditu.

Ikerketa gehienak makina gidatuekin egin dira eta gero clusterrak errealitatean beste testuinguru batean erabiliko dira, non pisu askea erabiliko den cluster horiek burutzeko, hortaz, ikerketetan aztertuko testuingurua eta aplikazio testuinguruak ez dira guztiz berdinak izango.

Dies eta kolaboratzaileen (2020) hitzetan, haien ikerketan ez zen elikadura kontrolatu eta emaitzetan eragin dezakeen faktore garrantzitsu bat izan daiteke. Ikerketa gehienetan alderdi hau ez da kontrolatzen eta ikerlanaren emaitzetan erabakigarria izan daiteke.

Bestetik ikerketa gehienek aldaketa akutuak aztertzen dituzte, ikerketa gehiago behar dira modu kronikoan clusterren erabilpenarekin zer gertatzen den esan ahal izateko.

Muga horiek alde batera utzita baina beti kontutan harturik, esan daiteke clusterrak potentzia piko zein batezbesteko potentzia maila altuagoak lortzeko aukera eskaintzen dutela. Bestetik ere karga supramaximoekin (intentsitate altuagoarekin) eta lan bolumen handiagoekin lan egiteko aukera eskaintzen dute. Estres metaboliko eta neke gutxiago sortzeko gai direnez, metodologia hau ariketa zehatz baten teknika ikasterako garaian tresna baliagarria bilakatzen da, mugimendu patroia ez duelako hainbeste eraldatuko eta ikasten ari den pertsonaren esfortzu pertzepzioa hain altua izango ez delako.

Errendimenduari begira, hasiera batean cluster metodologia atletentzat zerbait positiboa izan beharko luke. Alde batetik estimulu aldakuntza bat delako eta bolumen kantitate berdinerako intentsitate absolutu balore altuago batzuekin lan egitea ahalbidetzen duelako. (Wetmore et al, 2019)

## 6. APLIKAZIO PRAKTIKOAK

Continuum bat sortu daiteke clusterren progresio garaian. Atleta aurreratua bada hipertrofia bilatzen duen oinarrizko fase batekin, non *rest pause* tekinka aplikatuko litzateke hipertrofia maila hobetzeko. Gero bolumena pilatzea bilatzen den akumulazio fase batekin jarraitu non *interses* clusterrak erabiliz bolumen maila altuagoak pilatzea lortuko litzateke. Eta azkenik *single*-ak edo errepikapen bakarreko clusterrak erabiliz, intentsifikazio fase bat burutu non karga supramaximoekin lantzeko aukera edukiko lukeen.

Autore desberdinen ikerketak ikusita, hurrengo taulan bakoitzak proposatzen duen clusterraren iraupena jasotzen da.

Ikerketa	Urtea	Autoreen gomendioa
Garcia-Ramos et al.	2020	10 segundu
Gonzalez-Hernandez et al.	2020	15 segundu
Tufano et al.	2017	30 segundu baino gutxiago
Mora-Custodio et al.	2018	10 segundu
Hardee et al.	2013	20 segundu
Toto et al.	2020	10 segundu (hipertrofia helburu)
Garcia-Ramos et al	2015	12 segundu
Hansen et al.	2014	12 segundu
Nickerson et al.	2017	30 segundu

### **3.TAULA. Autore bakoitzak clusterraren iraupenerako proposaturiko denbora egokiena**

Ikus daitekeen moduan autore gehienak ez dira 10 segundutik behera jaisten ezta 30 segundutik gora luzatzen. Beraz ondorioztatu daiteke 10 segundu baino gutxiagoko denbora erabiltzea ez dela errekupeazio denbora nahikoa eta 30 segundutik gora pasatzea ez dela modurik efizienteena. Beraz 10-30 segundu bitarteko tartea erabiltzea egokiena bezala proposatzen da.

Hala ere, intentsitatearen arabera atsedean tartea laburrak nahikoak izango liriateke (10 segundu) abiadura mantendu ahal izateko, behintzat karga jakin batekin egin daitezkeen errepikapenen erdia soilik egiten direnean (Mora-Custodio et al, 2018). Aldiz, intentsitate erlatibo altuago batekin lan eginez gero, espektroaren beste alderuntz jo beharko litzateke, atsedean denborak handituz.

Bestetik, clusterra aukera on bat da karga zehatz batekin landu nahi denean eta neke neuromuskularra murriztu nahi denean edo kanpo karga hori handitu nahi denean neke gradu berdina mantenduz (Varela-Olalla et al, 2020).

