

ライン作業により生じた肋骨疲労骨折の検討

有馬 亨, 岩崎 正之

日産車体(株) 付属診療所

(平成19年3月30日受付)

要旨:自動車製造工場において一昨年, 肋骨疲労骨折を経験したことを契機とし, その後の組み立てライン作業において発生した肋骨疲労骨折13例および骨折予備軍7例の計20例について分析調査を行った。肋骨疲労骨折13例の内訳は全員男性で平均年齢37歳, 単独骨折10例, 複数骨折3例であり, 骨折レベルは第5~第8で右9例, 左4例であった。骨折部位はすべて肋骨後部で外1/3が5例, 中1/3が5例, 内1/3が3例であった。骨折予備軍は男性7例で平均年齢32歳, 右4例, 左3例であった。肋骨障害を起こした作業動作は繰り返しの上肢の挙上動作と, 上肢帯の押し出し動作の二つに大きく分かれた。自覚症状としては背痛で, とくに上肢挙上時, 深呼吸時, くしゃみ・咳嗽時に増強した。他覚的には骨折局所の圧痛は全例に陽性であった。X線検査では大半例に初診時の骨折所見がみられたが, 中には検出困難な例もあり, 骨折病態の確認のため9例に3D-CTを行った。予備軍はX線上, 骨折はなかったが圧痛が明らかで骨折に至らない早期のものと考えられた。治療は胸椎バンド固定と作業内容の軽減を行った。肋骨疲労骨折の報告はスポーツ医学には多く見られるが災害医学領域では少ない。本疾患は明らかな外傷がないため文献上, 筋肉捻挫として扱われることが多く, 診断には本疾患の存在認識が必要である。本疾患の初期段階ではX線診断は難しいことが多いが, 今回3D-CTは診断および骨癒合判定に有用であった。肋骨疲労骨折の発生機序として繰り返しの上肢の挙上, 押し出し動作が, 前鋸筋起始部の過牽引を来し, ついには肋骨骨折を惹起するものと考えられた。今回3D-CT所見から前鋸筋剝離を来したと思われる1例があり注目された。予防対策として背筋とくに前鋸筋の筋力トレーニング, 体調管理, 作業方法の指導, 設備の合理化などが考えられた。

(日職災医誌, 55:145-153, 2007)

—キーワード—

肋骨疲労骨折, ライン作業, 前鋸筋

はじめに

肋骨疲労骨折のスポーツ医学における報告はしばしばみられるが, 災害医学領域での報告は少ない。今回著者の勤務する自動車会社の製造ラインにおいて一昨年1例の肋骨疲労骨折が発覚したことから, その後2年にわたり肋骨障害の作業動作との関連性に注目し分析調査したので, これらの病態の臨床症状および画像診断, 作業との関連, 影響因子, 発生機序, 予防対策などについて検討した。

方 法

対象としては2005年1月より2006年7月までに, 自

動車製造ラインの繰り返し作業により胸背痛を訴え疲労性肋骨障害を来した20例について調査した。打撲などの明らかな直達外力による骨折例は除外した。これらの疲労性の肋骨障害を肋骨骨折群と骨折予備軍に分けて検討した。診断には発症経過, 作業内容を参考とし, 臨床所見, X線検査および必要に応じて3D-CT検査を行った。影響因子として年齢, 作業経験, 雇用形態などを調べた。

肋骨骨折の判定としては, 発症経過として作業内容, 作業期間, 自覚所見として受診までの背部疲労感, 違和感, 急激な背痛の有無について問診し, 初診時には深呼吸時痛, 咳嗽痛, 他覚的に上肢挙上による運動痛, 肋骨の圧痛点を確認した。

画像診断として初診時のX線検査により肋骨骨折の確認を行い, 骨折が明らかでなくとも臨床的に疑いのあるものは経時的に1~2週毎にX線検査を行った。3D-

CT 検査では肋骨の断層および三次元像から、X 線で診断不明瞭のものや、陳旧例との判別、骨折治癒過程の判定を行った。CT 検査は外部施設へ予約依頼するので日数、費用がかかるが、労災申請には骨折の判定として重要であることを説明した。

結 果

症例数は作業に関連して胸背痛を来した疲労性肋骨障害の 20 例であり、会社診療所にて著者自身により直接診療したものである。これらは X 線ないし CT 検査で明らかに肋骨骨折が判明した疲労骨折群 13 例、臨床的には肋骨骨折の疑いがあったが画像診断で骨折に至らなかった骨折予備軍 7 例である。

発症から受診までの期間については疲労骨折群 13 例のうち 1 週以内のものが 7 例、1~3 週のもの 6 例であり、予備軍 7 例はすべて 1 週以内のものであった。

