

Механизам повређивања возача и сувозача у путничким возилима при чеоним сударима – форензички аспекти

Слободан Николић, Вељко Страјина, Владимир Живковић

Институт за судску медицину, Медицински факултет, Универзитет у Београду, Београд, Србија

КРАТАК САДРЖАЈ

Судски лекари су у свом раду понекад у ситуацији да треба јасно да одговоре на питање где је особа седела у путничком возилу у тренутку саобраћајног удеса. Практично решавање овог проблема има велики кривичноправни значај. У досадашњим медицинским истраживањима није установљена специфична повреда која би са сигурношћу упућивала на то у којем је својству била особа смртно страдала у путничком возилу у саобраћајној несрећи. Неке повреде настају директним дејством силе, али иста повреда може настати и индиректним механизмом. Иста врста повреде истог региона тела код возача и сувозача може настати различитим механизмима и у различитим фазама повређивања. Понекад није најјаснији ни редослед повређивања региона тела, те да ли су неке од повреда постморталне. Одговор чини тежим и чињеница да су исти делови тела и код возача и код сувозача највише повређени и да су повреде управо у тим регионима смртоносне – глава и грудни кош. Ако особа преживи несрећу па накнадно умре у болници, могућност реконструкције несреће и одређивања места у возилу где је повређени седео у тренутку судара смањује се са дужином надживљавања повреде. Прегледом гардеробе повређених или смртно страдалих лица у возилу, налажењем биолошких трагова у возилу, техничким прегледом возила и саобраћајном анализом лица места могуће је на одговарајући начин реконструисати несрећу. У овим случајевима нужна је блиска сарадња судских лекара и особа других специјалности из форензичког тима, а не само познавање механизма повређивања.

Кључне речи: возачи; сувозачи; чеони судари; повреда; обдукција; форензичка патологија

УВОД

Једно од основних обележја повређивања у саобраћајним удесима јесте полифазичност. Да би се што боље схватио и растумачио механизам повређивања у сваком конкретном случају, повређивање се академски посматра као да је у више фаза, иако се фазе понекад стапају једна у другу и нису јасно одвојене у времену и простору. Овако посматрано и анализирано повређивање у саобраћају омогућава да се повреде могу груписати, не само просторно, по регионима тела, већ и временски, према следу уочених фаза повређивања. Овако груписане и удружене повреде могу јасније да укажу на механизам повређивања. Иако се чини да су фазе повређивања код смртно страдалих у путничким возилима у чеоним сударима скоро увек исте, у форензичком смислу не може се рећи да постоји специфична повреда или група удружених повреда које би с великом вероватноћом указивале на то да ли је смртно страдала у путничком возилу био на месту возача или сувозача.

ДЕЦЕЛАРАЦИЈА И ЗАУСТАВНА ДИСТАНЦА

Људско тело је састављено од органа који могу мењати свој положај један у односу

на други у физиолошким границама. Ткива не трпе никакво оштећење ако се тело као целина креће или се налази у физичком систему који се креће равномерном брзином – праволинијски. Оштећења ткива и органа настају када се тело креће неравномерном брзином: било да успорава своје кретање (децелерација), било да га убрзава (акцелерација). У физичким системима с неравномерним кретањем појављују се механичке силе које делују на тела у тим системима: $F=ma$, где је F – сила која делује на тело, m – маса тела, а a – убрзање тела, тј. промена његове брзине у јединици времена – акцелерација или децелерација. Што је већа промена брзине у јединици времена, то су и силе интензивније, а тиме и опсежнија оштећења ткива [1, 2].

Код слободног пада с неке висине сва потенцијална енергија коју је неко тело имало на тој висини, $E=mg \times h$, претвара се у кинетичку: $E=(m \times v^2)/2$, где је m – маса тела, g – убрзање земљине теже, h – висина са које тело пада, а v – брзина тела. Та се кинетичка енергија у тренутку остваривања контакта тела с подлогом поново претвара у потенцијалну. Од момента када је почело да пада с висине, тело повећава своју брзину пропорционално у јединици времена, а та се максимално достигнута брзина у тренутку удара о подлогу своди на нулу. Та нагла промена брзине, од максималне до нуле, у

Correspondence to:

