

Activité physique et sportive, fonctionnement cognitif et rendement scolaire

BEKHECHI Kheira ,KHIAT Belkacem

Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf, Algérie.

Résumé:

Objectif. Cette étude longitudinale cherche à démontrer si l'activité physique et sportive a un impact sur les résultats académiques et aussi sur le fonctionnement cognitif, et si ce lien de causalité est significativement important.

Méthodes. Un groupe expérimental composé de 55 élèves pratiquants une activité physique et sportive extrascolaire à raison de 3 séances par semaine et un groupe témoin de 55 élèves non-pratiquants, âgés de 6-10 ans des deux sexes, des écoles primaires de la ville d'Oran (Algérie) ont été suivis durant 15 mois (cinq trimestres). Les données socio-démographiques ont été recueillies grâce à un questionnaire destiné aux élèves des deux groupes et les résultats scolaires obtenus auprès de l'administration à la fin de chaque trimestre. Un test d'intelligence le CPM (Raven's Colored Progressive Matrices) a été administré à la fin du cinquième trimestre pour évaluer les principales capacités cognitives chez les deux groupes.

Résultats. Les élèves pratiquants une activité physique et sportive extrascolaire ont des moyennes scolaires générales et un niveau d'intelligence significativement supérieurs à ceux des élèves non-pratiquants ($p < 0.05$).

Conclusion. La pratique d'une activité physique et sportive régulière chez des enfants scolarisés semble avoir un impact très positif sur les performances académiques et aussi sur le fonctionnement cognitif comme constaté par de nombreuses études similaires.

Mots Clés : Activité physique et sportive ; Enfants scolarisés ; Fonctionnement cognitif ; Performances académiques ; Raven's Colored Progressive Matrices (CPM).

ملخص :

تسعى هذه الدراسة الطولية لإثبات ما إذا كان للنشاط البدني والرياضي المنتظم تأثير على النتائج الأكاديمية وكذلك على الأداء الإدراكي .
العينة تتكون من مجموعة تجريبية تتضمن 55 تلميذ يمارس نشاط بدني و رياضي خارج المدرسة ومجموعة ضابطة تتكون من 55 تلميذ لا يمارس أي نشاط بدني رياضي خارج المدرسة تتراوح أعمارهم ما بين 6-10 سنوات ، من مدارس ابتدائية في مدينة وهران لمدة 15 شهرا. تم جمع البيانات الاجتماعية والديموغرافية من خلال استبيان ملاءم من طرف التلاميذ لكلا المجموعتين والنتائج المدرسية التي تم الحصول عليها من طرف الإدارة في نهاية كل فصل. كما تم اختبار الذكاء "CPM" في نهاية الفصل الخامس لتقييم القدرات المعرفية الرئيسية للمجموعتين.
يبدو أن ممارسة النشاط البدني والرياضي المنتظم لها تأثير إيجابي للغاية على الأداء الأكاديمي للتلاميذ وأيضاً على أدائهم الإدراكي كما لوحظ في العديد من الدراسات المماثلة.
الكلمات المفتاحية: النشاط البدني والرياضي. تلاميذ الطور الابتدائي, الأداء المعرفي, النتائج المدرسية, اختبار الذكاء CPM (المصفوفات المتتابعة الملونة لرافين).

1- INTRODUCTION

La pratique de l'exercice physique a été classiquement associée à des améliorations des fonctions métaboliques telles que cardiovasculaire, ventilatoire, hormonale (Haapala et al., 2017). Des preuves récentes montrent comment les effets de l'activité physique sur le cerveau peuvent créer des résultats positifs en matière d'apprentissage par l'amélioration de l'attention, de la mémoire et des fonctions exécutives (Esteban-Cornejo et al., 2015 ; Tomporowski et al., 2011 ; Van der Niet et al., 2014). Ces dernières années, de nombreuses études ont rapporté la relation entre l'exercice physique et les notes obtenues aux niveaux primaire, secondaire et universitaire (Maureira and Diaz, 2017).

