



¿Influye el tipo de flexibilidad utilizado antes de una clase de Educación Física?

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

¹ Cuerpo de profesores de Educación Secundaria, Generalitat Valenciana, Conselleria d'Educació, Valencia (España).

² Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Isabel I, Burgos (España).

³ Departamento de Didáctica General y Didácticas Específicas, Facultad de Educación, Universidad de Alicante (España).

Citación

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 Educación 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)



Editado por:

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

ISSN: 2014-0983

*Correspondencia:

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

Sección:

Educación física

Idioma del original:

Catalán

Recibido:

19 de julio de 2023

Aceptado:

8 de noviembre de 2023

Publicado:

1 de abril de 2024

Portada:

Ciclista de montaña disfrutando
de la naturaleza y el aire libre.
© Adobe Stock. Delcio F/
peopleimages.com

Resumen

La utilización de técnicas de elongación muscular se ha puesto en práctica durante mucho tiempo antes de iniciar actividades físicas para incrementar la activación, aumentar la amplitud articular o como parte de técnicas de calentamiento. En los últimos años, ha habido discrepancia a la hora de utilizar elongaciones estáticas (STA), dinámicas o intermitentes (DYN), o no hacerlas (CON) antes de iniciar la sesión de Educación Física. El objetivo de este estudio fue averiguar qué tipo de trabajo de flexibilidad obtendría mejores resultados en el salto con contramovimiento (CMJ) con las variables: índice de fuerza relativa (RSI), altura del salto (HGT) y tiempo de contacto (CT) con una plataforma de contacto. Formaron parte de esta investigación 86 participantes de 16.74 ± 0.19 años, 65.17 ± 30.03 kg y 1.71 ± 0.09 m. Todos los participantes se sometieron de forma aleatorizada a los 3 protocolos, 2 de elongación (STA y DYN) durante 30 segundos y 1 de control sin ninguna elongación (CON). Los resultados mostraron incrementos significativos en el RSI y HGT ($p < .001$) en la condición de DYN vs. CON y STA. Por otra parte, el CT mostró aumentos significativos en STA con respecto a CON ($p < .01$) y DYN. A partir de los resultados obtenidos, se podría afirmar que un programa agudo de estiramientos dinámicos podría producir mejoras sobre el salto con contramovimiento (CMJ) en comparación con la ausencia de estiramiento o un mantenimiento de elongación muscular de 30 s.

Palabras clave: CMJ, Educación Física, flexibilidad dinámica, RSI.

Introducción

La flexibilidad es considerada una de las 4 capacidades físico-motrices junto con la velocidad, la fuerza y la resistencia (Castañer y Camerino, 2022; Monguillot Hernando et al., 2015). Esta se entiende como la propiedad de un cuerpo para deformarse bajo una fuerza aplicada y volver a su estado inicial una vez retirada (Porta, 1987). Durante años se ha dispuesto de múltiples metodologías para su acondicionamiento, mantenimiento y mejora (Castañer y Camerino, 2022; Monguillot Hernando et al., 2015). Estos procedimientos han mostrado varios cambios, desde un trabajo estático con el mantenimiento de una posición de elongación muscular en un determinado tiempo (Castañer y Camerino, 2022; Jiménez-Parra et al., 2022), hasta un trabajo dinámico con intervalos de estiramiento y otros de relajación (Lin et al., 2020). Dentro de este tipo de flexibilidad dinámica se han implementado varios métodos, como realizarlo a la máxima velocidad o balístico, a velocidad controlada o dinámico o a velocidad resistida, conocido como “facilitación neuromuscular propioceptiva” (Merino-Marban et al., 2021). La aplicación de estos procedimientos dentro del ámbito deportivo ha sido debatida a lo largo de los últimos años, así como en qué orden se tiene que trabajar cada uno en la sesión de entrenamiento (Donti et al., 2014).

En otro ámbito de aplicación como el educativo, también ha habido mucha controversia sobre la utilización de cualquiera de los métodos en las clases de Educación Física en edad escolar (Becerra Fernández et al., 2020; Castañer y Camerino, 2022). Su utilización y duración del estímulo o elongación muscular también se ha discutido durante décadas en numerosas investigaciones (Ayala et al., 2012), y se ha llegado a la conclusión de que es preferible utilizar intervalos de aproximadamente 30 segundos (s) por músculo o grupo muscular, manteniéndolos en los estiramientos estáticos (STA), intercalando intervalos de 2 s de elongación y 1 s de relajación para los dinámicos (DYN) (Lin et al., 2020; Reid et al., 2018). La influencia sobre el tipo de elongación muscular utilizado y su capacidad reactiva ha sido investigada en los últimos años (Kirmizigil et al., 2014). Además, ha sido relacionada con la fuerza y potencia producida en ejercicios isoinerciales y variables relacionadas con el salto de altura o longitud (Kirmizigil et al., 2014). El movimiento más idóneo, según múltiples investigaciones, para medir la potencia de las extremidades inferiores es el salto de altura en comparación con otros tipos (Toumi et al., 2004). Dentro de este, el salto con contramovimiento o CMJ ha mostrado una elevada relación con el rendimiento en pruebas de fuerza máxima, explosiva o con sprints (Markovic et al., 2004).

