

原 著

エアバッグ展開車両乗員にみられる交通事故死の特徴

一杉 正仁¹⁾, 木戸 雅人¹⁾, 横山 朋子²⁾, 本澤 養樹¹⁾³⁾
 黒須 明¹⁾, 長井 敏明¹⁾, 影山 幾男⁴⁾, 徳留 省悟¹⁾

¹⁾ 獨協医科大学法医学教室, ²⁾ 同 口腔外科学講座, ³⁾ 本田技術研究所,

⁴⁾ 日本歯科大学新潟歯学部解剖学第一講座

(平成17年7月19日受付)

要旨: 本邦におけるエアバッグ展開車両に乗車中の交通事故死者数を調査し, 剖検例をもとにエアバッグ展開車両乗員の人体損傷を詳細に分析した.

交通事故総合分析センターで集計した1995年から2003年における乗用車前突事故のうち, 前席乗員で, かつ衝突時にエアバッグが展開した例を調査した. また, 1999年から2004年までに獨協医科大学で行われた交通事故死剖検例の中で, 衝突時に乗用車のエアバッグが展開した前席乗員を対象に, 人体損傷およびその重症度を検討した.

近年9年間で普通乗用車のエアバッグ展開事故例が占める割合はシートベルト非着用者で4.3%から37.2%に, シートベルト着用者で2.4%から45.0%に増加していた.

エアバッグ展開車両乗員の事故死剖検例は7例で, ISSの平均は 46.7 ± 22.9 であった. 心・大動脈損傷は7例中4例に, 肝臓損傷は5例に認められた. 4カ所以上の肋骨骨折があった例はわずか2例であった. また, 事故時の推定速度変化が大きく, 衝突時に強力な外力を受けた場合や不適切な姿勢で乗車していた場合には, エアバッグが展開しても乗員は救命不可能な損傷を負うことがわかった.

交通外傷の臨床所見を蓄積するとともに, 死亡例の剖検所見をもとに, より正確な損傷を評価することが重要と思われた.

(日職災医誌, 53: 305—310, 2005)

—キーワード—

交通外傷, エアバッグ, 重症度

緒 言

わが国では, 1985年に一般道路における自動車前席のシートベルト着用が義務化された. また, 1996年には米国の法規 (Federal Motor Vehicle Safety Standard 208) によって乗用車前席のエアバッグ装備が義務化された¹⁾. さらに, 2002年には飲酒運転の罰則が厳格化された²⁾. このような車両安全対策や道路交通法の改正などによって平成12年以降の交通事故死者数は減少し, 負傷者の損傷重症度も低減されてきた³⁾. しかし, エアバッグの出現にともなって, 従来から指摘されている損傷の特徴が変化しつつある. わが国では, エアバッグ展開車両乗員における交通外傷の報告⁴⁾⁵⁾は散見されるが, その特徴を体系的に記した報告は少なく, 剖検所見から

エアバッグ展開車両乗員の損傷を体系的に検討した報告はない.

今回われわれは, エアバッグ展開車両に乗車中の交通事故死者数について, 本邦における変遷を調査した. さらに, エアバッグ展開車両乗員の交通事故死剖検例をもとに, 人体損傷を詳細に分析した. すなわち, 事故状況や車両の特徴と剖検所見を対比し, 人体挙動, 損傷発生率および重症度を分析したので報告する.

対象および方法

1. エアバッグ展開車両に乗車中の交通事故死者数について

交通事故総合分析センターにおける事故統計の中から, エアバッグが展開した車両に乗車中の交通事故死者数を調査した. すなわち, 1995年から2003年における乗用車前突事故のうち, 前席乗員で, かつ衝突時に車両のエアバッグが展開した例を集計した. さらに, 普通乗

用車および軽乗用車に大別し、シートベルト着用の有無別に年ごとの死者数を調査した。なお、データの使用については同分析センターの審査を経ている。

2. 剖検例を用いた検討

1999年から2004年までに獨協医科大学で行われた交通事故死剖検例の中で、死亡者が乗用車前席乗員で、衝突時に車両のエアバッグが展開した例を対象とした。なお、多重衝突事故例や死因が病死であった例は解析対象から除外した。法医解剖時に得られた情報をもとに、以下の項目を調査した。

