

# Utjecaj nošenja školske torbe na veličinu i distribuciju plantarnog pritiska kod djece osnovnoškolske dobi

---

**Bolčević, Filip**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2018**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:711213>

*Rights / Prava:* [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-13**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

(studij za stjecanje akademskog naziva:  
magistar kineziologije)

**Filip Bolčević**

**UTJECAJ NOŠENJA ŠKOLSKE TORBE NA  
VELIČINU I DISTRIBUCIJU PLANTARNOG  
PRITISKA KOD DJECE OSNOVNOŠKOLSKE  
DOBI**

diplomski rad

**Mentor:**

**izv. prof. dr. sc. Mario Kasović**

Zagreb, rujan 2018.

# UTJECAJ NOŠENJA ŠKOLSKE TORBE NA VELIČINU I DISTRIBUCIJU PLANTARNOG PRITISKA KOD DJECE OSNOVNOŠKOLSKE DOBI

## Sažetak

Cilj ovog istraživanja bio je istražiti utjecaj nošenja školske torbe na veličinu i distribuciju plantarnog pritiska kod djece osnovnoškolske dobi. Znanstvena zajednica navodi kako je optimalan omjer mase školske torbe i mase djeteta 10-15 %. Uzorak je činilo 127 školske djece, 48.8 % dječaka (N = 62) i 51.2 % djevojčica (N = 65), dobi ( $6.7 \pm 0.5$ ) godina, tjelesne visine ( $126.6 \pm 5.7$ ) cm i tjelesne mase ( $25.6 \pm 4.2$ ) kg. Prosječna masa školske torbe za ukupnu populaciju iznosila je ( $4.2 \pm 0.7$ ) kg što predstavlja ( $16.9 \pm 3.9$ ) % prosječne mase za ukupnu populaciju. Dobiveni rezultati pokazuju kako u hodu dolazi do značajnog povećanja vrijednosti vršnog pritiska za uvjet sa školskom torbom u odnosu na uvjet bez školske torbe i to za prednji, srednji i stražnji dio stopala kod muške (15.2%, 8.3% i 9.3%) i ukupne populacije (17.1%, 5.7% i 3.9%), dok je kod ženske populacije povećanje vršnog pritiska za isti uvjet značajno za prednji i srednji dio stopala (18.9 % i 3.1%). Također, za uvjet za školskom torbom dolazi do značajnog povećanja kontaktne površine u odnosu na uvjet bez torbe za sva tri dijela stopala kod ženske populacije (6.5%, 13.0% i 3.2%), dok do značajnog povećanja kontaktne površine za prednji i srednji dio stopala dolazi kod muške (4.3% i 7.2%) i ukupne populacije (3.6% i 8.8%). Prosječan pritisak se kod ženske populacije značajno povećava za uvjet sa školskom torbom za srednji dio stopala (7.2%) i značajno smanjuje za stražnji dio stopala (5.9%), kod muške populacije se prosječan pritisak za isti uvjet značajno povećava za stražnji dio stopala (4.0%), a za ukupnu populaciju se značajno povećava za srednji dio stopala (6.2%). Ovo istraživanje pokazalo je postojanje razlika u mehanizmu opterećivanja stopala kod muške i ženske populacije ispitanika tijekom hoda u uvjetima sa školskom torbom. Zaključeno je kako je opterećenje školske torbe neadekvatno za učenike prvog razreda osnovne škole sa biomehaničkog i ergonomskog stajališta osobito zato što se još nalaze u fazi rasta i takvo opterećenje može ih izložiti boli i ozljedama donjeg dijela leđa u odrasloj dobi.

*Ključne riječi:* školska djeca, kralježnica, sila, pedobarografija, analiza hoda

## EFFECTS OF BACKPACK CARRIAGE ON MAGNITUDE AND DISTRIBUTION OF PLANTAR PRESSURE AMONG PRIMARY SCHOOLCHILDREN

### **Abstract**

The purpose of this study was to research effects of backpack carriage on magnitude and distribution of plantar pressure among primary schoolchildren. Scientific community acknowledges that the optimal mass of school bag in comparison to children body mass is between 10-15 %. The sample was comprising 127 schoolchildren, 48.8 % boys (N = 62) and 51.2 % girls (N = 65), age ( $6.7 \pm 0.5$ ) years, body height ( $126.6 \pm 5.7$ ) cm and body mass ( $25.6 \pm 4.2$ ) kg. Average mass of school bags for whole sample was ( $4.2 \pm 0.7$ ) kg which represents ( $16.9 \pm 3.9$ ) %. Results are showing significant increase in mean pressure for condition with school bag while walking in reference to condition without school bag for forefoot, midfoot and hindfoot in boys (15.2%, 8.3% i 9.3%) and whole sample (17.1%, 5.7% i 3.9%), while in girls increase is observed in mean pressure for the same condition for forefoot and midfoot (18.9 % i 3.1%). Also, for condition with school bag it comes to significant increase in contact area in reference to condition without bag for whole three parts of foot in girls (6.5%, 13.0% i 3.2%), and as well for boys in forefoot and midfoot (4.3% i 7.2%) and whole sample (3.6% i 8.8%). Mean pressure is significantly increasing for condition with school bag for midfoot in girls (7.2%) and significantly decreasing for hindfoot (5.9%), in boys sample mean pressure for the same condition is also significantly increasing for hindfoot (4.0%), and for whole sample significantly increasing for midfoot (6.2%). This research has shown difference in mechanism of feet loading in boys and girls while dynamic conditions with school bag. It was concluded that the load of schoolbags carried by first graders is too high from biomechanical and ergonomic point of view especially because they are still in growth phase and that kind of load can cause pain or low back injuries in adulthood.

*Keywords:* schoolchildren, spine, force, pedobarography, gait analysis

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	5
2. CILJ ISTRAŽIVANJA.....	9
3. METODE RADA.....	10
3.1. ISPITANICI.....	10
3.2. MJERNI PROTOKOL .....	10
3.3. AKVIZICIJA I OBRADA SIGNALA .....	11
3.4. STATISTIČKA ANALIZA PODATAKA.....	12
4. REZULTATI.....	13
5. RASPRAVA .....	20
6. ZAKLJUČAK .....	29
7. ZAHVALA .....	31
8. LITERATURA .....	32

## 1. UVOD

Djeca kretanjem u školu u 6. ili 7. godini života mijenjaju aktivni način života za sjedilački, značajno smanjujući vrijeme provedeno u tjelesnoj aktivnosti kroz spontanu ili organiziranu igru. Tjelesna neaktivnost djece prepoznata je od strane Svjetske zdravstvene organizacije kao veliki zdravstveni problem i jedan od primarnih problema modernog življenja. Pohađanjem škole djeca satima sjede u školskim klupama i naglo povećavaju sedentarni način statičkog naprezanja (Jureša, 2006). Od kretanja u prvi razred osnovne škole pa sve do kraja školovanja, školske torbe predstavljaju djeci glavnu potporu za prenošenje knjiga i pribora te transport iste čini dnevnu aktivnost većine djece (Al-Saleem i sur., 2016). S jedne strane, školske torbe mogu umanjiti biomehaničke i energetske zahtjeve te osloboditi ruke za druge aktivnosti, no postoji velika zabrinutost oko mogućih posljedica korištenja školske torbe, osobito kada se radi o prekomjernom opterećenju, lošem pozicioniranju na leđa i neergonomskom dizajnu s lošim naramenicima i bez remena za struk (Hamilton, 2001; Mackie, Stevenson, Reid i Legg, 2005; Mackie, Beadle i Hedderley, 2003). Neodgovarajuća upotreba školske torbe tijekom faze rasta kod djece može dovesti do mišićne neuravnoteženosti koja se može pretvoriti u kroničnu bol i probleme s vratnom kralježnicom kasnije u životu (The American Academy of Orthopaedic Surgeons – AAOS, 2008). Kada je opterećenje školske torbe veće nego jakost mišića osobe koja ju nosi, problem će se referirati na kralježnicu, pojavu boli, strukturalne promjene ili disfunkcije. Iz tog razloga je za djecu između 5. i 17. godine života osobito važno provoditi aktivnosti opterećenja kostiju koje su dio elementarnih igara, trčanja, bacanja i skakanja zbog povećanja gustoće kostiju i prevencije osteoporoze u budućnosti (WHO, 2010, 2011).

Školsko dječje doba je treće razvojno razdoblje djeteta koje započinje upisom u osnovnu školu i koje obilježava bliskost u antropološkim razvojnim značajkama kod oba spola. Mlađa školska dob odnosi se na razrednu nastavu koja traje od 6. ili 7. godine kada dijete kreće u osnovnu školu pa do 10. godine života djeteta. Djeca mlađe školske dobi tada se nalaze u usporenoj fazi rasta i razvoja u kojoj kostur raste sporo, no struktura kostiju se značajno mijenja i posjeduje sve više koštanog spram hrskavičnog tkiva. Zbog još nezavršenog procesa osifikacije, kostur djece navedene dobi je i dalje podložan raznovrsnim devijacijama, a kako mišići i ligamenti nisu dostigli svoju potpunu funkcionalnu zrelost, lako dolazi do uganuća i iščašenja zglobova, iskrivljenja kralježnice, spuštanja svodova stopala i sl. Mišići, a time i prirast svih vrsta jakosti se kod oba spola razvija polako. U prvoj polovici razdoblja mlađe školske dobi (6-8 god.) vidljiv je napredak u jakosti kod većih mišića, a tek na kraju ovog

razdoblja (8-10 god.) raste i jakost manjih mišićnih skupina (Neljak, 2013; Mišigoj Duraković, 2008).

Znanstvena zajednica potvrđuje kako početak nošenja opterećenja u školskim torbama kod djece predstavlja kritičnu točku te se mnogi znanstvenici slažu kako je neodgovarajuća masa torbe jedan od najvažnijih faktora koji može utjecati na zdravlje i pravilan rast djeteta. Zbog razvojnih karakteristika u razdoblju mlađe školske dobi, djeca navedenih dobnih skupina mogu podnijeti samo nešto veća opterećenja od djece predškolskog uzrasta (Neljak, 2013; Mišigoj Duraković, 2008). Problem školske torbe dobiva sve više pozornosti kod stručnjaka zaduženih za školsku medicinu, voditelja škole, učitelja i roditelja te je jedan od glavnih pitanja u istraživanjima o stvaranju i primjenjivanju ergonomskih smjernica za izradu školskih torbi, načinima pozicioniranja torbe na tijelo učenika i prevalencije boli u leđima kod školske djece (Ramadan i Al-Shayea, 2013; Mackie i Legg., 2008). Unatoč nedostatku referentnih vrijednosti za masu školske torbe, preveliko opterećenje smatra se važnim faktorom boli u leđima i većina znanstvenika i zdravstvenih djelatnika se slaže kako bi masa školske torbe trebala biti jednako distribuirana preko oba ramena (Cottalorda, Bourelle, Gautheron i Kohler, 2004) te činiti 10 – 15% tjelesne mase (TM) djeteta, što predstavlja manji rizik za njegov pravilan rast i razvoj (Dockrell, Simms i Blake, 2013; Bauer i Freivalds, 2009; van Gent, Dols, de Rover, Sing, i de Vet, 2003; Voll i Klimt, 1977; Chow i sur., 2005; Brackley, Stevenson i Selinger, 2009). Pokazalo se da 10 ili više posto opterećenja uzrokuje produženi oporavak krvnog tlaka (Hong, Li, Wong i Robinson, 2000; Hong i Brueggemann, 2000) i promjene u kinematičkim, kinetičkim i elektromiografskim parametrima (Chow i sur., 2005; Bobet i Norman, 1984). Općenito, istraživanja navode kako opterećenje školske torbe ne bi trebalo biti veće od 15% TM zato što može uzrokovati veliki posturalni i respiratorni zamor, dok su u nekim slučajevima kod opterećenja od 10% TM uočene abnormalne promjene u biomehaničkim i fiziološkim parametrima kod djece. Pretjerana masa i pojedini tipovi školske torbe mogu uzrokovati pritisak na živce u vrhu vrata što može dovesti do mišićnog spazma kao i boli u vratu i ramenima (Mao, Brandon i Hargens, 2015).