Como dispositivos para registrar las variables cinemáticas de estos ejercicios se han utilizado desde transductores lineales o codificadores para medir la fuerza (N) y la

velocidad (m/s) en ejercicios con carga externa (Morales-Artacho et al., 2018) hasta plataformas de contacto para medir las variables relacionadas con el CMJ, como el tiempo de vuelo (FT) y el contacto (CT) (s), la altura del salto (HGT) en centímetros (cm), la potencia en vatios (W), y el índice de fuerza reactiva (RSI) (De Blas y González-Gómez, 2005). Esta variable se obtiene del cociente entre la altura del salto (cm) y el CT (s) (Flanagan y Comyns, 2008). Su interpretación ha sido considerada un indicador de la óptima predisposición neuromuscular para efectuar un salto (McBride et al., 2008), como resultado de una rápida transición entre las fases concéntrica-excéntrica de la contracción muscular (Turner y Jeffreys, 2010) provocada por la estimulación nerviosa instantánea, que activa el bloqueo de los órganos de estiramiento de las fibras musculares como el de Golgi (Toumi et al., 2004). En este sentido, el objetivo de la presente investigación fue verificar las posibles diferencias en las variables obtenidas con el CMJ en el alumnado antes de empezar la clase de Educación Física utilizando varios métodos de flexibilidad.

Metodología

Participantes

En este estudio se convocaron a 105 participantes de los tres cursos (A, B y C) del nivel educativo de primero de bachillerato (IBAT) del Instituto de Enseñanza Secundaria IES Haygón de Sant Vicent del Raspeig. Del 100 % (105) de los participantes, formaron parte del estudio 86 (81.9 %) con edades de 16.74 ± 0.19 años, una masa de 65.17 ± 30.03 kg, una altura de 1.71 ± 0.09 m y un índice de masa corporal (IMC) de 22.31 ± 8.61 kg/m². Este grupo de participantes estaba compuesto por 41 chicos (16.74 ± 0.20 años, 75.72 ± 38.37 kg, 1.71 ± 0.06 m y un IMC de 23.60 ± 11.23 kg/m²) y 45 chicas (16.76 ± 0.20 años, 56.48 ± 9.48 kg, 1.63 ± 0.04 m y un IMC de 21.21 ± 3.92 kg/m²).

Los 86 participantes que formaron parte del estudio siguieron los siguientes criterios de inclusión: 1. participar en todas las sesiones del diseño del estudio; 2. no tener ninguna incapacidad cardíaca, musculoesquelética, ortopédica o congénita que impidiera la ejecución de los saltos; 3. haber firmado el permiso de consentimiento informado de los objetivos, procedimiento y riesgos del estudio por parte de sus tutores legales. Los 19 participantes que no formaron parte del estudio fue debido al incumplimiento de alguno de los criterios anteriores. Este estudio fue aprobado por la dirección del centro y los tutores legales de los participantes, que firmaron el consentimiento informado mencionado. Además, cumplió los protocolos actuales de la Declaración

de Helsinki sobre principios éticos en la investigación con humanos (World Medical Association, 2022). La intervención se hizo en la misma franja horaria (10:00 - 12:00 AM UTC + 1) y con las mismas condiciones ambientales (15-19 °C) en el gimnasio cubierto del IES Haygón.

Este tamaño muestral se determinó *a priori* mediante el programa G*Power versión 3.1.9.6 para Mac OS X 13. Se estimó con la familia de test F un ANOVA para medidas repetidas entre factores y un tipo de potencia analítica *a priori*. Esta prueba determinó que, para un tamaño del efecto mediano F de 0.25 ($\eta_p^2 = .06$), un alfa (α) < .05, potencia estadística ($\beta-1$) > .95, 3 grupos, 3 medidas (1 cada participante y condición) y una especificación con opción para el SPSS, se tenía que estimar una muestra total mínima de 168 participantes (56 por condición).

