

Abiaduran oinarritutako indar-entrenamendurako funtsezko gida, berrikuspen narratiboa

Iñigo Goicoechea-Pellejero¹, Aitor Pinedo-Jauregi^{2,3,4}, Jon Mikel Picabea^{3,4},
Eñaut Ozaeta-Beaskoetxea¹

¹Gorputz eta Kirol Hezkuntza Saila, Hezkuntza eta Kirol Fakultatea (EHU)

²AKTIBOKi ikerketa-taldea, Gorputz eta Kirol Hezkuntza Saila (EHU)

³GIKAFIT ikerketa taldea, Gorputz eta Kirol Hezkuntza Saila, (EHU)

⁴Bioaraba, Jarduera Fisikoa, Ariketa Fisiko eta Osasun Taldea

Indar-entrenamenduan kargaren intentsitatea dosifikatzeko erabili izan diren adierazleekin entrenamendua planifikatzeko zailtasunak sor daitezke eta, horregatik, zenbait metodologia erabili behar dira. Lan honen helburua da indar-entrenamenduan exekuzio-abiaduraren monitorizazioa aztertzea, zehazki, kargen intentsitatearen preskripziorako, kargen bolumenaren preskripziorako, kirolarien ebaluazio neuromuskularrerako, eta feedbacka jasotzearen inpaktua aztertzeke. Exekuzio-abiadura entrenamendu-kargen intentsitatearen preskripziorako modu desberdinetan erabil daitekeela ikusi da. Gainera, karga/abiadura erlazio orokorra eta karga/abiadura erlazio indibiduala aztertu dira eta bakoitzaren onurak eta arazoak erakutsi dira. Exekuzio-abiaduraren bitartez, kargen bolumenaren kontrole-rako abiadura-galeraren portzentaje ezberdinak erabiltzeak zer eragiten duen erakutsi da. Feedbackaren eraginari dagokionez, ikusi da errepikapen bakoitzaren ondorengo feedbacka dela egokiena. Amaitzeko, errendimendu neuromuskularraren ebaluaziorako bi metodo aurkeztu dira. Indar-entrenamenduan, exekuzio-abiaduraren bitartez kargak hobeto preskribatu, kontrolatu eta ebaluatu daitezkeela ondorioztatu da. Beraz, entrenatzaileei exekuzio-abiadura erabiltzea gomendatzen zaie.

GAKO-HITZAK: Indar-entrenamendua · Exekuzio-abiadura · Monitorizazioa.

Velocity based strength training guide, narrative review

Difficulties can occur when using traditional indicators to dose load intensity in resistance training, requiring alternative methods. This work examines movement velocity as a tool for prescribing load intensity, training volume, assessing neuromuscular performance, and analyzing feedback effects. Movement velocity has proven useful in various ways for load prescription, with both general and individual load-velocity relationships analyzed. Using different percentages of velocity loss to control training volume has demonstrated effective outcomes. Providing feedback after each repetition appears to be the most effective approach. Two methods for assessing neuromuscular performance are also presented. The conclusion highlights that load prescription, control, and evaluation can be improved through movement velocity, making it a valuable tool for coaches. Therefore, it is recommended that coaches incorporate movement velocity into their training practices.

KEY WORDS: Resistance training · Lifting velocity · Monitoring.

<https://doi.org/10.26876/uztaro.5187>

Jasotze-data: 2024-11-29

Onartze-data: 2025-01-21

1. Sarrera

Entrenamendua kirol-diziplina desberdinetan markak gainditzeko erabiltzen da, eta indarraren entrenamendua kirol-errendimendua hobetzeko metodo eraginkorra dela erakutsi da (Billat, 2002; Katch *et al.*, 2015); izan ere, entrenamendu mota honek indar maximoa, hipertrofia, abiadura, potentzia eta muskulu-erresistentzia lokala handitu ohi ditu (Kraemer & Ratamess, 2004; Tous, 1999). Kirol askotan funtsezkoa da indarra denbora-tarte labur batean sortzeko ahalmena izatea (García Manso *et al.*, 2012; Tous, 1999), horren adibide dira herri-kirolak, atletismoa, futbola, boleibola edo esku-pilota. Kirol hauen entrenamenduaren helburua atletak ahalik eta indar handiena denbora-tarte batean aplikatzeko gai izatea da; gorputza edo higikaria ahalik eta azkarren mugitzeko (García Manso *et al.*, 2012). Indarrak definizio ugari ditu, Badillok eta Serna Rivasek (2019), adibidez, barne- eta kanpo-indarra bereizi zituzten barne-indarra muskuluak sortzen duen tentsio bezala azalduta eta kanpo-indarra gainditu beharreko erresistentzia bezala azalduta, hau da, aplikatutako indarra muskuluan sortutako barne-tentsioaren kanpoko adierazpena da. Indarraren manifestazio hau neurtzeko baliozko aldagaia abiadura da, horrela karga beraren aurrean indar gehiago edo gutxiago aplikatzen den adierazten baitu (González-Badillo & Serna Rivas, 2019).

Indarraren entrenamenduan intentsitatea neurtzeko zenbait metodo erabili izan dira, ohikoenak errepikapen maximoa (1RM) eta errepikapen maximoen kopuru zehatza (nRM) izan direlarik. 1RMa ariketa jakin batean akzio dinamiko zentrokide bat behin bakarrik mugi daitekeen karga maximoa (masa) da eta nRMan, aldiz, subjektu batek errepikapen kopuru zehatz batean mugi dezakeen karga maximoari dagokio. Balio hauen arabera 1RMaren eta nRMaren portzentajeen arabera entrena daiteke. Instrumentu tradizional honen arabera entrenatzeak onura batzuk izan ditzakeen arren, kontuan hartu beharreko honako eragozpen hauek ditu (González-Badillo *et al.*, 2017).

- 1RMaren balio teorikoa egunaren arabera aldatu egiten da. Horregatik, programatutako entrenamenduaren eta egiten denaren artean desberdintasunak egon daitezke.
- Gazte edo esperientziarik gabeko kirolarietan, 1RMaren balio erreala nahiko azkar alda daiteke entrenamendu-saio gutxi batzuen ondoren; aldiz, eskarmentu handiko kirolariak beren RM-balioen azpitik egon ohi dira denbora luzez.
- Normalean 1RMa ez da ondo neurtzen eta gutxiesteko joera dago.
- 1RMaren portzentajeen arabera entrenatzeak eskatzen duen esfortzua desberdina da ariketaren arabera, hau da, 1RMaren % 70 ariketaren arabera desberdina da.
- 1RM-test bat egiteak denbora asko darama subjektu bakoitzarentzat, eta, horregatik, ez da oso praktikoa izaten talde handiekin aurrera eramateko.

Beraz, intentsitatea neurtzeko metodologia hauek erabiliz, ezin da benetan jakin zer karga aplikatzen den eta arazoak sor daitezke entrenamendua planifikatzeko,

kontrolatzeko eta ebaluatzeko. Arazo nagusietako bat da kirolariek errendimendua maximizatzeko egiten duten entrenamendu-karga objektiboki kuantifikatzea eta kontrolatzea. Arazo horren aurrean, exekuzio-abiadura (EA) erabil daiteke indar-entrenamenduan intentsitate egokia zehazteko (González-Badillo, 1991), EAK kirolariak karga bat mugitzeko erabilitako abiadura neurtzen du. Normalean m/s-tan adierazten da. González-Badilloren (1991) ideiatik abiatuta, exekuzio-abiaduran oinarritutako indar-entrenamendua sortu zen (AOE). AOEari definizio asko eman zaizkio, eta funtsean entrenamendu-praktika hobetzeko edo entrenamenduaz informatzeko abiadura erabiltzean datza. Definizio honek EAren entrenamenduhelburuak lortzen laguntzen duten entrenamendu-aplikazio zabala hartzen du kontuan eta lau aplikazio-eremutan sailka daiteke (Weakley *et al.*, 2021).

1. EA erabiltzea feedbacka emateko.
2. EA erabiltzea entrenamendu-kargaren intentsitatea preskribatzeko.
3. EA erabiltzea entrenamendu-bolumena preskribatzeko.
4. EA erabiltzea errendimendua ebaluatzeko.

