

Експертизна дијагностика повреда грудног дела аорте, срца и перикарда особа смртно страдалих у путничким возилима

Слободан Николић

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

КРАТАК САДРЖАЈ

Увод У форензичкој патологији још није утврђена специфична повреда која би са сигурношћу упућивала на то у којем је својству била особа смртно страдала у путничком возилу.

Циљ рада Циљ рада је био да се установи да ли се на основу повреда грудног дела аорте, срца и перикарда може одредити где је смртно страдала особа седела у путничком возилу у тренутку несреће: на месту возача, сувозача или путника на задњем седишту.

Методе рада Урађена је ретроспективна аутопсијска студија која је обухватила особе страдале у путничком возилу за које се поуздано знало у којем су својству повређене. За сваког смртно страдалог установљено је да ли је имао повреде грудног дела аорте, срца и перикарда. Добијени резултати су обрађени одговарајућим статистичким методама.

Резултати Истраживање је обухватило 482 испитаника (378 мушкараца и 104 жене), и то: 239 возача, 194 сувозача и 49 путника са задњег седишта. Истмус је била најчешћа локализација руптуре аорте код возача и сувозача и најчешће се радило о једнострукој лацерацији. Код више од половине страдалих особа са повредама срца и перикарда забележена је повреда аорте. Повреде срца и перикарда (и то руптуре) биле су најчешће код возача. Десна преткомора статистички је најчешће повређени део срца. Постојање повреде аорте, срца или перикарда само за себе даје већу вероватноћу да је повређени био возач, него да је страдао у неком другом својству у путничком возилу ($\lambda=0,818$; $df=2$; $p=0,011$; $\lambda=0,906$; $df=2$; $p=0,000$; и $\lambda=0,951$; $df=2$; $p=0,000$). То показују и повреде атријума и вишеструки расцепи аорте посматрани као повреде саме за себе, неударене ($\lambda=0,966$; $df=2$; $p=0,000$; и $\lambda=0,918$; $df=2$; $p=0,009$). Удруженост повреда аорте с повредама грудне кичме, стернума и срца указује на то да је повређени највероватније био возач ($\lambda=0,971$; $df=4$; $p=0,007$; $\lambda=0,974$; $df=4$; $p=0,013$; и $\lambda=0,958$; $df=4$; $p=0,000$), као и удруженост повреда срца и прелома стернума ($\lambda=0,960$; $df=4$; $p=0,001$). Руптура аорте удружена с преломима ребара и стернума даје вероватноћу од 80% да је страдала особа била возач ($Wald.coeff.=8,611$; $df=1$; $p=0,003$; и $Wald.coeff.=3,875$; $df=1$; $p=0,049$).

Закључак Како су основни механизми повређивања органа грудне дупље у овим случајевима децелерација и антеропостериорна компресија уз каудоростралну хиперекстензију, то су повреде ових органа врло често удружене. Смртно повређени возачи чешће имају повреде ових органа од сувозача или путника на задњем седишту. Што је број ових удружених повреда већи, то је вероватније да је повређени био возач.

Кључне речи: аорта; срце; повреда; обдукција; повреде у саобраћају; форензичка патологија

УВОД

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), или га убрзава (акцелерација). У временском интервалу, када се највећа брзина којом се тело кретало сведе на нулу, тело пређе одређени пут (код чеоних судара деформише се део возила који је ударио о препреку) који се зове зауставна дистанца. Што је прелаз кинетичке енергије у потенцијалну у тренутку удара интензивнији у јединици времена, то је децелерација јача. Интензитет децелерације и дужина зауставне дистанце су у обрнутом пропорционалном односу [1].

