

胸郭出口症候群の病態に関する研究
—臨床的及び形態学的研究—

山口大学医学部整形外科学教室（指導：服部 奨教授）

今 釜 哲 男

〔原稿受付：昭和55年 9 月10日〕

Study on Pathogenesis of Thoracic Outlet Syndrome
—Clinical and Morphological Study—

TETSUO IMAGAMA

Department of Orthopaedic Surgery, Yamaguchi University School
of Medicine, Ube, Yamaguchi

(Director: Prof. Dr. SUSUMU HATTORI)

Thoracic outlet syndrome is a condition which exhibits neurovascular syndrome in the neck, shoulder, and arm due to various causes of neurovascular compression in the thoracic outlet region. Many reports are represented regarding mechanism of the symptoms and methods of treatment. Yet we are still left with some doubt about the pathogenesis and method of treatment of this disorder.

This is to report clinical investigations from the experiences of 74 patients with thoracic outlet syndrome, including 34 patients treated surgically, and morphological study of thoracic outlet region based on X-ray findings, surgical analysis and cadaver exploration. This is to clarify the pathogenesis of this disorder.

Positive Adson's test (although the incidence is quite low) may suggest severe lesion at the interscalene triangle. Eden's test indicates lesion at the costoclavicular space. Abduction-external rotation test and Wright's test show neurovascular compression mainly at the costoclavicular region and partly at the scalene triangle. All of them indicate the significance of vascular tests.

Skin temperature at rest in patients is lower in the affected side than in the normal side. After cold stimulation skin temperatures of the affected side become lower rapidly and recover quite slowly.

Key words: Thoracic outlet syndrome, Interscalene triangle, Costoclavicular space, Vascular test, Neurovascular bundle.

索引語：胸郭出口症候群，斜角筋三角，肋鎖間隙，脈管テスト，神経・血管束。

Present address: Department of Orthopaedic Surgery, Yamaguchi University School of Medicine, Ube, Yamaguchi, 755 Japan.

The author presumes that the pathogenesis of this disorder is compression of this neurovascular bundle at the thoracic outlet region produced by narrow interscalene triangle under the condition of narrow costoclavicular space, plus dynamic factor or direct trauma in the thoracic outlet region. Narrow interscalene triangle is mainly due to thickening, tendon-like or anomaly of the scalenus anticus and medius muscles, or anomalous band such as scalenus minimus muscle. And it is also considered that disfunction of sympathetic nerve system might be involved in the appearance of vascular compression symptoms.

目 次

- 緒 言
- I 臨床的研究
- A. 臨床所見
1. 対象症例
 2. 自覚症状
 3. 他覚所見
- B. 検査所見
1. 脈管テスト
 - 1) 対象症例
 - 2) 結果
 2. 指尖容積脈波
 - 1) 対象症例
 - 2) 結果
 3. 鎖骨下動脈撮影
 - 1) 対象及び方法
 - 2) 結果
 4. 手指の皮膚温
 - 1) 対象及び方法
 - 2) 結果
 5. 前斜角筋の動作筋電図
 - 1) 対象及び方法
 - 2) 結果
- C. 治療成績
1. 対象症例
 2. 結果
 - 1) 自覚症状
 - 2) 他覚所見
- II 胸郭出口部の形態学的研究
- A. 肋鎖間隙X線撮影
- B. 手術所見の分析
1. 斜角筋三角部の形態
 2. 肋鎖間隙部の形態

3. 血管・神経束の障害
 4. 発症原因
- C. 局所解剖所見
- III 考 察
- A. 臨床症状
 - B. 治療成績
 - C. 脈管テストの意義
 - D. 手指の血行動態について
 - E. 鎖骨下動脈撮影の意義
 - F. 発症機序
- 結 語

緒 言

頸肩腕痛の原因となる疾患の中で、頸椎部疾患と並び胸郭出口症候群は代表的疾患である。本症は胸郭出口部において、種々の原因により腕神経叢や鎖骨下動・静脈が直接圧迫され、肩甲部や上肢に多彩な神経症状及び血管圧迫症状をもたらす疾患として注目されている。

1860年 Willshire, W. H.⁷⁴⁾ は頸肋により神経・血管圧迫症状を来した症例を報告し、1906年 Murphy, J. B.⁴⁰⁾ は頸肋と前斜角筋との間で神経・血管束が圧迫されることを最初に指摘した。1927年 Adson, A. W. と Coffey, J. R.¹⁾ は頸肋症候群の症状発現に前斜角筋の役割を重視し、また、1938年 Naffziger, H. C. と Grant, W. J.⁴¹⁾ も神経・血管束の圧迫因子として前斜角筋の関与をさらに強調し、斜角筋症候群の概念について報告している。一方、1919年 Stopford, J. S. B. と Telford, E. D.¹³⁾ は第1肋骨により神経・血管束が圧迫されることを指摘し、1943年 Falconer, M. A. と Weddell, G.⁹⁾ は鎖骨と第1肋骨との間で神経・血管束が圧迫されることを強調し、肋骨鎖骨症候群の概念について述べている。また、1945年 Wright, I. S.⁷⁹⁾ は過外転肢位でこの症状が増悪することに注目し、肋

鎖間隙及び烏口突起下部で神経・血管束が圧迫され発症する過外転症候群について報告している。しかし、これらはいずれも類似の症状を呈し、しかも術前原因を明らかにし得ないことが多いため、1956年 Peet, R. M. S.⁴⁶⁾らはこれらを一括して胸郭出口症候群, Rob, C. G. ら (1958)⁴⁹⁾は胸郭出口圧迫症候群なる名称を提唱し、次第に一般化してきている。

しかしながら、本症の診断にあたってなお困惑することが少なくない。Adson, A. W. (1947)²⁾, Eden, K. C. (1939)¹¹⁾, Wright, I. S. (1945)⁷⁵⁾はそれぞれ脈管テストを, Roos, D. B. (1978)⁵³⁾は3分間負荷テストを重要視し、一方 Caldwell, J. W. (1971)⁸⁾, Urschel, H. C. ら (1971)⁷²⁾は尺骨神経伝導速度の意義を認め、特に Urschel, H. C.⁷²⁾は 60 m/sec 以下の伝導速度遅延を来す症例は、手術的治療が必要であると述べている。その他 Lang, E. K. (1965³²⁾, 1972³³⁾, Nelson, R. M. (1969)⁴³⁾, Judy, K. L. ら (1972)²⁷⁾は鎖骨下動脈撮影を, McCleery, R. S. (1951)³⁹⁾, Riddell, D. H. (1960)⁴⁸⁾らは鎖骨下静脈撮影を診断上重要視しているなどさまざまであり、これは本症の成因及び診断が十分確立されていないことを示唆している。一方、治療法についても確立されたものは未だみられない。近年 Roos, D. B. (1966)⁵⁰⁾が経腋高侵入法による第1肋骨切除術を行い、優れた成績を報告して以来、手術的治療法として第1肋骨切除術が普及しているが、本邦での手術成績はかなり劣っており、術後一過性に症状消失しても再発する症例もみられ、適応及び治療法にも問題がある。

