

原 著

胸腰椎骨折患者における強直性脊椎疾患と大動脈損傷の合併に関する臨床的検討

米本 直史^{1,2)*}, 井口 浩一¹⁾, 澤野 誠¹⁾

- 1) 埼玉医科大学総合医療センター 高度救命救急センター
- 2) 彩の国東大宮メディカルセンター 整形外科

緒言：強直性脊椎疾患（Ankylosing spinal disorder：以下 ASD）患者における胸腰椎骨折の合併症として大動脈損傷が知られているが、その頻度は報告されていない。本研究の目的は、胸腰椎骨折における大動脈損傷の合併頻度を調べ、ASD 患者群と非 ASD 患者群を比較検討することである。

方法：2014 年から 2017 年に当院で手術治療した胸腰椎骨折 143 例を対象とした。14 例は ASD 群、129 例は非 ASD 群であった。

結果：大動脈損傷は 6 例に見られ、4 例が ASD 群、2 例が非 ASD 群であった。大動脈損傷合併率は ASD 群で 28.57%、非 ASD 群で 1.55%であった。ASD 群のほうが有意に合併頻度は高く、Odds ratio は 25.4 倍（95%信頼区間：4.13~156）であった。ASD 群の方が非 ASD 群より大動脈石灰化が強い傾向にあり、大動脈損傷の部位は大動脈石灰化の部位との重複がみられた。AO Spine Thoracolumbar Injury Classification System による骨折型分類では、大動脈損傷患者は B2 と B3 に限られており、B3 の方が大動脈損傷を合併しやすい傾向にあった。ASD 患者における骨折形態は、前方伸延損傷（B3）が多数を占めていた。

結論：ASD は胸腰椎骨折における大動脈損傷合併の有意な予測因子であった。ASD 患者が大動脈損傷を合併しやすい要因として、大動脈石灰化や前方伸延損傷が考えられた。本研究は単施設の救命救急センターに搬送された重症外傷患者を対象としており、対象患者の偏りが結果に影響を与えた可能性に留意しないとイケない。

J Saitama Medical University 2022; 48(2): 71-78

(Received June 11, 2021/Accepted September 16, 2021)

Keywords: ankylosing spinal disorders, aortic injury, thoracolumbar fracture

緒 言

強直性脊椎炎（Ankylosing spondylitis：以下 AS）とびまん性特発性骨増殖症（Diffuse idiopathic skeletal hyperostosis：以下 DISH）を合わせ、強直性脊椎疾患（Ankylosing spinal disorder：以下 ASD）という。胸腰椎骨折時に大動脈損傷を合併する ASD 症例の報告は 1980 年台よりある¹⁻³⁾。その機序として、ASD 患者は一般的に関節周囲組織の石灰化傾向が強く、血管壁にも石灰化が波及し大動脈壁が脆弱となっている可能性が指摘されている⁴⁾。更に、強直した脊椎はあたかも長管骨のような力学的特性を示し、骨折部に応力が集中し、胸腰椎に近傍する大動脈にも力学的負荷がかかりやすいことも指摘されている⁵⁾。しかし、ASD の有無と胸腰椎骨折時の大動脈損傷の関係はまだ報告されていない。

本研究の第一の目的は、胸腰椎骨折において、ASD 患者は非 ASD 患者より大動脈損傷を合併しやすいか否かを明らかにすることである。付随する目的は、ASD 患者の大動脈石灰化や骨折形態と、大動脈損傷の発生との関連を明らかにすることである。

対象と方法

対象は 2014 年 1 月 1 日から 2017 年 12 月 31 日までに埼玉医科大学総合医療センター高度救命救急センターに入院し手術治療を行った胸腰椎骨折患者とした。診療録より基本調査項目として年齢、性別、ASD の有無、大動脈損傷の有無を調査した。

大動脈損傷を合併した症例については、損傷形態や外傷性大動脈損傷分類（Fig. 1）⁶⁾や損傷部位を調査し、大動脈

* 著者連絡先：埼玉医科大学総合医療センター 高度救命救急センター 〒350-8550 埼玉県川越市鴨田 1981 Tel：049-228-3755 Fax：049-228-3588 [令和3年6月11日受付/令和3年9月16日受理]

