



Experiencia en el centro de educación especial de Albatros: Bases para incidir en los procesos cognitivos mediante la práctica de Actividad Física Gabriel Díaz, Marc Guillem, Eric Roig y Carmen González

Universidad de Barcelona

RESUMEN. Recientes estudios científicos indican que la actividad física (AF) tiene una incidencia en la mejora de algunos procesos cognitivos como la atención, la toma de decisiones, la memoria y el cálculo, entre otros. A partir de este hilo, la presente comunicación expone una de las líneas de trabajo del grupo MCIE (Motricidad, cognición, infancia y escuela) de la Universidad de Barcelona, que es la siguiente: “El papel de la AF en la mejora de los procesos cognitivos”. Para presentarla explicamos la experiencia que estamos realizando en el centro de desarrollo integral de Albatros (México), en la cual aplicamos la línea de trabajo en un contexto de educación especial y para alumnos con limitaciones por afectaciones motrices y/o cognitivas. El reto es dotar al profesorado de herramientas, estrategias y materiales para el diseño y seguimiento de intervenciones mediante sesiones de AF orientadas a la consecución de mejoras cognitivas y motrices en el alumnado. Por ello se realizan sesiones de formación y se muestran fichas de buenas prácticas, a fin de que los y las docentes se sientan un poco más seguros de realizar las actividades propuestas. Cada una de estas prácticas incorporan retos motrices y cognitivos que los alumnos deben realizar de manera simultánea. Durante el curso 2020/2021 se está llevando a cabo la intervención y, a partir de las conclusiones cualitativas que se obtienen, presentamos el diseño de un de una investigación con evaluaciones neuropsicológicas.

Palabras clave: Motricidad, Cognición, funcionamiento cognitivo, discapacidad.

ABSTRACT. Recent scientific studies indicate that physical activity (AF) has an impact on the improvement of some cognitive processes such as attention, decision-making, memory, and calculation. From this thread, the present communication presents one of the lines of work of the MCIE group (Motricity, cognition, childhood, and school) of the University of Barcelona, which is the following: "The role of AF in improving cognitive processes." To present it we explain the experience that we are carrying out in the center of integral development of Albatros (Mexico), in which we apply the line of work in a context of special education and for students with limitations due to motor and/or cognitive effects. The challenge is to equip teachers with tools, strategies and materials for the design and follow-up of interventions through AF sessions aimed at achieving cognitive and motor improvements in students. Therefore, training sessions are held, and good practice sheets are displayed, so that teachers feel a little more confident in carrying out the proposed activities. Each of these practices incorporates motor and cognitive challenges that students must carry out simultaneously. During the course 2020/2021 the intervention is being carried out and, based on the qualitative conclusions obtained, we present the design of an investigation with neuropsychological evaluations.

Keywords: Motricity, Cognition, cognitive functioning, disability.

INTRODUCCIÓN

La presente comunicación emerge de unas de las líneas de trabajo del grupo “Motricidad, cognición, infancia y escuela” (UB) y tiene el objetivo de presentar una intervención llevada a cabo en Albatros, un centro de educación especial de la ciudad de Colima (México). Sobre esta intervención queremos explicar las diferentes fases que el proyecto ha llevado a cabo, desde su inicio (planteamiento y objetivos) hasta su implementación práctica (propuesta de actividades).

Este proyecto integra las diferentes perspectivas en el estudio de la incidencia de la actividad física en los procesos cognitivos, de acuerdo con los respectivos ámbitos de investigación de cada integrante del grupo de trabajo. En consecuencia, el objetivo del proyecto es aplicar los conocimientos teóricos y prácticos para la concreción de intervenciones, basadas en la práctica motriz, que faciliten la mejora cognitiva en un centro con alumnos con necesidades educativas especiales. A la vez, demostrar que es posible realizar actividades cognitivas a partir de los requerimientos de las tareas motrices. Siendo el movimiento promovido el responsable de los procesos cognitivos existentes. La actividad física, por su capacidad de generar situaciones de esfuerzo, superación y placer, tiene un gran impacto personal en las personas que la practican. Este impacto personal permite adquirir y consolidar algunas competencias esenciales para desenvolverse en el mundo que nos envuelve.

