



Silvester Lipošek,  
Aleksander Pajtler

# Povezanost telesne aktivnosti študentov s študijskim uspehom

## Izvleček

Znano je, da redna telesna aktivnost otrok, mladostnikov in odraslih pozitivno vpliva na splošno zdravje. Splošna telesna pripravljenost in telesna aktivnost dokazano pozitivno vplivata na zaznavanje in koncentracijo. V raziskavah zelo dolgo niso našli nobene značilne povezave med telesno aktivnostjo in akademskimi dosežki, predvsem zato, ker se je pri telesni aktivnosti osredotočalo na kardiovaskularno kondicijo (vzdržljivost). Ko so znanstveniki začeli raziskovati še druga dejstva, so opazili, da obstaja pozitivna korelacija med nekaterimi merami psihomotoričnih sposobnosti, kognitivnih sposobnosti in akademskimi dosežki – psihomotorične veščine in kognitivna funkcija imajo namreč veliko skupnih nevroloških mehanizmov. Izboljšanje lastnosti delovanja možganov (povečana cirkulacija krvi v možganih, povečanje nivoja hormona, izboljšanega z vnosom hranljivih sestavin, in večja budnost) je povezano z redno telesno vadbo.

**Ključne besede:** študenti, telesna aktivnost, učni uspeh.

## Correlation between students' physical activity and their academic achievements

### Abstract

It is common knowledge that regular physical activity of children, adolescents and adults positively influences general health. Regular and appropriate physical activity, its adequate intensity and duration, increases body fitness. General fitness and physical activity have proven to have a positive effect on perception and concentration. For a long time research found no significant link between physical activity and academic achievement, especially since focus with physical activity research was on cardio-vascular fitness (durability). When scientists began to explore other facts, they observed positive correlation between some dimensions of psychomotor abilities, cognitive abilities and academic achievements; namely, psychomotor skills and cognitive function have many common neurological mechanisms. Improvements in brain performance (increased blood circulation in the brain, increased levels of hormone improved by intake of nutrients, and increased vigilance) are associated with regular exercise.

**Key words:** students, physical activity, academic success.

## ■ Uvod

V večjem številu raziskav je dokazano, da telesna aktivnost preprečuje razvoj različnih bolezni (Hallal, Victora, Azevedo in Wells, 2006; Warburton, Nicol in Bredin, 2006; Matković, Nedić, Meštrović in Ivković, 2010) kot tudi to, da ima telesna aktivnost pozitivne učinke na zdravje **možganov** v vseh življenjskih obdobjih. Vedno večje število raziskav kaže, da lahko telesna aktivnost izboljša kognicijo, ščiti pred nevrodegenerativnimi motnjami, vključno z Alzheimerjevo in Parkinsonovo demenco. Ugotovitve poleg tega kažejo, da naj bi telesna aktivnost spodbujala nevroplastičnost, tj. sposobnost možganov, da se nenehno prilagajajo skozi celotno življenjsko obdobje, ter nevrogenezo, ki pomeni generiranje novih nevronov (Dewar, 2018).

V prvih raziskavah povezanosti telesne aktivnosti in akademskega uspeha niso našli nobene značilne povezave, predvsem zato, ker se je pri vplivu telesne aktivnosti osredotočalo na kardiovaskularno kondicijo (vzdržljivost). Ko so znanstveniki začeli raziskovati še druga dejstva, so opazili, da obstaja pozitivna povezava med nekaterimi merami psihomotoričnih sposobnosti, kognitivnih sposobnosti in akademskih dosežkov – psihomotorične veščine in kognitivna funkcija imajo namreč veliko skupnih nevroloških mehanizmov (Trudeau in Shephard, 2008).

Raziskovalci si večkrat postavljajo vprašanje, ali lahko pri dijakih in študentih z uporabo standardiziranih testov neposredno povežejo raven telesne pripravljenosti in akademske dosežke. Analize raziskav so pokazale različne zaključke. Obstaja veliko raziskav, ki kažejo pozitivno povezavo športne aktivnosti s študijskim uspehom

