

交通事故死剖検例における胸部損傷の分析

高相 真鈴, 中川里沙子, 一杉 正仁

滋賀医科大学社会医学講座法医学部門

(2018年12月21日受付)

要旨：交通事故死者の低減のために、胸部外傷の特徴を分析し、重症化を防ぐ対策を検討した。さらに、高齢者と若年者で胸部損傷形態に差があるかを調べた。2010年から2017年までの8年間に、滋賀県内で行われた法医剖検例のうち、肋骨骨折を伴う交通事故死者55人を対象とし、剖検結果をもとに、受傷形態、死因、主要胸腹部内臓器損傷の頻度、肋骨骨折箇所数、解剖学的損傷重症度を調べた。平均年齢は52.7歳で、自動車運転者が16人、歩行者が15人、原動機付自転車及び自動二輪運転者が12人、自転車運転者が8人、自動車同乗者が4人であった。死因は、胸腹部臓器損傷が25人、頭部損傷が13人、溺死が6人、出血性または外傷性ショックが5人、頸髄損傷が3人、その他が3人であった。胸腹部の主要な損傷の発生頻度は、肝臓損傷が56.4%、動揺胸郭が45.5%、肺損傷が43.6%、心損傷が36.4%、大動脈損傷が30.9%であった。肋骨の平均骨折本数は 11.7 ± 7.1 本、平均骨折箇所は 20.2 ± 19.7 カ所であった。損傷重症度の中央値は、胸部AISが4、腹部AISが2であり、ISSは34であった。動揺胸郭の発生頻度が高いと、損傷重症度や胸腹部臓器損傷の合併率が高かった。高齢者と若年者では、損傷重症度や動揺胸郭発生頻度、肋骨骨折本数及び箇所数に有意差はなかった。

交通事故死者低減のために、胸部への外力を軽減させる対策が必要である。特に動揺胸郭を予防することが効果的である。また、本対象例では、胸部に作用する外力が大きく、年齢による胸郭耐性の差が影響しなかったと考える。今後は衝突程度が軽い事故で胸部に重症損傷を負っている高齢者や、胸部損傷の程度は軽いが重症化している高齢者を対象にしたさらなる検討が必要である。

(日職災医誌, 67: 355—359, 2019)

—キーワード—

肋骨骨折, 動揺胸郭, 法医解剖

1. 緒 言

わが国における平成29年の交通事故死者数は3,694人であり、最も重症度が高いと判断された主要損傷部位は、頭部が42.0%と最も多く、胸部が26.1%と続いた¹⁾。頭部外傷の予防に関しては、二輪車乗員および小児の自転車乗員に対するヘルメット着用義務が道路交通法で定められている。各地域では、小児以外の自転車乗員に対しヘルメットの使用を推奨する条例もある。しかし、胸部外傷に関しては、自動車乗員の拘束装置のほか、予防対策はとられていない。交通事故死者数を低減させるためには、胸部外傷の特徴を詳細に分析し、重症化を防ぐ対策をとる必要がある。また、交通事故死者のうち65歳以上の高齢者の占める割合は増加傾向にあり、平成29年は2,020人(54.7%)であった²⁾。政府が掲げる第10

次交通安全基本計画においても高齢者の安全確保が重点的に対応すべき対象に挙げられており、高齢者の交通事故死者を低減させることは社会的課題である。また、高齢者に特化した胸部外傷の重症度低減策も求められている。そのためには、若年者と高齢者の胸部耐性の違いを検討する必要があると考えられた。そこで、交通事故死の剖検例を対象に胸部損傷の特徴を分析し、さらに若年者と高齢者との間でどのような差があるかを検討した。

2. 対象及び方法

2010年1月から2017年12月までの8年間に、滋賀県内で行われた法医剖検例のうち、剖検により交通事故死と診断された症例を調査した。その中で、肋骨骨折を伴う胸部外傷例を本研究の対象とした。なお、肋骨骨折の原因が、胸骨圧迫などの医療行為によると判断された症