- ①死亡者の基礎情報：年齢，性別，既往歴。
- ②事故関連情報：当該車両の種類，車両の破損程度，推定衝突速度，衝突方向，シートベルト着用の有無。
- ③受けた医療の内容：救急医療の内容。
- ④事故で生じた損傷：事故による人体損傷およびその重症度。すなわち，解剖学的重症度評価法である Abbreviated injury scale, 1990 revision (AIS-90) および injury severity score (ISS) を算出^{6) 7)}。

以上の記録をもとに、事故と人体損傷の関係を明らかにした。

結 果

1. エアバッグ展開時の死者数

普通乗用車乗員におけるエアバッグ展開別，シートベルト着用別の死者数を図1に示した。シートベルト非着用者では，1995年に955人であった死者数は年々減少し，

2003年には465人となった。そして，死者数の中でエアバッグ展開車両の乗員が占める割合は4.3%から37.2%と年々増加していた。また，2000年以降にエアバッグ展開車両乗員の死者数が170～180人とほぼ同じ値であることも特徴的であった。一方，シートベルト着用者では，1995年に340人であった死者数は，ほぼ変化せず，2003年には314人であった。しかし，エアバッグ展開車両の乗員が占める割合は増加し，1995年に2.4%であったのが2003年には45.0%になっていた。また，エアバッグ展開車両乗員の死者数は2000年以降108人から141人とほぼ一定であった。

軽乗用車乗員におけるエアバッグ展開別，シートベルト着用別の死者数を図2に示した。普通乗用車の場合と異なり，シートベルト着用の有無にかかわらず死者数は増加傾向である。しかし，2000年以降の死者数は，シートベルト着用者で120～122人，非着用群で181～193人とほぼ一定であった。また，死者数のなかで，エアバッグ展開車両乗員の占める割合は年々増加し，1995年にはほぼ0%であったのが2003年にはシートベルト着用者で34.7%，非着用者で33.0%であった。

