

原 著

肋 軟 骨 の 研 究

その 3. 肋軟骨の化骨の年齢的变化

—胸部 X 線写真による全国的統計調査—

西 野 健 二

結核予防会結核研究所

受付 昭和 51 年 2 月 24 日

STUDIES ON OSSIFICATION OF HUMAN RIB CARTILAGE

Rep. 3. Radiological Observation on Ossification of Human Rib Cartilage

Kenji NISHINO*

(Received for publication February 24, 1976)

Radiological observation was made on the ossification of human rib cartilage. Approximately 1/25 random sample of normal chest radiogrammes taken during the tuberculosis prevalence survey in 1968 was interpreted by the author with special reference to the ossification of rib cartilage, and the prevalence and grade of ossification were analyzed in relation to age, sex and geographical region. The results were summarized as follows:

1) The ossification of rib cartilage was seen far more frequently and intensively in the first rib. Concerning the other ribs, the ossification was least in the second rib, and it was similar in the third, fourth, fifth and sixth ribs. The interpretation of ossification of rib cartilage was often rather difficult in the seventh rib and thereunder.

2) The ossification of the first rib cartilage was seen in the earliest case at the age of 16, and it was observed in nearly all cases in the age groups 30 and over. There was no marked difference in the prevalence of persons with ossified rib cartilage between sex, while the grade of ossification was much more marked in male than in female in the age groups 30 and over. The higher the age, the more intensive the grade of ossification.

3) In the case of the second rib, the ossification was seen in less than 10% in the age group 30 to 39, and it was 43% in male and 14% in female in the age group 60 and over.

4) In the case of fifth rib, the ossification was seen in 65% of male and 33% of female in the age group 60 and over, and it appeared faster and more intensive in male than in female.

5) No significant difference was found in the prevalence and grade of ossification of rib cartilage among northern, central and southern regions of Japan.

I. は じ め に

成人の胸部 X 線写真 (以下 XP と略す) には肋軟骨の

化骨や石灰沈着の陰影が認められる。骨組織は骨梁が細く鋭い線で描かれ、石灰沈着は小顆粒状や斑紋状の陰影もしくは塊状の陰影として現れる。この両陰影の鑑別は

* From the Research Institute of Tuberculosis, the Japan Anti-Tuberculosis Association, 3-1-24, Matsuyama, Kiyose-shi, Tokyo 180-04 Japan.

常に容易とは限らず、そのいずれなのか判断に苦しむ場合が少なくない。筆者が肋軟骨の化骨および石灰化の組織学的研究に着手したのは、XP 読影に際し両陰影をより正確に区別したいためであつて、その成績は 2 編の論文¹⁾²⁾にまとめてすでに報告したところである。これま

での知見に基づいて表題のような調査を行なつたので、以下その成績を報告する。

II. 調査の資料と方法

資料は第 4 回結核実態調査 (1968 年) の XP (直接撮

Table 1. Ossification of 3rd, 4th, 5th and 6th Rib-Cartilage in Relation to Age (Chugoku-Shikoku-Kyushu-region)

