

UTICAJ TEHNIČKIH UNAPREĐENJA SAVREMENIH AUTOMOBILA NA PRIMARNE I SEKUNDARNE POVREDE PJEŠAKA

Mr sci Dalibor dr Nedić, Banjaluka, Zavod za sudsku medicinu RS, danedic@gmail.com

Rezime: Pješaci su najvulnerabilnija grupa učesnika u saobraćaju. Jedan od mehanizama njihove zaštite jesu i aktuelni sistemi zaštite na savremenim automobilima u vidu dizajnersko-tehničkih izmjena prednjih dijelova vozila. Dosadašnja istraživanja potvrđuju izvjesni protektivni efekat na donje ekstremitete pješaka, ali i dalje neefikasnu zaštitu glave i grudnog koša. Ova studija, rađena na 97 pješaka podijeljenih u dvije grupe, potvrđuje ovakve stavove.

Uvod: Globalnu ekspanziju saobraćaja prati slična globalna ekspanzija broja nastradalih učesnika saobraćaja. U saobraćajnim nezgodama godišnje smrtno strada preko 1,3 miliona ljudi, blizu 50 miliona je nesmrtno povrijeđenih¹. Saobraćajni traumatizam zauzima prvo mjesto na listi nasilnih oštećenja zdravlja i prvo mjesto na listi nasilnih smrti^{1,2}. Izražen je jaz između bogatih i zemalja u razvoju. Oko 90% smrtno stradalih potiče iz nerazvijenog dijela svijeta¹. Među svim učesnicima u saobraćaju pješaci su najvulnerabilnija grupa. Dok u SAD pješaci čine 12% smrtno stradalih učesnika u saobraćaju, u EU 15%, u Meksiku 54%, u pojedinim dijelovima Afrike do 70%^{3, 4, 5}. U visoko razvijenim društvima posljednjih decenija primjetna je tendencija manjeg povrijeđivanja pješaka, na račun drugih učesnika u saobraćaju, uglavnom motociklista, dok u manje razvijenim društvima situacija je pogubnija za pješake^{1, 3, 6, 7}.

Povređivanje pješaka u praksi najčešće se odvija po mehanizmu čeonog naleta, pri čemu se pješak nalazi u približno uspravnom stavu. Kod ovakve kolizije u prvoj fazi tokom primarnog kontakta prednjih dijelova vozila i pješaka nastaju primarne povrede uobičajeno lokalizovane u predjelu donjih ekstremiteta. Zatim tijelo pješaka biva nabačeno na vozilo pri čemu glava, grudni koš, gornji ekstremiteti kontaktiraju sa poklopcem motora, vjetrobanskim staklom, A stubom, krovom i sl. U ovoj fazi nastaju tzv. sekundarne povrede na tijelu pješaka, najčešće lokalizovane na glavi i grudnom košu, ali i drugim dijelovima tijela.

Paralelno sa razvojem automobilske industrije i performansi automobila ulagani su napor i u razvijanje sistema zaštite svih učesnika u saobraćaju, uključujući i pješake. Rezultat toga jesu i dizajnersko-tehnološka unapređenja savremenih automobila koja se odlikuju odgovarajućim oblikovanjem karoserije vozila, upotrebom materijala većeg elastičnog potencijala, prije svega branika, prednje maske, poklopca motora, prednjih svjetala i dr. Ova unapređenja motornih vozila, pored estetskog efekta, imaju i pragmatičan cilj da umanje traumatu donjih ekstremiteta pješaka tokom primarnog kontakta, kao i povredu glave i grudi u sekundarnoj fazi kolizije. Masovno su zaživjela i prisutna na modelima automobila čija proizvodnja je počela devedestih godina prošlog vijeka. Novija istraživanja, usmjerena na praktične rezultate primjenjenog znanja i uloženog novca, ukazuju na određeni uspjeh u zaštiti donjih ekstremiteta. Međutim, taj uspjeh izostaje kada su u pitanju povrede glave i grudi koje imaju i najveći mortalitetni potencijal za povređenog pješaka^{7, 8, 9, 10, 11, 12}.