2. エアバッグ展開車両乗員の事故死剖検例

(1) 各事例の概略

対象7例の概略を以下に示した。

症例1

概要：49歳男性。シートベルトを着用のうえ，時速100kmでセダン型乗用車を運転中に，停車中の大型

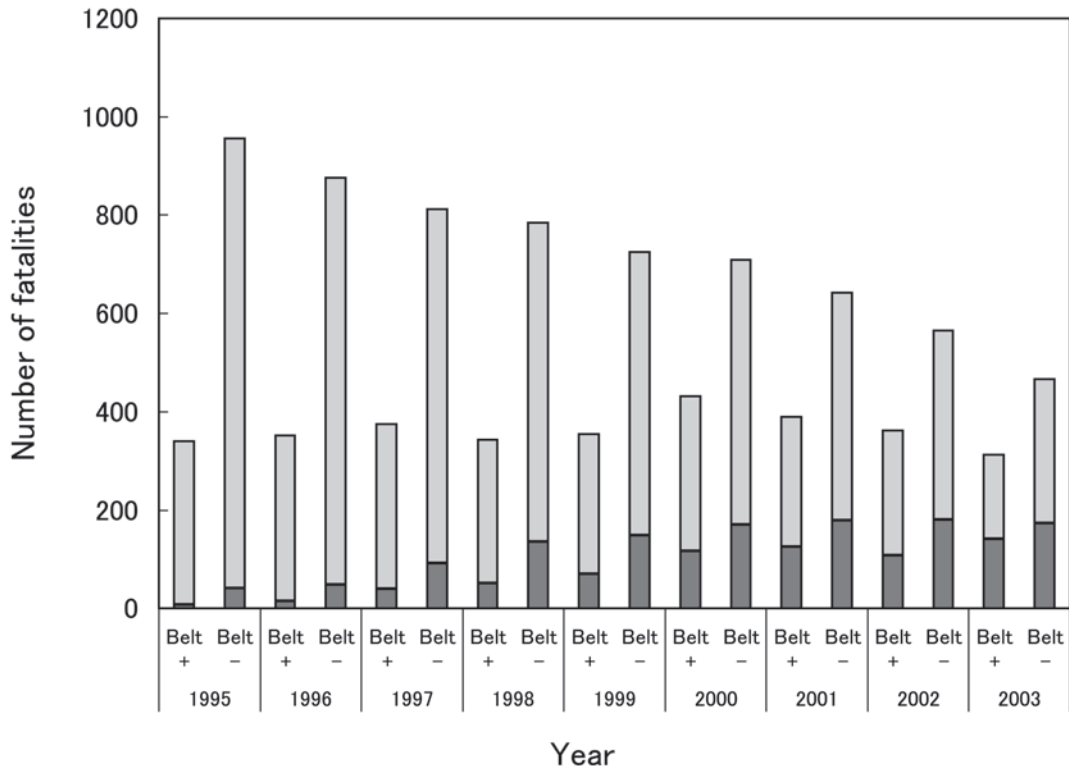


図1 普通乗用車乗員における，エアバッグ展開別，シートベルト着用別の死者数 (□エアバッグ-，■エアバッグ+)。

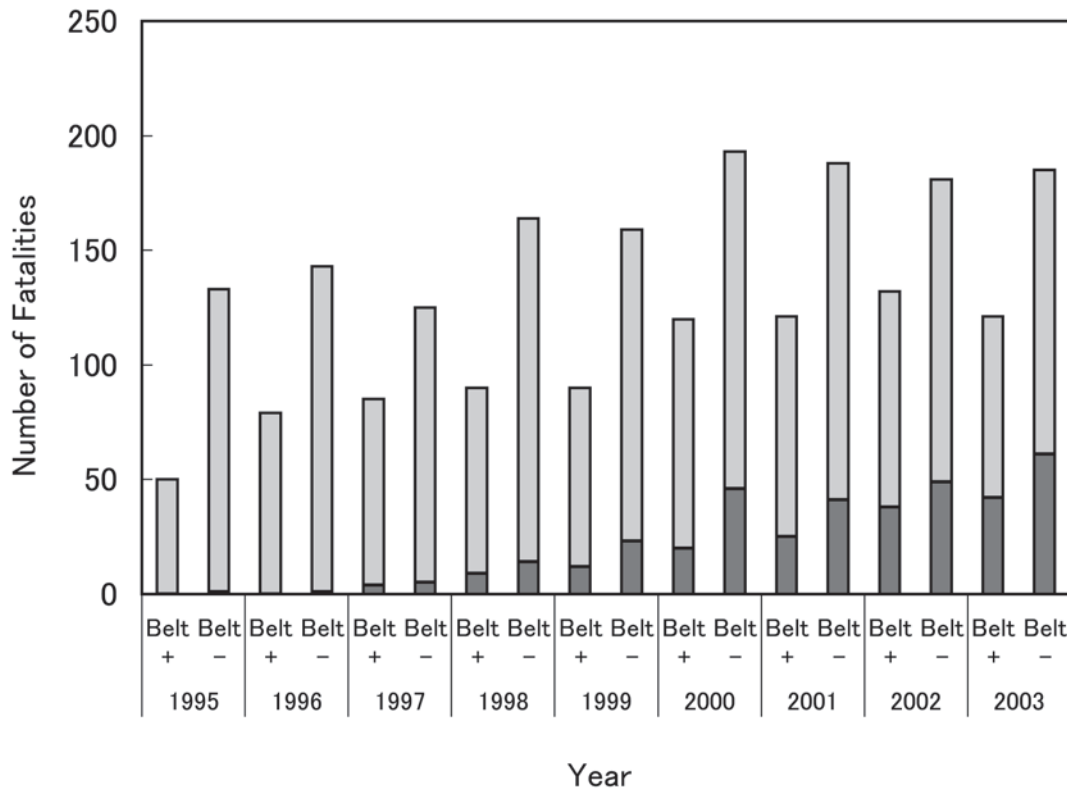


図2 軽乗用車乗員における、エアバッグ展開別、シートベルト着用別の死者数 (□エアバッグ-, ■エアバッグ+).

車右側面に衝突した。事故直後にすでに心肺停止状態であり、搬送先の病院で死亡が確認された。

剖検所見：顔面では歯牙破折、頸部では総頸動脈損傷、胸部では心臓破裂および肺挫傷、腹部では肝臓挫滅、脾臓破裂および腎臓破裂、下肢では左大腿骨骨折および膝蓋骨粉碎骨折を認めた。

死 因：胸腹部への外力に基づく心臓破裂。

症例2

概要：46歳女性。症例1の車両の助手席にシートベルトを着用のうえ乗車していた。事故直後にはすでに心肺停止状態であり、搬送先の病院で死亡が確認された。

剖検所見：頭蓋骨粉碎骨折、脳挫滅のほか、顔面、下肢に多数の表皮剥脱および皮下出血を認めた。

死 因：頭部への外力に基づく脳挫滅。

症例3

概要：74歳男性。シートベルトを着用のうえ、時速100kmでセダン型乗用車を運転中に、高速道路のコンクリート壁に衝突した。事故直後にはすでに心肺停止状態であり、搬送先の病院で死亡が確認された。