○著者全員は本論文の研究内容について他者との利害関係は有しません。

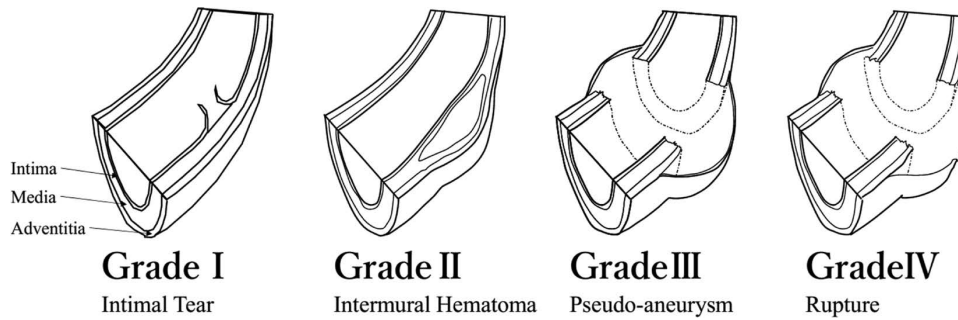
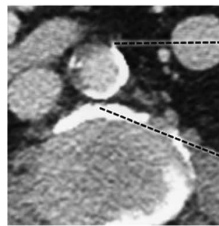


Fig. 1. Illustration showing the classification of traumatic aortic injury.



Maximum circumference
rate of the aortic calcification
($X = d/360^\circ$)

Maximum thickness of the
aortic calcification (Y)

Fig. 2. Method for estimation of maximum circumference rate and thickness of the aortic calcification. The fractions of the circumference with calcification to the total circumference were calculated for each axial CT image (10 mm pitch and slice) of descending or abdominal aorta. The circumference rate corresponds to the maximum fraction for each patient. The maximum thickness of the aortic calcification was also measured in the same slice.

AO
SPINE

AO Spine Thoracolumbar Injury Classification System

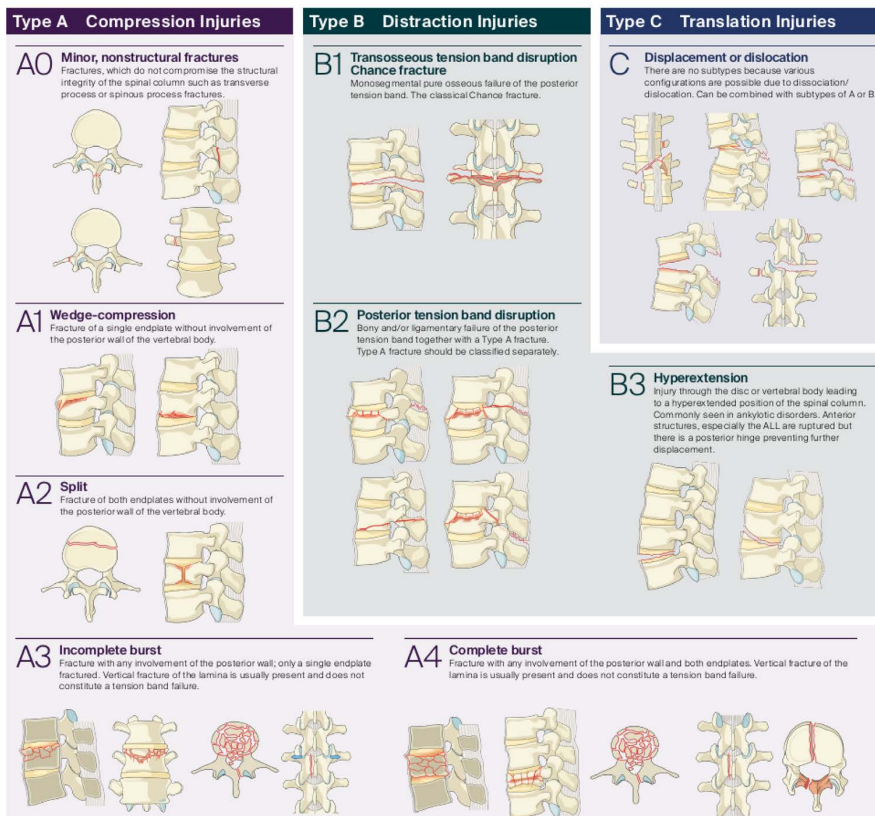


Fig. 3. Illustration showing the classification of thoracolumbar spinal fracture according to AO Spine Thoracolumbar Injury Classification System. Download from "https://aospine.aofoundation.org/clinical-library-and-tools/aospine-classification-systems" Permission to copy and redistribute is granted by the copyright holder.

石灰化の部位や石灰化率や石灰化厚を計測した。大動脈石灰化率および石灰化厚は、単純CTの軸写像を用いて、大動脈全周に対する血管壁石灰化の割合が最も高い断面において計測した (Fig. 2)。

対象患者の骨折形態はAO Spine Thoracolumbar Injury Classification System (Fig. 3)^{7,8)}に基づいて分類し、ASDに該当する症例は損傷高位や強直に占める損傷位置や受傷機転を調査した。

本研究は埼玉医科大学総合医療センター倫理審査委員会に後ろ向きコホート研究として申請し、承認を得て行った (承認番号：2056)。

結果

対象患者は143名で、男性102名、女性41名、年齢は14-96歳 (中央値50歳)であった。対象患者のうちASD患者は14名で男性13名、女性1名、年齢は47-96歳 (中央値79歳)であった。大動脈損傷は6名に認め、大動脈損傷合併率は4.2%であった。ASD患者で大動脈損傷を合併した患者は4名 (28.57%)であったのに対し、非ASD患者は2名 (1.55%)であった (Table 1)。