L'activité physique semble avoir un effet positif sur d'autres déterminants de la réussite scolaire comme le comportement en classe, l'estime de soi, l'image de soi, la satisfaction envers l'école, le sentiment d'appartenance à l'école et leurs interactions sociales. Des recherches ont montré que l'activité physique régulière améliore les résultats scolaires et la productivité des élèves, de même que leur capacité à se concentrer pendant de longues périodes (De Greeff et al., 2018).

L'activité physique quotidienne améliore le rendement des élèves et favorise leur réussite scolaire, stimule leur mémoire, leur sens de l'observation et développe leur capacité à résoudre des problèmes et à prendre des décisions; elle régule aussi nettement les problèmes de comportement, en adoptant une

attitude positive et en ayant le sens de la créativité (Álvarez-Bueno et al., 2017 ; Bangsbo et al., 2016).

Il est suggéré que les effets bénéfiques de l'activité physique sur le rendement scolaire sont attribuables à l'amélioration des fonctions cognitives, telles que l'attention, la concentration et la mémoire de travail (Norris et al., 2015 ; Singh et al., 2012 ; Donnelly et al., 2016).

Cette étude cherche à démontrer si l'activité sportive régulière a un impact positif sur les résultats scolaires ainsi que sur les fonctions cognitives des enfants et si ce lien de causalité est significativement important.

2- Problématique :

L'accumulation de données qui tendent à prouver les relations pouvant exister entre la pratique d'une activité physique régulière sur les performances académiques aussi bien des enfants que des adolescents, les particularités de l'enseignement primaire en Algérie (classes surchargées, enseignants peu formés, absence quasi-totale aussi bien de l'EPS que du sport scolaire), les difficultés et la faiblesse des apprentissages qu'engendre cette situation chez les élèves, tout cela nous a poussé à nous poser une question principale :

- Est-ce que la pratique d'une activité physique et sportive régulière extrascolaire a une influence positive sur les performances scolaires des élèves ?
- Et, la question sous-jacente à notre étude est de savoir si cette pratique sportive régulière a aussi un impact sur les fonctions cognitives des élèves ?

a. Objectifs :

L'objectif principal de notre recherche est de déterminer si le fait de pratiquer une activité physique et sportive régulière extrascolaire a un impact significatif sur le rendement académique à l'école des enfants âgés de 6-10 ans et, secondairement, sur leurs capacités cognitives.

b. Hypothèses :

Nous supposons dans cette étude que les élèves pratiquants une activité physique et sportive régulière extrascolaire ont d'une part un meilleur rendement scolaire que leurs homologues non-sportifs, et que d'autre part leurs capacités cognitives sont plus développées.

c. Etudes antérieures et recherches similaires :

Une revue de la littérature a été réalisée par Haapala, E, (2012) pour étudier les effets de l'exercice physique et de l'entraînement physique sur la cognition et les performances scolaires des enfants et des adolescents. Neuf essais contrôlés randomisés ou quasi-randomisés portant sur 2013 participants ont été identifiés à l'aide des sources de données suivantes: registre Cochrane d'essais contrôlés, Medline, Eric, CINAHL, PsychINFO et ISI Web of Knowledge. Cinq études ont indiqué des effets positifs de l'exercice physique sur l'attention, la concentration et la mémoire de travail, et trois études ont révélé les effets positifs d'un entraînement physique de 14 à 64 semaines sur les compétences linguistiques et arithmétiques. Il semble donc que l'exercice physique facilite les fonctions cognitives liées à l'apprentissage et améliore les performances scolaires.