1 肋骨疲労骨折群の内訳

疲労骨折群 13 例の内訳として、性別はすべて男性であり、年齢分布は 21~57 歳の平均 37.0 歳、骨折の単独ないし複数別では単独骨折 10 例、複数骨折 3 例であった。左右側に関しては右側 8 例、左側 5 例であった。単独骨折は第 5 肋骨 3 例（右 2、左 1）、第 6 肋骨 2 例（右 2）、第 7 肋骨 3 例（右 2、左 1）、第 8 肋骨 2 例（右 1、左 1）にみられ、複数骨折は第 5、6 肋骨 1 例（右 1）、第 6、7 肋骨 1 例（左 1）、第 6、7、8 肋骨 1 例（左 1）であった（表 1、2）。

肋骨骨折部位に関しては 13 例ともすべて肋骨後部に発生し、外 1/3 部位が 5 例（外角部 2 例含む）、中 1/3 部位が 5 例、内 1/3 部位が 3 例であった（表 3）。

表 1 肋骨疲労骨折群の内訳

肋骨疲労骨折群 13 例	・臨床症状（自他覚） 背痛 肩甲部痛 側胸部痛 深呼吸痛、咳痛 肩挙上痛 圧痛 肋間神経痛
・年齢 平均 37.0 歳 (21 ~ 57) 男性 ・肋骨疲労骨折 検査 X 線：13 例 CT：9 例 単独骨折 10 例 複数骨折 3 例 ・骨折左右側 右 8 例、左 5 例	

表 2 肋骨疲労骨折の発生レベルと左右別（単独、複数別）

	単独肋骨骨折			複数肋骨骨折			
	右	左	計	右	左	計	
第 5	2	1	3	第 5・6	1	1	
第 6	2		2	第 6・7	1	1	
第 7	2	1	3	第 6・7・8	1	1	
第 8	1	1	2				
計	7	3	10 例	計	1	2	3 例

臨床症状は全例に胸背痛があり、部位別には片側の肩甲背部、側胸部であった。体動時痛はとくに肩挙上時に増強し、深呼吸痛、咳嗽時痛は大半例にみられ、他覚的にはとくに肋骨骨折部に一致した圧痛テストが全例に陽性であった。また骨折部位からの肋間神経痛を呈した 1 例があった。

X 線検査では初診時の大半例に骨折像がみつかったが、1 週後の再診時 X 線にて判明したものもあった。また初期には骨折線が見られなかったが、骨膜周囲の仮骨形成所見などで疑われ、撮影方向を変えて見つかった例もあった。

3D-CT 検査は骨折群 9 例に行い、三次元像は肋骨全体像として描出されるため骨折部位ならびに骨折病態の判定には有意義であった。CT 検査は初診時 X 線で判定の困難なものに行ったが、古い骨折所見の 3 例がみつき、これらはいずれも新鮮骨折とは別の部位のものであった。3D-CT 検査の応用は X 線で不明確のものや、陳旧骨折の判別、遷延治癒などの骨癒合の判定に有用であった。

2 肋骨骨折予備軍の内訳

予備軍 7 例の内訳としては、すべて男性で年齢分布は 22~45 歳、平均 32.3 歳であり、患側の左右別は右 4 例、左 3 例で圧痛は全例に認めた。臨床症状は自覚的に背部痛、深呼吸痛、咳、くしゃみ痛、他覚的には局所の圧痛、上肢挙上時痛であり骨折群と同じであった。画像検査としては初診時 X 線では明らかな骨折は見られなかったが、骨膜反応像があり臨床的にも肋骨の圧痛部位と一致したため CT 検査を行った 2 例があるが、いずれも骨折は確認できなかった。これらは臨床的には圧痛があり骨折が疑われることから、疲労骨折予備軍と考えられ早期治療を行った症例である（表 4）。

3 上肢作業動作と工程内容

作業経験期間に関しては骨折群では 13 例のうち 1 カ

表 3 肋骨の骨折発生部位と症例数

肋骨後方・外 1/3 部	5 例
肋骨後方・中 1/3 部	5
肋骨後方・内 1/3 部	3
肋骨前方部	0

表 4 肋骨疲労骨折予備軍の内訳

疲労骨折予備軍 7 例	・臨床症状（自他覚） ・背部痛 ・呼吸痛、咳痛 ・肩挙上時痛 ・圧痛
・年齢 平均 32.3 歳 (22 ~ 45) 男性 ・背痛左右側 右 4 左 3 ・画像検査 ・X 線：7 CT：2 新鮮骨折所見なし 陳旧骨折 1 例	

表5 上肢作業動作と工程内容（疲労骨折群 13例）

繰り返し 上肢動作	作業工程 内容	件数
押出・前傾	シャシー（エアクリーナー取付、アクスル操作）など	4
押出・回旋	ファイナル（ドア建付け） トリム（ラゲージ取付）など	2
挙上・回旋	メタル（スポットガン溶接） アンダーフロアー（トルクレンチ）	3
挙上	フェンダー工程 塗装（バックドア取付）など	4

表6 上肢作業動作と工程内容（骨折予備軍 7例）

繰り返しの 上肢動作	作業工程 内容	件数
押出・前傾	エンジンルーム、 ヒーター取付など	4
押出・回旋	タイヤサブ（反転）	1
挙上・回旋	カーペット取付	1
挙上	トリム（ルーフ取付）	1