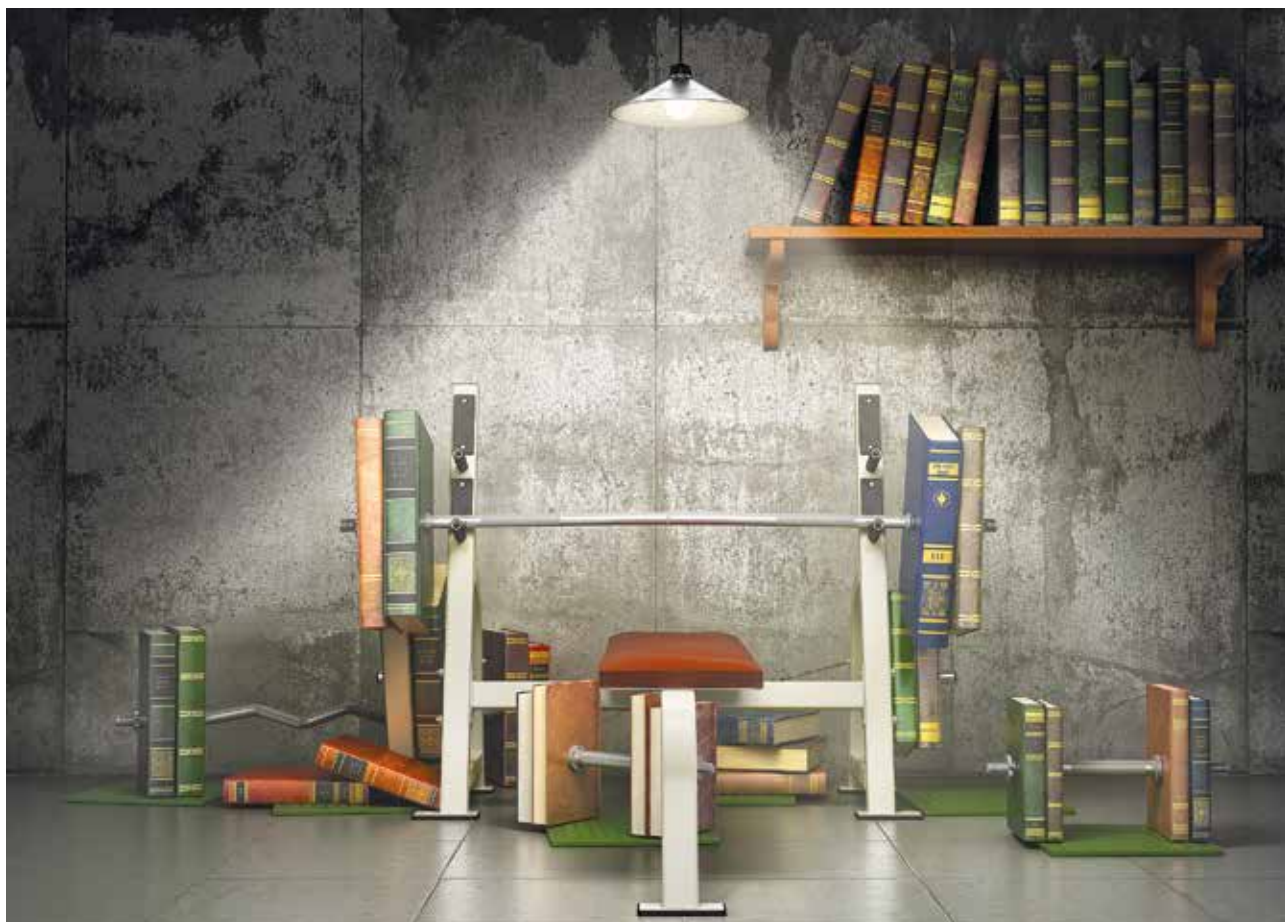


Foto: shutterstock.com

(Pfeifer in Cornelissen, 2010; Hylok, 2011; Landry in Driscoll, 2012; Piché idr., 2015; Felfe, Lechner in Steinmayr, 2016; Gonzalez-Sicilia, Briere in Paga, 2019), druge majhno povezanost (Daley in Ryan, 2000; Sibley in Etnier, 2003; Rees in Sabia, 2010), raziskave, ki kažejo negativno povezavo ali povezave, niso našli (Tremblay, Inman in Williams, 2000; Dollman, Boshoff in Dodd, 2006; Tremarche, Robinson, and Graham, 2007; Carlson idr., 2008), in raziskave, ki ugotavljajo, da povečanje ur telesne aktivnosti ne vpliva na slabši akademski uspeh (Charness in Gneezy, 2011; Douglas in Shingairai, 2013).

