



Liza Jovičević,
Matej Tušak

Vpliv telesne dejavnosti na izvršilne funkcije pri otrocih z motnjo pozornosti in hiperaktivnostjo

Izvleček

Članek predstavlja sistematični pregled študij, ki so analizirale izvršilne funkcije in telesno dejavnost pri otrocih z motnjo pozornosti in hiperaktivnostjo (ADHD). Študija je sledila dvema vprašanjem: ali motnja pozornosti in hiperaktivnost vplivata na izvršilne funkcije pri otrocih in ali lahko s pravilno zasnovano telesno dejavnostjo vplivamo na izvršilne funkcije. Iskanje literature je potekalo novembra 2020 v štirih elektronskih zbirkah: WOS (Web of Science), PMC (PubMed Central), SD (Science Direct) in ERIC (Education Resources Information Center). Iskanje je temeljilo na štirih ključnih elementih: (1) *populacija* – otroci v starosti od 6 do 12 let; (2) *vrsta raziskave* – kontrolirani poskus; (3) *dejavnost* – telesna dejavnost; (4) *intervencija* – vpliv telesne dejavnosti na izvršilne funkcije pri otrocih z ADHD. V omenjenih bazah smo za iskanje uporabili naslednje ključne besede: »attention deficit/hyperactivity disorder«, »ADHD«, »children«, »kids«, »executive function«, »working memory«, »physical activity«, »exercise«, »work-out program«. Med ključnimi besedami smo uporabili »or« ali »and«. Uporabili smo še naslednje filtre: *jezik* – angleščina; *vrsta literature* – članek iz strokovne revije in s strokovno recenzijo; *povzetek* – na voljo.

Ključne besede: motnja pozornosti in hiperaktivnost, otroci, telesna dejavnost, izvršilne funkcije



Effects of physical activity on executive functions in children with attention deficit hyperactivity disorder

Abstract

This article presents a systematic review of the literature that analyzed executive functions and physical activity in children with attention deficit hyperactivity disorder. The study followed two questions: Whether attention deficit hyperactivity disorder affects executive functions in children, and whether we can influence executive functions with properly designed physical activity. The search for literature took place in November 1. 2020. In 4 electronic collections: WOS (Web of Science), PMC (PubMed Central), SD (Science Direct) and ERIC (Education Resources Information Center). The search was based on 4 key elements: (1) population - children aged 6 to 12 years; (2) type of research - controlled experiment; (3) activity - physical activity; (4) intervention - the impact of physical activity on executive functions in children with ADHD. The following keywords were used in the mentioned databases: 'attention deficit/hyperactivity disorder', 'ADHD', 'children', 'kids', 'executive function', 'working memory', 'physical activity', 'exercise', 'work-out program'. We used 'or' or 'and' among the keywords. We also used the following filters: language: English; type of literature: article from a professional journal and with a professional review; summary: available.

Key words: attention deficit hyperactivity disorder, children, physical activity, executive functions

■ Uvod

Motnja pozornosti s hiperaktivnostjo je prepoznana kot zelo razširjena motnja. Po podatkih naj bi imelo diagnosticiran ADHD od 5 do 9 % otrok in adolescentov (Polanczyk idr., 2014). Primarni simptomi ADHD so nepozornost, neorganiziranost, nepazljivost in hiperaktivnost ter impulzivnost. Te simptome pogosto opazimo v predšolski dobi in po večini trajajo tudi v odrasli dobi (Mannuzza idr., 1993). Pri otrocih z ADHD je večje tveganje za socialne, dolgoročne akademske in delovne okvare (Johnston idr., 2015), kar ustvarja veliko socialno breme (Matza idr., 2005).

ADHD je povezan z nižjimi zmogljivostmi izvršilnih funkcij in z motoričnimi primanjkljaji (Piek in Pitcher, 1999). Izvršilne funkcije so opredeljene kot kognitivne funkcije višjega reda, ki modulirajo temeljne kognitivne procese in so zato potrebne za ciljno usmerjeno in prilagodljivo vedenje (Etnier in Chang, 2009). Izvršilne funkcije naj bi bile sestavljene iz treh temeljnih procesov (Miyake idr., 2000): (1) zaviranje, ki vključuje zaviranje prevladujočih odzivov in nadzor pozornosti; (2) preklapljanje, ki vključuje preklapljanje med nalogami ali miselnimi sklopi; in (3) delovni pomnilnik, ki vključuje hrambo in obdelavo informacij. Pomanjkanje omenjenih izvršilnih funkcij je ena od prevladujočih razlag za razvoj ADHD, pri čemer dosedanje študije kažejo, da so simptomi ADHD povezani s slabim delovanjem izvršilnih funkcij (Crosbie idr., 2013; Rapport, 2009).