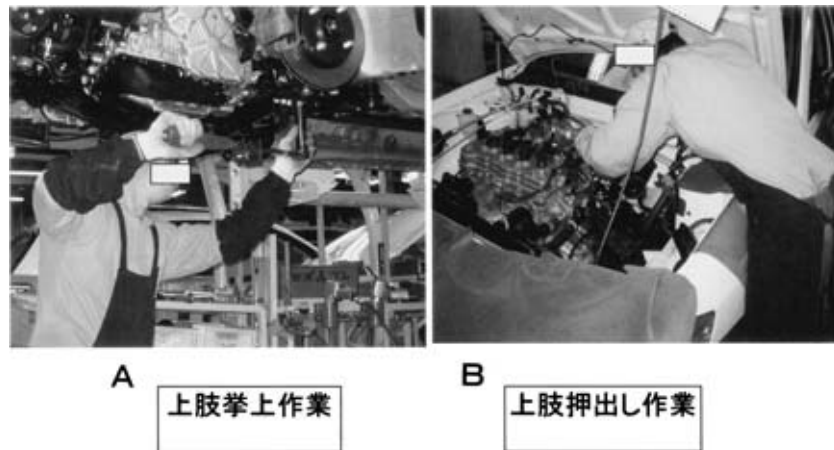


図1 上肢作業動作（A 上肢挙上作業，B 上肢押し出し作業）

月未満のものが7例ともっとも多く、1～3カ月が3例、3カ月～1年が1例、1～3年が2例であった。予備軍の7例では1カ月未満のものが3例と多く、1～3カ月2例、3カ月～1年2例だった。

作業動作は骨折群および予備軍とも上肢押し出しと、上肢挙上の二つの動作に分けられた。肋骨骨折群では上肢押し出しは6例でシャシー工程のエアクリーナー取付け作業、アクスル操作などの前傾姿勢をとるもの、ファイナル工程のドア立てつけなど上体の回旋を伴うものであった。上肢挙上作業は7例にみられ、アンダーフロアー工程でのトルクレンチ作業を行うものや、フェンダー工程など挙上作業であった。予備軍の7例は上肢押し出し5例と、上肢挙上2例であった。（表5，6，図1）

4 治療期間と骨癒合

骨折群には全例に初診時よりバストバンド固定を通常4～8週（平均6週）行った。装着の期間は、自覚症状として深呼吸痛、咳痛の治まるまでとし、他覚的には局所の圧痛を目安とし、圧痛のある間は装着するように指示した。予備軍は骨折群に比べて治療期間は短く、バストバンド固定期間も2～3週であった。

骨癒合に関しては骨折群のX線所見とCT所見からみると、初診より1カ月以内のもの3例、1～2カ月のものが8例と多く、2～4カ月のもの2例であった。

4 症例提示

1) 症例 MY 37歳 右第8肋骨疲労骨折（系列会社応援隊）

主訴：右背部痛，運動痛

3カ月前より応援隊として車体下回り（アンダーフロアー）工程に配属し、両上肢を挙上しながら右手で回すトルクレンチ作業に従事していたが、次第に背部違和感、筋肉痛が出現した。1週間前より帰宅後に急に背痛が増強し寝返りも困難となり来院した。臨床所見として疼痛は右肩甲骨下部内側にあり、同部の圧痛と深呼吸時痛および咳嗽痛が見られた。

X線所見では右第5肋骨と第8肋骨の後部内側の2カ所に骨折像を認めたが、3D-CT検査を依頼したところ、第5肋骨は以前の骨折癒合像で、右第8肋骨が新鮮骨折と判明した。治療としてバストバンド固定を1カ月間行い改善した。本例は労災認可が得られた（図2）。

2) 症例 YS 39歳 左第6肋骨疲労骨折（期間従業員）

主訴：左背部痛

6カ月前より塗装工程でデトナー部品の運搬・挙上作業に従事していた。作業はポリボックスに入れた重量約18kgの部品を台車に積み上げるもので、2週間前より背部の違和感があった。受傷当日、重量制限オーバーのポ

リボックスを不用意に持ち上げたさい、左背部に激痛が走り受診した。

臨床所見として左背部の圧痛があり、体動時、深呼吸、咳時に疼痛が増強した。初診時 X 線では左第 6、7 肋骨の後部に新鮮骨折を認めたが、第 7 肋骨に異常所見があるため 3D-CT 検査を依頼したところ、第 6 肋骨は新鮮骨折であったが、第 7 肋骨は古い骨折像を呈しており、第 5、6 肋骨間隙の異常開大がみられた(図 3)。左第 6 肋骨疲労骨折の診断のもとにバストバンド固定と鎮痛剤投与と湿布を行い、作業をしばらく休止させた。1 カ月後、骨折部の仮骨形成がみられ第 5、6 肋骨間隙は正常化した。受傷後 2 カ月で症状は改善し、骨癒合も良好となり軽作業を開始したが、また新たに第 5 肋骨に骨折が発覚し、治癒するまで全部で 4 カ月を要した症例であった(図 4)。本症例は肋骨疲労骨折の発生に前鋸筋の関与が示唆されたもので、労災申請でも認可が得られた。