剖検所見：頭部では軽度の外傷性くも膜下出血、胸部では多発肋骨骨折、肺挫傷、胸部大動脈損傷および胸腔内出血、腹部では肝臓破裂のほか、シートベルトが接していた部の腹壁損傷および結腸破裂、四肢では左鎖骨骨折、左上腕骨骨折および左大腿骨骨折を認めた。

死 因：胸部への外力に基づく胸部大動脈損傷。

症例4

概要：58歳男性。飲酒後にシートベルトを着用のうえ、セダン型乗用車を運転していた。運転中に居眠りをしたようで、前傾姿勢の状態で見守りに衝突した。衝突速度は時速約30kmであり、エアバッグには口唇との接触で生じた血液が付着していた。直ちに病院へ搬送され治療を受けたが、約30時間後に死亡した。

剖検所見：頭部では脳挫傷、硬膜下血腫、くも膜下出血、環椎後頭関節亜脱臼、顔面では口唇挫創、右側頸部から前頸部ではシートベルトの圧迫によって生じた帯状表皮剥脱、胸部では心臓挫傷、腹部では肝臓破裂および脾臓破裂を認めた。

死 因：エアバッグによる顔面打撲に基づく頭蓋内損傷。

症例5

概要：31歳男性。シートベルトを着用のうえ、時速100kmでワンボックス型乗用車を運転中に、停車中の大型車後面に追突した。事故直後に現場で死亡が確認された。

剖検所見：頭部では頭蓋骨粉碎骨折、腹部では肝臓破裂、右腎静脈損傷、上肢では右橈骨、尺骨および手指骨の粉碎骨折を認めた。

死 因：頭部への外力に基づく脳挫滅。

症例6

概要：25歳男性。飲酒後にシートベルト非着用で、

ハッチバック型乗用車を運転していた。時速100kmで道路を逆走し、時速40kmで走行してきた大形貨物自動車と正面衝突した。まもなく現場で死亡が確認された。

剖検所見：頸部では気管損傷，舌骨骨折，第2および6頸椎骨折，腹部では肝臓破裂，上肢では右橈骨骨折を認めた。

死 因：気管損傷に起因した血液吸引による窒息死。

症例7

概 要：70歳男性。シートベルトを着用のうえ、時速30kmでセダン型乗用車を運転していた。センターラインを逸脱し、時速40kmで走行してきた大型貨物自動車と正面衝突した。直ちに病院へ搬送され多発肋骨骨折、大動脈損傷、左気胸の診断で加療されていたが、第5病日から肺炎および腎不全が出現した。多臓器不全の状態に陥ったため持続的血液濾過透析などを行ったが、事故の26日後に死亡した。

剖検所見：多発肋骨骨折および胸部大動脈損傷を認めた。

死 因：胸部への外力による大動脈損傷。

(2) 剖検例の特徴

対象例の衝突時推定速度変化、ISS、心・大動脈損傷および肝臓損傷の有無、肋骨骨折の部位数を表1に示した。対象例は25～74歳（平均50.4±18.4歳）であった。ISSは17～75（平均46.7±22.9）であった。6例が運転手、1例が助手席乗員であり、いずれも普通乗用車に乗車していた。また、6例はシートベルト着用者、1例は非着用者であった。

主要損傷をみると、心・大動脈損傷は4例に、肝臓損傷は5例に認められた。肋骨骨折の有無と骨折部位数を調べたところ、肋骨骨折が認められたのは3例であり、うち1例は、わずか3カ所に骨折があるのみであった。

考 察

近年、エアバッグが装備されている車両が増加し、前突事故による死者数が減少してきた。しかし、2000年以降、エアバッグ展開車両前席乗員の死者数は普通乗用車で286～314人、軽自動車では66人～103人とほぼ一定値である。いまだに一定数の死者がいる背景には、衝突時に車両が強力な外力を受け、乗員は救命不可能な損傷