Grade of ossification			Age						
			10~19	20~29	30~39	40~49	50~59	60~	
3rd rib-cartilage	Not ossified	↑↑↑ ↑↑↑	78 66	40 57	44 82	41 57	31 55	35 61	
	I	↑↑↑ ↑↑↑	0 0	1 2	12 4	7 0	10 4	14 2	
	II	↑↑↑ ↑↑↑	0 0	0 1	2 2	3 2	4 6	9 4	
	III	↑↑↑ ↑↑↑	0 0	0 1	2 1	2 1	3 4	6 3	
	Ossified total (%)	↑↑↑ ↑↑↑	0 0	1 (2.4%) 4 (6.5%)	15 (25.4%) 7 (7.8%)	12 (22.6%) 3 (5%)	17 (35.4%) 14 (20.2%)	29 (45.3%) 9 (12.8%)	
4th rib-cartilage	Not ossified	↑↑↑ ↑↑↑	78 66	38 56	39 81	38 53	25 50	30 58	
	I	↑↑↑ ↑↑↑	0 0	3 3	10 3	5 3	10 6	14 3	
	II	↑↑↑ ↑↑↑	0 0	0 1	7 3	6 3	9 8	12 5	
	III	↑↑↑ ↑↑↑	0 0	0 1	3 2	4 1	4 5	8 4	
	Ossified total (%)	↑↑↑ ↑↑↑	0 0	3 (7.3%) 7 (11.4%)	20 (33.8%) 8 (8.9%)	15 (28.3%) 7 (11.6%)	23 (71%) 19 (27.5%)	34 (53.1%) 12 (17.1%)	
5th rib-cartilage	Not ossified	↑↑↑ ↑↑↑	78 65	35 51	34 76	33 50	22 39	27 48	
	I	↑↑↑ ↑↑↑	0 0	5 5	13 6	7 6	9 15	8 8	
	II	↑↑↑ ↑↑↑	0 0	1 2	9 5	7 2	9 8	15 5	
	III	↑↑↑ ↑↑↑	0 0	0 1	2 2	6 2	8 6	12 5	
	Obscure	↑↑↑ ↑↑↑	0 1	0 2	1 0	0 0	0 1	2 4	
	Ossified total (%)	↑↑↑ ↑↑↑	0 0	6 (14.6%) 8 (13.1%)	24 (40.6%) 13 (15.4%)	20 (37.7%) 10 (16.6%)	26 (54.1%) 29 (42.0%)	35 (54.6%) 18 (25.7%)	
6th rib-cartilage	Not ossified	↑↑↑ ↑↑↑	75 65	35 49	36 75	31 46	24 37	28 40	
	I	↑↑↑ ↑↑↑	0 0	5 4	10 2	10 8	10 12	14 9	
	II	↑↑↑ ↑↑↑	0 0	1 1	6 5	5 0	7 8	7 2	
	III	↑↑↑ ↑↑↑	0 0	0 1	0 1	1 1	1 5	7 4	
	Obscure	↑↑↑ ↑↑↑	0 1	0 6	7 6	6 5	6 7	8 15	
	Ossified total (%)	↑↑↑ ↑↑↑	0 0	6 (14.6%) 6 (9.8%)	16 (27.1%) 8 (8.9%)	16 (30.1%) 9 (15%)	18 (37.5%) 25 (35.7%)	28 (43.7%) 15 (21.4%)	
Total	↑↑↑ ↑↑↑	78 66	41 61	59 89	53 60	48 69	64 70	343 415	758

影)であつて、その調査客体は層化無作為抽出された全国372地区、72,705人で全人口の1/1,300に当たる。このXPの中の無所見の部を更に1/25無作為抽出し、これから読影困難なものを除いた約2,500枚について写真を読影し、性、年齢等の背景因子とともにパンチカードに記録をとつた。したがつて本調査は日本人を代表する標本について実施されたと考えてよい。なお結核実態調査の詳細については岩崎⁸⁾の報告を参照されたい。

調査対象肋軟骨は第1、第2および第5肋軟骨とした。この3つの肋軟骨を選んだ理由は次の通りである。

本調査前に1地域(中国・四国・九州)のXPについて予備的読影を行なつたところ、第1肋軟骨は化骨が最も強く、第2肋軟骨は最も弱いという特色が認められた。第3から第6肋軟骨までの化骨状況を年齢階級別にみた成績を表1に示してある。第3から第6までの化骨には肋軟骨により年齢によつて多少の差はあるが本質的な差異はみられなかつた。一方これらの肋軟骨の中では第5肋軟骨の化骨像の読影が最も容易であつた。したがつて、第5肋軟骨の化骨状況から自余を類推しても大きなあやまりはなからうと考え、第3~第6肋軟骨を第5肋軟骨で代表させることとした。第7肋軟骨以下はXP上にみえないことが多かつたので調査対象としなかつ

た。

Ⅲ. 化骨度の分類私案

肋軟骨の化骨度をⅠ度(軽度)、Ⅱ度(中等度)およびⅢ度(高度)の3段階に分けた。図にこの分類を示してある。

第1肋軟骨では棘状の化骨をⅠ度、化骨の広りの和が全体の半ばまでをⅡ度、それを越えるものをⅢ度とした(図A)。

第2肋軟骨以下では、棘状化骨の長さが肋軟骨長の1/3以内をⅠ度、2/3以内をⅡ度、それを越えるものをⅢ度とした(図B)。

化骨影はXPの黒化度や対照度がやや不適でも、鮮鋭度が良好ならば読影にさほど困難は認められず、この分類にあてはめることは容易であつた。

しかしながら肋軟骨の石灰沈着(図C)は、それが軽度の場合には読影が容易でなく、血管影と重なつた場合は尚更困難である。まして評価のおちたXPでは読影は一層困難であり、化骨影のように簡単に分類することは不可能であつたので、調査の対象から石灰化影を外した。

Fig.