ASD群と非ASD群の大動脈損傷合併のOdds ratioは25.4倍、95%信頼区間は4.13~156倍であった。ASD群は、非ASD群と比較して有意差をもって大動脈損傷を合併しやすいことが示された。

大動脈損傷患者6名の損傷形態は大動脈解離が3例、仮性動脈瘤が3例であった。大動脈石灰化率はASD群が23%、46%、51%、100%であったのに対し、非ASD群は0%、33%であった。大動脈石灰化厚はASD群が1.8mm、2.9mm、3.2mm、4.6mmであったのに対し、非ASD群は0mm、2.9mmであった。非ASD群と比較してASD群のほうが大動脈石灰化率や石灰化厚が高い傾向がみられた (Fig. 4)。また、大動脈損傷の部位は大動脈石灰化の部位と重複する傾向にあり、6例中4例で大動脈損傷部位が全て大動脈石灰化部位に含まれていた (Table 2)。

対象患者の骨折形態では前方圧縮損傷 (B2) が48例と最も多かった。大動脈損傷患者はB2とB3に限られており、B2損傷48名のうち大動脈損傷患者は4名 (8.3%)である一方、B3損傷13名のうち大動脈損傷患者は2名 (15%)と、B3損傷のほうが大動脈損傷を合併しやすい傾向にあった。ASD患者14名の骨折形態は前方伸延損傷

Table 1. Demographics and incidence of aortic injury

	ASD group (n=14)	Non-ASD group (n=129)	p value
Age	79 [47-96]* y.o	47 [14-90]* y.o	p < 0.01
Sex	Male: 13 Female: 1	Male : 89 Female : 40	p = 0.85
Aortic injury	Positive: 4 Negative: 10	Positive: 2 Negative: 127	p < 0.01
* Median [Range]			n=143

Comparison of age, sex, and aortic injury between the ASD (ankylosing spinal disorder) group and non-ASD group. Wilcoxon's rank-sum test was applied for age, and the chi-square test was applied for sex and aortic injury to estimate p values.

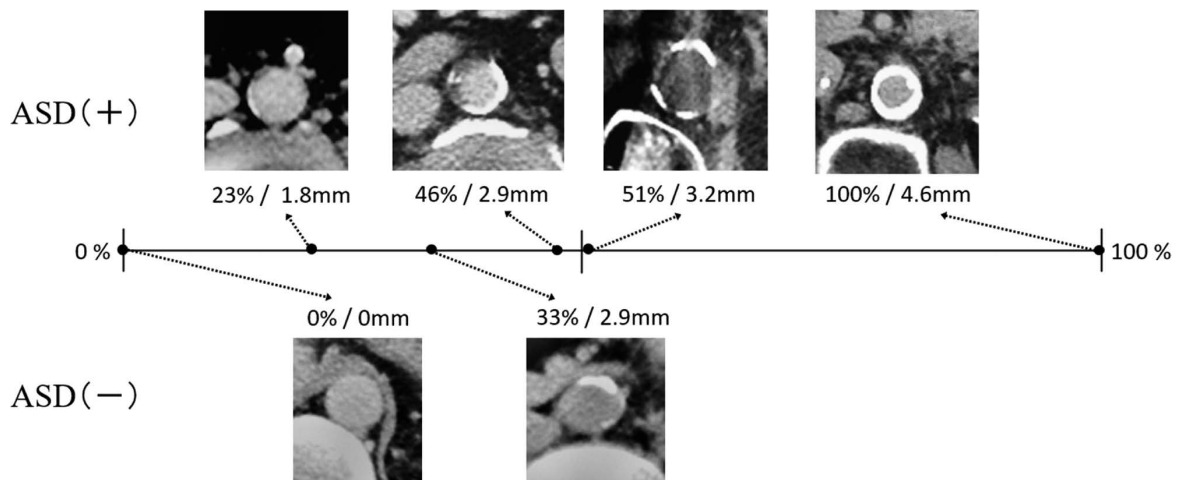


Fig. 4. The maximum circumference rate and thickness of the aortic calcification for each patient with aortic injury. The maximum circumference rate and thickness of 6 thoracolumbar spinal fracture patients complicated by aortic injury compared between the patients with ankylosing spinal disorder (ASD) and those without.