Diseño del estudio

Esta investigación se basó en un diseño cuasi-experimental intrasujetos (medidas repetidas) con condición de control. Para evaluar el efecto de intervenciones de estiramiento muscular dinámico *versus* estático sobre el rendimiento en el salto con contramovimiento (CMJ), cada participante fue sometido a las 3 condiciones de la intervención: 1. sin ninguna aplicación de estiramiento (CON), 2. flexibilidad estática (STA) y 3. flexibilidad dinámica (DYN). Estas se asignaron a cada grupo-clase con la disposición siguiente: 1BAT-A empezó la intervención con CON, seguida de STA y finalizada con DYN. Para el grupo 1BAT-B, el orden fue DYN, CON y STA, respectivamente. Finalmente, para el tercer grupo (1BAT-C), la organización se estableció en STA, DYN y CON. En este sentido, en cada sesión se mezclaba la orden de inicio de la intervención mediante su número en la lista del profesor de Educación Física. Se hizo con la función de ordenar aleatoriamente los valores que incorpora el programa de hoja de cálculo Microsoft Excel (v. 11.0) desarrollado por Microsoft (Estados Unidos) para MacOS.

Procedimiento

La temporalización de esta intervención estaba compuesta por 5 sesiones separadas por un mínimo de 48 horas para cada grupo (1BAT-A, B o C). En la sesión 1(S1) se explicó el protocolo de esta investigación y se recogió firmado el consentimiento informado que previamente había repartido el profesor entre el alumnado, junto con la autorización de los tutores legales. El S2 se utilizó para la familiarización del protocolo de la intervención, donde se practicaron 5 intentos del salto CMJ con el control desde el plano sagital por parte de 2 observadores (Blazeovich et al., 2018) (profesor de Educación Física del grupo y el investigador del presente estudio) y se proporcionó la retroalimentación al alumnado

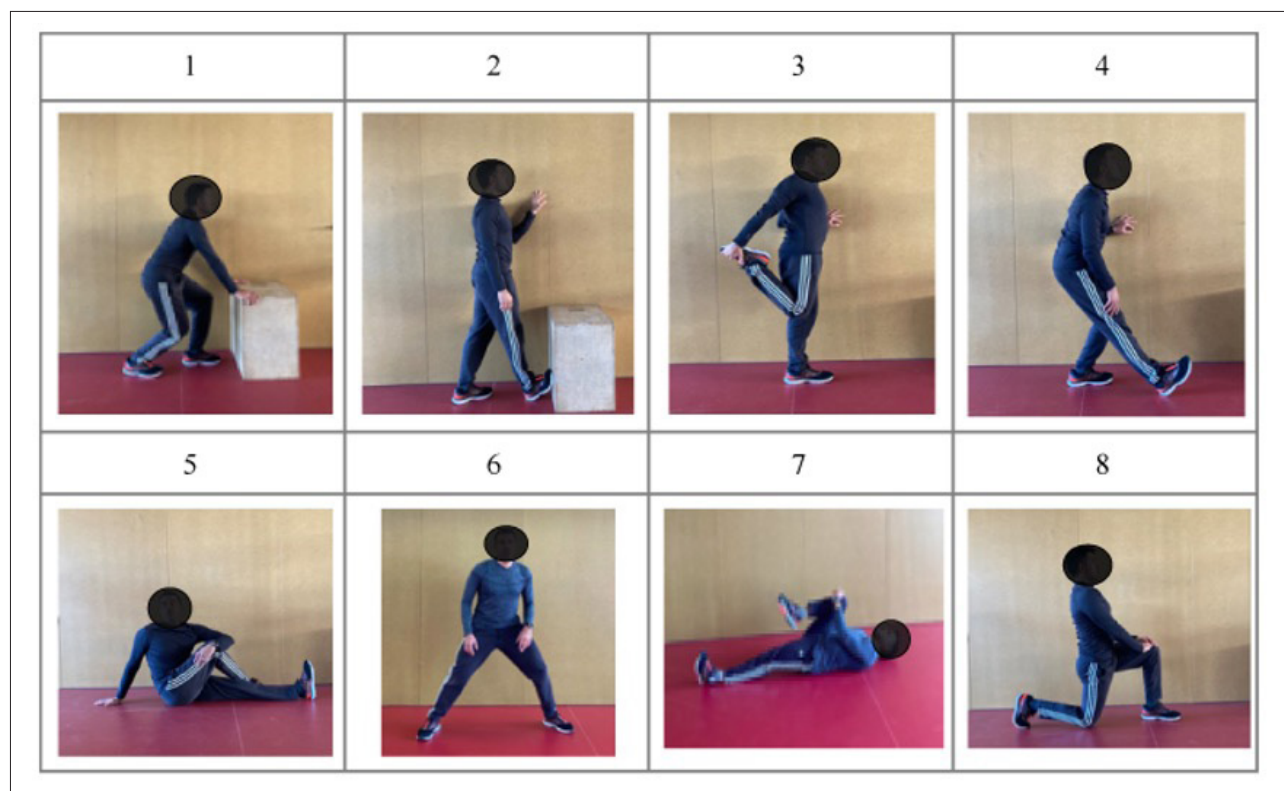
que intentara llegar lo más alto posible con el mínimo tiempo de contacto posible con la plataforma (desactivada) en cada salto. El CMJ se inició desde una posición vertical con las manos en las caderas, las rodillas a la anchura de los hombros y los talones en contacto con la plataforma (Blazeovich et al., 2018). Inmediatamente, los participantes efectuaron un contramovimiento descendente excéntrico autoseleccionado hasta que los muslos no bajaban más que la paralela en el suelo, para efectuar inmediatamente después el salto vertical con dos pies (Samson et al., 2012). En esta sesión (S2), también se practicaron las posiciones para los estiramientos posteriores (DYN y STA). Además, se interiorizó la autopercepción de caminar al 50 % (5 sobre una escala de 10) del esfuerzo máximo percibido para la actividad previa a la aplicación de las 3 condiciones. A partir de aquí, empezaban las sesiones de intervención en orden aleatorizado (ver Diseño del estudio).