本症はややもすると安易に頸肩腕症候群として診断され処置されがちであり、本症の成因、診断及び治療法の確立が必要である。

著者は頸肋、第1肋骨の異常など形態学的に明らかな異常を認め得ない胸郭出口症候群の臨床的研究及び

局所の形態学的研究を行い、その病態、発症機序について検討する。

I 臨床的研究

A. 臨床所見

1. 対象症例

当科にて本症と診断し治療が施行された非手術例40例56側, 第1肋骨切除例34例39側について検討する。その内訳をみると (Table 1), いずれも比較的若い20~30才代の女性に多くみられ、罹患例別には左右差を認めない。また職種別には (Table 2), 工員, 事務員などに比較的多く、上肢及び手指を使用する頻度の多い人に本症が多発している傾向にある。

2. 自覚症状

治療前の自覚症状の出現頻度をみると (Table 3), 頸部・肩甲部のこり感が最も多く、次いで上肢の倦怠感, シビレ感が多発し、疼痛もかなりの頻度に出現している。非手術例, 手術例との間にはその出現頻度に関してはいずれも大差ないが、しかし手術例に重症例が多い。

またこれら自覚症状は上肢の肢位により増減する事が多く (Table 4), 物をさげたりする時すなわち上肢下垂時症状の再現または増強がみられる頻度は、非手術例59%, 手術例77%であった。一方髪の設定や洗髪, 高い所の仕事などの上肢挙上位で症状の再現, 増強を来すものはそれぞれ57%, 92%を占め、上肢挙上時症状の再現, 増強を来すことが多い。さらに、これらの自覚症状が夜間増強し睡眠障害を来す例が多く、非手術例29例73%, 手術例31例91%に認められた。その他起床時上肢のシビレ感および手指の腫脹を来すことも少なくなく、これらの症状のため、日常生活に何らかの障害を全例に認め、特に手術例はその程度が高

Table 1. Materials

		non-operative	first rib resection
cases		40 cases, 56 limbs	34 cases, 39 limbs
sex	♂	11 cases	14 cases
	♀	29	20
age		18-54 year-old average 33.7	18-48 year-old average 32.5
affected limbs	right	26 limbs	19 limbs
	left	30	20

Table 2. Occupations and Incidence

	non-operative (40 cases)	first rib resection (34 cases)
clerk	11	10
factory worker	9	13
operator	9	3
house wife	2	
sales	2	3
others	7	5

度であった^{18, 19, 23)}.

3. 他覚所見

本症では神経学的異常所見を認めることは少なく、圧痛、手指の知覚障害、時に筋力低下などがみられる程度である。

圧痛は非手術例、手術例にそれぞれ、前斜角筋付着部71%、67%、腕神経叢部17%、39%、僧帽筋部37%、33%、棘上・棘下筋部32%、24%、頸部10%、18%にみられた。

知覚障害は非手術例で41側中10側24%、手術例で33側中17側52%にみられ、いずれも尺側に多い傾向にあり、その程度は軽度である。また握力低下は手術例に16側48%にみられた^{18, 19, 23)}。

B. 検査所見

1. 脈管テスト

1) 対象症例

脈管テストは検査所見のうちで最も重要な所見であ

る。Adson テスト、90度外転外旋位頸中間位及び頸反対側回旋位テスト、Wright テスト、Eden テストの各脈管テストを行い、橈骨動脈の脈拍の消失と症状の再現または増強のある場合を陽性とし、非手術例及び手術例55例74例について脈管テストの陽性率を検討した。

2) 結果 (Table 5)

Adson テストは非手術例2%、手術例12%と陽性率は非常に低下し、90度外転外旋位テストの陽性率が最も高く80~90%を示した。一方、Wright テストはそれぞれ41%、48%であり、Eden テストは34%、42%とやや低下している。従って、本症の脈管テストは外転外旋位テストが最も重要なテストと思われる。

2. 指尖容積脈波

1) 対象症例

上肢の血行動態を客観的に把握するために指尖容積脈波の検査を各脈管テスト肢位で行っている。波高の高度減弱または消失を陽性とし、48例72側の脈管テスト陽性率を比較検討した (Table 6)。

2) 結果

Adson テストは脈管テスト、指尖容積脈波ともに10%以下で陽性率は極めて低い。一方、外転外旋位テストは頸中間位、頸反対側回旋位とも70%台の陽性率を示し、特に頸反対側回旋位が陽性率は高くなり、頸同側回旋位では著明に低下する。また Wright テスト、Eden テストは50%台の陽性率を示しており、脈管テストと指尖容積脈波の陽性率はほぼ類似した値を示しよく相関する。従って、上肢の血行動態を客観的に把握するためには簡単かつ有用な検査である。

Table 3. Symptoms and Incidence

		non-operative (40 cases, 56 limbs)	operative (34 cases, 39 limbs)
neck	stiffness	95%	90%
	pain	77	64
shoulder	stiffness	96	87
	pain	93	59
upper limb	dullness	89	87
	numbness paraesthesia	84	87
	pain	70	67
	cold sensation	57	49
	swelling	25	21

Table 4. Relation between Position of Upper Limb and Reappearance or Increase of Symptoms

	non-operative (40 cases, 56 limbs)		operative (34 cases, 39 limbs)	
elevated	32 limbs	57%	36 limbs	92%
resting	33	59	30	77

さらに外転外旋位にて頸部の回旋の影響をみてみると、頸中間位で正常であっても頸反対側回旋位にすると脈拍の消失する例が多く、逆に頸中間位、頸反対側回旋位で脈拍が消失していても頸同側回旋位で正常化する例が多いことが指尖容積脈波で確認し得た²¹⁾。

このことは斜角筋三角部の狭小化には前斜角筋よりも中斜角筋の関与が大きいことを示唆するものである。

3. 鎖骨下動脈撮影

1) 対象および方法

鎖骨下動脈撮影法には右大腿動脈から Seldinger 法に準じ selective catheter を鎖骨下動脈入口部まで誘導

し順行性に行う方法と、上腕動脈にテフロン針を刺入し逆行性に行う方法とがある。Lang, E. K. (1965²²⁾, 1972²³⁾ は右大腿動脈からの catheter arteriography の利点として、①上肢の十分な運動が可能、②従って障害肢位の正確な再現が可能、③ RISA による血行動態の変化が計測できる。④両側の angiography が可能、⑤ catheter による動脈の spasm または splinting が避けられるなどの利点をあげている。著者も、上腕動脈からの angiography は手技的に熟練を要し、また上肢の運動が十分行い得ないこと、さらに神経損傷などの危険性もあることなどから、大腿動脈からの選択的鎖骨下動脈撮影を施行している。

その手技はまず患者を透視台に仰臥位として、Seldinger 法に準じ大腿動脈に catheter を挿入し鎖骨下動脈まで誘導する。catheter の先端が椎骨動脈起始部を通過した所で固定する。上肢中間位と脈管テストで陽性を示した各肢位で 64.9% conraxis L の造影剤を 10~15 cc 注入し one shot で撮影する (Fig. 1)。さらに透視台に 90度の傾斜をつけ、患者を坐位にして同様の肢位で撮影する (Fig. 2)。閉塞のある場合造影剤は 5 cc 位で十分である。

