

## Training and progression of juggling with 3 balls cascading over the head (S) *Entrenamiento y progresión de malabares con 3 bolas en cascada por encima de la cabeza*

Fernández-Revelles, Andrés B.<sup>1</sup>

### Resumen

**Introducción:** La realización de entrenamiento de malabares y su aprendizaje induce a cambios en las estructuras del cerebro tanto en jóvenes como en personas mayores, produciéndose aumentos transitorios en la materia gris en el lado izquierdo del hipocampo y en el núcleo accumbens bilateralmente. Se puede realizar de muchas formas el aprendizaje de malabares pero la utilización de demostraciones con imágenes en movimiento para que en el momento que la persona que esté aprendiendo esas acciones pueda consultarlas puede producir una mejora significativa en su aprendizaje. **Objetivos:** Resaltar las propiedades y beneficios de los Juegos Motores de Malabares. Proponer un entrenamiento en progresión con ejemplos visuales de los Juegos Motores de Malabares con el patrón motor de Cascada con Tres Bolas por encima de la cabeza. **Material y métodos:** Para los malabares con patrón de cascada con tres bolas por encima de la cabeza hemos propuesto utilizar 3 pelotas de frontenis. **Resultados y Discusión:** Los resultados obtenidos han sido estas cinco imágenes (ver figuras 1, 2, 3, 4 y 5) y una progresión para su aprendizaje. **Conclusiones:** El aprendizaje de juegos motores malabares proporciona beneficios a nivel cerebral mejorando las estructuras de masa gris en el hipocampo, además de ser unos juegos que se pueden realizar y aprender a todas las edades, aunque haya que realizar pequeñas adaptaciones. Además, se pueden realizar en cualquier lugar. Proponemos un entrenamiento en progresión visual de los Juegos Motores Malabares con patrón motor de Cascada con Tres Bolas por encima de la cabeza, señalamos algunas pautas y posibles errores para su corrección.

**Palabras clave:** Juegos Motores; Malabares; Cascada con tres bolas por encima de la cabeza; Entrenamiento; Progresión; Tutorial

### Abstract

**Introduction:** The performance of juggling training and its learning induces changes in brain structures in both young and old people, producing transient increases in gray matter in the left side of the hippocampus and in the nucleus accumbens bilaterally. It can be done in many ways learning to juggle but the use of demonstrations with moving images so that when the person learning these actions can consult them can produce a significant improvement in their learning. **Aims:** Highlight the properties and benefits of the Juggling Motors Games. Propose a progression training with visual examples of the Juggling Motors Games with the motor pattern of Three-Ball Waterfall above the head. **Methods:** For the juggling with waterfall pattern with three balls above the head we have proposed to use 3 frontenis balls. **Results & Discussion:** The results obtained have been five images (see figures 1, 2, 3, 4 and 5) and a progression for their learning. **Conclusions:** The learning of juggling motor games provides brain benefits by improving gray mass structures in the hippocampus, as well as being games that can be performed and learned at all ages, even if small adaptations have to be made. In addition, they can be done anywhere. We propose a training in visual progression of the Juggling Motors Games with a cascade motor pattern with three balls above the head, we indicate some guidelines and possible errors for their correction.

**Keywords:** Motor Games; Juggling; Cascade with three balls over the head; Training; Progression; Tutorial

<sup>1</sup>Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Granada – España – [abfr@ugr.es](mailto:abfr@ugr.es) ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8089-650X>