L'étude la plus similaire à notre travail de recherche est celle de Shepard *et al.*, (1984). Au total, 546 étudiants d'écoles primaires de Trois-Rivières ont été retenus. Les établissements qui ont pris part à cette étude ont divisé leurs étudiants en deux groupes. En retranchant du temps des autres matières, sauf les cours d'anglais, le groupe expérimental a pu bénéficier de 5 heures d'éducation physique par semaine. Les autres élèves recevaient le minimum de 40 minutes requis par le ministère de l'Éducation du Québec. Ces deux groupes ont été suivis de la première à la sixième année (Shepard, 1997). De plus, ils ont pu compiler des résultats à l'aide de tests sur l'intelligence et sur le développement psychomoteur. Les tests utilisés sont le « Goodenough » test et le WISC test (Wechsler Intelligence Scale for Children). À première vue, les résultats du WISC test démontrent que les élèves du groupe expérimental ont obtenu des résultats supérieurs à ceux des élèves des autres groupes. Cette étude présente des résultats qui corroborent les hypothèses de notre thèse.

3- METHODES

a.Population

Au total, 110 élèves des deux sexes âgés de 6 à 10 ans de 16 écoles primaires, en classe de deuxième et troisième année à la rentrée scolaire 2015/2016 ont été sélectionnés. Les élèves qui ont pris part à cette étude après leur approbation écrite ainsi que celle de leurs parents et de l'administration de l'école, ont été divisés en deux groupes : le groupe expérimental (55 élèves) qui bénéficie de 3 séances hebdomadaires d'activité physique et sportive extrascolaire et le groupe témoin (55 élèves) qui ne pratique aucune activité physique et sportive extrascolaire.

b. Protocole expérimental

Un questionnaire préalablement distribué à tous les enseignants a permis de confirmer et de valider le choix des classes concernées: chaque classe devait comprendre des élèves sportifs confirmés, adhérant aux clubs sportifs et des élèves non-sportifs.

Un entretien direct avec chaque élève a été effectué afin de bien sélectionner les deux groupes, du même âge, du même sexe et du même niveau sociodémographique.

Ces deux groupes ont été suivis du premier au cinquième trimestre durant deux années scolaires (2015/2016 et 2016/2017), par le biais d'un questionnaire remis après chaque trimestre: le document comporte des données sociodémographiques, scolaires et sportives de chaque élève.

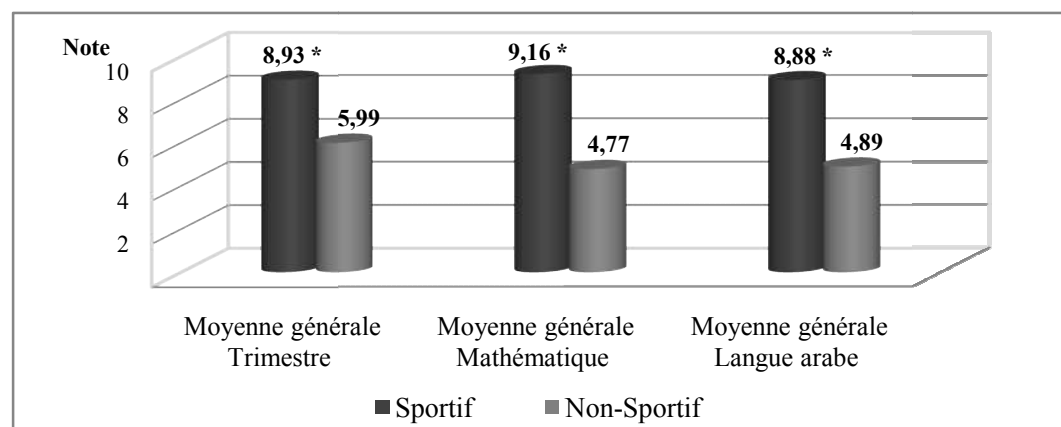
De plus, un test sur le fonctionnement cognitif le CPM : Raven's Colored Progressive Matrices (Raven, 1998) a été effectué par les deux groupes d'élèves (sportifs et non-sportifs) après le dernier trimestre (cinquième trimestre) et traité par un psychologue clinicien.

c. Méthode statistique

Les analyses statistiques ont été réalisées sur le logiciel SPSS. Les comparaisons des moyennes ont été effectuées par des tests statistiques de type : Mann-Whitney U (2 échantillons) et ANOVA à un facteur. La comparaison entre les deux groupes et le niveau d'intelligence ont été mesurées par l'échelle de Likert. Pour tous les tests effectués le seuil de significativité a été fixé à $p < 0,05$.