EA errepikapenaren zati zentrokidearen abiadurarekin lotutako aldagaien neurketan eta monitorizazioan oinarritzen da, aldagai nagusiak honakoak direlarik:

- Batez besteko abiadura propultsiboa (BBAP): ariketa bateko zati zentrokidearen azelerazioa grabitatearen azelerazioa ($9,81 \text{ m/s}^2$) baino txikiagoa den arteko batez besteko abiadurari dagokio.
- Batez besteko abiadura (BBA): ariketa bateko zati zentrokidean batez besteko abiadurari dagokio.
- Abiadura maximoa (Amax): ariketa bateko zati zentrokidean lortzen den abiadura maximoari dagokio.

Lan honetan, indar-entrenamenduan EAren erabilerak dituen ekarpenak aztertuko dira berrikuspen narratiboaren formatuan. Helburua da kirol-errendimendua hobetzeko indar-entrenamenduan aipatutako lau aplikazio-eremuetan exekuzio-abiaduraren monitorizazioa aztertzea. Hipotesia da exekuzio-abiaduraren bitartez, kargak hobeto preskribatu, kontrolatu eta ebaluatu daitezkeela kirol-errendimendura bideratutako indar-entrenamenduan.

2. Exekuzio-abiadura indar-entrenamenduan

2.1. Exekuzio-abiadura entrenamendu-kargen intentsitatearen preskripziorako

Atal honetan literatura zientifikoa dauden karga/abiadura erlazio mota nagusiak biltzen dira.

2.1.1. Karga/abiadura erlazio orokorra

BBAParen eta 1RMaren artean korrelazioa aurkitu zuen lehen ikerlana Smith makinako bularreko bultzada (BB) ariketan egin zen eta 1RM kargaren batez

besteko abiadura $0,16 \pm 0,04$ m/s zela aurkitu zuten (González-Badillo & Medina, 2010). Ondoren, beste ikerketa batzuek ere emaitza berak lortu zituzten (García-Ramos *et al.*, 2018; Helms *et al.*, 2017; Sánchez-Medina *et al.*, 2014).

1RMaren abiadura, ordea, ariketaren araberakoa da. 1. taulan ikus daitekeen bezala, ariketa bakoitzak bere 1RMaren abiadura dauka. Lan honetan zortzi ariketa hauek aztertuko dira; izan ere, ariketa hauek dira literatura zientifikoan gehien aztertu direnak.

1. taula. 1RMaren abiadurak ariketa ezberdinetan.

ARIKETA	1RM ABIADURA	ERREFERENTZIAK
Bularreko bultzada (BB)	0,17 m/s	(García-Ramos <i>et al.</i> , 2018; González-Badillo & Sánchez-Medina, 2010; Helms <i>et al.</i> , 2017; Sánchez-Medina <i>et al.</i> , 2014)
Ahoz beherako arraunketa (ABA)	0,50 m/s	(García-Ramos <i>et al.</i> , 2019; Loturco <i>et al.</i> , 2021; Sánchez-Medina <i>et al.</i> , 2014).
Prono igokada (PI)	0,23 m/s	(Muñoz-López <i>et al.</i> , 2017; Sánchez-Moreno <i>et al.</i> , 2017)
Eseritako bultzada militarra (EBM)	0,19 m/s	(Balsalobre-Fernández <i>et al.</i> , 2018; García-Ramos, Suzovic, <i>et al.</i> , 2021)
Tiraldia bularrera (TB)	0,47 m/s	(Pérez-Castilla <i>et al.</i> , 2021).
Eseritako arrauna (EA)	0,40 m/s	(Pérez-Castilla <i>et al.</i> , 2021)
Sentadilla (S)	0,30 m/s	(Conceição <i>et al.</i> , 2016; Helms <i>et al.</i> , 2017; Sánchez-Medina & González-Badillo, 2011).
Pisu hila (PH)	0,15 m/s	(Helms <i>et al.</i> , 2017; Lake <i>et al.</i> , 2017; Ruf <i>et al.</i> , 2018)
Aldakako estentsioa (AE)	0,25 m/s	(de Hoyo <i>et al.</i> , 2021)
Hanken bultzada (HB)	0,21 m/s	(Conceição <i>et al.</i> , 2016)

1. taulan ikus daitekeen bezala, 1RMaren abiadurak 0,15 m/s-tik (PH) 0,50 m/s-ra (ABA) doaz, baina nahiz eta jakin 1RMaren abiadura ariketa bakoitzean zein den, entrenamenduak jartzeko orduan azpikargak erabiltzen dira. Aurretik aipatutako ikerketek erakutsi zuten azpikarga hauek ere bazutela haien abiadura; eta EAren eta kargaren artean korrelazioa ikusi ondoren, bi aldagaiak erlazionatzen zituzten formula orokorrak atera zituzten. 2. taulan ikerketa hauetatik lortutako emaitzen formulak erakusten dira eta EAren (BBA edo BBAP) eta %1RMaren arteko erlazioa nolakoa den erakusten da; proposamen batzuk linealak dira eta beste batzuk bigarren mailako polinomioak dira. 2. taulan ikusten da ariketa berak formula bat baino gehiago dituela, hauek aurretik aipatutako ikerlan desberdinetatik ateratako formulak dira eta 1. taulako ordena berean daude.

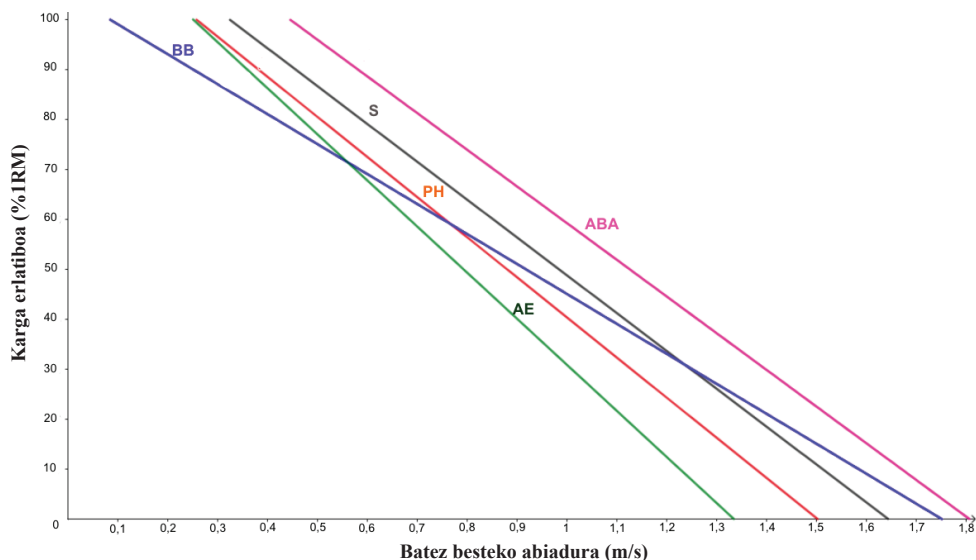
2. taula. Azpikargen abiadurak ariketa ezberdinetan.

ARIKETA	FORMULA	NEURRI ESTATISTIKOAK	ERREF.
BB	$BBA = -0,0175 \cdot 1RM + 1,931$	$R^2 = 0,981$; $SEE = 0,067$; $N = 508$	(García-Ramos <i>et al.</i> , 2018; González-Badillo & Sánchez-Medina, 2010; Helms <i>et al.</i> , 2017; Sánchez-Medina <i>et al.</i> , 2014)
	$BBAP = 0,00003 \cdot \%1RM^2 - 0,0204 \cdot \%1RM + 1,889$	$R^2 = 0,98$; $SEE = 0,06$; $N = 1.596$	
	$BBAP = 3.849 \cdot 10^{-5} \cdot \%1RM^2 - 0,0209 \cdot \%1RM + 1,886$	$R^2 = 0,97$; $SEE = 0,076$; $N = 626$	
	$\%1RM = -0,6 \cdot BBAP + 1,051$	$R^2 = 0,81$	
ABA	$\%1RM = -73,452$	$R^2 = 0,9088$; $SEE = 6,27$	(García-Ramos <i>et al.</i> , 2019; Loturco <i>et al.</i> , 2021; Sánchez-Medina <i>et al.</i> , 2014).
	$BBA + 132,74$	$R^2 = 0,94$; $SEE = 0,089$; $N = 532$	
	$BBAP = 3,106 \cdot 10^{-5} \cdot \%1RM^2 - 0,0182 \cdot \%1RM + 2,043$	$R^2 = 0,93$; $F = 1943,1$; $N = 532$	
	$BBA = -0,0125$ $\%1RM^2 + 1,704$		
S	$BBAP = -0,0132$ $1RM + 1,646$	$R^2 = 0,95$ $R^2 = 0,83$	(Conceição <i>et al.</i> , 2016; Helms <i>et al.</i> , 2017;).
	$\%1RM = -0,0449 \cdot BBAP + 1,096$		
PH	$BBA = -1,245 \cdot \%1RM + 1,503$	$r = -0,986$ [-0,989, -0,981]	(Helms <i>et al.</i> , 2017; Ruf <i>et al.</i> , 2018)
	$\%1RM = -0,6 \cdot BBAP + 1,076$	$R^2 = 0,85$	
AE	$\%1RM = -92,29 \cdot BA + 123,21$	$R^2 = 0,94$; $SEE = 7,01$; $N = 944$	(de Hoyo <i>et al.</i> , 2021)

Oharra: BB: Bularreko bultzada; ABA: Ahoz beherako arraunketa; S: Sentadilla; PH: Pisu hila; AE: Aldakako estentsioa; BBA: Batez besteko abiadura; BBAP: Batez besteko abiadura propultsiboa; 1RM: Errepikapen maximoa; SEE: Estimazioaren errore estandarra; R^2 : determinazio-koefizientea; r: Pearson-en korrelazio-koefizientea.