3) 症例 MR 37 歳 左第 6、7、8 肋骨疲労骨折(派遣社員)

主訴：左脇腹痛

1 年前より車体仕上げ工程のフェンダー取付け作業に従事していた。作業姿勢は左上肢を挙上してフェンダーを支えながら、右手でボルト締めをする作業である。3 週間前より背部痛と 2 回ほど激痛を覚えたが作業は続行していた。今回、突然胸部の異常音とともに左胸背痛を来し、くしゃみでも疼痛が増強したため来院した。臨床所見として左背部に圧痛あり、深呼吸痛、咳嗽時痛があった。X 線検査で左第 6、7、8 肋骨の複数レベル骨折がみられた。3D-CT 検査では骨折はいずれも新鮮骨折と判定され、明らかな外傷歴なく複数の肋骨疲労骨折と診断された(図 5)。治療としてバストバンド固定と 1 カ月間のライン作業の休止を指示した。受傷後 2 カ月、3D-CT 所見で 6、7、8 肋骨の骨癒合は良好で、症状も改善したので終了とした(図 6)。労災申請の意見書を提出し認可が得られた。

4) 症例 HM 26 歳 肋骨疲労骨折予備軍(期間工)

主訴 胸背痛

3 カ月前よりシャシー工程に従事し運転台下の器具設置をする作業で、4~5 日前から背痛を覚えたため来院し

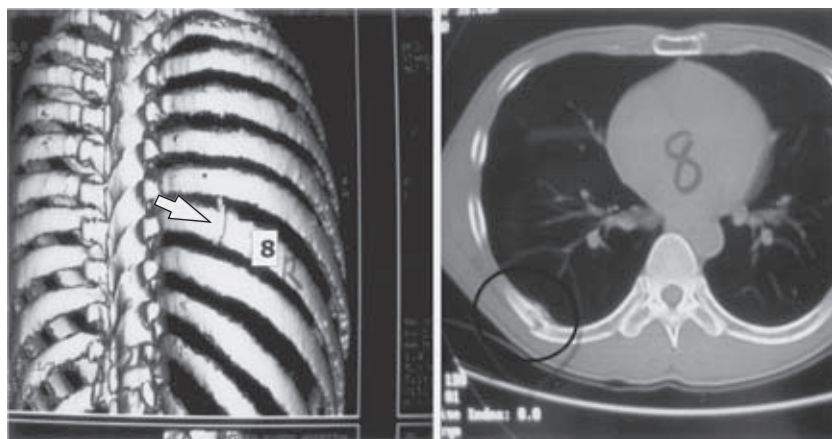
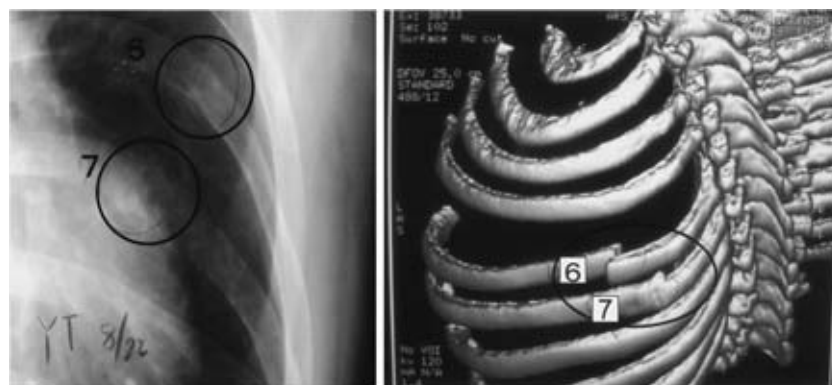