Table 2. Profile of the patients with aortic injury

Patients No.	Age	Sex	Type of aortic injury	Grade	Extent of aortic injury	X	Y	Extent of aortic calcification	Treatment	28days survival	ASD
1	96	Male	Pseudo-aneurysm	Grade3	Des (T5 - T11)	51%	3.2mm	Des (T4 - T12)	Conservative	Survived	Positive
2	49	Male	Dissection	Grade2	Abd (L3 - L4)	23%	1.8mm	Abd (L3 - L4)	Conservative	Survived	Positive
3	62	Male	Dissection	Grade2	Abd (L2 - L3)	46%	2.9mm	Abd (L1 - L3)	Conservative	Survived	Positive
4	79	Male	Pseudo-aneurysm	Grade3	Abd (L4)	100%	4.6mm	Asc - Abd (T4 - L4)	Open surgery	Survived	Positive
5	40	Male	Pseudo-aneurysm	Grade3	Distal Ar (T5)	0%	0mm	none	Stent graft	Survived	Negative
6	72	Female	Dissection	Grade2	Asc - Des (T4 - T12)	33%	2.9mm	Abd (T12 - L3)	Open surgery	Dead	Negative

X: Maximum circumference rate of the aortic calcification

Y: Maximum thickness of the aortic calcification

ASD: Ankylosing spinal disorder

Asc: Thoracic Ascending Aorta

Ar: Thoracic Aortic Arch

Des: Thoracic Descending Aorta

Abd: Abdominal Aorta

Table 3. Fracture type of the patients

	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	C	Total
ASD group	0	0	0	0	0	4(2)	8(2)	2	14(4)
Non-ASD group	3	3	27	29	3	44(2)	5	15	129(2)
Total	3	3	27	29	3	48(4)	13(2)	17	143(6)

Number of the patients with aortic injury shown in parenthesis.

Table 4. Profile of the patients with ASD

Patients No.	Age	Sex	Fracture type	Fracture level of spine	Fracture position in ankylosis	Cause of injury	Aortic injury*
1	96	Male	B3	T11	Middle	MVA (Pedestrian)	Positive (51% /3.2mm)
2	79	Male	B3	T8	Middle	MVA (Motorbike)	Negative
3	49	Male	B2	T11	Lower edge	MVA (Bicycle)	Positive (23% /1.8mm)
4	62	Male	B2	T12	Lower edge	Falling (4m)	Positive (46% /2.9mm)
5	47	Male	C	T3	Upper edge	Falling (5m)	Negative
6	81	Male	C	T12	Middle	Falling (Stepladder)	Negative
7	79	Male	B3	T11	Middle	Falling (Stairs)	Positive (100% /4.6mm)
8	71	Male	B3	T11	Middle	Falling (Stepladder)	Negative
9	79	Male	B3	T10	Middle	Falling (Cultivated field)	Negative
10	79	Male	B3	T9	Middle	Tumbling	Negative
11	87	Male	B3	T11	Middle	Tumbling	Negative
12	73	Male	B2	L2	Lower edge	Falling (Chair)	Negative
13	93	Female	B3	L2	Lower edge	Tumbling	Negative
14	79	Male	B2	L2	Lower edge	Falling (Vehicle)	Negative

* Aortic injury (Circumference rate / Thickness)

ASD: Ankylosing spinal disorder

MVA: Motor vehicle accident

(B3) が 8 例と多数を占めていた (Table 3)。

また, ASD 患者の損傷高位は T11 が最も多く 5 例であった。T10~ L2 の胸腰椎移行部の損傷が 11 例と大多数を占

めていた。強直と損傷部位の位置関係を見ると, 14 例中 8 例が強直内, 1 例が強直上端, 5 例が強直下端で, 強直内で骨折するものが最も多かった (Table 4)。

考 察

1950年 Forestierらは脊椎の前縦靭帯を中心とする広範な骨化を示す疾患として senile ankylosing hyperostosis of the spine を発表⁹⁾し、その疾患は後に強直性脊椎骨増殖症 (ankylosing spinal hyperostosis : 以下 ASH) と呼ばれるようになった。

1975年 ResnickらはASH患者の全身をX線学的に分析し、脊椎に限らず四肢の靭帯や腱付着部の骨化が高頻度に見られることを報告し、DISHという疾患概念を提唱した¹⁰⁾。DISHは50歳以上の男性に比較的多くみられ、明らかな人種差はないといわれている。本症の成因は不明であり、Resnickらはその診断基準を(1)少なくとも連続4椎体以上の前外側面で石灰化ないし骨化を認める、(2)椎間板腔が比較的保たれている、(3)椎間関節が保たれており、仙腸関節に骨性強直を認めないの3つを満たすものと定義している¹⁰⁾。

一方、強直性脊椎炎は脊椎関節炎の一種で若年男性に多く、脊椎強直、運動制限、仙腸関節炎、骨粗鬆症をきたすとされている¹¹⁾。自己免疫が関与する全身性炎症疾患と考えられており、HLA-B27遺伝子の関連も指摘されている¹¹⁾。脊椎の特異的所見として、椎体間の架橋形成が進み、強直したものは Bamboo spine と呼ばれている¹¹⁾。