Table 5. Rate of Positive Vascular Test

		non-operative (27 cases, 41 limbs)	operative (28 cases, 33 limbs)
Adson's test		2%	12%
90° abduction-external rotation test	neck neutral	80	89
	neck rotation to opposite side	90	85
Wright's test		41	48
Eden's test		34	42

Table 6. Positive Ratio of Vascular Test and Plethysmography
(48 cases, 72 limbs)

		vascular test	plethysmography
Adson's test		6%	3%
90° abduction-external rotation test	neck neutral	71	67
	neck rotation to opposite side	79	71
	neck rotation to same side	28	4
Wright's test		49	61
Eden's test		57	54

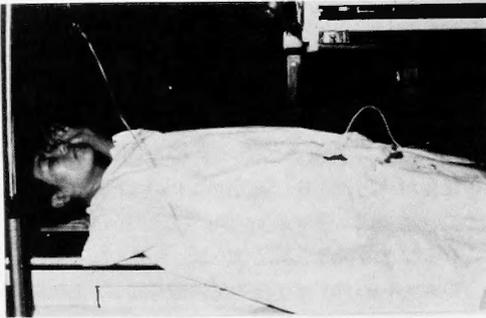


Fig. 1. Subclavian Arteriography (in supine position)

対象は第1肋骨切除術を行った42側で、そのうち18側は臥位及び坐位にて angiography を施行した。これら42側の angiogram を分析する為、障害部位により斜角筋像と肋鎖間像に分類し検討した (Fig. 3)。すなわち斜角筋像は第1肋骨内縁よりやや内側で限局性の狭窄像か又は尖鋭な途絶像を示し、肋鎖間部の狭窄像は第一肋骨に一致して比較的広範囲な狭窄像である。

2) 結果

斜角筋像のみを示したものの18側43%、肋鎖間像のみ18側43%、種々の脈管テスト肢位で斜角筋像と肋鎖間像がみられたもの6側14%であった。Table 7 は an-

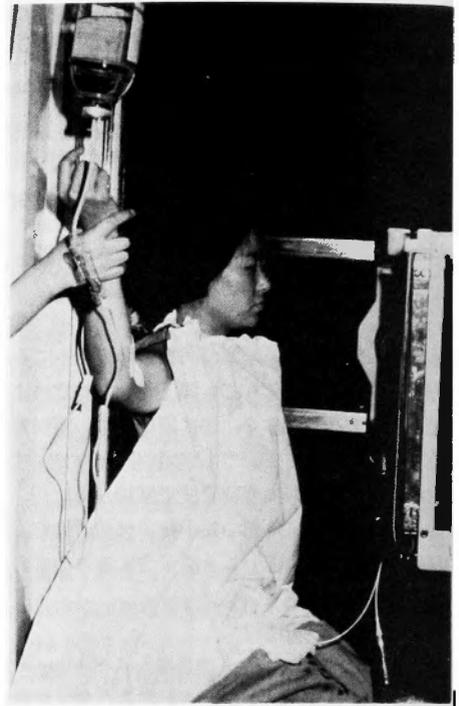
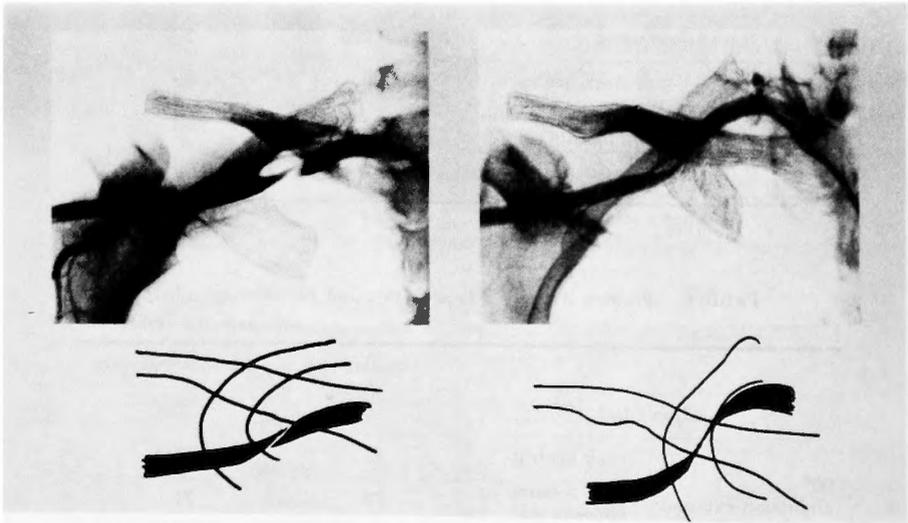


Fig. 2. Subclavian Arteriography (in sitting position)



scalenus type

costoclavicular type

A tapering and complete cut off compression defect or twist of the subclavian artery in the scalene tunnel.

A ridge-like compression of the subclavian artery in the costoclavicular space.

Fig. 3. Angiographic Findings

Table 7. Angiographic Findings and Lesion

lesion angiographic findings	interscalene triangle	costoclavicular space	interscalene triangle + costoclavicular space	total
	limbs	limbs	limbs	limbs
scalenus type	5	1	12	18
costoclavicular type	3	7	8	18
scalenus type + costoclavicular type			6	6
total	8	8	26	42

giogram 所見と手術時確認し得た障害部位との関係を示したものである。術前の angiogram 所見と障害部位が一致しなかったものは4側、すなわち angiogram で斜角筋像を示しながら肋鎖間隙に障害を認めた1側と、肋鎖間像で斜角筋三角部のみ障害を認めた3側のみであった。残り38例90%は angiogram 所見と障害部位がよく一致しており、angiogram を詳細に検討すれば的確な障害部位の診断が可能である。

次に脈管テストの意義を検討するため、脈管テスト肢位別に angiogram 所見をみると (Table 8)、Adson テストは斜角筋像を、外転外旋位テストは斜角筋像と肋鎖間像を、Wright テストは斜角筋像を、Eden テストは肋鎖間像を示す傾向にある。

次に鎖骨下動脈撮影で坐位と臥位の比較を16例18側に行った。

臥位と坐位の angiogram をその狭窄程度により比較検討してみると (Table 9)、臥位では18側中7側39%に全く異常を認めず、残り11側61%に狭窄を認め、7

側39%は高度狭窄及び途絶像を示した。一方坐位では18側中15側83%が高度狭窄または途絶像を示し、正常及び軽度狭窄は1例のみみられなかった。また臥位で異常所見を呈しない例でも坐位では中等度及び高度狭窄例に移行し、臥位で何らかの異常所見を有したものは、坐位では明らかな高度狭窄または途絶像を呈する。従って臥位よりも坐位の方が異常所見を高頻度に認め、かつその程度も高度である。