Table 1 Comparison of frequency of flail chest and injury severities by the mode of action

Situation	n	Frequency of flail chest (%)	Chest AIS**	Abdomen AIS**	ISS**
Vehicle driver	16	25.0	4.0	2.0	29.0
Vehicle passenger	4	75.0	4.5	2.5	37.5
Motorcyclist	12	58.3	4.0	2.0	29.5
Bicyclist	8	25.0	4.0	2.0	29.0
Pedestrian	15	60.0	4.0	2.0	38.0

* Median value

Table 2 Comparison of the prevalence of major chest and abdominal injuries and injury severities between with and without flail chest

	Flail chest		p value
	+	-	
n	25	30	
Average age	52.5 ± 21.8	52.8 ± 22.2	>0.05
Chest AIS	4 (4, 5) *	4 (3, 4) *	0.001
Abdomen AIS	2 (2, 3) *	2 (0.25, 2) *	<0.001
ISS	41 (34, 50) *	29 (21, 37.5) *	0.002
Frequency of cardiac injury (%)	14 (56.0)	6 (20.0)	0.006
Frequency of lung injury (%)	15 (60.0)	9 (30.0)	0.03
Frequency of liver injury (%)	21 (84.0)	10 (33.3)	<0.001
Frequency of aortic injury (%)	10 (40.0)	7 (23.3)	0.18

* Values are represented as median (25%ile, 75%ile)

例は除外した。対象例について、死亡者の年齢、性別、事故状況などの情報に加え、剖検所見をもとに、受傷形態、死因、胸腹部臓器及び大血管の損傷の有無、肋骨骨折の部位、解剖学的損傷重症度 (Abbreviated injury scale, 1990 revision : AIS-90)、全身の損傷重症度 (Injury severity score : ISS) を調査した。AIS-90 は、各身体部位別の損傷重症度を 1~6 で示したものである (6 は救命不能)。ISS は全身の損傷重症度をスコア化した解剖学的重症度評価法であり、死亡率と相関があると言われてしている³⁾。

統計解析については、正規性がある独立 2 群の差の比較には t 検定を、正規性がない独立 2 群の差の比較には Mann-Whitney test を用いた。また、2 群間の比率の比較には χ^2 検定を用い、それぞれ有意水準を 5% とした。

3. 結果

3-1. 概略

対象は 55 人で、男性が 42 人、女性が 13 人であった。年齢は 18 歳から 90 歳に分布し、平均年齢は 52.7 ± 21.8 歳であった。受傷時の状態は、自動車運転者が 16 人 (29.1%) と最も多く、歩行者が 15 人 (27.3%)、原動機付自転車または自動二輪車運転者が 12 人 (21.8%)、自転車運転者が 8 人 (14.5%)、自動車同乗者が 4 人 (7.3%) であった。

死因は、胸腹部臓器損傷が 25 人 (45.5%) と最も多く、以下、頭部損傷が 13 人 (23.6%)、溺死が 6 人 (10.9%)、

出血性または外傷性ショックが 5 人 (9.1%)、頸髄損傷が 3 人 (5.5%)、その他が 3 人 (5.5%) と続いた。また、ISS は 6 から 75 に分布し、中央値 (25%ile, 75%ile) は 34 (25, 43) であった。

3-2. 胸腹部損傷について

胸腹部の主要な損傷として、動揺胸郭、心損傷、肺損傷、肝損傷、大動脈損傷の発生頻度を調査した。なお、動揺胸郭は 1 本の肋骨に 2 カ所以上の骨折が連続する 3 本以上の肋骨に認められるという定義に基づいた。その結果、肝臓損傷の発生頻度が 56.4% と最も高く、動揺胸郭が 45.5%、肺損傷が 43.6%、心損傷が 36.4%、大動脈損傷が 30.9% と続いた。