DISHとASの両者は脊椎強直をきたす疾患であり、その画像的な違いは主に仙腸関節であるとされている¹²⁾。ASでは持続する仙腸関節炎により仙腸関節のびらん・硬化・骨縁不鮮明化・関節裂隙の開大や狭小化がみられるが、DISHでは仙腸関節腹側に硬化が生じるのみで、関節内変化が乏しい傾向にある¹²⁾。しかし、仙腸関節の画像所見だけでは明確に鑑別できないものもあり、2000年以降、英文ではDISHとASを包括する概念として ankylosing spinal disorder もしくは ankylosing spinal disease (両者とも略語は ASD) が広く使われている¹³⁾。本研究の対象患者は、仙腸関節内の変化が乏しく画像的にはDISHと考えられたが、上記の通り明確には鑑別できないため全例 ASDとして扱った。

ASD患者の脊椎骨折の特徴として、伸延損傷が多いこと⁵⁾、脊髄損傷を合併しやすいこと⁵⁾、死亡のリスクが高いこと⁵⁾、単純X線で診断が難しく見逃しや診断の遅れが生じやすいこと¹⁴⁾、などが指摘されている。

一方、ASD患者の胸腰椎骨折に合併した大動脈損傷に関して記載したものはこれまで症例報告¹⁻³⁾のみで、その合併頻度は不明であった。本研究は、胸腰椎骨折患者を対象として ASD群と非 ASD群間の、大動脈損傷の合併頻度を比較検討した初めての報告である。ASD患者は非 ASD患者と比較して、胸腰椎骨折時に大動脈損傷を合併しやすく、その Odds ratio は 25.4 倍 (95%信頼区間 : 4.13~156) と高値で、ASDは胸腰椎骨折時の大動脈損傷合併の有意な予測因子であることが示された。

これまで胸腰椎骨折時の大動脈損傷合併率の報告がなかった理由として、大動脈損傷の患者数が少ないことが挙

げられる。2014年1月1日から2017年12月31日までに埼玉医科大学総合医療センター高度救命救急センターを受診した外傷患者2691名のうち、胸腰椎骨折の有無を問わないとしても、大動脈損傷患者は25名(0.93%)と少ない。胸腰椎骨折に合併した大動脈損傷の数を集めるには膨大な外傷症例を要するため、胸腰椎骨折時の大動脈損傷合併率の報告が成されなかったと考えられる。

胸腰椎骨折に大動脈損傷を合併しやすい理由として、古典的には前縦靭帯の癒着が指摘されている。Fazl¹⁾らと Schaberg²⁾は、大動脈損傷で死亡したAS患者の死後解剖で、大動脈が前縦靭帯 (Anterior Longitudinal ligament : 以下 ALL) に強固に貼り付いていたと報告し、大動脈と ALL の癒着が大動脈損傷の原因ではないかと考察している。ASでは大動脈と ALL の癒着が認められる一方、DISHでは左前方に位置する大動脈を避けて右前方に骨化ができやすいと指摘されており¹²⁾、大動脈と ALL の癒着はむしろ少ないと考えられる。

また別の要因として、大動脈の弾性組織の消失や低下も過去に検討されている。Weatherley¹⁵⁾らは、AS患者の脊椎骨切り術に合併する大動脈損傷は、大動脈の弾性組織の低下が原因ではないかと述べている。骨折と骨切り術では外力の程度が異なるものの、脊椎構造の変化が隣接する大動脈に損傷を来す点は共通している。また、Savolaine³⁾らも、T9椎体Chance骨折¹⁶⁾に合併した外傷性下行大動脈損傷のAS患者において、弾性組織の低下が大動脈損傷の原因ではないかと仮説を立てている。だが、骨折高位の検討などから最終的に、大動脈の弾性組織の問題よりも古典的な捻転外力および固定機構の破綻が大動脈損傷の主要因であったと結論付けている。

我々は、ASD患者の胸腰椎骨折に合併した大動脈損傷の原因として大動脈石灰化を検討した。大動脈石灰化は大動脈瘤破裂や大動脈解離などの心血管系イベントのリスクファクターであることは広く知られており¹⁷⁾、椎体骨折や骨粗鬆症と正の相関関係にあることも示されている¹⁸⁾。一方、ASD患者と大動脈石灰化については報告が少なく、AS患者では大動脈全周におよぶ強い石灰化がみられ、大動脈の弾性組織が消失していたという症例報告のみである⁴⁾。我々は、多様な結合組織に石灰化をきたすDISHは、大動脈にも石灰化傾向が強いのではないかと考えた。そして、大動脈石灰化が強い場合は、大動脈の弾性組織が減少して外力に対する抵抗力が弱くなり、大動脈損傷が発生しやすくなるのではないかと仮説を立てた。そこで、大動脈石灰化が最も強い断面での石灰化率や石灰化厚を調べ、大動脈損傷と大動脈石灰化の範囲を検討した。結果、ASD患者は非 ASD患者より石灰化が強い傾向にあり、大動脈損傷部位は大動脈石灰化部位と重複がみられたことから、大動脈石灰化はASD患者が大動脈損傷を合併しやすい要因の一つと考えられた。