Puntu honetara iritsita, kargaren (%1RM) eta EAren arteko erlazio orokorra 1RMa estimatzeko eta honen portzentajeen arabera entrenatzeko erabil daitekeela ikusi da. Metodo orokor hauek azkarrak eta ziurrak dira karga/abiadura profil orokorrak sortzeko, baina aurrerago azalduko diren arazoak dauzka.

Karga/abiadura erlazio orokorreari dagokienez, 1. irudian %1RMari dagozkion batez besteko abiadura-balioak ageri dira eta ikus daitekeen bezala, abiadura berak ariketaren arabera intentsitate-maila desberdina eragiten du. Erlazio orokor hauek hobekuntza nabarmena dakarte abiadura-zona orokorreko eta entrenamendu tradizionalarekiko, kontuan hartzen baititu ariketa bakoitzaren ezaugarriak, baina honako zazpi arazo hauek dauzka (García-Ramos, 2024).



1. irudia. Karga/abiadura erlazio orokorrak BB, ABA, PH, AE eta S ariketetan.

Oharra: BB: Bularreko bultzada; ABA: Ahoz beherako arraunketa; PH: Pisu hila; AE: Aldakako estentsioa eta S: Sentadilla (elaborazio propioa).

Metodologia honek dituen arazoak:

1. arazoa: %1RM/abiadura erlazioa ariketaren moldaeraren arabera da. Hau da, ariketan aldaketak egiteak, hala nola luzatze-uzkurtze zikloa sartzeak, ariketa balistikoki egiteak eta/edo mugimendu-tartea aldatzeak, eragin nabarmena izan dezake %1RM/abiadura erlazioan (García-Ramos, 2024).

2. arazoa: %1RM/abiadura erlazioa sexuarekiko espezifiko da. Hau da, gizonezkoek EA altuagoak daukate karga erlatibo berdinetan (%1RM) emakumeekin alderatuta. Desberdintasun hauek karga baxuekin nabarmenagoak dira karga altuekin baino (García-Ramos, 2024).

3. arazoa: %1RM/abiadura erlazioa adinaren arabera da. Hau da, gazteek EA altuagoak daukate karga erlatibo berdinetan (%1RM) helduekin alderatuta. Desberdintasun hauek karga baxuekin nabarmenagoak dira karga altuekin baino. Beste modu batera esanda, adinean aurrera egitean %1RM/abiadura erlazioaren malda apaldu egiten da, fenomeno hau gazteek karga baxuetan EA altuagoak daukatelako gertatzen da, eta desberdintasun hauek gradualki gutxitzen dira kargak igotzen joan ahala (García-Ramos, 2024).

4. arazoa: %1RM/abiadura erlazioa neurgailuarekiko espezifiko da. EA neurtzeko normalean erabiltzen diren hainbat gailutan errore sistematikoa ikusi da. Beraz, erlazio orokor hauek erabiltzen den aparailuarekin harremana dute eta entrenatzaileek erabiltzen duten gailua ez bada ikerketan erabilitakoa zehaztasuna galtzen da %1RM/abiadura erlazioan (García-Ramos, 2024).

5. arazoa: %1RM/abiadura erlazioa ekipoarekiko espezifikoa da. Hau da, karga/abiadura erlazio orokorra testuinguruaren arabera aldatu egiten da. Hala nola PH ariketan straps-ak erabili eta erabili gabe edo BB ariketa Smith makinan edo libre eginda (García-Ramos, 2024).

6. arazoa: %1RM/abiadura erlazioa subjektuarekiko espezifikoa da. Hau da, ikerketek garbi erakutsi dute %1RM/abiadura erlazioa fenomeno indibiduala dela (García-Ramos, 2024). 2.1.2. puntuan landuko da erlazio hau.

7. arazoa: %1RM/abiadura erlazioa entrenamenduaren arabera espezifikoa da. Hau da, indar-entrenamenduaren programak abiadurara orientatuta doazenean, adibidez karga erlatibo baxuekin, %1RM/abiadura erlazioan aldaketak egon ziren sentadilla eta BB ariketetan (García-Ramos, 2024; Pérez-Castilla & García-Ramos, 2020).

Hastapenean eta beste aukerarik izan ezean agian onar daitezkeen akatsak dira, baina goi-errendimenduan profil orokor hauek ez dira egokiak kirolariekin entrenatzeko.

2.1.2. Karga/abiadura erlazio indibiduala

Aurretik esandako arazo guztiak kontuan hartuta, karga/abiadura erlazio indibiduala zertan oinarritzen den aztertuko da. Karga erlatiboaren (%1RM) eta EAren arteko banakako erlazioa ezartzeko honako hiru metodo hauek dira ohikoenak: 1RMaren balorazio zuzena bi saiotan (Banyard *et al.*, 2018), 1RMaren balorazio zuzena saio batean (Flanagan & Jovanovi, 2014) eta saio batean 1RMaren balorazioa haren neurketa zuzenik gabe (Pérez-Castilla *et al.*, 2020). Lehenengo bi ikuspegiek 1RMaren zuzeneko ebaluazioa eskatzen dute, eta hirugarrenak ez. AOEaren abantaila nagusietako bat proba maximoak saihestea denez, lan honetan 1RMaren zuzeneko ebaluazioa behar ez duen metodologia soilik hartuko da kontuan karga/abiadura erlazio indibiduala aztertzeko.

Banakako karga/abiadura (L/V) erlazioak abiadura-zonekin edo L/V erlazio orokorrekin alderatuta kritikatuak izan dira askotan proba-prozedura luzeagoak, neketsuagoak eta konplexuagoak direlako. Hala ere, ikusi da badaudela prozedura laburragoak eta ez hain neketsuak banakako L/V erlazioak errazago ezartzeko, hala nola 2 puntuko metodoaren erabilera (hau da, batez besteko abiadura 2 kargaren aurrean erregistratzea).

2 puntuko metodoa baieztapen honetan oinarritzen da: EAK alderantzizko erlazio lineala du aplikatutako kanpo-indarrarekin (newtonetan) eta kargarekin (kilogramotan), eta probaren baldintzekiko (isoinertziala edo isozinetikoa) eta erlazio motarekiko (indar/abiadura (F/V) edo karga/abiadurarekiko (L/V)) independentea da. Beraz, erregresio-eredu bat aplika dakieke indarraren (edo kargaren) eta abiaduraren artean (García-Ramos, 2023b). Hala ere, garrantzitsua da aipatzea indar-abiadura eta karga/abiadura erlazioen zehaztasuna ez dela perfektua, eta ondorengo puntu hauek kontuan hartzea garrantzitsua da.

1. Muturreko 2 puntu esperimentalen arteko distantzia:

F/V eta L/V erlazioen malda egonkorragoa izatea espero da, puntu esperimentalen arteko distantziak handitu ahala (García-Ramos, 2023b).