Študije kažejo, da imajo otroci z ADHD pogosto napake v kognitivni učinkovitosti, zlasti v izvršilni funkciji. Izvršilne funkcije vključujejo vse zapletene kognitivne procese, ki so potrebni za izvajanje novih ali težjih nalog. Izvršilne funkcije so odvisne od delovanja možganov, zlasti prefrontalne skorje (Alvarez, 2006). Med najpomembnejšimi komponentami zaviranja izvršilnih funkcij sta kognitivna in vedenjska. Kognitivna inhibicija preprečuje vnos nepomembnih informacij o nalogi v delovni spomin (Nigg, 2000). Vendar pa se pri zaviranju vedenja upošteva sposobnosti osebe, da ustavi ali odloži dejavnost. Z drugimi besedami, cilj tega procesa je nadzor nad fizičnim vedenjem, zlasti preprečevanje neželenih vedenj in reakcij (Dillon in Pizzagalli, 2007). Metode zdravljenja ADHD so razdeljene v dve skupini, zdravljenje z zdravili in zdravljenje brez zdravil. Zaradi stranskih učinkov zdravljenja z zdravili, kot

so izguba apetita, nespečnost ali osebne spremembe, je treba poiskati alternativno zdravljenje (Berwid in Halperin, 2012).

Raziskovalna literatura kaže, da ima telesna dejavnost lahko pomembno vlogo pri obvladovanju simptomov ADHD (Berwid in Halperin, 2012; Neudercker idr., 2019; Gapin idr., 2011). Študije poročajo, da lahko telesna dejavnost s spodbujanjem nevrobioloških procesov privede do koristnih sprememb izvršilnih funkcij. Poleg tega nedavni pregled številnih obsežnih eksperimentalnih študij kaže, da ima telesna dejavnost posebne učinke na kognitivne funkcije pri otrocih iz splošne populacije (Tompsonski, 2008). Ti rezultati so še posebej zanimivi za otroke z ADHD v teoretičnem modelu ADHD Barkley (1997), ki kaže, da je inhibicija glavni primanjkljaj te motnje. Ta primanjkljaj zaviranja ovira štiri izvršilne nevropsihološke funkcije: delovni spomin, samoregulacijo afekta, internalizacijo govora in rekonstitucijo, kar vodi do težav z vedenjsko samoregulacijo (nepozornost, hiperaktivnost, impulzivnost). Če bi torej telesna dejavnost lahko izboljšala zaviranje in izvršilne funkcije, bi lahko pričakovali izboljšanje samoregulacije (Tompsonski, 2003).

Čeprav je telesna dejavnost sprejemljiva intervencija za zmanjšanje simptomov ADHD pri otrocih, so na voljo le omejeni dokazi o vplivu na izvršilne funkcije, zlasti pri otrocih z ADHD. Nekateri od teh rezultatov so nedosledni, z majhno velikostjo vzorca, heterogenostjo vzorcev ali brez kontrolne skupine, kar onemogoča dokončno soglasje o učinkih telesne dejavnosti na izvršilne funkcije pri otrocih z ADHD. Raziskovalci poročajo, da so zaradi neupoštevanja pomembnih dejavnikov (npr. uporaba zdravil, pridružene motnje in ekonomski status) v prihodnje potrebni boljši in kakovostnejši dokazi, da bomo lahko z gotovostjo poročali o pozitivnih učinkih telesne dejavnosti na otroke z ADHD (Berwid in Halperin, 2012; Neudercker idr., 2019; Rommel idr., 2013; Wigal, 2012).

Raziskave kažejo, da je telesna dejavnost učinkovita metoda za izboljšanje izvršilnih funkcij, vključno s pozornostjo, delovnim spominom, načrtovanjem in reševanjem problemov (Piepmeyer idr., 2015; Pontifex idr., 2013; Benzing idr., 2018). Kljub temu pa je bilo v preteklosti manj pozornosti namenjene preučevanju vplivov telesne dejavnosti pri otrocih z ADHD v primerjavi z otroci brez ADHD. Še vedno ni jasno, ali je telesna dejavnost učinkovita metoda

za povečanje izvršilnih funkcij pri otrocih z ADHD in kako telesna dejavnost vpliva na njihove izvršilne funkcije.