**Type:** Proposal

**Section:** Motor games

Author's number for correspondence: 1 – Sent: 15/02/2018; Accepted: 15/03/2018

**(P) Treino e progressão de malabarismo com 3 bolas em cascata sobre a cabeça****Resumo**

**Introdução:** O desempenho do treinamento de malabarismo e seu aprendizado induz mudanças nas estruturas cerebrais em pessoas jovens e idosas, produzindo aumentos transitórios na massa cinzenta no lado esquerdo do hipocampo e no núcleo acumbente bilateralmente. Isso pode ser feito de várias maneiras, aprendendo a fazer malabarismos, mas o uso de demonstrações com imagens em movimento para que quando a pessoa que está aprendendo essas ações possa consultá-las possa produzir uma melhoria significativa em seu aprendizado. **Objetivos:** Destaque as propriedades e benefícios dos Jogos de Motores Juggling. Proponha um treinamento de progressão com exemplos visuais dos Jogos de Motores de Malabarismo com o padrão motor da Cachoeira de Três Bahas acima da cabeça. **Material e Métodos:** Para o malabarismo com padrão de cachoeira com três bolas acima da cabeça, propusemos usar 3 bolas frontenis. **Resultados e Discussão:** Os resultados obtidos foram cinco imagens (ver figuras 1, 2, 3, 4 e 5) e uma progressão para a sua aprendizagem. **Conclusões:** A aprendizagem de jogos motorizados de malabarismo fornece benefícios para o cérebro ao melhorar as estruturas de massa cinzenta no hipocampo, além de ser jogos que podem ser realizados e aprendidos em todas as idades, mesmo que pequenas adaptações tenham que ser feitas. Além disso, eles podem ser feitos em qualquer lugar. Propomos um treinamento em progressão visual dos Juggling Motors Games com um padrão motor em cascata com três bolas acima da cabeça, indicamos algumas orientações e possíveis erros para sua correção.

**Palavras chave:** Jogos de motor; Malabarismo; Cascata com três bolas sobre a cabeça; Treinamento; Progresso; Tutorial

## INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION

Los juegos motores malabares, juegos malabares o malabares son juegos que se vienen practicando desde al menos hace 4000 años (Beek & Lewbel, 1995), son unos juegos en los que se realizan tareas complejas (Fernández-Revelles, Padial-Ruz, Sánchez-Zafra, & Zurita-Ortega, 2017). Existiendo múltiples formas de realizar su práctica siendo la más extendida la realizada con tres bolas, igualmente hay diferentes patrones a seguir para realizarlos, pero el patrón que destaca en su práctica frente a los demás es la cascada con tres bolas (Beek & Lewbel, 1995; Beek & Turvey, 1992; Fernández-Revelles, 2015a; Fernández-Revelles et al., 2017).

Entre las diferentes formas de realizar juegos malabares con 3 bolas destacamos las realizadas con lanzamientos de las bolas (Fernández-Revelles, 2015a, 2015b, 2015c, 2015d, 2018e, 2018f, 2018g, 2018h, 2018i, 2018j; Fernández-Revelles et al., 2017), con rebote de las bolas en el suelo (Fernández-Revelles, 2018a, 2018b, 2018c, 2018d), con rebote encima de la mesa adaptado a personas que no puedan estar de pie y pueden así realizar los malabares sentados (Fernández-Revelles, 2018l), incluso realizando malabares deslizando las bolas sobre una mesa (Fernández-Revelles, 2018k).

Vamos a realizar una revisión heurística de la literatura científica en relación a los malabares para conocer esta modalidad de juego motor que características y beneficios tiene.

Analizando los malabares con tres bolas en cascada podemos observar que no todos las técnicas son adecuadas para su realización (Beek, 1992). De igual forma en la literatura científica encontramos como se habla de programas de aprendizaje de malabares de tres bolas en cascada y no dice los pasos a seguir ni el tipo de lanzamientos, etc... como ocurre en el artículo de Meaney (1994).

Los juegos malabares están basados en el aprendizaje de una tarea compleja que requiere ritmo y sincronización de los movimientos de las manos y los brazos con una precisión espacio-temporal en relación al patrón de movimiento de las bolas o móviles utilizados (Huys, Daffertshofer, & Beek, 2003, 2004a, 2004b).

Cuando lanzamos una bola al aire y la cogemos estamos realizando una tarea sensorio-motora muy sencilla, sin embargo a medida que añadimos más bolas la complejidad va aumentando de una forma exponencial (Beek & Lewbel, 1995; Ericsson & Lehmann, 1996). El proceso de aprendizaje en función del nivel de complejidad puede durar de pocas semanas para malabares en cascada con tres bolas con entrenamiento diario a varios meses o años con entrenamiento diario para cascada con cuatro, cinco o más bolas (Beek & Lewbel, 1995).

Teniendo en cuenta la complejidad intrínseca de los malabares, estudiar su coordinación permite probar las organizaciones sensoriomotoras y las estrategias de control involucradas en una multitarea (Beek & Lewbel, 1995; Huys et al., 2003; Post, Daffertshofer, & Beek, 2000; Yam & Song, 1998).

Hacer malabares tiene una gran variabilidad, los lanzamientos no son siempre totalmente preciso y en ocasiones cuando una mano recepciona, está compensando una bola mal lanzada para continuar haciendo malabares. Hay estudios que destacan la variabilidad del patrón de movimiento dentro de un estándar de parámetros espaciales como son la frecuencia de lanzamientos y recepciones o la repetibilidad espacial (Haibach, Daniels, & Newell, 2004; Huys et al., 2004a, 2004b; Leroy, Thouvarecq, & Gautier, 2008; Rodrigues et al., 2016).