もう一つ注目した点として、骨折の損傷形態が挙げられる。ASD患者の胸腰椎骨折は前方伸延損傷が多い¹⁹⁾。AO

Spine Thoracolumbar Injury Classification System では B3 にあたり、後方伸延損傷である Chance 骨折¹⁶⁾とは前後逆転した損傷形態であるため Reverse Chance 骨折²⁰⁾と呼ばれることもある。Chance 骨折は棘突起や椎弓など脊椎後方成分に強い伸延力が加わって骨折するのに対し、Reverse Chance 骨折では椎体など脊椎前方成分に強い伸延力が加わる。椎体前方に位置する大動脈にとっては Reverse Chance 骨折のほうが力学的負荷が大きく、大動脈損傷をきたしやすい損傷形態と考えられる。我々の経験では、ASD 患者 14 例中 8 例と多数を占めたのが、Reverse Chance 型の前伸延損傷 (B3) であった。

ASD 患者のうち大動脈損傷を合併した 4 名の損傷形態は B2 が 2 例、B3 が 2 例であった。対象患者全体でも、大動脈損傷を合併した患者の骨折形態は B2 が 4 例、B3 が 2 例と、B2 と B3 のみに集中していた。全 B2 損傷患者 48 例中の大動脈損傷は 4 例 (8.3%) であったが、全 B3 患者 13 例中の大動脈損傷は 2 例 (15.3%) であり、B3 損傷患者の方が大動脈損傷を合併しやすかった。先述の ASD 患者に前方伸延損傷 (B3) が多いことと合わせると、前方伸延損傷 (B3) は、ASD 患者が大動脈損傷を合併しやすい要因の一つと考えられた。

ASD 患者の強直した脊椎は、可撓性を失い、胸腰椎部の後弯も強い。ASD 患者の前方伸延損傷では、受傷の瞬間だけでなく、病院搬入後平坦なベッドで仰臥位になることでも骨折部に前開き負荷が加わり二次的な大動脈損傷も発生しうる。骨折部の良好な整復のため手術中体位を側臥位とする報告はあるが²¹⁾、二次的大動脈損傷予防の観点から非手術中の体位にも配慮が必要である。ASD 患者に前方伸延損傷の胸腰椎骨折を認めた場合は、ベッド上での体位を側臥位としたり、枕を重ねて頭を高く上げたりして、平坦な仰臥位を避けるほうが好ましいと考えられる。

外傷患者の初期診断においては、胸部単純 X 線や単純 CT 軸写像だけでなく、多断面再構成像 (Multi-planar reconstruction: 以下 MPR) を用いて大動脈損傷を含む種々の損傷を慎重に検索し、見逃しに注意すべきとされている²²⁾。ASD は胸腰椎骨折時の大動脈損傷合併の予測因子であるため、ASD 患者に胸腰椎骨折が生じた場合は、造影 CT の MPR を用いた大動脈損傷の検索を考慮すべきであり、特に大動脈石灰化が強い場合や骨折型が前方伸延損傷である場合は、その有用性が高まると考えられる。

本研究の限界

本研究の限界として複数項目の検討が必要である。まず、単一施設での後方視研究であるため、症例数が限られることが挙げられる。前述の通り、大動脈損傷の発生頻度はかなり低いため、今回導かれた大動脈損傷の合併頻度は真の合併頻度と十分に近似していない可能性がある。大動脈損傷患者の大動脈石灰化の考察も、症例数が少ないことから、関係性を正しく把握できていない可能性がある。他にも、症例全体では B3 損傷の方が B2 損傷より大動脈損傷を合併

しやすいのに反して、ASD 患者では B2 損傷 (4 名中 2 名 50%) の方が B3 損傷 (8 名中 2 名 25%) より大動脈損傷発生率が高いのは、症例数が少ないことによって生じた歪みと考えられる。

大動脈石灰化の評価方法については、確立された定量方法がないことから、今回便宜的に石灰化率や石灰化厚を用いた。これらは、三次元的な広がりがある大動脈石灰化の一部を反映した数字であり、部分的な評価にとどまっていることも限界の一つといえる。

その他の限界として、大動脈損傷は致死合併症であることも挙げられる。発症早期に命を落とすこともあるため、搬送前死亡や病院到着時死亡が発生しうるものの、それらは本研究の対象患者に含まれない。本研究で検討された大動脈損傷とは、病院に到達しうる程度には命を保つことができた大動脈損傷であり、真に重篤な大動脈損傷は含まれていないことも限界の一つといえる。