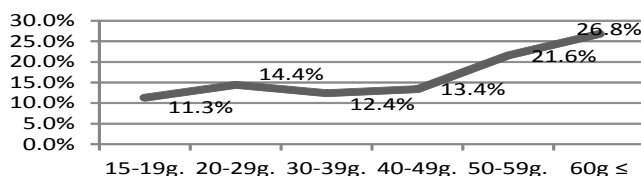
Većina ovih istraživanja su eksperimentalnog tipa, na lutkama ili kadaverima, koja su često naručena i osmišljena za potrebe velikih automobilskih korporacija, dok je još uvijek nedovoljno tzv. real life studija koje bi oslikale stvarnu situaciju na terenu.

Materijal i metode: Kao materijal za ovu studiju poslužili su podaci prikupljeni iz medicinske dokumentacije Arhiva Hirurških službi Kliničkog centra u Banjaluci. Podaci o tipu i modelu povrednog motornog vozila, kao i načinu povređivanja prikupljeni su iz tužilačkih spisa banjalučkog Okružnog tužilaštva. U studiju su uključeni pješaci nastradali u koliziji sa prednjim dijelovima putničkih motornih vozila (potpuni ili nepotpuni čeon nalet), u približno uspravnom položaju. Iz istraživanja su isključeni

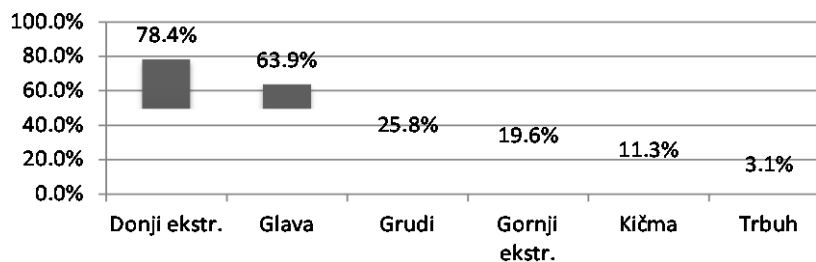
pješaci povrijeđeni sandučastim tipom vozila, motociklima ili biciklima, pješaci u ležećem ili sjedećem položaju u trenutku udara. Takođe isključeni su pješaci mlađi od 15 godina, zbog niže tjelesne visine, što sa sobom nosi specifičnosti u mehanizmu povrijeđivanja, kao i smrtno stradali pješaci. Ispitanici su podijeljeni u grupu pješaka povrijeđenih modelima automobila dizajniranim do 1990.g. (grupa „A“), i grupu pješaka povrijeđenih modelima automobila konstruisanim poslije 1990.g. (grupa „B“). Urađena je statistička analiza starosne distribucije u ove dvije posmatrane grupe, koja je pokazala da nema statistički značajne razlike u tom pogledu. Iz raspoložive medicinske dokumentacije izdvojene su sve evidentirane povrede na tijelu pješaka, te svrstane prema njihovoj distribuciji po tjelesnim sistemima (glava, grudi, trbuh, kičmeni stub, gornji ekstremitet i donji ekstremitet). Zatim je posmatrana i komparirana učestalost i težina primarnih povreda pješaka u jednoj i drugoj grupi, odnosno učestalost i težina sekundarnih povreda (glave i grudnog koša) u posmatranim grupama. Podjela povreda prema težini izvršena je na osnovu kriterijuma sadržanog u čl. 155. i 156. Krivičnog zakona RS koji je obavezujući u krivičnim procesima medicinskih vještačenja, a poznaje lake, teške i kvalifikovani oblik teških povreda. Za potrebe ove studije teške i kvalifikovani oblik teških povreda svrstane su u jednu grupu teških povreda. Rezultati su analizirani Pearsons Chi square testom ($p=0,05$), predstavljeni tabelarno i grafički.