肋骨骨折については、骨折本数と骨折箇所数を調査した。平均骨折本数は 11.7 ± 7.1 本、平均骨折箇所は 20.2 ± 19.7 カ所であった。

損傷重症度は、中央値 (25%ile, 75%ile) で、胸部 AIS が 4 (3, 5)、腹部 AIS が 2 (1, 3) であった。

3-3. 受傷時の状態別の比較

受傷時の状態別に、動揺胸郭の発生頻度、胸部 AIS、腹部 AIS、ISS を比較した (Table 1)。自動車同乗者及び歩行者では、動揺胸郭の発生頻度が 75.0% 及び 60.0% と高かったが、胸部 AIS、腹部 AIS、ISS も同様に高い傾向であった。

3-4. 動揺胸郭の有無別の比較

動揺胸郭の有無別に、平均年齢、胸部 AIS、腹部 AIS、ISS、主要胸腹部臓器の損傷発生頻度を比較した (Table

Table 3 Comparison of prevalence or severities of chest and abdominal injuries between the victims ages ≥ 60 and < 60

	Age		p value
	≥ 60 (n = 25)	< 60 (n = 30)	
Frequency of flail chest (%)	52	40	>0.05
Chest AIS	4 (3, 4) *	4 (3, 5) *	>0.05
Abdomen AIS	2 (1, 2) *	2 (1, 3) *	>0.05
ISS	34 (24, 43) *	34 (25, 43) *	>0.05
Number of fractured ribs	11.5 \pm 6.7	11.8 \pm 7.5	>0.05
Number of rib fractures	20.0 \pm 18.0	20.3 \pm 21.3	>0.05

* Values are represented as median (25%ile, 75%ile)

Table 4 Comparison of severities of chest and abdominal injuries according to the age and existence of the flail chest

flail chest	+			-		
	Age	60 \leq	60 $>$	60 \leq	60 $>$	p value
n	13	12	p value	12	18	p value
Average age	72.0 \pm 6.1	31.3 \pm 7.3	<0.001	77.0 \pm 9.6	36.7 \pm 9.7	<0.001
Chest AIS *	4	5	>0.05	4	4	>0.05
Abdomen AIS *	2	3	>0.05	2	2	>0.05
ISS *	36	43	>0.05	27	30	>0.05
Number of fractured ribs	16.1 \pm 5.7	17.3 \pm 6.3	>0.05	6.6 \pm 3.4	8.2 \pm 6.0	>0.05
Number of rib fractures	31.7 \pm 18.0	37.9 \pm 23.8	>0.05	7.3 \pm 4.0	8.6 \pm 6.3	>0.05

* Values are represented as median

2). 動揺胸郭がある群は25人、ない群は30人であった。2群間で平均年齢に有意差はなかったが、胸部 AIS、腹部 AIS、ISS は動揺胸郭を認める群で有意に高かった。また、心損傷、肺損傷、肝損傷の発生頻度も、動揺胸郭を認める群で有意に高かった。

3-5. 高齢者と若年者の比較

60歳以上の25人と60歳未満の30人について、動揺胸郭発生頻度、胸部 AIS、腹部 AIS、ISS、肋骨骨折本数及び箇所を比較した結果、いずれの項目でも有意差はなかった (Table 3)。

そこで、動揺胸郭の有無別に、高齢者と若年者間で同様の比較を行った。動揺胸郭がある群では、胸部 AIS、腹部 AIS、ISS、肋骨骨折本数及び箇所数に有意な差はなかった。動揺胸郭がない群においても、いずれの項目でも有意差はなかった (Table 4)。

4. 考 察

本研究は、法医解剖によって交通事故死と診断された症例を対象としており、事故原因が内因性疾患によるものは除外しているため、交通事故によって作用した外力による損傷が死因となっている。

4-1. 損傷と重症度

損傷重症度であるが、ISSの中央値が34と高く、多くの症例で AIS 3以上の重症損傷を複数の身体部位に負っていることになる。これは、多発外傷を示唆しており、交通事故による損傷の大きな特徴と考える。交通事故死剖検例を対象に損傷重症度を検討した報告では、全症例