Формула по којој се израчунава интензитет силе којој је било изложено возило које је ударило у препреку гласи: $G=(C \times v^2)/d$, где је v брзина возила у тренутку удара изражена у km/h , d је зауставна дистанца изражена у метрима, а C константа која износи 0,0039. На пример, ако ауто које се кретао брзином од 80 km/h удари у зид

од цигала, при чему је ауто утиснуо цигле зида за 25 cm , а предњи део возила деформисао за око 50 cm (укупна зауставна дистанца је 75 cm), децелерација је око 33 G , што значи да је децелерација била око 33 пута већа од убрзања Земљине теже [2]. Излагањем децелерацији тело постаје привидно теже, па је тако тело масе од 1 kg изложено децелерацији од 20 G привидно теже 20 пута, што значи да је његова тежина 20 kg . Ако се возило кретало брзином од 72 km/h и ударило о чврсту препреку, децелерација је око 40 G . Она се преноси и на особе у возилу: у тренутку удара привидна тежина јетре возача је око 72 kg , мозга око 60 kg , а целог тела око 2800 kg . Децелерација се може мерити, а мењање њене вредности у јединици времена изражава се у G/s . Возило које се креће и особе у њему представљају један физички систем. У тренутку удара у препреку и особе унутар возила успоравају своје кретање заједно с возилом. Људско тело може да истрпи без оштећења децелерације од 50 G .

Повреде ногу и карлице особа на предњим седиштима у возилу настају или услед интрузије делова возила ка његовој унутрашњости, или услед нагле децелерације и удара коленима о инстру-

мент-таблу. Због одизања тела од седишта и кретања унапред, те контакта тела возача с воланом, сувозача с инструмент-таблом, односно путника на задњем седишту са седиштима испред себе, настају повреде група. Због удара главе о стубиће (носаче) ветробранског стакла настају тешке повреде главе. У фази када се тело услед дејства силе реакције враћа ка седишту, када се јављају и њихање главе и хиперекстензија врата, настају повреде вратне кичме. Повреде екстремитета могу настати делимичним ударцем тела о унутрашње стране врата возила.

У односу на друге врсте судара (бочни судари и судари од позади), код чеоних судара инциденција повређивања је највећа (44-70%). Најчешће и најтеже бивају повређена лица која седе на предњим седиштима. Најчешће страдају возачи, али то је 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 он буде повређен већи за око 20% у односу на возача у истом возилу [3]. Сувозачи бивају и теже повређени од возача [4]. Енглези место сувозача зову *death-seat*, а Французи *la place du mort*. У чеоним сударима најмањи ризик од повређивања имају путници на задњим седиштима, али они бивају много теже повређени при бочним сударима [3]. Ефекат децелерације се смањује уколико тело особе у путничком возилу после удара остане чврсто фиксирано за седиште у усправном положају [5]. Употреба појасева смањила је смртно повређивање за 43-50% [6, 7]. Промењени дизајн инструмент-табле и положај волана (удаљавање од седишта) смањили су повређивање груди код возача до 10%, а код сувозача до 30% [8]. Одговорити на питање ко је где седео од страдалих у путничком возилу само на основу обдукције могуће је у око 50% случајева. Што повређена особа дуже надживљава повреду, то је могућност реконструкције места где је повређена особа седела у возилу мања, па чак и немогућа [9].

ЦИЉ РАДА

Циљ рада је био да се установе учесталост повреда грудног дела аорте, срца и перикарда и удруженост ових повреда с повредама костију грудног коша, као и то да ли све ово може да буде предиктор у експертној диференцијалној дијагностици особа смртно страдалих у путничким возилима у саобраћајним задесима. Такође, желело се утврдити да ли се на основу ових повреда може рећи где је смртно страдала особа седела у путничком возилу у тренутку несреће: на месту возача, сувозача или путника на задњем седишту.