Rezultati: Od ukupno 97 povrijeđenih pješaka; 60 (61,9%) je muških i 37 (38,1%) ženskih. Grupu povrijeđenih starijim modelima automobila (grupa „A“) predstavlja 46 pješaka. Grupu povrijeđenih novijim modelima automobila (grupa „B“) predstavlja 51 pješak.

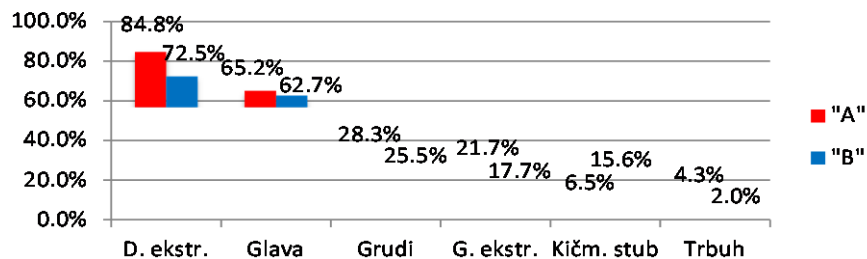
Sl. 1. Starosna distribucija povrijeđenih pješaka



Sl. 2. Distribucija povreda po tjelesnim sistemima kod svih 97 povrijeđenih pješaka



Sl. 3. Učestalost povrijeđivanja pojedinih regija tijela u posmatranim grupama



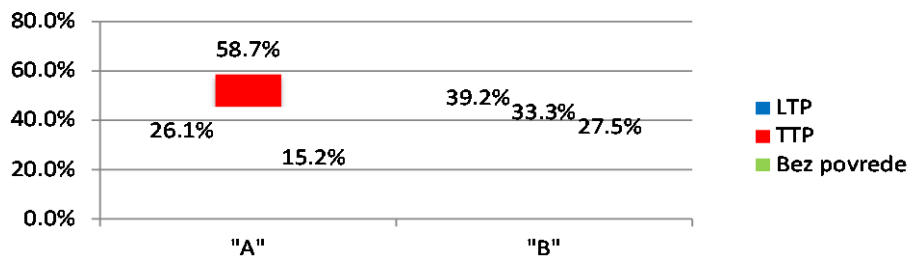
Povrede donjih ekstremiteta (primarne povrede)

Donji ekstremiteti		Grupa		Ukupno
		"A"	"B"	
Bez povrede	N	7	14	21
	%	15,2%	27,5%	21,6%
LTP	N	12	20	32
	%	26,1%	39,2%	33,0%
TTP	N	27	17	44
	%	58,7%	33,3%	45,4%
Ukupno	N	46	51	97
	%	100,0%	100,0%	100,0%

Legenda: LTP= laka tjelesna povreda, TTP= teška tjelesna povreda

Tabela 1. Komparacija težine povreda donjih ekstremiteta u posmatranim grupama

Sl. 4. Grafički prikaz komparacije težine povreda donjih ekstremiteta u posmatranim grupama



Povrede glave i grudi (sekundarne povrede)

Glava		Grupa		Ukupno
		"A"	"B"	
Bez povrede	N	16	19	35
	%	34,8%	37,3%	36,1%
LTP	N	19	22	41
	%	41,3%	43,1%	42,3%
TTP	N	11	10	21
	%	23,9%	19,6%	21,6%
Ukupno	N	46	51	97
	%	100,0%	100,0%	100,0%

