



Influeix el tipus de flexibilitat emprat abans d'una classe d'Educació Física?

Josep M. Serrano-Ramon^{1,2*} , Rodrigo Cubillo León²  i Marco A. García-Luna³ 

¹ Cos de professors d'Ensenyament Secundari, Generalitat Valenciana, Conselleria d'Educació, València (Espanya).

² Facultat d'Humanitats i Ciències Socials, Universitat Isabel I, Burgos (Espanya).

³ Departament de Didàctica General i Didàctiques Específiques, Facultat d'Educació, Universitat d'Alacant, Alacant (Espanya).

Citació

Serrano-Ramon, J. M., Cubillo León, R. & García-Luna, M. A. (2024). Does the type of flexibility used before a Physical Education class have any influence? *Apunts Educació Física y Deportes*, 156, 39-46. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2024/2\).156.05](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2024/2).156.05)

Resum

La utilització de tècniques d'elongació muscular s'ha emprat durant molt de temps abans d'iniciar activitats físiques per incrementar l'activació, augmentar l'amplitud articular o com a part de tècniques d'escalfament. En els últims anys, hi ha hagut discrepància a l'hora d'emprar elongacions estàtiques (STA), dinàmiques o intermitents (DYN), o no fer-ne (CON) abans d'iniciar la sessió d'Educació Física. L'objectiu d'aquest estudi va ser esbrinar quin tipus de treball de flexibilitat obtindria millors resultats en el salt amb contramoviment (CMJ) amb les variables: índex de força relativa (RSI), alçada del salt (HGT) i temps de contacte (CT) amb una plataforma de contacte. Van formar part d'aquesta investigació 86 participants de 16.74 ± 0.19 anys, 65.17 ± 30.03 kg i 1.71 ± 0.09 m. Tots els participants es van sotmetre de forma aleatoritzada als 3 protocols, 2 d'elongació (STA i DYN) durant 30 segons i 1 de control sense cap elongació (CON). Els resultats van mostrar increments significatius en l'RSI i HGT ($p < .001$) en la condició de DYN vs. CON i STA. D'altra banda, el CT va mostrar augments significatius en STA respecte a CON ($p < .01$) i DYN. A partir dels resultats obtinguts, es podria afirmar que un programa agut d'estiraments dinàmics podria produir millores sobre el salt amb contramoviment (CMJ) en comparació amb l'absència d'estirament o un manteniment d'elongació muscular de 30 s.

Paraules clau: CMJ, Educació Física, flexibilitat dinàmica, RSI.

Editat per:

© Generalitat de Catalunya
Departament de la Presidència
Institut Nacional d'Educació
Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

*Correspondència:

Josep M. Serrano-Ramon
jm.serranoramon@edu.gva.es

Secció:

Educació física

Idioma de l'original:

Català

Rebut:

19 de juliol de 2023

Acceptat:

8 de novembre de 2023

Publicat:

1 d'abril de 2024

Coberta:

Ciclista de muntanya gaudint
de la natura i l'aire lliure.
© Adobe Stock. Delcio F/
peopleimages.com

Introducció

La flexibilitat és considerada una de les 4 capacitats fisicomotrius junt amb la velocitat, força i resistència (Castañer i Camerino, 2022; Monguillot Hernando et al., 2015). Aquesta s'entén com la propietat d'un cos per deformar-se sota una força aplicada i tornar al seu estat inicial una vegada retirada (Porta, 1987). Durant anys s'ha disposat de múltiples metodologies per al seu condicionament, manteniment i millora (Castañer i Camerino, 2022; Monguillot Hernando et al., 2015). Aquests procediments han mostrat diversos canvis, des d'un treball estàtic amb el manteniment d'una posició d'elongació muscular en un determinat temps (Castañer i Camerino, 2022; Jiménez-Parra et al., 2022), fins a un treball dinàmic amb intervals d'estirament i d'altres de relaxació (Lin et al., 2020). Dins d'aquest tipus de flexibilitat dinàmica s'han implementat diversos mètodes, com realitzar-lo a la màxima velocitat o balístic, a velocitat controlada o dinàmic o a velocitat resistida, conegut com a "facilitació neuromuscular propioceptiva" (Merino-Marban et al., 2021). L'aplicació d'aquests procediments dins de l'àmbit esportiu ha estat debatuda al llarg dels últims anys, així com en quin ordre s'ha de treballar cadascun en la sessió d'entrenament (Donti et al., 2014).

En un altre àmbit d'aplicació com l'educatiu, també hi ha hagut molta controvèrsia sobre la utilització de qualsevol dels mètodes en les classes d'Educació Física en edat escolar (Becerra Fernández et al., 2020; Castañer i Camerino, 2022). La seua utilització i duració de l'estímul o elongació muscular també s'ha discutit durant dècades en nombroses investigacions (Ayala et al., 2012), i s'ha arribat a la conclusió que és preferible emprar intervals d'aproximadament 30 segons (s) per múscul o grup muscular, mantenint-los en els estiraments estàtics (STA), intercalant intervals de 2 s d'elongació i 1 s de relaxació per als dinàmics (DYN) (Lin et al., 2020; Reid et al., 2018). La influència sobre el tipus d'elongació muscular emprat i la seua capacitat reactiva ha estat investigada en els últims anys (Kirmizigil et al., 2014). A més, ha estat relacionada amb la força i potència produïda en exercicis isoinercials i variables relacionades amb el salt d'alçada o longitud (Kirmizigil et al., 2014). El moviment més idoni, segons múltiples investigacions, per mesurar la potència de les extremitats inferiors és el salt d'alçada en comparació amb altres tipus (Toumi et al., 2004). Dins d'aquest, el salt amb contramoviment o CMJ ha mostrat una elevada relació amb el rendiment en proves de força màxima, explosiva o amb esprints (Markovic et al., 2004).