Al tratarse de alumnos con necesidades educativas especiales, observándose afectaciones motrices y/o cognitivas, las tareas promueven la creación de contextos de aprendizaje que faciliten la adquisición de autonomía útil para la vida real. Es por este motivo que se ha contemplado la adaptación de las actividades a las necesidades individuales, teniendo en cuenta aspectos de motricidad, expresión, e interacción social.

La presente comunicación se centra en el papel que la actividad física tiene, específicamente, en la mejora de algunas de las funciones cognitivas, sin obviar un aspecto contemplado en el proyecto: la actividad física tiene también este efecto holístico que incide en la formación integral de los alumnos que participan en la intervención. A la vez, se describe la intervención desde las “buenas prácticas”, con las observaciones y la evaluación cualitativa de los maestros, y se presenta la fase final del proyecto (previsto para 2022) donde se evaluará las mejoras cognitivas mediante un estudio cuasiexperimental.



DESCRIPCIÓN DE LA COLABORACIÓN

Albatros Centro de Desarrollo Integral es una institución de asistencia privada cuya misión es contribuir a la inclusión educativa, laboral y social de las personas con discapacidad a través del desarrollo de sus habilidades. El centro trabaja con un sistema que combina intervenciones en los ámbitos motor, cognitivo, de lenguaje, desde acciones propias de terapia visual, natación terapéutica y psicomotricidad, para atender, actualmente, a 60 personas con edades comprendidas entre los 5 meses y los 75 años con diagnósticos de: parálisis cerebral, síndrome de Down, autismo, microcefalia, retraso mental, hiperactividad y déficit de atención.

El presente artículo presenta el trabajo colaborativo y multinivel llevado a cabo en colaboración con Albatros. Se entiende como una gran oportunidad para ir estructurando posibles respuestas a preguntas como: ¿cómo podemos incluir actividades físicas con alumnos que presentan necesidades educativas especiales que puedan incidir en la mejora de sus funciones ejecutivas?, ¿podemos adaptar los requerimientos de las funciones ejecutivas a las necesidades especiales de los alumnos de Albatros?, ¿La intervención desde la actividad física para desarrollar las funciones ejecutivas, puede ser un complemento a los procesos de aprendizaje de los alumnos de Albatros? ¿La intervención sistemática a partir de las actividades físicas puede ofrecer evidencias de oportunidad de mejora de la práctica docente y por ende de los procesos de aprendizaje de los alumnos de Albatros?

OBJETIVOS

Para el presente proyecto, y a fin de poder dar respuesta a la problemática planteada por el centro de colaboración, se plantean los siguientes objetivos:

- Identificar, como punto de partida, los recientes estudios que relacionan la práctica de actividad física con la mejora de los procesos cognitivos.
- Elaborar, a partir del conocimiento y la experiencia de cada uno de nosotros, unas cápsulas formativas contextualizadas en la realidad del centro de intervención: Albatros.
- Diseñar, mediante criterios cuantitativos y cualitativos, una propuesta de actividades motrices que además requieran retos cognitivos.
- Evaluar la implementación del proceso mediante el feedback (evaluación cualitativa y por observación) de los y las docentes encargadas de llevar a cabo la intervención.
- Presentar, si la valoración de la intervención es positiva, un estudio longitudinal que aplique un diseño cuasi experimental con medidas pre y post test.

MARCO DE REFERENCIA TEÓRICA

La actividad física (AF) incide en la mejora de numerosos procesos cognitivos como son la atención, la toma de decisiones, la memoria y el cálculo (Chaddock, H., 2020; Singh et al., 2019; Watson, A., 2017). Recientes estudios permiten comprender cuáles son los mecanismos por los cuales la AF favorece las mejoras en la eficiencia y la eficacia del cerebro. Específicamente, como la motricidad beneficia ciertos procesos cognitivos de orden superior como son las Funciones Ejecutivas.