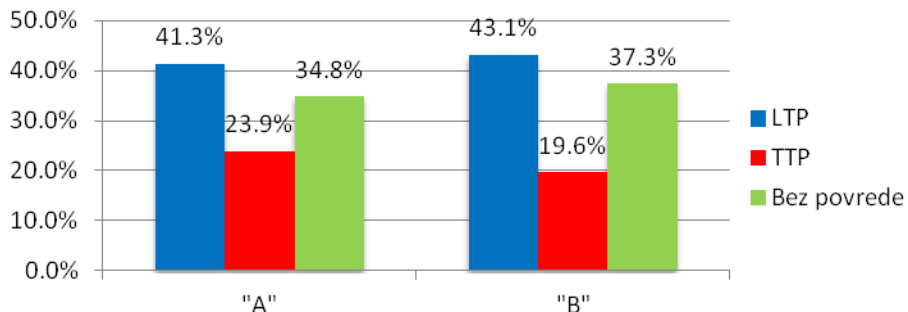
Tabela 2.

Grudi		Grupa		Ukupno
		"A"	"B"	
Bez povrede	N	33	39	72
	%	71,7%	76,5%	74,2%
LTP	N	5	3	8
	%	10,9%	5,9%	8,2%
TTP	N	8	9	17
	%	17,4%	17,6%	17,5%
Ukupno	N	46	51	97
	%	100,0%	100,0%	100,0%

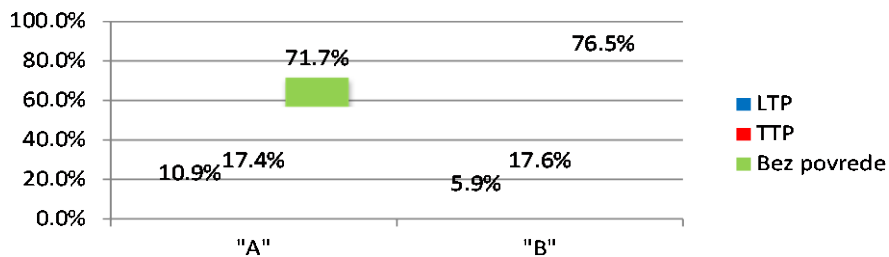
Tabela 3.

