

Métodos de recuperación del deportista ¿Cuál utilizo?

*Athlete recovery methods:
Which one do I use?*

GUILLERMO DAVID POMA^a

^aMáster en Actividad Física y Salud. Universidad Europea del Atlántico. Licenciado en Educación Física con Orientación en Alto Rendimiento Deportivo, Universidad Abierta Interamericana. Técnico Superior en Actividades Físicas con Orientación en Musculación y Entrenamiento Personalizado. Profesor de Educación Física, Instituto Superior Antonio Ruiz de Montoya.

1. Resumen

Objetivo: El presente trabajo, tiene como objetivo, analizar la efectividad de los distintos métodos de recuperación post-ejercicio, más utilizados en el ámbito del entrenamiento deportivo, indagando en los mecanismos fisiológicos que operan en cada caso. Los métodos analizados son: recuperación activa (regenerativo), crioterapia de inmersión, estiramientos y masaje. **Método:** Se realizó una revisión de bibliografía, utilizando como fuente, diversas revistas científicas. **Resultados:** como resultado principal del análisis, se determina que: la recuperación activa, aplicada posterior a la finalización de la sesión de entrenamiento, presenta resultados controvertidos en cuanto a la reducción del dolor muscular y la recuperación de la fuerza posterior, con más evidencia en contra que a favor; aunque su aplicación entre series de alta intensidad, se puede considerar beneficiosa, dependiendo de la duración de la misma. Con respecto a la crioterapia de inmersión, la misma parece ser realmente efectiva en la recuperación de la fuerza post entrenamiento y reducción del dolor muscular, principalmente cuando se aplica entre unos 10 a 15 °C, durante unos 10 a 20 minutos. Con respecto a los estiramientos, queda claro que su aplicación al finalizar la sesión de entrenamiento es totalmente ineficaz, a no ser por una posible pequeña mejora de la flexibilidad y una atenuación aguda y leve del dolor. Por su parte, el masaje es un método efectivo en la reducción del dolor muscular y recuperación de la fuerza tanto a corto como a largo plazo, aunque parece más efectiva su aplicación previa a la competencia más que al finalizar la misma. **Conclusión:** Si lo que se busca es reducir el DOMS y recuperar la fuerza para la posterior sesión. Las intervenciones más eficaces para implementar al finalizar una sesión de entrenamiento serían el masaje y la crioterapia de inmersión.

Palabras clave: Ejercicio regenerativo, pausa activa, crioterapia, estiramientos posterior al ejercicio, masaje, recuperación del deportista.

1. Abstract

Objective: The present work aims to analyze the effectiveness of the different post-exercise recovery methods most commonly used in sports training, investigating the physiological mechanisms that operate in each case. The methods analyzed are: active recovery (regenerative), immersion cryotherapy, stretching and massage. **Method:** A bibliography review was carried out, using various scientific journals as a source. **Results:** As a main result of the analysis, it is determined that: active recovery, applied after the end of the training session, presents controversial results in terms of reducing muscle pain and recovering strength afterwards, with more evidence against than in favor; although its application between high intensity series can be considered beneficial, depending on the duration of the same. Regarding immersion cryotherapy, it seems to be really effective in recovering strength after training and reducing muscle pain, mainly when applied between 10 to 15 °C, for about 10 to 20 minutes. Regarding stretching, it is clear that its application at the end of the training session is totally ineffective, except for a possible small improvement in flexibility and a mild acute attenuation of pain. On the other hand, massage is an effective method for reducing muscle pain and recovering strength both in the short and long term, although its application prior to the competition seems more effective than at the end of it. **Conclusion:** If what is sought is to reduce DOMS and recover strength for the following session, the most effective interventions to implement at the end of a training session would be massage and immersion cryotherapy. **Keywords:** Regenerative exercise, active break, return to the court, cryotherapy, post-exercise stretching, massage, athlete recovery.

Keywords: Regenerative exercise, active pause, cryotherapy, post-exercise stretching, massage, athlete recovery.

Correspondencia: Mgter. David Poma. Instituto Superior Antonio Ruiz de Montoya (ISARM). Ayacucho 1962. Posadas. Misiones. Argentina.
Correo: dgpdavidpoma@yahoo.com.ar

2 Desarrollo

Existen varios métodos o terapias que se aplican al día de hoy, con el objetivo de acelerar la recuperación del deportista entre series de ejercicio de alta intensidad, o luego de finalizada una sesión de entrenamiento o competencia. En general, el objetivo de la recuperación, es atenuar los efectos fatigantes del ejercicio y acelerar la recuperación del deportista, para estar lo más apto posible para el siguiente estímulo.

Entre los mecanismos que provocan fatiga en respuesta al ejercicio físico, y que reducen el rendimiento se encuentran principalmente: reducción de la concentración de fosfocreatina (Sahlin 2014) y glucógeno (Tornero-Aguilera et. al. 2022), reducción del PH muscular (Tornero-Aguilera et. al. 2022), dolor muscular post esfuerzo (Norbury et. al. 2022), reducción de la estimulación nerviosa motora (Tornero-Aguilera et. al. 2022).

Considerando estos mecanismos como los responsables de la fatiga, se deberá buscar un método de recuperación, que atenúe estos efectos perjudiciales para el rendimiento deportivo.

Se exponen a continuación los métodos más comúnmente utilizados para acelerar la recuperación del deportista.

El objetivo de la revisión, es analizar la efectividad de los distintos métodos de recuperación post-ejercicio.

2.1 Recuperación activa (regenerativo)

Hace años, se considera que un “trote suave” o “pedaleo en bicicleta” entre series de ejercicio de alta intensidad o luego de finalizada una sesión de entrenamiento, permite “lavar el ácido láctico” y por lo tanto mejorar el rendimiento deportivo posterior; y con ese fin, se realiza este tipo de recuperación activa.