図 2 症例 MY37 歳、右第 8 肋骨疲労骨折 初診時



初診時

3D-CT

図 3 症例 YS39 歳、左第 6 肋骨疲労骨折、初診時

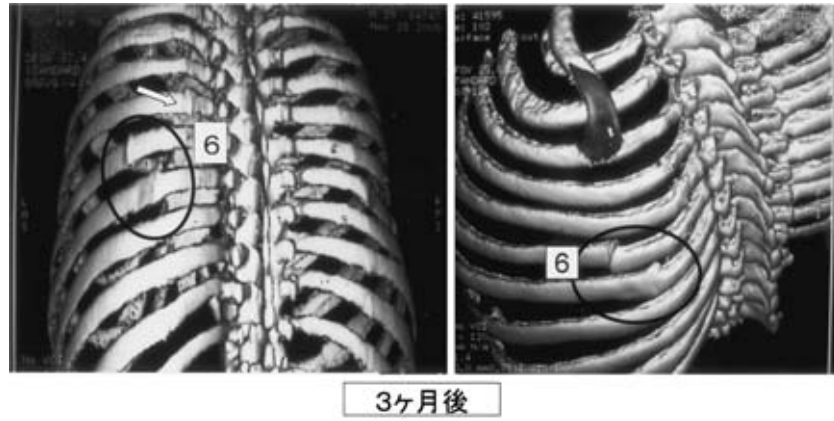


図4 症例YS 3カ月後 3D-CT



図5 症例MR 左第6, 7, 8肋骨疲労骨折, 初診時

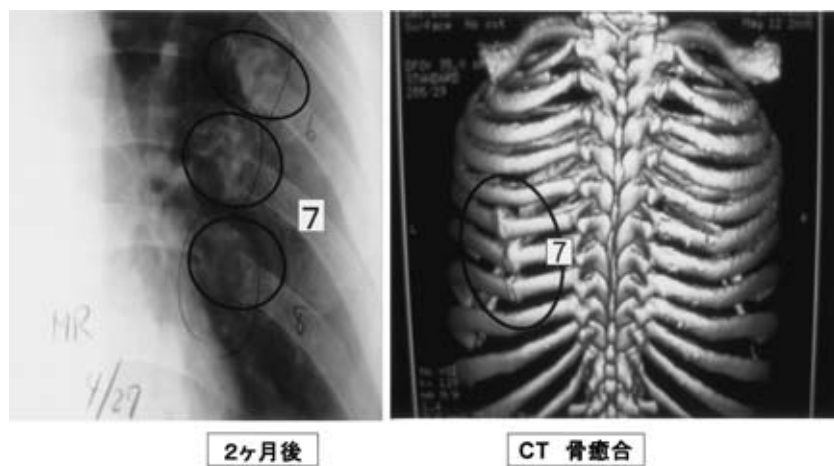


図6 症例MR 2カ月後 骨癒合完成

た。作業姿勢は右前方ドア車外から運転台下にもぐり、車と一緒に速度でゆっくり蟹足歩きしながら（1台1分半のスピード）、上体を伏して左上肢を押し出す無理な姿勢で作業するものである（図7）。初診時、臨床所見として左背部痛が強く、左第5,6肋骨に一致した圧痛があり、咳、くしゃみにより背痛が増強した。X線では骨折は認

めなかったが、臨床所見からは骨折症状があり骨折予備軍（肋骨疲労骨折疑い）としてバスタバンド固定した。約2週後に症状は改善したが、このまま作業続行すれば骨折を招来し得た症例と考えられた。



上体捻り・左上肢押出

図7 症例 MS 骨折予備軍の作業, 不良姿勢

考 察

肋骨疲労骨折はスポーツ医学ではしばしばその報告がみられるが災害医学においては少ない。過去27年間(2007~1980)の文献検索88件ではスポーツ¹⁾に関するものが40件と圧倒的に多く、呼吸器疾患の咳込み²⁾によるもの8件、妊娠³⁾の胸郭圧迫によるもの3件、小児のもの3件の順であったが⁴⁾、産業医学での報告は少なく上肢挙上作業⁵⁾の1件であった。とくにスポーツ種目ではボート・カヌーの漕艇競技^{6)~8)}が12件ともっとも多く、ついでゴルフ⁹⁾6件、野球4件、陸上2件、野球、サッカー、水泳、バレエの各1件の順であった。

肋骨疲労骨折の発生レベルに関しては、佐藤⁵⁾らによる上肢挙上作業8例の調査では第6~9の中・下位肋骨の右側に多くみられたが、スポーツでもとくにゴルフでは第4~7肋骨レベルの後外部に集中している¹⁰⁾¹¹⁾。今回シリーズでの発生も第5~8肋骨でほぼ同じであり、骨折部位に関しては肋骨後中央部と後外側部が多く前方部はなかった。左右側に関しては13例中9例が右側であり、このうち大半は利き手側に生じていたが、これらは文献上とほぼ同じ傾向であった。

臨床ならびに画像診断

本疾患の診断的根拠としてはまず、疲労骨折の存在を認識しておくこと、ついで発症経過をよく訊く問診が大切である。疲労骨折はいつもと異なることをしたときに起こることが多いとされ、これは労働作業でもスポーツと同じである。今回の作業の場合においては派遣社員や応援社員などで初めての工程に配属されたこと、仕事内容が変わり慣れないことや、生産台数が増えたことなどが影響したことも事実である。

自覚症状としては呼吸痛、咳痛、上体の捻転や上肢挙

上時の運動痛、他覚症状としては肋骨局所の圧痛であった。肋骨骨折の圧痛テストは皮下に肋骨が触れ易いことから病態判定にもっとも信頼できるものであり、この圧痛が骨折の治癒経過とともに徐々に改善することがわかる。圧痛点の診断で大事なことは、筋肉捻挫による圧痛と区別することであり、上肢を挙上させて筋層をずらしても肋骨の圧痛点が不変であることを確認する。これは今回の骨折例でも治癒経過により圧痛の程度は全例に改善し骨癒合の目安となった。予備軍ではX線で骨折が認められなくとも肋骨の圧痛点の明確なことが条件であり、筋肉捻挫は除外した。