## ■ Pozitivna povezanost med telesno aktivnostjo in študijskim uspehom

Davis in Cooper (1934) sta prva poročala o pozitivni povezavi med športnimi in intelektualnimi dosežki. Razprava traja vse od tedaj. Tekmovalna komponenta v športu izpostavlja prav poseben problem tudi v kontekstu šolanja, saj se izobraževalna komponenta otrokovega razvoja marsikdaj postavlja v podrejen položaj športno tekmovalni komponenti. Izsledki o korelaciji med športnim in šolskim uspehom kažejo, da je veliko bolj dvolična in manj jasna kot korelacija med telesno kondicijo in akademskim uspehom.

Tudi Sibley in Etnier (2003) sta v svoji raziskavi ugotovila majhno, a pomembno povezavo med telesno aktivnostjo in kognitivno funkcijo pri šolajočih se otrocih. Pozitivni učinki telesne aktivnosti naj bi najbolj vplivali na IQ in učni uspeh.

Na osnovi bogatih informacij nemškega Socialno-ekonomskega sveta sta Pfeifer in Cornelissen (2010) v svoji raziskavi srednješolcev in študentov uporabila splošne probitne modele, da bi ocenila vpliv telesne vadbe na učni uspeh. Trdita, da sta našla trdne dokaze o pozitivnem vplivu telesnih dejavnosti na študijski uspeh. Gonzalez-Sicilia idr. (2019) pa so takšno povezavo našli pri otrocih iz vrtca in do šestega razreda. Ugotovili so, da je spodbujanje k telesni aktivnosti učinkovit način izboljšanja študijskega uspeha.

Rees in Sabia (2010) na osnovi dobljenih rezultatov raziskave trdita, da neglede na to, da obstaja veliko raziskav, ki dokazujejo pozitivno povezavo med telesno aktivnostjo in študijskim uspehom, ni jasno, ali te korelacije resnično odražajo vzročne povezave ali jih povzročajo v celoti ali delno z neizmerljivo heterogenostjo.

Bistvo raziskave (Hylok, 2011) je bilo boljše razumevanje mladostniškega razmišljanja o vplivu telesne aktivnosti na učni uspeh. V drugi, kvalitativni fazi, je analiza odkrila pomembne razlike v percepciji telesne aktivnosti in učnega uspeha. V analizi intervjuja z mladostniki je bilo ugotovljeno, da jih je veliko prepričanih o povezavi med telesno aktivnostjo in učenim uspehom. Izkazalo se je, da telesna aktivnost izboljšuje kazalce duševnega zdravja, kot sta anksioznost in depresija (Strong idr., 2005), da vpliva na učenje (ga poboljšuje) in kognitivne funkcije (Coe idr., 2006; Tomporowski, Davis, Miller in Naglieri, 2008; Trudeau in Shephard, 2008) ter povečuje nivo akademskih dosežkov (Ploughman, 2008; Ratey in Hagerman, 2008).

Ko so Američani spoznali, da je stopnja debelosti pri mladih dosegla kritično mejo, so določili smernice za telesno dejavnost, saj so si želeli izboljšanje moči, kardiorespiratorne kondicije ter zmanjšanje telesne teže, hkrati pa ugotavljajo, da telesna aktivnost izboljšuje psihološko počutje, kognitivne sposobnosti in učni uspeh (Landry in Driscoll, 2012). Tudi longitudinalna raziskava v Kanadi (Piché idr., 2015) je ugotovila, da obstaja pozitivna povezava med telesno aktivnostjo in učnim uspehom. Spremljali so rezultate vpliva različnih vrst izvenšolskih telesnih dejavnosti otrok od vrtca do četrtega razreda osnovne šole. Felfe, Lechner in Steinmayr (2016) so delali raziskavo na otrocih, ki so aktivni v raznih športnih klubih. Ugotavljajo, da ima povečana telesna aktivnost v klubih pozitiven vpliv tudi na učni uspeh.