Antes de abordar la cuestión, hay un aspecto que debe quedar claro; la degradación anaeróbica de la glucosa (glucólisis anaeróbica), produce como residuo lactato, no ácido láctico (Haff y Triplett 2015, Hearris et. al. 2018 y Robergs et. al. 2018); y es que el ácido láctico, es un compuesto que, a PH fisiológico, no existe en ninguna célula de ningún ser vivo, pues se divide inmediatamente en lactato y otros compuestos (McArdle et. al. 2015b, Seheult et. al. 2017 y Robergs et. al. 2018).

El PH, es en palabras sencillas, el nivel de acidez en músculo o sangre. El PH, desciende, es decir, se vuelve más ácido, en respuesta al ejercicio intenso (McArdle et. al. 2015b).

Lo que reduce el rendimiento deportivo, es la acidosis metabólica, es decir, la reducción del PH; ya que la misma, inhibe la actividad enzimática (Santesteban Moriones y Ibáñez Santos 2017), inhibe la liberación de calcio en la fibra muscular, y la actividad de la troponina en respuesta al calcio (Haff y Triplett 2015 y Tornero-Aguilera et. al. 2022) y retrasa la recuperación de la fosfocreatina (Tokmakidis et. al. 2011).

Se ha considerado durante años, al ácido láctico, como el responsable de la acidosis metabólica, y por lo tanto de la fatiga muscular, pero esta es una idea equivocada, pues en realidad, durante el ejercicio, no se produce ácido láctico, sino

lactato; y si bien la acidosis metabólica (reducción del PH) reduce el rendimiento, esta acidosis, no es provocada a causa de la producción de lactato; sino, a causa de la liberación de hidrógenos (Haff y Triplett 2015 y Segura Dorado 2017), y esta liberación de hidrógenos, se produce durante el ejercicio, a causa de la degradación del ATP (Ribas 2010 y Wallimann et. al. 2011). Por lo tanto, considerando que, el ácido láctico no se encuentra presente en el organismo, no se lo puede responsabilizar de la reducción del PH con el ejercicio.

Por otra parte, se ha comprobado, que la producción de lactato, no produce hidrógenos, sino que los consume; es decir, el lactato reduce la acidez (aumenta el PH), protegiendo contra la fatiga muscular (Ribas, 2010, Haff y Triplett 2015) y Robergs et. al. 2018). De hecho, se ha comprobado que, la ingesta de bicarbonato de sodio previo a un ejercicio anaeróbico láctico, aumenta el PH sanguíneo, aumenta el rendimiento anaeróbico láctico y aumenta la concentración de lactato sanguíneo en comparación con la no ingestión del mismo (Ferreira et. al. 2019). Por lo tanto, el lactato, producto de la glucólisis anaeróbica, tampoco sería el responsable de la acidosis metabólica, ni de la fatiga muscular (Robergs et. al. 2004).

Durante la glucólisis anaeróbica, el lactato aumenta de forma proporcional con el aumento de la acidez del músculo, lo que ha conducido a pensar, que el lactato es el responsable de la acidificación muscular; pero la liberación de hidrógeno (producto de la desfosforilación del ATP), es el verdadero causante de acidosis metabólica (Marcinek et. al. 2010). Por esta razón, se recomienda usar el término “acidosis metabólica” y no acidosis láctica (Haff y Triplett 2015).

A partir de la revisión de las diversas fuentes, se concluye, que el ácido láctico no se encuentra presente en nuestro organismo, y que el lactato no es el responsable de la acidosis metabólica, por lo que restaría determinar en qué momento aplicar una recuperación activa.

2.1.1 Recomendaciones sobre la aplicación recuperación activa

2.1.1.1 Al finalizar una sesión de entrenamiento

Entre los entrenadores de clubes deportivos, existe la costumbre antigua, de mandar a los deportistas a realizar un “trote suave” o “vueltas a la cancha” al finalizar una sesión de entrenamiento, con el fin de “lavar el lactato”, ya que se considera que si el mismo no se “lava”, perjudicará el rendimiento deportivo en la posterior sesión de entrenamiento, o provocará dolor muscular post esfuerzo.

En primer lugar, cabe aclarar, que el dolor muscular post esfuerzo (DOMS), no es producto de la liberación de lactato dentro del organismo, sino de la simple ruptura de fibras musculares que se da durante las contracciones musculares en el entrenamiento, lo que provoca inflamación (Crameri et. al. 2007).

En segundo lugar, considerando que, la acumulación de lactato no reduce el rendimiento muscular (porque no reduce el PH y no aumenta el DOMS), no tiene sentido querer “lavarlo” con un trote suave al final de una sesión de entrenamiento.

Si bien el ejercicio regenerativo posterior a la finalización de la sesión de entrenamiento, podría acelerar la recuperación del PH, reduciendo la acidosis meta-

bólica; se debe tener en cuenta que, el PH, demora un máximo de 30 minutos en restablecerse por completo a niveles basales, independientemente de que se haga ejercicio regenerativo o no (Kappenstein et. al. 2015). Es decir que, si he finalizado mi rutina de entrenamiento y decido sentarme a descansar; en un máximo de 30 minutos el PH normal del organismo estará restablecido.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, y considerando que, es poco probable que luego de finalizada una sesión de entrenamiento, el deportista vuelva a tener otra sesión de entrenamiento en los próximos 30 minutos; realizar un ejercicio regenerativo luego de finalizada la sesión de entrenamiento, no tendría sentido si lo que se busca es devolver el PH a los valores normales.

De hecho, es sabido que, cuanto más prolongada se vuelve una sesión de entrenamiento, mayor es la liberación de cortisol plasmático, una hormona que tiene un significativo efecto proteolítico, es decir, que consume la masa muscular (Torres et. al. 2021). Considerando esto, se entiende que, prolongar aún más una sesión de entrenamiento, al agregarle unos cuantos minutos de ejercicio regenerativo luego de finalizada la sesión, sería contraproducente, y a la larga contribuirá a la pérdida de masa muscular (y por lo tanto de fuerza) del deportista.

Con respecto a la efectividad del ejercicio regenerativo post entrenamiento para reducir el dolor muscular posterior al ejercicio (DOMS), los resultados son controvertidos, ya que en algunos casos se han encontrado mejoras (Pooley et. al. 2020 y Fares et. al. 2022), pero en otras no (Tessitore et. al. 2008, Naugle et. al. 2017 y Pernigoni et. al. 2024).