Sesiones de las condiciones CON, STA y DYN

Todas las sesiones de intervención (CON, STA y DYN) estaban compuestas por una activación realizada caminando en el sentido de las agujas del reloj en torno a la pista de voleibol en el interior del gimnasio (18 x 9 metros) durante 3 minutos al 50 % del esfuerzo máximo percibido (Blazeovich et al., 2018). A continuación, en la condición CON se mantuvieron 10 minutos en sedestación sobre un banco sueco con los 2 pies en contacto con el suelo y los omóplatos con la pared. En la sesión de la condición STA, se hicieron 8 estiramientos musculares estáticos para los miembros inferiores como se muestra en la figura 1 (Taylor et al., 2009). Estas posiciones se mantuvieron durante 30 s de elongación efectiva en cada punto y 1 minuto en ambas extremidades (8 minutos de tiempo de estiramiento total) y, para cambiar a la siguiente, se utilizaron 20 s de transición (un total de 10:20 minutos de tiempo de elongación más transición) (Taylor et al., 2009). Sin embargo, en la condición DYN se hicieron las 8 posiciones mostradas en la figura 1, en secuencias de elongación efectiva de 2 s con la misma sensación de tirantez que en la condición STA y 1 s de cese del estiramiento. Para conseguir el mismo tiempo efectivo de elongación en cada posición (30 s), extremidades (1 minuto) y tiempo total (8 minutos) que en la sesión STA. Paralelamente también se utilizaron 20 s de transición para cambiar a la posición siguiente, con 14:20 minutos de elongación más transición (Lin et al., 2020). El tiempo de inicio, fin y transición de los estiramientos se controló con la aplicación iCountTimer (RhythmicWorks Software LLP) para el teléfono inteligente Iphone 6 IOS 16.0 (Apple, Inc., Cupertino, California, Estados Unidos). En este sentido, para intensificar el control acústico del tiempo de intervención, se conectó el teléfono inteligente por señal Bluetooth (Bluetooth Special Interest Group, Inc.)

Figura 1

Posiciones de estiramientos estático y dinámico.



1. Estiramiento del tendón de Aquiles. 2. Estiramiento del gemelo. 3. Estiramiento del cuádriceps. 4. Estiramiento del bíceps femoral. 5. Estiramiento del glúteo mayor. 6. Estiramiento de la ingle. 7. Estiramiento de la parte inferior de la espalda. 8. Estiramiento del psoas.

a una radiofrecuencia de 2.4 GHz a un altavoz externo sin hilos Sony SRS-XE300 (Sony Group Corporation, Tokio, Japón). Seguidamente (< 1 minuto) a los procedimientos de intervención descritos en las sesiones CON, STA y DYN, completaron 5 CMJ en la plataforma de contacto (Chronojump, Bosco System, Barcelona, España) con una resolución temporal de 1 milisegundo (ms) a una velocidad de obtención de datos de 1,000 Hz para registrar las variables dependientes (ver introducción). Para el tratamiento de los datos de los 5 CMJ, se seleccionaron 4 saltos, descartando el primero o de inicio (Serrano-Ramon et al., 2023).