4- Résultats

Figure : Comparaison des moyennes scolaires générales des 5 trimestres (note sur 10) des deux groupes sportif et non sportif par le Test U de



Mann-Whitney

Statistiquement et selon le Test de U de Mann-Whitney, la différence est très significative ($p < 0,05$) pour toutes les moyennes scolaires entre les deux groupes (Figure).

On observe une grande différence des moyennes scolaires générales entre les élèves sportifs et les élèves non-sportifs. Les moyennes générales trimestrielles, de mathématiques et de la langue arabe des 5 trimestres du groupe sportif sont significativement supérieures à celles du groupe non-sportif (Figure).

En effet, les élèves sportifs ont une moyenne scolaire générale trimestrielle des 5 trimestres de 8.93 sur 10 contre 5.99 sur 10 chez les élèves non-sportifs. Pour les moyennes générales des 5 trimestres de mathématiques et de la langue arabe, le groupe sportif a une moyenne générale de 9.16 sur 10 contre 4.77 en mathématique et de 8.88 contre 4.89 sur 10 en langue arabe.

Ainsi, la corrélation est très forte entre la moyenne générale des 5 trimestres et celle de la moyenne générale des 5 notes de mathématique ($r = 0.72$). Il y a aussi une forte corrélation ($r = 0.81$) entre la moyenne générale des 5 trimestres et la moyenne générale des 5 notes de la langue arabe. C'est-à-dire que la relation entre la moyenne générale trimestrielle des 5 trimestres et la moyenne générale des 5 notes de la langue arabe est plus forte que la relation entre la moyenne générale trimestrielle des 5 trimestres et la moyenne générale des 5 notes de mathématique.

Tableau : Comparaison entre les deux groupes et le niveau d'intelligence par l'échelle de Likert

Niveau d'intelligence	Élèves Sportifs		Élèves Non Sportifs	
	Effectifs	Pourcentage	Effectifs	Pourcentage
Supérieur	9	16.4 %	0	0 %
Au dessus de la moyenne	30	54.5 %	0	0 %
Moyen	16	29.1 %	47	83.9 %
En dessous de la moyenne	0	0 %	7	12.5 %
Subnormal	0	0 %	1	1.8 %
Total	55	100 %	55	100 %

Statistiquement et selon l'échelle de Likert, la différence est très significative ($p < 0,05$) entre les deux groupes pour le niveau d'intelligence. Le Coefficient de contingence $C_c = 60$ %. Les élèves sportifs ont une moyenne d'intelligence « Au dessus de la moyenne » et les élèves non-sportifs ont une moyenne d'intelligence « Moyen ».

On observe une grande différence du niveau d'intelligence entre les élèves sportifs et les élèves non-sportifs (Tableau). On constate que 16.40% des élèves sportifs ont un niveau d'intelligence « Supérieur » contre 0% chez les élèves non-sportifs. Par ailleurs le niveau d'intelligence « Au dessus de la moyenne » est de 54.50% chez les élèves sportifs contre 0% chez les élèves non-sportifs. Dans le groupe non-sportif, le niveau d'intelligence « Moyen » domine avec 85.50% contre 29.10% chez le groupe sportif. On note enfin que 1.80% d'élèves non-sportif ont un niveau d'intelligence « Subnormal » (équivalent à un élève) contre 0% chez le groupe sportif. (Tableau).