Con respecto a la efectividad del ejercicio regenerativo post entrenamiento para acelerar la recuperación de la fuerza muscular posterior a la finalización de la sesión de entrenamiento, se ha encontrado que, esta metodología de recuperación, puede mejorar el rendimiento en el salto contramovimiento inmediatamente después y 48 horas después de finalizado el ejercicio regenerativo, en comparación con un grupo control (Pooley et. al. 2020), aunque otros no han encontrado mejoras (Lattier et. al. 2004, Tessitore et. al. 2008, O'Connor et. al. 2020 y Pernigoni et. al. 2024); lo que también deja resultados controvertidos con respecto a este punto.

Con respecto a la recuperación del bienestar psicológico posterior al entrenamiento, se ha comprobado, que el ejercicio regenerativo posterior a la sesión de entrenamiento, mejora la sensación de bienestar del deportista (Suzuki et. al. 2004) y (Cortis et. al. 2010). Este podría ser, el único beneficio claro de la aplicación de esta metodología, aunque, al ser una variable subjetiva, dependerá del deportista en cada caso.

■ 2.1.1.2 *En las pausas interseries de ejercicio de alta intensidad*

En el caso de las pausas interseries, es decir, las pausas llevadas a cabo entre series de ejercicios dentro de una misma sesión, la evidencia científica también es ambigua, ya que algunos autores han encontrado un mayor rendimiento en las postreras series, al aplicar pausa activa (Chantzavlidis et. al. 2016, Nalbandian et. al. 2017 y Kostoulas et. al. 2018), mientras otros afirman que las pausas pasivas (sentado) inter-series son más efectivas para mantener el rendimiento que las pausas activas (Ahicart Porcar 2015, Germano et. al. 2015 y Kriel et. al. 2016).

Está claro que, la pausa activa entre series, acelera la circulación, y por lo tanto, la gluconeogénesis del lactato, aumentando la glucosa disponible para el ejercicio

y aumentando también el PH en comparación con la pausa pasiva (Kappenstein et. al. 2015 y McArdle y cols 2015a). A pesar de ello, mantenerse activo durante la pausa, ralentiza la recuperación de la fosfocreatina y del glucógeno en comparación con una pausa pasiva (Spencer et. al. 2006 y Ahicart Porcar 2015). Considerando estos puntos, la evidencia apunta a la conclusión que han llegado Nalbandian et. al. (2017); pues al parecer, durante ejercicios intervalados con pausas de mediana o larga duración (> 5 minutos), aplicar pausa activa, parece mejorar el rendimiento en las series posteriores; pero si se trata de pausas cortas (< 45 segundos) entre series de ejercicio de alta intensidad, la pausa pasiva (sentado) parece ser más efectiva para mejorar el rendimiento en las series posteriores.

2.2 Crioterapia de inmersión

La aplicación de frío sobre el cuerpo, es conocida como crioterapia. Esta terapia, aplicada sobre los músculos al finalizar un entrenamiento, ha demostrado ser realmente efectiva para reducir la inflamación y el dolor muscular posterior al ejercicio; reduciendo también los marcadores de daño muscular, la percepción subjetiva de fatiga (Ascensão et. al. 2011, Hohenauer et. al. 2015, Machado et. al. 2017, Naugle et. al. 2017, Dupuy et. al. 2018, Wilson et. al. 2018, Broatch et. al. 2018, Pooley et. al. 2020, Xiao et. al. 2023 y Moore et. al. 2023) y aumentando el rendimiento del salto a las 24 o 48 horas posteriores a la finalización del entrenamiento (Ascensão et. al. 2011, Pooley et. al. 2020 y Xiao et. al. 2023). De hecho, se ha demostrado, que esta terapia de frío, es más efectiva que el ejercicio regenerativo y que el reposo para mejorar todas las variables antes mencionadas (Vaile et. al. 2011, Naugle et. al. 2017, Pooley et. al. 2020 y Moore et. al. 2023).

A pesar de que existen gran cantidad de pruebas a favor del uso de crioterapia de inmersión, otros, no han evidenciado mejoras con la aplicación de este tratamiento (Stacey et. al. 2010, Rupp et. al. 2012, Takeda et. al. 2014 y Broatch et. al. 2014). De todos modos, la aplicación de crioterapia de inmersión, en ningún caso, ha empeorado las condiciones del deportista en comparación con el grupo control; con lo cual, su aplicación puede llevarse a cabo sin miedo de perjudicar el rendimiento posterior.

El único posible efecto perjudicial de esta terapia, podría ser (en algunos casos) la atenuación del aumento de masa muscular cuando la misma se aplica posterior a un entrenamiento contra resistencia; aunque este efecto perjudicial, es cuestionado, porque se han encontrado resultados a favor y también en contra de estos efectos (Roberts et. al. 2015, Broatch et. al. 2018 y Fyfe et. al. 2019).

Se debe considerar, que esta terapia, es efectiva siempre y cuando se aplique a los miembros trabajados en su totalidad, es decir, crioterapia de inmersión de miembros en agua fría (Santos et. al. 2012, Machado et. al. 2017, Pooley et. al. 2020); ya que, si se trata de crioterapia local (hielo sobre músculo), los efectos beneficiosos pueden presentarse en algunos casos (Naugle et. al. 2017) pero no en la mayoría (Hohenauer et. al. 2016, Lima et. al. 2017 y Nogueira et. al. 2020); por otra parte, la temperatura del agua, deberá encontrarse a unos 10 a 15 °C, pues con temperaturas superiores a esta, los efectos beneficiosos no son tan evidentes (Xiao et. al. 2023). Finalmente, se recomienda que, la crioterapia, se lleve a cabo durante unos

10 a 20 minutos (Santos et. al. 2012, Delextrat et. al. 2013, Machado et. al. 2017, Wilson et. al. 2018, Hohenauer et. al. 2018 y Pooley et. al. 2020).