Denboraldi bateko *peaking* fase batean egonda non intentsifikazio eta potentzia mailak altuak bilatzen diren, clusterrak potentzia produkzio hori hobetu dezakete. Horregatik denboraldi hasieran aukera hobeagoa dirudi serie tradizionalak erabiltzea, non atletek denbora gehiago behar duten karga azeleratzeko eta indarraren zein hipertrofiaren garapen handiagoa emango den. (Wetmore et al, 2019). Horren adibide bat proposatu zuten Haff eta kolaboratzaileek 2008. urteko lanean, non ikus daiteke hasierako hipertrofia fase horren eredu bat, gehien bat serie tradizionalak erabiliz eta intentsitate absolutu ez hain altuko clusterrekin (hipertrofia lantzeko intentsitate aproposagoak erabiliz, %75-80).

**Table 3**  
Example cluster set implementation during a hypertrophy phase of training

Exercise	Sets 3 repetitions	Set type	Intensity		Interrepetition rest interval (s)
			kg	% 1RM	
Power snatch	1 3 10/1	Cluster	90	75	15
Snatch grip shoulder shrugs	3 3 10	Traditional	140	115*	0
Rest 15 min					
Power clean	1 3 10/1	Cluster	115	80	15
Clean pull (FL)	3 3 10	Traditional	160	110 <sup>†</sup>	0
Clean grip RDL	3 3 10	Traditional	120	86 <sup>†</sup>	0
Max power snatch = 120 kg; max power clean = 145 kg; RDL = Romanian deadlift. *Based on maximum power snatch. †Based on maximum power clean.					

**4.TAULA. Hipertrofia fase baten eredu. Haff et al, 2008-tik eskuratuta**

Bigarren fase batean non kontaktu denbora laburragoak behar diren eta potentziaren garapen zehatz bat bilatzen den, modu esplosibo batean entrenatzeko clusterrak aukera hobea eskaintzen dute. Beste aukera on bat metodologia hau erabiltzeko entrenamendu plan bateko azkeneko ariketetan edo serieetan txertatzea izango litzateke, helburua potentziaren garapena denean behintzat. (Wetmore et al, 2019)

Hasiberriekin edo entrenatzen denbora gutxi daramaten pertsonekin serie kopurua murriztea eta errepikapen bolumen totala cluster serie gutxi batzuetan sartzea ez da gomendagarria. Gonzalez-Hernandez eta kolaboratzaileen ikerketan (2020) ikertutako IRR konfigurazio bat 30 errepikapeneko izan zen eta errepikapen bakoitzaren artean 15 segunduko atsedena uzten zuten. Haien esanetan nahiz eta modu tradizional batean (3 x 10) baina neke mekaniko eta metaboliko gutxiago sortu, subjektuek oso serie estresagarri bezala hauteman zuten eta beste cluster konfigurazio eramangarriagoak erabil daitezke.

Jakinda ere serieen antolaketak esfortzu pertzepzioan eragina duela, hasiberriekin RPE balore baxuagoekin lan egitea estrategia aproposa izan daiteke, hauen atxikidura maila handituko lukeelako. RPE galdetegiak erabiltzea metodo ez inbasibo eta merke bat izan daiteke indar entrenamenduaren eguneroko jarraipena egin ahal izateko eta beste test edo neurketa batzuk bezain informazio praktikoa eskaini dezaketeena (Mayo et al, 2019). Autore hauek ere defendatzen dute entrenamendu konkurrentea (indar entrenamendua eta entrenamendu aerobikoaren konbinaketa) lantzen denean, errendimenduan interferentzia gutxiago sortzeko clusterrak baliabide efiziente bat izan daitezkeela.

Ikusita serie tradizional eta cluster baten artean kontrol motor estrategia desberdinak erabiltzen direla, gaitasun teknikoak (*skills*) bereganatu edo ikasi nahi direnean cluster metodologia erabiltzea eraginkorragoa izan daiteke (Stone et al, 2019).

Pertsona entrenatuekin edo elitezko atletekin erabiltzeko tresna baliagarria da, bereziki potentzia landu nahi denean eta mugimendu esplosiboen bitartez, hala nola, halterofiliako mugimenduak (Haff et al, 2008). Exekuzio teknika maila altu bat eskatzen duten mugimendu horiek landu nahi direnean clusterrak erabiltzea metodologia aproposago bat izango litzateke (Hardee et al, 2013).

## BIBLIOGRAFIA

Arazi, H., Khanmohammadi, A., Asadi, A., & Haff, G. G. (2018). The effect of resistance training set configuration on strength, power, and hormonal adaptation in female volleyball players. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 43(2), 154-164.