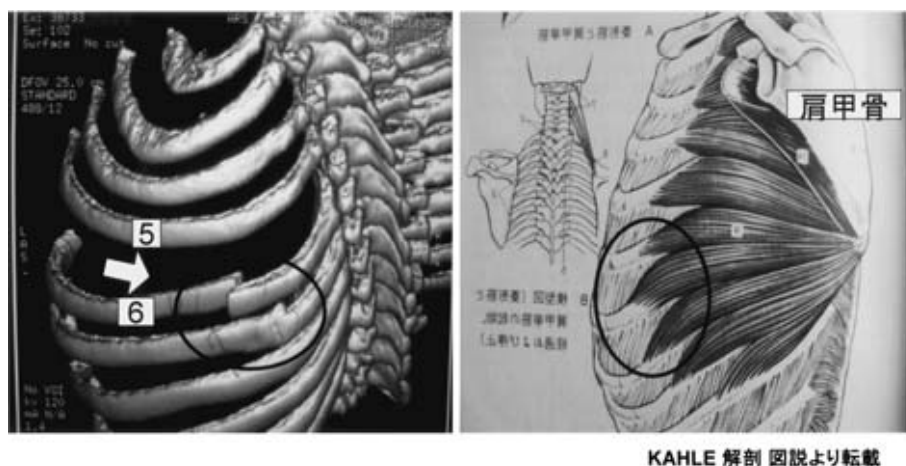
X線所見では初診時の骨折の判定は必ずしも容易でないため、撮影には肋骨圧痛点にマーキング(クリップを貼る)しているが、骨折があっても肺野と重なり不明瞭のことが多く、また初期像としては僅かな骨皮質の反応像や亀裂をみつけることがある。

今回の調査でも数例に初診時X線所見で骨折が見られなかったが、1~2週後の再撮影で骨折を見出したものがあつた。また筋肉捻挫と思って放置し1~2週間してから急に骨折の激痛をきたして来院し、X線上の古い骨折との判別を要することもある。このような陳旧性骨折の診断にはCT検査や骨シンチグラフィ¹²⁾の有用性についての報告がある。X線でも骨折後の経過を1~2週ごとに追跡すると骨折線が明瞭となり、仮骨形成像も出現するので診断も比較的容易である。

今回用いた3D-CT検査は当診療所と便宜性のある病院に依頼し、とくにX線で判定困難な初期の骨折病態、複数骨折の有無、骨癒合程度の判定に有意義であった。また今回は行わなかったが、骨シンチグラフィ¹³⁾¹⁴⁾はテクネシウムを用いて骨異常形成への取り込み程度から骨折有無を調べるもので、本来悪性腫瘍の転移検出のために行われていたが、疲労骨折の判定にも有用とされている。MRIは脊椎や長管骨の疲労骨折には骨折初期の病変を捉えるのに有用であるが、彎曲の強い肋骨の検出には困難と考えられ、今回は行わなかった。

発生機序について

さて一般に疲労骨折の発生機序としては、脛骨や中足骨など荷重骨にみられる骨への反復する衝撃力によるものと、前腕骨や腓骨など非荷重骨にみられる反復性の筋収縮作用による骨ひずみ現象の二つがある¹⁵⁾。今回の作業による肋骨疲労骨折については後者の機序によるものであり、肋骨に直接付着する筋肉として前鋸筋、菱形筋などがある。Mintz¹⁶⁾は第1肋骨の報告で前鋸筋の関与を示唆しており、佐藤⁵⁾は屍体による実験的研究により前鋸筋の影響を強調した。Holden¹⁷⁾はボート選手7例の疲労骨折例を調査し、骨折発生部位として彎曲ストレスが最大となる後部外側に好発するとし、前鋸筋を介しての肩甲骨の前後の押出し動作が疲労骨折の主役となるとし



KAHLE 解剖 図説より転載

図8 肋骨疲労骨折の発生部位と前鋸筋起始部の関係

ている。

今回の肋骨疲労骨折の発生機序を考察すると、繰り返しのライン作業の動作として上肢の垂直に近い挙上を行うものと、肩・上肢の押出しを行うものとの二つの動作に分けられた。上肢を挙上するさい機能解剖として、水平レベルまでの外転は三角筋、棘上筋などにより行われるが、それ以上の挙上にさいしては前鋸筋のみによって可能となる。また肩の前傾動作には前鋸筋はその一部を預かり、三角筋、二頭筋、大胸筋などと協同して行っている¹⁸⁾。したがって上肢の挙上作業ではまず、三角筋、広背筋などが始動して、ついで順次繰り返し前鋸筋の収縮により同筋起始部に牽引力が働き、肋骨ひずみ現象による骨疲労を来し、遂には骨折に至るものと考えられる。