また脈管テスト肢位別の angiogram の狭窄程度についてみると、坐位では外転外旋位テストが最も高度例が多く、なかでも頸反対側回旋位は狭窄の程度が最も強い傾向を示した。従って脈管テスト肢位別の angiogram では、外転外旋位で異常所見を得やすく、また高度に障害されやすい。

臥位での angiogram が坐位でどのように変化するかについて検討すると、臥位で斜角筋像を示したものの8側は、坐位では斜角筋像のみ4側、肢位によって斜角筋像または肋鎖間像を示したものの3側で、肋鎖間像

Table 8. Vascular Test and Angiographic Findings

(16 cases, 18 limbs)

		scalenus type	costoclavicular type
Adson's test		1 limbs	
90° abduction-external rotation test	neck neutral	10	6 limbs
	neck rotation to opposite side	14	6
	neck rotation to same side	1	
Wright's test		8	3
Eden's test		1	6

Table 9. Degree of Stenotic Findings in Angiogram
—Comparison between in Sitting Position and in Supine Position—
(16 cases, 18 limbs)

supine position	sitting position	normal (0 limbs)	slight (0)	moderate (3)	severe (15)
normal	(7 limbs)			limbs 3	limbs 4
slight	(3)				3
moderate	(1)				1
severe	(7)				7

のみを示したものは1側であり、また臥位で肋鎖間像を示した1側は坐位で斜角筋像と肋鎖間像を示した。さらに臥位で斜角筋像と肋鎖間像を認めた2側は、坐位では斜角筋像のみ1側、斜角筋像と肋鎖間像の両方を呈したものの1側となり、殆んどの症例で臥位像と坐位像は一致している。

次に臥位での angiogram 所見と手術成績についてみると、angiogram で異常を認めなかった3例は優・良・可の各1例であり、軽度狭窄例3例はすべて良の成績で、中等度及び高度狭窄例はすべて優の成績を示し、angiogram 所見の程度の強い症例ほど手術成績は良好であるように思われる²⁵⁾。

4. 手指の皮膚温

1) 対象及び方法

対象は保存的に加療したもの45例65側、男5例、女40例、年令20~51才(平均31.7才)、第1肋骨切除例18例18側、男7例、女11例で年令は18~51才(平均31.7才)であった。また対照群として頸・肩・上肢に全く症状を有しない健康人20例、男7例、女13例、年令18~28才(平均24.2才)を用いた。

検査方法は富士通インフラアイ 103型を使用し、23~24°Cの室温に保った部屋に患者を30分間安静にさせた後、立位での上肢中間位、90度外転外旋位頸中間位、頸反対側回旋位、Wright及びEdenの肢位にて両前腕から指尖まで撮影した。また胸郭出口症候群例16例、対照群22例に対し寒冷刺激を加え、その皮膚温の回復状態を検討した。寒冷刺激は3°C前後の冷水に両前腕から指尖まで約30秒浸水し、以後5分毎に30分後までの皮膚温の回復状態を観察した。

2) 結果

①安静時皮膚温

対照群での安静時皮膚温は0.6°C以内の軽度の左右

差が認められた。一方本症の片側例25例の患側と健側の比較を行ってみると、健側より患側が低下する症例が14例で0.1~2.2°C(平均0.75°C)低下し、患側が健側より高い症例が11例にみられ、0.1~2.0°C(平均0.56°C)であった。従って患側が健側より低下する症例が多くみられる傾向にあるも、しかし患側が健側より上昇している症例もみられ、本症の手指皮膚温は必ずしも患側が低下するとはいえない^{22,26)}。

②脈管テスト肢位別皮膚温

対照群及び本症の各脈管テスト肢位別の皮膚温変化の pattern は、いずれも外転外旋位及びWrightの肢位

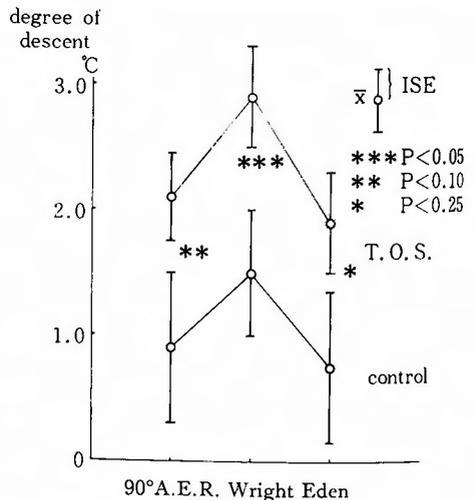
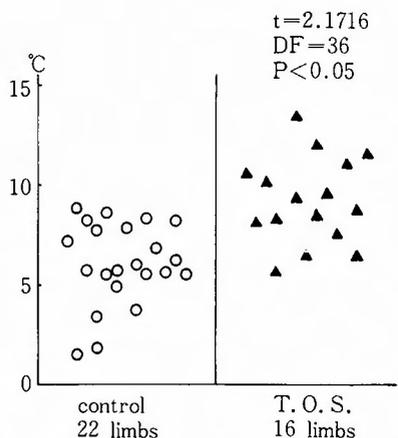


Fig. 4. Change of Skin Temperature in Various Vascular Tests
T.O.S. : Thoracic Outlet Syndrome
A.E.R. : Abduction-External Rotation
Skin temperatures are lower in patients (T.O.S.) than in normal persons, and are lowest in Wright's position among the various positions.

Fig. 4. Change of Skin Temperature in Various Vascular Tests



After cold stimulation, skin temperatures of T.O.S. become rapidly lower than in normal persons.

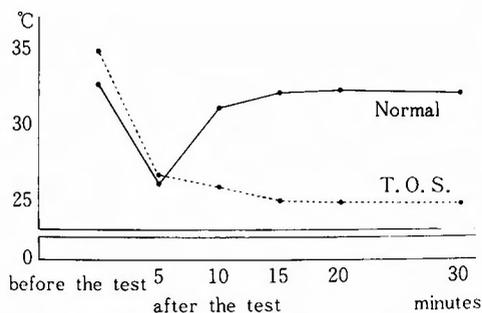
Fig. 5. Degree of Descent of Skin Temperature (5 minutes after cold stimulation)

で皮膚温の下降がみられ、Edenの肢位では安静時皮膚温に近づく傾向を示した (Fig. 4)。その程度は対照群に比し各肢位とも本症は下降しやすく、特にWrightの肢位で下降しやすい。

③寒冷刺激後の皮膚温の変化

寒冷刺激5分後の皮膚温の下降度は (Fig. 5)、対照群では1.5~8.8°C (平均6.0°C)の低下があり、一方本症では5.6~13.4°C (平均9.2°C)の低下がみられ、対照群に比し本症の場合明らかに冷却されやすい。

また本症の片側例で患側と健側を比較してみると、本症の健側は4.6~13.3°C (平均8.6°C)、患側5.6~13.4°C (平均9.4°C)を示し、患側が冷却されやすいが、健側も対照群に比し明らかに冷却されやすい。



Skin temperatures of normal persons start to recover after five minutes and those of patients (T.O.S.) show a tendency to recover quite slowly.