Análisis de datos

Todos los datos se expresaron como media (M) y desviación estándar (DE). Antes de hacer el análisis estadístico, las variables dependientes (RSI, CT, HGT y PO) se sometieron a la prueba de Shapiro-Wilk para comprobar que cumplían el supuesto de normalidad. A continuación, se analizó la influencia de las condiciones CON, STA y DYN sobre RSI, CT, HGT y PO, con un análisis de la variancia de medidas repetidas (RM ANOVA) con un total de 3 niveles (es decir, CON, STA y DYN). En este sentido, se asumió la prueba de esfericidad de Mauchly; en caso de no cumplir este supuesto,

los grados de libertad y el error se corrigieron utilizando las aproximaciones de Greenhouse-Geisser o Huynh-Feldt, respectivamente. Además, la potencia observada se calculó en $\beta - 1$ y el tamaño del efecto (ES) se expresó mediante eta parcial al cuadrado (η_p^2), y se estableció en: .01 como un efecto pequeño, .06 mediano y .14 o superior como un tamaño del efecto grande. Para analizar las comparaciones para cada uno de los 3 niveles se hizo la prueba *post hoc* de Bonferroni, y se estableció el nivel de significación en $p < .05$, además de reflejar los límites superiores e inferiores del intervalo de confianza al 95 % [IC]. Estos análisis descritos se realizaron mediante un *software* de análisis estadístico (SPSS Inc., Chicago, Illinois, Estados Unidos).

Resultados

Los resultados mostraron incrementos estadísticamente significativos en el RSI (ver figura 2) con un tamaño del efecto mediano $F_{(1,52)} = 20.21$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .06$, $\beta - 1 = 1$. En la condición de DYN ($M = 0.66$, $DE = 0.52$) las puntuaciones fueron superiores que CON ($M = 0.51$, $DE = 0.26$, $p < .001$, [IC 95 % 0.07, 0.23]) y STA ($M = 0.51$, $DE = 0.27$, $p < .001$, [IC 95 % 0.08, 0.23]). Por otra parte, el CT (ver figura 3) mostró un incremento significativo en

la condición STA ($M = 0.45$, $DE = 0.19$) con respecto a CON ($M = 0.41$, $DE = 0.15$, $p < .01$, [IC 95 % 0.01, 0.07]) y DYN ($M = 0.39$, $DE = 0.16$, $p < .001$, [IC 95 % 0.02, 0.08]) con un tamaño del efecto pequeño $F_{(2,0)} = 8.58$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .02$, $\beta -1 = .97$. En cambio, el HGT (ver figura 4) mostró incrementos significativos con un tamaño del efecto mediano $F_{(1,97)} = 24.84$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .07$, $\beta -1 = 1$, en la condición DYN ($M = 22.29$, $DE = 7.71$) con respecto a STA ($M = 19.82$, $DE = 6.34$, $p < .001$, [IC 95 % 1.21, 3.72]) y CON ($M = 18.67$, $DE = 6.52$, $p < .001$, [IC 95 % 2.28, 4.96]).

Figura 2
Valores del RSI.

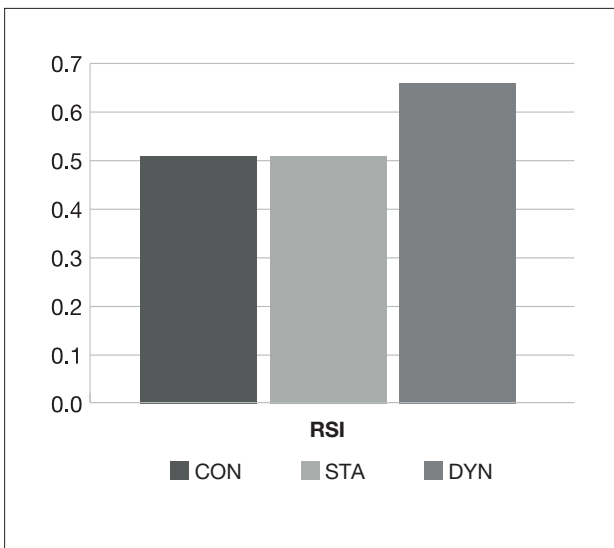


Figura 3
Valores de CT.