Los mecanismos por los que una tarea motriz incide en la cognición son numerosos. Éstos han sido objeto de estudio a lo largo de los últimos años, facilitando su comprensión y permitiendo su descripción: a) mediante cambios fisiológicos que se producen a nivel neuroquímico, a partir del aumento de neurotransmisores específicos (como la dopamina y la noradrenalina) y la regulación de factores de crecimiento y neurotróficos (por ejemplo, BDNF) (Chaddock-Heyman et al., 2013; Etnier & Chang, 2009; Hillman, Erickson, & Kramer, 2008); b) gracias a la angiogénesis, que permite el aumento del flujo sanguíneo y llegada de oxígeno a el cerebro (de Greeff et al., 2018); c) potenciando la neurogénesis, implicada en la plasticidad sináptica, la conectividad de diferentes regiones y su activación con el córtex prefrontal, d) y facilitando cambios estructurales en el hipocampo y el cerebelo (Best & Miller, 2010; Gomez-Pinilla & Hillman, 2013).

También, los condicionantes de la práctica son determinantes para la mejora de las Funciones Ejecutivas: a) cuando los hábitos alimentarios, la gestión correcta del descanso y la interacción social propias de una práctica física regular facilitan beneficios emocionales (Moreau et al., 2015; Pesce et al., 2013; Diamond & Ling, 2016); b) ante tareas motrices que requieran reflexión, concentración o resolución de problemas (Diamond & Ling, 2016); c) en tareas que impliquen un cierto nivel de habilidades coordinativas, equilibrio, ritmo, organización espacial, complejidad cognitiva o estrategias de adaptación al entorno (Chang et al., 2013; Crova et al., 2014; Diamond & Ling, 2016; Fernandes et al., 2016; Horvat et al., 2016; Pesce, 2012; Pesce, Masci, et al., 2016; Tomporowski et al., 2015); d) en prácticas donde existe alto compromiso cognitivo (p.e., atención) para su resolución motriz (Chaddock-Heyman et al., 2013; Hillman et al., 2008); e) en ejecuciones motrices y procesos de aprendizaje que requieren llevar a cabo estrategias metacognitivas, ya que es necesario regular la propia conducta, tener conciencia de las habilidades adquiridas, mostrar comprensión de las necesidades de aprendizaje y posibilita implicarse en la planificación, el control del rendimiento y el ajuste del comportamiento (Davidson et al., 2006).

En consecuencia, los efectos de la AF median y moderan las mejoras en los procesos cognitivos, y específicamente de las Funciones Ejecutivas (Pesce, 2012). Estos procesos cognitivos están presentes en la práctica motriz cuando gestionamos la información (manteniéndola, manipulándola o utilizándola), cuando gestionamos nuestras conductas al contexto (mediante la autorregulación y el autocontrol) o adaptando nuestro comportamiento; requiriendo



procesos cognitivos superiores como son la memoria de trabajo, la inhibición y la flexibilidad cognitiva respectivamente, las llamadas Funciones Ejecutivas (Davidson et al., 2006). También, están presentes en los procesos de aprendizaje, favoreciendo tanto la formación de memorias como la retención de estas (Haynes et al., 2019; Loprinzi, 2019).

Diversas investigaciones han evaluado los resultados de la aplicación de diferentes intervenciones motrices en contextos educativos teniendo en cuenta tanto los aspectos cuantitativos como los cualitativos de la AF. Algunos ejemplos significativos son: a) La práctica FITkids®, basada en la AF aeróbica (Hillman et al., 2014); b) TAKE10!®, potenciando que la AF refuerce los contenidos académicos (Kibbe et al., 2011); c) “Boost your brain”, con modificaciones de las características de las tareas motrices (Egger et al., 2019); y d) LCoMotion, evaluando los efectos según el momento de la intervención en relación a las propuestas académicas dentro de la jornada lectiva (Bugge et al., 2014; Tarp et al., 2016).

APLICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto de intervención se focaliza en trabajo y la mejora de las capacidades de los participantes, concretamente sobre las funciones ejecutivas (especial interés en la atención y la memoria); sobre las habilidades motrices (patrones básicos de movimiento) y las personales (esfuerzo, autoestima y superación) y de relación e interacción social. Por ello, la esencia del proyecto se entiende exclusivamente desde una perspectiva multidimensional.

En primer lugar, las acciones previas a la aplicación del proyecto consistieron en establecer sinergias de colaboración entre las instituciones, centrándose en el vínculo entre el grupo de investigación y el centro de desarrollo integral Albatros, a fin de conocer la idiosincrasia del centro, así como las características del alumnado para el cual se diseñaba el proyecto. Aquí, el conocimiento sobre el alumnado debía extenderse de los diagnósticos médicos tradicionales para, aprovechando el conocimiento de las personas implicadas en el centro Albatros, obtener un conocimiento más subjetivo, personal y, en definitiva, multidimensional del alumnado. Este punto previo se consideró esencial para poder personalizar e individualizar las siguientes acciones.

De acuerdo con el segundo objetivo del proyecto, se realizó una formación específica para el profesorado del centro Albatros encargado de aplicar el proyecto. Objetivo: ofrecer los elementos teóricos básicos sobre la interacción entre actividad física y desarrollo cognitivo para, posteriormente, orientar dicho conocimiento al desarrollo de estrategias y herramientas para el diseño de intervenciones de carácter práctico. En una primera fase, se dieron los conceptos, así como las explicaciones necesarias para entender la influencia de la actividad física sobre la cognición. Seguidamente, se orientaron dichos conceptos a las diferentes posibilidades atendiendo a las peculiaridades que los docentes nos compartían. Para explicarlo a través de un ejemplo: si los docentes señalaban que la práctica motriz no era dinámica y se volvía muy estática, se les sugería que adaptaran más el reto cognitivo que aparece de manera simultánea a la tarea motriz.

La siguiente acción del proyecto se concreta en el diseño y la creación de nuevas actividades que sirvieran de intervenciones prácticas. Para ello, se crearon, entre los diferentes profesionales del centro, diferentes espacios multinivel de trabajo colaborativo. Los espacios se dividieron en función del ámbito de intervención, ya sea cognitivo, motriz o individual. En estos espacios se trabajó en el diseño de las intervenciones físicas y adaptadas. La adaptación debía atender a las necesidades especiales del alumnado, cada espacio en función de su ámbito (motriz, cognitivo...), y también al grado de requerimiento cognitivo durante la actividad, ya sea de forma simultánea a la actividad o de forma integrada en la propia actividad, lo cual dependió de las características del alumnado. En este punto, y vinculado a la formación realizada anteriormente, se tuvieron como punto de partida los criterios básicos que, según la reciente investigación, permiten producir mejoras sobre la cognición a través de la actividad física.

Además de las adaptaciones sobre la actividad física, otro punto clave fue la vinculación con el modelo educativo. En ese punto, los y las docentes vincularon las actividades a las programaciones educativas planteadas, con el objetivo de generar actividades motrices adaptadas que atendiesen al desarrollo cognitivo y curricular del alumnado del centro. A fin de realizar un seguimiento del proceso, se creó un espacio (programado) destinado a la reelaboración de las actividades partiendo de las problemáticas experimentadas y presentado propuestas de mejora planteadas por los miembros de la comunidad educativa y del grupo de investigación.