Vladimir ŽIVKOVIĆ
Institut za sudsku medicinu
Medicinski fakultet
Deligradska 31a, 11000 Beograd
Srbija
vladinmej@yahoo.com
vladimir.zivkovic@mhub.bg.ac.rs

врло кратком временском интервалу назива се децелерација. Слично је и у чеоном судару путничког возила, било да оно удара у неки фиксни предмет (нпр. зид), било у друго возило, које се креће или је заустављено. Сва кинетичка енергија коју је возило имало (њена вредност директно зависи од брзине кретања возила) у тренутку судара се у врло кратком временском интервалу претвара у потенцијалну и брзина возила се своди на нулу. У том интервалу тело пређе извесни пут: код ударца тела о подлогу тело подлогу деформише – улубљује, а код судара деформише се део возила који је ударио о препреку. Тај се пут зове зауставна дистанца. Што је подлога о коју тело после слободног пада удари чвршћа, тј. што је предњи део возила ригиднији и мање се деформише после чеоног судара, то је и зауставна дистанца мања. То значи да је прелаз кинетичке енергије у потенцијалну у моменту удара интензивнији у јединици времена, те да је и децелерација интензивнија. Дакле, интензитет децелерације и дужина зауставне дистанце су у обрнуто пропорционалном односу [1, 2, 4].

Да би се једноставније објаснио интензитет децелерације, она се често изражава као умножак убрзања силе земљине теже, која се означава са G (енгл. *G-forces*). Управо изводећи паралелу са слободним падом тела на земљу и узимајући у обзир пластичну деформацију подлоге, тј. зауставну дистанцу, добија се формула по којој је могуће израчунати интензитет силе којој је било изложено возило које је ударило у препреку. Та формула гласи: $G=(C \times v^2)/d$, где је v – брзина возила у тренутку удара изражена у km/h , d – зауставна дистанца изражена у m , а C – константа која износи 0,0039. На пример, ако аутомобил који се кретао брзином од 80 km/h удари у зид од цигала, при чему је ауто утиснуо цигле зида за 25 cm , а возило се напред деформисало за око 50 cm (укупна зауставна дистанца је 75 cm), децелерација је око 33 G . Дакле, у конкретном случају, децелерација је била око 33 пута већа од убрзања земљине теже [5]. Тежина физичког тела које мирује представља производ његове масе и убрзања земљине теже. Повећањем убрзања повећава се и тежина тела. Излагањем тела децелерацији тело постаје привидно теже. На пример, тело масе од 1 kg изложено децелерацији од 40 G постаје привидно теже и тежина му износи 40 kg . Ако се возило кретало брзином од око 72 km/h и ударило о чврсту препреку, децелерација је око 40 G и та се децелерација преноси и на особе у возилу. У тренутку удара привидна тежина јетре возача је око 72 kg , његовог мозга око 60 kg , а целог тела особе у возилу око 2800 kg .

У тренутку удара чврстог физичког тела хомогене структуре о чврсту подлогу мале деформације, децелерација се може мерити, а мењање њене вредности у јединици времена изражава се као G/s . При слободном паду брзина физичког тела, која је максимално достигнута у моменту пред сâм контакт с подлогом, убрзо постаје нула и у том периоду децелерација нагло расте – од нуле достиже максималну вредност. Ова максимална вредност одржава се једно краће вре-

ме, те крива децелерације, у зависности од времена, показује плато. После тога вредност децелерације се смањује. Када је у питању путничко возило које удара у препреку, крива децелерације има исти облик, али је нешто сложенија јер показује осциловање око платоа. При удару возила о препреку делови аутомобила се различито деформишу и различито понашају јер су израђени од различитих материјала. Збрајање деформација свих делова аутомобила даје просечну промену децелерације за возило као целину. Што је ова деформација већа, то је и зауставна дистанца већа, па је и промена децелерације у јединици времена мања; самим тим мања је и сила која делује на возило [4]. Децелерација која настаје услед удара путничког возила у статичну чврсту препреку има потпуно иста обележја као и пуни чеони судар два возила истих физичких одлика (исте су им масе и исте су им зауставне дистанце, односно деформације услед удара) која су се у тренутку судара кретала истом брзином. Ако је једно возило мање, онда оно трпи већу децелерацију [4]. Односно, кинетичка енергија коју носи возило веће масе и тежине већа је од оне коју носи мање возило при истој брзини кретања и у чеоном судару веће је возило предаје мањем.