2. Intereseko aldagaiaren eta puntu esperimental hurbilenaren arteko distantzia:

Puntu esperimentaletik zenbat eta handiagoa izan estrapolazioa, orduan eta txikiagoa izango da emaitzaren fidagarritasuna eta zehaztasuna. Beraz, interesgarria da puntu esperimentalak intereseko aldagaietatik ahalik eta hurbilen kokatzea, haien fidagarritasuna eta zehaztasuna maximizatzeko. Adibidez, F/V erlazioari dagokionez, muskuluen ahalmen mekaniko maximoa abiadura sortzeko (V_0) txirindularitzan, muskuluen ahalmen mekaniko maximoa indarra sortzeko (F_0) baino fidagarritasun handiagoz lor daiteke; izan ere, zereginaren eraginez, puntu esperimental V_0 tik hurbilago dago txirindularitzan, eta F_0 tik hurbilago, berriz, jauzian. L/V erlazioari dagokionez, 1RMa estimatzeko L/V erlazioaren zehaztasuna pixkanaka txikitzen da, erabilitako karga handienarekin lotutako puntu esperimentaletik 1RMaren abiadurara distantzia handitzen bada (García-Ramos, 2023b).

3. Puntu esperimentalen fidagarritasuna:

Neurketa errepikatuen ondoren aldakortasun handiagoa duten puntu esperimentalek F/V eta L/V erlazioen fidagarritasuna eta zehaztasuna galtzea ekar dezakete. Beraz, ikertzaileen kezka komuna izan da ea puntu esperimentalen fidagarritasuna nabarmen murrizten duen F/V (edo L/V) erlazioaren puntu jakin bat dagoen bereiztea (García-Ramos, 2023b). Jauzi bertikaletan, jauziaren altueraren fidagarritasuna nabarmen murrizten zen 10 cm baino txikiagoa zenean, eta horrek azal dezake zergatik murrizten den F/V erlazioko parametroen fidagarritasuna 10 cm baino gutxiagoko jauzi-altuerarekin lotutako puntu esperimentaltzat hartzen direnean F/V erlazioa modelatzeko (García-Ramos, *et al.*, 2021; Pérez-Castilla, *et al.*, 2020).

4. Puntu esperimentalen kopurua:

F/V eta L/V erlazioak modelizatzeko kontuan hartutako puntu esperimentalen kopuruak eragin txikia du zehaztasunean. Izan ere, F/V eta L/V erlazioen 2 puntu esperimental distalek eragin handiagoa dute tarteko puntu esperimentalek baino. Beraz, puntu esperimentalen arteko distantzia puntu kopurua baino garrantzitsuagoa da (García-Ramos, 2023b).

Atal honekin amaitzeko, literaturan exekuzio-abiadura entrenamendu-kargen intentsitatearen preskripziorako modu desberdinetan ikusi da. Karga/abiadura erlazio orokorrek kontuan hartzen dituzte ariketa bakoitzaren berezitasunak, baina hala ere orokorrak direnez, akatsak dituzte eta entrenatzaileek horiek onartzeko prest dauden ikusi behar dute. Amaitzeko, karga/abiadura erlazio indibiduala aztertu da eta metodologia hau erabiltzeko kontuan hartu beharreko puntuak azaldu dira. Azken metodologia honek denbora gehiago eskatzen du, baina kirolari bakoitzari indibidualizatutako profila sortzea ahalbidetzen du. Behin profila sortuta, horren

arabera entrena daiteke eta gainera kirolariak ebaluatzeko ere balio du (hori 4.4. puntuan landuko da).

2.2. Exekuzio-abiadura entrenamendu-kargen bolumenaren preskripziorako

Indar-entrenamenduan, bolumena, egindako serie kopurua eta serieetan egindako errepikapen kopurua kontuan hartuz neurtzen da. Erraza eta eraginkorra den arren, ez du kontuan hartzen estres fisiologiko eta psikologikoa, ezta gizabanakoen artean egon daitezkeen aldakortasunak ere. Alde horretatik, kirol-zientzialariek EA entrenamendu-bolumenaren preskripziorako erabilgarria den aztertu dute aurretik aipatutako mugak gainditzeko asmoz (Weakley *et al.*, 2021). Indar-entrenamenduan, ariketa bat egitean nekea handitu ahala, muskulu-zuntzen laburtze-abiadura, erlaxazio-denbora eta indarra sortzeko ahalmena murriztu egiten dira, eta, ondorioz, EA ere murriztu egiten da (González-Badillo *et al.*, 2017; Sánchez-Medina & González-Badillo, 2011). Gainera, erantzun mekanikoaren (abiadura-galera) eta metabolikoaren (laktato eta amoniakoa) arteko korrelazio handiek indartu egiten dute abiadura-galeraren erabilera erantzun neuromuskularra objektiboki kuantifikatzeko (Sánchez-Medina & González-Badillo, 2011). EAren galera entrenamendu-kargen preskripziorako modu ezberdinetan erabil daiteke. Erabilera bat da abiadura-muga absolutuak jartzea, hau da, seriea bukatzea zehaztutako abiadurara iristean. Beste aukera bat da nRM/abiadura erlazioan oinarritzea; lehen errepikapenaren abiaduran egin daitezkeen errepikapenak zehazten ditu eta entrenatzaileak horietatik zenbat egin adierazten du. Beste bat da abiadura-galeraren atalaseak erabiltzea, hau da, seriea amaitzea abiadura-portzentaje bat galtzean. Lan honetan azken metodologia hori aztertuko da, hori baita gehien ikertu den metodologia eta EAren galera neurtzean aldagai gehien kontuan hartzen duen modeloa. Serie bateko abiadura-galera (AG) formula honen bitartez kalkulatzen da:

$$AG (\%) = (\text{errepikapen azkarrena} - \text{errepikapen geldoena}) / \text{errepikapen azkarrena} \cdot 100$$

Entrenamendu-bolumenakontrolatzeko formula honetan oinarritutako metodologia erabiltzerakoan garrantzitsua da errepikapen guztietan akzio zentrokidea abiadura maximoan egitea. Horrela, serie bakoitzean lehenengo errepikapena da azkarrena eta abiadura galtzen da azken errepikapenera arte.

AGari dagokionez, Pareja-Blanco *et al.*ek (2017), bi entrenamendu-programaren efektuak konparatu zituzten muskuluen egitura eta funtzioari dagokionez, soilik serie bakoitzeko AGa aldatuz; % 20 (AG20) eta % 40 (AG40). Zortzi asteko sentadilla entrenamenduaren ondoren, AG20 eta AG40ko taldekideek antzeko indar irabaziak izan zituzten, baina AG20ko taldekideek kontramugimenduarekin egindako jauzian (CMJ) irabazi handiagoak izan zituzten (% 9,5 vs % 3,5; $P < 0.05$), bi taldeek koadrizepsaren zuntzaren batez besteko zeharkako sekzioaren eremua handitu zuten, baina AG40ko taldekideetan alboko eta erdiko bastoaren hipertrofia handiagoa eman zen. Azpimarratzekoa da AG20ko taldeak % 40 errepikapen gutxiago egin zituela AG40 taldearekin alderatuta (Pareja-Blanco *et al.*, 2017).

Pareja-Blanco *et al.* en (2017) lanean, serie bakoitzean % 15eko abiadura-galera (AG15) eta % 30eko abiadura-galera (AG30) alderatu zituzten. AG15 eta AG30 taldeek antzeko irabaziak izan zituzten S ariketaren errendimenduan (1RM altuagoa eta azpikarga guztietan abiadura altuagoa) eta erresistentzia-gaitasunean (Yo-Yo Intermittent Recovery Test); baina CMJan, berriz, altueran irabazi handiagoak izan zituen AG15eko taldeak. Azpimarratzekoa da AG30 taldeak AG15 taldeak baino errepikapen gehiago egin zituela entrenamendu-programan (415 vs 251). Errepikapenen abiadurari dagokionez, bi taldeek antzeko errepikapenak egin zituzten abiadura handian ($>0,9$ m/s), baina AG30 taldeak errepikapen gehiago egin zituen abiadura motelean ($0,4-0,9$ m/s) (Pareja-Blanco *et al.*, 2017).

Pareja-Blanco *et al.* ek (2020) lanean, lau indar-programaren (% 0 (AG0), % 10 (AG10), % 20 (V20) eta % 40 (AG40)) efektuak konparatu zituzten esprintean, jauziaren errendimenduan, muskulu-indarrean, muskulu-hipertrofian eta muskuluen egokitzapen arkitektonikoan. Zortzi asteko entrenamendu-programa egin zuten, astean bi entrenamendu eginez. Entrenamenduok S ariketako 1RMaren % 70-% 85aren 3 serie egitean oinarritzen ziren; ez zen desberdintasunik topatu esprint, jauzi eta indar-errendimenduan eragindako irabazietan, nahiz eta talde bakoitzak egindako guztizko bolumenean aldeak egon. AG20 eta AG40 taldeek muskulu-hipertrofian hazkunde esanguratsuak izan zituzten. Gainera, AG40 taldeak indarra garatzeko tasa goiztiarrean (RFD) murrizketa nabarmena izan zuen (Pareja-Blanco *et al.*, 2020).