Nacionalni i međunarodni izvještaji od strane stručnjaka šalju zabrinjavajuće poruke o povećanju prevalencije boli u donjem dijelu leđa kod djece (Smith, 2001). Otprilike 70% ortopeda Američke akademije za ortopede (AAOS) smatra kako su teške školske torbe problem za djecu i kako mogu biti odgovorne za razvoj boli u donjem dijelu leđa. Navedene spoznaje se slažu s ranijim spoznajama medicinskih stručnjaka (Jabarti i Aboud, 2004) te su iz tog razloga

razvijeni edukacijski programi o školskim torbama s ciljem učenja djece školske dobi kako ispravno popuniti i nositi školsku torbu da bi se izbjegle ozljede. Podaci pokazuju kako više od 90% djece na putu do škole nosi svoje školske torbe na leđima (Voll i sur., 1977). Za neke autore upravo taj put do škole i natrag te vrijeme u kojem ga dijete prijeđe predstavljaju rizik za zdravlje njegove kralježnice (Siambanes, Martinez, Butler i Haider, 2004; Viry, Creveuil i Marcelli, 1999). Pritom je osobito važna i vrsta podloge po kojoj se dijete kreće na putu do škole, nagib terena, prepreke poput stepenica i nogostupa te način kretanja (hodanje, brzo hodanje, trčanje, poskakivanje i sl.). U urbanim zonama djeca većinom hodaju po tvrdim asfaltnim i betonskim površinama zbog čega je opterećenje stopala i tijela djeteta jednolično i bez odgovarajuće stimulacije mišića koji omogućuju pravilan razvoj svodova stopala i cjelokupne posture (Kasović, Zvonar i Sebera, 2014). Mogućnost razvoja posturalnih promjena povećana je u mlađoj dobi zbog činjenice da su u toj fazi koštani i mišićno-tetivno-ligamentni sustav još uvijek jako osjetljivi i u razvoju. Istraživanja pokazuju kako upravo nošenje školske torbe može doprinijeti povećanom pretklonu trupa kao reakciji na promijenjenu poziciju centra mase sustava tijelo - školska torba, smanjenoj lumbalnoj lordozi i kifozi (Bloom i Woodhull-Mcneal, 1987; Pascoe, Pascoe, Wang, Shim i Kim, 1997; Negrini i Negrini, 2007; Mackie i Legg, 2008; Singh i Koh, 2009), poremećajima statičke ravnoteže u vidu povećanog ljujanja tijela (Pau i Pau, 2010) te modifikacijama distribucije plantarnog pritiska (Pau, Corona, Leban i Pau, 2011; Pau, Leban, Corona, Gioi i Nussbaum, 2015). Dodatni utjecaj može uključivati promjene u vremensko-prostornim parametrima hoda, kao što su redukcija brzine i dužina ciklusa hoda, povećanje trajanja jednopotporne i dvopotporne faze i frekvencije koraka i to posebno kod asimetričnog nošenja (Pau, Mandaresu, Leban i Nussbaum, 2015; Pascoe i sur., 1997; Hong i Brueggemann, 2000; Singh i Koh, 2009). Istraživanje je pokazalo povećan utjecaj nošenja opterećenja na plantarni pritisak pod statičkim uvjetima u odnosu na dinamičke uvjete. Moguće objašnjenje je način na koji se kontakt između stopala i podloge mijenja s pokretom (Pau i sur., 2015). Promjene koje se pojavljuju u obrascu plantarnog pritiska kada je postavljena školska torba izazvane su najviše pomicanjem trupa naprijed kao reakcije vraćanja početnog položaja centra pritiska i održavanja istoga unutar baze oslonca nego samim dodanim opterećenjem (Bloom i Woodhull-McNeal, 1987; Goh, Thambyah i Bose, 1998; Negrini i Negrini, 2007; Brackley i sur., 2009). Ova posturalna adaptacija dovodi do pomicanja centra pritiska prema prstima (Sako, Kawahara i Tanaka, 2004; Pau i sur., 2011), a sam pretklon trupa veći je tijekom hodanja nego u statičkim uvjetima (Singh i Koh, 2009). Možemo očekivati kako se veći dio TM premješta na prednji dio stopala tijekom hodanja s posljedicom većeg plantarnog pritiska u tom dijelu. Pokazalo se kako više od 50% djece nosi opterećenje veće od preporučenih



graničnih vrijednosti. Najveće promjene su zabilježene u vršnim i prosječnim pritiscima prednjeg dijela stopala u statičkim uvjetima. Na temelju spoznaja ovog istraživanja, analiza hoda u školi predstavlja koristan alat za otkrivanje kritičnih situacija koje mogu potencijalno ugroziti zdravlje uzrokovano prekomjernim opterećenjem (školska torba, pretilost, anomalije u morfologiji i funkciji stopala) što može dovesti do neugode i boli te smanjene želje za sudjelovanjem u tjelesnoj aktivnosti.

## 2. CILJ ISTRAŽIVANJA

S obzirom na navedenu problematiku, glavni cilj ovog istraživanja je odrediti utjecaj nošenja školske torbe na veličinu i distribuciju plantarnog pritiska koje može dovesti do dugotrajnih posljedica na zdravlje i kvalitetu života kod djece. Osim toga rezultate je bitno interpretirati po spolu i tako usporediti biomehaničke parametre iz razloga što su djeca u ovoj dobi izrazitno slična po antropološkim obilježjima, no postoji značajna razlika u razini tjelesne aktivnosti gdje su dječaci aktivniji od djevojčica, a poznato je kako tjelesna aktivnost utječe na stimulaciju mišića i razvoj stopala. Isto tako bitno je mjeriti i analizirati masu školske torbe jer su u literaturi poznate preporučene vrijednosti te prekoračenje istoga može dovesti do preopterećenja i pojave boli kod djece.

### 3. METODE RADA

#### 3.1. ISPITANICI

Istraživanje je provedeno u Brnu (Republika Češka) na Fakultetu za sportske studije Masaryk sveučilišta za vrijeme Erasmus studentskog boravka autora tijekom zimskog semestra u prosincu 2017. godine. Kako bi se ostvarili stvarni uvjeti odlučeno je kako će se izbjeći laboratorijska mjerenja te su terenska mjerenja provedena u pet osnovnih škola na području grada Brna. Takvim mjerenjem u učionici pridobila se opuštenost ispitanika što je utjecalo na povećanu valjanost, a isti uvjeti omogućuju veću dostupnost ispitanika pa tako i reprezentativni uzorak (Pau i sur., 2015). Tijekom vremena istraživanja niti jedan ispitanik nije imao nikakvih patoloških abnormalnosti stopala, akutnih ili kroničnih ozljeda ili bilo kakvih drugih bolesti ili stanja koja bi mogla utjecati na hod i rezultate mjerenja. Od ispitanika se zahtijevalo da za mjerenje u svoju školsku torbu stave sve one školske materijale i didaktička pomagala kao i opremu za tjelesni odgoj s kojima su taj dan došli u školu kako bismo dobili informacije o stvarnom stanju opterećenja djece. Sva mjerenja provedena su u približno isto doba dana u prijepodnevnim satima. Prije istraživanja ispitanici i njihovi roditelji su upoznati s protokolom mjerenja, potencijalnim doprinosom istraživanja i mogućim nelagodnostima tijekom izvođenja istoga te su potpisali *Izjavu o suglasnosti dobrovoljnog sudjelovanja u istraživanju*. Povjerenstvo za znanstveni rad i etiku Fakulteta za sportske studije odobrilo je provedbu istraživanja te su poštovani svi etički principi.

#### 3.2. MJERNI PROTOKOL

Za potrebe istraživanja primjenjivala se Emed-xl (Novel, Njemačka) pedobarografska platforma dimenzija 152 x 50 x 1.8 cm, sačinjena od 25,344 kapacitativnih senzora na području od 144 x 44 cm, frekvencije 100 Hz i spojena preko USB-a na prijenosno računalo. Nakon što su istraživači dobili potvrdu o dozvoli sudjelovanja ispitanika u istraživanju i objasnili im cijeli mjerni postupak, učenici su u manjim grupama odvedeni u odvojenu učionicu kako bi se provelo mjerenje. Ispitanici su prvo skinuli tenisice, a nakon toga je izmjerena njihova masa i visina tijela te masa školske torbe prema Međunarodnom biološkom programu (Mišigoj Duraković, 2008). Zatim je provedeno dinamičko mjerenje raspodjele plantarnog pritiska gdje se od ispitanika tražilo da hodaju spontano i prirodnom brzinom preko mjerne staze i platforme gdje su zabilježene pedobarografske značajke prvo bez školske torbe, a zatim s istom. Učenici su izveli nekoliko pokušaja prelaska preko mjerne staze sve dok nisu ostvarena najmanje tri

prirodna i pravilna koraka za svako stopalo, kao prema istraživanju Pau i suradnika (2015). Nakon što bi se izvelo dinamičko mjerenje, ispitanici su završili s mjerenjem.



Slika 1. Prikaz mjerne staze i pedobarografske platforme za analizu hoda

### 3.3. AKVIZICIJA I OBRADA SIGNALA

Akvizicija i obrada pedobarografskih signala provedena je uz pomoć posebno oblikovanog Emed softvera tvrtke Novel. Značajka ovakvog sustava je omogućiti mjerenje visoke preciznosti uz jednostavnost korištenja i obrade podataka. Iz programa su izvedene sljedeće pedobarografske varijable: vršni pritisak (kPa), prosječni pritisak (kPa) i površina kontakta ( $\text{cm}^2$ ) za stražnji dio stopala (SS), srednji dio stopala (SRS) i prednji dio stopala (PS) posebno za mušku (M), žensku (Ž) te ukupnu populaciju. Vršni pritisak za pojedini dio stopala je najveća vrijednost plantarnog pritiska koju je izmjerio pojedini senzor na tom dijelu kontaktne površine. Prosječni pritisak za pojedini dio stopala je srednja vrijednost plantarnog pritiska dobivena na temelju mjerenja svakog pojedinog senzora na tom dijelu kontaktne površine (Pau i sur., 2015). Kontaktna površina za sva tri dijela stopala izračunata je prema opisu Cavanagh i Rodgers

(1987). Svi signali obrađeni su na temelju aritmetičke sredine tri pokušaja za svaku varijablu svakog uvjeta.