Algunos estudios indican que con la práctica a medida que se va adquiriendo más experiencia disminuye el número de variabilidad en el movimiento y aumenta la precisión (Huys et al., 2004a, 2004b)

Otra de las características importantes a la hora de realizar juegos malabares es la posibilidad de realizarlos tanto en el interior, sala, gimnasio, clase, pabellón etc., como en cualquier escenario exterior. Lo que posibilita la utilización de estos contenidos en el interior en días en los que el tiempo (días de lluvia, frío, etc...) predisponen o no permiten realizar las actividades a la intemperie.

La realización de malabares de forma experta con alto rendimiento (4, 5, 6 bolas) o 3 bolas con patrones complejos, sólo puede alcanzarse tras alrededor de diez años de práctica, al igual que ocurre con expertos en ajedrez, danza o cualquier deporte. Hay además que tener en cuenta que los expertos han evolucionado a esos niveles con la ayuda de otros expertos que iban proporcionando (feedback) conocimiento de resultados sobre la práctica (Ericsson & Lehmann, 1996). Lo que significa que con un entrenamiento y práctica colaborativa se puede mejorar en el aprendizaje de malabares.

Un aspecto bastante importante a tener en cuenta es como la realización de entrenamiento de malabares y su aprendizaje induce a cambios en las estructuras del cerebro tanto en jóvenes como en personas mayores, produciéndose aumentos transitorios en la materia gris en el lado izquierdo del hipocampo y en el núcleo accumbens bilateralmente (Boyke, Driemeyer, Gaser, Buechel, & May, 2008).

Algo similar ocurre en zonas del cerebro como el hipocampo cuando se realizan tareas de navegación y orientación espacial (Goeke et al., 2015).

La gran variabilidad de juegos malabares que existen proporcionan un estímulo nuevo para seguir progresando y hacer cada vez malabares más complejos. Esta idea es interesante tenerla en cuenta. Los cambios que se producen en el cerebro en el aumento de materia gris en la corteza

occipito-temporal después de sólo 7 días de entrenamiento no se pueden explicar sólo con el rendimiento ni con el ejercicio, que si explicarían la activación de zonas del cerebro, sino que surgen por la unión de los anteriores con el aprendizaje de una nueva tarea compleja (Driemeyer, Boyke, Gaser, Buchel, & May, 2008).

Cuando el esquema motor para realizar malabares se ha adquirido, por ejemplo cascada con 3 bolas, existe una transferencia a la realización de malabares con otros materiales (Czyz, 2010), o también a la realización de otro tipo de malabares transferido a patrones motores diferentes o de deportes concretos como el fútbol (Meaney, 1994; Weigelt, Williams, Wingrove, & Scott, 2000).

El aprendizaje de malabares tiene transferencia a nivel motor a otros patrones motores, pero no sólo a nivel motor sino que el entrenamiento de malabares proporciona evidencias de la relación de este entrenamiento y el desarrollo de habilidades espaciales y capacidad espacial (Jansen, Titze, & Heil, 2009; Lehmann & Jansen, 2012; Nakamura, Nakaura, & Sampei, 2009).

Se puede realizar de muchas formas el aprendizaje de malabares pero la utilización de demostraciones en vídeo, o imágenes en movimiento para que en el momento que la persona que esté aprendiendo esas acciones pueda consultarlas puede producir una mejora significativa en su aprendizaje (Laughlin et al., 2015).

Los malabaristas con más experiencia realizan modificaciones en el movimiento de sus segmentos reduciendo el número de corrección de errores principalmente en situaciones de tareas complejas, probablemente este pueda ser debido a la identificación sistemática de patrones motores sensibles a la adquisición de experiencia específica que podría acelerar el proceso de aprendizaje (Zago et al., 2017).

### **Objetivos / Aims:**

- Resaltar las propiedades y beneficios de los Juegos Motores de Malabares
- Proponer un entrenamiento en progresión con ejemplos visuales de los Juegos Motores de Malabares con el patrón motor de Cascada con Tres Bolas por encima de la cabeza.

### **MATERIAL Y MÉTODOS / METHODS**

Para los malabares con patrón de cascada con tres bolas por encima de la cabeza hemos propuesto utilizar 3 pelotas de frontenis, aunque en otros casos se utilizan otro tipo de móviles, nos hemos decidido por este por sus características. Las pelotas de frontenis son pelotas de goma preseurizadas que tienen un diámetro de 47 mm, un peso que oscila entre 47-49 gr, su dureza es de 57 shore, y el bote es de 1,58 m desde 2 m de caída. Y además son fáciles de adquirir en cualquier sitio.