## ■ Negativna povezanost telesne aktivnosti in učnega uspeha ter raziskave, kjer povezanosti niso našli

Daley in Ryan (2000) sta v svojo raziskavo zajela preko 200 otrok, starih med 13 in 16 let. Raziskovala sta, kako telesna aktivnost vpliva na uspeh v šoli pri angleščini, matematiki in znanosti. Na splošno nista ugotovila nobene pomembne korelacije. Tremblay idr. (2000) so v Kanadi proučevali razmerje med stopnjami telesne aktivnosti in rezultati standardiziranih testov znanja za učence šestega razreda osnovne šole. Ugotovili so, da so bile stopnje telesne aktivnosti negativno povezane z učnim uspehom. Trdijo, da je negativni učinek (2–3 %) na učni uspeh posledica povečanja telesne aktivnosti. Da bi ta vpliv izničili, bi bilo potrebno dva do tri tedne dodatnega učenja. Dollman, Boshoff in Dodd (2006) so se v svoji raziskavi med učenci v južni Avstraliji spraševali, ali lahko čas, namenjen telesni aktivnosti, predvideva učni uspeh pri branju in matematiki. Ugotovili so, da temu ni tako. Raziskavo so opravili na 450 osnovnih šolah. Izvedli so večkratne regresijske analize, da bi ocenili povezavo med telesno aktivnostjo in učnim uspehom, ki pa teh povezav niso pokazale. Carlson idr. (2008) so raziskovali, ali telesna aktivnost vpliva na rezultate uspeha v šoli, ter ugotovili tako pozitivne kot tudi nepomembne povezave. Tremarche, Robinson in Graham (2007) so delali raziskavo med učenci dveh osnovnih šol, ki sta imeli različno število ur, namenjenih športni aktivnosti. Ugotovili so, da ni bilo razlik pri reševanju matematičnih testov.

## ■ Povečanje telesne aktivnosti ne vpliva na slabši akademski uspeh

Predstavniki izobraževalnega sistema se bojijo, da bi ure, namenjene športni vzgoji, ogrozile celotni učni uspeh. Realnost pa je na srečo ravno nasprotna, saj ni bil objavljen noben jasen dokaz, ki bi dokazal znatno škodo na učnem uspehu zaradi povečanega časa, namenjenega telesni vzgoji na osnovnih, srednjih in visokih šolah (Douglas in Shingairai, 2013). Dosedanje raziskave so nesporno dokazale, da povečana poraba časa za telesno aktivnost ne povzroča nazadovanja pri učnem uspehu. Rezultati teh raziskav znova in znova potrjujejo, da z zmanjšanjem števila ur poučevanja v učilnici in povečanjem števila ur telesne vzgoje dosežemo stabilne učne rezultate. Zelo pogosto opazimo celo izboljšanje učnih dosežkov (Evropska spletna platforma za šolsko izobraževanje, 2017). Istoča-

sno ugotavljajo, da telesna aktivnost sama po sebi prinaša veliko pozitivnih učinkov (boljša samopodoba, samozavest, vedenjske spremembe, večja motivacija tudi na drugih področjih idr.), ki dejansko vplivajo tudi na uspeh pri študiju.

## ■ Učinki telesne aktivnosti na kognitivne sposobnosti

Obstoječe raziskave kažejo, da je telesna aktivnost v otroštvu povezana z relativno neposrednimi fizičnimi, kognitivnimi, psihološkimi in socialnimi koristmi (Janssen in LeBlanc, 2010; Landry in Driscoll, 2012). Splošna telesna pripravljenost in telesna aktivnost dokazano pozitivno vplivata na zaznavanje in koncentracijo (Etnier, Salazar, Landers, Petruzzello, Han in Nowell, 1997). Potencialni odnos telesne pripravljenosti in kognitivne funkcije lahko pojasnimo s fiziološkimi in psihološki mehanizmi. Rezultati študij na živalih kažejo, da telesna dejavnost spodbuja razvoj nevronov, vključno z večjo gostoto sinaps (Studenski idr., 2006), in višjega kapilarnega volumna (Kramer idr., 2002). Brisswalter, Collardeau in Rene (2002) so preučevali različne obstoječe študije in ugotavljali učinke telesne vadbe na kognitivne procese in med drugim ugotovili, da optimalna intenzivnost pri nalogah sprejemanja odločitve zajema širok spekter intenzivnosti (med cca 40 % in 80 % VO<sub>2</sub>max) in da so vaje, ki trajajo 20 minut in dlje, najučinkovitejše za izboljšanje izvedbe (rezultatov) pri nalogah zaznavanja in sprejemanja odločitev. Tomporowski (2003) na podlagi lastnih raziskav opozarja, da se je neke vrste zgornja meja trajanja vadbe oblikovala pri 60 minutah zaradi negativnih učinkov dehidracije na kognitivne procese. Pozitivni učinki, ki jih ima telesna aktivnost na kognitivno sposobnost oz. učinkovitost posameznika, so jasno dokumentirani tudi pri mlajši populaciji, vendar še zdaleč ne tako dobro kot pri skupini starejše populacije (Trudeau in Shephard, 2008). V vsakem primeru je pri mladih pozitiven učinek telesne aktivnosti na kognitivno funkcijo pomemben zaradi vsaj treh razlogov. Prvi razlog je povečanje obsega telesnih aktivnosti v izobraževalnih institucijah brez bojazni za upad napredka na akademskem nivoju, drugi razlog je potencialna rešitev za zmanjšanje motečega vedenja med mladostniki in opustitve izobraževanja ter tretji razlog je boljša telesna kondicija učencev.