#### 3.4. STATISTIČKA ANALIZA PODATAKA

Prikupljeni rezultati mjerenja upisani su i obrađeni u programskom paketu *Statistica 13.0* (Statsoft, Tulsa, SAD) licenciranom na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Za potrebe ove studije prvo su izračunati deskriptivni parametri (aritmetička sredina, standardna devijacija, minimalna vrijednost, maksimalna vrijednost). Normalnost distribucije varijabli procjenjena je Kolmogorov-Smirnovljevim (K-S) testom na razini pogreške zaključivanja  $p \leq 0,05$ . Razlike između početnog i završnog mjerenja provjerene su pomoću t-testa za velike zavisne uzorke. Korišten je i t-test za velike nezavisne uzorke kako bi se provjerilo postojanje bilateralnih razlika stopala. Razina statističke značajnosti postavljena je na vrijednost  $p \leq 0,05$ .

### 3. REZULTATI

U istraživanju je sudjelovalo ukupno 133 djece iz školske populacije prvog razreda pet različitih osnovnih škola. Od ukupnog broja ispitanika, 6 ispitanika je isključeno iz istraživanja uslijed uviđenih grešaka mjernog sustava tijekom obrade signala u vidu ostvarivanja tri pokušaja sa svakim stopalom u uvjetima bez i sa školskom torbom. Svi ispitanici nosili su školsku torbu preko oba ramena. Konačni uzorak činilo je 127 školske djece, 48.8 % dječaka (N = 62) i 51.2 % djevojčica (N = 65), dobi ( $6.7 \pm 0.5$ ) godina, tjelesne visine ( $126.6 \pm 5.7$ ) cm i tjelesne mase ( $25.6 \pm 4.2$ ) kg. Prosječna masa školske torbe za ukupnu populaciju iznosila je ( $4.2 \pm 0.7$ ) kg što predstavlja ( $16.9 \pm 3.9$ ) % prosječne tjelesne mase za ukupnu populaciju.

**Tablica 1.** Deskriptivna analiza varijabli za mušku, žensku i ukupnu populaciju. Vrijednosti su izražene kao MIN, MAX i AS  $\pm$  SD.

Varijable	Dječaci		Djevojčice		Ukupno	
	MIN - MAX	AS $\pm$ SD	MIN - MAX	AS $\pm$ SD	MIN - MAX	AS $\pm$ SD
Masa tijela (kg)	17.7 - 31.3	24.8 $\pm$ 3	17.1 - 40.5	25.6 $\pm$ 5	17.1 - 40.5	25.6 $\pm$ 4.2
Masa torbe (kg)	2.8 - 6.5	4.2 $\pm$ 0.8	2.3 - 5.6	4.1 $\pm$ 0.6	2.3 - 6.5	4.2 $\pm$ 0.7
Masa torbe (% TM)	9.9 - 29.3	17.3 $\pm$ 4.1	8.9 - 25.7	16.5 $\pm$ 3.7	8.9 - 29.3	16.9 $\pm$ 3.9

**Tablica 2.** Deskriptivna analiza postotka opterećenja.

Masa torbe (% TM)	Dječaci		Djevojčice		Ukupno	
	N	%	N	%	N	%
< 10 % TM	1	1.6	3	4.6	4	3.1
> 10% TM	61	98.4	62	95.4	123	96.9
> 15 % TM	44	71.0	44	67.7	88	69.3
> 20 % TM	15	24.2	10	15.4	25	19.7
> 25 % TM	2	3.2	2	3.1	4	3.1

Vrijednosti vršnog pritiska, prosječnog pritiska (Tablica 3, 4 i 5) i kontaktne površine stopalo – podloga (Tablica 6, 7 i 8) za mušku, žensku i ukupnu populaciju u dinamičkim uvjetima određene su na temelju aritmetičke sredine izmjerenih vrijednosti navedenih varijabli za desnu i lijevu nogu s obzirom da nije pronađena značajna razlika između lijeve i desne noge.

Dobiveni rezultati pokazuju kako u hodu dolazi do značajnog povećanja vrijednosti vršnog pritiska za uvjet sa školskom torbom u odnosu na uvjet bez školske torbe i to za prednji, srednji i stražnji dio stopala kod muške (15.2%, 8.3% i 9.3%) i ukupne populacije (17.1%, 5.7% i

3.9%), dok je kod ženske populacije povećanje vršnog pritiska za isti uvjet značajno za prednji i srednji dio stopala (18.9% i 3.1%). Također, za uvjet sa školskom torbom dolazi do značajnog povećanja kontaktne površine u odnosu na uvjet bez torbe za sva tri dijela stopala kod ženske populacije (6.5%, 13.0% i 3.2%), dok do značajnog povećanja kontaktne površine za prednji i srednji dio stopala dolazi kod muške (4.3% i 7.2 %) i ukupne populacije (3.6% i 8.8%). U skladu s navedenim promjenama vrijednosti varijabli, prosječni pritisak se značajno povećava za uvjet sa školskom torbom kod ženske populacije za srednji dio stopala (7.2%) i značajno smanjuje za stražnji dio stopala (5.9%), kod muške populacije se prosječni pritisak za isti uvjet značajno povećava za stražnji dio stopala (4.0%), a za ukupnu populaciju se značajno povećava za srednji dio stopala (6.2 %).

**Tablica 3.** Vrijednosti plantarnog pritiska za prednji, srednji i stražnji dio stopala tijekom hoda za ukupnu populaciju. Vrijednosti su izražene kao AS ± SD; p - vrijednosti su određene za razlike između uvjeta bez i sa školskom torbom i simbol \* označava značajni utjecaj (p<0,05).

	Bez torbe	S torbom	Promjena (%)	Utjecaj školske torbe p vrijednosti	Utjecaj stopala p vrijednosti
<b>Vršni pritisak</b>					
Prednji dio stopala (kPa)	192.1 ± 71.2	225.0 ± 76.5	17.1 %	0.000000 *	0.15
Srednji dio stopala (kPa)	111.2 ± 17.9	117.5 ± 25.7	5.7 %	0.000000 *	0.000 *
Stražnji dio stopala (kPa)	344.1 ± 144.9	357.5 ± 141.5	3.9 %	0.004467 *	0.945
<b>Prosječni pritisak</b>					
Prednji dio stopala (kPa)	346.9 ± 191.6	345.9 ± 187.2	-0.3 %	0.874992	0.341
Srednji dio stopala (kPa)	332.9 ± 192.5	353.7 ± 200.0	6.2 %	0.004575 *	0.81
Stražnji dio stopala (kPa)	138.7 ± 35.0	136.7 ± 26.7	-1.4 %	0.124740	0.307

**Tablica 4.** Vrijednosti plantarnog pritiska za prednji, srednji i stražnji dio stopala tijekom hoda za mušku populaciju. Vrijednosti su izražene kao AS ± SD; p - vrijednosti su određene za razlike između uvjeta bez i sa školskom torbom i simbol \* označava značajni utjecaj (p<0,05).

	Bez torbe	S torbom	Promjena (%)	Utjecaj školske torbe p vrijednosti	Utjecaj stopala p vrijednosti
<b>Vršni pritisak</b>					
Prednji dio stopala (kPa)	187.2 ± 60.4	215.7 ± 70.3	15.2 %	0.000000 *	0.275
Srednji dio stopala (kPa)	110.2 ± 15.4	119.4 ± 27.0	8.3 %	0.000000 *	0.22
Stražnji dio stopala (kPa)	321.0 ± 135.0	350.7 ± 137.3	9.3 %	0.000001 *	0.87
<b>Prosječni pritisak</b>					
Prednji dio stopala (kPa)	228.8 ± 102.5	228.5 ± 101.3	-0.1 %	0.952555	0.457
Srednji dio stopala (kPa)	221,4 ± 106.9	231.0 ± 112.1	4.3 %	0.106168	0.01 *
Stražnji dio stopala (kPa)	127.4 ± 24.8	132.5 ± 24.9	4.0 %	0.000447 *	0.392



**Tablica 5.** Vrijednosti plantarnog pritiska za prednji, srednji i stražnji dio stopala tijekom hoda za žensku populaciju. Vrijednosti su izražene kao AS ± SD; p - vrijednosti su određene za razlike između uvjeta bez i sa školskom torbom i simbol \* označava značajni utjecaj (p<0,05).

	Bez torbe	S torbom	Promjena (%)	Utjecaj školske torbe p vrijednosti	Utjecaj stopala p vrijednosti
<b>Vršni pritisak</b>					
Prednji dio stopala (kPa)	196.8 ± 79.9	233.9 ± 81.1	18.9 %	0.000000 *	0.457
Srednji dio stopala (kPa)	112.1 ± 20.0	115.6 ± 24.3	3.1 %	0.002337 *	0.209
Stražnji dio stopala (kPa)	366.0 ± 150.7	364.0 ± 145.4	-0.5 %	0.783881	0.959
<b>Prosječni pritisak</b>					
Prednji dio stopala (kPa)	233.4 ± 106.3	233.0 ± 104.4	-0.2 %	0.937867	0.172
Srednji dio stopala (kPa)	222.1 ± 111.3	238.2 ± 113.1	7.2 %	0.005832 *	0.213
Stražnji dio stopala (kPa)	149.5 ± 39.6	140.7 ± 27.8	-5.9 %	0.000046 *	0.578

**Tablica 6.** Vrijednosti kontaktne površine za prednji, srednji i stražnji dio stopala tijekom hoda za ukupnu populaciju. Vrijednosti su izražene kao AS ± SD; p - vrijednosti su određene za razlike između uvjeta bez i sa školskom torbom i simbol \* označava značajni utjecaj (p<0,05).