Fig. 6. Recovery of Skin Temperature after Cold Stimulation

さらに寒冷刺激後の回復状態をみるに、対照群では5分後から急速に回復する傾向を示す症例が多く、一方本症では殆んど回復しない症例が多い (Fig. 6)。また30分後の回復率をみても (Fig. 7)、全く回復しないものが16例中7例44%にもみられた。従って本症では寒冷刺激に敏感に反応し、その回復は非常に緩慢であり、血管運動神経の何らかの関与が考えられる。また健側も対照群に比し冷却されやすく、その回復率も悪い傾向を示すことから、現在無症状の健側も本症の何らかの素因を有しているものと思われる。

④術前・後の皮膚温の変化

第1肋骨切除例の術前・後の皮膚温変化をみると (Fig. 8)、15例中1例にのみ術前より下降し、その他はいずれも術後皮膚温の上昇がみられ、自・他覚所見の改善とともに皮膚温の回復がみられた。

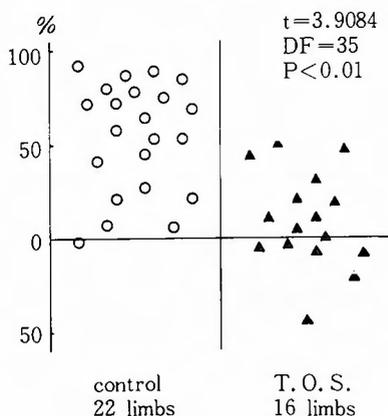
5. 前斜角筋の動作筋電図

1) 対象及び方法

脈管テスト及び指尖容積脈波所見から、外転外旋位テストは頸の肢位による影響が大であることが示唆された為、電極間距離20μの双極電極を用い前斜角筋の動作筋電図を10例20側の健常例に施行した。

2) 結果

安静時には呼吸とともに軽度の放電があり、深吸気にて放電数の増加、振幅の増大がみられ、前斜角筋が呼吸筋であることを示唆した (Fig. 9)。また屈側のみでは放電数の著明な増加はみられないが、左右差を比較すると同側屈側がわずかに筋活動が強いようである。



Rate of recovery of skin temperatures after thirty minutes is lower in patients (T.O.S.) than in normal persons.

Fig. 7. Rate of Recovery of Skin Temperature (30 minutes after cold stimulation)

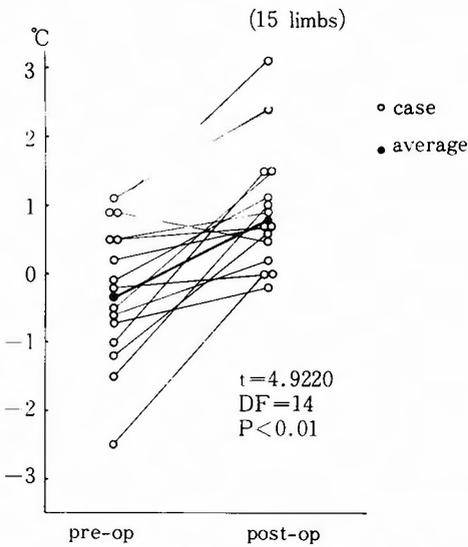


Fig. 8. Change of Skin Temperature in Pre- and Post-Operation (in comparison with non-affected side)

さらに頸部の回旋を行わせると頸反対側回旋では殆んど筋活動はみられず、同側回旋にて放電数の増加、振

幅の増大がみられた。すなわち前斜角筋の筋活動は同側回旋及び側屈位で、深吸気させることにより最も著明となる。しかし脈管テストでは頸反対側回旋位の方が陽性率は高い。このことは斜角筋三角部の狭小化には前斜角筋よりむしろ中斜角筋の役割が大きいことを示唆するものである。

C. 治療成績

1. 対象症例

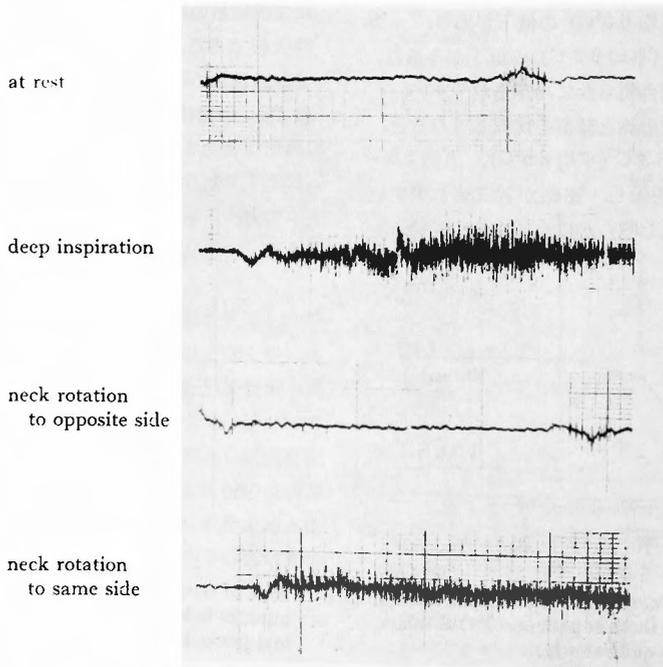
昭和47年以降当教室で行った保存的治療例及び手術的治療例の予後調査を行い、アンケート及び直接検診に応じた非手術例40例56側、第1肋骨切除例34例39側を対象とした。追跡期間はそれぞれ6カ月～5年3カ月(平均2年2カ月)、6カ月～4年1カ月(平均2年8カ月)であった。その内訳は Table 1, 2 に示す。

成績判定基準は、

優：自・他覚症状ともに殆んどなく、日常生活に支障のないもの

良：自覚症状は一部残存するが他覚所見消失し、日常生活に支障のないもの

可：自・他覚症状の一部が残存し、なお日常生活に支障を訴えるもの



(Koide case)

Fig. 9. EMG Findings of Anterior Scalenus Muscle

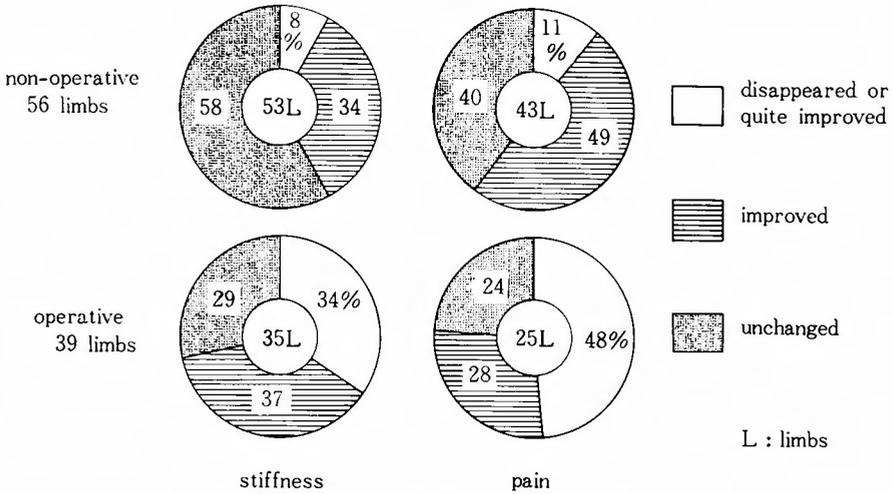


Fig. 10. Rate of Improvement in Symptoms of Neck

不可：不変または悪化するものとした。

2. 結果

1) 自覚症状：治療前の自覚症状の出現頻度は Table 3 に示す。その症状別改善度をみると (Fig. 10), 頸部症状のこり感是非手術例42%, 手術例71%が改善され、疼痛はそれぞれ60%, 76%であり、疼痛はこり感より改善されやすい傾向にある。また手術例が非手術例に比し消失例を多く認め改善されやすい。肩甲部症状も頸部症状とほぼ同様の改善率を示している。