Asadi, A., & Ramírez-Campillo, R. (2016). Effects of cluster vs. traditional plyometric training sets on maximal-intensity exercise performance. *Medicina*, 52(1), 41-45.

Boullosa, D. A., Abreu, L., Beltrame, L. G., & Behm, D. G. (2013). The acute effect of different half squat set configurations on jump potentiation. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(8), 2059-2066.

Carneiro, M. A. S., de Oliveira Júnior, G. N., de Sousa, J. F. R., Souza, M. V. C., & Orsatti, F. L. (2020). Cluster training sets is an important stimulus for promoting gains in muscle power regardless of resistance training program design in older women. *Science & Sports*, 35(4), 239-e1.

Castrillón, F. J. O., Torres-Luque, G., & de León, F. P. (2009). Efectos de un programa de entrenamiento de fuerza sobre la composición corporal y la fuerza máxima en jóvenes entrenados. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 44(164), 156-162.

Comité Nacional de Medicina del Deporte Infantojuvenil (2018). Entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes: beneficios, riesgos y recomendaciones [Strength training in children and adolescents: benefits, risks and recommendations]. *Archivos argentinos de pediatría*, 116(6), S82–S91.

<https://doi.org/10.5546/aap.2018.s82>

Davies, T. B., Halaki, M., Orr, R., Helms, E. R., & Hackett, D. A. (2020). Changes in bench press velocity and power after 8 weeks of high-load cluster-or traditional-set structures. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(10), 2734-2742.

Dias, R. K. N., Penna, E. M., Noronha, A. S. N., de Azevedo, A. B. C., Barbalho, M., Gentil, P. V., & Coswig, V. S. (2020). Cluster-sets resistance training induce similar functional and strength improvements than the traditional method in postmenopausal and elderly women. *Experimental Gerontology*, 138, 111011.

Fariñas, J., Mayo, X., Giraldez-García, M. A., Carballeira, E., Fernandez-Del-Olmo, M., Rial-Vazquez, J., ... & Iglesias-Soler, E. (2019). Set Configuration in Strength Training Programs Modulates the Cross Education Phenomenon. *Journal of strength and conditioning research*.



García-Ramos, A., Padial, P., Haff, G. G., Argüelles-Cienfuegos, J., García-Ramos, M., Conde-Pipó, J., & Feriche, B. (2015). Effect of different interrepetition rest periods on barbell velocity loss during the ballistic bench press exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(9), 2388-2396.

García-Ramos, A., González-Hernández, J. M., Baños-Pelegrín, E., Castaño-Zambudio, A., Capelo-Ramírez, F., Boullosa, D., ... & Jiménez-Reyes, P. (2020). Mechanical and metabolic responses to traditional and cluster set configurations in the bench press exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(3), 663-670.

García Manso, J. M., Valverde, T., Arrones, L., Navarro Valdivielso, M. E., Martin Dantas, E. H., Silva-Grigoletto, D., & Marzo, E. (2016). Effects of intra-set rest on the ability to repeat work at maximal isometric strength. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*.

Girman, J. C., Jones, M. T., Matthews, T. D., & Wood, R. J. (2014). Acute effects of a cluster-set protocol on hormonal, metabolic and performance measures in resistance-trained males. *European journal of sport science*, 14(2), 151-159.

González-Hernández, J. M., García-Ramos, A., Castaño-Zambudio, A., Capelo-Ramírez, F., Marquez, G., Boullosa, D., & Jiménez-Reyes, P. (2020). Mechanical, metabolic, and perceptual acute responses to different set configurations in full squat. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(6), 1581-1590.

Haff, G. G., Hobbs, R. T., Haff, E. E., Sands, W. A., Pierce, K. C., & Stone, M. H. (2008). Cluster training: A novel method for introducing training program variation. *Strength & Conditioning Journal*, 30(1), 67-76.

Hansen, K. T., Cronin, J. B., & Newton, M. J. (2011). The effect of cluster loading on force, velocity, and power during ballistic jump squat training. *International journal of sports physiology and performance*, 6(4), 455-468.

Hardee, J. P., Lawrence, M. M., Zwetsloot, K. A., Triplett, N. T., Utter, A. C., & McBride, J. M. (2013). Effect of cluster set configurations on power clean technique. *Journal of sports sciences*, 31(5), 488-496.

Hongu, N., Wells, M. J., Gallaway, P. J., & Bilgic, P. (2015). Resistance training: health benefits and recommendations. *Univ Arizona Coop Ext*, 21, 718-728.