Hernández-Belmonte eta Pallarés en (2022) lan hauek barne hartzen dituen berriskupen sistematiko honetan AGaren taldeak honela banatu ziren: AGBaxu-Mod ($\leq$ % 25 AG) edo AGMod-Altu ($>$ % 25 AG). Hamar ikerketa hartu ziren barne (308 gizon gazte indar-entrenamenduan adituak). AGBaxu-Mod taldea AG modu esanguratsu baxuagoan (% $16,1 \pm 6,2$ vs $39,8 \pm 9$) eta bolumena ($212 \pm 102,3$ vs 384 ± 95 errepikapen) erabiliz entrenatu zen AGMod-Altu taldearekin alderatuta. Taldeen arteko analisiaren arabera, AGBaxu-Mod taldeak eraginkortasun handiagoa izan zuen AGMod-Altu taldearekin alderatuta, karga baxuekiko (ES = 0,31; $p = 0,01$) eta karga ertain/handiekiko (ES = 0,21; $p = 0,07$) errendimendua handitzeko. Taldearen barruko analisisan, indarrean AGBaxu-Mod taldeak eragin handiagoa izan zuen (AGBaxu-Mod, ES = 0,79-2,39 vs AGMod-Altu, ES = 0,59-1,91) eta gaitasun atletikoan (AGBaxu-Mod, ES = 0,35-0,59 vs AGMod-Altu, ES = 0,05-0,36). Erlazioen analisiak erakutsi zuten eragindako egokitzapenak murriztu egiten zirela AGa handitu ahala, batez ere karga baxuetan ($R^2 = 0,73$; $p = 0,01$), erresistentzia lokalean ($R^2 = 0,93$; $p = 0,04$) eta esprint-gaitasunean ($R^2 = 0,61$; $p = 0,06$). Beraz, emaitza hauek zera erakusten dute: serie barneko nekearen maila baxua ($\leq$ % 25 AG) estimulu eraginkorragoa dela maila altuko nekearekin alderatuta ($>$ % 25 AG) indarra eta egokitzapen atletikoak sustatzeko (Hernández-Belmonte & Pallarés, 2022).

Aurrikuntza hauek erakusten dute erabilgarria dela AGaren monitorizazioa indar-entrenamendua preskribatzeko, baina ikertzaile batzuek ikusi zuten erantzun mekanikoaren eta metabolikoaren arteko erlazioaren magnitudea burututako ariketaren eta kargaren arabera izan daitekeela. Sánchez-Medina & González-

Badillok (2011), sorbaldako bultzada (SB) eta PH ariketak konparatu zituzten 1RMaren % 70 eta 1RMaren % 90 kargekin. Seriea maximora eginda, hau da, hutsegitera eramanda, AGa handiagoa izan zen SBan PHarekin alderatuta eta baita 1RMaren % 70ean 1RMaren % 90ekin alderatuta. Beraz, % 20ko AGa erabiltzeak seriea amaitzeko karga erlatibo beraren aurrean errepikapenen kopuru desberdina ekarriko luke ariketaren arabera (Beck *et al.*, 2020). Lan horretan, goiko gorputz-adarretako ariketa bat eta beheko gorputz-adarreko ariketa bat alderatu zituzten. Aurretik aipatu da abiadura-galera nabarmen handiagoa izan zela BBentzat sentadillarekiko eta hori aztertutako protokolo guztietan gertatu zela (Sánchez-Medina & González-Badillo, 2011). Gainera, AGari erreferentziazko zein errepikapen hartzeak eragin diezaiokeen, hau da, lehenengoa edo azkarrena hartzeak eta seriea amaitzeko gutxieneko abiaduratik errepikapen bat edo bat baino gehiago hartzeak (García-Ramos *et al.*, 2021). Muga hauek izan arren, sarritan AGa erabiltzen da gizabanakoen artean indar-entrenamenduan estimulu homogeenagoak sortzeko, eta horrek, aldi berean, epe luzeko egokitzapen sendoagoak eta hobeak eragiten dituela uste da (Sánchez-Medina & González-Badillo, 2011). Beraz, portzentaje ezberdinak erabiltzeak zer eragiten duen aztertu da eta ikusi da garrantzitsua dela AGa zein ariketatan eta zein kargarekin erabiltzen den kontuan hartzea. Horregatik, agian ikerketa gehiago behar dira ariketen eta portzentajeen arteko desberdintasunak azaltzeko.

2.3. Exekuzio-abiaduraren feedbackaren eragina entrenamenduan

Earen monitorizazioa egitean, entrenamenduaren inguruko informazioa lortzen da eta hori funtsezkoa da aurrerapena kontrolatzeko. Gainera, informazio hau kirolariei feedback egokia emateko erabil daiteke. Feedbacka hainbat modutan eman badaiteke ere, Earen hitzezko feedbacka eta feedback bisuala izan dira gehien ikertu direnak. AOEaren kasuan EA erabiltzen da feedbacka emateko. Frogatu da feedbackek hobekuntzak eragin ditzaketela gizonen, emakumeen, helduen eta nerabeen errendimenduan, eta baita atleta profesionalen eta ez-profesionalen errendimenduan ere (Weakley *et al.*, 2021). Abiaduraren feedbacka erraz eman daiteke eguneroko entrenamenduan, baina kontuan hartu behar dira maiztasuna, metodoa eta kirolariaren nortasuna. Ondorengo ikerketek frogatu dute feedback motak eta frekuentziak errendimenduaren egokitzapenetan eragina dutela. Lau egoera konparatzen dira: berehalako feedbacka errepikapen bakoitzaren ondoren (ImFb), feedback bisuala bideo bidezkoa seriea amaitu ondoren (ViFb), Earen feedbacka seriea amaitu ondoren (AvgFb) eta feedback gabeko taldea (NoFb). Emaitei dagokionez, hobekuntza nabarmen handiagoak erakutsi zituen ImFb taldeak, beste hiru taldeekin alderatuta EAri dagokionez. Gainera, 10 egunen ostean ImFb taldeak hobeto mantendu zituen EAn izandako irabaziak (Nagata *et al.*, 2020).

Weakley *et al.*ek (2020), ildo beretik jarraituta, feedbacka ematen zenean Earen akzio zentrokidean hobekuntzak gertatzen zirela ikusi zuten, berehalako hitzezko feedback zinematikoak BBAParen % 6,6ko hobekuntza zuen kontrol-taldearekin alderatuta. Horrez gain, ikusi zuten BBAParen hobekuntzan kontzientziazio-maila txikia zuten kirolariak zirela emaitza zinematikoak gehien hobetzen zituztenak ahozko

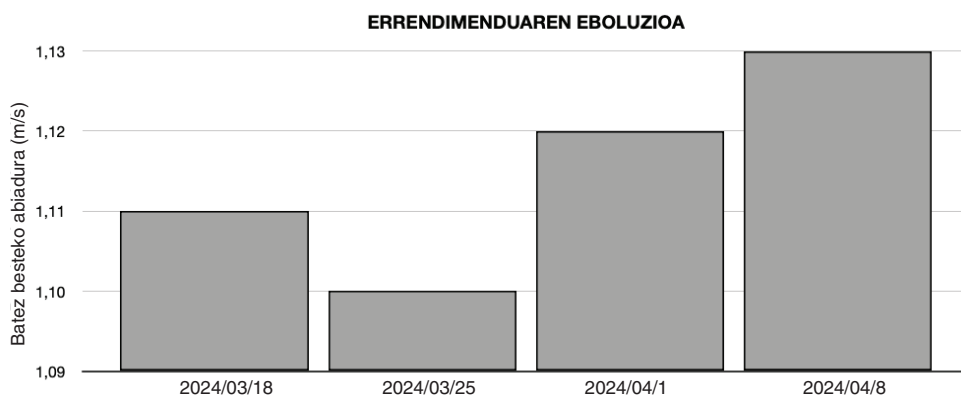
estimuluak jasotzen zituztenean. Gainera, intrintsekoki motibatuta zeuden kirolariak feedback zinematiko bisuala nahiago zutela eta estrintsekoki motibatutako kirolariak hitzezko feedback zinematikoa nahiago zutela aztertu zuten. Amaitzeko, animoak emateak EA eta potentzia handitu ditzakeela ikusi zuten (Weakley *et al.*, 2020). Ildo beretik, ondorengo ikerketaren helburua izan zen atleta emakume nerabeetan CMJa egitean feedback zinematiko bisualak zituen ondorioak ebaluatzea. EA handiagoa izan zen feedbacka eman zenean (Weakley *et al.*, 2019). Pérez-Castilla *et al.*en (2019) lanean CMJ eta BB balistikoki sei errepikapeneko hiru serie egin zituzten eta lau feedback mota konparatu zituzten antzeko emaitzak lortuz. Ikerketa horretan, feedback gabe, serie bakoitzeko errepikapenen lehen erdia egin ondoren EAren feedbacka (HalfFb), errepikapen bakoitzaren ondoren EAren feedbacka (ImFb) eta serie bakoitzaren batez besteko EAren feedbacka (AvgFb) taldeak aztertu ziren. Kontrol-taldearekin alderatuta, ImFb taldeak izan zuen errendimendu altuena (% 1,9-5,3), ondoren HalfFb taldeak (% 1,3-3,6) eta AvgFb taldeak (% 0,7-4,3) azkenik errendimendu txarrena izan zuen (Pérez-Castilla *et al.*, 2020). Emaitza horiek errepikapen bakoitzaren ondorengo abiaduraren errendimenduaren gaineko ahazko feedbacka ematea babesten dute, abiaduraren errendimenduan hobekuntzak izateko.