Finalmente, para analizar el impacto del estudio, se llevó a cabo por parte del profesorado una evaluación cualitativa mediante registros de observación. Presentaron comentarios tales como “*Los muchachos estuvieron entusiastas*”; “*En lo cognitivo se trabajó: letras, sílabas y palabras (según el nivel)*”; “*Dentro del aula se les trabajó comprensión y los 4 respondieron correctamente, más activos, más rápidos, respuestas correctas*”; “*Hoy se quejaron demasiado, sus ánimos no estaban a tope. Se sentían cansados y con mucho calor (tomar en cuenta que hay mucha humedad)*”, entre otros, que, acompañados de una vivencia positiva del docente, que se había sentido bien y seguro de aplicar las actividades, muestran que este tipo de proyectos podrían tener un importante efecto en el futuro de estas líneas de estudio que ocupan a la presente investigación.

CONCLUSIONES Y PROSPECTIVA

Dado que la valoración no tiene una fiabilidad científica pero sí que sugiere pensar que la línea y el tema de investigación puede obtener resultados de interés, se cree conveniente aprobar el proyecto y aceptarlo como prueba piloto.



Como consecuencia se detalla a continuación la prospectiva. Se parte del objetivo cinco: *Presentar, si la valoración de la intervención es positiva, un estudio longitudinal que aplique un diseño cuasi experimental con medidas pre y post test.*

Se propone iniciar un diseño cuasi experimental, cuantitativo, de comparación de medias de muestras emparejadas (Prueba T) y correlacional mediante Rho de Spearman para pruebas no paramétricas. Se pretenden obtener datos de carácter ordinal y el total de las muestras formaran parte de un mismo grupo no diferenciado. Y, para el análisis estadístico, se utilizará el programa IBM SPSS (Stadistics@versión 25), aplicando básicamente pruebas para estudio de distribución de datos (Kolmogorov-Smirnov), de comparación de datos cuantitativos y de muestras relacionadas (Prueba T apareada), y de correlación de muestras emparejadas (pruebas de Rho de Spearman).

A fin de poder demostrar que el planteamiento de la intervención experimental puede mejorar las competencias y capacidades de carácter cognitivo, motriz e interpersonal, se llevaran a cabo una batería de pruebas neuropsicológicas estandarizadas, tanto en un momento previo como posterior a la intervención. Para el estudio se proponen y se justifican las siguientes pruebas:

2009 Keeley	- Physical activity questionnaire for older children (PAQ-C) - Math & Reading tests scores - Stroop - CAS (PASS theory)
2014, Chen et al.	- Flanker: Velocidad de procesamiento del control inhibitorio.
2009, Grob.	- Memoria de trabajo espacial – Intelligence and Development Scales (IDS)
2006, Ettrich	- KHV-VK: <i>(Para medir el rendimiento de la atención)</i>
2010, Hill	- PSA Paced serial addition - SOT Size-ordering task - LS Listening span - DSB Digit span backwards - DSE Digit-symbol encoding
2010, Mata	- CDI (Kovacs) Children Depression Inventory - K-SADS-PL (Kaufman 2000) Schedule for affective Disorder and Schizophrenia for School age children
2010, Chaddock	- IQ, composite IQ - Rating Scale ADHD(Du Paul) - Pubertal timing (Tanner Staging System) - SES (Socioeconomic Status)
2011, Niederer (preschool children)	- Spatial working memory - Attention KHV-VK (2006, Ettrich). - Body Mass Index
2012, Bidde	- Anxiety - Self-esteem
2011, Davis	- CAS Cognitive Assessment System (Naglieri – PASS theory) - WJTA (Reading & math)
2018, Chaddock	- K-BIT (-1ds exclusions criteria) - ADHD Du Paul - SES - Tanner staging Scale - Erikson flanker test (Erikson, 2011) “CPT”
2011, Rasberry	- GPA = Grade Point Average

La evaluación, el análisis y los resultados estadísticos de la intervención podrían determinar que, tal como sugieren estudios recientes (Jäger et al. 2014; Best, 2010), utilizar juegos mejorados cognitivamente, y, enfocados en activar uno o más procesos cognitivos, pueden incidir en la mejora de algunas capacidades.