Com a dispositius per a registrar les variables cinemàtiques d'aquests exercicis s'han utilitzat des de transductors lineals o codificadors per mesurar la força (N) i la velocitat (m/s) en exercicis amb càrrega externa

(Morales-Artacho et al., 2018) fins a plataformes de contacte per a mesurar les variables relacionades amb el CMJ, com ara el temps de vol (FT) i el contacte (CT) (s), l'alçada del salt (HGT) en centímetres (cm), la potència en watts (W), i l'índex de força reactiva (RSI) (De Blas i González-Gómez, 2005). Aquesta variable s'obté del quocient entre l'alçada del salt (cm) i el CT (s) (Flanagan i Comyns, 2008). La seua interpretació ha estat considerada un indicador de l'òptima predisposició neuromuscular per a efectuar un salt (McBride et al., 2008), com a resultat d'una ràpida transició entre les fases concèntrica-excèntrica de la contracció muscular (Turner i Jeffreys, 2010) provocada per l'estimulació nerviosa instantània, que activa el bloqueig dels òrgans d'estirament de les fibres musculars com ara el de Golgi (Toumi et al., 2004). En aquest sentit, l'objectiu de la present investigació va ser verificar les possibles diferències en les variables obtingudes amb el CMJ en l'alumnat abans de començar la classe d'Educació Física utilitzant diversos mètodes de flexibilitat.

Metodologia

Participants

En aquest estudi es van convocar 105 participants dels tres cursos (A, B i C) del nivell educatiu de primer de batxillerat (1BAT) de l'Institut d'Ensenyament Secundari IES Haygón de Sant Vicent del Raspeig. Del 100 % (105) dels participants, van formar part de l'estudi 86 (81.9 %), amb edats de 16.74 ± 0.19 anys, una massa de 65.17 ± 30.03 kg, una alçada d' 1.71 ± 0.09 m i un índex de massa corporal (IMC) de 22.31 ± 8.61 kg/m². Aquest grup de participants estava compost per 41 xics (16.74 ± 0.20 anys, 75.72 ± 38.37 kg, 1.71 ± 0.06 m i un IMC de 23.60 ± 11.23 kg/m²) i 45 xiques (16.76 ± 0.20 anys, 56.48 ± 9.48 kg, 1.63 ± 0.04 m i un IMC de 21.21 ± 3.92 kg/m²).

Els 86 participants que van formar part de l'estudi van seguir els següents criteris d'inclusió: 1. participar en totes les sessions del disseny de l'estudi; 2. no tenir cap incapacitat cardíaca, musculoesquelètica, ortopèdica o congènita que impedisís l'execució dels salts; 3. haver signat el permís de consentiment informat dels objectius, procediment i riscos de l'estudi pels seus tutors legals. Els 19 participants que no en van formar part va ser degut a l'incompliment d'algun dels criteris anteriors. Aquest estudi va ser aprovat per la direcció del centre i els tutors legals dels participants, que van signar el consentiment informat esmentat. A més, va complir els protocols actuals de la Declaració d'Hèlsinki sobre principis ètics en la recerca amb humans (World Medical Association, 2022). La intervenció es va fer en la

mateixa franja horària (10:00 - 12:00 AM UTC + 1) i amb les mateixes condicions ambientals (15-19 °C) al gimnàs cobert de l'IES Haygón.

Aquesta mida mostral es va determinar *a priori* mitjançant el programa G*Power versió 3.1.9.6 per a Mac OS X 13. Es va estimar amb la família de test F un ANOVA per a mesures repetides entre factors i un tipus de potència analítica *a priori*. Aquesta prova va determinar que, per a una mida de l'efecte mitjà F de 0.25 ($\eta_p^2 = .06$), un alfa (α) < .05, potència estadística ($\beta-1$) > .95, 3 grups, 3 mesures (1 per cada participant i condició) i una especificació amb opció per a l'SPSS, s'havia d'estimar una mostra total mínima de 168 participants (56 per condició).

Disseny de l'estudi

Aquesta investigació es va basar en un disseny quasi experimental intra-subjectes (mesures repetides) amb condició de control. Per avaluar l'efecte d'intervencions d'estirament muscular dinàmic *versus* estàtic sobre el rendiment en el salt amb contramoviment (CMJ), cada participant va ser sotmès a les 3 condicions de la intervenció: 1. sense cap aplicació d'estirament (CON), 2. flexibilitat estàtica (STA) i 3. flexibilitat dinàmica (DYN). Aquestes es van assignar a cada grup-classe amb la disposició següent: l'IBAT-A va començar la intervenció amb CON, seguida d'STA i finalitzada amb DYN. Per al grup IBAT-B, l'ordre va ser DYN, CON i STA, respectivament. Finalment, per al tercer grup (IBAT-C), l'organització es va establir en: STA, DYN i CON. En aquest sentit, en cada sessió es barrejava l'ordre d'inici de la intervenció mitjançant el seu número en la llista del professor d'Educació Física. Es va fer amb la funció d'ordenar aleatòriament els valors que incorpora el programa de full de càlcul Microsoft Excel (v. 11.0) desenvolupat per Microsoft (Estats Units) per a MacOS.

Procediment

La temporalització d'aquesta intervenció estava composta per 5 sessions separades per un mínim de 48 hores per a cada grup (IBAT-A, B o C). En la sessió 1(S1) es va explicar el protocol d'aquesta investigació i es va recollir signat el consentiment informat que prèviament havia repartit el professor entre l'alumnat, junt amb l'autorització dels tutors legals. L'S2 es va utilitzar per a la familiarització del protocol de la intervenció, on es van practicar 5 intents del salt CMJ amb el control des del pla sagital per 2 observadors (Blazevich et al., 2018) (professor d'Educació Física del grup i l'investigador del present estudi) i es va proporcionar la retroalimentació a l'alumnat que intentés arribar el més alt possible amb el mínim temps de contacte possible amb la plataforma (desactivada) en cada salt. El CMJ es va iniciar