ОБЕЛЕЖЈА ВОЗИЛА И ТЕЖИНА ПОВРЕЂИВАЊА ОСОБА У ВОЗИЛУ

Путничка возила одређене масе имају одређену дужину. Та се корелација може изразити формулом: $M=3,89 \times L^{2,48}$, где је M – маса возила изражена у kg , а L – његова дужина у m . Уведен је и појам „релативни ризик од повређивања“ (енгл. *relative injury risk – RIR*). Може се узети да је $RIR_{\frac{1}{2}} \sim [E_1/E_2]^{1,25} \sim [M_2/M_1]^{1,25} \sim [L_2/L_1]^{2,5}$, где је E – апсорбована енергија од стране возила у тренутку судара, M – маса возила и L – дужина возила. Што је разлика у масама возила већа, то је и већи ризик од повређивања у мањем возилу. Емпиријске студије су показале да, када се посматрају повреде различите тежине, може се узети да је $RIR_{\frac{1}{2}} \sim [M_2/M_1]^n$, где n има вредност од 1,51–2,67 ако се рачуна ризик за теже повреде (нпр. за повреде чија је вредност $AIS \geq 3$, енгл. *Abbreviated Injury Scale*), односно да је $n \approx 1$ ако се рачуна ризик за лакше повреде (нпр. повреде које у систему AIS имају вредност 1). При чеоним сударима два возила различите масе која су се кретала мањим брзинама енергија коју апсорбују возила при судару директно је пропорционална маси возила. Међутим, при великим брзинама возило мање масе апсорбује више енергије од возила веће масе и количина апсорбоване енергије расте експоненцијално, са експонентом око 3,5. На пример, при судару два возила масе 750 kg и 1400 kg , при мањим брзинама $RIR_{\frac{1}{2}}$ за особу у мањем возилу износи око 2 (релативни ризик да се возач у мањем возилу повреди јесте 2, односно ризик да ће се повредити возач мањег возила два пута је већи од ризика да ће се повредити возач у већем возилу). Ако су брзине при судару ова два возила неједнаких маса

велике, онда је $RIR_{\frac{1}{2}}$ око 11,3, што значи да је ризик од повређивања возача мањег возила 11,3 пута већи од ризика повређивања возача у већем возилу [6]. Такође, ризик од повређивања возача у принципу расте за 18% с повећањем масе возила за 174 kg. Уколико се маса путничких возила повећа два пута, удвостручује се ризик од повређивања у међусобним чеоним сударима [7]. Неки сматрају да је ризик од повређивања у већим возилима условљен и психичким факторима, јер се возачи у великим аутомобилима понашају другачије и возе пажљивије [7]. Децелерације су много мање ако услед непотпуног чеоног удара једно возило или оба возила буду заротирана, јер угаоно, ротационо убрзање смањује лонгитудиналну децелерацију [8]. Дobar показатељ величине децелерације може бити и тзв. еквивалент енергије брзине возила (енгл. *equivalent energy speed* – *EES*). Израчунава се као количник квадратног корена кинетичке енергије возила и масе возила. Он заправо представља максималну количину кинетичке енергије по јединици масе возила, коју возило може да апсорбује у чеоном судару, максимално се деформишући. Ова деформација возила се зове интрузија [6]. Постоји јасна позитивна корелација између *EES* и степена повређивања у чеоним сударима [9]. Наравно, што је већа интрузија, већа је зауставна дистанца и мања је децелерација. Али, с друге стране, деформисани предњи део аута сада представља опасност за особе у возилу, јер делови каросерије и мотора могу продрети у унутрашњост возила и повредити их. Неки чак сматрају да је повређивање од интрузије теже од оног изазваног децелерацијом [7]. Релативни ризик од повређивања особе у путничком возилу, везане сигурносним појасом, највећи је ако је интрузија 100–350 mm [7]. Због интрузије настају повреде доњих екстремитета, а због децелерације повреде горњих делова тела. Силе које се развијају после судара трају врло кратко и зато су врло интензивне, те се стога називају импулсним силама.