МЕТОДЕ РАДА

Урађена је ретроспективна аутопсијска студија која је обухватила особе смртно страдале у путничким возилима за које се, на основу полицијских извештаја, односно хетероanamнезе, поуздано знало у којем

су својству били повређени (возач, сувозач или путник на задњем седишту) и који су умрли или услед задобијених повреда, или од компликација повреда. У студију су укључене само особе страдале у путничким возилима у тзв. чеоним сударима (ударац возила у непомићну препреку или друго возило које му је долазило у сусрет), при чему се сматрало да су страдали при брзинама већим од 40 km/h. Обухваћене су само особе које у тренутку несреће нису биле везане сигурносним појасом или заштићене ваздушним јастуцима после удара. У студију нису укључене особе за које се знало да су испале из возила после несреће, као ни лица страдала у возилима која су се превртала или накнадно пала с висине (моста, надвожњака и слично). Такође су искључена деца млађа од 14 година, јер је механизам њиховог повређивања другачији него код одраслих особа.

Механизам саобраћајних несрећа реконструисан је на основу полицијских извештаја и хетероanamнестичких података. Анализирани су пол и старост испитаника, врста и локализација повреде грудне аорте, срца и перикарда, те удруженост ових повреда међусобно, као и са повредама костију грудног коша, јетре и слезине. Сви подаци о повредама добијени су анализом обдукционих протокола и доступне медицинске документације уколико је повређени испитаник извесно време надживљавао повреду и био лечен.

Добијени резултати, приказани табеларно, обрађени су одговарајућим статистичким методама (*t*-тест, ANOVA, χ^2 -тест, логистичка регресија, дискриминациона анализа) са нивоом значајности од 0,05.

РЕЗУЛТАТИ

Истраживање је обухватило 482 испитаника: 239 возача (225 мушкараца и 14 жена), 194 сувозача (122 мушкараца и 72 жене) и 49 путника са задњег седишта (31 мушкараца и 18 жена). Мушкараца је било статистички више у посматраном узорку ($\chi^2=14,45$; $p=0,00$). Просечна старост мушкараца била је $38,8\pm 15,4$ године, а жена $41,4\pm 17,8$ година ($t=1,39$; $p>0,05$). Просечна старост особа страдалих у својству возача била је $41,4\pm 14,9$ година, сувозача $39,2\pm 16,7$ година, а путника на задњем седишту $37,5\pm 16,5$ година (ANOVA, $F=2,501$; $p>0,05$).

Руптура грудног дела аорте установљена је у 152 случаја (88 возача, 56 сувозача и осам путника на задњем седишту), најчешће у пределу истмуса – у 90 случајева (48 возача, 38 сувозача и четири путника на задњем седишту). Најчешће се радило о једнострукој руптури (код 66 возача, 46 сувозача и осам путника на задњем седишту), која је захватала цео обим аорте (код 44 возача, 39 сувозача и шест путника на задњем седишту). Удруженост повреде аорте с преломима ребара, стернума и грудног дела кичменог стуба, односно повреда срца и перикарда, приказана је у табели 1.

Најчешћа повреда срца била је руптура целе дебљине зида (код 65 возача, 22 сувозача и шест путника на задњем седишту) и углавном десне преткоморе (код 25 возача, 12 сувозача и два путника на задњем седи-

Табела 1. Расподела удружености руптуре аорте с преломима стернума, ребара и грудног дела кичменог стуба, те повредама срца и перикарда

Table 1. Distribution of the sample according to thoracic aorta rupture and concomitant injuries of sternum, ribs, thoracic spine, heart and pericard

Повреде грудног коша Thoracic injuries		Руптура аорте Aortic rupture		Укупно Total
		Да/Yes	Не/No	
Прелом стернума Sternal fracture	Да/Yes	70	70	140
	Не/No	82	260	342
Преломи ребара Rib fractures	Да/Yes	147	230	377
	Не/No	5	100	105
Прелом грудног дела кичме Thoracic-spine fracture	Да/Yes	44	39	83
	Не/No	108	291	399
Повреда срца Heart injury	Да/Yes	59	41	100
	Не/No	93	289	382
Повреда перикарда Pericardial injury	Да/Yes	83	45	128
	Не/No	69	285	354