Za sistematični pregled literature in ugotavljanje vpliva telesne dejavnosti na izvršilne funkcije pri otrocih z ADHD smo se odločili iz naslednjih razlogov: (1) raziskave o vplivu telesne dejavnosti na izvršilne funkcije pri otrocih z ADHD v primerjavi z otroci brez ADHD so v literaturi manj pogoste, (2) ADHD je vse pogostejša motnja pri otrocih in adolescentih, (3) čedalje večji poudarek se daje raziskovanju metod zdravljenja, ki ne vsebujejo zdravil. Zato smo si v raziskavi oblikovali naslednja vprašanja: (1) ali telesna dejavnost izboljša izvršilne funkcije pri otrocih z ADHD, (2) ali telesna dejavnost izboljša delovni spomin in (3) ali se pojavljajo različni učinki na izvršilne funkcije glede na vrsto vadbe. Spoznanja iz sistematičnega pregleda literature bodo lahko pripomogla k nadaljnjemu snovanju intervencij za zmanjšanje simptomov ADHD pri otrocih.

■ Metode

Iskanje literature je potekalo novembra 2020 v štirih elektronskih zbirkah: WOS (Web of Science), PMC (PubMed Central), SD (Science Direct) in ERIC (Education Resources Information Center). Iskanje je temeljilo na štirih ključnih elementih: (1) *populacija* – otroci v starosti od 6 do 12 let; (2) *vrsta raziskave* – kontrolirani poskus; (3) *dejavnost* – telesna dejavnost; (4) *intervencija* – vpliv telesne dejavnosti na izvršilne funkcije pri otrocih z ADHD. V omenjenih bazah smo za iskanje uporabili naslednje ključne besede: »attention deficit/hyperactivity disorder«, »ADHD«, »children«, »kids«, »executive function«, »working memory«, »physical activity«, »exercise«, »work-out program«. Med ključnimi besedami smo uporabili »or« ali »and«. Uporabili smo še naslednje filtre: *jezik* – angleščina; *vrsta literature* – članek iz strokovne revije in s strokovno recenzijo; *povzetek* – na voljo.

Vsi iskalni zadetki so bili iz elektronskih zbirk uvoženi v spletno orodje Rayyan (Ouzzani idr., 2016), v katerem smo najprej poiskali in izločili podvojene zadetke, nato pa pregledali naslove in povzetke člankov ter jih označili z oznakami *vkluči*, *izključi* ali *mogoče*. Ko smo pregledali vse zadetke, smo za označene z *vkluči* in *mogoče* poiskali cela besedila. S pristopom PICOS smo si pomagali pri določanju člankov za vključitev v nabor. Kriterij za vključitev člankov v sistematični pregled je prikazan v Tabeli 1.

Tabela 1.

Kriterij za vključitev člankov v sistematični pregled

P – patient, problem or population (pacient, problem ali populacija)
Otroci, stari 6–12 let, z diagnosticiranim ADHD, vključena oba spola
I – intervention (intervencija)
Telesna dejavnost
C – comparison (primerjava)
Pred intervencijo in po njej ter med intervencijsko in kontrolno skupino
O – outcome (odvisna spremenljivka)
Izvršilne funkcije
S – study design (načrt raziskave)
Kontrolirani poskus s slučajnostnim vzorčenjem ali kvaziposkus s kontrolno skupino

Po končanem izboru člankov smo pripravili tabelo, v katero smo vpisali lastnosti raziskav in opazovane spremenljivke. V tabelo smo vključili vir raziskave, vzorec, intervencijo in njeno časovno omejitev, vrsto, količino in posebnosti telesne dejavnosti, rezultate in morebitne opombe ali posebnosti raziskave.

Rezultati

V izbranih elektronskih virih je bilo skupno število iskalnih zadetkov 702. Po pregledu naslovov in povzetkov je bilo izločenih 638 člankov. Po branju 64 celotnih besedil je bilo izločenih 57 člankov, v sistematični pregled je bilo tako vključenih končnih 7 člankov.