Najpomembnejši mehanizem delovanja hipokampusa je LTP (*Long-term potentiation*; dolgoročno potenciranje) oz. povečevanje nevro kapacitet za namene učenja, memoriranja. Pri testiranju na odraslih miših in podganah je bilo dokazano, da je telesna aktivnost, zlasti redna telesna aktivnost, v prid LTP, saj vpliva na hipokampus skozi 3 mehanizme (Cooke in Bliss, 2006). Prvi mehanizem je povečano tvorjenje novih nevronskih celic po redni vadbi, drugi mehanizem je povečan nevronski prenos v hipokampusu (stimulacija) in tretji je, da redna telesna aktivnost ustvarja izjemno plodno okolje za LTP v hipokampusu. Čeprav je pozornost raziskovalcev usmerjena predvsem na splošne učinke telesne aktivnosti na zdravje, pa vedno več dokazov potrjuje koristi telesne aktivnosti tudi na delovanje možganov (Ploughman, 2008). Tudi v raziskavi Castelli idr. (2007) so raziskovali razmerje med telesno pripravljenostjo in učno uspešnostjo. S standardiziranimi testi so ugotovili, da je aerobna vadba pozitivno povezana z akademskimi dosežki. Raziskovalci so ugotovili, da telesna aktivnost povečuje raven BDNF (*Brain-derived neurotrophic factor*) na območju možganov, ki se imenuje hipokampus in je odgovoren za spomin in učenje. BDNF-molekula ima neposreden vpliv na kognitivne funkcije in nevro-

genezo (Cotman in Berchtold, 2002; Mezzacappa, 2004). BDNF se nahaja tudi v drugih delih centralnega in perifernega živčnega sistema ter pozitivno vpliva na nastanjanje, zorenje in vzdrževanje živčnih celic. Ima pomembno vlogo pri kognitivnih funkcijah, zlasti pri pridobivanju informacij in konsolidaciji. To pomeni, da je eden pomembnejših vplivov telesne vadbe spodbujanje regeneracije in nastanjanje novih živčnih celic v predelih možganov, ki so odgovorni za spomin in učenje. BDNF izboljšuje tudi učinkovitost delovanja nevronske mreže, s tem pa sposobnost mišljenja in pomnjenja.

Povezava med telesno aktivnostjo in akademskimi rezultati je lahko posledica pozitivnega vpliva, ki ga ima telesna aktivnost na možgane in kognicijo (Lubans idr., 2016) in prispeva k optimalnemu zdravju možganov (Khan in Hillman, 2014; Carson idr., 2016). Telesna aktivnost lahko povzroči strukturne in fiziološke spremembe v možganih, kot tudi povečano aktivacijo kortikalnih regij, ki nadzorujejo kognitivne procese, potrebne za ciljno usmerjeno vedenje (Verburgh, Königs, Scherder in Oosterlaan, 2014; Alvarez-Bueno idr., 2017). To kaže na ključno vlogo, ne samo za pripravljenost in akademski uspeh v otroštvu, ampak tudi za osebno in socialno-čustveno prilagajanje skozi vse življenje (Diamond in Lee, 2011). Obstaja trditev, da lahko vplivamo na razvoj možganov in izboljševanje kognitivnih procesov, ki so vključeni v učenje in spomin z izboljšanjem obtoka tako, da lahko posamezni nevroni dobijo več kisika in hranil (Jensen, 2008). Sousa (2006) trdi, da je gibanje povezano s kognitivnim učenjem in da bi zato morali odgovorni poskrbeti za več gibanja mladih. Winter idr. (2007) so v raziskavi ugotovili, da intenzivna telesna vadba izboljšuje kognitivne funkcije s povečanjem ravni nevrotrosmitejev in nevrotrofinov, odgovornih za kratko- in dolgoročno uspešno učenje. Raziskava je pokazala, da telesna aktivnost pospešuje učenje in izboljšuje dolgoročno ohranitev osvojenega znanja.