上肢症状の改善率は (Fig. 11), 非手術例ではシビレ感が最も改善されやすく、手術例においては、上肢の倦怠感の改善率が最も高く、シビレ感、疼痛の改善率

も高い。これら上肢症状と頸部及び肩甲部症状との改善率を比較すると、上肢症状では消失例を含む著明改善例が多くみられ、上肢症状が改善されやすく、頸部・肩甲部のこり感に残存しやすい傾向にある。

次に本症の診断基準の1つと考えられている上肢肢位による症状の再現性についてみると、非手術例では約2/3の症例は全く改善されず、手術例では90%, 81%と殆んどの症例に消失あるいは改善を得ている (Fig. 12)。

また本症のため治療前には、程度の差はあるが日常生活で何らかの障害を全例に認めている。これらの改善率をみると、圧倒的に手術例が良く、74%は消失し、9%改善、17%のみが不変であり、一方非手術例では

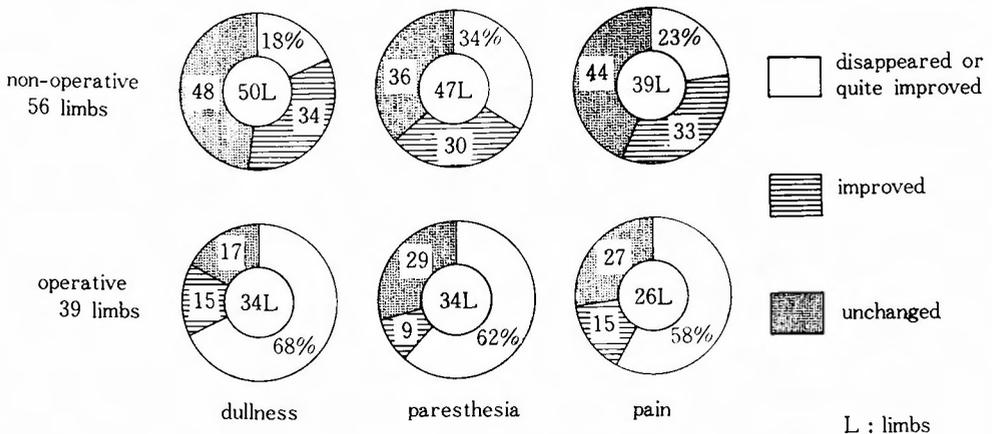


Fig. 11. Rate of Improvement in Symptoms of Upper Limbs

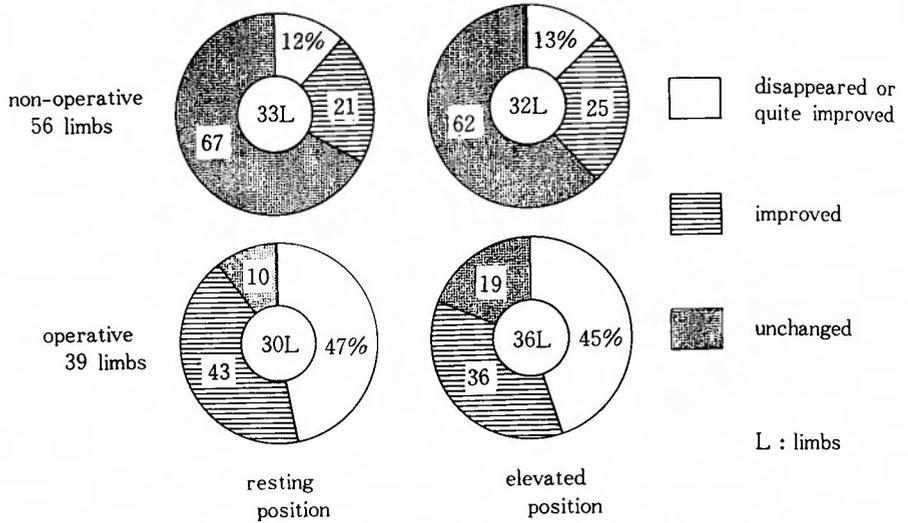


Fig. 12. Rate of Improvement in Various Position of Upper Limbs

消失例はわずか13%で、42%が改善、45%が不変であり、不変例が約半数を占めている^{18, 19, 23)}。

2)他覚所見：治療前の圧痛部の頻度は先述した如く、前斜角筋附着部、僧帽筋部、棘上・棘下筋部に高頻度にみられた。その改善率は、非手術例では殆んど改善されず、一方手術例では前斜角筋附着部67%、腕神経叢部62%、僧帽筋部64%、棘上・棘下筋部50%、頸部83%に改善が得られており、全体的には約2/3程度の改善がみられている。

知覚障害は Fig. 13 の如く、橈側及び手指全体の知覚障害が最も改善され、尺側に局限した症例は改善率

が低下しており、障害の程度が尺側に比較的強いことを示唆するものと思われる。

次に脈管テストの改善率を検討すると (Table 10)、非手術例では当然のことながら10%台の改善しか得られておらず、殆んど不変である。一方手術例についてみると、Adson テストは術前陽性例が4例のみであるが100%の改善をみている。外転外旋位テスト、Wright テストはいずれも80%台の改善を示し、Eden テストが比較的改善されにくい傾向にある。