Табела 2. Расподела удружености повреде срца с преломима стернума, ребара и грудног дела кичменог стуба

Table 2. Distribution of the sample according to heart injuries and concomitant injuries of sternum, ribs and thoracic spine

Повреде грудног коша Thoracic injuries		Повреда срца Heart injury		Укупно Total
		Да/Yes	Не/No	
Прелом стернума Sternal fracture	Да/Yes	48	92	140
	Не/No	52	290	342
Преломи ребара Rib fractures	Да/Yes	98	279	377
	Не/No	2	103	105
Прелом грудног дела кичме Thoracic-spine fracture	Да/Yes	32	51	83
	Не/No	68	331	399

Табела 3. Расподела удружености повреде перикарда с преломима стернума и грудног дела кичменог стуба

Table 3. Distribution of the sample according to pericardial injuries and concomitant injuries of sternum and thoracic spine

Повреде грудног коша Thoracic injuries		Повреда перикарда Pericardial injury		Укупно Total
		Да/Yes	Не/No	
Прелом стернума Sternal fracture	Да/Yes	60	80	140
	Не/No	68	274	342
Прелом грудног дела кичме Thoracic-spine fracture	Да/Yes	39	44	83
	Не/No	89	310	399

шту). Удруженост повреда срца с преломима костију грудног коша приказана је у табели 2.

Најчешћа повреда перикарда била је руптура (код 72 возача, 27 сувозача и осам путника на задњем седишту); контузије перикарда биле су ређе. Ни у једном случају није установљена руптура, нити је било контузија перикарда, а да није постојао удружен прелом ребара. Удруженост повреда перикарда с преломима стернума и грудног дела кичменог стуба приказана је у табели 3.

ДИСКУСИЈА

Око 50% свих повреда аорте настане код путника повређених у чеоним сударима [10], мада могу да настану и код бочних судара [11, 12, 13]. Што је децелераци-

ја интензивнија, то је инциденција повреде аорте већа [10]. Између 45% до 85% повређених лица с руптуром аорте умре на лицу места [14], а доданих 21% на пријему у болницу [15]. Када горњи део тела путника у возилу услед чеоног судара оствари контакт с неким делом аутомобила испред себе, због нагле децелерације долази до компресије и деформације грудног коша и померања унутрашњих органа унутар грудне дупље [14, 16]. Постоје четири механизма којима се објашњава настанак руптуре аорте у овим случајевима. Два су хемодинамска – нагли пораст притиска у крвним судовима и тзв. ефекат воденог чекића (енгл. *water-hammer effect*), а два биофизичка – нагло истезање зида аорте у пределу истмуса и притисак на аорту услед компримовања грудног коша између стернума и кичменог стуба (енгл. *osseous pinch theory*) [17]. Изгледа да је главни механизам повређивања аорте истезање на месту истмуса: део аорте испод истмуса је фиксиран за задњи зид грудног коша интеркосталним артеријама, док је део изнад истмуса покретљив и практично виси на великим крвним судовима који се гранају од лука аорте. Услед децелерације и делом каудоростралне хиперекстензије долази до попречне руптуре аорте на месту истмуса, где је аорта најмањег пречника и има најмање еластичних влакана [17, 18, 19]. У правој фази повређивања настаје руптура интима и медије, а касније и адвентиције [13, 18].

И код испитаника овог истраживања истмус је била најчешћа локализација руптуре аорте код возача и сувозача, а најчешће се радило о једнострукој лацерацији. Руптура аорте је релативно често била удружена с преломима стернума и кичменог стуба, а практично је увек била праћена преломима ребара. Код више од половине особа с повредама срца и перикарда постојала је и повреда аорте ($\chi^2=89,557$; $p=0,000$; односно $\chi^2=44,083$; $p=0,000$).