El programa de entrenamiento lo vamos a realizar con modelos visuales estableciendo una progresión en función del aumento de dificultad al igual que proponen (Fernández-Revelles et al., 2017)

Para ellos hemos diseñado realizado unos vídeos progresivos en dificultad como modelo aproximado.

Estás imágenes siguen el patrón motor de malabares en cascada con tres bolas por encima de la cabeza y se reproducen de forma continua.

## RESULTADOS / RESULTS

Los resultados obtenidos han sido estas imágenes (ver figuras 1, 2, 3, 4, 5 y 6).

La figura 1 o figura EC5 es el objetivo final, conseguir realizar malabares en cascada con 3 bolas por encima de la cabeza.



Figura 1. Juego motor con patrón de malabares 3 bolas por encima de la cabeza (figura EC5)

Lanzamiento de una bola con la mano hábil por encima de la cabeza, figura 2 o EC1



Figura 2. Juego motor con patrón de malabares una bola mano hábil por encima de la cabeza (figura EC1)

Lanzamiento de una bola con la mano hábil por encima de la cabeza, figura 3 o figura EC2



Figura 3. Juego motor con patrón de malabares una bola mano no hábil por encima de la cabeza (figura EC2)

Lanzamiento de una bola por encima de la cabeza con cambio de mano, figura 4 o EC3.



Figura 4. Juego motor con patrón de malabares una bola cambio de mano por encima de la cabeza (figura EC3)

Lanzamiento de dos bolas por encima de la cabeza con cambio de mano, figura 5 o EC4.



Figura 5. Juego motor con patrón de malabares 2 bolas por encima de la cabeza con cambio de mano (figura EC4)

Malabares con 3 bolas por encima de la cabeza es el resultado final, figura 6 o EC5



Figura 6. Juego motor con patrón de malabares 3 bolas por encima de la cabeza (figura EC5)

**DISCUSIÓN / DISCUSSION**

Pensamos que las imágenes realizadas y su organización proponen un adecuado entrenamiento en progresión para el aprendizaje de juegos motores malabares con el patrón motor de cascada con tres bolas por encima de la cabeza. Aunque puede que en algunas progresiones se intente realizar el patrón motor de cascada de una mano y dos bolas como paso intermedio (Fernández-Revelles, 2015c), en este caso en concreto no es muy adecuado.

Quedando la progresión como la consecución de figuras EC1, EC2, EC3, EC4 y EC5.

Hemos propuesto esta progresión tan visual siguiendo a Fernández-Revelles et al. (2017) aunque no todas las personas tengan el mismo estilo de aprendizaje (Blasco et al., 2011). Como los juegos malabares los puede realizar cualquier persona y a cualquier edad, y en cualquier lugar pensamos que pueden ayudar a incrementar el tiempo empleado en actividad física entre personas de diferentes culturas y género (Fernandez-Revelles & Delgado-Noguera, 2009a, 2009b).

Aunque los juegos malabares aún no son unos juegos muy extendidos debido a la complejidad de sus patrones motores, tampoco en España (Fernandez-Revelles et al., 2009), esperemos que a partir de ahora con esta progresión se extienda su práctica.

Probablemente se podrían disponer otras figuras o en un orden diferente pero debido a la carencia de imágenes y de literatura científica al respecto hemos propuesto esta progresión en función de lo descrito por Fernández-Revelles et al. (2017).

**CONCLUSIONES / CONCLUSIONS**

El aprendizaje de juegos motores malabares proporciona beneficios a nivel cerebral mejorando las estructuras de masa gris en el hipocampo, además de ser unos juegos que se pueden realizar y aprender a todas las edades, aunque haya que realizar pequeñas adaptaciones. Además, se pueden realizar en cualquier lugar.

Hemos propuesto un entrenamiento en progresión visual de los Juegos Motores Malabares con el patrón motor de Cascada con Tres Bolas por encima de la cabeza, en el que además señalamos algunas pautas y posibles errores para su corrección.

**CONFLICTO DE INTERESES / CONFLICT OF INTERESTS**

No existe conflicto de intereses.