また、別の検討項目として、対象患者の年齢の偏りは結果に影響を与えた可能性がある。非 ASD 群と比較し、ASD 群の方が高齢であったが、高齢であることは大動脈石灰化と関連しており、大動脈損傷の合併頻度とも関連するため、本研究の結果に年齢が影響を与えた可能性は否定できない。十分な症例数があれば、多変量解析を用いて年齢の交絡を除外しうるが、上記の通り大動脈損傷は稀な合併症であり、単施設で行われた本研究ではそこまでのデータを得ることができなかった。

また、対象患者の重症度の偏りについても述べなければならぬ。本研究を行った埼玉医科大学総合医療センター高度救命救急センターは、県内随一の重症外傷患者を受け入れている高度救命救急センターであり、対象患者はほぼ全例救急搬送されており、整形外科外来の walk-in 患者は含まれていない。胸腰椎骨折と他院で診断のうえ転送されてくる例が多く、受診患者のほとんどが手術適応である。さらに、重症患者の術後管理に特化した救命救急センター内 ICU 設備があるため、致死的外傷患者でも積極的に手術治療を行っており、重症外傷や合併症を理由に手術適応から除外することがほとんどない。これらの背景を踏まえると、当施設当部署を受診した胸腰椎骨折患者は他院より重症度が高い傾向があるにもかかわらず、重症であっても手術対象から除外されずにほとんどが手術治療を受けているため、本研究から導かれた大動脈損傷の合併頻度は真の合併頻度より高い可能性がある。これも本研究の限界の一つと考える。

以上が主要な本研究の限界である。複数施設を加えて更に症例数を積み重ねることや大動脈石灰化の評価方法を確立することで、研究の限界の影響を小さくしていくことが、今後の課題と考えている。

結 論

ASD は胸腰椎骨折時の大動脈損傷合併の有意な予測因子で、その Odds ratio は 25.4 倍あった。大動脈損傷を合併し

た患者のなかでは、ASD患者の方が非ASD患者より大動脈石灰化が強い傾向にあり、大動脈石灰化部位は大動脈損傷部位と重複する傾向がみられた。対象患者の骨折形態では、前方伸延損傷(B3)の方が前方圧縮損傷(B2)より大動脈損傷合併率が高く、ASD患者の骨折形態は前方伸延損傷(B3)が多数を占めていた。大動脈石灰化や前方伸延損傷はASD患者に大動脈損傷を合併しやすい要因と考えられる。本研究は単施設の救命救急センターに搬送された重症外傷患者を対象としており、対象患者の偏りが結果に影響を与えた可能性に留意しないといけない。