以上自覚症状及び他覚所見から総合成績を分析すると (Fig. 14)、非手術例では、優16%、良27%、可23%、

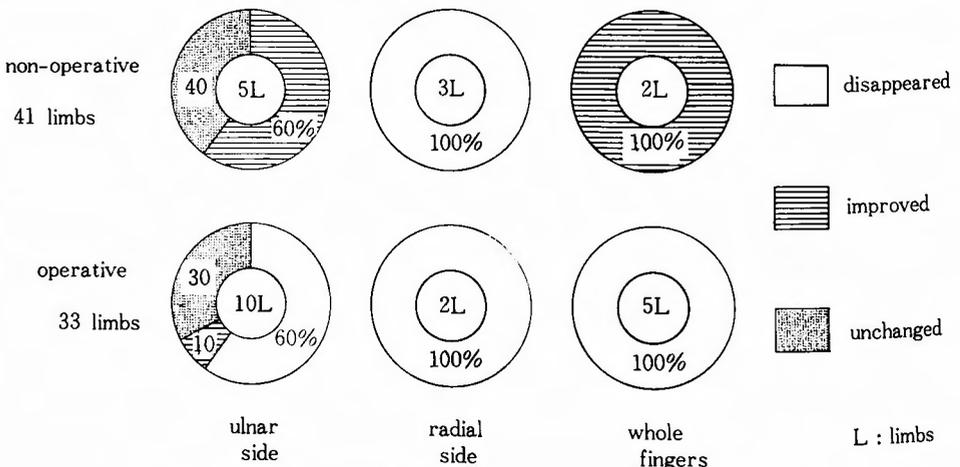


Fig. 13. Rate of Improvement in Sensory Disturbance

Table 10. Rate of Improvement in Vascular Tests

		non-operative	operative
Adson's test		0%	100%
90° abduction-external rotation test	neck neutral	18	83
	neck rotation to opposite side	11	82
Wright's test		12	88
Eden's test		14	71

不可34%の成績を示し、手術例ではそれぞれ、46%、28%、13%、13%となり、非手術例は43%にのみ治療効果が得られたにすぎない。一方手術例は74%が優及び良の成績を示し、13%にのみ不変でこれらの症例は多分に心因性の影響が大であるように思われた。

II 胸郭出口部の形態学的研究

A. 肋鎖間隙 X線撮影

本症は肋鎖間隙の狭小が基盤となり発症していることが多いため、第1肋骨の側方への傾斜角度に一致する角度で肺尖撮影を本症36例69側、対照16例25側に行い検討した。

肋鎖間隙狭小率を Table 11 のような計測法で測定すると、本症及び対照例ともに0.31~0.35の間の症例が多いが、対照例では0.30以上の症例が88%を占め、本症では0.30以下の症例が51%にみられ、明らかに本症は肋鎖間隙の狭い症例が多い。

B. 手術所見の分析

第1肋骨切除例41例48側の手術所見の分析を行った。

1. 斜角筋三角部の形態

前斜角筋の肥大・腱様化が24側50%、中斜角筋の肥大・腱様化が12側25%にみられ、さらに小斜角筋4側と fibrous band 3側が認められた (Table 12)。また肥大・腱様化した前・中斜角筋の第1肋骨付着部距離をみると、41例48側中、V字状を呈し全く間隙の認められないもの8側、5mm以下1側、10mm以下11側、10mm以上9側、不明19側であった。不明の症例は50年以前のもので記載がないものであり、不明を除くと29側中20側69%に斜角筋付着部異常を認めたことになる (Table 12)。50年以後の症例についてみると、第1肋骨切除を行った17側中16側は10mm以下で、そのうちV字状を呈したものは7側も含まれている。また局所解剖所見と比較すると、新鮮屍体、屍体いずれも斜角筋三角部付着部距離は殆ど例で10mm以

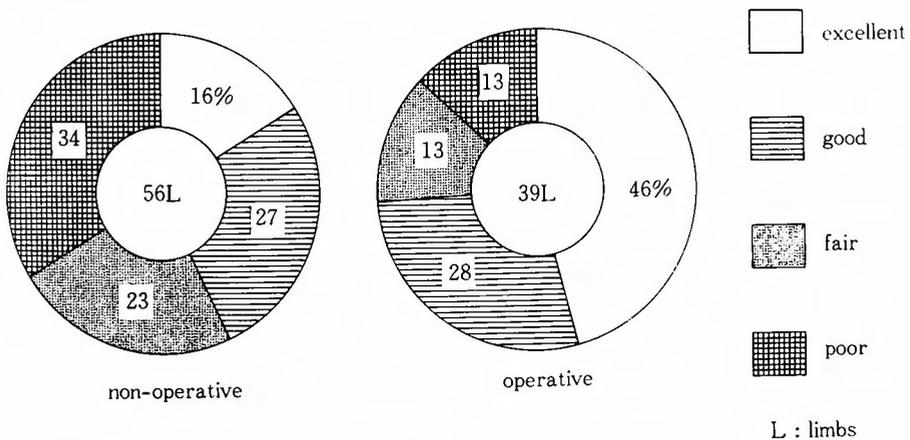


Fig. 14. Results (comprising subjective and objective symptoms and signs)

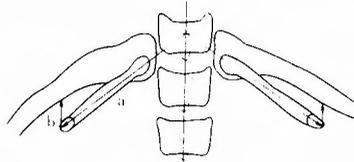
Table 11. Rate of Narrowing of Costoclavicular Space

	~0.25	~0.30	~0.35	~0.40	~0.41
control (16 cases, 25 limbs)	0%	12%	48%	28%	12%
thoracic outlet syndrome (36 cases, 69 limbs)	23	28	36	12	1

$\chi^2=15.9827$

$P>0.01$

DF=4



$\frac{b}{a}$ = rate of narrowing of costoclavicular space

Table 12. Abnormal Findings in Scalene Triangle

hypertrophy, tendinous of scalenus anticus muscle	24 limbs	50%
hypertrophy, tendinous of scalenus medius muscle	12	25
scalenus minimus muscle	4	8
fibrous band	3	6
abnormal attachment of scalenus muscles	20	69

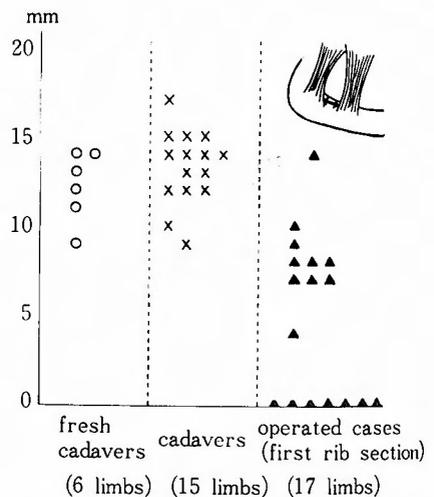
上である (Fig. 15). 従って, 斜角筋三角部の狭小因子としては, 前・中斜角筋の肥大・腱様化と第1肋骨附着部異常が主なもので, 少数例に anomalous band がみられ, これらの異常所見が本症に関与していると思われる。

2. 肋鎖間隙部の形態

術中肋鎖間を計測した14側についてみると中間位では5mm以下1側, 10mm以下11側, 10mm以上2側であり, 10mm以下の肋鎖間隙の狭い症例が14側中12側86%を占めている (Table 13). この原因として胸

Table 13. Costoclavicular Space (neutral position)

	~5 mm	~10 mm	10 mm~
T.O.S. (14 limbs)	1	11	2
fresh cadavers (6 limbs)			6

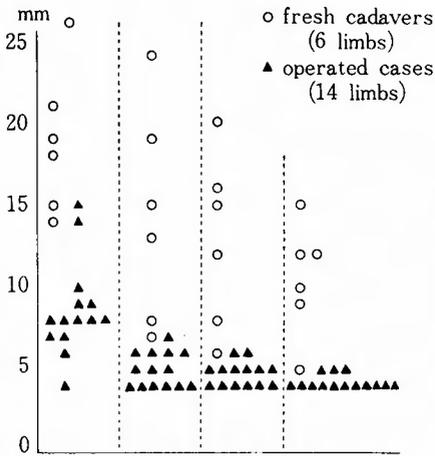


Distance of attachment of scalenus muscles are under 10mm in most cases (T.O.S.) and are over 10mm in fresh cadavers or cadavers.