Agradecimientos

Al Dr. Albert Batalla, por coordinarnos y ponernos en contacto para formar un grupo de trabajo. Por ello, a todos los miembros que formamos parte del grupo de trabajo “Motricidad, cognición, infancia y escuela”, que intervenimos en las diferentes fases del proyecto. A la Dra. Maria del Carmen González, por su energía y esfuerzo para formalizar la colaboración. Y en especial al centro de educación especial Albatros y a todo su equipo profesional, por darnos esta oportunidad de aprender y crecer juntas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



- Best, J. R. (2010). Effects of Physical Activity on Children's Executive Function: Contributions of Experimental Research on Aerobic Exercise. *Developmental review*: DR, 30(4), 331–551. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2010.08.001>
- Best, J., & Miller, P. (2010). A Developmental Perspective on Executive Function. *Child Development*. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01499.x>
- Bugge, A., Tarp, J., Østergaard, L., Domazet, S. L., Andersen, L. B., & Froberg, K. (2014). LCoMotion - Learning, cognition and motion; A multicomponent cluster randomized school-based intervention aimed at increasing learning and cognition - Rationale, design and methods. *BMC Public Health*, 14(1), 967.
- Chaddock-Heyman, L., Erickson, K. I., Voss, M. W., Knecht, A. M., Pontifex, M. B., Castelli, D. M., ... Kramer, A. F. (2013). The effects of physical activity on functional MRI activation associated with cognitive control in children: a randomized controlled intervention. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7.
- Chaddock L, Weng TB, Kienzler C, Weissshappel R, Drollette ES, Raine LB, Westfall DR, Kao S-C, Baniqued P, Castelli DM, Hillman CH & Kramer AF (2020). Brain Network Modularity Predicts Improvements in Cognitive and Scholastic Performance in Children Involved in a Physical Activity Intervention. *Front. Hum. Neurosci.* 14:346.
- Chang, Y. K., Tsai, Y. J., Chen, T. T., & Hung, T. M. (2013). The impacts of coordinative exercise on executive function in kindergarten children: An ERP study. *Experimental Brain Research*, 225(2), 187–196.
- Crova, C., Struzzolino, I., Marchetti, R., Masci, I., Vannozzi, G., Forte, R., & Pesce, C. (2014). Cognitively challenging physical activity benefits executive function in overweight children. *Journal of Sports Sciences*, 32(3), 201–211.
- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Elsevier*, 44(11), 2037–2078.
- de Greeff, J. W., Bosker, R. J., Oosterlaan, J., Visscher, C., & Hartman, E. (2018). Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(5), 501–507. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.09.595>
- Diamond, A., & Ling, D. S. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Elsevier*.
- Egger, F., Benzing, V., Conzelmann, A., & Schmidt, M. (2019). Boost your brain, while having a break! The effects of long-term cognitively engaging physical activity breaks on children's executive functions and academic achievement. *PLoS ONE*, 14(3), e0212482.
- Etnier, J. L., & Chang, Y.-K. (2009). The Effect of Physical Activity on Executive Function: A Brief Commentary on Definitions, Measurement Issues, and the Current State of the Literature. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 31(4), 469–483. <https://doi.org/10.1123/jsep.31.4.469>
- Fernandes, V. R., Ribeiro, M. L. S., Melo, T., Maciel-Pinheiro, P. de T., Guimarães, T. T., Araújo, N. B., ... Deslandes, A. C. (2016). Motor coordination correlates with academic achievement and cognitive function in children. *Frontiers in Psychology*, 7(MAR).
- Gomez-Pinilla, F., & Hillman, C. H. (2013). The Influence of Exercise on Cognitive Abilities. In *Comprehensive Physiology* (Vol. 3, pp. 403–428). Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Haynes IV, J. T., Frith, E., Sng, E., & Loprinzi, P. D. (2019). Experimental effects of acute exercise on episodic memory function: considerations for the timing of exercise. *Psychological reports*, 122(5), 1744–1754.
- Hillman, C. H., Erickson, K. I., & Kramer, A. F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(1), 58–65.
- Hillman, C. H., Pontifex, M. B., Castelli, D. M., Khan, N. A., Raine, L. B., Scudder, M. R., ... Kamijo, K. (2014). Effects of the FITKids Randomized Controlled Trial on Executive Control and Brain Function. *PEDIATRICS*, 134(4), e1063–e1071.
- Horvat, M., McCullick, B., Pesce, C., Croce, R., Ben-Soussan, T., Vazou, S., ... Horvat, M. (2016). Variability of practice as an interface between motor and cognitive development. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, (October), 1–20.
- Jäger, K., Schmidt, M., Conzelmann, A., & Roebbers, C. M. (2014). Cognitive and 821 physiological effects of an acute physical activity intervention in elementary school 822 children. *Frontiers in Psychology*, 5:1473. doi:10.3389/fpsyg.2014.01473
- Kibbe, D. L., Hackett, J., Hurley, M., McFarland, A., Schubert, K. G., Schultz, A., & Harris, S. E. (2011). Ten Years of TAKE 10!: Integrating physical activity with academic concepts in elementary school classrooms. *Preventive Medicine*, 52 Suppl 1(SUPPL.), S43–S50.
- Loprinzi, P. D. (2019). An integrated model of acute exercise on memory function. *Medical hypotheses*, 126, 51–59.
- Moreau, D., Morrison, A. B., & Conway, A. R. A. (2015). An ecological approach to cognitive enhancement: complex motor training. *Acta Psychologica*, 157, 44–55. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2015.02.007>
- Pesce, C. (2009). An integrated approach to the effect of acute and chronic exercise on cognition: the linked role of individual and task constraints, in: *Exercise and Cognitive Function*. p. 375.