を負うことが予想される。したがって、乗員安全装置の開発はもとより、このような事故をいかに予防するかが今後の課題となろう。

わが国では、制度的な問題から交通事故死の剖検率は低い。1990年から1994年に全国法医関連機関で行われた調査によると、剖検率は5.8%であり、その多くはひき逃げ事故による被害者であった⁸⁾。したがって、前述の死者数とあわせて考えると、エアバッグ展開事故例の交通事故死剖検率は少なく、貴重なものである。

本検討では、症例数は少ないものの、剖検所見をもとに詳細な損傷が明らかになった。ISSが50以上と高値であったのは4例で、それぞれ75と50が2例ずつであった。衝突時の推定速度変化はいずれも時速100km以上であり、乗員は受傷直後に心肺停止状態であった。4例ともに死亡者はシートベルトを着用していたが、このように車両が強力な外力を受けた際には、乗員は致命的損傷を負う可能性が大きい。

ISSが40以下の例は3例であり、それぞれ17、24、36であった。症例4は、衝突時に乗員が前傾姿勢（いわゆるout of position）であり、ハンドルで腹部を打撲した後、エアバッグが近接展開して顔面に直撃したと考えられた。正しい姿勢で乗車していれば十分に救命できた可能性がある。また、エアバッグは有用な傷害低減ツールであるが、本例のように乗員がout of positionであった場合には、致命的損傷を受ける可能性がある。症例6は頸部前面を強打したことによる気管損傷が原因であるが、死因は血液吸引による窒息死とわかった。いずれも剖検ではじめて正確な診断がされており、交通事故死の剖検がいかに重要であるかが示唆される。

対象例の多くにみられた心・大動脈損傷および肝臓損傷は、自動車前席乗員が前面衝突時に受ける損傷として特徴的である^{9)~12)}。本検討では、胸部に強力な外力を受けていながら、肋骨骨折部位数は少ないことがわかった。一般に、エアバッグ非展開車両の事故例では、主として前胸部をハンドルで強打するため、左右の多発肋骨骨折が特徴的である。しかし、エアバッグ展開車両の事故例では、その衝撃が緩和されるため、本検討のように多発肋骨骨折の発生頻度が低いと考えられた。したがって、臨床現場では肋骨骨折がなくても、胸腔や腹腔内臓器の

表1 対象剖検例の概略

Case	Age	Sex	Seating Position	Seat belt	Velocity (km/h)	ISS	Heart or aortic injury	Liver injury	Number of fractured site of the rib
1	49	M	Driver	+	100	50	+	+	0
2	46	F	Front passenger	+	100	75	-	-	0
3	74	M	Driver	+	100	50	+	+	35
4	58	M	Driver	+	20～30	24	+	+	0
5	31	M	Driver	+	100	75	-	+	3
6	25	M	Driver	-	140	36	-	+	0
7	70	M	Driver	+	70	17	+	-	14

損傷を疑うことが重要と思われる。

エアバッグは効果的な乗員保護装置である。米国の事故分析によると、2000年には1,584人がエアバッグによって救命されたという¹⁾。しかし、本検討で明らかなように、事故時の推定速度変化が大きく、衝突時に強力な外力を受けた場合や不適切な姿勢で乗車していた場合には、エアバッグが展開しても乗員は救命不可能な損傷を負うことがある。エアバッグが展開した事故例での人体損傷をより明らかにするうえでも、交通外傷の臨床所見を蓄積するとともに、死亡例の剖検所見をもとに、より正確な損傷を評価することが重要であろう。

結 語

エアバッグが展開した乗用車乗員の交通事故死者数を車両タイプ別に調べた。さらに、交通事故死の法医剖検例から、エアバッグ展開車両の乗員を抽出し、事故状況と剖検所見を対比して、人体損傷の特徴を明らかにした。これらの結果は今後の交通外傷診療および乗員安全対策を検討するうえで、有用と思われた。

本研究の一部は日本交通科学協議会、平成16年度「医療からみた交通事故と傷害に関する研究」の助成を受けて行った。

また、本論文の要旨は自動車技術会2005年春季大会（横浜、5月）において発表した。

文 献

- 1) 千田 淳, 村岡邦彦: シートベルト, エアバッグの最新動向. 自動車技術 56: 59—63, 2002.
- 2) Hitosugi M, Sorimachi Y, Kurosu A, et al: Risk of death due to alcohol-impaired driving in Japan. Lancet 361: 1132, 2003.
- 3) 交通事故総合分析センター: 交通事故統計年報. 東京,

交通事故総合分析センター, 2000-2004.