Tabele 2. / 3. Usporedba težine povreda glave / grudi u posmatranim grupama

Sl. 5. Grafički prikaz komparacije težine povreda glave u posmatranim grupama



Sl. 6. Grafički prikaz komparacije težine povreda grudi u posmatranim grupama



Diskusija: Prije nego se posvetimo rezultatima istraživanja poželjno je skrenuti pažnju na izvjesna ograničenja sprovedene studije. Raspoloživa medicinska dokumentacija često nije sadržavala dovoljno precizne podatke o vrsti učesnika u saobraćaju, lokalizaciji i osobinama povreda. Problem pouzdanosti podataka prisutan je u mnogim, a posebno izražen u manje razvijenim zemljama sa inače lošije organizovanim i površnim načinima dokumentovanja činjenica. To se potvrdilo i u ovom istraživanju. Druga otežavajuća okolnost jeste nepoznata udarna brzina vozila u pješaka. Ova ograničenja u studiji pokušalo se amortizovati isključenjem iz studije ispitanika sa nedovoljno preciznom medicinskom dokumentacijom, kao i smrtno nastradalih pješaka u saobraćajnim nezgodama gdje je smrtni ishod indirektno ukazivao na veće udarne brzine od uobičajenih. Predominacija muškog pola među povređenim pješacima u ovoj studiji (61,9% : 38,1%) u skladu je sa rezultatima istraživanja u EU (♂60%/♀40%)¹³ i vjerovatno ukazuje na veću angažovanost muškaraca u ovom segmentu života, ali moguće i na način ponašanja u saobraćaju. Takođe, uočljiva je veća zastupljenost starije populacije među nastradalim pješacima. Pješaci starosti 60 godina i stariji čine više od četvrtine ukupno nastradalih pješaka. Nije zanemarljiva i činjenica da je 46,4% povređenih pješaka u radno najproduktivnijem dobu od 15 do 45 godina. Ukupno posmatrano najčešće povrede na tijelu pješaka lokalizovane su na donjim ekstremitetima (78,4%) i glavi (63,9%). Ovakva distribucija povreda kod nesmrtno povrijeđenih pješaka već decenijama se potvrđuje u brojnim istraživanjima širom svijeta^{6, 9,10,12,14,15,16,17}. Vidljiva je sličnost u distribuciji povreda u posmatranim grupama s tim da grupa povređenih novijim modelima vozila bilježi nešto manji broj povrijeđivanja svih tjelesnih regija osim kičme (ali bez statistički značajne razlike). Uočava se postojanje statistički značajne razlike u težini povređivanja donjih ekstremiteta u posmatranim grupama. Ovi podaci ukazuju da prednje strukture modela automobila osmišljenih poslije 1990.g. pokazuju manji traumatski potencijal prema donjim ekstremitetima pješaka, što je u skladu sa aktuelnim stavovima i istraživanjima da savremena riješenja i izmjene konstrukcije i materijala prednjačećih dijelova automobila zaista imaju izvjesnu ulogu u zaštiti donjih ekstremiteta pješaka^{7,16,18,19,20,21,22}. Ukoliko posmatramo samo prelome kostiju potkoljenica u ove dvije grupe, uočava se da je njihova učestalost oko dva puta veća kod povrijeđenih starijim modelima vozila (50% : 25,5%). To ne iznenađuje ako imamo u vidu razlike u obliku i materijalima od kojih su konstruisani prednji dijelovi starijih u odnosu na novije automobile. Zastupljenost povreda glave u obje grupe je slična; 65,2% pješaka u grupi „A“ i 62,7% pješaka u grupi „B“. Sličan utisak se nameće i kada uporedimo težine povreda glave u posmatranim grupama, brojke su tek neznatno povoljnije u grupi povrijeđenih novijim modelima automobila, ali bez statistički izražene razlike. Ovo bi se moglo objasniti činjenicom da modeli motornih vozila iz devedestih godina prošlog vijeka, koji čine većinu povrednih vozila u grupi „B“, ne posjeduju riješenja zaštite pješakove glave kao što su poklopac motora izdignut desetak ili više cm iznad tvrdih struktura bloka motora ili aktivni poklopac motora, koji se ozbiljnije počinju primjenjivati tek u modelima vozila poslije 2000.g. Regije vjetrobranskog stakla i A stubova motornih vozila o koje glava pješaka u sekundarnoj fazi često kontaktira i dalje su bez uspješnih zaštitnih rješenja. Pionirski poduhvat Volvo-a sa vazдушnim jastukom za pješake koji pokriva upravo ove dijelove vozila tek treba pokazati svoju praktičnu efikasnost i svrsishodnost. Brojna svjetska istraživanja imaju slične rezultate, koji ukazuju na nedovoljan napredak u području zaštite pješakove glave. To je posebno razočaravajuće s obzirom da su upravo povrede glave najčešći uzrok smrtnosti nastradalih pješaka^{7,9,11,12,18,21,23,24,25,26}. Povrede grudi su rjeđe u odnosu na povrede donjih ekstremiteta i glave. Slično povredama glave nema statistički značajne razlike u učestalosti niti težini povreda grudi između posmatranih grupa. Objašnjenje bi moglo biti slično kao i kod povreda glave.

Literatura:

1. Department of Violence & Injury Prevention & Disability, WHO, Global status report on road safety: Time for action, Geneva 2009. Available at: http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2009
2. Paulozzi LJ. United States pedestrian fatality rates by vehicle type, Injury prevention 2005;11:232-6;
3. Traffic Safety Facts, 2009 Data, U.S. Department of Transportation, NHTSA, Available at: www.nhtsa.gov
4. Road safety Annual report 2011, IRTAD Database, Available at: <http://www.internationaltransportforum.org/irtadpublic/pdf/11IrtadReport.pdf>