МЕХАНИЗАМ ПОВРЕЂИВАЊА

Може се замислити да особе у возилу које се креће и само возило представљају један физички систем. Брзином којом се креће возило крећу се и особе у њему. У тренутку удара у препреку и особе унутар возила успоравају своје кретање заједно с возилом. Уколико су путници чврсто везани за своја седишта, децелерација коју трпе исте је величине као и децелерација возила. Међутим, код особе која није фиксирана за седиште ствар је другачија – у овом случају почетна зауставна брзина иста је као и зауставна брзина возила, али је код особе у возилу зауставна дистанца много мања него за возило, јер је деформација анатомских структура зида трупа особе у возилу много мања. Зато су децелерације које трпе особе у возилу веће од децелерације самог возила и децелерација особа у возилу почиње с малим закашњењем у односу на почетак децелерације возила, по удару у препреку. Овом првом

децелерационом таласу врло брзо следи други, који настаје услед децелерације седишта на којем особа седи и који се преноси на тело особе. Трајање ова два децелерациона таласа врло је кратко – око пола десетинке секунде када се возило кретало брзином од око 50 km/h и када је зауставна дистанца била око 50 cm [4].

Људско тело може да компензује огромне децелерације. Толеранција тела на децелерацију зависи од многих фактора, а један од њих је и висина платоа децелерације – тек децелерације од 50 G неповратно оштећују органе и ткива. Други фактор је трајање децелерације: што је плато децелерације виши, то се боље компензују децелерације с краћим трајањем, и обрнуто. Трећи фактор је брзина достизања максималне децелерације – могу се компензовати вредности до 1500 G/s. Четврти фактор од којег зависи толеранција људског тела на децелерацију јесте и правац дејства импулсне силе коју развија децелерација: линеарне децелерације које се развијају при чеоним сударима, када сила делује на тело од напред према позади, подносе се четири пута боље од оних које делују одозго наниже, по лонгитудинали тела, као нпр. код пада с висине и ударца главом или ногама у чврсту подлогу. Пети фактор чине особине предмета с којим тело остварује контакт током децелерације: људско тело боље подноси децелерацију ако је предмет о који удара веће површине и веће еластичности, односно већег степена деформитета. На овом принципу се и заснива дизајнирање унутрашњости путничких возила, а на основу овога осмишљена је и заштита путника – ваздушни јастук. На крају, боље подносе децелерацију особе које су спремне за њу, које је очекују, па контролишу своје тело и активно заузимају најповољније положаје, нарочито екстремитета: што је више неконтролисаних и некоординисаних покрета руку и ногу током децелерације, то је отпор зглобова већи, те и тело бива више повређено (при доскоку координисано и контролисано савијање ногу у зглобовима колена, кукова и стопала чини да околни мишићи и тетиве амортизују децелерацију, апсорбујући већу количину енергије) [2, 4, 10].

После удара путничког возила у препреку, тј. после чеоног судара, тело возача који није везао сигурносни појас покреће се по инерцији унапред. У том тренутку он се рефлексно одупире ногама о командне папучице, а трбух и доња половина грудног коша ударају о доњу ивицу волана, те се тако труп савија преко волана и тело одиже од седишта. Његова глава наставља да се по инерцији креће унапред, те долази до флексије вратног и грудног дела кичменог стуба. После тога глава најчешће удара о ветробранско стакло и рам, тј. стубиће – носаче ветробранског стакла, а возач може бити и избачен кроз стакло. У следећој фази тело бива гурнуто уназад, на седиште (дејство силе реакције), при чему сада, ако нема наслона за главу, глава бива забачена форсирано уназад, јер због своје релативно велике тежине има и велики замах. Механизам повређивања сувозача врло је сличан, с тим што његово тело унутар возила прелази дужи пут до препреке – инструмент- табле (ротирајући горњи део тела око осе