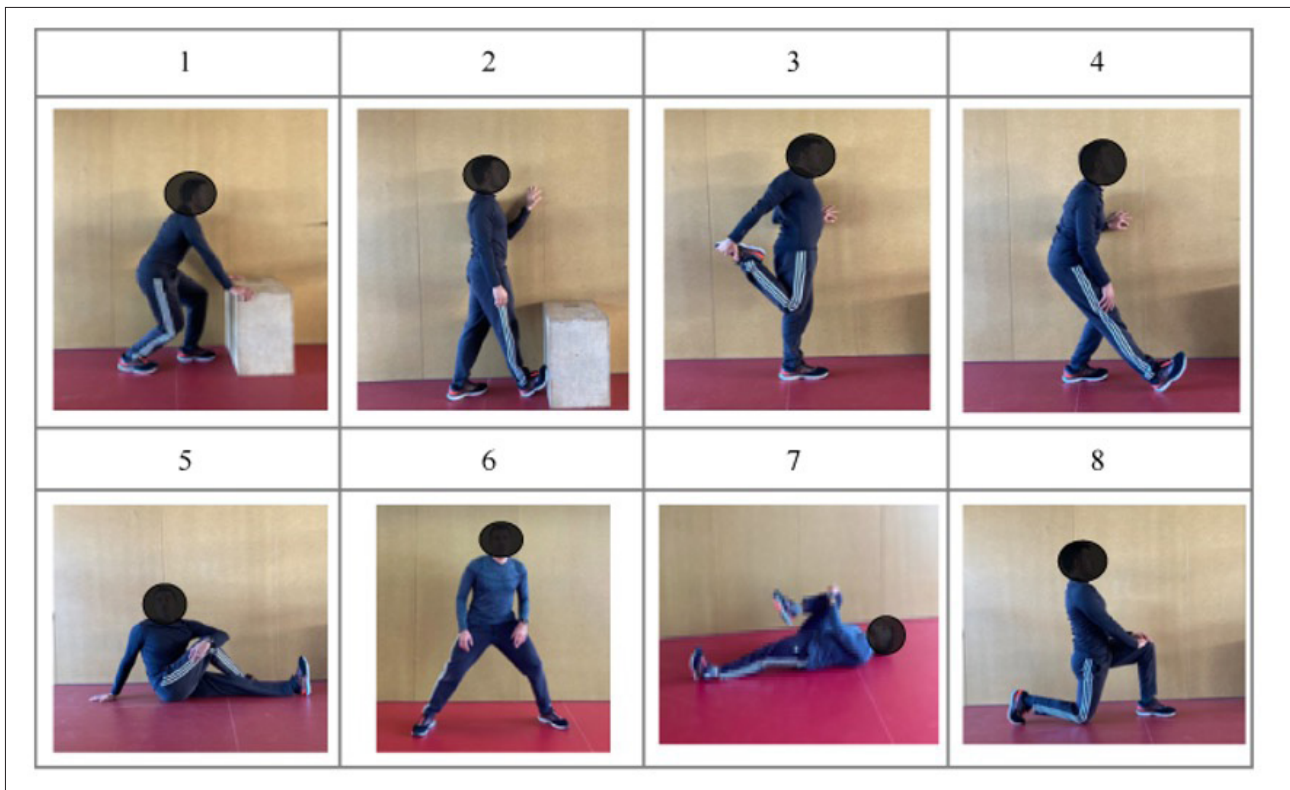
des d'una posició vertical amb les mans als malucs, els genolls a l'amplada de les espatlles i els talons en contacte amb la plataforma (Blazevich et al., 2018). Immediatament, els participants van efectuar un contramoviment descendent excèntric autoseleccionat fins que les cuixes no baixaven més que la paral·lela a terra, per fer immediatament després el salt vertical amb dos peus (Samson et al., 2012). En aquesta sessió (S2), també es van practicar les posicions per als estiraments posteriors (DYN i STA). A més, es va interioritzar l'autopercepció de caminar al 50 % (5 sobre una escala de 10) de l'esforç màxim percebut per a l'activitat prèvia a l'aplicació de les 3 condicions. A partir d'aquí, començaven les sessions d'intervenció en ordre aleatoritzat (vegeu Disseny de l'estudi).

Sessions de les condicions CON, STA i DYN

Totes les sessions d'intervenció (CON, STA i DYN) estaven compostes per una activació realitzada caminant en el sentit de les agulles del rellotge al voltant de la pista de voleibol a l'interior del gimnàs (18 x 9 metres) durant 3 minuts al 50 % de l'esforç màxim percebut (Blazevich et al., 2018). A continuació, en la condició CON es van mantenir 10 minuts en sedestació sobre un banc suec amb els 2 peus en contacte amb el terra, i els omòplats amb la paret. En la sessió de la condició STA, es van fer 8 estiraments musculars estàtics per als membres inferiors com es mostra en la figura 1 (Taylor et al., 2009). Aquestes posicions es van mantenir durant 30 s d'elongació efectiva en cada punt i 1 minut en ambdues extremitats (8 minuts de temps d'estirament total) i, per canviar a la següent, es van emprar 20 s de transició (un total de 10:20 minuts de temps d'elongació més transició) (Taylor et al., 2009). Tanmateix, en la condició DYN es van fer les 8 posicions mostrades a la figura 1, en seqüències d'elongació efectiva de 2 s amb la mateixa sensació de tibantor que en la condició STA i 1 s de cessament de l'estirament. Per aconseguir el mateix temps efectiu d'elongació en cada posició (30 s), extremitats (1 minut) i temps total (8 minuts) que en la sessió STA. Paral·lelament també es van emprar 20 s de transició per canviar a la posició següent, amb 14:20 minuts d'elongació més transició (Lin et al., 2020). El temps d'inici, fi i transició dels estiraments es va controlar amb l'aplicació iCountTimer (RhythmicWorks Software LLP) per al telèfon intel·ligent Iphone 6 IOS 16.0 (Apple, Inc, Cupertino, California, Estats Units). En aquest sentit, per intensificar el control acústic del temps d'intervenció, es va connectar el telèfon intel·ligent per senyal Bluetooth (Bluetooth Special Interest Group, Inc) a una radiofreqüència de 2.4 GHz, a un altaveu extern sense fils Sony SRS-XE300 (Sony Group Corporation, Tòquio, Japó). Seguidament (< 1 minut) als procediments d'intervenció descrits en les sessions CON, STA i DYN, van completar 5 CMJ en la plataforma de contacte (Chronojump, Bosco

Figura 1

Posicions d'estiraments estàtic i dinàmic



1. Estirament del tendó d'Aquil·les. 2. Estirament del bessó. 3. Estirament del quàdriceps. 4. Estirament del bíceps femoral. 5. Estirament del gluti major. 6. Estirament de l'engonal. 7. Estirament de la part inferior de l'esquena. 8. Estirament del psoes.