- 4) 篠原一彰, 田部宗玄, 加藤菜穂, 他: 自動車事故における胸部外傷. 呼と循 56: 587—594, 2002.
- 5) 篠原一彰, 佐久間宏規, 松本昭憲: 自動車事故の実態調査 (第3報), 運転席エアバッグの効果に関する検討. 日外傷会誌 16: 229—234, 2002.
- 6) Association for the Advancement of Automotive Medicine: The abbreviated injury scale, 1990 revision. Des Plaines, IL: Association for the Advancement of Automotive Medicine, 1990.
- 7) Baker SP, O'Neil B, Haddon W Jr, Long WB: The injury severity score, a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. J Trauma 14: 187—196, 1974.
- 8) 日本法医学会企画調査委員会: 日本法医学会課題調査報告, 交通事故死剖検例調査 平成2年(1990)～平成6年(1994). 日法医誌 51: 120—126, 1997.
- 9) 水野幸治, 一杉正仁: 交通外傷バイオメカニクス. 東京, 自動車技術会, 2003.
- 10) Hitosugi M, Ishihara T, Takatsu A, Shigeta A: Prediction of injuries to the heart and thoracic aorta in unrestrained drivers. Legal Med 4: 103—108, 2002.
- 11) 一杉正仁, 高津光洋: 剖検例からみた自動車運転手の重症度評価. 日職災医会誌 50: 8—11, 2002.
- 12) Hitosugi M, Takatsu A: Injury severity in motor vehicle occupants. Legal Med 2: 166—170, 2000.

(原稿受付 平成17. 7. 19)

別刷請求先 〒321-0293 栃木県下都賀郡壬生町北小林880
獨協医科大学法医学教室助教授
一杉 正仁

Reprint request:

Masahito Hitosugi
Department of Legal Medicine, Dokkyo University School of
Medicine, 880 Kita-kobayashi, Mibu, Shimotsuga, Tochigi
321-0293 Japan

FATAL TRAFFIC INJURIES OF THE VEHICLE PASSENGERS WITH AIRBAG DEPLOYMENT

Masahito HITOSUGI¹⁾, Masahito KIDO¹⁾, Tomoko YOKOYAMA²⁾, Yasuki MOTOZAWA¹⁾³⁾,
Akira KUROSU¹⁾, Toshiaki NAGAI¹⁾, Ikuo KAGEYAMA⁴⁾ and Shogo TOKUDOME¹⁾

¹⁾Department of Legal Medicine, Dokkyo University School of Medicine

²⁾Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Dokkyo University School of Medicine

³⁾Honda R & D

⁴⁾Department of Anatomy, School of Dentistry at Niigata, Nippon Dental University

Airbags are designed to deploy in a frontal crash to prevent the contact between passengers and interior structure of the vehicle. Ever since the airbags had been introduced, the nature and patterns of injuries of the vehicle passengers have changed. We have examined the patterns of the injuries of the vehicle passengers with airbags.

First, we examined the fatalities of the front seat passengers with the help of Institute for Traffic Accident Research and Data Analysis. The number of death in frontal collisions involving sedan and hatchback typed vehicle was gradually decreased from 1,295 in 1995 to 779 in 2003. If the passengers had seatbelt on, the rate of vehicles with airbags was gradually increased from 2.4% in 1995 to 45.0% in 2003. For passengers without seatbelts, it had increased from 4.3% in 1995 to 37.2% in 2003.

Next, we retrospectively analyzed the fatal traffic injuries of the airbag-deployed vehicle passengers with forensic autopsy findings. Seven persons (6 men and 1 woman) with a mean age of 50.4 ± 18.4 had suffered from multiple injuries with injury severity score ranged from 17 to 75 (mean: 46.7 ± 22.9). Regarding the occurrences of major injuries, heart or aortic injuries were found in 4 persons and liver lacerations were found in 5 persons. However, multiple rib fractures involving more than 3 ribs, were found only in 2 of 7 persons. If there had been a drastic change of speed during the accident, there will be a great impact on the car, or if the passenger had been seated in an inappropriate position, although with the help of the airbag, the passenger will suffer fatal injury.

Because the rate of airbag deployment of the involved vehicle is gradually increased, medical doctors have to recognize the changing patterns of the injuries of the vehicle passengers.