која пролази кроз кукове), па је и замах тела већи, као и флексија трупа [11]. Путници на задњем седишту су најзаштићенији – после чеоног судара они ударају телима о предња седишта, која амортизују ударац апсорбујући кинетичку енергију, како због својих евентуалних еластичних својстава, тако и због велике додирне површине између предње стране тела путника на задњем седишту и задње стране предњег седишта, па се енергија распоређује по већој површини [5]. На задњим седиштима путничких возила најчешће се налазе деца, па је и механизам повређивања нешто специфичнији [12]. Било услед интрузије делова возила ка његовој унутрашњости, било услед нагле децелерације и удара коленима о инструмент-таблу, настају повреде доњих екстремитета и карлице особа на предњим седиштима у возилима. Услед одизања тела од седишта и кретања унапред, те контакта тела возача с воланом, сувозача с инструмент-таблом, а путника на задњем седишту са седиштима испред себе, настају повреде трупа. Због удара главе о стубиће – носаче ветробранског стакла, настају тешке повреде главе. Дакле, повређивање возача и сувозача у путничким возилима при чеоним сударима је у три нивоа тела (тзв. тростепено повређивање). У фази када се тело услед дејства силе реакције враћа ка седишту, када се јавља и њихање главе и хиперекстензија врата, могу настати тешке повреде вратног дела кичменог стуба. Делимичним ударцем тела о унутрашње стране врата возила могу настати повреде екстремитета. Стопала возача бивају повређена услед контакта с командним папучицама. У односу на друге врсте судара (бочни судари и судари од позади), код чеоних је судара инциденција повређивања највећа и износи 44–70%. Најчешће и најтеже бивају повређени они који седе на предњим седиштима. Најчешће страдају возачи, али то је вероватно зато што су и најчешће саобраћајне несреће између путничких возила у којима се налазе само возачи. Ако се у возилу налази и сувозач, онда је ризик да сувозач буде повређен већи за око 20% у односу на возача у истом возилу [8]. Сувозачи су и теже повређени од возача [13]. Енглези место сувозача зову *death-seat*, а Французи *la place du mort* [5]. У чеоним сударима најмањи ризик од повређивања имају путници на задњим седиштима, али они бивају много теже повређени при бочним сударима [8]. Док возач активно прати ситуацију на коловозу, може евентуално да антиципира несрећу и да се активно или рефлексно припреми за чеони удар (екстремитетима се одупире о волан и под возила), сувозач обично нема те могућности. Уколико је возач у возилу са млађим сувозачем, онда су саобраћајна несрећа и повређивање вероватнији него када је возач сâм у аутомобилу [14].

СРЕДСТВА ЗАШТИТЕ

У англосаксонској литератури неки аутори уобичајене саобраћајне несреће сврставају у тзв. ударе мале брзине (енгл. *low velocity impacts*), јер су брзине возила у

физичком смислу релативно мале (до 15 m/s), размена енергије између тела и возила врши се преко релативно велике површине, а време трајања преноса енергије између тела и возила релативно је дуго [15]. Овакве саобраћајне несреће знатно се разликују од удара код великих и врло великих брзина, слично као при повређивању пројектилама испаленим из ватреног оружја.

Ефекат децелерације се смањује уколико тело особе у путничком возилу после удара остане чврсто фиксирано за седиште у усправном положају [15]. Ово се може постићи везивањем сигурносних појасева у возилима. Данас су највише у употреби појасеви са три фиксне тачке – по једна са сваке стране бедара и једна изнад рамена (енгл. *three-point attachment belt*). Појас знатно смањује или чак онемогућује покрет тела особе у возилу унапред, по инерцији, након чеоног удара. На тај начин онемогућује се удар трупом о волан или инструмент-таблу, односно главом о стубиће – носаче ветробранског стакла. Појас онемогућује и пролазак тела кроз ветробранско стакло. Сигурносни појас спречава и испадање путника из возила кроз накнадно отворена врата после судара, те на тај начин превенира и накнадно повређивање услед пада тела на подлогу. Површина појаса у стандардним условима је око 500 cm², што је довољна површина по којој се ефекат децелерације равномерно распоређује и амортизује. Наравно, појас уопште не пружа заштиту код бочних судара, где чак може да повећа ризик од тежих повреда, јер се фиксирањем особе за седиште онемогућује активно, свесно избегавање удара. Такође, појас не пружа никакву заштиту од делова који после удара интрузијом окупирају унутрашњост возила и повређују путнике (под возила, мотор, чак и волан и делови инструмент-табле или кров возила). Сигурносни појас такође не пружа никакву заштиту екстремитетима, нити штити врат од наглих хиперфлексионих или хиперекстензионих покрета [5].