System, Barcelona, Espanya) amb una resolució temporal d'1 mil·lisegon (ms) a una velocitat d'obtenció de dades de 1,000 Hz per registrar les variables dependents (vegeu introducció). Per al tractament de les dades dels 5 CMJ, es van seleccionar 4 salts, descartant el primer o d'inici (Serrano-Ramon et al., 2023).

Anàlisi de dades

Totes les dades es van expressar com a mitjana (M) i desviació estàndard (DS). Abans de fer l'anàlisi estadística, les variables dependents (RSI, CT, HGT i PO) es van sotmetre a la prova de Shapiro-Wilk per a comprovar que complien el supòsit de normalitat. A continuació, es va analitzar la influència de les condicions CON, STA i DYN sobre RSI, CT, HGT i PO, amb una anàlisi de la variància de mesures repetides (RM ANOVA) amb un total de 3 nivells (és a dir, CON, STA i DYN). En aquest sentit, es va assumir la prova d'esfericitat de Mauchly; en cas de no complir aquest supòsit, els graus de llibertat i l'error es van corregir utilitzant les aproximacions de Greenhouse-Geisser o Huynh-Feldt, respectivament. A més, la potència observada es va calcular en $\beta - 1$, i la mida

de l'efecte (ES) es va expressar mitjançant eta parcial al quadrat (η_p^2), i es va establir en: .01 com un efecte menut, .06 mitjà i .14 o superior com una mida de l'efecte gran. Per a analitzar les comparacions per a cadascun dels 3 nivells es va fer la prova *post hoc* de Bonferroni, i es va establir el nivell de significació en $p < .05$, a més de reflectir els límits superiors i inferiors de l'interval de confiança al 95 % [IC]. Aquestes anàlisis descrites es van realitzar mitjançant un programari d'anàlisi estadística (SPSS Inc, Chicago, Illinois, Estats Units).

Resultats

Els resultats van mostrar increments estadísticament significatius en l'RSI (vegeu figura 2) amb una mida de l'efecte mitjana $F_{(1,52)} = 20.21$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .06$, $\beta - 1 = 1$. En la condició de DYN ($M = 0.66$, $DS = 0.52$) les puntuacions van ser superiors que CON ($M = 0.51$, $DS = 0.26$, $p < .001$, [IC 95 % 0.07, 0.23]) i STA ($M = 0.51$, $DS = 0.27$, $p < .001$, [IC 95 % 0.08, 0.23]). D'altra banda, el CT (vegeu figura 3) va mostrar un increment significatiu en la condició STA ($M = 0.45$, $DS = 0.19$) respecte a CON ($M = 0.41$,

$DS = 0.15$, $p < .01$, [IC 95 % 0.01, 0.07]) i DYN ($M = 0.39$, $DS = 0.16$, $p < .001$, [IC 95 % 0.02, 0.08]) amb una mida de l'efecte menuda $F_{(2,0)} = 8.58$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .02$, $\beta - 1 = .97$. En canvi, l'HGT (vegeu figura 4) va mostrar increments significatius amb una mida de l'efecte mitjana $F_{(1,97)} = 24.84$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .07$, $\beta - 1 = 1$, en la condició DYN ($M = 22.29$, $DS = 7.71$) respecte a STA ($M = 19.82$, $DS = 6.34$, $p < .001$, [IC 95 % 1.21, 3.72]) i CON ($M = 18.67$, $DS = 6.52$, $p < .001$, [IC 95 % 2.28, 4.96]).

Figura 2
Valors de l'RSI.

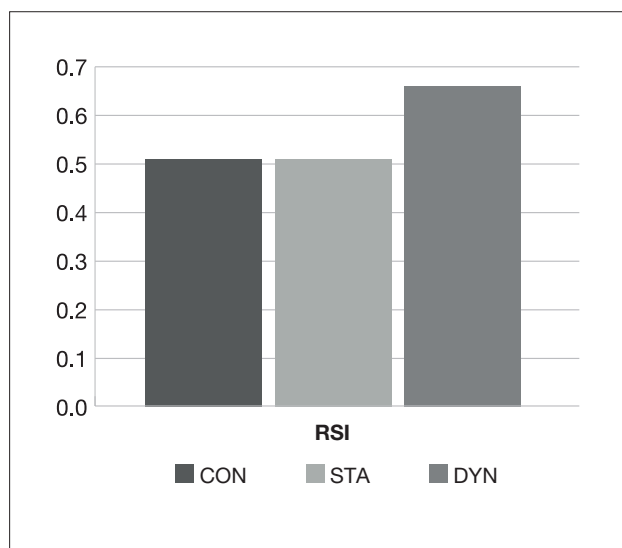


Figura 3
Valors de CT.

