

## **ABSTRACT**

The main aim of this doctoral thesis is (i) to determine the changes in physical activity levels (PAL) because of pandemic and measures of social distancing and (ii) to determine the factors that are associated with PAL and changes in PAL among adolescents due to social distancing measures. Precisely, Study 1 aimed to determine the associations of gender and fitness status; Study 2 aimed to determine the association of living environment; Study 3 aimed to determine the association of familial factors; and Study 4 aimed to determine the associations of substance use and misuse and sports participation with PAL and PAL changes among adolescents due to social distancing measures. Studies were carried out on adolescents from Croatia (Study 1 and Study 2) and Bosnia and Herzegovina (Study 3 and Study 4), all attending high school. All studies followed a similar testing procedure that consisted of two testing points: baseline, conducted before lockdown (during February and early March 2020), and follow-up, conducted during the COVID-19 lockdown (during April 2020). Study 1 included 388 adolescents aged  $16.4 \pm 1.9$  years from southern Croatia. During the baseline testing participants were assessed on PAL (assessed with PAQ-A), gender (female/male), anthropometrics (body height, mass, body mass index), and physical fitness tests (long jump, bent-arm hold test, sit and reach test, 400 meters running, beep test, and the maximal number of abdominal sit-ups in 60 seconds). Follow-up testing included only PAL assessment. Results of Study 1 evidenced a significant PAL decline for the total sample ( $t$ -test = 3.46,  $p < 0.001$ ), primarily influenced by PAL decrease in boys ( $t$ -test=5.15,  $p < 0.001$ ). The fitness status was consistently positively correlated with PAL at both testing waves among boys and girls, and the most evident association was noted between anaerobic and aerobic endurance capacities and PAL. Differences in changes in PAL between genders were most likely related to the fact that boys' PAL is mostly related to sports participation. Associations between fitness status and PAL indicate the importance of physical literacy in maintaining PAL in challenging circumstances such as the COVID-19 pandemic. Study 2 included 823 adolescents aged  $16.5 \pm 2.1$  years from Split, Croatia. During the baseline testing participants were assessed on PAL (using PAQ-A), gender, anthropometrics, physical fitness tests, and living environment (urban/rural). Follow-up testing included only PAL assessment. The results of Study 2 showed a considerable influence of the living environment on the PAL decrease, with a larger decrease in urban adolescents ( $F=2.98$ ,  $p < 0.001$ ). Logistic regression showed a higher likelihood for normal PAL at baseline in adolescents who had better fitness status, with no strong confounding effect of the urban/rural environment. Dynamic

strength (OR:1.44, 95% CI:1.22–1.68), aerobic endurance (OR:1.64, 95% CI:1.10–2.24), and anaerobic endurance (OR:0.79, 95% CI:0.60–0.980) were positively correlated with normal PAL at follow-up. The differences between rural and urban adolescents regarding the established changes in PAL are explained by the characteristics of the living communities (i.e., lack of sports clubs and activities in rural areas), and the level of restrictive measures in the studied region and country. Study 3 included 688 adolescents (15–18 years of age) from Bosnia and Herzegovina. The baseline testing included assessment of PAL (using PAQ-A), sociodemographic-, parental-, and familial factors, while follow-up included only PAL assessment. In Study 3, a significant decline in PAL was recorded between two testing points (t-test: 11.88,  $p < 0.001$ ). Father's education was positively correlated (baseline: OR (95%CI): 6.63 (4.58–9.96), follow-up: 3.33 (1.19–7.01)), and familial conflict was inversely correlated (baseline: 0.72 (0.57–0.90), follow-up: 0.77 (0.60–0.99)) with PAL before and during the pandemic. Study 3 evidenced that family cohesion and higher parental educational level reduce the incidence of PAL decline during the pandemic. Therefore, this study highlights the importance of the parent-child relationship and parental support in promoting PA during regular life and challenging situations like the COVID-19 pandemic. Study 4 included 661 students aged 15–18 years attending high school from Bosnia and Herzegovina. Baseline testing consisted of PAL assessment (by PAQ-A), sports factors, and substance use and misuse factors. Follow-up testing during the COVID-19 lockdown included only the PAL assessment. Baseline sports factors, including individual-sports participation, team-sports participation, sports experience, and sports achievements were higher in adolescents who had a sufficient PAL at follow-up (MWZ: 6.65, 7.95, 7.48, and 6.78, respectively,  $p < 0.01$ ). Smoking cigarettes negatively affected PAL at follow-up (MWZ: 1.56,  $p = 0.04$ ). Drinking alcohol was positively correlated with PAL at baseline (MWZ: 1.56,  $p = 0.04$ ), while it had no effect on follow-up PAL. The results of Study 4 confirmed the value of sports participation in attaining PAL during the COVID-19 lockdown. The influence of substance use and misuse on PAL before and during the pandemic points to social and cultural aspects of substance use and misuse behaviors in adolescents.