引用文献

- 1) Fazl M, Bilbao JM, Hudson AR. Laceration of the aorta complicating spinal fracture in ankylosing spondylitis. *Neurosurgery* 1981; 8: 732-4.
- 2) Schaberg FJ Jr. Aortic injury occurring after minor trauma in ankylosing spondylitis. *J Vasc Surg* 1986; 4: 410-1.
- 3) Savolaine ER, Ebraheim NA, Stitgen S, Jackson WT. Aortic rupture complicating a fracture of an ankylosed thoracic spine. A case report. *Clin Orthop Relat Res* 1991; 272: 136-40.
- 4) Takagi H, Mori Y, Umeda Y, Fukumoto Y, Kato Y, Shimokawa K, et al. Abdominal aortic aneurysm with arteritis in ankylosing spondylitis. *J Vasc Surg* 2003; 38: 613-6.
- 5) Caron T, Bransford R, Nguyen Q, Agel J, Chapman J, Bellabarba C. Spine fractures in patients with ankylosing spinal disorders. *Spine (Phila Pa 1976)* 2010; 35: E458-64.
- 6) Ali Azizzadeh, Kouros Keyhani, Charles C Miller 3rd, Sheila M Coogan, Hazim J Safi, Anthony L Estrera. *J Vasc Surg*. Blunt traumatic aortic injury: Initial experience with endovascular repair 2009; 49: 1403-8.
- 7) Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, Dvorak M, Schnake K, Bellabarba C, et al. AO Spine thoracolumbar spine injury classification system: fracture description, neurological status, and key modifiers. *Spine (Phila Pa 1976)* 2013; 38: 2028-37.
- 8) <https://aospine.aofoundation.org/clinical-library-and-tools/aospine-classification-systems> (Retrieved on July 6, 2021).
- 9) Forestier J, Rotes-Querol J. Senile vertebral ankylosing hyperostosis. *Rev Rhum Mal Osteoartic* 1950; 17: 525-34.
- 10) Resnick ME, Berkowitz RD, Rodman T. Diffuse interstitial leukemic infiltration of the lungs producing the alveolar-capillary block syndrome. Report of a case, with studies of pulmonary function. *Am J Med* 1961; 31: 149-53.
- 11) Li Zhang, Yan-Jie Zhang, Jin Chen, Xiao-Lei Huang, Gong-Si Fang, Li-Juan Yang, et al. The association of HLA-B27 and *Klebsiella pneumoniae* in ankylosing spondylitis: A systematic review. *Microb Pathog* 2018; 117: 49-54.
- 12) Maertens M, Mielants H, Verstraete K, Veys EM. Evaluation of the involvement of axial entheses and sacroiliac joints in relation to diagnosis: comparison among diffuse idiopathic skeletal hyperostosis (DISH), osteoarthritis and ankylosing spondylitis. *Clin Rheumatol* 1992; 11: 551-7.
- 13) 岡田英次朗. びまん性特発性骨増殖症に対する脊椎固定術. *脊椎脊髄* 2016; 29: 575-9.
- 14) An SB, Kim KN, Chin DK, Kim KS, Cho YE, Kuh SU. Surgical outcomes after traumatic vertebral fractures in patients with ankylosing spondylitis. *J Korean Neurosurg Soc* 2014; 56: 108-13.
- 15) Weatherley C, Jaffray D, Terry A. Vascular complications associated with osteotomy in ankylosing spondylitis: a report of two cases. *Spine (Phila Pa 1976)* 1988; 13: 43-6.
- 16) Chance GQ. Note on a type of flexion fracture of the spine. *Br J Radiol* 1948; 21: 452.
- 17) Buijs RV, Willems TP, Tio RA, Boersma HH, Tielliu IF, Slart RH, et al. Calcification as a risk factor for rupture of abdominal aortic aneurysm. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2013; 46: 542-8.
- 18) Szulc P, Samelson EJ, Sornay-Rendu E, Chapurlat R, Kiel DP. Severity of aortic calcification is positively associated with vertebral fracture in older men - a densitometry study in the STRAMBO cohort. *Osteoporos Int* 2013; 24: 1177-84.
- 19) Weiss W, Bardana D, Yen D. Anterior surgical treatment for an extension-distraction spine injury: a case report. *J Trauma* 2009; 66: E17-9.
- 20) Miller JA, Smith TH. Seatbelt induced chance fracture in an infant. Case report and literature review. *Pediatr Radiol* 1991; 21: 575-7.
- 21) 工藤考将, 竹内陽介, 会田育男. びまん性特発性骨増殖症に伴う胸腰椎過伸展型骨折に対して新たに考案した腹臥位スクリュー挿入・前屈側臥位ロッド固定法の治療経験. *Journal of Spine Research* 2020; 11: 1169-76.
- 22) 山下寛高, 松本純一, 箕輪良行, 平泰彦, 中島康雄. 救急画像診断見逃してはならないポイント集胸部外傷. *臨床画像* 2009; 25: 87-95.

A study on the association between ankylosing spinal disorder and aortic injury in patients with thoracolumbar fracture

Naofumi Yonemoto^{1,2)*}, Koichi Inokuchi¹⁾, Makoto Sawano¹⁾

1) Department of Emergency and Critical Care Medicine, Saitama Medical Center, Saitama Medical University

2) Department of Orthopaedic Surgery, Sainokuni Higashiomiya Medical Center

Background: There are few case reports of thoracolumbar fracture complicated by aortic injury in patients with the ankylosing spinal disorder (ASD), and the complication rate is not yet known. The objective of this study is to investigate the complication rate of aortic injury with thoracolumbar fracture and to compare the rate between ASD patients and non-ASD patients.

Material and Methods: We retrospectively studied computed tomography scans (CT) of 143 patients with thoracolumbar fracture, who underwent their operations in the Department of Emergency and Critical Care Medicine, Saitama Medical Center, between 2014 to 2017. CT revealed ASD in 14 patients (ASD group) and was absent in 129 patients (non-ASD group).

Results: Six cases were complicated by aortic injury, 4 (28.6%) in the ASD group and 2 (1.6%) in the non-ASD group. The complication rate in the ASD group was significantly higher compared to the non-ASD group (OR:25.4 95%CI:4.1-156.0). In the patients with aortic injury, the ASD group tended to have more aortic calcification than the non-ASD group. In many patients, the site of aortic injury overlapped with the site of aortic calcification. The fracture type classification by the AO Spine Thoracolumbar Injury Classification System showed that patients with aortic injuries were either B2 or B3, and B3 injuries and were more likely to be complicated by aortic injuries. The majority of ASD patients had anterior extension injuries (B3).

Conclusions: ASD was a significant predictor of the complicating aortic injury in thoracolumbar fractures, and aortic calcification and anterior extension injury were considered to be factors that predispose ASD patients to aortic injury. It should be noted that this study only included patients who were admitted to a tertiary emergency center, and the results may have been influenced by the bias among the patients.