La base fisiológica sobre la cual se fundamenta el uso de crioterapia, es la siguiente: Las contracciones musculares intensas, provocan daño muscular, por ruptura de las miofibrillas musculares, lo cual a su vez provocará inflamación (Crameri et. al. 2007). Pero si inmediatamente finalizado el ejercicio, se aplica frío sobre la musculatura, se reducirá su temperatura, provocando un efecto vasoconstrictor, reduciendo la circulación sanguínea en la zona, y atenuando en consecuencia el edema o inflamación y por lo tanto el dolor posterior (Gregson et. al. 2011 y White & Wells 2013). Al atenuar el nivel de dolor muscular posterior al ejercicio, se atenúa también la pérdida de fuerza, ya que el dolor muscular, inhibe la generación de impulsos nerviosos de las motoneuronas alfa que estimulan la contracción muscular, reduciendo en consecuencia la capacidad contráctil (Graven-Nielsen et. al. 1997 y Norbury et. al. 2022).

2.3 Masaje

El masaje, permite reducir el edema muscular (Crane et. al. 2012 y Waters-Banker et. al. 2014). De hecho, un masaje realizado inmediatamente después, o hasta 2 horas después del ejercicio, es eficaz para reducir el DOMS a las 24 hs posteriores al ejercicio (Guo et. al. 2017 y Dupuy et. al. 2018) y hasta las 72 hs posteriores al mismo (Guo et. al. 2017). También, se sabe que el masaje, permite reducir la concentración de creatinquinasa en sangre (Guo et. al. 2017).

Con respecto a la duración del masaje, parece ser que unos 5 a 12 minutos, produce mejores efectos que los masajes de mayor duración (mas de 12 minutos) (Poppendieck et. al. 2016). El masaje, parece beneficiar más la recuperación posterior el ejercicio de fuerza, que posterior al ejercicio aeróbico, siendo siempre más significativo, el efecto beneficioso en las personas no entrenadas que en las personas con un gran nivel de entrenamiento (Poppendieck et. al. 2016). Por otra parte, queda claro que, el masaje permite una recuperación más significativa del rendimiento, cuando el mismo se aplica justo antes de la prueba física o competencia, que cuando se aplica al finalizar una sesión de entrenamiento (con el fin de mejorar el rendimiento en la competencia o sesión posterior) (Poppendieck et. al. 2016).

Considerando que, como se aclaró anteriormente, la reducción del dolor muscular, reduce paralelamente la inhibición de las motoneuronas alfa que estimulan la contracción muscular; una reducción del dolor muscular lograda a través del masaje, permitirá recuperar la fuerza en la musculatura.

2.4 Estiramientos

Finalmente, la evidencia científica ha dejado muy claro (sin controversias sobre el tema), que realizar estiramientos al finalizar una sesión de entrenamiento, si bien puede atenuar momentáneamente el dolor (Espejo-Antúnez et. al. 2016 y Larouche et. al. 2020) no permite reducir el dolor muscular posterior al ejercicio a las 24 o 48 hs, ni atenuar la pérdida de fuerza posterior al ejercicio (Andersen 2005), (Chekol 2005, Dawson et. al. 2005, McGrath 2010, Torres et. al. 2013, McGrath et. al. 2014, Pooley et. al. 2017, Pooley et. al. 2020, Calleja-González et.

al. 2021, Afonso et. al. 2021 y De Olivera et. al. 2023). Considerando que, estirar al final de una sesión de entrenamiento, tampoco es útil para reducir el índice de lesiones deportivas (Thacker et al. 2004, Chekol 2005, Andersen 2005 y Arnason et. al. 2008), el único beneficio que se encuentra en el estiramiento posterior a la finalización de la sesión, podría ser una leve mejora de la flexibilidad (Mayorga-Vega et. al. 2014).

3 Conclusiones

Considerando todos los puntos anteriores, no podemos afirmar con seguridad, que el ejercicio regenerativo, realizado durante unos cuantos minutos al finalizar la competencia, tenga un efecto beneficioso para el rendimiento posterior del deportista, ya que hay más pruebas en contra que a favor, de la aplicación de esta metodología de recuperación; siendo la mejora psicológica, el único factor indiscutiblemente beneficioso.

Con respecto a las **pausas activas interseries**, las mismas deberán aplicarse, cuando la pausa sea de una duración superior a 5 minutos, y no deberá aplicarse, cuando la pausa sea menor a 45 segundos; mientras que, si la pausa tiene una duración que va de 45 a segundos a 5 minutos, entonces lo mejor será probar con nuestro deportista ambos tipos de pausa en ocasiones diferentes, para así determinar con cual responde mejor en las postreras series; ya que no todos los deportistas son iguales, aquí apelo al principio de individualidad del entrenamiento.

En referencia a la **crioterapia de inmersión**, la misma parece ser una alternativa efectiva en la mayoría de los casos, para atenuar el dolor muscular post esfuerzo y la pérdida de fuerza consecuente. Para ello, se recomienda aplicar, unos 10 a 20 minutos de crioterapia de inmersión a una temperatura de entre 10 a 15 °C.

Por otra parte, **el masaje**, parece ser un método efectivo para reducir el DOMS y mejorar el rendimiento, pero principalmente a corto plazo; es decir, que será útil aplicarlo antes de la competencia y no al finalizar la misma, teniendo el mismo una duración de entre 5 a 12 minutos.

Finalmente, el único método de recuperación post-ejercicio que parece no presentar beneficios significativos, es **el estiramiento**.