**Key words:** youth, physical exercise, physical education, crisis outbreak, public health, Coronavirus, living environment, physical fitness, sports, family cohesion, parental education, substance use

## SAŽETAK

**Cilj** Glavni cilj ovog doktorskog rada je (i) utvrditi promjene razine tjelesne aktivnosti (TA) kao rezultat pandemije i nametnutih mjera socijalnog distanciranja i (ii) utvrditi čimbenike koji su povezani s TA i promjenama TA kod adolescenata uslijed mjera socijalnog distanciranja. Točnije, Studija 1 imala je za cilj utvrditi povezanost spola i fitness statusa; Studija 2 imala je za cilj utvrditi povezanost životne sredine; Studija 3 imala je za cilj utvrditi povezanost obiteljskih čimbenika; i studija 4 imala je za cilj utvrditi povezanost upotrebe psihoaktivnih supstanci te sudjelovanja u sportu s TA i promjena u TA kod adolescenata uslijed mjera socijalnog distanciranja. Istraživanja su provedena na adolescentima iz Hrvatske (Studija 1 i Studija 2) i Bosne i Hercegovine (Studija 3 i Studija 4), koji pohađaju srednju školu. Sve studije slijedile su sličan postupak testiranja koji se sastojao od dva vremena testiranja: inicijalnog, provedenog prije pandemije (tijekom veljače i početkom ožujka 2020) i finalnog, provedenog tijekom pandemije bolesti COVID-19 (tijekom travnja 2020).

**Metode Studija 1** Istraživanjem je obuhvaćeno 388 adolescenata u dobi od  $16,4 \pm 1,9$  godina iz Splita, Hrvatske. Inicijalno testiranje je uključivalo procjenu TA (procijenjeno PAQ-A upitnikom), spol (žensko/muško), antropometriju (tjelesna visina, masa, indeks tjelesne mase) i testove tjelesnog fitnessa (skok u dalj, test izdržaj u visu, test sjed raznožno, trčanje na 400 metara, beep test i maksimalni broj trbušnjaka u 60 sekundi). Finalno testiranje uključivalo je samo procjenu TA.

**Rezultati Studija 1** Za ukupan uzorak zabilježen je značajan pad TA ( $t\text{-test}=3,46$ ,  $p<0,001$ ), prvenstveno zbog smanjenja TA kod dječaka ( $t\text{-test}=5,15$ ,  $p<0,001$ ). Fitness status bio je sustavno pozitivno povezan s TA u obje točke testiranja kod dječaka i djevojčica, a najočitija povezanost zabilježena je između anaerobnih i aerobnih kapaciteta i TA.

**Zaključak Studija 1** Razlike u promjenama TA između dječaka i djevojčica najvjerojatnije su povezane s činjenicom da je TA kod dječaka uglavnom povezana s bavljenjem sportom. Povezanosti između fitness statusa i TA ukazuju na važnost tjelesne pismenosti u održavanju TA u izazovnim okolnostima kao što je pandemija bolesti COVID-19.

**Metode Studija 2** Istraživanje je obuhvatilo 823 adolescenta u dobi od  $16,5 \pm 2,1$  godina iz Splita, Hrvatske. Tijekom osnovnog testiranja sudionicima se procijenila TA pomoću PAQ-A upitnika, izmjerila se antropometrija, testovi tjelesnog fitnessa i životnog okruženja (urbano/ruralno). Naknadno testiranje uključivalo je procjenu TA.