5- Discussion

Les élèves pratiquants une activité physique et sportive régulière, et bien qu'issus d'écoles différentes, ont une moyenne scolaire générale déclarée supérieure à celle des non-pratiquants. Ainsi il semble que l'activité physique régulière peut améliorer la concentration et le rendement scolaire, voire rehausser les résultats aux tests de mathématiques, de lecture et d'écriture (Donnelly et al., 2017 ; Haapala et al., 2017). Les élèves qui font de l'activité physique ont un meilleur rendement scolaire que ceux qui n'en font pas (Singh et al., 2012 ; Van Dusen et al., 2011). Dans notre étude cet effet positif paraît durable puisqu'il s'observe durant les cinq trimestres scolaires de l'étude (Schmidt et al., 2017). D'autre part le taux élevé du niveau d'intelligence d'élèves sportifs situés « Au-dessus de la moyenne » (54,50 %) confirme en quelque sorte l'influence de la pratique physique et sportive régulière aussi bien sur l'obtention de meilleurs résultats scolaires que sur le fonctionnement cognitif.

En Avril 2017, 24 chercheurs de 8 pays différents et de différentes disciplines ont fait une déclaration de consensus sur les effets bénéfiques de l'activité physique sur la condition physique, la santé, le fonctionnement cognitif, l'engagement, la motivation, le bien-être psychologique et l'inclusion sociale des enfants et des jeunes âgés de 6 à 18 ans (Bangsbo et al., 2016 ; Morales et al., 2011). Une association positive entre les programmes d'exercices physiques et le rendement scolaire a été signalé plus ou moins régulièrement par la littérature et des méta-analyses (Norris et al., 2015; Watson et al., 2017).

Un des éléments qui contribuent à cette influence durable semble être le volume et l'intensité des séances d'activités sportives (Marques et al., 2017; Oliveira et al., 2017; Tompkins et al., 2012). Les résultats scolaires très positifs et stables dans le temps des élèves sportifs représentent un argument supplémentaire pour encourager la pratique sportive extrascolaire chez les enfants (Sævarsson et al., 2017). Cette constatation est plus

prononcée en mathématiques par rapport à la langue arabe (Álvarez-Bueno et al., 2017). Certes l'impact bénéfique de l'activité physique et sportive sur la santé des jeunes est indéniable, ainsi que sa répercussion sur le mental et les relations sociales (Oliveira et al., 2017 ; Tomporowski et al., 2015), néanmoins nous pensons qu'il y a dans nos écoles des facteurs qui sont déterminants dans cet état de fait. Les classes surpeuplées, des enseignants peu formés (et parfois pas formés du tout) en pédagogie et en didactique, une motivation à étudier très basse les élèves font que ces derniers ne se concentrent pas très bien dans leur apprentissage ce qui les mènent à des résultats scolaires tout justes moyens. A cela il faut ajouter la sédentarité de la majorité des enfants scolarisés dans les écoles élémentaires qui ne bénéficient pas d'activités physiques (ou très peu) que ce soit à l'intérieur de l'établissement ou extrascolaire. Dans ce sens les lignes directrices actuelles pour l'activité physique recommandent que les enfants doivent participer à des activités physiques régulières modérées à vigoureuses pendant 60 minutes ou plus chaque jour (Rasberry et al., 2011). Les résultats d'un test psychologique (le WISC : Wechsler Intelligence Scale for Children) sur l'intelligence démontrent que les élèves qui bénéficie de 5 heures d'éducation physique par semaine ont obtenu des résultats supérieurs à ceux des élèves qui recevaient le minimum de 40 minutes d'éducation physique par semaine (Janssen et al., 2014). Cela représente un argument supplémentaire pour encourager la pratique sportive extrascolaire chez les enfants.

Non seulement les enfants n'atteignent pas le niveau d'activité physique recommandé, mais les écoles contribuent également à cette culture d'inactivité physique (Morales et al., 2011). Au cours des dernières années, de nombreux systèmes scolaires ont éliminé les récréations et / ou l'éducation physique de leur programme d'études en raison de la pression croissante pour augmenter les résultats scolaires (Watson et al., 2017).