	Bez torbe	S torbom	Promjena (%)	Utjecaj školske torbe p vrijednosti	Utjecaj stopala p vrijednosti
<b>Kontaktna površina</b>					
Prednji dio stopala (cm <sup>2</sup> )	129.2 ± 24.9	133.9 ± 27.7	3.6 %	0.000067 *	0.82
Srednji dio stopala (cm <sup>2</sup> )	97.8 ± 54.0	106.4 ± 49.8	8.8 %	0.000011 *	0.069
Stražnji dio stopala (cm <sup>2</sup> )	118.8 ± 20.0	119.2 ± 15.9	0.3 %	0.616729	0.819

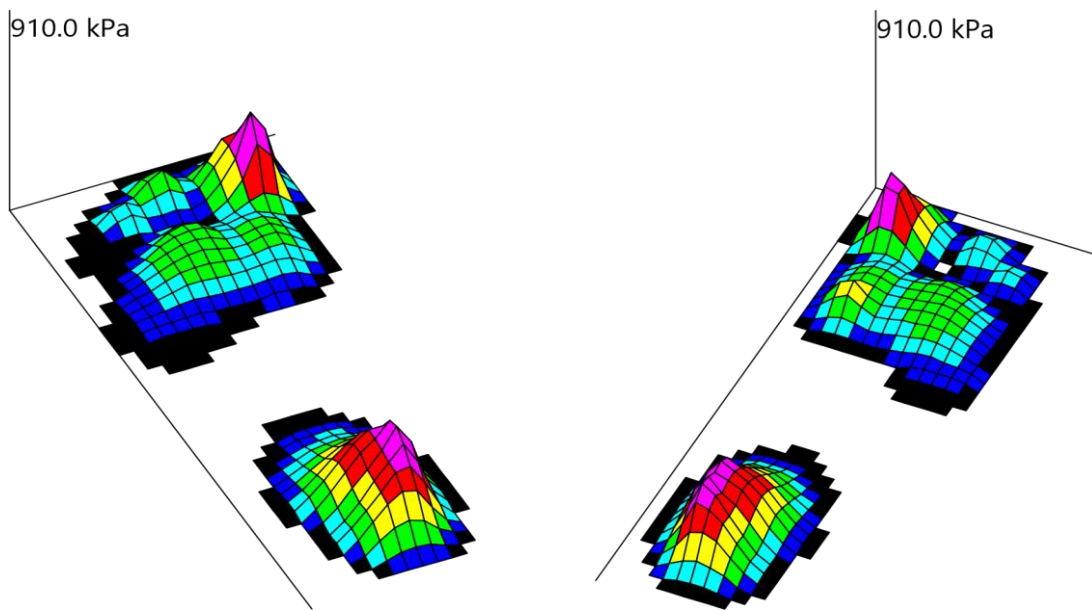
**Tablica 7.** Vrijednosti kontaktne površine za prednji, srednji i stražnji dio stopala tijekom hoda za mušku populaciju. Vrijednosti su izražene kao AS ± SD; p - vrijednosti su određene za razlike između uvjeta bez i sa školskom torbom i simbol \* označava značajni utjecaj (p<0,05).

	Bez torbe	S torbom	Promjena (%)	Utjecaj školske torbe p vrijednosti	Utjecaj stopala p vrijednosti
<b>Kontaktna površina</b>					
Prednji dio stopala (cm <sup>2</sup> )	126.4 ± 21.8	131.8 ± 25.3	4.3 %	0.000727 *	0.905
Srednji dio stopala (cm <sup>2</sup> )	101.0 ± 50.3	108.3 ± 47.0	7.2 %	0.008387 *	0.477
Stražnji dio stopala (cm <sup>2</sup> )	118.3 ± 18.9	117.9 ± 15.6	-0.3 %	0.696876	0.000 *

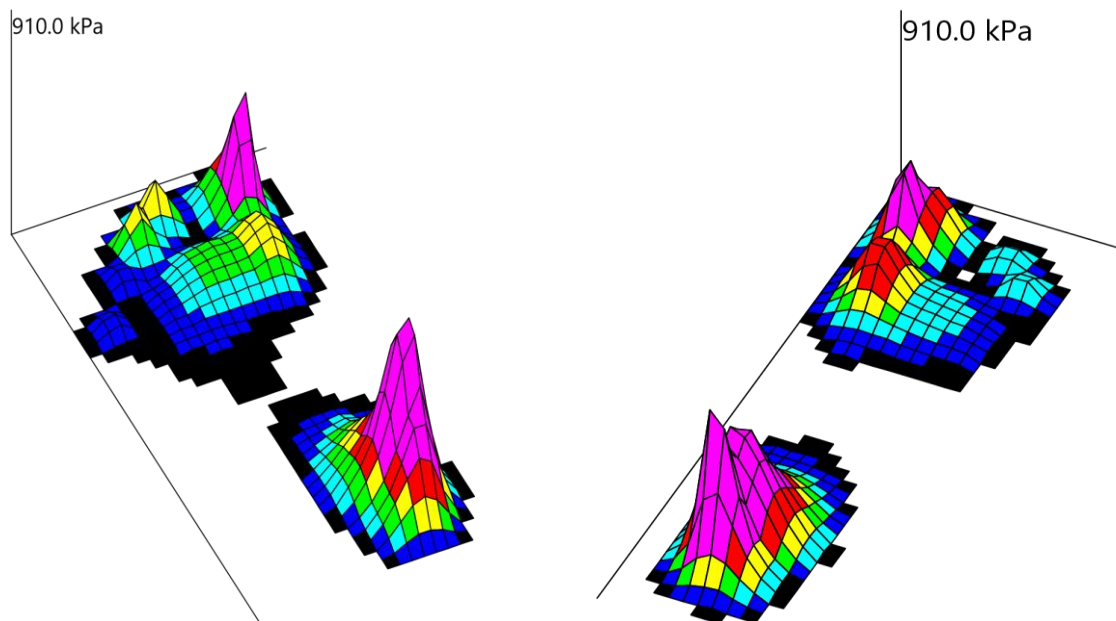
**Tablica 8.** Vrijednosti kontaktne površine za prednji, srednji i stražnji dio stopala tijekom hoda za žensku populaciju. Vrijednosti su izražene kao AS ± SD; p - vrijednosti su određene za razlike između uvjeta bez i sa školskom torbom i simbol \* označava značajni utjecaj (p<0,05).

	Bez torbe	S torbom	Promjena (%)	Utjecaj školske torbe p vrijednosti	Utjecaj stopala p vrijednosti
<b>Kontaktna površina</b>					
Prednji dio stopala (cm <sup>2</sup> )	132.4 ± 24.8	141.0 ± 26.1	6.5 %	0.000001 *	0.916
Srednji dio stopala (cm <sup>2</sup> )	93.2 ± 55.6	105.3 ± 51.4	13.0 %	0.000006 *	0.024 *
Stražnji dio stopala (cm <sup>2</sup> )	117.7 ± 20.7	121.5 ± 16.1	3.2 %	0.002639 *	0.661

a)

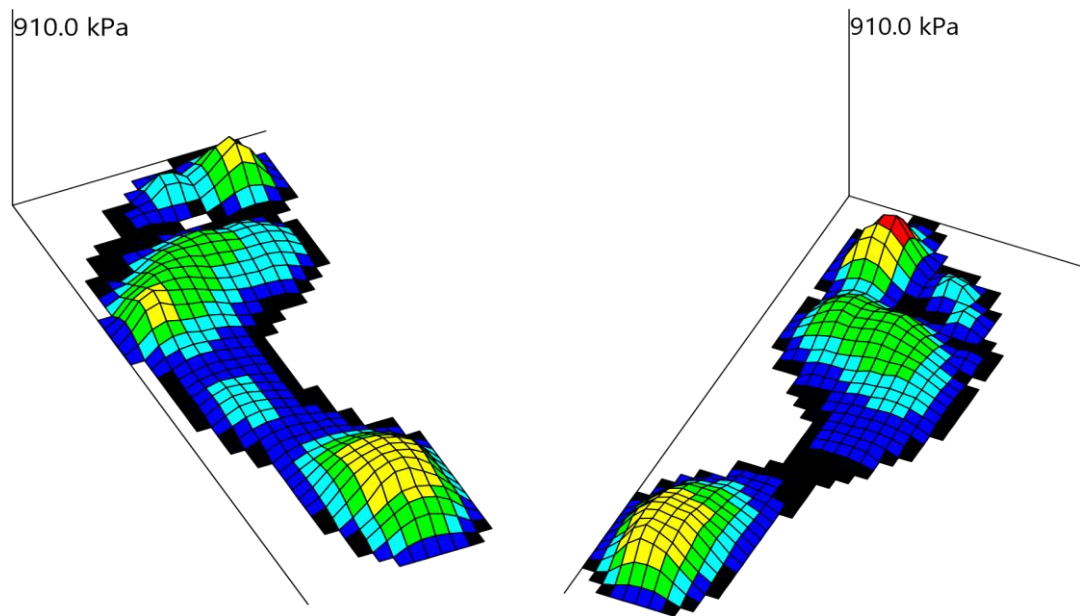


b)

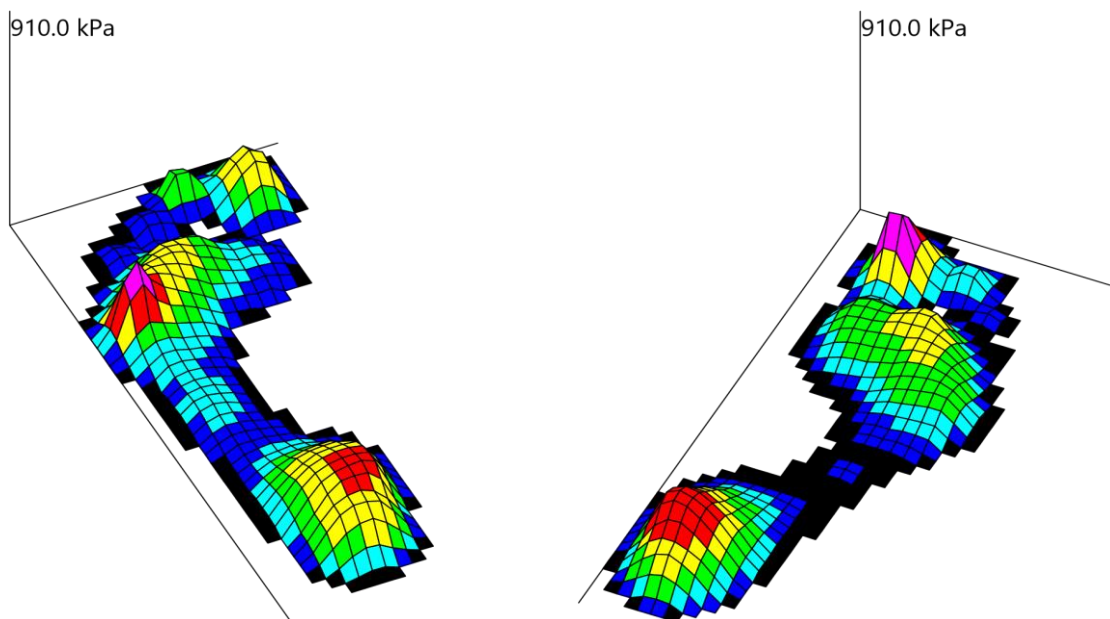


**Slika 2:** Distribucija plantarnog pritiska lijeve i desne noge u uvjetu bez (a) i sa školskom torbom (b) čija masa čini 29.3% tjelesne mase ispitanika.

a)



b)



**Slika 3:** Distribucija plantarnog pritiska lijeve i desne noge u uvjetu bez (a) i sa školskom torbom (b) čija masa čini 14% tjelesne mase ispitanika.