## REFERENCIAS / REFERENCES

- Beek, P. J. (1992). Inadequacies of the proportional duration model - perspectives from a dynamic analysis of juggling. *Human Movement Science*, 11(1-2), 227-237.
- Beek, P. J., & Lewbel, A. (1995). The science of juggling. *Scientific American*, 273(5), 92-97.
- Beek, P. J., & Turvey, M. T. (1992). Temporal patterning in cascade juggling. *Journal of Experimental Psychology-Human Perception and Performance*, 18(4), 934-947.
- Blasco, J. E., Romero, C., Mengual, S., Fernandez-Revelles, A. B., Delgado, M. A., & Vega, L. (2011). Learning style of physical education and sport science students from teacher-training college at the universities of Granada and Alicante. *Cultura Y Educacion*, 23(3), 371-383. doi: 10.1174/113564011797330289
- Boyke, J., Driemeyer, J., Gaser, C., Buechel, C., & May, A. (2008). Training-induced brain structure changes in the elderly. *Journal of Neuroscience*, 28(28), 7031-7035. doi: 10.1523/jneurosci.0742-08.2008
- Czyz, S. H. (2010). Motor schema development in constant practice: The gradient in bimanual juggling with three balls. *Perceptual and Motor Skills*, 110(3), 901-915. doi: 10.2466/pms.110.3.901-915
- Driemeyer, J., Boyke, J., Gaser, C., Buchel, C., & May, A. (2008). Changes in Gray Matter Induced by Learning-Revisited. *Plos One*, 3(7). doi: 10.1371/journal.pone.0002669
- Ericsson, K. A., & Lehmann, A. C. (1996). Expert and exceptional performance: Evidence of maximal adaptation to task constraints. *Annual Review of Psychology*, 47, 273-305.
- Fernández-Revelles, A. B. (2015a). Juggling - 3 balls cascade. *Juegos Malabares: Animaciones*, 1(0001). doi:<http://hdl.handle.net/10481/34598>
- Fernández-Revelles, A. B. (2015b). Juggling - Box. *Juegos Malabares: Animaciones*, 1(0002). doi:<http://hdl.handle.net/10481/34601>
- Fernández-Revelles, A. B. (2015c). Juggling - Columns two in one. *Juegos Malabares: Animaciones*, 1(0003). doi:<http://hdl.handle.net/10481/34630>
- Fernández-Revelles, A. B. (2015d). Juggling - One ball changed hands with rainbow. *Juegos Malabares: Animaciones*, 1(0004). doi:<http://hdl.handle.net/10481/34682>
- Fernández-Revelles, A. B. (2018a). Training and progression juggle 3 balls active bounce on the floor. *Sports Science 3.0*, 2(2), 94-110.
- Fernández-Revelles, A. B. (2018b). Training and progression juggle 3 balls bounce on the floor active supination. *Sports Science 3.0*, 2(2), 143-160.
- Fernández-Revelles, A. B. (2018c). Training and progression juggle 3 balls with imperative bounce on the floor. *Sports Science 3.0*, 2(2), 127-142.
- Fernández-Revelles, A. B. (2018d). Training and progression juggle 3 balls with passive bounce on the floor. *Sports Science 3.0*, 2(2), 111-126.