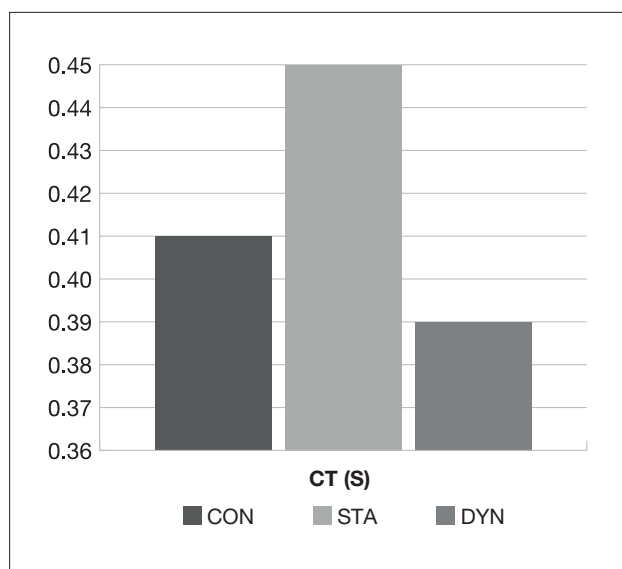
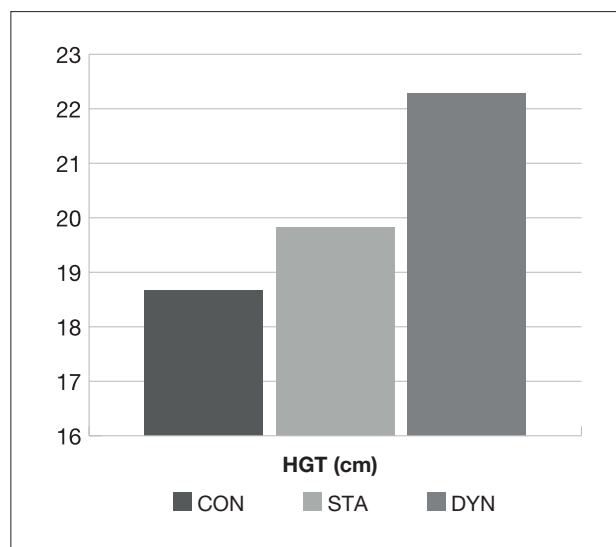


Figura 4
Valors d'HGT.



Discussió

L'objectiu d'aquesta investigació va ser comprovar l'efecte agut de 2 procediments d'elongació muscular (estàtic vs. dinàmic) en comparació amb l'estat de repòs (control), sobre la realització de la prova CMJ entre l'alumnat d'Educació Física en l'etapa educativa de primer de batxillerat. Els resultats del present estudi van mostrar millores significatives en relació amb el rendiment del CMJ en les variables dependents (RSI, CT, HGT) amb la condició d'elongació dinàmica, enfront a l'estàtica i el repòs. Procediments semblants a aquesta intervenció s'han investigat en un gran nombre de treballs al llarg de les últimes dècades (Lin et al., 2020; Reid et al., 2018; Taylor et al., 2009). No obstant això, la variable RSI ha sigut analitzada en menys estudis en comparació amb la resta de variables (CT, HGT i PO) i tractaments (STA vs. DYN) (Montalvo i Dorgo, 2019; Warneke et al., 2022; Werstein i Lund, 2012). En aquest sentit, l'RSI ha mostrat increments en la investigació de Werstein i Lund (2012) en línia amb els nostres resultats, ara bé, amb diferències en el procediment metodològic. Començant pel fet que els participants de la investigació de Werstein i Lund (2012) van realitzar el mesurament de la RSI mitjançant el salt amb caiguda des d'un caixó de 45 cm (Ruffieux et al., 2020), a més de superar significativament el temps d'activació previ al tractament (10 vs. 5 minuts) i fer-ho en cicloergòmetre i no caminant (Lopez-Samanes et al., 2021). En referència al tractament, Werstein i Lund (2012) van emprar en la condició STA el mateix temps d'elongació que el nostre (30 s vs. 30 s), però en la meitat de posicions que en aquest (4 vs. 8). En canvi, en la condició DYN van fer 3 sèries de 10 repeticions sense indicar el temps total de duració (Pinto et al., 2014).

Curiosament, malgrat les diferències metodològiques entre ambdós treballs, els increments significatius en la variable RSI van coincidir en les condicions CON vs. DYN i STA vs. DYN. Segons Stewart et al. (2003) i Werstein i Lund (2012), la millora del RSI es podria deure a l'increment de la velocitat de conducció i activació de les fibres musculars involucrades en l'acció del salt (Lopez-Samanes et al., 2021), com a conseqüència de l'increment de la temperatura muscular provocat per l'activitat dinàmica. Curiosament, aquesta hipòtesi plantejada per nombroses investigacions (Kirmizigil et al., 2014; Lin et al., 2020; Merino-Marban et al., 2021; Werstein i Lund, 2012) coincideix parcialment amb els nostres resultats malgrat que l'RSI és inferior en el treball de Werstein i Lund (2012) en relació amb el present (10.70 vs. 22.70 %) en CON vs. DYN, atès que en aquest estudi no es va realitzar desplaçament en la condició DYN (Wilczyński et al., 2021) i el temps d'activació va ser inferior (10 vs. 5 minuts) (Lopez-Samanes et al., 2021) i coincidiria millor amb la teoria de Young (1995). Aquesta hipòtesi està basada en la interacció de les estructures internes contràctils i no contràctils del múscul esquelètic en el cicle d'estirament-escurçament (Turner i Jeffreys, 2010), que podria alentir-se per l'acció d'una elongació muscular prolongada (≥ 30 s) (Takeuchi et al., 2021; Warneke et al., 2022). No obstant això, en les investigacions de Montalvo i Dorgo (2019) i Warneke et al. (2022) no es va registrar cap millora significativa en la variable RSI. Aquesta diferència de resultats amb el treball de Montalvo i Dorgo (2019) podria deure's en primer lloc a la diferència en el tipus de salt (en profunditat des d'una altura de 30 cm vs. CMJ) (Ruffieux et al., 2020), al nombre inferior de CMJ en comparació amb el present (2 vs. 5) (He et al., 2022) i a la realització dels salts després de l'escalfament en un temps de 3-5 minuts, molt superior al nostre (< 1 minut) (Tsurubami et al., 2020). Atès que el nombre total d'exercicis dirigits a les extremitats inferiors i el temps emprat en l'elongació muscular per a cada condició (STA i DYN) van ser idèntics. En aquest sentit, la investigació de Warneke et al. (2022) també va tenir algunes diferències metodològiques en comparació amb aquesta, com fer els exercicis d'elongació sobre els flexors i extensors plantars i no sobre la resta de grups musculars de les extremitats inferiors. Atès que el nombre de salts va ser el mateix, es van incorporar pauses d'1 minut entre cada intent que podrien haver condicionat el resultat de l'RSI (He et al., 2022).