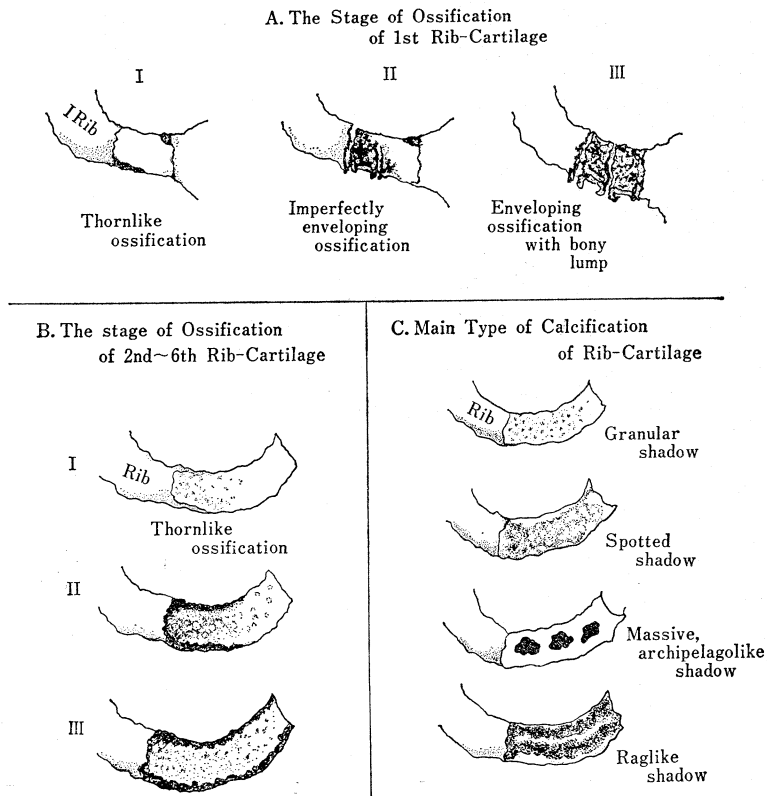


Table 2. Ossification of the Human Rib-Cartilage in Relation to Age (Whole Japan)