## 5. RASPRAVA

Školske torbe predstavljaju najšire rasprostranjenu metodu nošenja školskog pribora između djece i adolescenata (Whittfield, Legg i Hedderley, 2005; Goodgold i sur., 2003; Forjuoh, Lane i Schuchmann, 2003; Pau i Pau, 2010). Iako su veoma korisne mogu predstavljati uzrok boli i ozljede korisnika ukoliko ih se pretjerano optereti (Whittfield i sur., 2005; Bauer i Freivalds, 2009; Talbott, Bhattacharya, Davis, Shukla i Levin, 2009). Unatoč nedostatku referentnih vrijednosti za masu školske torbe, Hong i sur. (2000) i Forjuoh i sur. (2003) preporučuju optimalan iznos mase školske torbe za djecu do 15% njihove tjelesne mase. Ovo istraživanje je pokazalo kako 127 djece prvih razreda pet različitih osnovnih škola nosi školsku torbu prosječne mase ( $4.2 \pm 0.7$ ) kg što predstavlja ( $16.9 \pm 3.9$ ) % prosječne TM za ukupnu populaciju. Dobiveni rezultati potvrđuju prvotnu pretpostavku da su školske torbe teže od propisanih normativa u svijetu, te su maksimalne izmjerene vrijednosti kod djevojčica (25.7 %) i dječaka (29.3 %) zaista alarmantne te govore o prekomjernoj opterećenosti ispitanika. Od ukupnog broja ispitanika, 4 učenika (3.1%) nosi školsku torbu čija masa čini 0 – 9.9% TM, 35 učenika (27.6%) nosi školsku torbu čija masa čini 10 – 14.9% TM, 62 učenika (48.8%) nosi školsku torbu čija masa čini 15 – 19.9% TM, 22 učenika (17.3%) nosi školsku torbu čija masa čini 20 – 24.9% TM te 4 učenika (3.1%) nosi školsku torbu čija je masa iznad 25% TM. Među ispitanicima djevojčice čine 51.8% (N = 65) i njihova prosječna masa torbe iznosi ( $4.1 \pm 0.6$ ) kg što predstavlja ( $16.5 \pm 3.7$ ) % TM. Od ukupnog broja djevojčica, 3 učenice (4.6%) nose školsku torbu čija masa čini 0 – 9.9% TM, 18 učenica (27.7%) nosi školsku torbu čija masa čini 10 – 14.9% TM, 33 učenice (50.8%) nosi školsku torbu čija masa čini 15 – 19.9% TM, 9 učenica (13.8%) nosi školsku torbu čija masa čini 20 – 24.9% TM te 2 učenice (3.1%) nosi školsku torbu čija je masa iznad 25% TM. S druge strane, 48.2% ukupne populacije (N = 62) čine dječaci i njihova prosječna masa torbe iznosi ( $4.2 \pm 0.8$ ) kg što predstavlja ( $17.3 \pm 4.1$ ) % TM što znači da nose u prosjeku veća opterećenja od djevojaka. Od ukupnog broja dječaka, 1 učenik (1.6%) nosi školsku torbu čija masa čini 0 – 9.9% TM, 17 učenika (27.4%) nosi školsku torbu čija masa čini 10 – 14.9% TM, 29 učenika (46.8%) nosi školsku torbu čija masa čini 15 – 19.9% TM, 13 učenika (21.0%) nosi školsku torbu čija masa čini 20 – 24.9% TM te 2 učenika (3.2%) nosi školsku torbu čija je masa iznad 25% TM. S obzirom na navedene vrijednosti, primjećujemo da su učenici prvih razreda iz pet različitih osnovnih škola koje su sudjelovale u ispitivanju u prosjeku preopterećeni jer njihova prosječna masa školske torbe čini 15 – 20% TM što se slaže s provedenim istraživanjima o preopterećenju djece u svijetu (Viry i sur., 1999;

Negrini, Carabalona i Sibila, 1999; Goodgold i sur., 2003; Al – Saleem i sur., 2016; Mohan, Singh i Quddus, 2007; Pascoe i sur., 1997; Nor Azlin, Asfarina, Wan Chee, 2010). Većina provedenih istraživanja pokazala je da se vrijednosti mase školske torbe ispitanika nalaze unutar preporučenih vrijednosti 10 – 15% TM (Paula, Silva i Silva, 2015; Casey i Dockrell, 1996; Cavallo, Hlavaty i Tamase, 2003; Sheir – Neiss i sur., 2003; Puckre, Silal i Lin, 2004; Kellis i Emmanouilidou, 2010; Van Gent i sur., 2003; Moore, White, Moore, 2007; Lopes i sur., 2002; Matlabi, Behtash, Rasouli i Osmani, 2014; Forjough i sur., 2004; Korovessis, Koureas i Papazisis, 2004; Whitfield i sur., 2005; Al Hazzaa, 2006; Dockrell, Simms i Blake, 2015). Također, u usporedbi s djevojčicama, pokazalo se da dječaci nose veća opterećenja u vidu školske torbe prevelike mase u odnosu na masu tijela što se slaže s istraživanjem koje su proveli Navaluri i Navaluri (2006).

**Tablica 9.** Rezultati istraživanja odnosa postotka TM i mase školske torbe u svijetu

Autori	Mjesto	Uzorak	Rezultati
Paula i sur. (2015)	Brazil	N = 916 (420 m, 496 ž) 14.12 ± 2.11 god.	5.46 ± 1.71 kg (13.84 ± 3.48)% TM 70 % ispitanika od 10, 11 i 12 god. > 10% TM 50 % ispitanika od 13, 14, 15 i 16 god. ≥ 10 % TM ispitanici od 17, 18 i 19 god. < 10 % TM
Casey i Dockrell (1996)	Irska	N = 100 (50 m, 50 ž) 10 god.	5.2 kg 15 % TM 56 % ispitanika ≥ 15 % TM 62 % ispitanika je nosilo torbu preko dva ramena.
Cavallo i sur. (2003)		N = 39 (24 m, 15 ž) 9 – 10 god.	3.9 kg 56 % ispitanika > 10 % TM 15 % ispitanika > 15 % TM

Limon i sur. (2004)	Izrael	N = 10000 6 – 12 god.	2.6 kg (ruksak) 54 % starije i 30 % mlađe djece > 15 % TM 4.9 kg (torba na kotače) 8.2 % TM 26 % ispitanika > 10 % TM 46 % ispitanika nosilo je torbu preko oba ramena, a 46 % ispitanika je nosilo torbu na jednom ramenu.
Kellis i Emmanouilidou (2010)	Grčka	N = 703 (345 m, 358 ž) 6 – 14 god.	5.3 kg 12.7 % TM 6 – 8 god. – 15 % TM 9 – 11 god. – 13 % TM 12 – 14 god. – 10 % TM 89 % ispitanika je nosilo torbu na oba ramena, a 2 % ispitanika je imalo torbu na kotače.
Young i sur. (2006)		N = 184 (76 m, 108 ž) 7 – 14 god.	4.3 kg 9.6 % TM 7 – 9 god. – 5.7 % TM 11 -14 god. – 11.4 % TM 55 % ispitanika uvijek nosi torbu preko oba ramena.
Goodgold i sur. (2003)		N = 345 (169 m, 176 ž) 11 – 14 god.	7.9 kg; 16, 6 % TM (m) 8.2 kg; 18 % TM (ž) 94 % ispitanika je nosilo ruksak.

			55 % ispitanika > 15 % TM
Van Gent i sur. (2003)	Nizozemska	N = 745 (378 m, 367 ž) 12 – 14 god.	7.4 kg 14.7 % TM 89.5 % ispitanika > 10 % TM 80.4 % ispitanika je nosilo ruksak. 39 % ispitanika je nosilo ruksak preko oba ramena.
Viry i sur. (1999)		N = 123 13 – 16 god.	19.2 % TM
Negrini i sur. (1999)	Italija	N = 237 (118 m, 119 ž) 11.6 god.	9.3 kg 22 % TM 100 % ispitanika > 10 % TM 34.8 % ispitanika > 30 % TM
Sheir – Neiss i sur. (2003)		N = 1122 (433 m, 689 ž) 12 – 18 god.	79.6 % ispitanika > 10% TM 47 % ispitanika > 15 % TM 18.9 % ispitanika > 20 % TM 85.9 % ispitanika je nosilo torbu preko oba ramena.
Navuluri i Navuluri (2006)	Meksiko	N = 59 (27 m, 32 ž) 13.3 god. (m) 12.9 god. (ž)	8 kg (m); 6.9 kg (ž) 16.2 % TM (m); 13.3 % TM (ž) 37 % ispitanika i 34 % ispitanika > 15 % TM
Talbott i sur. (2009)	SAD	N = 871/870 9 – 18 god.	49 %, 46 % i 5% ispitanika smatra da je školska torba teška, srednje teška i lagana.



			82 % ispitanika je nosilo torbu preko oba ramena.
Puckree i sur. (2004)	Južnoafrička Republika	N = 176 (39.5 % m; 60.5 % ž) 11 – 14 god.	4 kg većina ispitanika ≤ 10 % TM 40 % ispitanika je nosilo torbu preko oba ramena.
Skoffer (2007)		N = 546 (53.3% m, 46.7 % ž) 14 – 17 god.	4 kg 83.5 % ispitanika je nosilo torbu preko oba ramena.
Moore i sur. (2007)	SAD	N = 531 (244 m, 287 ž) 5 - 18	10.7 % TM
Lopes i sur. (2002)	Portugal	N = 563	15 % TM
Al-Saleem i sur. (2016)	Saudijska Arabija	N = 2567 (1281 m, 1286 ž) 1. – 6. razreda	72.46 % ispitanika > 15 % TM
Forjough i sur. (2001)	SAD	N = 1105	3.63 kg 9.1 % TM
Matlabi i sur. (2014)	Iran	N = 60 (29 prvi razred, 31 četvrti razred)	4.8 kg (1. razred) 4 kg (4. razred) 87.3 % ispitanika (92 % prvi i 82 % četvrti razred) > 10 % TM
Forjough i sur. (2003)	SAD	N = 745	2.6 kg 8.2 % TM 26 % ispitanika ≥ 10 % TM 2,4 % ispitanika ≥ 20 % TM
Forjough i sur. (2004)	SAD	N = 713	4.9 kg 26 % ispitanika ≥ 10 % TM