Referencias bibliográficas

Afonso, J., Clemente, F. M., Nakamura, F. Y., Morouço, P., Sarmento, H., Inman, R. A., & Ramirez-Campillo, R. (2021). The effectiveness of post-exercise stretching in short-term and delayed recovery of strength, range of motion and delayed onset muscle soreness: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in physiology*, 12, 677581. DOI: 10.3389/fphys.2021.677581

- Ahicart Porcar, X. (2015). Entrenamiento interválico de Alta intensidad en Ciclismo.
- Andersen, J. C. (2005). Stretching before and after exercise: effect on muscle soreness and injury risk. *Journal of athletic training*, 40(3), 218. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16284645/>
- Arnason, A., Andersen, T. E., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2008). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 18(1), 40-48. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2006.00634.x
- Ascensão, A., Leite, M., Rebelo, A. N., Magalhães, S., & Magalhães, J. (2011). Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match. *Journal of sports sciences*, 29(3), 217-225. DOI: 10.1080/02640414.2010.526132
- Broatch, J. R., Petersen, A., & Bishop, D. J. (2014). Postexercise cold water immersion benefits are not greater than the placebo effect. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46(11), 2139-2147. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000348
- Broatch, J. R., Petersen, A., & Bishop, D. J. (2018). The influence of post-exercise cold-water immersion on adaptive responses to exercise: a review of the literature. *Sports Medicine*, 48, 1369-1387. DOI: 10.1007/s40279-018-0910-8
- Calleja-González, J., Mielgo-Ayuso, J., Miguel-Ortega, Á., Marqués-Jiménez, D., Del Valle, M., Ostojic, S. M., Sampaio, J., Terrados, N., & Refoyo, I. (2021). Post-exercise Recovery Methods Focus on Young Soccer Players: A Systematic Review. *Frontiers in physiology*, 12, 505149. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.505149>
- Chantzipavlidis, A., Smilios, I., Argyris, T., Eleni, D., Tokmakidis S. (2016). Effect of different type of recovery in metabolic responses and in swimming performance. *Researchgate*. URL: https://www.researchgate.net/publication/317236101_Effect_of_different_type_of_recovery_in_metabolic_responses_and_in_swimming_performance/citations
- Chekol, B. (2005). Research reviews insight into flexibility the pros and the cons of stretching prior to exercise. power, *International Journal of Physiology, Nutrition and Physical Education*; 2(1): 32-35. URL: <https://www.journalofsports.com/pdf/2017/vol2issue1/PartA/2-1-2-854.pdf>
- Cortis, C., Tessitore, A., D'Artibale, E., Meeusen, R., & Capranica, L. (2010). Effects of post-exercise recovery interventions on physiological, psychological, and performance parameters. *International journal of sports medicine*, 31(05), 327-335. DOI: 10.1055/s-0030-1248242

- Cramer, R. M., Aagaard, P., Qvortrup, K., Langberg, H., Olesen, J., & Kjær, M. (2007). Myofibre damage in human skeletal muscle: effects of electrical stimulation versus voluntary contraction. *The Journal of physiology*, 583(1), 365-380. DOI: 10.1113/jphysiol.2007.128827
- Crane, J. D., Ogborn, D. I., Cupido, C., Melov, S., Hubbard, A., Bourgeois, J. M., & Tarnopolsky, M. A. (2012). Massage therapy attenuates inflammatory signaling after exercise-induced muscle damage. *Science translational medicine*, 4(119), 119ra13-119ra13. DOI: 10.1126/scitranslmed.3002882
- Dawson, B., Gow, S., Modra, S., Bishop, D., & Stewart, G. (2005). Effects of immediate post-game recovery procedures on muscle soreness, power and flexibility levels over the next 48 hours. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 8(2), 210-221. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1440-2440\(05\)80012-X](https://doi.org/10.1016/S1440-2440(05)80012-X)
- De Oliveira, F., Paz, G. A., Corrêa Neto, V. G., Alvarenga, R., Marques Neto, S. R., Willardson, J. M., & Miranda, H. (2023). Effects of different recovery modalities on delayed onset muscle soreness, recovery perceptions, and performance following a bout of high-intensity functional training. *International journal of environmental research and public health*, 20(4), 3461. DOI: 10.3390/ijerph20043461
- Delextrat, A., Calleja-González, J., Hippocrate, A., & Clarke, N. D. (2013). Effects of sports massage and intermittent cold-water immersion on recovery from matches by basketball players. *Journal of sports sciences*, 31(1), 11-19. DOI: 10.1080/02640414.2012.719241
- Dupuy, O., Douzi, W., Theurot, D., Bosquet, L., & Dugué, B. (2018). An evidence-based approach for choosing post-exercise recovery techniques to reduce markers of muscle damage, soreness, fatigue, and inflammation: a systematic review with meta-analysis. *Frontiers in physiology*, 9, 403. DOI: 10.3389/fphys.2018.00403
- Espejo-Antúnez, L., Castro-Valenzuela, E., Ribeiro, F., Albornoz-Cabello, M., Silva, A., & Rodríguez-Mansilla, J. (2016). Immediate effects of hamstring stretching alone or combined with ischemic compression of the masseter muscle on hamstrings extensibility, active mouth opening and pain in athletes with temporomandibular dysfunction. *Journal of bodywork and movement therapies*, 20(3), 579-587. DOI: 10.1016/j.jbmt.2015.12.012
- Fares, R., Vicente-Rodríguez, G., & Olmedillas, H. (2022). Effect of active recovery protocols on the management of symptoms related to exercise-induced muscle damage: a systematic review. *Strength & Conditioning Journal*, 44(1), 57-70. DOI: 10.1519/SSC.0000000000000654