Употреба појасева смањила је смртно повређивање за 43–50% [7, 16]. Данас је коришћење сигурносних појасева у већини земаља обавезно. У Сједињеним Америчким Државама до 1980. године сигурносне појасеве везивало је само 15% особа у путничким возилима, а од тренутка када је њихова употреба постала законски обавезна 1995. године, користи их више од 68% људи [16]. Данас постоје типови аутомобила са сигурносним појасевима и за путнике на задњим седиштима. Ризик од повређивања путника на задњем седишту који не веже сигурносни појас исти је као и ризик којем је изложен путник на предњем седишту, који је фиксиран за седиште сигурносним појасом. Уколико користи појас, онда је ризик од повређивања путника на задњем седишту знатно мањи од ризика повређивања путника на предњем седишту који је такође користио сигурносни појас [12]. Промењени дизајн инструмент-табле и положај волана (удаљавање од седишта) смањили су повређивање грудног коша возача до 10%, а сувозача до 30% [17].

Последње деценије као заштитно средство у возилима у употреби је и ваздушни јастук (енгл. *airbag*).

То је кеса смештена поред волана или унутар инструмент-табле која се под одређеним условима за неколико милисекунди испуни гасом, који се под притиском налази у канистеру поред јастука. Активирање целог система врши сензор, децелометар, који активира систем код децелерација од око 30 G [5]. Ваздушни јастук спречава, пре свега, повреде главе и врата, те се процењује да је његова употреба смањила смртност од повреда ових региона тела за 31% [16]. Наравно, понекад и сами сигурносни појасеви и ваздушни јастуци могу да изазову тешке, чак и смртоносне повреде [4, 5, 18]. Тзв. ваздушни јастуци друге генерације јесу смањили ризик од повређивања руку, али не и трупa [19].

ФОРЕНЗИЧКИ ЗНАЧАЈ

У свом раду судски лекари су понекад у ситуацији да треба јасно да одговоре на питање где је особа седела у путничком возилу у тренутку саобраћајног удеса, било зато што то није забележено током увиђаја, јер је тело већ било извађено из возила због указивања лекарске помоћи, било зато што преживеле особе из возила сваљују кривицу на ону особу која је смртно страдала, те лажно сведоче да је возио онај који је погинуо. Практично решавање овог проблема има велики кривичноправни значај.

У досадашњим истраживањима није установљена специфична повреда која би са сигурношћу упућивала на то у којем је својству била особа смртно страдала у путничком возилу у саобраћајној несрећи. Међутим, у литератури постоје подаци о појединим типичним повредама: најчешће се помиње тзв. волан-повреда код возача – нпр. прелом грудне кости (стернума) [20]. Дати одговор на питање ко је где седео од страдалих у путничком возилу само на основу обдукције могуће је у око 50% случајева. Неке повреде настају директним дејством, нпр. ударцем неког дела тела у неки део унутрашњости возила, али иста повреда може настати и индиректним механизмом, без директног контакта. Повреде мозга најчешће настају услед ударца главом о неки део унутрашњости возила, али исте повреде мозга могу настати и без контакта главе са неким делом аута – услед линеарне децелерације [21]. Иста врста повреде истог региона тела код возача и сувозача може настати различитим механизмима и у различитим

фазама повређивања, као што су нпр. повреде аорте [22] или можданог стабла [23]. Понекад није ни најјасније који је редослед повређивања региона тела, те да ли су неке повреде постморталне [24]. Одговор чини тежим и чињеница да су исти региони тела и код возача и код сувозача највише повређени и да су повреде управо у тим регионима смртоносне – глава и грудни кош [25-28].

Прегледом гардеробе повређених или смртно страдалих лица у возилу (нпр. на ђоновима обуће возача могу остати отисци од папучице за кочење), налажењем биолошких трагова унутар возила (крв, длаке) [20], техничким прегледом возила [29] и саобраћајном анализом места места могућа је одговарајућа реконструкција несреће и до у 98% случајева [30]. Ако особа преживи несрећу па накнадно умре у болници, могућност реконструкције несреће и одређивања места у возилу где је повређени седео у тренутку судара смањује са дужином надживљавања повређене особе: ако особа надживљава повреду дуже од недељу дана, могућност реконструкције несреће и места где је повређени седео у возилу драстично опада, па постаје и немогућа [30]. Све ово упућује на то да је у овим случајевима нужна блиска сарадња судских лекара и особа других специјалности из форензичког тима.