Iacono, A. D., Martone, D., & Hayes, L. (2020). Acute mechanical, physiological and perceptual responses in older men to traditional-set or different cluster-set configuration resistance training protocols. *European Journal of Applied Physiology*, 120(10), 2311-2323.

Iglesias-Soler, E., Carballeira, E., Sánchez-Otero, T., Mayo, X., & Fernández-del-Olmo, M. (2014). Performance of maximum number of repetitions with cluster-set configuration. *International journal of sports physiology and performance*, 9(4), 637-642.

Iglesias-Soler, E., Fernández-del-Olmo, M., Mayo, X., Fariñas, J., Río-Rodríguez, D., Carballeira, E., ... & Tuimil, J. L. (2017). Changes in the force-velocity mechanical profile after short resistance training programs differing in set configurations. *Journal of applied biomechanics*, 33(2), 144-152.

Iglesias-Soler, E., Mayo, X., Río-Rodríguez, D., Carballeira, E., Fariñas, J., & Fernández-Del-Olmo, M. (2016). Inter-repetition rest training and traditional set configuration produce similar strength gains without cortical adaptations. *Journal of sports sciences*, 34(15), 1473-1484.

Jukic, I., Ramos, A. G., Helms, E. R., McGuigan, M. R., & Tufano, J. J. (2020). Acute effects of cluster and rest redistribution set structures on mechanical, metabolic, and perceptual fatigue during and after resistance training: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 1-28.

Koefoed, N., Lerche, M., Jensen, B. K., Kjær, P. I. A., Dam, S., Horslev, R., & Hansen, E. A. (2018). Peak power output in loaded jump squat exercise is affected by set structure. *International journal of exercise science*, 11(1), 776.

Kraemer, W. J., Ratamess, N. A., & French, D. N. (2002). Resistance training for health and performance. *Current sports medicine reports*, 1(3), 165-171.

Krzysztofik, M., Wilk, M., Wojdała, G., & 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.

Latella, C., Teo, W. P., Drinkwater, E. J., Kendall, K., & Haff, G. G. (2019). The acute neuromuscular responses to cluster set resistance training: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 49(12), 1861-1877.

Mayo, X., Iglesias-Soler, E., & Fernández-Del-Olmo, M. (2014). Effects of set configuration of resistance exercise on perceived exertion. *Perceptual and motor skills*, 119(3), 825-837.

Mayo, X., Iglesias-Soler, E., & Kingsley, J. D. (2019). Perceived exertion is affected by the submaximal set configuration used in resistance exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(2), 426-432.

Mora-Custodio, R., Rodríguez-Rosell, D., Yáñez-García, J. M., Sánchez-Moreno, M., Pareja-Blanco, F., & González-Badillo, J. J. (2018). Effect of different inter-repetition rest intervals across four load intensities on velocity loss and blood lactate concentration during full squat exercise. *Journal of sports sciences*, 36(24), 2856-2864.

Morales-Artacho, A. J., Padial, P., García-Ramos, A., Pérez-Castilla, A., & Feriche, B. (2018). Influence of a cluster set configuration on the adaptations to short-term power training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(4), 930-937.

Morales-Artacho, A. J., García-Ramos, A., Pérez-Castilla, A., Padial, P., Gomez, A. M., Peinado, A. M., ... & Feriche, B. (2019). Muscle activation during power-oriented resistance training: continuous vs. cluster set configurations. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33, S95-S102.

Moreno, S. D., Brown, L. E., Coburn, J. W., & Judelson, D. A. (2014). Effect of cluster sets on plyometric jump power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(9), 2424-2428.

Naclerio, F., & Fernandez, D. F. (2011). Entrenamiento de la fuerza y su relación con la prevención de las lesiones en el deporte. *Departamento de Fisiología. León: Universidad de León*, 433-435.

Nickerson, B. S., Mangine, G. T., Williams, T. D., & Martinez, I. A. (2018). Effect of cluster set warm-up configurations on sprint performance in collegiate male soccer players. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 43(6), 625-630.

Oliver, J. M., Jagim, A. R., Sanchez, A. C., Mardock, M. A., Kelly, K. A., Meredith, H. J., ... & 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., & 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.

Oliver, J. M., Kreutzer, A., Jenke, S., Phillips, M. D., Mitchell, J. B., & Jones, M. T. (2015). Acute response to cluster sets in trained and untrained men. *European journal of applied physiology*, 115(11), 2383-2393.

Oliver, J. M., Kreutzer, A., Jenke, S. C., Phillips, M. D., Mitchell, J. B., & Jones, M. T. (2016). Velocity drives greater power observed during back squat using cluster sets. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(1), 235-243.