- Ferreira, L. H., Smolarek, A. C., Chilibeck, P. D., Barros, M. P., McAnulty, S. R., Schoenfeld, B. J., ... & Souza-Junior, T. P. (2019). High doses of sodium bicarbonate increase lactate levels and delay exhaustion in a cycling performance test. *Nutrition*, 60, 94-99. DOI: 10.1016/j.nut.2018.09.018
- Fyfe, J. J., Broatch, J. R., Trewin, A. J., Hanson, E. D., Argus, C. K., Garnham, A. P., Halson, S. L., Polman, R. C., Bishop, D. J., & Petersen, A. C. (2019). Cold water immersion attenuates anabolic signaling and skeletal muscle fiber hypertrophy, but not strength gain, following whole-body resistance training. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 127(5), 1403–1418. DOI: 10.1152/jappphysiol.00127.2019
- Germano, M. D., Sindorf, M. A. G., Da Silva, C. E., Evangelista, A. L., Bocalini, D. S., & Lopes, C. R. (2015). High intensity interval training: Cardiorespiratory adaptations, metabolic and performance. *Inter J Sports Sci*, 5(6), 240-247. DOI: 10.5923/j.sports.20150506.04
- Graven-Nielsen, T., Svensson, P., & Arendt-Nielsen, L. (1997). Effects of experimental muscle pain on muscle activity and co-ordination during static and dynamic motor function. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/ Electromyography and Motor Control*, 105(2), 156-164. DOI: 10.1016/s0924-980x(96)96554-6
- Gregson, W., Black, M. A., Jones, H., Milson, J., Morton, J., Dawson, B., Atkinson, G., & Green, D. J. (2011). Influence of cold water immersion on limb and cutaneous blood flow at rest. *The American journal of sports medicine*, 39(6), 1316–1323. DOI: 10.1177/0363546510395497
- Guo, J., Li, L., Gong, Y., Zhu, R., Xu, J., Zou, J., & Chen, X. (2017). Massage Alleviates Delayed Onset Muscle Soreness after Strenuous Exercise: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in physiology*, 8, 747. URL: <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00747>
- Haff, G. G., & Triplett, N. T. (Eds.). (2015). *Essentials of strength training and conditioning* 4th edition. Human kinetics.
- Hearris, M. A., Hammond, K. M., Fell, J. M., & Morton, J. P. (2018). Regulation of muscle glycogen metabolism during exercise: implications for endurance performance and training adaptations. *Nutrients*, 10(3), 298. DOI: 10.3390/nu10030298
- Hohenauer, E., Costello, J. T., Stoop, R., Küng, U. M., Clarys, P., Deliens, T., & Clijsen, R. (2018). Cold-water or partial-body cryotherapy? Comparison of physiological responses and recovery following muscle damage. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 28(3), 1252–1262. DOI: 10.1111/sms.13014

- Hohenauer, E., Clarys, P., Baeyens, J. P., & Clijsen, R. (2016). The effect of local cryotherapy on subjective and objective recovery characteristics following an exhaustive jump protocol. *Open access journal of sports medicine*, 89-97. DOI: 10.2147/OAJSM.S110991
- Hohenauer, E., Taeymans, J., Baeyens, J. P., Clarys, P., & Clijsen, R. (2015). The effect of post-exercise cryotherapy on recovery characteristics: a systematic review and meta-analysis. *PloS one*, 10(9), e0139028. DOI: 10.1371/journal.pone.0139028
- Hosick, P. A., Berry, M. P., McMurray, R. G., Cooper, E. S., & Hackney, A. C. (2010). Relationship between change in core temperature and change in cortisol and TNF α during exercise. *Journal of Thermal Biology*, 35(7), 348-353. DOI: 10.1016/j.jtherbio.2010.07.003
- Kappenstein, J., Fernández-Fernández, J., Engel, F., & Ferrauti, A. (2015). Effects of active and passive recovery on blood lactate and blood pH after a repeated sprint protocol in children and adults. *Pediatric Exercise Science*, 27(1). DOI: 10.1123/pes.2013-0187
- Kostoulas, I. D., Toubekis, A. G., Paxinos, T., Volaklis, K., & Tokmakidis, S. P. (2018). Active recovery intervals restore initial performance after repeated sprints in swimming. *European Journal of Sport Science*, 18(3), 323-331. DOI: 10.1080/17461391.2017.1415376
- Kriel, Y., Kerherve, H. A., Askew, C. D., & Solomon, C. (2016). The effect of active versus passive recovery periods during high intensity intermittent exercise on local tissue oxygenation in 18–30 year old sedentary men. *PloS one*, 11(9), e0163733. DOI: 10.1371/journal.pone.0163733
- Krueger, M., Costello, J. T., Achtzehn, S., Dittmar, K. H., & Mester, J. (2019). Whole-body cryotherapy (– 110 C) following high-intensity intermittent exercise does not alter hormonal, inflammatory or muscle damage biomarkers in trained males. *Cytokine*, 113, 277-284. DOI: 10.1016/j.cyto.2018.07.018
- Larouche, M. C., Camiré Bernier, S., Racine, R., Collin, O., Desmons, M., Mailloux, C., & Massé-Alarie, H. (2020). Stretch-induced hypoalgesia: a pilot study. *Scandinavian Journal of Pain*, 20(4), 837-845. DOI: 10.1515/sjpain-2020-0018
- Lattier, G., Millet, G. Y., Martin, A., & Martin, V. (2004). Fatigue and recovery after high-intensity exercise Part II: recovery interventions. *International journal of sports medicine*, 25(07), 509-515. DOI: 10.1055/s-2004-820946

- Lima, C. S., Medeiros, D. M., Prado, L. R., Borges, M. O., Nogueira, N. M., Radaelli, R., & Pinto, R. S. (2017). Local cryotherapy is ineffective in accelerating recovery from exercise-induced muscle damage on biceps brachii. *Sport Sciences for Health*, 13, 287-293. DOI: 10.1007/s11332-017-0355-8
- Machado, A. F., Almeida, A. C., Micheletti, J. K., Vanderlei, F. M., Tribst, M. F., Netto Junior, J., & Pastre, C. M. (2017). Dosages of cold-water immersion post exercise on functional and clinical responses: a randomized controlled trial. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 27(11), 1356-1363. DOI: 10.1111/sms.12734
- Marcinek, D. J., Kushmerick, M. J., & Conley, K. E. (2010). Lactic acidosis in vivo: testing the link between lactate generation and H⁺ accumulation in ischemic mouse muscle. *Journal of applied physiology*, 108(6), 1479-1486. DOI: 10.1152/jappphysiol.01189.2009
- Mayorga-Vega, D., Merino-Marban, R., Garrido, F. J., & Viciano, J. (2014). Comparison between warm-up and cool-down stretching programs on hamstring extensibility gains in primary schoolchildren. *Physical Activity Review*, (2), 16-24. URL: https://www.researchgate.net/publication/260602244_Comparison_between_warm-up_and_cool-down_stretching_programs_on_hamstring_extensibility_gains_in_primary_schoolchildren
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2015a). Fisiología do exercício. Wolters Kluwer Health. URL: https://www.academia.edu/27823632/McArdle_Katch_Katch_Fundamentos_de_fisiolog%C3%ADa_del_ejercicio
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2015b). Fisiología del ejercicio: Nutrición, rendimiento y salud. Wolters Kluwer.
- McGrath, Ryan P., “The Effects of Two Different Post-Exercise Stretching Modalities on Delayed Onset Muscular Soreness in Adults” (2010). *Theses and Dissertations*. 1016. URL: <https://commons.und.edu/theses/1016>
- McGRATH, R. P., Whitehead, J. R., & Caine, D. J. (2014). The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on post-exercise delayed onset muscle soreness in young adults. *International journal of exercise science*, 7(1), 14. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4831894/>
- Moore, E., Fuller, J. T., Bellenger, C. R., Saunders, S., Halson, S. L., Broatch, J. R., & Buckley, J. D. (2023). Effects of cold-water immersion compared with other recovery modalities on athletic performance following acute strenuous exercise in physically active participants: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression. *Sports Medicine*, 53(3), 687-705. DOI: 10.1007/s40279-022-01800-1