Korovessis i sur. (2004)		N = 1263	(10.6 ± 3.5) % TM
Whitfield i sur. (2005)	Novi Zeland	N = 140 (70 m, 70 ž) 13.6 god.	(6.6 ± 2.2)kg (11.7 ± 4.3) % TM
Mohan i sur. (2007)	Indija	10 – 15 god.	6.1 kg 17.5 % TM
Pascoe i sur. (1997)		N = 61	7.7 kg 17 % TM
Watson i sur. (2003)		N = 1446 11 – 14 god.	4.5 kg
Al Hazzaa (2006)	Saudijska Arabija	N = 702 6 – 14 god.	49 % ispitanika > 10 % TM 18 % ispitanika > 15 % TM
Mwaka i sur. (2014)	Uganda	N = 532 13.6 god.	(3.78 ± 1.97) kg (8.46 ± 5.00) % TM
Dockrell i sur. (2015)	Irska	N = 529 (295 m, 234 ž) 10.6 god. ± 7.14 mjeseci	4.8 ± 1.47 kg (12.6 ± 4.29) % TM
Nor Azlin i sur. (2010)	Malezija	N = 358 (167 m, 191 ž)	(6.40 ± 2.51) kg (16.64 ± 7.76) % TM

Na temelju dobivenih rezultata vidljivo je kako tijekom hoda za uvjet sa školskom torbom dolazi do značajnog porasta vrijednosti vršnog pritiska za sva tri dijela stopala kod muške i ukupne populacije. S obzirom da se dodavanjem školske torbe povećava opterećenje djeteta, dobivene razlike između oba uvjeta hoda slažu se s rezultatima dosadašnjih istraživanja. Prema Connolly i sur. (2008) obrazac hoda se mijenja kada se učenika optereti teretom mase koja čini 15 % TM te uz to dolazi i do promjena u posturi i povećane respiracije (Renemanu, Poels, Geertzen i Dijkstra, 2006). Pau i sur. (2011) su uočili kako s povećanjem opterećenja na 20-30 % TM značajno raste plantarni pritisak u prednjem dijelu stopala. Ovo istraživanje pokazalo je postojanje razlike u mehanizmu opterećivanja stopala kod muške i ženske populacije ispitanika tijekom hoda u uvjetima sa školskom torbom. Kod muške populacije dolazi do značajnog povećanja vršnog pritiska za sva tri dijela stopala s većim postotkom promjene vršnog pritiska, prilikom dodavanja opterećenja, za prednji i stražnji dio stopala. Navedeni rezultati u skladu su s činjenicom da je muška populacija tjelesno aktivnija zbog čega

imaju veću mišićnu jakost što pridonosi uspravnijem stavu tijekom hoda (Bailey i sur., 2012; Seabra i sur., 2013). S druge strane, kod ženske populacije dolazi do značajnog povećanja vršnog pritiska za prednji i srednji dio stopala, dok se vršni pritisak za stražnji dio stopala neznatno smanjuje zbog rasterećenja tog dijela stopala uslijed povećanog opterećivanja prednjeg i srednjeg dijela. Ovakav obrazac hoda uslijed nošenja školske torbe određen je povećanim pretklonom trupa kao reakcije na promijenjenu poziciju centra mase sustava tijelo - školska torba (Bloom i Woodhull-McNeal, 1987; Goh i sur., 1998; Negrini i Negrini, 2007; Brackley i sur., 2009). Navedene promjene u vremensko-prostornim parametrima hoda odnose se na kompenzatorne mehanizme koje učenici koriste kako bi smanjili izazvanu nestabilnost ili mehanički stres na mišićno-koštani sustav (Singh i Koh, 2009). S druge strane, nepravilan obrazac plantarnog pritiska (prekomjerne vrijednosti vršnog pritiska ili promjene u omjeru raspodjele opterećenja između različitih dijelova stopala) su izvor potencijalnih problema sa stopalom, u rasponu od žuljeva ili zadebljanja kože pa sve do ozbiljnih oštećenja metatarzalnih kosti ili stres fraktura (Knapik, Harman i Reynolds, 1996). Osim toga, pretpostavlja se kako mehaničko preopterećenje stopala, čija je posljedica promijenjena distribucija plantarnog pritiska osobito u srednjem dijelu stopala, može pridonijeti pojavi plantarnog fascitisa (Wearing, Smeathers, Urry, Henning i Hills, 2006).

Kod ukupne populacije uočeno je značajno povećanje kontaktne površine prednjeg i srednjeg dijela stopala za uvjet sa školskom torbom što je u skladu s dosadašnjim istraživanjima (Pau i sur., 2014). Rezultati pokazuju kako dolazi do značajnog povećanja kontaktne površine za prednji i srednji dio stopala za mušku populaciju (4.3% i 7.2% ), dok je za stražnji dio stopala izmjereno neznatno smanjenje kontaktne površine (-0.3%). Iako se kontaktna površina stražnjeg dijela stopala neznatno mijenja, dodavanjem školske torbe povećavamo ukupnu silu koja djeluje na stopalo djeteta koja se uslijed posebnosti obrasca hoda raspodijeli na način da je zabilježen značajan porast prosječnog pritiska na stražnji dio stopala za mušku populaciju. Također, zbog navedene raspodjele sile značajno povećanje kontaktne površine srednjeg dijela stopala ima za posljedicu neznatno povećanje prosječnog pritiska (4.3%), odnosno značajno povećanje kontaktne površine prednjeg dijela stopala ima za posljedicu neznatno smanjenje prosječnog pritiska (-0.1%). To znači da se omjer sile koja djeluje na srednji odnosno stražnji dio stopala i kontaktne površine navedenih dijelova stopala ne mijenja značajno. Dobiveni rezultati za žensku populaciju pokazuju kako dolazi do značajnog povećanja kontaktne površine za prednji, srednji i stražnji dio stopala (6.5%, 13.0% i 3.2%). Kao kod muške populacije, dodavanjem školske torbe povećavamo ukupnu silu koja djeluje na stopalo djeteta. Najveći

postotak porasta kontaktne površine kod ženske populacije je za srednji dio stopala na kojem, s obzirom na raspodjelu sile, uočavamo značajni porast prosječnog pritiska (7.2%). S druge strane, najmanji postotak povećanja kontaktne površine izmjeren je za stražnji dio stopala na kojem zbog navedenih promjena u obrascu hoda i jače opterećenosti ostalih dijelova stopala uočavamo značajno smanjenje prosječnog pritiska (-5.9%). Omjer sile koja djeluje na prednji dio stopala i kontaktne površine navedenog dijela ne mijenja se značajno zbog čega uočavamo neznatno smanjenje prosječnog pritiska na prednjem dijelu stopala (-0.2%).

Biomehanički, stopalo je jedan od najkompleksnijih segmenata ljudskog tijela te ga čine 26 pokretnih kostiju, 34 zglobova, 107 ligamenata i 21 mišić, a na stopalu se pored koštanog tkiva, zglobova, ligamenata i kože nalaze završeci arterija, vena i živaca te se smatra središtem živčanih refleksa (Moore i Dalley, 1999). Mehanizam vitla stopala predstavlja funkciju ljudskog stopala koja omogućava adaptaciju kroz razne varijacije pokreta između stopala i podloge na raznim površinama kao i opterećenjima koje je moguće ostvariti hodanjem, trčanjem, skakanjem i sl. Medijalni svod stopala čini poveznica između petne kosti, međutarsalnog zgloba i glavice prve metatarsalne kosti, a sve je povezano plantarnom fascijom koja je zapravo vitlo između svoga polazišta na palcu i hvatišta na peti. Osnova ovog mehanizma je da kada prilikom hodanja ili trčanja palac dođe u dorzifleksiju, plantarna fascija se navija i povlači petu i prste lagano bliže jedno drugome povisujući time medijalni longitudinalni svod i zaključavajući kosti stopala što predstavlja dobar način ukrućivanja stopala i pretvaranja mekanog stopala u kruto stopalo koje sada ima mogućnost napraviti propulziju tijela prema naprijed (Manfredi-Marquez i sur., 2017). Na temelju navedenog, može se zaključiti kako ovaj mehanizam izostaje kod djevojčica i dječaka te dolazi do popuštanja medijalnog longitudinalnog svoda pod opterećenjem i porasta vršnog pritiska na srednjem dijelu stopala. Ova pojava nam govori kako dječje stopalo nije još dovoljno razvijeno da bi moglo apsorbirati zadana opterećenja te dolazi do neadekvatne funkcije plantarne fascije i stopala u cijelini. Potencijalno ovaj obrazac može biti mehanizam nastanka spušetnih stopala kod djece, plantarnog fascitisa i ostalih patologija stopala u budućnosti. Također, poznato je da djeca danas sve više vremena provode u obuci na ravnim betonskim površinama gdje nema odgovarajućih predispozicija za stimulaciju i jačanje mišića stopala. Mehanizam vitla izostaje kada se nosi kruta obuća koja nema mogućnost savijanja u prednjem dijelu stopala čime izostaje pokret fleksije ili ekstenzije palca nužan za funkciju plantarne fascije. Stoga je važnost ovog istraživanja u poveznici plantarnog pritiska i zdravlja u tome što tijelo tijekom cijelog života osnovni pritisak ostvaruje sa podlogom preko stopala i to najčešće u obuci. Dugotrajno nošenje

neadekvatne obuće dovodi do atrofije mišića i popuštanja ligamenata te svodova stopala što se kasnije prenosi na sve više zglobove tijela kroz lokomotorni sustav stopala – gležanja – koljena – kukova - kralježnice, a osobito njen lumbalni dio te takav neravnomjeran prijenos sile kroz navedene strukture može potencijalno uzrokovati gubitak centrirane pozicije zglobova, trošenje hrskavice, narušavanje posture i boli kasnije u životu.

Uočeno je kako djevojčice i dječaci imaju različiti obrazac kompenziranja opterećenja školske torbe na leđima. Djevojke imaju tendenciju pomicanja trupa i centra mase tijela više prema prednjem dijelu stopala i sredini čime se povećavaju vrijednosti prosječnog pritiska za srednji dio stopala, dok dječaci više zadržavaju uspravniju poziciju tijela čime se povećava vrijednost prosječnog pritiska za srednji i stražnji dio stopala. Ovu pojavu možemo objasniti većom apsolutnom jakosti i tjelesnom aktivnošću dječaka ove dobi čime uspijevaju umanjiti utjecaj torbe na pretklon trupa.

Jedno od ograničenja ovog istraživanja bila je brzina hoda koja nije kontrolirana nego su djeca hodala vlastitom prirodnom brzinom kako se inače provodi u mjerenjima analize hoda radi dobivanja što stvarnijih rezultata. Iz istog razloga moguće je kako su neki ispitanici izvodili testiranje većom ili manjom brzinom od uobičajenih što može utjecati na rezultate plantarnog pritiska. Isto istraživanje bilo bi dobro provesti koristeći uloške sa pedobarografskim senzorima kako bi vidjeli stvarnu situaciju i detaljne informacije o promjenama koje se događaju tijekom hoda sa obućom. Osim toga, u sljedeće istraživanje trebalo bi uključiti i kinematičke te elektromiografske parametre analize hoda kako bi dobili detaljniju sliku o razlikama u brzini hoda, frekvenciji i dužini koraka kao i promjenama aktivnosti pojedinih mišića u uvjetima sa i bez školske torbe. Cilj budućih istraživanja bit će analizirati prikupljene podatke za sve ostale razrede osnovne škole te utvrditi promjene u odnosu na dob, spol i postotak opterećenja. Dugoročni plan je provesti ovakvo istraživanje i utvrditi opterećenost hrvatske djece u okviru poslijediplomskog studija autora, usporediti rezultate sa postojećom literaturom u svijetu te kreirati smjernice i preporuke za navedenu problematiku.