Behin ikusita feedbacka emateak momentuan dauzkan onurak zein diren, ondorengo lanean errendimenduan EAren berehalako feedbackaren eragina ikertu zuten errendimendu-proba espezifikoei 6 asteko entrenamendu-bloke batean CMJ ariketa eginez eta errepikapen bakoitzaren ondoren feedbacka emanez. Aztertu ziren probak jauzi bertikala, jauzi horizontala eta 10 m, 20 m eta 30 m-ko esprint kronometratuak izan ziren. Errendimendu-neurriei dagokienez, 6 asteren ondoren jauzi bertikala handitu egin zen bi taldeetan, feedbacka jaso zuen taldeak % 4,6 hobetu zuen eta feedbacka jaso ez zuen taldeak, berriz, % 2,8 hobetu zuen. Jauzi horizontalean ere errendimendua handitu zen feedbacka erabiliz (% 2,6 vs % 0,5) (Randell *et al.*, 2011). Lorpen hauek guztiz justifikatzen dute indar-entrenamenduan EAren feedbacka ematea kirolariak. Gainera, ikerketa horretan entrenamendu-programako ariketa bakarraren feedbacka eman zitzaion kirolariak, beraz, entrenamendu-saioko ariketa guztietan feedbacka jasotzeak onura hauek handitzea espero da. Sintesi moduan, errepikapen bakoitzaren ondorengo feedbackak serie bakoitzaren ondorengoko feedbackak baino efektu handiagoak ditu. EAren feedback kuantitatiboak gehiago handitzen du errendimendua bideo bidezko feedback bisualarekin alderatuta. Kontzientziazio-maila txikia duten atletek dituzten hobekuntza handienak EAren hitzezko feedbacka ematen zaienean ikusten dira. EAren feedback bisualarekin hobekuntzak ikusten dira bai gizonezkoetan bai emakumezkoetan. Intrintsekoki motibatuta dauden kirolariak nahiago izaten dute feedback zinematiko bisuala eta estrintsekoki motibatutako kirolariak nahiago izaten dute hitzezko feedback zinematikoa. Amaitzeko, entrenamendu-ziklo batean EAren feedbacka ematean errendimendu mekanikoa hobetzen da eta horrek kirolariarentzat adaptazio hobeak lortzen ditu.

2.4. Exekuzio-abiadura errendimendu neuromuskularraren ebaluaziorako

4.1. puntuan ikusi den bezala, karga/abiadura profila edukita horren arabera entrena daiteke, gainera kirolariaren ebaluaziorako ere balio du. Errendimendu neuromuskular maximoa ebaluatzeko, kontuan eduki behar da entrenamenduaren helburua karga absolutu berdinen aurrean errendimendua (abiadura) hobetzea dela. Aukera bat denboraldiko momentu ezberdinetan egindako karga/abiadura profilen konparaketa egitea da eta beste aukera bat karga absolutu beraren eboluzioa ikustea. Entrenamenduaren eragina neurtzeko eta baloratzeko modurik onena karga absolutu berarekiko denboraldiko momentu ezberdinetan abiadurak konparatzea da; izan ere, modu honetan egoera berean neurtzen da entrenamenduaren efektua (González-Badillo & Serna Rivas, 2019). Hori karga bera denboraldiko bi momentu ezberdinetan mugituta eta abiaduran izandako aldaketak ikusita egin daiteke; eta horren bitartez, tarte horretan egindako entrenamenduak zer eragin izan duen ikus daiteke.

Erabili beharreko kargei dagokienez zenbait aukera daude. Helburua entrenamendu-ziklo baten efektuak neurtzea bada, ziklo horretan erabiliko diren kargak ebaluatzea komeni da. Aldiz, karga/abiadura kurba osoan izandako aldaketak ebaluatzeko karga baxuak eta altuak ebaluatzea komeni da, denboraldiko momentu desberdinetan. Entrenamendu-ziklo bat egin ondoren karga absolutu bera azkarrago mugitzen bada, kirolariaren gaitasun mekanikoa eta karga horren aurrean indarra aplikatzeko gaitasuna hobetu direla esan daiteke (González-badillo & Serna Rivas, 2019). Gainera, entrenamenduan abiaduraren monitorizazioa eginez gero, egunero ikus daiteke nola aldatzen den kirolariaren errendimendu neuromuskularra, entrenamenduan bertan ikus daitekeelako eboluzioa, test espezifikorik egin gabe. Jarraian entrenamendu-saio desberdinetan karga (balio absolutuetan) berarekin izandako errepikapen azkarrenaren balioak neurtu eta grafikoki adierazten dira 2. irudian, datuak teorikoak dira eta entrenamendu-ziklo batean gerta daitekeena adierazten dute.



2. irudia. Errendimenduaren eboluzioa entrenamendu-ziklo batean zehar, karga absolutu berarekin egin beharreko testa: adibide teorikoa.

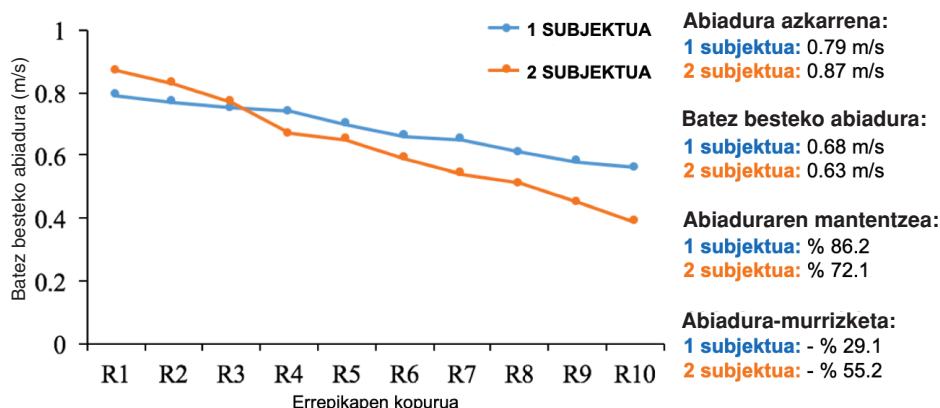
Oharra: Norberak egina.

Horretaz gain, normalean garrantzitsua da kirolaria gai izatea errendimendu neuromuskular maximoa denboran zehar mantentzeko, eta hori ere ebalua daiteke. Hori ebaluatzeko aukera bat da karga absolutu berarekin (adib. 50 kg) kirolari bakoitzak egiten dituen errepikapenen kopurua neurtzea, 2. irudian ikus daitekeen moduan. EA erabilita, berriz, serie horretako errepikapen bakoitzaren EA neurtu eta konparaketa zehatzagoak egitea ahalbidetzen du. Erabiltzen diren metrikak honako hauek dira (Jukic *et al.*, 2022):

Abiaduraren mantentzea (%): $\text{Serieko batez besteko abiadura} \times 100 / \text{abiadura maximoa}$

Abiadura-murritzeta (%): $\frac{\text{Azken errepikapenaren abiadura} - \text{abiadura maximoa}}{\text{abiadura maximoa}} \times 100$

Jarraian metrika horiek grafikoki adieraziko dira bi pertsonaren arteko konparaketa eginez. Baina pertsona beraren eboluzioa ikusteko ere erabil daitezke.