- Nalbandian, H. M., Radak, Z., & Takeda, M. (2017). Active recovery between interval bouts reduces blood lactate while improving subsequent exercise performance in trained men. *Sports*, 5(2), 40. DOI: 10.3390/sports5020040
- Naugle, K. E., Parr, J. J., Chang, S., & Naugle, K. M. (2017). Active gaming as pain relief following induced muscle soreness in a college-aged population. *Athletic Training & Sports Health Care*, 9(5), 225-232. DOI: <https://doi.org/10.3928/19425864-20170619-03>
- Naylor, A. S., Edwards, B. J., & Robertson, C. M. (2023). Effects of treatment dosage of whole-body cryotherapy upon post-match recovery of endocrine and biochemical markers in elite rugby league players: An experimental study. *Health Science Reports*, 6(4), e1227. DOI: 10.1002/hsr2.1227
- Nogueira, N. M., Felappi, C. J., Lima, C. S., & Medeiros, D. M. (2020). Effects of local cryotherapy for recovery of delayed onset muscle soreness and strength following exercise-induced muscle damage: systematic review and meta-analysis. *Sport Sciences for Health*, 16, 1-11. DOI: 10.1007/s11332-019-00571-z
- Norbury, R., Smith, S. A., Burnley, M., Judge, M., & Mauger, A. R. (2022). The effect of elevated muscle pain on neuromuscular fatigue during exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 1-14. DOI: 10.1007/s00421-021-04814-1
- O'connor, R., Maksimovic, M., Porcari, J. P., Schwab, E., Jaime, S., Doberstein, S., & Foster, C. (2020). Effects of various recovery modalities on lactate clearance and subsequent exercise performance. *Int J Res Exerc Physiol*, 16(1), 26-37. URL: <https://ijrep.org/effects-of-various-recovery-modalities-on-lactate-clearance-and-subsequent-exercise-performance/>
- Pernigoni, M., Calleja-González, J., Lukonaitienė, I., Tessitore, A., Stanislovaitienė, J., Kamarauskas, P., & Conte, D. (2024). Comparative effectiveness of active recovery and static stretching during post-exercise recovery in elite youth basketball. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 95(1), 272-280. DOI: 10.1080/02701367.2023.2195457
- Pooley, S., Spendiff, O., Allen, M., & Moir, H. J. (2017). Static stretching does not enhance recovery in elite youth soccer players. *BMJ open sport & exercise medicine*, 3(1), e000202. DOI: 10.1136/bmjsem-2016-000202
- Pooley, S., Spendiff, O., Allen, M., & Moir, H. J. (2020). Comparative efficacy of active recovery and cold water immersion as post-match recovery interventions in elite youth soccer. *Journal of sports sciences*, 38(11-12), 1423-1431. DOI: 10.1080/02640414.2019.1660448

- Poppendieck, W., Wegmann, M., Ferrauti, A., Kellmann, M., Pfeiffer, M., & Meyer, T. (2016). Massage and Performance Recovery: A Meta-Analytical Review. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 46(2), 183–204. DOI: 10.1007/s40279-015-0420-x
- Ribas, J. (2010). Lactato: de indeseable a valioso metabolito. El papel de la producción de lactato en la regulación de la excitabilidad durante altas demandas de potencia en las fibras musculares. *Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*, (137), 211-230.
- Robergs, R. A., McNulty, C. R., Minett, G. M., Holland, J., & Trajano, G. (2018). Lactate, not lactic acid, is produced by cellular cytosolic energy catabolism. *Physiology*, 33(1), 10-12. DOI: 10.1152/physiol.00033.2017
- Robergs, R. A., Parker, D. L., & Ghiasvand, F. (2004). Bioquímica de la Acidosis Metabólica Inducida por el Ejercicio-G-SE/Editorial Board/Dpto. Contenido. PubliCE.
- Roberts, L. A., Raastad, T., Markworth, J. F., Figueiredo, V. C., Egner, I. M., Shield, A., ... & Peake, J. M. (2015). Post-exercise cold water immersion attenuates acute anabolic signalling and long-term adaptations in muscle to strength training. *The Journal of physiology*, 593(18), 4285-4301. DOI: 10.1113/JP270570
- Rupp, K. A., Selkow, N. M., Parente, W. R., Ingersoll, C. D., Weltman, A. L., & Saliba, S. A. (2012). The effect of cold water immersion on 48-hour performance testing in collegiate soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(8), 2043-2050. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318239c3a1
- Russell, M., Birch, J., Love, T., Cook, C. J., Bracken, R. M., Taylor, T., ... & Kilduff, L. P. (2017). The effects of a single whole-body cryotherapy exposure on physiological, performance, and perceptual responses of professional academy soccer players after repeated sprint exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(2), 415-421. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001505
- Sahlin, K. (2014). Muscle energetics during explosive activities and potential effects of nutrition and training. *Sports medicine*, 44(Suppl 2), 167-173. DOI: 10.1007/s40279-014-0256-9
- Santesteban Moriones, V., & Ibáñez Santos, J. (2017). Ayudas ergogénicas en el deporte. *Nutrición hospitalaria*, 34(1), 204-215. DOI: <https://dx.doi.org/10.20960/nh.997>.