Један од механизма повреда срца је и директни ударац у предео прекордијума, када настају контузије десне коморе и врха срца. Тада су чести преломи стернума и ребара, чији преломљени крајци могу директно повредити срце [2, 20]. Срце може бити повређено и услед децелерације, али и услед притиска на абдомен и тзв. краш-повреда, када бива укљештено између кичменог стуба и стернума [1], као и услед тзв. дејства воденог чекића [20], због повећања хидростатског притиска у великим крвним судовима услед притиска на абдомен или доње удове. Руптура десне преткоморе може настати и због укљештења овога дела срца између комора срца и јетре, у пределу десног перикардиофреничног угла [20]. У чеоним сударима код повређених лица су најчешће руптуре десне преткоморе, затим леве и десне коморе, леве преткоморе, па интервентрикуларног септума и валвула [20]. Контузије срца најчешће су локализоване субепикардно или субендокардно, и захватају плиће или дубље миокард. Понекад су локализоване унутар миокарда. Већина њих доводи до смрти повређене особе јер узрокује фаталне поремећаје срчаног ритма [21]. Руптуре коморе и десне преткоморе много су опасније јер снажни мишић леве коморе срца може сам да ублажи повреду [22].

Код испитаника овог истраживања повреде срца уопште (поготово руптуре) статистички су биле значајније чешће код возача него код других повређених у путничким возилима ($\chi^2=22,994$; $p=0,011$). Десна преткомора статистички је најчешће повређени део срца ($\chi^2=31,288$; $p=0,027$). Скоро да не постоји повреда срца која није удружена с преломом ребара. У половини случајева повреда срца она је била удружена с преломом стернума, а око у једне трећине и с повредом грудне кичме.

Контузије и латералне руптуре перикарда настају при наглим и снажним децелерацијама и директном дејству силе на предњи зид грудног коша. Тада настају и друге тешке повреде срца и плућа. Сматра се, међутим, да и изолована руптура перикарда узрокује брзу смрт због дислокације срца у интраплеурални простор [23].

У овом истраживању повреде перикарда статистички су биле значајније чешће код возача, а руптура перикарда била је најчешћа повреда овога органа у свим групама учесника у саобраћају ($\chi^2=24,646$; $p=0,000$). Повреде перикарда су у половини случајева биле удружене с преломом стернума и повредом грудног дела кичменог стуба. Изгледа да је код страдалих у путничким возилима у чеоним сударима најважнији механизам повређивања перикарда и срца директна антеропостериорна компресија грудног коша.

Дискриминационом анализом покушало се утврдити да ли неке од повреда грудног коша саме за себе или удружене могу да покажу у којем је својству страдала особа у путничком возилу. Повреда аорте, срца или перикарда већ даје већу вероватноћу да је повређени био возач, него да је страдао у неком другом својству у путничком возилу ($\lambda=0,818$; $df=2$; $p=0,011$; $\lambda=0,906$; $df=2$; $p=0,000$; и $\lambda=0,951$; $df=2$; $p=0,000$). Уколико нема ових повреда, већа је вероватноћа да је повређено лице седело на задњем седишту возила, него на месту сувозача.

Повреде комора и вишеструки расцепи аорте саме за себе показују да је повређени вероватно био возач ($\lambda=0,966$; $df=2$; $p=0,000$; и $\lambda=0,918$; $df=2$; $p=0,009$). Изо-

станак ових повреда пре показује да је повређени био путник на задњем седишту, него сувозач. Удруженост повреда аорте с повредама грудне кичме, стернума и срца указује на то да је повређена особа највероватније била возач ($\lambda=0,971$; $df=4$; $p=0,007$; $\lambda=0,974$; $df=4$; $p=0,013$; и $\lambda=0,958$; $df=4$; $p=0,000$). Ако није било повреда ових органа или њихове удружености, повређено лице је највероватније седело на задњем седишту, а ако је установљена једна од ове две повреде, онда је највероватније реч о сувозачу. Удруженост повреда срца и прелома стернума такође указује на то да је повређено лице највероватније било возач ($\lambda=0,960$; $df=4$; $p=0,001$), а ако је повређени имао једну од две повреде или ниједну, онда је био или сувозач или путник на задњем седишту. Уколико је руптура аорте у пределу истмуса и ако је удружена с преломима ребара и стернума, вероватноћа да је страдала особа била возач у путничком возилу је око 80% ($Wald.coeff.=8,611$; $df=1$; $p=0,003$; и $Wald.coeff.=3,875$; $df=1$; $p=0,049$).