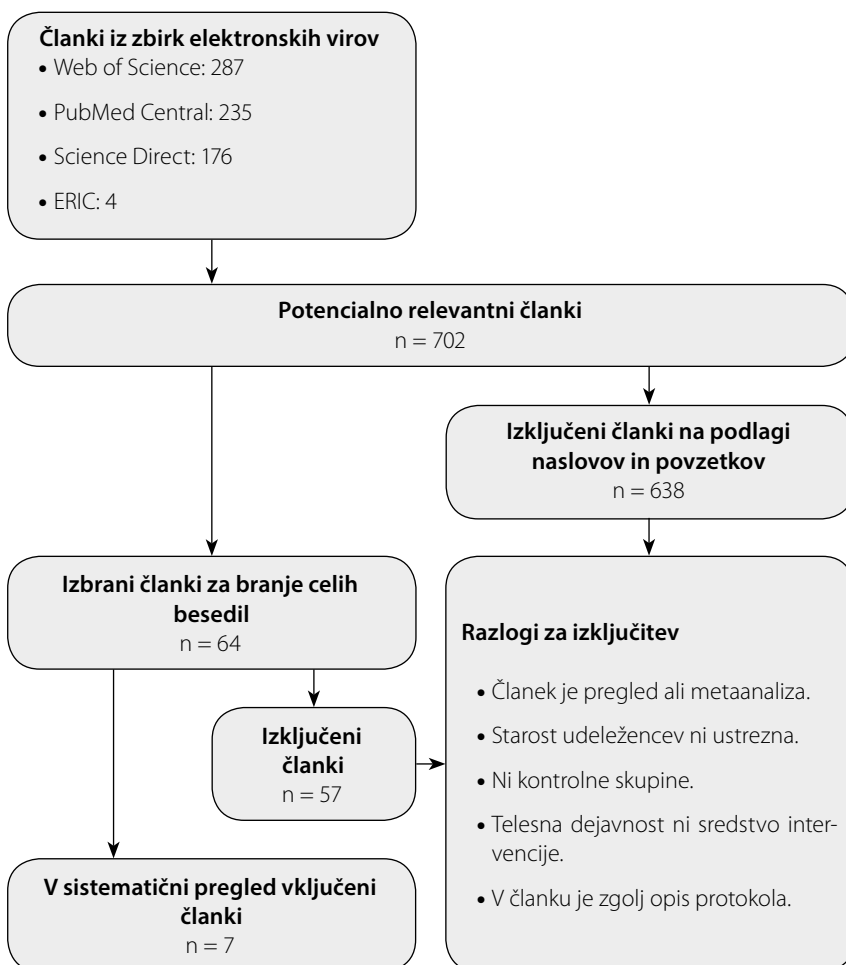


Diagram 1. Prikaz metodologije iskanja in izbora člankov za vključitev v sistematični pregled.

Značilnosti raziskav

Značilnosti raziskav, ki smo jih vključili v končni pregled, smo predstavili v Tabeli 2. V tabeli so predstavljene značilnosti posamezne raziskave, intervencije, rezultati posamezne raziskave in morebitne opombe. V končni pregled smo vključili 7 raziskav, od tega ima 5 raziskav dve skupini (eksperimentalno in kontrolno skupino) in dve raziskavi imata tri skupine (dve eksperimentalni in kontrolno skupino). Dve raziskavi sta preučevali akutne učinke na izvršilne funkcije po eni vadbni intervenciji, pri preostalih petih raziskavah so intervencije trajale od 6 do 12 tednov. Pri dveh raziskavah so v proces vključili tudi otroke z ADHD, ki jemljejo predpisana zdravila za zmanjševanje simptomov ADHD. V eni raziskavi so sodelovali večinoma otroci moškega spola, kar 82,6 % udeležencev je bilo moških.

V končni pregled smo vključili naslednje raziskave:

1. Chou in Huang (2017) – Effects of and 8-week yoga program on sustained attention and discrimination function in children with attention deficit hyperactivity disorder.
2. Kim (2018) – The effects of home-based sensorimotor program on executive and motor functions in children with ADHD: a case series.
3. Miklos idr. (2020) – Acute Physical Activity, Executive Functions, and Attention Performance in Children with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder and Typically Developing Children: An Experimental Study.
4. Memarmoghaddam idr. (2016) – Effects of a selected exercise program on executive function of children with attention deficit hyperactivity disorder.
5. Benzing idr. (2018) – Acute Physical Activity Enhances Executive Functions in Children with ADHD.
6. Hart idr. (2020) – Effects of Physical Activity on Executive Function of Children with ADHD.
7. Ziereis in Jansen (2015) – Effects of physical activity on executive function and motor performance in children with ADHD.