Grade of ossification			Age									
			10~19		20~29		30~39	40~49	50~59	60~		
			10~14	15~19	20~24	25~29						
1st rib-cartilage	Not ossified	⊕	144	181 (93.8%)	39 (38.6%)	7 (12.0%)	6 (2.8%)	3 (0.7%)	0	1 (0.5%)	*16 yrs × 2, 17 yrs × 1 *18 yrs × 3, 19 yrs × 3 *18 yrs × 3, 19 yrs × 2	
		⊕	145	122 (95.3%)	57 (57.0%)	35 (32.4%)	21 (8.4%)	6 (3.1%)	8 (4.3%)	7 (3.8%)		
	I	⊕	0	9* (4.6%)	50 (49.5%)	27 (39.7%)	50 (23.6%)	18 (9.7%)	2 (1.3%)	6 (3.2%)		
		⊕	0	5* (3.9%)	32 (32.0%)	45 (41.6%)	79 (31.6%)	47 (24.3%)	25 (13.5%)	17 (9.3%)		
	II	⊕	0	2	8	27	49 (23.2%)	27 (14.5%)	25 (17.2%)	16 (8.6%)		
		⊕	0	1	9	21	88 (35.2%)	66 (34.1%)	52 (28.1%)	48 (26.3%)		
	III	⊕	0	1	4	7	106 (50.2%)	137 (74.0%)	118 (81.3%)	162 (87.5%)		
		⊕	0	0	2	7	62 (24.8%)	74 (38.3%)	100 (54.0%)	110 (60.4%)		
	Total	⊕	144	193	101	68	211	185	145	185		1,232
		⊕	145	128	100	108	250	193	185	182		1,291
2nd rib-cartilage	Not ossified	⊕	337	162 (95.9%)	193 (91.5%)	157 (84.9%)	109 (75.2%)	106 (57.3%)				
		⊕	273	199 (95.7%)	235 (94.0%)	179 (92.7%)	156 (84.3%)	156 (85.7%)				
	I	⊕	0	5	16	17	24	41				
		⊕	0	4	9	8	19	13				
	II	⊕	0	1	1	8	7	14				
		⊕	0	4	2	5	5	5				
	III	⊕	0	1 (0.59%)	1 (0.4%)	4 (2.1%)	4 (2.7%)	22 (11.8%)				
		⊕	0	1 (0.48%)	4 (1.6%)	1 (0.5%)	4 (2.1%)	4 (2.1%)				
	Obscure	⊕	0	0	0	0	1	2				
		⊕	0	0	0	0	0	4				
Total	⊕	337	169	211	185	145	185	185	1,232			
	⊕	273	208	250	193	185	185	182	1,291			
5th rib-cartilage	Not ossified	⊕	336	136 (80.5%)	123 (58.3%)	100 (54.1%)	61 (42.1%)	64 (34.6%)				
		⊕	268	168 (80.8%)	202 (80.8%)	142 (73.6%)	112 (60.5%)	122 (67.0%)				
	I	⊕	1	15 (8.8%)	33 (15.6%)	29 (15.6%)	28 (19.3%)	27 (14.5%)				
		⊕	2	23 (11.0%)	18 (7.2%)	23 (11.9%)	25 (13.5%)	19 (10.4%)				
	II	⊕	0	11 (6.5%)	33 (15.6%)	31 (16.7%)	29 (20%)	46 (24.8%)				
		⊕	2	9 (4.3%)	17 (6.8%)	13 (6.7%)	25 (13.5%)	14 (7.6%)				
	III	⊕	0	5 (2.9%)	21 (10.0%)	25 (13.5%)	26 (17.9%)	46 (24.8%)				
		⊕	0	6 (2.8%)	11 (4.4%)	13 (6.7%)	21 (11.3%)	19 (10.4%)				
	Obscure	⊕	0	2	1	0	1	2				
		⊕	1	2	2	2	2	8				
Total	⊕	337	169	211	185	145	185	185	1,232			
	⊕	273	208	250	193	185	185	182	1,291			
Sum total										2,523		

IV. 調査成績

肋軟骨の化骨の出現状況を年齢別にみた成績は表2に示す通りである。

第1肋軟骨では、I度の化骨は早いものは16歳ですでに少数認められ、18～19歳では数%に認められた。化骨の始まる年齢には明らかな男女の差はみられていない。20歳代になるとI度の化骨は40%前後に急増した。

30歳代になると化骨に男女差が表れる。すなわちほとんど全例に化骨がみられ、化骨ありの率は男がわずかに多いが、化骨の程度をみると、I度およびII度の化骨は男子が20%台、女子は30%台で女子の方が高率であるのに対して、III度は男子が50%台、女子が20%台で男子が高率を示した。

40歳代以後には30歳代と同じような男女差がみられた。III度の化骨は50歳代の男子では80%以上、60歳代の男子では90%近い高率を示したのに対して、女子は50～60%であった。

第5肋軟骨の化骨は60歳以上で男65%、女33%であり、その程度も第1よりは遙かに弱かつたが、60歳以上の男で43%、女で14%しか化骨しない第2肋骨よりは化骨が多く、その程度も強かつた。また第1と異なつて、30歳以後の化骨はIII度は勿論、I度およびII度とも男子が女子より高率を示した。

V. 考 案

筆者¹⁾はさきに40例の剖検例の肋軟骨を資料として、そのX線写真を観察し、組織像について検索した結果、全肋軟骨中で第1肋軟骨が最も化骨傾向が強く、第2肋軟骨はそれが最も弱いことを認めた(第1報, 135頁)。本調査のはじめに九州・四国・中国地域のXPについて行なつた予備的読影の成績もこれと同様であつた。