- Padilla Colón, C. J., Sánchez Collado, P., & Cuevas, M. J. (2014). Beneficios del entrenamiento de fuerza para la prevención y tratamiento de la sarcopenia. *Nutrición Hospitalaria*, 29(5), 979-988.
- Paton, C. D., & Hopkins, W. G. (2005). Combining explosive and high-resistance training improves performance in competitive cyclists. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(4), 826-830.
- Ramirez-Campillo, R., Alvarez, C., García-Hermoso, A., Celis-Morales, C., Ramirez-Velez, R., Gentil, P., & Izquierdo, M. (2018). High-speed resistance training in elderly women: effects of cluster training sets on functional performance and quality of life. *Experimental gerontology*, 110, 216-222.
- Rial-Vázquez, J., Mayo, X., Tufano, J. J., Fariñas, J., Rúa-Alonso, M., & Iglesias-Soler, E. (2020). Cluster vs. traditional training programmes: changes in the force–velocity relationship. *Sports biomechanics*, 1-19.
- Río-Rodríguez, D., Iglesias-Soler, E., & Fernández del Olmo, M. (2016). Set configuration in resistance exercise: muscle fatigue and cardiovascular effects. *PLoS one*, 11(3), e0151163.
- Stone, J. D., King, A. C., Goto, S., Mata, J. D., Hannon, J., Garrison, J. C., ... & Oliver, J. M. (2019). Joint-level analyses of the back squat with and without intraset rest. *International journal of sports physiology and performance*, 14(5), 583-589.
- Stricker, P. R., Faigenbaum, A. D., McCambridge, T. M., & COUNCIL ON SPORTS MEDICINE AND FITNESS (2020). Resistance Training for Children and Adolescents. *Pediatrics*, 145(6), e20201011. <https://doi.org/10.1542/peds.2020-1011>
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. (2018). The importance of muscular strength: training considerations. *Sports medicine*, 48(4), 765-785.
- Torrejón, A., Janicijevic, D., Haff, G. G., & García-Ramos, A. (2019). Acute effects of different set configurations during a strength-oriented resistance training session on barbell velocity and the force–velocity relationship in resistance-trained males and females. *European journal of applied physiology*, 119(6), 1409-1417.
- Totó, E. C. D. C., Conceição, M. S., Vieira, A., Pareja-Blanco, F., Bottaro, M., & Boullosa, D. (2020). Are cluster sets an effective method to induce muscular hypertrophy in response to resistance training?. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, 42.
- Tufano, J. J., Brown, L. E., & Haff, G. G. (2017). Theoretical and practical aspects of different cluster set structures: a systematic review. *Journal of strength and conditioning research*, 31(3), 848-867.

Tufano, J. J., Conlon, J. A., Nimphius, S., Brown, L. E., Petkovic, A., Frick, J., & Haff, G. G. (2017). Effects of cluster sets and rest-redistribution on mechanical responses to back squats in trained men. *Journal of human kinetics*, 58(1), 35-43.

Tufano, J. J., Conlon, J. A., Nimphius, S., Brown, L. E., Seitz, L. B., Williamson, B. D., & Haff, G. G. (2016). Maintenance of velocity and power with cluster sets during high-volume back squats. *International journal of sports physiology and performance*, 11(7), 885-892.

Tufano, J. J., Conlon, J. A., Nimphius, S., Oliver, J. M., Kreuzer, A., & Haff, G. G. (2019). Different cluster sets result in similar metabolic, endocrine, and perceptual responses in trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(2), 346-354.

Tufano, J. J., Halaj, M., Kampmiller, T., Novosad, A., & Buzgo, G. (2018). Cluster sets vs. traditional sets: Levelling out the playing field using a power-based threshold. *PloS one*, 13(11), e0208035.

Varela-Olalla, D., Romero-Caballero, A., Campo-Vecino, D., & Balsalobre-Fernández, C. (2020). A Cluster Set Protocol in the Half Squat Exercise Reduces Mechanical Fatigue and Lactate Concentrations in Comparison with A Traditional Set Configuration. *Sports*, 8(4), 45.

Wagle, J. P., Taber, C. B., Carroll, K. M., Cunanan, A. J., Sams, M. L., Wetmore, A., ... & Stone, M. H. (2018). Repetition-to-repetition differences using cluster and accentuated eccentric loading in the back squat. *Sports*, 6(3), 59.

Wetmore, A. B., Wagle, J. P., Sams, M. L., Taber, C. B., DeWeese, B. H., Sato, K., & Stone, M. H. (2019). Cluster set loading in the back squat: kinetic and kinematic implications. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33, S19-S25.