## ■ Organiziranost športa na nekaterih univerzah

Organiziranost športa je na univerzah v svetu zelo različna, vendar pa imajo vse univerze skupni cilj – telesno aktivnost študentov. Se pa organiziranost in odnos do telesne aktivnosti med univerzami zelo razlikujeta. Program vseživljenjske fizične aktivnosti na Rice University v Teksasu je ena od oblik organiziranosti športa na univerzi. Na univerzi, ustanovljeni leta 1912, že od začetka obstoja vedo, da je "fizična izobrazba" ključni del celotne izobrazbe. Pogoji za uspešen zaključek študija na Rice University je uspešen zaključek vsaj dveh LPAP-programov (program vseživljenjske fizične aktivnosti), ki ne štejeta za dodatne točke. Lincoln University v Pensilvaniji pa je celo izdala pravilo, da študent ne more diplomirati, če ima ob zaključku študija ITM višji od 30 kg/m<sup>2</sup>. Vsako leto se ima pravico testirati in prijaviti v program Fitness for life, kjer lahko kontrolira telesno težo oziroma ITM. Pravo nasprotje pa se dogaja v Avstraliji. Avstralski svet za zdravje, telesno vzgojo in rekreacijo (Australian Council for Health, Physical Education and Recreation) je šel v povsem drugo skrajnost. Pri študentih telesne vzgoje je izvedel testiranje, kako se počutijo ob testiranju motoričnih sposobnosti. Menili so, da je to zanje preveč stresno, zato njihove univerze tega ne podpirajo. Medtem pa je v Sloveniji organiziranost športne aktivnosti na različnih fakultetah različna. Telesna aktivnost študentov poteka na posameznih fakultetah kot izbirni predmet športa ali pa kot obšolska dejavnost, na nekaterih fakultetah pa športne

organiziranosti ni. Dejstvo je, da z uvedbo bolonjskega sistema študija obvezne športne aktivnosti ni več.

## ■ Zaključek

Čeprav je večina raziskav korelacijskih in le-te ne implicirajo vzročnega odnosa, pa lahko zaključimo, da je redna telesna vadba varovalni dejavnik psihološkega zdravja in kognitivnega delovanja v celotnem življenjskem obdobju posameznika. »Boljše duševno stanje je pogojeno z dobrim telesnim zdravjem in zadostno telesno prilagodljivostjo ter obratno« (Tomori, 2002). Obstaja veliko raziskav, ki potrjuje pozitivno povezavo med telesno aktivnostjo in študijskim uspehom, zato je prav, da se tega zaveda tudi študentska populacija. To pa pomeni, da morajo določen čas posvetiti tudi telesni aktivnosti. Čeprav se študenti zavedajo pozitivnega učinka telesne vadbe, jih je še vedno premalo telesno aktivnih (Lipošek idr., 2018).

Bolj ko smo pregledovali raziskave na področju študentskega športa, bolj nam je postajalo jasno, da so študenti polnoletna populacija, ki mora skrbeti zase. Prizadevajmo si, da jim bo na poti zdravega življenja s pomočjo športa pomagala tudi izobraževalna institucija, kot je univerza.