## 6. ZAKLJUČAK

Kretanjem u školu, djeca u 6. i 7. godini života značajno smanjuju vrijeme provedeno u tjelesnoj aktivnosti kroz spontanu ili organiziranu igru te sjedenjem u školskim klupama pet dana u tjednu naglo povećavaju sedentarni način statičkog naprezanja. Od kretanja u prvi razred osnovne škole pa sve do kraja školovanja, školske torbe za djecu predstavljaju glavno sredstvo za prenošenje knjiga i pribora te transport iste čini dnevnu aktivnost većine djece. Svjetska znanstvena zajednica potvrđuje kako početak nošenja opterećenja u školskim torbama kod djece predstavlja kritičnu točku te se mnogi znanstvenici slažu kako neodgovarajuća masa torbe može utjecati na zdravlje i pravilan rast djeteta. S obzirom na to, masa školske torbe bi trebala biti jednako distribuirana preko oba ramena te činiti 10-15% TM. Neadekvatna upotreba školske torbe može dovesti do mišićne neuravnoteženosti koja se može pretvoriti u kroničnu bol i probleme s vratom kasnije u životu. Ovo istraživanje je pokazalo kako 127 djece prvih razreda pet različitih osnovnih škola nosi školsku torbu prosječne mase ( $4.2 \pm 0.7$ ) kg što predstavlja ( $16.9 \pm 3.9$ ) % prosječne TM za ukupnu populaciju te da čak 69.3% učenika nosi školsku torbu čija masa čini više od 15% TM čime su premašene preporučene vrijednosti koje ugrožavaju pravilan rast i razvoj djeteta pa zaključujemo da su učenici preopterećeni. Osim preporučenih vrijednosti opterećenja, školska torba bi trebala biti čvrsta i ne šira od prsnog koša djeteta, naramenice se moraju nositi preko oba ramena te biti mekano popunjene i podignute tako da se školska torba nalazi na prsnom, a ne lumbalnom dijelu kralježnice. Poželjno je da se teže i veće stvari poput knjiga i udžbenika stavljaju bliže leđima djeteta, a lakše na kraj torbe te da se koristi pojas oko struka koji će školsku torbu držati blizu tijelu i smanjiti mogućnosti odbijanja i udaraca od leđa. Kada se dobro dizajnirana školska torba postavi pravilno, leđni i abdominalni mišići koji su među najjačim mišićima na tijelu mogu podnijeti opterećenje i održati posturu pravilnom. Isto tako nije poželjno pretrpavati školsku torbu sa nepotrebnim i suvišnim materijalima koje je moguće ostaviti u školi, školskom ormariću ili kod kuće, a roditelji bi trebali sami skrenuti pažnju na školsku torbu djeteta, provjeriti njenu masu i sadržaj kao i educirati ih o pravilnom korištenju. Nadalje, kao posljedica prevelikog opterećenja koje masa školske torbe predstavlja za ispitanike, istraživanje je pokazalo kako u hodu dolazi do značajnog povećanja vrijednosti vršnog pritiska za uvjet sa školskom torbom u odnosu na uvjet bez školske torbe i to za prednji, srednji i stražnji dio stopala kod muške (15.2%, 8.3% i 9.3%) i ukupne populacije (17.1%, 5.7% i 3.9%), dok je kod ženske populacije povećanje vršnog pritiska za isti uvjet značajno za prednji i srednji dio stopala (18.9 % i 3.1%). Također, za uvjet

za školskom torbom dolazi do značajnog povećanja kontaktne površine u odnosu na uvjet bez torbe za sva tri dijela stopala kod ženske populacije (6.5%, 13.0% i 3.2%), dok do značajnog povećanja kontaktne površine za prednji i srednji dio stopala dolazi kod muške (4.3% i 7.2%) i ukupne populacije (3.6% i 8.8%). Prosječan pritisak se kod ženske populacije značajno povećava za uvjet sa školskom torbom za srednji dio stopala (7.2%) i značajno smanjuje za stražnji dio stopala (5.9%), kod muške populacije se prosječan pritisak za isti uvjet značajno povećava za stražnji dio stopala (4.0%), a za ukupnu populaciju se značajno povećava za srednji dio stopala (6.2%). U urbanim zonama djeca većinom hodaju po tvrdim asfaltnim podlogama zbog čega je opterećenje stopala i tijela jednolično te izostaje odgovarajuća stimulacija stopala kakva bi se postigla da dijete hoda boso po neravnim prirodnim površinama i razvija prirodne oblike kretanja čime bi se omogućio pravilan razvoj svodova stopala i cjelokupne posture djeteta. Analiza hoda u školi predstavlja koristan alat za otkrivanje kritičnih situacija koje mogu potencijalno ugroziti zdravlje uzrokovano prekomjerni opterećenjem.

## 7. ZAHVALA

Prije svega, želio bih se zahvaliti mentoru izv. prof. dr. sc. Mariu Kasoviću koji mi je pomogao da svaku ideju konstruktivno usmjerim i prenesem u ovaj rad kao i u ostale zajedničke projekte. Također hvala mojim prijateljima i kolegama na vremenu i energiji koju su mi posvetili te bez kojih ovaj rad ne bi bilo moguće napraviti. Na kraju, ali ne i manje bitno hvala mojim roditeljima i obitelji koja mi je bila neiscrpna potpora tijekom studija i u svemu što radim.



## 8. LITERATURA

Al Hazzaa, H. M. (2006). School backpack: how much load do Saudi school boys carry on their shoulders? *Saudi Medical Journal*, 27: 1567-1571. PMID: 17013484

Al-Saleem, S. A., Ali, A., Ali, S. I., Alshamrani, A. A., Almulhem, A. M. i Al-Hashem, H. M. (2016). A study of School Bag Weight and Back Pain among Primary School Children in Al-Ahsa, Saudia Arabia. *Epidemiology (Sunnyvale)*, 6(1). doi: 10.4172/2161-1165.1000222

Bailey, D. P., Fairclough, S. J., Savory, L. A., Denton, S. J., Pang, D., Deane, C. S. i Kerr, C. J. (2012). Accelerometry-assessed sedentary behaviour and physical activity levels during the segmented school day in 10-14-year-old children: the HAPPY study. *European Journal of Pediatrics*, 171(12): 1805-13. doi: 10.1007/s00431-012-1827-0

Bauer, D. H. i Freivalds, A. (2009). Backpack load limit recommendation for middle school students based on physiological and psychophysical measurments. *Work*, 32: 339-350. doi: 10.3233/WOR-2009-0832

Bloom, D. i Woodhull-McNeal, A. P. (1987). Postural adjustment while standing with two types of loaded backpack. *Ergonomics*, 30(10): 1425-30. doi: 10.1080/00140138708966036

Bobet, J. i Norman, R. W. (1984). Effects of load placement on back muscle activity in load carriage. *European Journal of Applied Physiology*, 53: 71-75. PMID: 6542504

Brackley, H. M., Stevenson, J. M. i Selinger, J. C. (2009). Effect of backpack load placement on posture and spinal curvature in prepubescent children. *Work*, 32: 351-60. doi: 10.3233/WOR-2009-0833

Casey, G. i Dockrell, S. (1996). A pilot study of the weight of school bags carried by 10-year old children. *Physiotherapy Ireland*, 17(2): 17-21.

Cavallo, C., Hlavaty, T. i Tamase, M. (2003). A pilot study for the development of a primary prevention program: What is the average weight of a fourth grader's backpack? *Work*, 20: 137-158. PMID: 12671208

- Cavanagh, P. R. i Rodgers, M. M. (1987). The arch index: a useful measure from footprints. *Journal of Biomechanics*, 20(5): 547-51. PMID: 3611129
- Chow, D. W., Kwok, M. L., Au-Yang, A. C., Holmes, A. D., Cheng, J. C., Yao, F. Y. i Wong, M. S. (2005). The effects of backpack load on the gait of normal adolescent girl. *Ergonomics*, 48(6): 642-656. doi: 10.1080/00140130500070921
- Connolly, B. H., Cook, B., Hunter, S., Laughter, M., Mills, A., Nordtvedt, N. i Bush, A. (2008). Effects of backpack carriage on gait parameters in children. *Pediatric Physical Therapy*, 20: 347-355. doi: 10.1097/PEP.0b013e31818a0f8f
- Cottalorda, J., Bourelle, S., Gautheron, V. i Kohler, R. (2004). Backpack and spinal disease: myth or reality? *Revue de Chirurgie Orthopedique Reparatrice de l Appareil Moteur*, 90: 207-14. PMID: 15211269
- Dockrell, S., Simms, C. i Blake, C. (2013). Schoolbag Weight Limit: Can It Be Defined? *Journal of School Health*, 83(5): 368. doi: 10.1111/josh.1204
- Dockrell, S., Simms, C. i Blake, C. (2015). Schoolbag carriage and schoolbag-related musculoskeletal discomfort among primary school children. *Applied Ergonomics*, 51: 281-290. doi: 10.1016/j.apergo.2015.05.009
- Forjough, S., N., Lane, B. L. i Schuchmann, J. A. (2003). Percentage of BW carried by students in their school backpacks. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 82: 261-266. doi: 10.1097/01.PHM.0000057227.35210.50
- Forjough, Lane, B. L., Little, D., Schuchmann, J. A., Johnson, K. i Mason, S. (2001). Backpacks Carried by School Children: A survey of Five Schools in Central Texas. *Temple, TX: Scott & White (DORFAM)*.
- Forjough, S. N., Schuchmann, J. A. i Lanem, B. L. (2004). Correlates of heavy backpack use by elementary school children. *Public Health*, 118: 532-535. doi: 10.1016/j.puhe.2003.10.010
- Goh, J. H., Thambyah, A. i Bose, K. (1998). Effects of varying backpack loads on peak forces in the lumbosacral spine during walking. *Clinical Biomechanics*, 13(1): 26-31. PMID: 11430787

Goodgold, S. A. i Nielsen, D. (2003). Effectiveness of a school-based backpack health promotion program: backpack intelligence. *Work*, 21: 113-23. PMID: 14501090

Hamilton, A. (2001). Prevention of injuries from improper backpack use in children. *Work*, 16(2): 177-9.

Hong, Y. i Brueggemann, G. P. (2000). Changes in gait patterns in 10-year-old boys with increasing loads when walking on a treadmill. *Gait Posture*, 11(3): 254-9. PMID: 10802438

Hong, Y., Li, J. X., Wong, A. S. i Robinson, P. D. (2000). Effects of load carriage on heart rate, blood pressure and energy expenditure in children. *Ergonomics*, 43(6): 717-727. doi: 10.1080/001401300404698

Jabarti, S. i Aboud, G. (2004). Heavy School Bags Cause Distress to Children. Dostupno: <http://www.arabnews.com/?page=1&section=0&article=55365&d=1&m=12&y=2004>

**Jureša, V.** (2006). Zdravstveni pokazatelji školske djece i mladih. Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. *Projekt Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa*.