5. Naci H, Chisholm D, Baker TD, Distribution of road traffic deaths by road user group: A global comparison, *Injury prevention* 2009; 15(1): 55-59;
6. Dulal P, Khadka SB, Victims of road traffic crashes attending the emergency department of Kathmandu Medical College Teaching Hospital, Kathmandu Univ Med J (KUMJ) 2004;2(4): 301-6;
7. Crandall JR, Bhalla KS, Madeley NJ, Designing road vehicles for pedestrian protection, *BMJ* 2002; 324:1145-8;
8. Rich J, Dean ED, Powers HR, Forensic medicine of the lower extremity, Human identification and trauma analysis of the thigh, leg and foot, Humana press Inc 2005.;
9. Schmucker U et al. Real-world car-to-pedestrian-crash data from an urban centre, *Journal of Trauma Management & Outcomes* 2010; 4:2;
10. Otte D et al. Injury protection and accident causation parameters for vulnerable road users based on German In-Depth Accident Study GIDAS, *Accid Anal Prev* 2012; 44: 149-53;
11. Thollon L et al. How to decrease pedestrian injuries: conceptual evolutions starting from 137 crash tests, *J Trauma* 2007; 62: 512-9.;
12. Fredriksson R. et al. Priorities of pedestrian protection – A real-life study of severe injuries and car sources, *Accid Anal Prev* 2010; 42(6):1672-81;
13. Kormer C, Smolka D, Injuries to Vulnerable Road Users Including Falls in Pedestrians in the EU - Injury Data Report, Austrian Road Safety Board, Vienna May 2008;
14. Langwieder K et al. Patterns of multi-traumatisation in pedestrian accidents in relation to injury combinations and car shape, Eight International Technical Conference of experimental Safety Vehicles, Wolfsburg 1980;
15. Schmitt KU et al. *Trauma Biomechanics; Accidental injury in traffic and sports*, 2. Ed. Springer, 2007;
16. DeSantis KK, Schneider L, *Biomechanics of Pedestrian Injuries Related to Lower Extremity Injury Assessment Tools: A Review of the Literature and Analysis of Pedestrian Crash Database*, University of Michigan Transportation Research Institute, 2003;
17. Chidester AB, Isenberg R, Final report-The pedestrian crash data study, NHTSA 2001, Proceedings of the 17th Internal Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles. Paper No. 248. June 4–7. Amsterdam, The Netherlands;
18. Yang J. Review of Injury Biomechanics in Car – Pedestrian Collisions (Report to European Passive Safety Network), Chalmers University of Technology, Göteborg, 2002;
19. Matsui Y. Effects of vehicle bumper height and impact velocity on type of lower extremity injury in vehicle-pedestrian accidents, *Accid Anal Prev* 2005; 37: 633-40;
20. Otte D, Haasper C, Characteristics on fractures of tibia and fibula in car impacts to pedestrians – influences of car bumper height and shape, *Annu Proc Assoc Adv Automot Med.* 2007; 51: 63-79;
21. McLean AJ, Vehicle design for pedestrian protection, Centre for Automotive Safety Research, The University of Adelaide, 2005;
22. Schuster JP, Current Trends in Bumper Designe for Pedestrian Impact, California Polytechnic State University, SAE International 2006;
23. Zegeer CV, Bushell M, Pedestrian crash trends and potential countermeasures from around the world, *Accid Anal Prev* 2012; 44(1): 3-11;
24. Kumar A. et al. Fatal road traffic accidents and their relationship with head injuries: An epidemiological survey of five years, *IJNT* 2008; 5(2):63-67;
25. Oh C, Kang Y, Kim W. Assessing the safety benefits of an advanced vehicular technology for protecting pedestrians, *Accid Anal Prev*, 2008; 40(3): 935-42;
26. Tokdemir M et al. Comparison of the severity of traumatic brain injuries in pedestrians and occupants of motor vehicles admitted to Firat health center:five year series in an Eastern Turkish city, *Med Sci Monit*, 2009;15(1):1-4;