Razprava

V sistematičnem pregledu literature je bilo uporabljenih sedem raziskav, ki so preučevale vpliv telesne dejavnosti na izvršilne funkcije pri otrocih z motnjo pozornosti in

Tabela 2.

Značilnosti posameznih raziskav, intervencij in rezultatov

Št.	Vir	Št. merjencev/ skupin	Merjenci (starost, posebnosti)	Intervencija (časovna omejitev)	Intervencija (vrsta, količina, posebno- sti)	Rezultati	Opombe ali posebnosti
1.	Chou in Huang (2017)	2 skupini: E: 25 K: 24	Povprečna starost 10,5 leta. Diagnosticiran ADHD.	8 tednov	Telesna dejavnost – joga, 2 x na teden, 40 minut na vadbeno enoto.	Izboljšanje inhibicije, reakcijskega časa in izvršilnih funkcij.	Nekateri udeleženci so jemali predpisana zdravila za ADHD.
2.	Kim (2018)	2 skupini: E: 12 K: 12	Starost 7–11 let. Diagnosticiran ADHD.	12 tednov	Telesna dejavnost – senzomotorična vadba, 4 x na teden, 40 minut na vadbeno enoto.	Izboljšanje v izvršilnih funkcijah in motoričnih sposobnostih.	Telesna dejavnost je potekala doma, pod nadzorom staršev.
3.	Miklos idr. (2020)	3 skupine: E1: 50 E2: 50 K: 50	Starost 6–12 let. E1 in E2: diagnosticiran ADHD. K: normalno razvijajoči otroci. E1: otroci z ADHD brez zdravljenja, E2: otroci z ADHD z zdravljenjem.	Akutna intervencija	Telesna dejavnost – zmerna telesna dejavnost, 60–80 % maksimalnega srčnega utripa, 20 minut.	Telesna dejavnost je izboljšala 2–15 merjenih parametrov, kot so reakcijski čas, število napak, izvršilne funkcije.	Telesna dejavnost je izboljšala izvršilne funkcije tako pri otrocih z ADHD brez zdravljenja kot tudi pri otrocih z ADHD z zdravljenjem.
4.	Memaroghaddam (2016)	2 skupini: E: 20 K: 20	Starost 7–11 let. Diagnosticiran ADHD.	12 tednov	Telesna dejavnost – vadbeni program, 2 x na teden, 90 minut na vadbeno enoto.	Telesna dejavnost je izboljšala kognitivno inhibicijo, zaviralno inhibicijo in izvršilne funkcije.	/
5.	Benzing idr. (2018)	2 skupini: E: 23 K: 23	Starost 8–12 let. Diagnosticiran ADHD.	Akutna intervencija	Telesna dejavnost – 15 minut telesne aktivnosti s prilagojeno intenzivnostjo.	Telesna dejavnost je izboljšala izvršilne funkcije: inhibicija odzivanja, ohranjanje pozornosti, upravljanje časa in začenjanje aktivnosti, ni pa izboljšala delovnega spomina (delovno pomnjenje).	V raziskavi je bilo 82,6 % moških.
6.	Hart idr. (2020)	2 skupini: E: 16 K: 16	Starost 7–10 let. Diagnosticiran ADHD.	6 tednov	Telesna dejavnost – vadbeni program, 3 x na teden, 60 minut na vadbeno enoto.	Telesna dejavnost je izboljšala izvršilne funkcije.	/
7.	Ziereis in Jansen (2015)	3 skupine: E1: 13 E2: 14 K: 16	Starost 7–12 let. Diagnosticiran ADHD.	12 tednov	Telesna dejavnost – E1: vadbeni program s poudarkom na igranju žogo, ravnotežju in ročnih spretnostih; E2: vadbeni program brez posebnega fokusa. K: brez intervencije.	Izvršilne funkcije in motorične spretnosti so se izboljšale pri E1 in tudi pri E2. Rezultati niso pokazali razlik med E1 in E2.	Dolgotrajna telesna dejavnost izboljša izvršilne funkcije pri otrocih z ADHD, ne glede na vrsto telesne dejavnosti.

hiperaktivnostjo. V vseh primerih so bile intervencije sestavljene iz telesne dejavnosti. V eni raziskavi je telesna dejavnost potekala doma, pod nadzorom staršev, kar bi izpostavilo kot pomanjkljivost. Menimo, da starši ne morejo tako dobro in nazorno spremljati predpisanega protokola telesne

dejavnosti, kot bi to opravili strokovnjaki. Kljub temu je raziskava pokazala izboljšave pri izvršilnih funkcijah, kar kaže na zelo obetavne napovedi za prihodnost.