Respecte a la variable CT, en aquest estudi es va registrar un increment significatiu de la condició STA en comparació amb CON i DYN. Aquests resultats s'allunyen dels obtinguts per Werstein i Lund (2012), en què no van obtenir diferències en cap condició, possiblement justificat per la relació amb les anteriors diferències metodològiques aportades en la variable RSI. Aquesta afirmació podria justificar-se pel fet

que el CT és un component de l'RSI i la influència negativa de la condició STA amb el rendiment del CMJ (Takeuchi et al., 2021; Warneke et al., 2022). Així mateix, Young i Behm (2003) van donar suport a la fonamentació exposada per Werstein i Lund (2012), i no van mostrar diferències en el resultat de CT en ninguna condició, encara que tenien algunes distincions com ara el salt en profunditat (30 cm), l'activació realitzada corrent i no caminant i menys exercicis d'elongació muscular que en el present treball (4 vs. 8). En línia amb el nostre resultat, Lima et al. (2018) van obtenir disminucions significatives en el CT amb la condició STA en comparació amb CON (8.55 % vs. 10.97 %), emprant el mateix temps d'estirament estàtic (30 s), nombre de CMJ, però amb menys posicions (6 vs. 8).

Una altra variable relacionada amb el CMJ i associada a múltiples investigacions que comparen les condicions de CON, STA i DYN és l'HGT. Els nostres resultats han mostrat increments significatius en DYN en comparació amb la resta (CON i STA). En aquest sentit, el treball de Montalvo i Dorgo (2019) també va trobar millores significatives amb HGT en DYN vs. STA (8.24 %) inferiors a les nostres (11.08 %). Malgrat algunes diferències metodològiques, com un nombre reduït de CMJ (2 vs. 5), que podria provocar aquesta diferència de resultats entre estudis (He et al., 2022). En relació amb les diferències entre CON i STA, els nostres resultats no coincideixen amb els mostrats per Pinto et al. (2014). En concret, perquè entre CON i STA amb una elongació de 30 s no van trobar cap diferència, ja que es va establir en la condició STA amb un temps d'estirament de 60 s, mostrant una reducció del -3.40 %. Tot això a diferència de la nostra investigació, que va registrar increments de 5.80 % en la condició STA vs. CON. La reducció d'HGT entre STA 60 s vs. CON va ser -3.40 %, tenint en compte que a l'estudi de Pinto et al. (2014) es van fer menys CMJ en comparació amb el nostre (3 vs. 5); a més, es van recuperar 10 s entre cada CMJ, es van fer un nombre inferior d'exercicis (4 vs. 8) i un escalfament previ al CMJ diferent (5 minuts assegut vs. 5 minuts caminant). La realització d'un nombre inferior de CMJ i pauses intercalades podria ser un dels condicionants que provoca la diferència dels resultats entre estudis (He et al., 2022), unit al procediment d'activació estàtic que podria perjudicar el rendiment posterior en el CMJ (Tsurubami et al., 2020), al no aconseguir una temperatura òptima per a la contracció muscular (Lopez-Samanes et al., 2021).

En aquest sentit, els resultats de Yildiz et al. (2020) també van trobar millores en HGT entre CON vs. STA diferents de les nostres (10.38 % vs. -5.80 %). A pesar que aquests treballs van mostrar diferències procedimentals en comparació amb aquest, com una activació superior abans de la intervenció (5 minuts de carrera més 2 caminant vs. 5 minuts caminant), menys exercicis d'estirament (5 vs. 8)

i nombre de CMJ (3 vs. 5). Les causes de l'HGT inferior en la condició CON vs. STA del nostre treball podrien deure's al CT superior de la condició STA vs. CON necessari per aconseguir més HGT (Takeuchi et al., 2021; Warneke et al., 2022), atès que els nivells de la variable CT en les dues condicions (STA i CON) són idèntiques. En línia amb els nostres resultats, el present estudi segueix en molts aspectes metodològics Taylor et al. (2009), com els mateixos exercicis (8), la duració de l'estirament (30 s) i el temps total en la condició STA. Malgrat algunes diferències, com l'activació prèvia amb una carrera de 300 m a una intensitat submarina i estiraments en el tractament DYN diferents i més nombrosos (16 vs. 8). A més de fer-ho en desplaçament o carrera de 20-30 m, emprant un temps semblant al present (15 vs. 14 minuts), sense especificar el temps d'elongació-relaxació i només realitzar 1 CMJ, ja que el treball de Taylor et al. (2009) va obtenir uns resultats inferiors als nostres entre STA vs. DYN (4.20 % vs. 11.08 %). Les causes d'aquestes diferències podrien estar originades per l'activació submàxima de carrera prèvia al CMJ (Tsurubami et al., 2020), el nombre superior d'exercicis del tractament DYN (Young i Behm, 2003) o l'únic CMJ realitzat (He et al., 2022).

En conseqüència, els resultats del present treball han mostrat millores en les variables que determinen el rendiment en el CMJ en la condició DYN, en comparació amb la resta (STA i CON). En aquest sentit, un dels motius que podrien explicar aquesta influència positiva del tractament DYN sense desplaçament en comparació amb la resta d'estudis consultats seria la teoria de l'estirament de Turner i Jeffreys (2010), en la qual el manteniment d'elongació d'una estructura muscular retarda momentàniament l'eficàcia de la contracció posterior, provocada per l'allunyament dels ponts creuats al sarcòmer (Turner i Jeffreys, 2010). Relacionada amb aquesta teoria, Ettema et al. (1992) va proposar la hipòtesi de la inhibició dels fusos musculars i reducció de les propietats contràctils del teixit muscular a conseqüència del reflex de bloqueig d'aquestes estructures (Ettema et al., 1992). No obstant això, no es pot concloure la teoria responsable en la millora del CMJ en la condició DYN, tot i que en la resta de condicions es podria afirmar que una elongació muscular de ≥ 30 s o la seua absència disminueixen el rendiment en el test CMJ.