- Fernández-Revelles, A. B. (2018e). Training and progression of juggling with 3 balls cascading over the head. *Sports Science 3.0*, 2(1), 79-93.
- Fernández-Revelles, A. B. (2018f). Training and progression of juggling with 3 balls in 423 from cycles with two balls in each hand. *Sports Science 3.0*, 2(1), 14-31.
- Fernández-Revelles, A. B. (2018g). Training and progression of juggling with 3 balls in cascade from cycles with two balls in each hand. *Sports Science 3.0*, 2(1), 1-13.
- Fernández-Revelles, A. B. (2018h). Training and progression of juggling with 3 balls in columns. *Sports Science 3.0*, 2(1), 32-48.
- Fernández-Revelles, A. B. (2018i). Training and progression of juggling with 3 balls in shower or wheel (ACD) in the anti-clockwise direction. *Sports Science 3.0*, 2(1), 64-78.
- Fernández-Revelles, A. B. (2018j). Training and progression of juggling with 3 balls in shower or wheel (CD) in the clockwise direction. *Sports Science 3.0*, 2(1), 49-63.
- Fernández-Revelles, A. B. (2018k). Training and progression of juggling with 3 balls sliding on the table. *Sports Science 3.0*, 2(2), 179-193.
- Fernández-Revelles, A. B. (2018l). Training and progression of juggling with 3 balls with active bounce on the table. *Sports Science 3.0*, 2(2), 161-178.
- Fernandez-Revelles, A. B., & Delgado-Noguera, M. A. (2009a). Increase physical activity time of children in physical education classes. *Gaceta Sanitaria*, 23, 107-107.
- Fernandez-Revelles, A. B., & Delgado-Noguera, M. A. (2009b). Physical activity among children of different culture and gender. *Gaceta Sanitaria*, 23, 107-108.
- Fernández-Revelles, A. B., Padial-Ruz, R., Sánchez-Zafra, M., & Zurita-Ortega, F. (2017). Revisión y progresión de malabares, cascada con tres bolas *Sports Science 3.0*, 1(1), 6-23. doi: <http://digibug.ugr.es/handle/10481/49795>
- Fernandez-Revelles, A. B., Robles, A., Dafos, J., Soto, V. M., Perez-Cortes, A. J., Latorre, P., . . . Romero, C. (2009). Physical activity: evaluation of research in Spain. *Gaceta Sanitaria*, 23, 204-204.
- Goeke, C., Kornpetpanee, S., Koster, M., Fernandez-Revelles, A. B., Gramann, K., & Konig, P. (2015). Cultural background shapes spatial reference frame proclivity. *Scientific Reports*, 5, 13. doi: 10.1038/srep11426
- Haibach, P. S., Daniels, G. L., & Newell, K. M. (2004). Coordination changes in the early stages of learning to cascade juggle. *Human Movement Science*, 23(2), 185-206.
- Huys, R., Daffertshofer, A., & Beek, P. J. (2003). Learning to juggle: on the assembly of functional subsystems into a task-specific dynamical organization. *Biological Cybernetics*, 88(4), 302-318.
- Huys, R., Daffertshofer, A., & Beek, P. J. (2004a). Multiple time scales and multiform dynamics in learning to juggle. *Motor Control*, 8(2), 188-212.
- Huys, R., Daffertshofer, A., & Beek, P. J. (2004b). Multiple time scales and subsystem embedding in the learning of juggling. *Human Movement Science*, 23(3-4), 315-336.

- Jansen, P., Titze, C., & Heil, M. (2009). The influence of juggling on mental rotation performance. *International Journal of Sport Psychology*, 40(2), 351-359.
- Laughlin, D. D., Fairbrother, J. T., Wrisberg, C. A., Alami, A., Fisher, L. A., & Huck, S. W. (2015). Self-control behaviors during the learning of a cascade juggling task. *Human Movement Science*, 41, 9-19. doi: 10.1016/j.humov.2015.02.002
- Lehmann, J., & Jansen, P. (2012). The influence of juggling on mental rotation performance in children with spina bifida. *Brain and Cognition*, 80(2), 223-229. doi: 10.1016/j.bandc.2012.07.004
- Leroy, D., Thouwarecq, R., & Gautier, G. (2008). Postural organisation during cascade juggling: Influence of expertise. *Gait & Posture*, 28(2), 265-270. doi: 10.1016/j.gaitpost.2007.12.071
- Meaney, K. S. (1994). Developmental modeling effects on the acquisition, retention, and transfer of a novel motor task. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65(1), 31-39.
- Nakamura, K., Nakaura, S., & Sampei, M. (2009). *Enduring Rotary Motion Experiment of Devil Stick by General-Purpose Manipulator*. Dordrecht: Springer.
- Post, A. A., Daffertshofer, A., & Beek, P. J. (2000). Principal components in three-ball cascade juggling. *Biological Cybernetics*, 82(2), 143-152.
- Rodrigues, S. T., Polastri, P. F., Gotardi, G. C., Aguiar, S. A., Mesaros, M. R., Pestana, M. B., & Barbieri, F. A. (2016). Postural Control During Cascade Ball Juggling: Effects of Expertise and Base of Support. *Perceptual and Motor Skills*, 123(1), 279-294. doi: 10.1177/0031512516660718
- Weigelt, C., Williams, A. M., Wingrove, T., & Scott, M. A. (2000). Transfer and motor skill learning in association football. *Ergonomics*, 43(10), 1698-1707.
- Yam, Y., & Song, J. Y. (1998). Extending Shannon's theorem to a general juggling pattern. *Studies in Applied Mathematics*, 100(1), 53-66.
- Zago, M., Pacifici, I., Lovecchio, N., Galli, M., Federolf, P. A., & Sforza, C. (2017). Multi-segmental movement patterns reflect juggling complexity and skill level. *Human Movement Science*, 54, 144-153. doi: 10.1016/j.humov.2017.04.013