Prav tako smo opazili, da je v raziskavah sodelovalo več fantov kot deklet. V raziskavi, ki so jo opravili Benzing idr. (2018), je bil

delež moških udeležencev kar 82,6 %. To bi pripisali tudi temu, da je razširjenost motnje pozornosti s hiperaktivnostjo večja pri fantih. Po našem mnenju zato težko govorimo o tem, da se bodo populaciji otrok z diagnosticiranim ADHD izboljšale izvršilne funkcije ob resni telesni dejavnosti, saj je

vzorec preizkušancev vključeval predvsem fante. Za nadaljnje raziskovanje bi svetovali, da se v raziskave vključi približno enako število deklet in fantov.

Pri dveh raziskavah so bili vključeni tudi otroci z ADHD, ki jemljejo zdravila. Pri eni raziskavi so imeli tako tri skupine, intervencijsko, v tej so bili otroci z ADHD brez zdravil, drugo intervencijsko, v tej so bili otroci z ADHD z zdravili, in kontrolno skupino. Menimo, da je to koristno, saj le tako lahko pripišejo učinke telesne dejavnosti. V drugi raziskavi pa so imeli samo dve skupini – intervencijsko in kontrolno. Otroci so bili v skupine razvrščeni naključno. Menimo, da je tako težko pripisati učinke zgolj telesni dejavnosti, saj ne vemo, v kolikšni meri je k izboljšanju izvršilnih funkcij pripomoglo zdravljenje z zdravili.

Opazili smo, da tri raziskave od sedmih niso poročale o aktivnostih kontrolne skupine. Poleg tega nobena od raziskav ni poročala o stanju telesne dejavnosti v populaciji v primerjavi z vzorcem. To je pomanjkljivost, ki raziskovalcem otežuje razumevanje začetnega oziroma splošnega stanja in zmanjšuje kvaliteto oziroma možnost primerjave z drugimi sorodnimi raziskavami.

Ena raziskava je pod intervencijo telesne dejavnosti izvajala jogo pod nadzorom. Menimo, da joga spada med sproščanje in vadbo ozaveščanja, in ne toliko med telesno dejavnost. Kljub temu pa se njihove ugotovitve na koncu izkažejo pozitivno. Ugotovitve kažejo, da je vadba joge mogoče uporabiti kot alternativno zdravljenje za otroke z ADHD, za zmanjšanje nepozornosti in izboljšanje izvršilnih funkcij. Poleg tega je študija, ki sta jo opravila Chou in Huang (2017), ena redkih študij, ki so preučevale učinke vadbe joge na kognitivne funkcije pri ADHD. Tako se vadba joge kaže kot učinkovito in nizko tvegano zdravljenje za dolgoročno izboljšanje kognitivnih funkcij otrok z ADHD.

Študije so imele tudi omejitve pri posplošitvi rezultatov, saj so imele relativno majhne preiskovalne vzorce. Kljub temu ugotavljamo, da telesna dejavnost pripomore k izboljšanju izvršilnih funkcij, zato svetujemo nadaljnje raziskovanje na tem področju. Aktivno spremljanje in raziskovanje terapije s telesno dejavnostjo pri otrocih z ADHD bo verjetno zmanjšalo vzorec neprilagojenosti otrok z ADHD v šoli in akademski uspešnosti. Zato bi bilo treba razviti različne programe vaj za uporabo doma ali v

šoli, da bi ti otroci lahko telesno dejavnost nadaljevali skozi svoje odrasčanje.