ЗАКЉУЧАК

Изгледа да не постоји једна повреда или група удружених повреда установљених обдукцијом које би указивале на то да ли је смртно страдала особа у путничком возилу при чеоном судару била на месту возача или сувозача. Да би се на то питање дао тачан одговор, поред доброг познавања механизма настанка повреда установљених обдукцијом код смртно повређеног, нужна је и техничка анализа саобраћајне несреће и оштећења на возилу, као и анализа евентуалних биолошких трагова.

НАПОМЕНА

Рад је реализован у оквиру пројекта бр. 45005 Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

ЛИТЕРАТУРА

- Brinkmann B, Madea B. *Handbuch gerichtliche Medizin*. Berlin: Springer Verlag; 2004.
- Gordon I, Shapiro HA, Berson SD. *Forensic Medicine*. 3rd ed. Edinburgh – London: Churchill Livingstone; 1988.
- Shkrum M, Ramsay D. *Forensic Pathology of Trauma – Common Problems for the Pathologist*. Totowa, NJ: Humana Press; 2007.
- Besson A, Saegesser F. *A Colour Atlas of Chest Trauma and Associated Injuries*. London: Wolfe Medical Publications; 1983.
- Knight B. *Forensic Pathology*. 2nd ed. London – Sydney – Aucland: Arnold; 1996.
- Wood DP, Simms CK. Car size and injury risk: a model for injury risk in frontal collisions. *Accid Anal Prev*. 2002; 34:93-9.
- Buzeman DG, Viano DC, Lovsund P. Injury probability and risk in frontal crashes: effects of sorting techniques on priorities for offset testing. *Accid Anal Prev*. 1998; 30:583-95.
- Buzeman DG, Viano DC, Lovsund P. Car occupant safety in frontal crashes: a parametar study of vehicle mass, impact speed, and inherent vehicle protection. *Accid Anal Prev*. 1998; 30:713-22.
- Miltner E, Salwender HJ. Injury severity of restrained front seat occupants in car-to-car side impacts. *Accid Anal Prev*. 1995; 27:105-10.
- DiMaio JV, DiMaio D. *Forensic Pathology*. 2nd ed. London – New York: CRC Press; 2001.
- Parenteau CS, Viano DC, Lovsund P, Tingvall C. Foot-ankle injuries. Influence of crash location, seating position and age. *Accid Anal Prev*. 1996; 28:607-17.
- Huelke DF, Compton CP. The effects of seat belts on injury severity of front and rear seat occupants in the same frontal crash. *Accid Anal Prev*. 1995; 27:835-8.
- Beier G, Liebhardt E, Langwieder K, Pfeiffer U. Zum statistischen Beweiswert der Insassenverletzungen becueglich der Sitzposition bei PKW-Unfaellen. *Rechtsmedizin*. 1974; 74:92-5.
- Lee C, Abdel-Aty M. Presence of passengers: Does it increase or reduce driver's ceash potential? *Accid Anal Prev*. 2008; 40:1703-12.
- Grimal Q, Gama BA, Naili S, Watzky A, Gillespie JW. Finite element study of high-speed blunt impact on thorax: linear elastic considerations. *J Biomech Eng*. 2004; 30:665-83.
- Martin PG, Crandall JR, Pilkey WD. Injury trends of passenger car drivers in frontal crashes in the USA. *Accid Anal Prev*. 2000; 32:541-57.
- Langwieder K Von. Innere Sicherheit im Auto – Eine Untersuchung des HUK-Verbandes ueber 30.000 PKW-Unfaelle mit Insassenverletzung. *Rechtsmedizin*. 1974; 74:78-91.
- Bandstra RA, Carbone LS. Unusual basal skull fracture in a vehicle equipped with an air bag. *Am J Forensic Med Pathol*. 2001; 22:253-5.
- MacLennan PA, Ashwander WS, Griffin R, McGwin G, Rue LW. Injury risks between first- and second-generation airbags in frontal motor vehicle collisions. *Accid Anal Prev*. 2008; 40:1371-4.
- Spitz WU, Fisher SR. *Medicolegal Investigation of Death*. Springfield: Thomas; 1991.
- Coimbra R, Conroy C, Hoyt DB, Pacyna S, May M, Erwin S, et al. The influence of damage distribution on serious brain injury in occupants in frontal motor vehicle crashes. *Accid Anal Prev*. 2008; 40:1569-75.
- Nikolic S, Atanasijevic T, Mihailovic Z, Babic D, Popovic-Loncar T. Mechanisms of aortic blunt rupture in fatally injured front-seat passengers in frontal car collisions: an autopsy study. *Am J Forensic Med Pathol*. 2006; 27:292-5.
- Živković V, Nikolić S, Babić D, Juković F. The significance of pontomedullar laceration in car occupants following frontal collisions: a retrospective autopsy study. *Forensic Sci Int*. 2010; 202:13-6.
- Živković V, Nikolić S, Babić D, Juković F. Brain-stem laceration and blunt rupture of thoracic aorta: is the intrapleural bleeding postmortem in origin?: an autopsy study. *Am J Forensic Med Pathol*. 2011; 32:364-7.
- Nikolić S, Atanasijević T, Popović V, Babić D. Težina ukupne traume u ekspertiznoj dijagnostici kod osoba smrtno stradalih u putničkim vozilima. *Srp Arh Celok Lek*. 2007; 135:74-9.
- Nikolić S. Ekspertizna dijagnostika povreda grudnog dela aorte, srca i perikarda osoba smrtno stradalih u putničkim vozilima. *Srp Arh Celok Lek*. 2009; 137:627-31.
- Nikolic S, Atanasijevic T, Popovic V, Soc M. The facial-bone fractures among fatally injured car occupants in frontal collisions. *Leg Med (Tokyo)*. 2009; 11(Suppl 1):S321-3.
- Ndiaye A, Chambost M, Chiron M. The fatal injuries of car drivers. *Forensic Sci Int*. 2009; 184:21-7.
- Conroy C, Tominaga GT, Erwin S, Pacyna S, Velky T, Kennedy F, et al. The influence of vehicle damage on injury severity of drivers in head-on motor vehicle crashes. *Accid Anal Prev*. 2008; 40:1589-94.
- Schulz von E. Rekonstruktion von Verkehrsunfaellen und Fahrzeuguntersuchung. *Rechtsmedizin*. 1974; 74:96-9.