の平均 ISS は 43.9 であった⁴⁾。また、自動車運転者及び同乗者の交通事故死剖検例を対象とした研究では、平均 ISS は 36.6~48.9 との報告がある^{5)~7)}。今回の値はこれらと同等あるいはやや小さいものの、全身に極めて大きなエネルギーを受けたと考える。本対象例は胸部損傷を負っている例を抽出したため、胸部 AIS の中央値が 4.0 と高く、胸部への外力が極めて大きいと考えられる。胸部と腹部は横隔膜で隔てられているが、腹部内臓器の一部は胸郭に覆われている。したがって、本対象例では、腹部臓器の損傷の発生率も高かった。

胸腹部臓器損傷の発生頻度は、肝損傷が 56.4% と最も高かった。交通事故死剖検例を対象とした過去の報告でも、肝損傷の発生頻度は 45.9% と高かった⁶⁾。肝臓は胸郭に覆われており、胸腔内臓器と近接している。体積が大きいこともあり、胸部への外力が作用することにより、損傷発生率が高くなると考えられる。交通事故例においては、外力が胸部に加わったとしても、胸部損傷と腹部損傷が合併している可能性が高いことを念頭に、初期診療にあたる必要がある。

4-2. 重症損傷の予防策について

動揺胸郭の発生頻度が高いと、胸腹部損傷の発生頻度や重症度も高かった。これは胸郭が破壊されることにより、胸腔内臓器及び腹腔内臓器が損傷され、重症化したと考えられる。また、心損傷、肺損傷、肝損傷の発生率は動揺胸郭があることで 2 倍以上になっていた。交通事故による胸部外傷例を対象とした過去の報告でも、動揺胸郭を認める症例では、肺損傷や心損傷の合併率が高く、

死亡率も高いと言われている⁸⁾。救命のためには、胸部への外力を胸郭の耐性以下に抑え、動揺胸郭を予防することが重要である。自動車乗員ではシートベルトやエアバッグといった拘束装置によって、胸部車室内との衝突が予防されている。しかし、二輪車乗員や自転車乗員では、体幹の保護がされていないため、衝突時には胸腹部に容易に外力が作用する。現在、二輪車乗員へのボディプロテクター使用が推奨されているが、その頻度は7.8%と低い⁹⁾。これらボディプロテクターの使用を含め、胸部への外力を軽減させる対策を検討する必要がある。

4-3. 年齢の比較について

高齢者と若年者として動揺胸郭の発生頻度や AIS, ISS, 肋骨骨折本数及び箇所数に有意差は認めなかった。一般に、高齢になると胸郭のコンプライアンスが低下し、より肋骨骨折を発症しやすくなるが¹⁰⁾¹¹⁾、本検討では有意差を認めなかった。このことは、本対象がいずれも死亡例であり、胸部 AIS の中央値が4.0 と、極めて大きい外力が作用したためと考えられる。年齢による胸郭耐性の違いが影響しない程、大きなエネルギーが加えられたと考える。特に歩行者は、交通事故において強大な外力を受けやすく、損傷重症度がより高くなる傾向がある。今後、年齢による胸部損傷形態の比較をするためには、受傷時の状況別に、より詳細に分析することが必要である。さらに、衝突程度が軽い事故で胸部に重症損傷を負っている高齢者や、胸部損傷の程度は軽いが全身状態が重症化している高齢者を対象とした検討が必要と考える。

本検討によって、交通事故の胸部損傷の特徴が明らかにされ、その重症度低減のために予防すべき損傷が具体的に示された。高齢化社会における交通事故予防を考えるうえで、今回の対象例よりも重症度が低い交通事故死傷者を対象とした同様の検討が必要である。