ЗАКЉУЧАК

Изоловане повреде аорте, срца и перикарда код особа смртно страдалих у путничким возилима у чеоним сударима нису честе. Како су основни механизми повређивања органа грудне дупље у овим случајевима децелерација и антеропостериорна компресија уз каудоростралну хиперекстензију, то су повреде ових органа врло често удружене. Смртно повређени возачи чешће имају повреде ових органа него сувозачи или путници на задњем седишту. Што је број ових удружених повреда већи, то је вероватније да је повређени био возач.

НАПОМЕНА

Овај рад је део докторске дисертације одбрањене на Медицинском факултету Универзитета у Београду.

ЛИТЕРАТУРА

- Besson A, Saegesser F. A Colour atlas of Chest Trauma and Associated Injuries. London: Wolfe Medical Publications; 1983.
- Saukko P, Knight B. Knights Forensic Pathology. 3rd ed. London: Arnold; 2004.
- 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.
- Beier G, Liebhardt E, Langwieder K, Pfeiffer U. Zum statistischen Beweiswert der Insassenverletzungen becueglich der Sitzposition bei PKW-Unfaellen. *Rechtsmedizin.* 1974; 74:92-5.
- 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.
- Buzeman DG, Viano DC, Lovsund P. Injury probability and risk in frontal crashes: effects of sorting techniques on priorities for ofset testing. *Accid Anal Prev.* 1998; 30:583-95.
- 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.
- Schulz Von E. Rekonstruktion von Verkehrsunfaellen und Fahrzeuguntersuchung. *Rechtsmedizin.* 1974; 74:96-9.
- Siegel JH, Yang KH, Smith JA, Siddiqi SQ, Shah C, Maddali M, et al. Computer simulation and validation of the Archimedes lever hypothesis as a mechanism for aortic isthmus disruption in a case of lateral impact motor vehicle crash: a Crash injury Research Engineering Network (CIREN) study. *J Trauma.* 2006; 60:1072-82.
- Ripple MG, Grant JR, Mealey J, Fowler DR. Evaluation of aortic injury in driver fatalities occurring in motor vehicle accidents in the State of Maryland for 2003 and 2004. *Am J Forensic Med Pathol.* 2008; 29:123-7.
- Neschis DG, Scalea TM, Flinn WR, Griffith BP. Blunt aortic injury. *N Engl J Med.* 2008; 359:1708-16.
- Richens D, Kotidis K, Neale M, Oakley C, Fails A. Rupture of the aorta following road traffic accidents in the United Kingdom 1992–1999. The results of the cooperative crash injury study. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2003; 23:143-8.
- McGwin G, Metzger J, Moran SG, Rue LW. Occupant- and collision-related risk factors for blunt thoracic aorta injury. *J Trauma.* 2003; 54:655-62.