The Mechanism of Injuring of Front-Seat Passengers in Head-On Motor Vehicle Collisions: Forensic Issues

Slobodan Nikolić, Veljko Strajina, Vladimir Živković

Institute of Forensic Medicine, University of Belgrade – School of Medicine, Belgrade, Serbia

SUMMARY

Forensic pathologists sometimes need to determine seating positions of automobile occupants after road traffic accidents as accurately as possible. That could be of essential significance particularly in regard to the question of guilt both in the criminal and civil law. So far, medical surveys have implied the specific injury which would undoubtedly point at the allocation of the seating positions of fatally injured car occupant. Some of the injuries could occur by both direct and indirect force action. Same type of injury of the specific body region in both drivers and front seat passengers could occur by different mechanism and in different phases of the accident. Sometimes neither the order of injury occurrence remains unclear, nor whether some of the injuries are post-mortal. What makes it even harder is the fact that same body regions, i.e. head and thorax, are most

affected in both drivers and front seat passengers, and that these injuries are often fatal. Even if the victim survives the accident for some time and later dies in hospital, the possibility of accident reconstruction and determination of car occupants seating position at the moment of accident declines with the time length of survival period. Examining the victims' clothes, searching for biological traces, technical expert inspection of the vehicle, traffic expert analysis of the site, enables adequate reconstruction of the traffic accident. All this implies that in such cases the knowledge of underlying mechanism of car occupants' injury is insufficient, and that a close cooperation between forensic pathologists and the team of other forensic technical experts is necessary.

Keywords: drivers; front-seat passengers; head-on collision; injury; autopsy; forensic pathology