Conclusió

A partir dels resultats obtinguts, es pot concloure que un programa agut d'estiraments dinàmics sembla produir efectes beneficiosos sobre el salt amb contramoviment (CMJ) en comparació amb l'absència d'estirament o un manteniment d'elongació muscular de 30 s. Aquesta millora es va produir en totes les variables analitzades i va mostrar diferències significatives. Així, en la variable RSI, la condició DYN

va mostrar increments significatius que van ser un valor representatiu de la capacitat reactiva de salt unida al temps de contacte (CT), que va ser significativament inferior, i a l'alçada del salt, que va ser significativament superior en DYN. Segons la literatura consultada, és el conjunt de les variables anteriors el que proporciona informació valuosa sobre la capacitat reactiva de les extremitats inferiors en el salt amb contramoviment.

Reconeixement

Els autors volen mostrar el seu agraïment a tots els participants en l'estudi i al professor d'Educació Física de l'IES Haygón Paco Carlos per la seva ajuda altruista en la captació dels participants i el control del procediment i en qualsevol necessitat que sorgís.

Referències

- Ayala, F., Sainz de Baranda, P., & Cejudo, A. (2012). El entrenamiento de la flexibilidad: técnicas de estiramiento. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 5(3), 105–112. <http://tinyurl.com/yttvy6sl>
- Becerra Fernández, C. A., Mayorga Vega, D., & Merino Marban, R. (2020). Effect of Physical Education-based stretching programs on hamstring extensibility in high school students: A systematic review. *Cultura_Ciencia_Deporte [CCD]*, 15(43), 63–73.
- Blazevich, A. J., Gill, N. D., Kvorning, T., Kay, A. D., Goh, A. G., Hilton, B., Drinkwater, E. J., & Behm, D. G. (2018). No Effect of Muscle Stretching within a Full, Dynamic Warm-up on Athletic Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 50(6), 1258–1266. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001539>
- Castañer, M., & Camerino, O. (2022). *Enfoque Dinámico e Integrado de la Motricidad (EDIM)*. Colección Motriu Actual. INEFC-UdL.
- De Blas, X., & González-Gómez, J. (2005). Proyecto Chronojump: Sistema de Medida de la Capacidad de Salto usando Software y Hardware Libres. *Actas I Congreso de Tecnologías del Software Libre*, 223.
- Donti, O., Tsolakis, C., & Bogdanis, G. C. (2014). Effects of baseline levels of flexibility and vertical jump ability on performance following different volumes of static stretching and potentiating exercises in elite gymnasts. *Journal of Sports Science & Medicine*, 13(1), 105–113.
- Ettema, G. J. C., Huijting, P. A., & De Haan, A. (1992). The Potentiating Effect of Prestretch on the Contractile Performance of Rat Gastrocnemius Medialis Muscle During Subsequent Shortening and Isometric Contractions. *Journal of Experimental Biology*, 165(1), 121–136. <https://doi.org/10.1242/jeb.165.1.121>
- Flanagan, E. P., & Comyns, T. M. (2008). The Use of Contact Time and the Reactive Strength Index to Optimize Fast Stretch-Shortening Cycle Training. *Strength & Conditioning Journal*, 30(5). <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e318187e25b>
- He, L., Li, Y.-G., Wu, C., Yao, S., Su, Y., Ma, G.-D., & Wang, I.-L. (2022). The Influence of Repeated Drop Jump Training on Countermovement Jump Performance. *Applied Bionics and Biomechanics*, 2022, 9609588. <https://doi.org/10.1155/2022/9609588>
- Jiménez-Parra, J. F., Manzano-Sánchez, D., Camerino, O., Castañer, M., & Valero-Valenzuela, A. (2022). Enhancing Physical Activity in the Classroom with Active Breaks: A Mixed Methods Study. *Apunts Educació Física y Deportes*, 147, 84–94. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2022/1\).147.09](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2022/1).147.09)
- Kirmizigil, B., Ozcaldiran, B., & Colakoglu, M. (2014). Effects of three different stretching techniques on vertical jumping performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(5), 1263–1271. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000268>