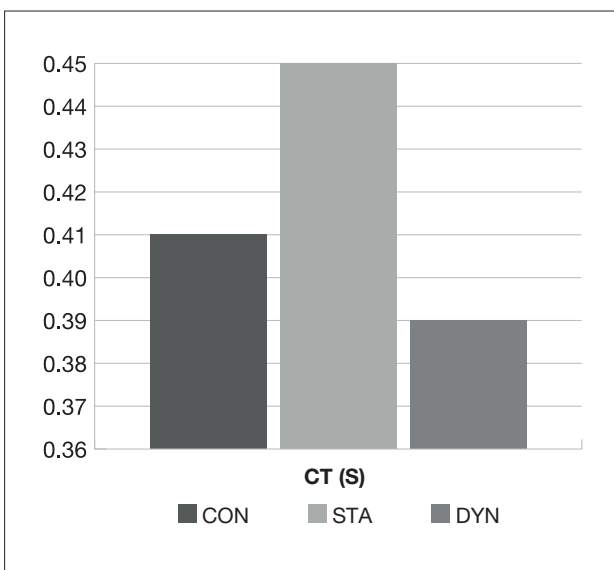
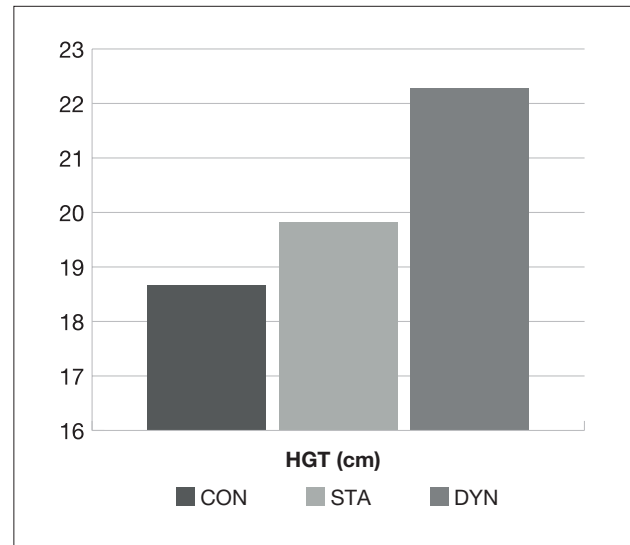


Figura 4
Valores de HGT.



Discusión

El objetivo de esta investigación fue comprobar el efecto agudo de 2 procedimientos de elongación muscular (estático vs. dinámico) en comparación con el estado de reposo (control), sobre la realización de la prueba CMJ entre el alumnado de Educación Física en la etapa educativa de primero de bachillerato. Los resultados del presente estudio mostraron mejoras significativas en relación con el rendimiento del CMJ en las variables dependientes (RSI, CT, HGT) con la condición de elongación dinámica, frente a la estática y el reposo. Procedimientos parecidos a esta intervención se han investigado en un gran número de trabajos a lo largo de las últimas décadas (Lin et al., 2020; Reid et al., 2018; Taylor et al., 2009). No obstante, la variable RSI ha sido analizada en menos estudios en comparación con el resto de variables (CT, HGT y PO) y tratamientos (STA vs. DYN) (Montalvo y Dorgo, 2019; Warneke et al., 2022; Werstein y Lund, 2012). En este sentido, el RSI ha mostrado incrementos en la investigación de Werstein y Lund (2012) en línea con nuestros resultados, aunque con diferencias en el procedimiento metodológico. Empezando por el hecho de que los participantes de la investigación de Werstein y Lund (2012) realizaron la medición de la RSI mediante el salto con caída desde un cajón de 45 cm (Ruffieux et al., 2020), además de superar significativamente el tiempo de activación previo al tratamiento (10 vs. 5 minutos) y hacerlo en cicloergómetro y no caminando (Lopez-Samanes et al., 2021). En referencia al tratamiento, Werstein y Lund (2012) utilizaron en la condición STA el mismo tiempo de elongación que el nuestro (30 s vs. 30 s), pero en la mitad de posiciones que en este (4 vs. 8). En cambio, en la condición DYN hicieron 3 series de 10 repeticiones sin indicar el tiempo total de duración (Pinto et al., 2014). Curiosamente, a pesar