L'activité physique régulière pourrait contribuer à améliorer les capacités intellectuelles (Marques et al., 2017 ; Oliveira et al., 2017 ; Van der Niet et al., 2014). Elle améliore également les fonctions cognitives, en particulier la concentration et la mémorisation dont on connaît l'importance dans les processus d'apprentissage (Donnelly et al., 2016; Esteban-Cornejo et al., 2015; Janssen et al., 2014; Maureira and Diaz, 2017). Or l'influence positive de ce facteur sur le comportement en général et les résultats scolaires en particulier est établi depuis longtemps (Schmidt et al., 2017). Les enfants qui sont en bonne condition physique pourraient réussir jusqu'à deux fois mieux sur des tests académiques que ceux qui ne sont pas en bonne condition physique (Sævarsson et al., 2017).

Les recherches récentes montrent le besoin d'augmenter l'activité physique chez les enfants et les adolescents qui peut être critique pour l'inversion des tendances actuelles de la maladie et aussi pour l'amélioration de la réussite scolaire (Tompkins et al., 2012).

6- Conclusion :

La pratique régulière d'une activité physique et sportive chez les enfants mériterait d'être largement encouragée compte tenu de ses effets bénéfiques non seulement sur la santé, mais aussi sur les performances académiques et le fonctionnement cognitif. Il serait intéressant dans de futures recherches de déterminer quel est le ou les composants de l'activité physique et sportive les plus influents sur les résultats scolaires afin d'aider les éducateurs (parents, enseignants...) à améliorer l'apprentissage des jeunes enfants.

Références

1. Álvarez-Bueno, C., Pesce, C., Caverro-Redondo, I., Sánchez-López, M., Garrido-Miguel, M., & Martínez-Vizcaíno, V. (2017). Academic achievement and physical activity: a meta-analysis. *American academy of pediatrics*, 140(6). doi: 10.1542/peds.2017-1498.
2. Bangsbo, J., Krstrup, P., Duda, J., Hillman, C., Andersen, L. B., Weiss, M.,... Elbe, A.M. (2016). The copenhagen consensus conference 2016: children, youth, and physical activity in schools and during leisure time. *Br J Sports Med*, 0, pp. 1–2.
3. 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.
4. Donnelly, J. E., Hillman, C. H., Castelli, D., Etnier, J. L., Lee, S., Tomporowski, P., Lambourne, K., & Szabo-Reed, A. N. (2016). Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: a systematic review. *Med Sci Sports Exerc*, 48(6), 1197–1222.
5. Donnelly, J. E., Hillman, C. H., Greene, J. L., Hansen, D. M., Gibson, C. A., Sullivan, D. K., . . . Washburn, R. A. (2017). Physical activity and academic achievement across the curriculum: results from a 3-year cluster-randomized trial. *US National Library of Medicine National Institutes of Health*, 99, 140-145.
6. Esteban-Cornejo, I., Tejero-Gonzalez, C. M., Sallis, J. F., & Veiga, O. L. (2015). Physical activity and cognition in adolescents: a systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(5), 534-539.