- Lima, C. D., Brown, L. E., Ruas, C. V., & Behm, D. G. (2018). Effects of Static Versus Ballistic Stretching on Hamstring: Quadriceps Strength Ratio and Jump Performance in Ballet Dancers and Resistance Trained Women. *Journal of Dance Medicine & Science: Official Publication of the International Association for Dance Medicine & Science*, 22(3), 160–167. <https://doi.org/10.12678/1089-313X.22.3.160>
- Lin, W.-C., Lee, C.-L., & Chang, N.-J. (2020). Acute Effects of Dynamic Stretching Followed by Vibration Foam Rolling on Sports Performance of Badminton Athletes. *Journal of Sports Science & Medicine*, 19(2), 420–428.
- Lopez-Samanes, A., Del Coso, J., Hernández-Davó, J. L., Moreno-Pérez, D., Romero-Rodríguez, D., Madruga-Parera, M., Muñoz, A., & Moreno-Pérez, V. (2021). Acute effects of dynamic versus foam rolling warm-up strategies on physical performance in elite tennis players. *Biology of Sport*, 38(4), 595–601. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2021.101604>
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 551–555. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2004\)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2004)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2)
- McBride, J. M., McCauley, G. O., & Cormie, P. (2008). Influence of Preactivity and Eccentric Muscle Activity on Concentric Performance during Vertical Jumping. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3). <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31816a83ef>
- Merino-Marban, R., Fuentes, V., Torres, M., & Mayorga-Vega, D. (2021). Acute effect of a static- and dynamic-based stretching warm-up on standing long jump performance in primary schoolchildren. *Biology of Sport*, 38(3), 333–339. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2021.99703>
- Monguillot Hernando, M., González Arévalo, C., Zurita Mon, C., Almirall Batet, L., & Guitert Catasús, M. (2015). Play the Game: gamification and healthy habits in physical education. *Apunts Educación Física y Deportes*, 119, 71–79. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2015/1\).119.04](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2015/1).119.04)
- Montalvo, S., & Dorgo, S. (2019). The effect of different stretching protocols on vertical jump measures in college age gymnasts. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(12), 1956–1962. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.19.09561-6>
- Morales-Artacho, A. J., Padial, P., García-Ramos, A., Pérez-Castilla, A., Argüelles-Cienfuegos, J., De la Fuente, B., & Feriche, B. (2018). Intermittent Resistance Training at Moderate Altitude: Effects on the Force-Velocity Relationship, Isometric Strength and Muscle Architecture. *Frontiers in Physiology*, 9, 594. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00594>
- Pinto, M. D., Wilhelm, E. N., Tricoli, V., Pinto, R. S., & Blazevich, A. J. (2014). Differential effects of 30- vs. 60-second static muscle stretching on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(12), 3440–3446. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000569>
- Porta, J. (1987). El desarrollo de las capacidades físicas. La flexibilidad. *Apunts Educación Física y Deportes*, 07(08), 10–19.
- Reid, J. C., Greene, R., Young, J. D., Hodgson, D. D., Blazevich, A. J., & Behm, D. G. (2018). The effects of different durations of static stretching within a comprehensive warm-up on voluntary and evoked contractile properties. *European Journal of Applied Physiology*, 118(7), 1427–1445. <https://doi.org/10.1007/s00421-018-3874-3>
- Ruffieux, J., Wälchli, M., Kim, K.-M., & Taube, W. (2020). Countermovement Jump Training Is More Effective Than Drop Jump Training in Enhancing Jump Height in Non-professional Female Volleyball Players. *Frontiers in Physiology*, 11, 231. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00231>
- Samson, M., Button, D. C., Chaouachi, A., & Behm, D. G. (2012). Effects of dynamic and static stretching within general and activity specific warm-up protocols. *Journal of Sports Science & Medicine*, 11(2), 279–285.
- Serrano-Ramon, J., Cortell-Tormo, J., Bautista, I., García Jaén, M., & Chulvi-Medrano, I. (2023). Acute effects of different external compression with blood flow restriction on force-velocity profile during squat and bench press exercises. *Biology of Sport*, 40(1), 209–216. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2023.112093>
- Stewart, D., Macaluso, A., & De Vito, G. (2003). The effect of an active warm-up on surface EMG and muscle performance in healthy humans. *European Journal of Applied Physiology*, 89(6), 509–513. <https://doi.org/10.1007/s00421-003-0798-2>
- Takeuchi, K., Akizuki, K., & Nakamura, M. (2021). Time course of changes in the range of motion and muscle-tendon unit stiffness of the hamstrings after two different intensities of static stretching. *PLoS One*, 16(9), e0257367. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257367>
- Taylor, K.-L., Sheppard, J. M., Lee, H., & Plummer, N. (2009). Negative effect of static stretching restored when combined with a sport specific warm-up component. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(6), 657–661. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.04.004>
- Toumi, H., Best, T. M., Martin, A., & Poumarat, G. (2004). Muscle plasticity after weight and combined (weight + jump) training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(9), 1580–1588. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000139896.73157.21>
- Tsurubami, N., Oba, K., Samukawa, M., Takizawa, K., Chiba, I., Yamanaka, M., & Tohyama, H. (2020). Warm-Up Intensity and Time Course Effects on Jump Performance. *Journal of Sports Science & Medicine*, 19(4), 714–720.
- Turner, A. N., & Jeffreys, I. (2010). The Stretch-Shortening Cycle: Proposed Mechanisms and Methods for Enhancement. *Strength & Conditioning Journal*, 32(4). <http://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181e928f9>
- Warneke, K., Konrad, A., Keiner, M., Zech, A., Nakamura, M., Hillebrecht, M., & Behm, D. G. (2022). Using Daily Stretching to Counteract Performance Decreases as a Result of Reduced Physical Activity-A Controlled Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(23). <https://doi.org/10.3390/ijerph192315571>
- Werstein, K. M., & Lund, R. J. (2012). The effects of two stretching protocols on the reactive strength index in female soccer and rugby players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(6), 1564–1567. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318231ac09>
- Wilczyński, B., Hinca, J., Ślęzak, D., & Zorena, K. (2021). The Relationship between Dynamic Balance and Jumping Tests among Adolescent Amateur Rugby Players. A Preliminary Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph18010312>
- World Medical Association. (2022). *WMA Declaration Of Helsinki – Ethical Principles For Medical Research Involving Human Subjects*. 6th September. <http://tinyurl.com/y7f5boyg>
- Yildiz, S., Gelen, E., Çilli, M., Karaca, H., Kayihan, G., Ozkan, A., & Sayaca, C. (2020). Acute effects of static stretching and massage on flexibility and jumping performance. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*, 20(4), 498–504.
- Young, W. (1995). Laboratory strength assessment of athletes. *New Studies in Athletics*, 10, 89.
- Young, W. B., & Behm, D. G. (2003). Effects of running, static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43(1), 21–27.

Conflicte d'interessos: les autories no han comunicat cap conflicte d'interessos.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Aquest article està disponible a l'URL <https://www.revista-apunts.com/ca/>. Aquest treball està publicat sota una llicència Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Les imatges o qualsevol altre material de tercers d'aquest article estan inclosos a la llicència Creative Commons de l'article, tret que s'indiqui el contrari a la línia de crèdit; si el material no s'inclou sota la llicència Creative Commons, els usuaris hauran d'obtenir el permís del titular de la llicència per reproduir el material. Per veure una còpia d'aquesta llicència, visiteu <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ca>