## ■ Literatura

1. Alvarez-Bueno, C., Pesce, C., Cervero-Redondo, I., Sanchez-Lopez, M., Martinez-Hortelano, J.A. in Martinez-Vizcaino, V. (2017). The effect of physical activity interventions on children's cognition and metacognition: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 56(9), 729–738.
2. Brisswalter, J., Collardeau, M. in Rene, A. (2002). Effects of acute physical exercise characteristics on cognitive performance. *Sports Medicine*, 32, 555–556.
3. Carlson, S.A., Fulton, J.E., Lee, S.M., Maynard, L.M., Brown, D.R., Kohl, H.W. 3rd in Dietz, W.H. (2008). PE and academic achievement in elementary school: Data from the early childhood longitudinal study. *American Journal of Public Health*, 98(4), 721–727.
4. Carson, V., Hunter, S., Kuzik, N., Wiebe, S.A., Spence, J.C., Friedman, A., Tremblay, M.S., Slater, L. in Hinkley, T. (2016). Systematic review of physical activity and cognitive development in early childhood. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(7), 573–578.
5. Castelli, D.M., Hillman, C.H., Buck, S.M. in Erwin, H.E. (2007). Physical Fitness and Academic Achievement in Third- and Fifth-Grade Students. *Journal of Sport and Exercise Psychology* 29(2), 239–252.
6. Charness, G. in Gneezy, U. (2011). On The Long Term Effect of Short Term Incentive to Exercise. Unpublished manuscript.
7. Coe, D.P., Pivarnik, J.M., Womack, C.J., Reeves, M.J. in Malina, R.M. (2006). Effect of physical education and activity levels on academic achievement in children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38, 1515–1519.
8. Cooke, S.F. in Bliss, T.V. (2006). Plasticity in the human central nervous system. *Brain*, 129(7), 1659–1673.
9. Cotman, C. in Berchtold, N. (2002). Exercise: A behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends in Neuroscience*, 25, 295–301.
10. Daley, A.J. in Ryan, J. (2000). Academic performance and participation in physical activity by secondary adolescents. *Perceptual Motor Skills*, 91, 531–534.