Kasović, M., Zvonar, M. i Sebera, M. (2014). Utjecaj mase školske torbe na zdravlje djeteta. *Hrvatski Športskomedicinski Vjesnik*, 29: 84-90. Hrčak ID: 136936

Kellis, E. i Emmanouillidou, M. (2010). The effects of age and gender on the weight and use of schoolbags. *Pediatric Physical Therapy*, 22(1): 17-25. doi: 10.1097/PEP.0b013e3181cbf852

Korovessis, P., Koureas, G. i Papazisis, Z. (2004). Correlation between backpack weight and way of carrying, sagittal and frontal spinal curvatures, athletic activity, and dorsal and low back pain in schoolchildren and adolescents. *Journal of Spinal Disorders & Techniques*, 17(1): 33-40. PMID: 14734974

Knapik, J., Harman, E. i Reynolds, K. (1996). Load carriage using packs: a review of physiological, biomechanical and medical aspects. *Applied Ergonomics*, 27(3): 207-16. PMID: 15677062

Limon, S., Valinsky, L. J. i Ben-Shalom, Y. (2004). Children at risk: risk factors for low back pain in the elementary school environment. *Spine*, 29(6): 697-702. PMID: 15014281

- Lopes, J. T. F. (2002). O transporte de cargas em mochilas escolares e o desenvolvimento motor harmonioso das crianças – Estudo das repercussões biomecânicas agudas na marcha e na equilíbrio, com cargas diferenciadas. *Dissertação de Mestrado*. Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física. Porto. Universidade do Porto.
- Mackie H. W., Stevenson J. M., Reid S. A. i Legg, S. J. (2005). The effect of simulated school load carriage configurations on shoulder strap tension forces and shoulder interface pressure. *Journal of Applied Ergonomics*, 36(2): 199-206. doi: 10.1016/j.apergo.2004.10.007
- Mackie, H. W., Legg S. J., Beadle J. i Hedderley, D. (2003). Comparison of four different backpacks intended for school use. *Journal of Applied Ergonomics*, 34(3): 257-64. doi: 10.1016/S0003-6870(03)00034-6
- Mackie, H. W., Legg, S. J. (2008). Postural and subjective responses to realistic schoolbag carriage. *Ergonomics*. 51(2): 217-31. doi: 10.1080/00140130701565588
- Manfredi-Márquez, M., Tovaruela-Carrión, N., Távara-Vidalón, P., Domínguez-Maldonado, G., Ramos-Ortega, J. i Fernández-Seguín, L. (2017). Three-dimensional variations in the lower limb caused by the windlass mechanism. *Peerj*, (12), doi:10.7717/peerj.4103
- Mao, C., Brandon, R. M. i Hargens, A. R. (2015). Shoulder skin and muscle hemodynamics during backpack carriage. *Applied Ergonomics*, 51: 80-84. doi: 10.1016/j.apergo.2015.04.006
- Matlabi, H., Behtash, H. H., Rasouli, A. i Osmani, N. (2014). Carrying heavy backpacks and handbags amongst elementary students: Causes and solutions. *Science Journal of Public Health*, 2(4): 305-308.
- Mišigoj-Duraković, M. (2008). *Kinantropologija – biološki aspekti tjelesnog vježbanja*. Tiskara Zelina. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Mohan, M., Singh, U. i Quddus, N. (2007). Effects of Backpack Loading on Cervical and Shoulder Posture in Indian School Children. *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy*, 1-13.

Moore, K. L. i Dalley, A. F. (1999). *Clinically oriented anatomy*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.

Moore, M. J., White, G. L. i Moore, D. L. (2007). Association of relative backpack weight with reported pain, pain sites, medical utilization and lost school time in children and adolescents. *Journal of School Health*, 77(5): 232-239. doi: 10.1111/j.1746-1561.2007.00198.x

Mwaka, S. E., Munabi, G. I., Buwembo, W., Kukkiriza, J. i Ochieng, J. (2014). Musculoskeletal pain and school bag use: a cross-sectional study among Uganda pupils. *BMC Research Notes*, 7: 222. doi: 10.1186/1756-0500-7-222

Navuluri, N. i Navuluri, R. B. (2006). Study on the relationship between backpack use and back and neck pain among adolescents. *Nursing & Health Sciences*, 8(4): 208-215. doi: 10.1111/j.1442-2018.2006.00284.x

Negrini, S., Carabalona, R. i Sibila, P. (1999). Backpack as a daily load for schoolchildren. *The Lancet*, 354(9194): 1974. doi: 10.1016/S0140-6736(99)04520-1

Negrini, S. i Negrini, A. (2007). Postural effects of symmetrical and asymmetrical loads on the spines of schoolchildren. *Scoliosis*, 2: 1-8.

**Neljak, B.** (2013). *Kineziološka metodika u osnovnom i srednjem školstvu*. Priručnik, Gopal d.o.o., Zagreb., ISBN 978-953-6730-98-8.

Nor Azlin, M. N., Asfarina, Z. i Wan Chee, L. (2010). Schoolbag Weight, its Content, and Incidence of Back Pain in Different Medium Primary Schools in Kuala Lumpur. *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*, 6(2): 59-64.

Pascoe, D. D., Pascoe, D. E., Wang, Y. T., Shim, D. M. i Kim, C. K. (1997) Influence of carrying book bags on gait cycle and posture of youths. *Ergonomics*, 40(6): 631-41. doi: 10.1080/001401397187928

Pau, M., Corona, F., Leban, B. i Pau, M. (2011). Effects of backpack carriage on foot-ground relationship in children during upright stance. *Gait Posture*, 33(2): 159-9. doi: 10.1016/j.gaitpost.2010.10.096

- Pau, M., Leban, B., Corona, F., Gioi, S. i Nussbaum, M. A. (2015). School-based screening of plantar pressures during level walking with a backpack among overweight and obese schoolchildren. *Ergonomics*. doi: 10.1080/00140139.2015.1077275
- Pau, M., Mandaresu, S., Leban, B. i Nussbaum, A. M. (2015). Short-term effects of backpack carriage on plantar pressure and gait in schoolchildren. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 25: 406-412. doi: 10.1016/j.jelekin.2014.11.006
- Pau, M. i Pau, M. (2010). Postural sway modifications induced by backpack carriage in primary school children: a case study in Italy. *Ergonomics*, 53(7): 872-81. doi: 10.1080/00140139.2010.489965
- Paula, A. J. F., Silva, J. C. P. i Silva, J. C. R. P. (2015). The influence of load imposed by the backpack school in children and teens in Brazil. *Procedia Manufacturing*, 3: 5350-5357.
- Puckre, T., Silal, S. P. i Lin, J. (2004). School bag carriage and pain in school children. *Disability and Rehabilitation*, 26(1): 54-59. doi: 10.1080/09638280310001616376
- Ramadan, M. Z. i Al-Shayea, M. A. (2013). A modified backpack design for male school children. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 43: 462-471.
- Reneman, M. F., Poels, B. J., Geertzen, J. H. i Dijkstra, P. U. (2006). Back pain and backpacks in children: biomedical or biopsychosocial model? *Disability and Rehabilitation*, 20(28): 1293-1297. doi: 10.1080/09638280600554785
- Sako, H., Kawahara, M. i Tanaka, H. (2004). The effects of the load mass and load position on body sway in supporting a load on the back. *Journal of Human Ergology*, 33: 55-39.
- Seabra, A. C., Seabra, A. F., Mendonca, D. M., Burstard, R., Maia, J. A., Fonseca, A. M. i Malina, R. M. (2013) Psychosocial correlates of physical activity in school children aged 8-10 years. *European Journal of Public Health*, 23(5): 794-8. doi: 10.1093/eurpub/cks149
- Sheir-Neiss, G. I. (2003). The association of backpack use and back pain in adolescents. *Spine*, 28(9): 922-930. doi: 10.1097/01.BRS.0000058725.18067.F7
- Siambanes, D., Martinez, J. W., Butler, E. W. i Haider, T. (2004). Influence of school backpacks on adolescent back pain. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 47: 575-80. PMID: 15076610

- Singh, T. i Koh, M. (2009). Effects of backpack load position on spatiotemporal parameters and trunk forward lean. *Gait Posture*, 29(1): 49-53. doi: 10.1016/j.gaitpost.2008.06.006
- Skoffer, B. (2007). Low back pain in 15- to 16-year-old children in relation to school furniture and carrying of the school bag. *Spine*, 32(24): 713-717. doi: 10.1097/BRS.0b013e31815a5a44
- Smith, I. K. (2001). Some schooling on backpacks. *Time*, 158: 89.
- Talbott, R. N., Bhattacharya, A., Davis, G. K., Shukla, R. i Levin, L. (2009). School backpacks: It's more than just a weight problem. *Work*, 34: 481-494. doi: 10.3233/WOR-2009-0949
- The American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS). (2008). Heavy Backpack Can Cause Back Pain in Children. Dostupno: <http://www.revolutionhealth.com/blogs/jamesherndonmd/heavy-backpacks-can-c-15587>.
- Van Gent, C., Dols, J. J. C. M., de Rover, C. M., Sing, R. A. H. i de Vet, H. C. V. (2003). The weight of schoolbags and the occurrence of neck, shoulder and back pain in young adolescents. *Spine*, 28: 916-921. doi: 10.1097/01.BRS.0000058721.69053.EC
- Viry, P., Creveuil, C. i Marcelli, C. (1999). Nonspecific back pain in children. *Revue Du Rhumatisme*, 66:381-8. PMID: 10526387
- Voll, H. J. i Klimnt, F. (1977). On strain in children caused by carrying schoolbags. *Offentliche Gesundheitswesen*, 39: 369-78. PMID: 142937
- Watson, K. D., Papageorgiou, A. C. i Jones, G. T. (2003). Low back pain in schoolchildren: the role of mechanical and psychosocial factors. *Archives of Disease in Childhood*, 88(1): 12-17. PMID: 12495949
- Wearing, S. C., Smeathers, J. E., Urry, S. R., Henning, E. M. i Hills, A. P. (2006). The pathomechanics of plantar fasciitis. *Sports Medicine*, 36(7): 585-611. PMID: 16796396
- Whittfield, J., Legg, S. J. i Hedderley, D. I. (2005). Schoolbag weight and musculoskeletal symptoms in New Zealand secondary schools. *Applied Ergonomics*, 36: 193-198. doi: 10.1016/j.apergo.2004.10.004

World Health Organization (WHO). (2010; 2011) Recommended levels of physical activity for children aged 5 – 17 godina. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. Dostupno:[http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet\\_young\\_people/en/](http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_young_people/en/)

Young, I. A., Haig, A. J. i Yamakawa, K. S. (2006). The association between backpack weight and low back pain in children. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 19: 25-33. doi: 10.1016/j.jtumed.2017.06.005