7. Haapala, E. (2012). Activité physique, performance scolaire et cognition chez les enfants et les adolescents. Un examen systématique. *Journal balte de la santé et de l'activité physique*, 4(1), 53-61.
8. Haapala, E. A., Väistö, J., Lintu, N., Westgate, K., Ekelund, U., Poikkeus, A. M., ... Lakka, T. A. (2017). Physical activity and sedentary time in relation to academic achievement in children. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(6), 583–589.
9. Janssen, M., Chinapaw, M. J. M., Rauh, S. P., Toussaint, H. M., van Mechelen, W., Verhagen, E. A. L. M. (2014). A short physical activity break from cognitive tasks increases selective attention in primary school children aged 10-11. *Mental Health and Physical Activity*, 7(3), 129-134.
10. Lambourne, K., Hansen, D. M., Szabo, A. N., Lee, J., Herrmann, S. D., & Donnelly J. E. (2013). Indirect and direct relations between aerobic fitness, physical activity, and academic achievement in elementary school students. *Mental Health and Physical Activity*, 6(3), 165-171.
11. Marques, A., Gómez, F., Martins, J., Catunda, R., & Sarmento, H. (2017). Association between physical education, school-based physical activity, and academic performance: a systematic review. *Retos*, 31, 316-320.
12. Maureira, F., & Diaz, H. M. (2017). Physical Exercise and Academic Performance. *MOJ Sports Med*, 1(4), 90–92.
13. Morales, J., Pellicer-Chenoll, M., García-Massó, X., Gomis, M., & González, L. M. (2011). Relation between physical activity and academic performance in 3rd-year secondary education students. *Perceptual and Motor Skills*, 113(2), 539-546.
14. Norris, E., Shelton, N., Dunsmuir, S., Duke-Williams, O., & Stamatakis, E. (2015). Physically active lessons as physical activity and educational interventions: a systematic review of methods and results. *Prev. Med*, 72, 116–125.
15. Oliveira, T., Pizarro, A., Costa, M., Fernandes, L., Silva, G., Mota, J., & Ribeiro, J. C. (2017). Cardiorespiratory fitness, but not physical activity, is associated with academic achievement in children and adolescents. *Annals of Human Biology*, 44(4), 309-315.
16. Rasberry, C. N., Lee, S. M., Robin, L., Laris, B. A., Russell, L. A., Coyle, K. K., & Nihiser, A. J. (2011). The association between school-based physical activity, including physical education, and academic performance: a systematic review of the literature. *Preventive Medicine*, 52, S10–S20.
17. Raven, J. C. (1998). Raven's Coloured Progressive Matrices (CPM). Section 1 General Overview. 1998 Edition, Updated 2003.

18. Sævarsson, E. S., Svansdottir, E., Sveinsson, T., Asgeirsdottir, T. L., Arngrimsson, S. A., & Johannsson, E. (2017). Organized leisure-time sport participation and academic achievement in preadolescents. *Scand J Public Health*. 45 (8), 861-868.
19. Schmidt, M., Egger, F., Benzing, V., Jäger, K., Conzelmann, A., Roebbers, C. M., & Pesce, C. (2017). Disentangling the relationship between children's motor ability, executive function and academic achievement. retrieved from <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182845>
20. Shephard, R. J. (1997). Curricular physical activity and academic performance. *Pediatric Exercise Science*, 9, 113-126.
21. Shephard, R.J., Volle, M., Lavallee, H., LaBarre, R., Jequier, .JC., Rajic, M. (1984). Required physical activity and academic grades: A controlled longitudinal study. In: Valimaki I, editor. *Children and sport*. Berlin: Springer, 58–63.
22. Singh, A., Uijtdewilligen, L., Twisk, J.W., van Mechelen, W., & Chinapaw, M.J. (2012). Physical activity and performance at school: a systematic review of the literature including a methodological quality assessment. *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.* 166 (1), 49–55.
23. Tompkins, C. L., Hopkins, J., Goddard, L., & Brock. D. W. (2012). The effect of an unstructured, moderate to vigorous, before-school physical activity program in elementary school children on academics, behavior, and health. *BMC Public Health*, 12, 300.
24. Tomporowski, P. D., McCullick, B., Pendleton, D. M., & Pesce, C. (2015). Exercise and children's cognition: The role of exercise characteristics and a place for metacognition. *Journal of Sport and Health Science*, 4(1), 47-55.
25. Tomporowski, P. D., Lambourne, K., & Okumura, M. S. (2011). Physical activity interventions and children's mental function: an introduction and overview. *Preventive Medicine*, 52, S3–S9.
26. Van der Niet, A. G., Hartman, E., Smith, J., & Visscher, C. (2014). Modeling relationships between physical fitness, executive functioning, and academic achievement in primary school children. *Psychology of Sport and Exercise*, 15(4), 319-325.
27. Van Dusen, D. P., Kelder, S. H., Kohl, H. W., Ranjit, N., & Perry, C.L. (2011). Associations of physical fitness and academic performance among schoolchildren. *Journal of School Health*, 81(12), 733-740.
28. 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. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(1), 114.