今回の提示症例2)の第6肋骨骨折例は発生機序を示すものであり、初診時に3D-CT像での末梢骨片の転位と、第5/6肋間隙の開大が見られるが、この症例と前鋸筋の解剖図¹⁸⁾を照らし合わせると、前鋸筋の起始部に一致して肋骨骨折が生じたことがわかる。これは前鋸筋の過牽引により同筋起始部の末梢骨片が上方へ転位したものであり、さらに第5/6肋間隙の開大は前鋸筋の剝離を起こしたと考えられる興味ある症例である(図8)。Gaffey¹⁹⁾はボート競技による前鋸筋の剝離例を伴う肋骨骨折例について報告し、前鋸筋と菱形筋とのアンバランスについて指摘している。

発生部位と作業動作との関連については、前鋸筋が主役となる上肢押出し作業では同筋付着する肋骨後中央部ないし外側部に骨折が起こることは納得できるが、今回発生頻度の少ない肋骨頸部に近い内側骨折が3例みられており、これらの症例が垂直挙上動作の繰り返し作業であったことから、前鋸筋よりもむしろ菱形筋の影響の方が強かったもので上記の筋アンバランスと考えられる。

治療期間と骨癒合

治療に関しては胸背痛の原因が肋骨骨折部の異常可動

性によるため、呼吸運動を制限する目的で骨折例、予備軍全例にバスタバンド固定を行った。固定期間は予備軍では2~3週、疲労骨折群では少なくとも3週、長いものでは8週間以上のももあった。これは骨癒合期間の目安として、骨癒合が得られるまでは骨折部の圧痛が残存することから、圧痛が消失するまでとくに作業中は着用させた。

予防対策および労災問題

また今回の肋骨骨折発生の影響因子として、被災者側の作業の不慣れ、作業姿勢の不良、背筋力の低下、背痛の我慢などが挙げられるが、会社側の設備の問題、雇用形態の多様化などが挙げられる。とくに肋骨骨折群の雇用形態については、派遣社員が5例と最も多く、ついで系列会社からの応援隊3例、本社員3例、期間契約社員2例であったが、予備軍では派遣社員2例、本社員3例、期間社員1例、応援隊1例で特異差はなかった。

予防対策としては1)人の問題として平常の背筋力の強化、とくに前鋸筋の筋力をつけること、作業前のウォーミングアップ、日頃の体調の管理、2)マネジメントとして発症時の早期受診、職場の上司、同僚の理解、作業姿勢の適正指導、3)対策として作業方法の見直し、設備の合理化などが挙げられる。

最後に本疾患労災扱いについては、被災者には他に原因がないことから作業との関連が強く、今回の肋骨疲労骨折では積極的に労災申請を行った。疲労骨折は発生原因が作業関連であっても判定に難しいことがあったが、今回の肋骨疲労骨折の13例中9例に、また予備軍の1例に労災認可が得られたことは本人にとって幸いであった。このことは本骨折の発生が会社の作業に限定されていたこと、意見書により発症経過、作業動作との関連性、受診時からの症状、画像診断でX線、CT検査の説明を記載したことから理解が得られたものとする。一般的には疲労骨折の認可は未だかならずしも容易ではないが、

労災申請にあたっては被災者保護の観点に立って、社内関係者の十分な協力を基にした意見書作成が必要と考えられる。

結 語

1) 自動車製造ライン作業で発生した肋骨疲労骨折 13 例、骨折予備軍 7 例の肋骨疲労障害 20 例について調査分析を行った。

2) 肋骨疲労骨折および予備軍とも作業動作は上肢の押しと、上肢挙上の二つの繰り返し動作に分けられた。骨折発生機序として、前鋸筋起始部の筋収縮による過牽引が起因して肋骨疲労骨折を来したと考えられた。今回、前鋸筋剥離の機序を裏付ける 1 症例があった。

3) 診断には上肢の作業動作の問診、肋骨圧痛点等の確認が重要であり、画像診断として 3D-CT 検査が骨折病態の判定に有用であった。

4) 予防対策としてとくに前鋸筋を含めた背筋力の充実、作業管理、設備の合理化などが肝要であり、労災申請には作業との関連性を裏付ける意見書が望ましい。

謝辞：本研究の現場調査にあたりご協力をいただいた日産車体（株）湘南工場長・竹部輝男常務（現取締役）、安全環境部・瀬戸孝則部長（現在日産車体 NICS 役員）、論文作成にあたりご指導をいただいた東海大学整形外科教室・福田宏明名誉教授に感謝申し上げます。

文 献

- 1) Iwamoto J, Takeda T: Stress fractures in athletes: review of 196 cases. *J Orthop Sci* 8 (3): 273—278, 2003.
- 2) De Maeseneer M, De Mey J, Debaere C, et al: Rib fractures induced by coughing: an unusual cause of acute chest pain. *Am J Emerg Med* 18 (2): 194—197, 2000.
- 3) Baitner AC, Bernstein AD, Jazrawi AJ, et al: Spontaneous rib fracture during pregnancy. A case report and review of the literature. *Bull Hosp Jt Dis* 59 (3): 163—165, 2000.
- 4) Devas MB: Stress fractures in children. *J Bone Joint Surg Br* 45: 528—541, 1963.
- 5) 佐藤士郎, 小西伸夫: 肋骨疲労骨折の発生メカニズムについて. *日整会誌* 65 (9): 708—719, 1991.
- 6) Galilee-Belfer A, Guskiewicz KM: Stress fracture of