de las diferencias metodológicas entre ambos trabajos, los incrementos significativos en la variable RSI coincidieron en las condiciones CON vs. DYN y STA vs. DYN. Según Stewart et al. (2003) y Werstein y Lund (2012), la mejora del RSI se podría deber al incremento de la velocidad de conducción y activación de las fibras musculares involucradas en la acción del salto (Lopez-Samanes et al., 2021), como consecuencia del incremento de la temperatura muscular provocado por la actividad dinámica. Curiosamente, esta hipótesis planteada por numerosas investigaciones (Kirmizigil et al., 2014; Lin et al., 2020; Merino-Marban et al., 2021; Werstein y Lund, 2012) coincide parcialmente con nuestros resultados aunque el RSI es inferior en el trabajo de Werstein y Lund (2012) en relación con el presente (10.70 vs. 22.70 %) en CON vs. DYN, dado que en este estudio no se realizó desplazamiento en la condición DYN (Wilczyński et al., 2021) y el tiempo de activación fue inferior (10 vs. 5 minutos) (Lopez-Samanes et al., 2021) y coincidiría mejor con la teoría de Young (1995). Esta hipótesis está basada en la interacción de las estructuras internas contráctiles y no contráctiles del músculo esquelético en el ciclo de estiramiento-acortamiento (Turner y Jeffreys, 2010), que podría ralentizarse por la acción de una elongación muscular prolongada (≥ 30 s) (Takeuchi et al., 2021; Warneke et al., 2022). No obstante, en las investigaciones de Montalvo y Dorgo (2019) y Warneke et al. (2022) no se registró ninguna mejora significativa en la variable RSI. Esta diferencia de resultados con el trabajo de Montalvo y Dorgo (2019) podría deberse en primer lugar a la diferencia en el tipo de salto (en profundidad desde una altura de 30 cm vs. CMJ) (Ruffieux et al., 2020), al número inferior de CMJ en comparación con el presente (2 vs. 5) (He et al., 2022) y a la realización de los saltos después del calentamiento en un tiempo de 3-5 minutos, muy superior al nuestro (< 1 minuto) (Tsurubami et al., 2020). Dado que el número total de ejercicios dirigidos a las extremidades inferiores y el tiempo utilizado en la elongación muscular para cada condición (STA y DYN) serían idénticos. En este sentido, la investigación de Warneke et al. (2022) también tuvo algunas diferencias metodológicas en comparación con esta, como hacer los ejercicios de elongación sobre los flexores y extensores plantares y no sobre el resto de grupos musculares de las extremidades inferiores. Dado que el número de saltos fue el mismo, se incorporaron pausas de 1 minuto entre cada intento que podrían haber condicionado el resultado del RSI (He et al., 2022).

Con respecto a la variable CT, en este estudio se registró un incremento significativo de la condición STA en comparación con CON y DYN. Estos resultados se alejan de los obtenidos por Werstein y Lund (2012), en los que no obtuvieron diferencias en ninguna condición, posiblemente justificado por la relación con las anteriores diferencias metodológicas aportadas en la variable RSI. Esta afirmación podría justificarse por el hecho de que el CT es un componente del RSI y la influencia negativa de la condición STA con

el rendimiento del CMJ (Takeuchi et al., 2021; Warneke et al., 2022). Asimismo, Young y Behm (2003) apoyaron la fundamentación expuesta por Werstein y Lund (2012), no mostrando diferencias en el resultado de CT en ninguna condición, aunque tenían algunas distinciones como el salto en profundidad (30 cm), la activación realizada corriendo y no caminando y menos ejercicios de elongación muscular que en el presente trabajo (4 vs. 8). En línea con nuestro resultado, Lima et al. (2018) obtuvieron disminuciones significativas en el CT con la condición STA en comparación con CON (8.55 % vs. 10.97 %), utilizando el mismo tiempo de estiramiento estático (30 s), número de CMJ, pero con menos posiciones (6 vs. 8).

Otra variable relacionada con el CMJ y asociada a múltiples investigaciones que comparan las condiciones de CON, STA y DYN es el HGT. Nuestros resultados han mostrado incrementos significativos en DYN en comparación con el resto (CON y STA). En este sentido, el trabajo de Montalvo y Dorgo (2019) también encontró mejoras significativas con HGT en DYN vs. STA (8.24 %) inferiores a las nuestras (11.08 %). A pesar de algunas diferencias metodológicas, como un número reducido de CMJ (2 vs. 5), que podría provocar esta diferencia de resultados entre estudios (He et al., 2022). En relación con las diferencias entre CON y STA, nuestros resultados no coinciden con los mostrados por Pinto et al. (2014). En concreto, porque entre CON y STA con una elongación de 30 s no encontraron ninguna diferencia, ya que se estableció en la condición STA con un tiempo de estiramiento de 60 s, mostrando una reducción del -3.40 %. Todo eso a diferencia de nuestra investigación, que registró incrementos de 5.80 % en la condición STA vs. CON. La reducción de HGT entre STA 60 s vs. CON fue -3.40 %, teniendo en cuenta que en el estudio de Pinto et al. (2014) se hicieron menos CMJ en comparación con el nuestro (3 vs. 5); además, se recuperaron 10 s entre cada CMJ, se hicieron un número inferior de ejercicios (4 vs. 8) y un calentamiento previo en el CMJ diferente (5 minutos sentado vs. 5 minutos caminando). La realización de un número inferior de CMJ y pausas intercaladas podría ser uno de los condicionantes que provoca la diferencia de los resultados entre estudios (He et al., 2022), unido al procedimiento de activación estático que podría perjudicar el rendimiento posterior en el CMJ (Tsurubami et al., 2020), al no conseguir una temperatura óptima para la contracción muscular (Lopez-Samanes et al., 2021).