利益相反：利益相反基準に該当無し

文 献

- 1) 警察庁交通局：平成 29 年中の交通事故の発生状況。東京，2018, pp 1—35.
- 2) 警察庁交通局：平成 29 年中の交通事故死者数について。東京，2018, pp 1—6.
- 3) 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.
- 4) 一杉正仁, 高津光洋, 重田聡男, 他：交通事故死剖検例における重症度評価。日救急医学会誌 9(5)：173—181, 1998.
- 5) 一杉正仁, 安川 淳, 五明佐也香, 他：運転者の体調変化による事故例の検討—病死例と事故死例の比較—。日交通科会誌 11 (2)：3—8, 2011.
- 6) 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。日職災医誌 50：8—11, 2002.
- 7) 佐藤文子, Hunsaker JC III, Rolf CM, 他：四輪車運転者および同乗者の交通事故剖検例における重症度評価 米ケンタッキー州での調査。日交通科会誌 7 (2)：3—9, 2007.
- 8) 前中由巳：交通外傷による Flail Chest の経験。胸部外科 28 (8)：555—563, 1977.
- 9) 警視庁 交通総務課 交通安全対策第一係：ヘルメットのあごひも及び胸部プロテクターの着用状況調査結果。警視庁。2018-10-18. http://www.keishicho.metro.tokyo.jp/kotsu/jikoboshi/nirinsha/heru_pro.html (参照 2018-12-1).
- 10) 沢辺元司, 櫻井うらら, 新井富生, 他：病理からみた呼吸器系の加齢性変化。THE LUNG perspectives 20 (2)：125—129, 2012.
- 11) 奥谷大介, 森山重治：肋骨骨折を伴う鈍的胸部外傷症例の検討。日呼外会誌 26 (7)：713—718, 2012.

別刷請求先 〒520-2192 滋賀県大津市瀬田月輪町
滋賀医科大学社会医学講座法医学部門
高相 真鈴

Reprint request:

Marin Takaso
Department of Legal Medicine, Shiga University of Medical Science, Seta Tsukinowa-cho, Otsu, Shiga, 520-2192, Japan

Analysis of Chest Injuries of Autopsied Road Traffic Victims

Marin Takaso, Risako Nakagawa and Masahito Hitosugi
Department of Legal Medicine, Shiga University of Medical Science

As the increase of elderly fatalities of road traffic collisions in recent years, reducing road traffic fatalities, especially for the elderly is an important subject. We analyzed the characteristics of thoracic trauma with the aim of decreasing the fatalities of vehicle collisions. Forensic autopsies of vehicle collision victims with rib fractures in Shiga prefecture between 2010 and 2017 were reviewed. Characteristics of thoracic and abdominal injuries and anatomical injury severities, abbreviated injury scale (AIS) and injury severity score (ISS), were examined. Subjects were 55 (42 male, 13 female) victims with a mean age of 52.7. Vehicle drivers were accounted for 16, pedestrians 15, motorcyclists 12, bicyclist 8, vehicle passengers 4. The 25 victims died of thoracic or abdominal injuries, 13 from head injury, 6 from drowning, 5 from hemorrhagic or traumatic shock, 3 from cervical cord injury, and 3 from other factors. Regarding the detail thoracic and abdominal injuries, liver injury was the most common (56.4%), followed by flail chest (45.5%), lung injury (43.6%), cardiac injury (36.4%), and aortic injury (30.9%). Average number of fractured ribs were 11.7 ± 7.1 , number of regions of rib fractures were 20.2 ± 19.7 . Median ISS was 34 with the median AIS scores of the chest of 4 and abdomen of 2. The higher the frequency of the flail chest, the higher the AIS and prevalence of having thoracic and abdominal organ injuries. Although the injury severities and the prevalence of thoracic and abdominal injuries were compared between the elder and younger victims, no significant difference was found in AIS, ISS, the frequency of flail chest, and the number of rib fractures. We considered that because applied forces were too large, the difference of tolerance of rib cage did not influence on the occurrence of injuries. In order to reduce road fatalities, measures to reduce external forces on the chest are required. To establish the specific interpretation for reducing elderly fatalities, further analysis for victims with mild to moderate severity of chest injuries are needed.

(JJOMT, 67: 355—359, 2019)

—Key words—

rib fracture, flail chest, forensic autopsy