15. Siegel JH, Smith JA, Siddiqi SQ. Change in velocity and energy dissipation on impact in motor vehicle crashes as a function of the direction of crash: key factors in the production of thoracic aortic injuries, their pattern of associated injuries and patient survival. A Crash Injury Research Engineering Network (CIREN) study. *J Trauma*. 2004; 57:760-78.
16. Shkrum MJ, McClafferty, Green RN, Nowak ES, Young JG. Mechanisms of aortic injury in fatalities occurring in motor vehicle collisions. *J Forensic Sci*. 1999; 44:44-56.
17. Baque P, Serre T, Cheynel N, Arnoux PJ, Thallon L, Behr M, et al. An experimental cadaveric study for a better understanding of blunt traumatic aortic rupture. *J Trauma*. 2006; 61:586-91.
18. Richens D, Field M, Hashim S, Neale M, Oakley C. A finite model of blunt traumatic aortic rupture. *Eur J Cardiothoracic Surg*. 2004; 25:1039-47.
19. Burkhart HB, Gomez GA, Jacobson LE, Pless JE, Broadie TA. Fatal blunt aortic injuries: a review of 242 autopsy cases. *J Trauma*. 2001; 50:113-5.
20. Gordon I, Shapiro HA, Berson SD. *Forensic Medicine*. 3rd ed. Edinburgh London: Churchill Livingstone; 1988.
21. DiMaio JV, DiMaio D. *Forensic Pathology*. 2nd ed. London – New York: CRC Press; 2001.
22. 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.
23. Wall JM, Mattox LK, Wolf DA. The cardiac pendulum: blunt rupture of the pericardium with strangulation of the heart. *J Trauma*. 2005; 59:136-42.

Forensic Expertise of Thoracic Aorta, Heart and Pericardial Injuries in Car-Occupant Fatalities

Slobodan Nikolić

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

SUMMARY

Introduction Forensic expertise has not specified with certainty any specific injury among fatally injured frontal car-occupants in frontal car collisions.

Objective To establish if blunt injuries of thoracic aorta, heart, and pericardium could be used as predictors where the fatally injured car-occupant was at the moment of car-collision.

Methods A retrospective autopsy study was performed. The subjects were fatally injured car-drivers, front-seat and rear-seat passengers in head-on car collisions. In each of them we analyzed the injuries of thoracic aorta, heart and pericardium.

Results 492 subjects were analysed (378 male and 104 female): 239 car-drivers, 194 front-seat and 49 rear-seat passengers. The isthmus of aorta was the commonest site of simple blunt rupture among car-drivers and front-seat passengers. Among more than half of the observed subject, there was aortic blunt rupture as concomitant injury with heart and pericardium injuries. Heart and pericardium ruptures were most common among fatally injured car-drivers. Most frequently injured part of the heart was the right atrium. Injuries of thoracic aorta, heart and pericardium indicated a higher probability that the fatally injured would be the car-driver ($\lambda=0.818$; $df=2$; $p=0.011$, $\lambda=0.906$; $df=2$; $p=0.000$, and $\lambda=0.951$; $df=2$; $p=0.000$); this was

also pointed out by the rupture of the right atrium and multiple ruptures of the thoracic aorta ($\lambda=0.966$; $df=2$; $p=0.000$ and $\lambda=0.918$; $df=2$; $p=0.009$). The concomitant injuries of the thoracic aorta with thoracic spine, sternum and heart pointed out that the injured person was the car-driver ($\lambda=0.971$; $df=4$; $p=0.007$, $\lambda=0.974$; $df=4$; $p=0.013$ and $\lambda=0.958$; $df=4$; $p=0.000$), as well as the concomitant injuries of heart and sternal fracture ($\lambda=0.960$; $df=4$; $p=0.001$). The probability of about 80% that the fatally injured person in head-on collisions was a car-driver was pointed out by concomitant blunt thoracic aorta rupture with fractured sternum and ribs (Wald. coeff.=8.611; $df=1$; $p=0.003$, and Wald. coeff.=3.875; $df=1$; $p=0.049$).

Conclusion The basic mechanism of the injury of thoracic organs is deceleration, as well as anteroposterior compression with caudorostral hyperextension. That is why thoracic organ injuries are mostly concomitant. Fatally injured car-drivers suffered more often of these injuries than other car-occupants. The probability that the fatally injured was the car-driver rises with the number of concomitant injuries of thoracic aorta, heart and pericardium, as well as with the fractured thoracic-cage bones.

Keywords: aorta; heart; blunt injury; autopsy; car collisions; forensic pathology