- eight rib in a female collegiate rower: A case report. *J Athl Train* 35 (4): 445—449, 2000.
- 7) Rumball JS, Lebrum CM, Ciacca SR, et al: Rowing injuries. *Sports Med* 35 (6): 537—555, 2005.
- 8) Warden SJ, Gutschlag FR, Wajswelner H, et al: Aetiology of rib stress fractures in rowers. *Sports Med* 32 (13): 819—836, 2002.
- 9) Lin HC, Chou CS, Hsu TC: Stress fracture of the ribs in amateur golf players. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi (Taipei)* 54 (1): 33—37, 1994.
- 10) 城所靖郎: 肋骨骨折 (疲労骨折). *臨床スポーツ医学* 4 (臨時増刊号): 391—393, 文光堂, 1987.
- 11) Lord MJ, Ha KI, Song KS: Stress fractures of the ribs in golfers. *Am J Sports Med* 24 (1): 118—122, 1996.
- 12) 有馬 亨: 疲労骨折の診断学—骨シンチグラムを中心として. *整形災害外科* 31: 19—26, 1988.
- 13) Connolly LP, Connolly SA: Rib stress fractures. *Clin Nucl Med* 29 (10): 614—616, 2004.
- 14) Prather JL, Nusynowitz ML, Snoedy HA, et al: Scintigraphic findings in stress fractures. *J Bone Joint Surg Am* 59 (7): 869—874, 1977.
- 15) Devas M: Stress fractures. The upper limb and trunk. Churchill Livingstone. Edinburgh London and New York. 1975. pp 183—187.
- 16) Mintz AC, Albano A, Reisdorff EJ, et al: Stress fracture of the first rib from serratus anterior tension: an unusual mechanism of injury. *Ann Emerg Med* 19 (4): 411—414, 1990.
- 17) Holden DL, Jackson DW: Stress fracture of the ribs in females rowers. *Am J sports Med* 13 (59): 342—348, 1985.
- 18) Kahle W, Leonhardt, Platzer W: 上肢帯. *人体解剖図説 I, 運動器* (越智淳三訳). 東京, 文光堂, 1979. pp132—147.
- 19) Gaffney KM: Avulsion injury of the serratus anterior: a case history. *Clin J Sport Med* 7 (2): 134—136, 1997.

(原稿受付 平成 19. 3. 30)

別刷請求先 〒254-0012 神奈川県平塚市大神 2909
日産車体（株）テクノセンター附属診療所（所長・産業医）
有馬 亨

Reprint request:

Toru Arima, MD
Nissan Shatai Techno Center Affiliated Clinic, 2909 Okami,
Hiratsuka City, kanagawa Pref, 254-8610, Japan

STRESS FRACTURES OF THE RIB ARISING FROM THE MANUFACTORY ASSEMBLY LINE

Toru ARIMA and Masayuki IWASAKI

Nissan Shatai Affiliated Clinic

We investigated stress injuries of the rib arising from the assembly line. The patients, all males, were 20 in number and divided into two groups; those with stress fracture ($n = 13$) and those with "pre-fracture" ($n = 7$). The former group with the average age of 37 years was involved by a single fracture in 10 patients and multiple fractures in 3, ranging from 5th to 8th ribs, with the affected side on the right in 9 and the left in 4. All 13 fractures occurred in the posterior half of the rib, in which 5 were located in its lateral portion, 5 in the middle, and 3 in the posterior.

The latter group with the average age of 32 years were involved on the right side in 4 and the left in 3. The working pattern causing rib injuries was either repeated raising of the upper extremity or forward pushing of the shoulder girdle. The symptom was back pain, and aggravated especially in elevation of the arm, deep breathing and sneezing. Local tenderness over the fracture site was noted in all cases. X-ray findings at initial examination revealed fractures in most cases and 3D-CT was employed in 9 questionable cases to assess fracture conditions. In the "pre-fracture" group, although the fracture was not recognized on X-ray, the diagnosis was made as an impending fracture based on the localized tenderness on the rib. As to treatment, bust band fixation and work load reduction were performed. Stress fractures of the rib have been occasionally reported in sports medicine, but not so much in industrial medicine. This specific injury has been treated in literature as muscle strain because of the absence of apparent trauma. It is important to recognize the underlying pathology to make the correct diagnosis. In the early stage of rib fractures, 3D-CT was more useful than X-ray in making diagnosis and assessing the bony union. As to the pathomechanism of this condition, it was postulated that repeated raising or forward pushing of the arm applying excessive traction to the origin of the serratus anterior muscle, leading to a stress fracture of the rib. It was worthy of note that the 3D-CT revealed an avulsion of the said muscle in one case. To prevent stress fractures of the rib arising from the assembly line, such measures are considered as muscle training of the shoulder girdle, especially the serratus anterior, maintenance of physical condition, meticulous work orientation, innovation of the assembly line etc.