吉村ら^{4,5)}は人肋軟骨の骨軟骨連合部の組織学的研究において、石灰沈着が15～16歳ころから始まり、25～26歳以後にはそれは極めて強くなると述べた。筆者²⁾は肋軟骨の年齢別石灰化状況を上記の資料について組織学的に調査した結果、吉村らと同様の知見を得た(第2報, 187頁)。本調査においては多数のXPについて肋軟骨の化骨の年齢別出現状況を検討したが、この化骨状況と上述の石灰化状況とは年齢別にほぼ並行し、かつ相関していると思われる。

Kováts, Jr. and Zsebök⁶⁾は第1肋軟骨の化骨が25～30歳でみられ、bony lumpは老人にみられるとしているが、筆者の調査では化骨が最も早くみられたのは16歳であり、bony lumpは30歳代でみられた。しかしながら、Kováts, Jr.らの資料のXPと筆者のそれとはひろい方も調査の目的も違うので、双方の成績を比較するのは無理であると思われる。

Morscher⁷⁾は性ホルモンが骨端軟骨の成熟を促進し、思春期が骨成長の最終段階であるとしている。一般に思春期の身体的発育は女子が男子よりも少し早いと考えられている。筆者は肋軟骨の成熟や化骨は女子の方が男子より幾分早いではなからうかと予想していたが、調査成績のはじめに示したようにこの予想は当たらなかつた。

Harrison⁸⁾は、日照時間の短い地域にはビタミンD欠乏、不十分な鉱物沈着およびオステオイドの過剰生産の結果くる病や骨軟化症が起りやすいと述べ、その際肋骨にみられる主要症状としてrachitic rosary, pigeon breast およびHarrison's grooves等をあげている。そして、くる病のX線写真所見はビタミンD療法で迅速に改善されるとする一方、くる病徴候は一生涯持続するとも述べている。

岩波⁹⁾はくる病が北海道・東北地方など紫外線照射量の少ない地方に多いと述べている。

とすれば、北海道・東北地方のXPには、鉱物沈着障害の後遺症として胸郭や肋軟骨に何らかの変形がみられはしないかと筆者は予想した。表3には南方、北方、中間の3地域の第1肋軟骨の化骨状況を調査した成績を示したが、表にみるように地域的な差はみられていない。第2および第5肋軟骨についても同様な検討を加えたのであるが、その結果、特記すべき地域差は認められなかつた。

この成績が示すように地域の間肋軟骨の化骨状況について特別な差異がみられなかつたことは、全国の食生活が平均化してきた結果、日照時間の長短が余り問題にならなくなつたと考えてよいのではなからうか。

VI. 結 論

結核実態調査のXPについて肋軟骨の化骨状況の全国的統計調査を行なつた。既報の論文^{1,2)}(1969年および1970年)を基礎編とすると、本稿はその応用編になる。以下その総括を述べる。

1) 第1肋軟骨の化骨は他の肋軟骨に比べて早く出現し、かつ強かつた。その出現年齢に明らかな男女差はみられず、15～19歳で軽度の化骨が4～5%に認められた。20歳代になると軽度の化骨は40%前後に急増した。30歳代以後、ほとんど全例に化骨がみられるが、その程度をみると中等度までの化骨は女子が男子より高率であつたが、高度の化骨は男子が女子より高率であつた。また、高齢になるほど高度の化骨が高率にみられた。

2) 第2肋軟骨の化骨は他の肋軟骨に比べて弱かつた。

3) 第3から第6肋軟骨までは類似した化骨度を示し、質的な差異はみられなかつた。

4) 第7肋軟骨以下は読影困難なものが多かつた。

5) 日照時間の長い地域と短い地域との間に、肋軟骨

Table 3. Ossification of 1st Rib-Cartilage in Relation to Age (3 Regions)