V vseh raziskavah so ugotovili, da se s telesno dejavnostjo lahko izboljšajo izvršilne funkcije pri otrocih z diagnosticiranim ADHD. Do danes se je zdelo, da so stimulaturna zdravila edina možnost zdravljenja in izboljšanja stanja otrok z ADHD. Ugotovitve raziskav, ki smo jih vključili v končen pregled literature, pa kažejo obetavne alternativne načine zdravljenja. Kljub temu, da je to področje še zelo neraziskano, so dosedanje ugotovitve obetavne. To se zdi zelo spodbudno, saj telesna dejavnost nima takih neželenih stranskih učinkov, kot jih imajo zdravila. Naše ugotovitve bodo pripomogle k nadaljnjemu raziskovanju področja telesne dejavnosti in izvršilnih funkcij pri otrocih z ADHD.

Sklep

S sistematičnim pregledom literature smo pokazali, da bi lahko načrtovani programi telesne dejavnosti z nadzorovanim trajanjem, pogostnostjo in resnostjo izboljšali izvršilne funkcije. V raziskavah so dokazali, da telesna dejavnost pri otrocih z motnjo pozornosti in hiperaktivnostjo izboljša kognitivne funkcije, kot sta kognitivna in vedenjska inhibicija, ter izvršilne funkcije. Menimo, da je to eden prvih korakov za izboljšanje kakovosti življenja otrok z ADHD ter tudi njihovih staršev. V nadaljnjem bi svetovali, da organiziranje telesnih dejavnosti pri otrocih z ADHD poteka v sodelovanju med starši in šolo. S tem bi okrepili možnosti za čim pogostejšo telesno dejavnost pri posamezniku in za večjo udeležbo otrok z ADHD pri telesni dejavnosti, s tem pa bi se tudi povečal vzorec otrok, ki simptome ADHD izboljšujejo s telesno dejavnostjo namesto z zdravljenjem s stimulaturnimi zdravili.

Literatura

- Alvarez J. A. in Emory, E. (2006). Executive function and the frontal lobes: a meta-analytic review. *Neuropsychol Rev*, 16(1), 17–42.
- Benzing V., Chang Y.-K. in Schmidt, M. (2018). Acute Physical Activity Enhances Executive Functions in Children with ADHD. Pridobljeno s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30120283/>
- Benzing, V., Chang Y.-K. in Schmidt, M. (2018). Acute physical activity enhances executive

function in children with ADHD. *Sci Rep*, 8:12382.

- Berwid O. G. in Halperin, J. M. (2012). Emerging support for a role of exercise in attention-deficit/hyperactivity disorder intervention planning. *Curr Psychiatry Rep*, 14(5), 543–551.
- Chou, C. C. in Huang, C. J. (2017). Effects of and 8-week yoga program on sustained attention and discrimination function in children with attention deficit hyperactivity disorder. Pridobljeno s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28097075/>
- Crosbie, J., Arnold, P., Paterson, A., Swanson, J., Dupuis, A., Li, X., Shan, J., Goodale, T., Tam, C., Strug, L. J. in Schachar, R. J. (2013). Response inhibition and ADHD traits: correlates and heritability in a community sample. *J Abnorm Child Psychol*, 41(3), 497–507.
- Dillon, D. G. in Pizzagalli, D. A. (2007). Inhibition of Action, Thought, and Emotion: A Selective Neurobiological Review. *Appl Prev Psychol*, 12(3), 99–114.
- Etnier, J. L. in 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. *J Sport Exerc Psychol*, 31(4), 469–483.
- Gapin, J. I., Labban, J. D. in Etnier, J. L. (2011). The effects of physical activity on attention deficit hyperactivity disorder symptoms: the evidence. *Prev Med*, 52 Suppl 1, S70–S74.
- Hart, J. L. in Phillips, D. (2020). Effects of Physical Activity on Executive Function of Children with ADHD. Pridobljeno s <https://eric.ed.gov/?q=attention+deficit%2fhyperactivity+disorders+AND+physical+activity+AND+executive+function+AND+children+&id=EJ1261017>
- Hoffmann, T. C., Glasziou, P. P., Boutron, I., Milne, R., Perera, R., Moher, D., ... Michie, S. (2016). Better Reporting of Interventions: Template for Intervention Description and Replication (TIDieR) Checklist and Guide. *Gesundheitswesen*, 78(3), 175–188. <https://doi.org/10.1055/s-0041-111066>
- Johnston, C. in Park, J. L. (2015). Interventions for Attention-Deficit Hyperactivity Disorder: A year in review. *Curr. Dev. Disord. Reports*, 2, 38–45.
- Kim, J. K. (2018). The effects of home-based sensorimotor program on executive and motor functions in children with ADHD: a case series. Pridobljeno s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30154616/>
- Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M. in Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro Scale for Rating Quality of Randomized Controlled Trials. *Physical Therapy*, 83(8), 713–721. <https://doi.org/10.1093/ptj/83.8.713>