3. irudia. Errendimendu neuromuskularraren mantenimenduaren ebaluazioa.

Oharra: Irudia García-Ramos, 2023a-tik moldatua eta itzulita. BBA: Batez besteko abiadura; R: Errepikapena.

3. irudian ikus daitekeen bezala, karga absolutu beraren aurrean bigarren subjektuak indar gehiago aplikatzeko gaitasuna du karga bera azkarrago altxatzeko gai delako eta, hortaz, errendimendu neuromuskular maximoa hobe da. Baina errendimendu neuromuskular maximoa denboran zehar mantentzeko gaitasuna konparatzean, 3. errepikapenetik aurrera lehenengo subjektuak errendimendu hobe duela ikusten da, abiadura mantentzeko gaitasun hobe delako. Proposatutako metriketan lehenengo subjektuak batez besteko abiadura altuagoa, abiaduraren mantentze altuagoa eta abiadura-murritzeta baxuagoa dituela ikusten da, eta bigarren subjektuak, berriz, abiadura azkarrena du errepikapen batean. AOEaren fundamentu teorikoen arabera, lehenengo errepikapena azkarrena izatea eta errepikapenak gehitu ahala abiadura galtzen joatea espero da, proposatutako grafikoan ikusten den bezala, nahiz eta bi kirolariek eboluzio ezberdina izan abiadura-galeran.

3. Ondorioak

Lan honetatik atera daitekeen ondorio nagusia hau da: kirol-errendimendurako indar-entrenamenduan exekuzio-abiaduraren bitartez kargak hobeto preskribatu, kontrolatu eta ebaluatu daitezkeela. Jarraian arlo bakoitzetik ateratako ondorioak aurkezten dira:

Karga/abiadura erlazio orokorrak eta karga/abiadura erlazio indibidualak 1RMak eta nRMak dituzten akatsak konpontzen dituzte, kontuan hartzen dutelako ariketaren espezifikotasuna, benetan aplikatzen den karga eta kirolariaren espezifikotasuna. Serie bateko abiadura-galera erabiltzean ikusi da desberdintasunak daudela erabilitako portzentajeen artean. Abiadura-galera txikiak erabiltzeak gaitasun atletikoen (CMJ, esprinta eta RFDmax, adib.) errendimendua hobetzea dakar eta abiadura-galera handiak erabiltzeak muskuluen hipertrofia hobetzea dakarrela ikusi da. Hala ere, garrantzitsua da serie barneko abiadura-galera zein ariketatan eta zein kargarekin erabiltzen den kontuan hartzea. Exekuzio-abiaduraren feedbackaren eraginari dagokionez, ikusi da errepikapen bakoitzaren ondorengo feedbacka dela egokiena, kuantitatiboa izatea egokiena delarik. Amaitzeko, ikusi da entrenamendu-ziklo batean EAren feedbacka ematean errendimendu mekanikoa hobetzen duela, beraz, denboraldi osoan zehar erabiltzea gomendatzen da. Errendimenduaren eboluzioa ikusteko, denboraldiko momentu ezberdinetan egindako profilen konparaketa egin daiteke edo denboran zehar karga absolutu berarekin izandako eboluzioa ikus daiteke. Metodologia honen erabilgarritasuna ikusita, metodologia hau aurrera eramateko erabiltzen diren aparatuen fidagarritasunaren eta baliagarritasunaren inguruan ikerketak egitea gomendagarria izango litzateke.

4. Aplikazio praktikoa

Entrenatzaileei exekuzio-abiadura erabiltzea gomendatzen zaie beren egunerokoan. Lan honetan kontuan hartu beharreko puntuak zehazten dira eta zenbait metodologia konparatu dira. AOEak entrenamendu-saioan bertan subjektuak aplikatzen duen indarraren inguruko informazioa eskaintzen du. Horrek aukera ematen du unean bertan entrenamenduaren intentsitatea eta bolumena egokitzeke erabakiak hartzeko. Gainera, erakutsi da AOEak balio handia duela entrenamenduan bertan kirolarien errendimendua ebaluatzeko. Ondorioz, guztiz justifikatzen da abiadura parametroa kontuan hartzea indarraren entrenamendu-saioetan.

5. Mugak

Lan honen mugak berriskupen bibliografiko narratibo bat izateagatik dituen mugak dira, sistematizazio falta informazioa eskuratzeko orduan. Aldiz, eraturako dokumentua gidalerro bezala erabil dezakete euskaraz indar-entrenamenduari buruz irakurri nahi dutenek.

6. Erreferentzia bibliografikoak

- Balsalobre-Fernández, C., García-Ramos, A., & Jiménez-Reyes, P. (2018). Load-velocity profiling in the military press exercise: Effects of gender and training. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 13(5), 743-750. <https://doi.org/10.1177/1747954117738243>
- Banyard, H.G., Nosaka, K., Vernon, A.D., & Gregory Haff, G. (2018). The reliability of individualized load-velocity profiles. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(6), 763-769. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0610>
- Billat, V. (2002). Fisiología y metodología del entrenamiento. De la teoría a la práctica. In *Paidotribo* (1. ed.). Editorial Paidotribo.
- Conceição, F., Fernandes, J., Lewis, M., González-Badillo, J.J., & Jimenez-Reyes, P. (2016). Movement velocity as a measure of exercise intensity in three lower limb exercises. *Journal of Sports Sciences*, 34(12), 1099-1106. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1090010>
- Courel-Ibáñez, J., Martínez-Cava, A., Morán-Navarro, R., Escribano-Peñas, P., Chavarren-Cabrero, J., González-Badillo, J.J., & Pallarés, J.G. (2019). Reproducibility and Repeatability of Five Different Technologies for Bar Velocity Measurement in Resistance Training. *Annals of Biomedical Engineering*, 47(7), 1523-1538. <https://doi.org/10.1007/s10439-019-02265-6>
- de Hoyo, M., Núñez, F.J., Sañudo, B., Gonzalo-Skok, O., Muñoz-López, A., Romero-Boza, S., Otero-Esquina, C., Sánchez, H., & Nimphius, S. (2021). Predicting loading intensity measuring velocity in barbell hip thrust exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(8), 2075-2081. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003159>
- Flanagan, E.P., & Jovanovi, M. (2014). Researched Applications of Velocity Based Strength Training. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 22(2), 58-69.
- García Manso, J.M., Navarro Valdivielso, M., Ruiz Caballero, J.A., Ormaetxea, I., Gabilondo, N., & Elhuyar Fundazioa, & G.M.J.M. (2012). *Kirol-entrenamenduaren oinarriak eta kontzeptuak*. EHUKo Argitalpen Zerbitzua.
- García-Ramos, A. (2023a). Entrenamiento de fuerza basado en la velocidad. *Optimización Del Proceso de Entrenamiento y Del Rendimiento a Través de Registro de Variables Neuromusculares*, 41, Granda.
- García-Ramos, A. (2023b). The 2-Point Method: Theoretical Basis, Methodological Considerations, Experimental Support, and Its Application Under Field Conditions. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 18(10), 1092-1100. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2023-0127>
- García-Ramos, A. (2024). Resistance training intensity prescription methods based on lifting velocity monitoring. *International Journal of Sports Medicine*, 45(4), 257-266. <https://doi.org/10.1055/a-2158-3848>
- García-Ramos, A., Pérez-Castilla, A., & Jaric, S. (2021). Optimisation of applied loads when using the two-point method for assessing the force-velocity relationship during vertical jumps. *Sports Biomechanics*, 20(3), 274-289. <https://doi.org/10.1080/14763141.2018.1545044>
- García-Ramos, A., Pestaña-Melero, F.L., Pérez-Castilla, A., Rojas, F.J., & Gregory Haff, G. (2018). Mean Velocity vs. Mean Propulsive Velocity vs. Peak Velocity: Which Variable Determines Bench Press Relative Load With Higher Reliability? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(5), 1273-1279. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001998>