En este sentido, los resultados de Yildiz et al. (2020) también encontraron mejoras en HGT entre CON vs. STA diferentes de las nuestras (10.38 % vs. -5.80 %). A pesar de que estos trabajos mostraron diferencias procedimentales en comparación con este, como una activación superior antes de la intervención (5 minutos de carrera más 2 caminando vs. 5 minutos), menos ejercicios de estiramiento (5 vs. 8) y número de CMJ (3 vs. 5). Las causas del HGT inferior en la

condición CON vs. STA de nuestro trabajo podrían deberse al CT superior de la condición STA vs. CON necesario para conseguir más HGT (Takeuchi et al., 2021; Warneke et al., 2022), dado que los niveles de la variable CT en las dos condiciones (STA y CON) son idénticas. En línea con nuestros resultados, el presente estudio sigue en muchos aspectos metodológicos a Taylor et al. (2009), como los mismos ejercicios (8), la duración del estiramiento (30 s) y el tiempo total en la condición STA. A pesar de algunas diferencias, como la activación previa con una carrera de 300 m a una intensidad submarina y estiramientos en el tratamiento DYN diferentes y más numerosos (16 vs. 8). Además de hacerlo en desplazamiento o carrera de 20-30 m, utilizar un tiempo parecido al presente (15 vs. 14 minutos), sin especificar el tiempo de elongación-relajación y solamente realizar 1 CMJ, ya que el trabajo de Taylor et al. (2009) obtuvo unos resultados inferiores a los nuestros entre STA vs. DYN (4.20 % vs. 11.08 %). Las causas de estas diferencias podrían estar originadas por la activación submáxima de carrera previa al CMJ (Tsurubami et al., 2020), el número superior de ejercicios del tratamiento DYN (Young y Behm, 2003) o el único CMJ realizado (He et al., 2022).

En consecuencia, los resultados del presente trabajo han mostrado mejoras en las variables que determinan el rendimiento en el CMJ en la condición DYN, en comparación con el resto (STA y CON). En este sentido, uno de los motivos que podrían explicar esta influencia positiva del tratamiento DYN sin desplazamiento en comparación con el resto de estudios consultados sería la teoría del estiramiento de Turner y Jeffreys (2010), en la cual el mantenimiento de elongación de una estructura muscular retrasa momentáneamente la eficacia de la contracción posterior, provocada por el alejamiento de los puentes cruzados al sarcómero (Turner y Jeffreys, 2010). Relacionada con esta teoría, Ettema et al. (1992) propuso la hipótesis de la inhibición de los husos musculares y reducción de las propiedades contráctiles del tejido muscular a consecuencia del reflejo de bloqueo de estas estructuras (Ettema et al., 1992). No obstante, no se puede concluir la teoría responsable en la mejora del CMJ en la condición DYN, aunque en el resto de condiciones se podría afirmar que una elongación muscular de ≥ 30 s o su ausencia disminuyen el rendimiento en el test CMJ.

Conclusión

A partir de los resultados obtenidos, se puede concluir que un programa agudo de estiramientos dinámicos parece producir efectos beneficiosos sobre el salto con contramovimiento (CMJ) en comparación con la ausencia de estiramiento o un mantenimiento de elongación muscular de 30 s. Esta mejora se produjo en todas las variables analizadas y mostró diferencias significativas. Así, en la variable RSI, la condición

DYN mostró incrementos significativos que fueron un valor representativo de la capacidad reactiva de salto unida al tiempo de contacto (CT), que fue significativamente inferior, y a la altura del salto, que fue significativamente superior en DYN. Según la literatura consultada, es el conjunto de las variables anteriores el que proporciona información valiosa sobre la capacidad reactiva de las extremidades inferiores en el salto con contramovimiento.

Reconocimiento

Los autores quieren mostrar su agradecimiento a todos los participantes en el estudio y al profesor de Educación Física del IES Haygón Paco Carlos por su ayuda altruista en la captación de los participantes y el control del procedimiento y en cualquier necesidad que surgiera.

Referencias

- 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., Huijzing, 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 Educación 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., McCaulley, 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, R., 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.

Conflicto de intereses: las autorías no han declarado ningún conflicto de intereses.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Este artículo está disponible en la URL <https://www.revista-apunts.com/es/>. Este trabajo está bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Las imágenes u otro material de terceros en este artículo se incluyen en la licencia Creative Commons del artículo, a menos que se indique lo contrario en la línea de crédito. Si el material no está incluido en la licencia Creative Commons, los usuarios deberán obtener el permiso del titular de la licencia para reproducir el material. Para ver una copia de esta licencia, visite https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es_ES