16. Mannuzza, S., Klein, R. G., Bessler, A., Malloy, P. in LaPadula, M. (1993). Adult outcome of hyperactive boys. Educational achievement, occupational rank, and psychiatric status. *Arch Gen Psychiatry*, 50(7), 565–576.
17. Matza, L. S., Paramore, C. in Prasad, M. (2005). A review of the economic burden of ADHD. *Cost Eff Resour Alloc*, 3:5.
18. Memarmoghaddam, M., Torbati, H. T., Sohrabi, M., Mashhadi, A. in Kashi, A. (2016). Effects of a selected exercise program on executive function of children with attention deficit hyperactivity disorder. Pridobljeno s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27928441/>
19. Miklos, M., Komaromy, D., Futo, J. in Balazs, J. (2020). Acute Physical Activity, Executive Functions, and Attention Performance in Children with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder and Typically Developing Children: An Experimental Study. Pridobljeno s <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32517384/>
20. Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A. in Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex „Frontal Lobe“ tasks: a latent variable analysis. *Cogn Psychol*, 41(1), 49–100.
21. Neudecker, C., Mewes, N., Reimers, A. K. in Woll, A. (2019). Exercise Interventions in Children and Adolescents With ADHD: A Systematic Review. *J Atten Disord*, 23(4), 307–324.
22. Nigg, J. T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychol Bull*, 126(2), 220–246.
23. Ouzzani, M., Hammady, H., Fedorowicz, Z. in Elmagarmid, A. (2016). Rayyan - a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*. <http://dx.doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>
24. Piek, J. P., Pitcher, T. M. in Hay, D. A. (1999). Motor coordination and kinaesthesia in boys with attention deficit-hyperactivity disorder. *Dev Med Child Neurol*, 41(3), 159–165.
25. Piepmeyer, A. T., Shih, C.-H., Whedon, M., Williams, L. M., Davis, M. E., Henning, D. A., ... Etnier, J. L. (2015). The effect of acute exercise on cognitive performance in children with and without ADHD. *J Sport Health Sci*, 4, 97–104.
26. Polanczyk, G. V., Willcutt, E. G., Salum, G. A., Kieling, C. in Rohde, L. A. (2014). ADHD prevalence estimates across three decades: an updated systematic review and meta-regression analysis. *Int J Epidemiol*, 43(2), 434–442.
27. Pontifex, M. B., Saliba, B. J., Raine, L. B., Pichietti, D. L. in Hillman, C. H. (2013). Exercise improves behavioral, neurocognitive, and scholastic performance in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Pediatr*, 162, 543–551.
28. Rapport, M. D., Bolden, J., Kofler, M. J., Sarver, D. E., Raiker, J. S. in Alderson, R. M. (2009). Hyperactivity in boys with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): a ubiquitous core symptom or manifestation of working memory deficits? *J Abnorm Child Psychol*, 37(4), 521–534.
29. Rommel, A. S., Halperin, J. M., Mill, J., Asherson, P. in Kuntsi, J. (2013). Protection from genetic diathesis in attention-deficit/hyperactivity disorder: possible complementary roles of exercise. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 52(9), 900–910.
30. Tomporowski, P. D. (2003). Cognitive and behavioral responses to acute exercise in youths: A review. *Pediatric Exercise Science*, 15, 348–359.
31. Tomporowski, P. D., Davis, C. L., Miller, P. H. in Naglieri, J. A. (2008). Exercise and Children's Intelligence, Cognition, and Academic Achievement. *Educ Psychol Rev*, 20(2), 111–131.
32. Wigal, S. H., Emmerson, N., Gehricke, J. G., Galassetti, P. (2012). Exercise: Applications to Childhood ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 12(1), 1–12.
33. Ziereis, S. in Jansen, P. (2015). Effects of physical activity on executive function and motor performance in children with ADHD. Pridobljeno s <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0891422214005101>

Liza Jovičević, mag. kin.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport,

Inštitut za kineziologijo

liza.jovicevic@fsp.uni-lj.si