- García-Ramos, A., Suzovic, D., & Pérez-Castilla, A. (2021). The load-velocity profiles of three upper-body pushing exercises in men and women. *Sports Biomechanics*, 20(6), 693-705. <https://doi.org/10.1080/14763141.2019.1597155>
- García-Ramos, A., Ulloa-Díaz, D., Barboza-González, P., Rodríguez-Perea, Á., Martínez-García, D., Quidel-Catrilelbún, M., Guede-Rojas, F., Cuevas-Aburto, J., Janicijevic, D., & Weakley, J. (2019). Assessment of the load-velocity profile in the free-weight prone bench pull exercise through different velocity variables and regression models. *PLoS ONE*, 14(2), e0212085. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212085>
- García-Ramos, A., Weakley, J., Janicijevic, D., & Jukic, I. (2021). Number of repetitions performed before and after reaching velocity loss thresholds: First repetition versus fastest repetition-mean velocity versus peak velocity. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(7), 950-957. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2020-0629>
- González-Badillo, Juan José (1991). *Halterofilia* (1. ed.). Comité Olímpico Español.
- González-Badillo, J.J., Medina-Sánchez, L., Pareja-Blanco, F., & Rodríguez-Rosell, D. (2017). *La velocidad de ejecución como referencia para la programación, control y evaluación del entrenamiento de fuerza*. Ergotech.
- González-Badillo, J.J., & Sánchez-Medina, L. (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International Journal of Sports Medicine*, 31(5), 347-352. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248333>
- González-Badillo, J.J., & Serna Rivas, J. (2019). *Fuerza, velocidad y rendimiento físico y deportivo* (2. ed.). Librerías Deportivas Esteban Sanz.
- González-Badillo, J.J., Yañez-García, J.M., Mora-Custodio, R., & Rodríguez-Rosell, D. (2017). Velocity loss as a variable for monitoring resistance exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 38(3), 217-225. <https://doi.org/10.1055/s-0042-120324>
- Helms, E.R., Storey, A., Cross, M.R., Brown, S.R., Lenetsky, S., Ramsay, H., Dillen, C., & Zourdos, M.C. (2017). RPE and velocity relationships for the Back Squat, Bench Press, and Deadlift in Powerlifters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(2), 292-297. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001517>
- Hernández-Belmonte, A., & Pallarés, J.G. (2022). Effects of Velocity Loss Threshold during Resistance Training on Strength and Athletic Adaptations: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Applied Sciences*, 12(9), 4425. <https://doi.org/10.3390/app12094425>
- Jukic, I., García-Ramos, A., & Tufano, J.J. (2022). Velocity-Based Resistance Training Monitoring: Influence of Lifting Straps, Reference Repetitions, and Variable Selection in Resistance-Trained Men. *Sports Health*, 15(3), 333-341. <https://doi.org/10.1177/19417381221095073>
- Katch, V.L., MacArdle, W.D., & Katch, F.I. (2015). Entrenamiento de los músculos para aumentar su fuerza. In *Fisiología del ejercicio :fundamentos* (4. ed.) (443-492. or.). Editorial Médica Panamericana.
- Kraemer, W.J., & Ratamess, N.A. (2004). Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(4), 674-688. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000121945.36635.61>
- Lake, J., Naworynsky, D., Duncan, F., & Jackson, M. (2017). Comparison of different minimal velocity thresholds to establish deadlift one repetition maximum. *Sports*, 5(3), 0-7. <https://doi.org/10.3390/sports5030070>

- Loturco, I., Suchomel, T., Kopal, R., Arruda, A.F.S., Guerriero, A., Pereira, L.A., & Pai, C.N. (2021). Force-Velocity Relationship in Three Different Variations of Prone Row Exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(2), 300-309. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002543>
- Martínez-Cava, A., Hernández-Belmonte, A., Courel-Ibáñez, J., Morán-Navarro, R., González-Badillo, J.J., & Pallarés, J.G. (2020). Reliability of technologies to measure the barbell velocity: Implications for monitoring resistance training. *PLoS ONE*, 15(6), e0232465. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232465>
- Muñoz-López, M., Marchante, D., Cano-Ruiz, M.A., Chicharro, J.L., & Balsalobre-Fernández, C. (2017). Load-, force-, and power-velocity relationships in the prone pull-up exercise. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(9), 1249-1255. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0657>
- Nagata, A., Doma, K., Yamashita, D., Hasegawa, H., & Mori, S. (2020). The effect of augmented feedback type and frequency on velocity-based training-induced adaptation and retention. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(11), 3110-3117. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002514>
- Pareja-Blanco, F., Alcazar, J., Sánchez-Valdepeñas, J., Cornejo-Daza, P.J., Piqueras-Sanchiz, F., Mora-Vela, R., Sánchez-Moreno, M., Bachero-Mena, B., Ortega-Becerra, M., & Alegre, L.M. (2020). Velocity Loss as a Critical Variable Determining the Adaptations to Strength Training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 52(8), 1752-1762. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002295>
- Pérez-Castilla, A., & García-Ramos, A. (2020). Changes in the load-velocity profile following powerand strength-oriented resistance-training programs. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(10), 1460-1466. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0840>
- Pérez-Castilla, A., García-Ramos, A., Padial, P., Morales-Artacho, A.J., & Feriche, B. (2020). Load-velocity relationship in variations of the half-squat exercise: Influence of execution technique. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(4), 1024-1031. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002072>
- Pérez-Castilla, A., Jiménez-Alonso, A., Cepero, M., Miras-Moreno, S., Javier Rojas, F., & García-Ramos, A. (2020). Velocity performance feedback during ballistic training: Which is the optimal frequency of feedback administration? *Motor Control*, 25(1), 19-32. <https://doi.org/10.1123/mc.2020-0039>
- Pérez-Castilla, A., McMahon, J.J., Comfort, P., & García-Ramos, A. (2020). Assessment of Loaded Squat Jump Height With a Free-Weight Barbell and Smith Machine: Comparison of the Takeoff Velocity and Flight Time Procedures. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(3), 671-677. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002166>
- Pérez-Castilla, A., Piepoli, A., Delgado-García, G., Garrido-Blanca, G., & García-Ramos, A. (2019). Reliability and concurrent validity of seven commercially available devices for the assessment of movement velocity at different intensities during the bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(5), 1258-1265. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003118>
- Pérez-Castilla, A., Suzovic, D., Domanovic, A., Fernandes, J.F.T., & García-Ramos, A. (2021). Validity of Different Velocity-Based Methods and Repetitions-to-Failure Equations for Predicting the 1 Repetition Maximum During 2 Upper-Body Pulling Exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(7), 1800-1808. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003076>

- Randell, A.D., Cronin, J.B., Keogh, J.W.L., Gill, N.D., & Pedersen, M.C. (2011). Effect of instantaneous performance feedback during 6 weeks of velocity-based resistance training on sport-specific performance tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(1), 87-93. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181fee634>
- Ruf, L., Chéry, C., & Taylor, K.L. (2018). Validity and reliability of the load-velocity relationship to predict the one-repetition maximum in deadlift. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(3), 681-689. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002369>
- Sánchez-Medina, L., Gonzalez-Badillo, J.J., Pérez, C.E., & Pallarés, J.G. (2014). Velocity- and Power-Load Relationships of the Bench Pull vs. Bench Press Exercises. *International Journal of Sports Medicine*, 35(03), 209-216. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1351252>
- Sánchez-Medina, L., & González-Badillo, J.J. (2011). Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(9), 1725-1734. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318213f880>
- Sánchez-Moreno, M., Rodríguez-Rosell, D., Pareja-Blanco, F., Mora-Custodio, R., & González-Badillo, J.J. (2017). Movement velocity as indicator of relative intensity and level of effort attained during the set in pull-up exercise. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(10), 1378-1384. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2016-0791>
- Tous, J. (1999). *Nuevas tendencias en fuerza y musculación* (1. ed.). Ergo.
- Weakley, J., Mann, B., Banyard, H., McLaren, S., Scott, T., & Garcia-Ramos, A. (2021). Velocity-based training: From theory to application. *Strength and Conditioning Journal*, 43(2), 31-49. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000560>
- Weakley, J., Wilson, K., Till, K., Banyard, H., Dyson, J., Phibbs, P., Read, D., & Jones, B. (2020). Show Me, Tell Me, Encourage Me: The Effect of Different Forms of Feedback on Resistance Training Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(11), 3157-3163.
- Weakley, J., Wilson, K., Till, K., Read, D.B., Darrall-Jones, J., Roe, G.A.B., Phibbs, P.J., & Jones, B. (2019). Visual kinematic feedback enhances velocity, power, motivation and competitiveness in adolescent female athletes. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 27(3), 16-22.