- Santos, W. O. C., Brito, C. J., Júnior, E. A. P., Valido, C. N., Mendes, E. L., Nunes, M. A. P., & Franchini, E. (2012). Cryotherapy post-training reduces muscle damage markers in jiu-jitsu fighters. *Journal of human Sport and exercise*, 7(3), 629-638. DOI: 10.4100/jhse.2012.73.03
- Segura Dorado, J. L. (2017) Respuesta ácido-base a esfuerzos máximos en futbolistas profesionales (Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid). URL: <https://hdl.handle.net/20.500.14352/22677>
- Seheult, J., Fitzpatrick, G., & Boran, G. (2017). Lactic acidosis: an update. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 55(3), 322-333. DOI: 10.1515/cclm-2016-0438.
- Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., Goodman, C., & Duffield, R. (2006). Metabolism and performance in repeated cycle sprints: active versus passive recovery. *Medicine and science in sports and exercise*, 38(8), 1492. DOI: 10.1249/01.mss.0000228944.62776.a7
- Stacey, D. L., Gibala, M. J., Martin Ginis, K. A., & Timmons, B. W. (2010). Effects of recovery method after exercise on performance, immune changes, and psychological outcomes. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 40(10), 656-665. DOI: 10.2519/jospt.2010.3224
- Suzuki, M., Umeda, T., Nakaji, S., Shimoyama, T., Mashiko, T., & Sugawara, K. (2004). Effect of incorporating low intensity exercise into the recovery period after a rugby match. *British journal of sports medicine*, 38(4), 436-440. DOI: 10.1136/bjsm.2002.004309
- Takeda, M., Sato, T., Hasegawa, T., Shintaku, H., Kato, H., Yamaguchi, Y., & Radak, Z. (2014). The effects of cold water immersion after rugby training on muscle power and biochemical markers. *Journal of sports science & medicine*, 13(3), 616. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4126300/>
- Tessitore, A., Meeusen, R., Pagano, R., Benvenuti, C., Tiberi, M., & Capranica, L. (2008). Effectiveness of active versus passive recovery strategies after futsal games. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(5), 1402-1412. DOI: 10.1519/JSC.0b013e31817396ac
- Thacker, S. B., Gilchrist, J., Stroup, D. F., & Kimsey Jr, C. D. (2004). The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(3), 371-378. DOI: 10.1249/01.mss.0000117134.83018.f7

- Tokmakidis, S. P., Toubekis, A. G., & Smilios, I. (2011). Active versus passive recovery: metabolic limitations and performance outcome. *MA Powell, Physical Fitness Training, Effect and Maintaining*, 1-43. URL: https://www.researchgate.net/publication/287305783_Active_versus_passive_recovery_Metabolic_limitations_and_performance_outcome
- Tornero-Aguilera, J. F., Jimenez-Morcillo, J., Rubio-Zarapuz, A., & Clemente-Suárez, V. J. (2022). Central and peripheral fatigue in physical exercise explained: A narrative review. *International journal of environmental research and public health*, 19(7), 3909. DOI: 10.3390/ijerph19073909
- Torres, R., Koutakis, P., & Forsse, J. (2021). The effects of different exercise intensities and modalities on cortisol production in healthy individuals: a review. *Journal of Exercise and Nutrition*, 4(4). DOI: <https://doi.org/10.53520/jen2021.103108>
- Torres, R., Pinho, F., Duarte, J. A., & Cabri, J. M. (2013). Effect of single bout versus repeated bouts of stretching on muscle recovery following eccentric exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(6), 583-588. DOI: 10.1016/j.jsams.2013.01.002
- Vaile, J., O'Hagan, C., Stefanovic, B., Walker, M., Gill, N., & Askew, C. D. (2011). Effect of cold water immersion on repeated cycling performance and limb blood flow. *British journal of sports medicine*, 45(10), 825-829. DOI: 10.1136/bjsm.2009.067272
- Wallimann, T., Tokarska-Schlattner, M., & Schlattner, U. (2011). The creatine kinase system and pleiotropic effects of creatine. *Amino acids*, 40(5), 1271-1296. DOI: 10.1007/s00726-011-0877-3
- Waters-Banker, C., Dupont-Versteegden, E. E., Kitzman, P. H., & Butterfield, T. A. (2014). Investigating the mechanisms of massage efficacy: the role of mechanical immunomodulation. *Journal of athletic training*, 49(2), 266-273. DOI: 10.4085/1062-6050-49.2.25
- White, G. E., & Wells, G. D. (2013). Cold-water immersion and other forms of cryotherapy: physiological changes potentially affecting recovery from high-intensity exercise. *Extreme physiology & medicine*, 2, 1-11. DOI: 10.1186/2046-7648-2-26
- Wiewelhove, T., Thase, C., Glahn, M., Hessel, A., Schneider, C., Hottenrott, L., ... & Ferrauti, A. (2021). Repeatability of the individual response to the use of active recovery the day after high-intensity interval training: a double-crossover trial. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(8), 1160-1168. DOI: <https://doi.org/10.1123/ijsp.2020-0671>

Wilson, L. J., Cockburn, E., Paice, K., Sinclair, S., Faki, T., Hills, F. A., Gondek, M. B., Wood, A., & Dimitriou, L. (2018). Recovery following a marathon: a comparison of cold water immersion, whole body cryotherapy and a placebo control. *European journal of applied physiology*, 118(1), 153–163. DOI: 10.1007/s00421-017-3757-z

Xiao, F., Kabachkova, A. V., Jiao, L., Zhao, H., & Kapilevich, L. V. (2023). Effects of cold water immersion after exercise on fatigue recovery and exercise performance--meta analysis. *Frontiers in physiology*, 14, 1006512. DOI: 10.3389/fphys.2023.1006512

Historia

Recibido el 5 de noviembre de 2025
Aceptado el 5 de noviembre de 2025
Publicado en línea el 12 de noviembre de 2025

Conflicto de intereses

El autor declara no tener ningún conflicto de intereses.



LICENCIA CREATIVE COMMONS
CC BY-NC-ND license
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>