- Pesce, C. (2012). Shifting the Focus from Quantitative to Qualitative Exercise Characteristics in Exercise and Cognition Research. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 34(6), 766–786.
- Pesce, C., Crova, C., Marchetti, R., Struzzolino, I., Masci, I., Vannozzi, G., & Forte, R. (2013). Searching for cognitively optimal challenge point in physical activity for children with typical and atypical motor development. *Mental Health and Physical Activity*, 6(3), 172–180.
- Pesce, C., Masci, I., Marchetti, R., Vazou, S., Säakslähti, A., and Tomporowski, P. D. (2016). Deliberate Play and Preparation Jointly Benefit Motor and Cognitive Development: Mediated and Moderated Effects. *Frontiers in Psychology*, 7, 349.
- Singh A.S., Saliassi E, Van Den Berg V, Uijtdewilligen L, De Groot RHM, Jolles J, et al. (2019) Effects of physical activity interventions on cognitive and academic performance in children and adolescents: a novel combination of a systematic review and recommendations from an expert panel. *Br J Sports Med*. 53(10):640–647. doi: 10.1136/bjsports-2017-098136
- Tarp, J., Domazet, S. L., Froberg, K., Hillman, C. H., Andersen, L. B., & Bugge, A. (2016). Effectiveness of a school-based physical activity intervention on cognitive performance in Danish adolescents: LCoMotion-learning, cognition and motion - A cluster randomized controlled trial. *PLoS ONE*, 11(6), e0158087.
- Tomporowski, P. D., McCullick, B., Pendleton, D. M., and Pesce, C. (2015). Exercise and children's cognition: The role of exercise characteristics and a place for metacognition. *Journal of Sport and Health Science*.
- Watson, A., Timperio, A., Brown, H., Best, K., & Hesketh, K. D. (2017). Effect of classroom-based physical activity interventions on academic and physical activity outcomes: a systematic review and meta-analysis. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 14(1), 114. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0569-9>.