11. Davis, E. C. in Cooper, J. A. (1934). Athletic ability and scholarship: A resume of studies comparing scholarship abilities of athletes and non-athletes. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 5, 69–78.
12. Dewar, G. (2018). Exercise for children: Why keeping kids physically fit is good for the brain and helpful in the classroom. Pridobljeno iz <https://www.parentingscience.com/exercise-for-children.html>.
13. Diamond, A. in Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science*, 333(6045), 959–964.
14. Dollman, J., Boshoff, K. in Dodd, G. (2006). The relationship between curriculum time for physical education and literacy and numeracy standards in South Australian primary schools. *European Physical Education Review*, 12(2), 151–163.
15. Douglas, D.F. in Shingairai, A.F. (2013). The relationship between physical activity, body mass index, and academic performance and college-age students. *Open Journal of Epidemiology*, 3(1), 4–11.
16. Etner, J.L., Salazar, W., Landers, D.M., Petruzzello, S.J., Han, M. in Nowell P. (1997). The influence of physical fitness and exercise upon cognitive functioning: a meta-analysis. *Journal Sport Exerc Psychological*, 19, 249–277.
17. Evropska spletna platforma za šolsko izobraževanje (2017). Kako zunajšolske telesne in športne dejavnosti prispevajo k aktivnemu življenjskemu slogu? Pridobljeno iz [www.schooleducationgateway.eu/sl/pub/viewpoints/experts/contribution-of-out-of-school.htm](http://www.schooleducationgateway.eu/sl/pub/viewpoints/experts/contribution-of-out-of-school.htm).
18. Felfe, C., Lechner, M. in Steinmayr, A. (2016). Sports and child development. *PLoS ONE*, 11.
19. Gonzalez-Sicilia, D., Briere, F.N. in Pagani, L.S. (2019). Prospective associations between participation in leisure-time physical activity at age 6 and academic performance at age 12. *Preventive Medicine*, 118, 135–141.
20. Hallal, P.C., Victora, C.G., Azevedo M.R. in Wells, J.C. (2006). Adolescent physical activity and health: a systematic review. *Sports Medicine* 36, 1019–1030.
21. Hylok, M. (2011) Exploring Student Perceptions to Explain the Relationship Between Physical Activity and Academic Achievement in Adolescents: A Mixed Methods Study. Open Access Theses and Dissertations from the College of Education and Human Sciences. 99. Pridobljeno iz <http://digitalcommons.unl.edu/cehssdiss/99>.
22. Janssen, I. in LeBlanc, A.G. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7, 1–16.
23. Jensen, E. (2008). Brain-based learning. San Diego, CA: The Brain Store.
24. Khan, N.A. in Hillman, C.H. (2014). The relation of childhood physical activity and aerobic fitness to brain function and cognition: A review. *Pediatric Exercise Science*, 26, 138–146.
25. Kramer, A.F., Colcombe, S., Erickson, K., Belopolsky, A., McAuley, E., Cohen, N.J. idr. (2002). Effects of aerobic fitness training on human cortical function: a proposal. *Journal of Molecular Neuroscience*, 19(1-2), 227–231.
26. Landry, B.W. in Driscoll, S.W. (2012). Physical activity in children and adolescents. *PM R: journal of injury, function and rehabilitation*, 4(11), 826–832.
27. Lipošek, S., Planinšec, J., Leskošek, B. in Pajtler, A. (2018). Physical activity of University students and its relation to Physical fitness and Academic success. *Annales Kinesiolgiae* 9(2), 84–89.
28. Lubans, D., Richards, J., Hillman, C., Faulkner, G., Beauchamp, M., Nilsson, M., Kelly, P., Smith, J., Raine, L. in Biddle, S. (2016). Physical activity for cognitive and mental health in youth: A systematic review of mechanisms *Pediatrics*, 138(3).
29. Mezzacappa, E. (2004). Alerting, orienting, and executive attention: Developmental properties and sociodemographic correlates in an epidemiological sample of young, urban children. *Child Development* 75, 1373–1386.
30. Matković, A., Nedić, A., Meštrović, M. in Ivković, J. (2010). Uobičajna tjelesna aktivnost studenata Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 25(2), 87–91.
31. Pfeifer, C. in Cornelissen, T. (2010). The impact of participation in sports on educational attainment—New evidence from Germany. *Economics of Education Review*, 29(1), 94–103.
32. Piché, G., Fitzpatrick, C. in Pagani, L. (2015). Associations between extra-curricular activity and self-regulation: a longitudinal study from 5 to 10 years of age. *American Journal of Health Promotion*, 30(1), 32–40.
33. Ploughman, M. (2008). Exercise is brain food: The effects of physical activity on cognitive function. *Developmental Neurorehabilitation*, 1, 236–240.
34. Ratey, J. in Hagerman, E. (2008). Spark - The revolutionary new science of exercise and the brain. New York: Little, Brown and Company.
35. Rees, D. in Sabia, J. (2010). Sports participation and academic performance: Evidence from the National Longitudinal Study of Adolescent Health. *Economics of Education Review*, 29(5), 751–759.
36. Sibley, B. A. in Etner, J. L. (2003). The relationship between physical activity and cognition in children: A meta-analysis. *Pediatric Exercise Science*, 15, 243–256.
37. Sousa, D. (2006). How the brain learns. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
38. Strong, W. B., Malina, R. M., Blimkie, C. J., Daniels, S. R., Dishman, R. K., Gutin, B. idr. (2005). Evidence based physical activity for school-age youth. *Journal of Pediatrics*, 146, 732–737.
39. Studenski, S., Carlson, M.C., Fillit, H., Greenough, W.T., Kramer, A. in Rebok, G.W. (2006). From bedside to bench: does mental and physical activity promote cognitive vitality in late life? *Science of Aging Knowledge Environment*, 10, 21.
40. Tomporowski, P. (2003). Effects of acute bouts of exercise on cognition. *Acta Psychologica*, 112(3), 297–332.
41. Tomporowski, P., Davis, C., Miller, P. in Naglieri, J. (2008). Exercise and children's intelligence, cognition, and academic achievement. *Educational Psychology Review* 20, 111–131.
42. Tremarche, P. V., Robinson, E. M. in Graham, L. B. (2007). PE and its effect on elementary testing results. *Physical Educator*, 64(2), 58–64.
43. Tremblay, M. S., Inman, J. W. in Williams, D. (2000). The relationship between physical activity, self-esteem, and academic achievement in 12-year-old children. *Pediatric Exercise Science*, 12, 312–323.
44. Trudeau, F. in Shephard, R. J. (2008). Physical education, school physical activity, school sports and academic performance. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 5, 10.
45. Verburgh, L., Königs, M., Scherder, E.J. in Oosterlaan, J. (2014). Physical exercise and executive functions in preadolescent children, adolescents and young adults: a meta-analysis *British Journal of Sports Medicine*, 48(12), 973–979.
46. Warburton, D.E., Nicol, C.W. in Bredin, S.S. (2006). Health benefits of physical activity: the evidence. *Canadian Medical Association Journal*, 174, 801–809.
47. Winter, B., Breitenstein, C., Mooren, F.C., Voelker, K., Fobker, M., Lechtermann, A. idr. (2007). High impact running improves learning. *Neurobiology of Learning and Memory*, 87, 597–609.

dr. Silvester Lipošek

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo  
silvester.liposek@um.si