**Rezultati Studija 2** Rezultati su pokazali značajan utjecaj životne sredine na smanjenje TA, uz veće smanjenje kod urbanih adolescenata ( $F=2,98$ ,  $p<0,001$ ). Logistička regresija pokazala je veću vjerojatnost za normalnu razinu TA prije pandemije u adolescenata koji su imali bolji fitness status, bez utjecaja urbanog/ruralnog okruženja. Jakost (OR:1,44, 95% CI:1,22–1,68), aerobna izdržljivost (OR:1,64, 95% CI:1,10–2,24) i anaerobna izdržljivost (OR:0,79, 95% CI:0,60–0,980) bile su pozitivno povezane s normalnim razinama TA za vrijeme pandemije.

**Zaključak Studija 2** Razlike između ruralnih i urbanih adolescenata u utvrđenim promjenama u TA objašnjavaju se karakteristikama životnih sredina (tj. nedostatak sportskih klubova i aktivnosti u ruralnim područjima), te razinom restriktivnih mjera u proučavanoj regiji i državi.

**Metode Studija 3** Ovo istraživanje obuhvatilo je 688 adolescenata (15-18 godina) iz Bosne i Hercegovine. Inicijalno testiranje uključivalo je procjenu TA (koristeći PAQ-A), sociodemografske, roditeljske i obiteljske čimbenike, dok je finalno testiranje uključivalo samo procjenu TA.

**Rezultati Studija 3** Zabilježen je značajan pad razina TA između dvije točke testiranja (t-test: 11,88,  $p < 0,001$ ). Očevo obrazovanje bilo je u pozitivnoj korelaciji (inicijalna vrijednost: OR (95% CI): 6,63 (4,58–9,96), finalna vrijednost: 3,33 (1,19–7,01)), a obiteljski sukob bio je u obrnutoj korelaciji (inicijalna vrijednost: 0,72 (0,57–0,90), finalna vrijednost: 0,77 (0,60–0,99)) s TA prije i tijekom pandemije.

**Zaključak Studija 3** Ova studija je dokazala da obiteljska kohezija i viša razina obrazovanja roditelja smanjuju pad TA tijekom pandemije. Stoga ova studija naglašava važnost odnosa između roditelja i djeteta u promicanju PA tijekom uobičajenog života, kao i tijekom kriza i izazovnih situacija poput pandemije COVID-19.

**Metode Studija 4** Istraživanjem je obuhvaćen 661 učenik u dobi od 15 do 18 godina koji je pohađao srednju školu iz Bosne i Hercegovine. Inicijalno testiranje sastojalo se od procjene TA, sportskih čimbenika i faktora uporabe i zlouporabe supstanci. Finalno testiranje tijekom pandemije bolesti COVID-19 uključivalo je procjenu TA.

**Rezultati Studija 4** Osnovni sportski čimbenici, uključujući individualno sudjelovanje u sportu, sudjelovanje u timskim sportovima, sportsko iskustvo i sportska postignuća, bili su viši u adolescenata koji su imali dovoljne razine TA za vrijeme pandemije (MWZ: 6,65, 7,95, 7,48, odnosno 6,78,  $p < 0,01$ ). Pušenje cigareta negativno je utjecalo na TA u finalnom mjerenju

(MWZ: 1,56,  $p = 0,04$ ). Konzumacija alkohola bila je u pozitivnoj korelaciji s TA prije pandemije (MWZ: 1,56,  $p = 0,04$ ), dok nije imala utjecaja na TA za vrijeme pandemije.

**Zaključak Studija 4** Rezultati studije potvrdili su važnost sudjelovanja u sportu u postizanju dovoljne TA tijekom pandemije bolesti COVID-19. Utjecaj uporabe i zlouporabe supstanci na TA prije i tijekom pandemije ukazuje na društvene i kulturne aspekte upotrebe supstanci kod adolescenata.

**Ključne riječi:** mladi, tjelesno vježbanje, tjelesni odgoj, zdravstvena krize, javno zdravstvo, koronavirus, životna sredina, tjelesni fitness, sport, obiteljska kohezija, odgoj roditelja, upotreba supstanci