Grade of ossification			Age								
			10~19		20~29		30~39	40~49	50~59	60~	
			10~14	15~19	20~24	25~29					
Chugoku-Shikoku-Kyushu	Not ossified	♂ ♀	38 35	36 29	13 17	2 11	1 7	2 0	0 6	1 4	
	I	♂	0	2*	12	6	17 (28.8%)	5 (9.4%)	1 (2.0%)	3 (4.6%)	*16 yrs, 17 yrs
		♀	0	1*	8	13	30 (33.7%)	11 (18.3%)	11 (15.9%)	8 (11.4%)	*18 yrs
	II	♂	0	1*	2	4	15 (25.4%)	7 (13.2%)	4 (8.3%)	7 (10.9%)	*19 yrs
		♀	0	1*	5	3	30 (33.7%)	23 (38.3%)	19 (27.5%)	21 (30.0%)	*19 yrs
	III	♂	0	0	1	1	26 (44.0%)	39 (73.5%)	43 (89.5%)	53 (82.8%)	
		♀	0	0	2	2	22 (24.7%)	26 (43.3%)	33 (47.8%)	37 (52.8%)	
	Total	♂	38	40	28	13	59	53	48	64	343
		♀	35	31	32	29	89	60	69	70	415} 758
	Kinki-Chubu-Kanto	Not ossified	♂ ♀	66 57	80 50	20 28	2 12	4 9	1 5	0 2	0 3
I		♂	0	5*	26	12	11 (11.1%)	5 (6.2%)	0 (2.6%)	2 (2.6%)	*16 yrs, 18 yrs × 2 19 yrs × 2
		♀	0	2*	12	20	26 (25.7%)	18 (25.0%)	9 (10.8%)	3 (4.6%)	*18 yrs, 19 yrs
II		♂	0	0	5	11	24 (24.2%)	10 (12.5%)	6 (11.1%)	7 (9.2%)	
		♀	0	0	3	10	33 (32.6%)	24 (33.3%)	19 (22.8%)	13 (20.0%)	
III		♂	0	0	3	6	60 (60.6%)	64 (80.0%)	48 (88.8%)	67 (88.1%)	
		♀	0	0	0	1	33 (32.6%)	25 (34.7%)	53 (63.8%)	46 (70.7%)	
Total		♂	66	85	54	31	99	80	54	76	545
		♀	57	52	43	43	101	72	83	65	516} 1,061
Tohoku-Hokkaido		Not ossified	♂ ♀	40 53	65 43	6 12	3 12	1 5	0 1	0 0	0 0
	I	♂	0	2*	12	9	22 (41.5%)	8 (15.3%)	1 (2.3%)	1 (2.2%)	*18 yrs, 19 yrs
		♀	0	2*	12	12	23 (38.3%)	18 (29.5%)	5 (15.1%)	6 (12.7%)	*18 yrs, 19 yrs
	II	♂	0	1*	1	12	10 (18.8%)	10 (19.2%)	15 (34.8%)	2 (4.4%)	*19 yrs
		♀	0	0	1	8	25 (41.6%)	19 (31.1%)	14 (42.4%)	14 (29.7%)	
	III	♂	0	0	0	0	20 (37.7%)	34 (65.3%)	27 (62.7%)	42 (93.3%)	
		♀	0	0	0	4	7 (11.6%)	23 (37.7%)	14 (42.4%)	27 (57.4%)	
	Total	♂	40	68	19	24	53	52	43	45	344
		♀	53	45	25	36	60	61	33	47	360} 704
	Sum total 2,523										

の化骨状況に特記すべき差異は認められなかつた。

文 献

稿を終わるにあたり、ご校閲をいただいた岡治道先生、ご助言をいただいた島尾忠男所長に深く感謝いたします。

- 1) 西野健二: 結核, 44: 131, 1969.
- 2) 西野健二: 結核, 45: 185, 1970.
- 3) 岩崎龍郎: 結核, 50: 633, 1975.
- 4) 吉村三郎 他: 日本病理学会会誌, 39: 81, 1950.

- 5) 吉村三郎 他: 日本病理学会会誌, 40: 95, 1951.
- 6) Kováts, F., Jr. and Zsebök, Z.: The Thorax, A Radiographical and Anatomical Atlas, p. 26, 1961.
- 7) Morscher, E.: Strength and Morphology of Growth Cartilage under Hormonal Influence of Puberty, p. 3, 1968.
- 8) Harrison, T.R.: Principles of Internal Medicine, p. 411, 1970.
- 9) 岩波文門: 臨床小児科全書Ⅱ, p. 343, 1966.