Fig. 15. Distance Between Scalenus Muscles

郭の形成異常, 肩甲上肢帯の筋力低下等も考慮されるが, 14側中10側71%に鎖骨下筋の肥大・腱様化がみられ, 術中鎖骨下筋切離と同時に肋鎖間隙が開大することをよく経験する。この鎖骨下筋の緊張が肋鎖間隙狭小の役割を演じているように思う。

さらに術中脈管テストを行うと, 肋鎖間はEdenの肢位で14側全例が5mm以下となり, 著明な狭小を来し, 次いでWright肢位では5mm以下12側, 10mm以下2側となり, 外転外旋位ではそれぞれ9側, 5側



Neutral A. E. R. Wright Eden
Costoclavicular space in most cases (T.O.S.) is under 10 mm in neutral position and under 5 mm in vascular test position.

Fig. 16. Costoclavicular Space in Various Vascular Test Position

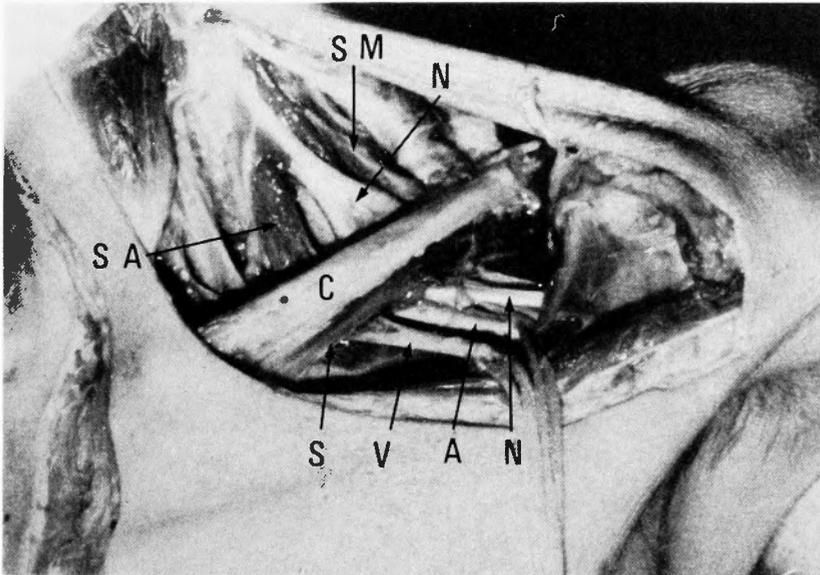
と狭小例が増加する (Fig. 16)。これらはいずれも中間位より狭小化し、特に Eden の肢位では高度に狭小化する。また新鮮屍体 6 側の肋鎖間隙は、中間位で 10 mm 以上を示し、脈管テスト肢位でも 10 mm 以下になる例は殆んどなく (Fig. 16)、本症は明らかに新鮮屍体より肋鎖間隙が狭小である。

3. 血管・神経束の障害

41例48側の手術所見の分析から、斜角筋三角部及び肋鎖間隙部での血管・神経束の障害は、鎖骨下動脈の絞扼 5 側、癒着 8 側、鎖骨下静脈ではそれぞれ 2 側、5 側、腕神経叢 2 側、9 側、第 1 胸神経 2 側、5 側と著明な圧迫、絞扼はみられず、軽度の線維性結合組織の増生による癒着がみられた。

4. 発症原因

本症の発症原因を術中確認した障害部位で検討すると、肋鎖間狭小が主な原因と思われるもの48側中11側 23%、斜角筋三角部の狭小 8 側17%、この両者の狭小がみられたもの27側56%、不明 2 側 4%となり、肋鎖



S.A.: scalenus anticus muscle, S.: subclavius muscle, A.: subclavian artery, C.: clavicle, S.M.: scalenus medius muscle, N.: plexus brachialis, V.: subclavian vein

The clavicle moves to postero-medial side with slight posterior rotation being the sterno-clavicular joint as a fulcrum. This makes costoclavicular space narrowed and scalene triangle compressed from the anterior.

In this position neuro-vascular bundles move upward and are compressed at the medial of scalenus medius and subclavian muscle.

Fig. 17. 90° Abduction-External Rotation Position

Table 14. Causes of Thoracic Outlet Syndrome
(41 cases, 48 limbs)

narrow costoclavicular space	11 limbs	23%
narrow interscalene triangle	8	17
narrow costoclavicular space + interscalene triangle	27	56
unknown	2	4

間隙部狭小化を80%に認めた (Table 14). 従って本症は肋鎖間隙部の狭小化が基盤となり, それに斜角筋三角部の狭小化が加わって発症している症例が多い。

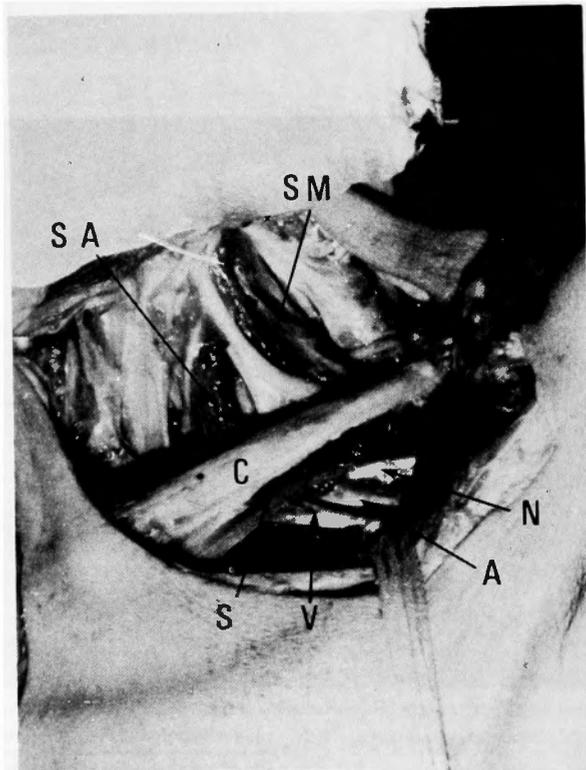
C. 局所解剖所見

正常な胸郭出口部の形態を把握するため, 屍体及び新鮮屍体21側を用い検討した。

斜角筋附着部距離は10mm以下が3側で, 残り18側86%は10mm以上あり, 本症にみられたV字状の狭小は1例も認められなかった (Fig. 15). 続いて新鮮屍体6側を用い肋鎖間隙の距離を計測した. 臥位・中間位では15~26mmあり, 坐位にしても11~23mmとやや狭小化するもその程度は軽度である. これは屍体であるため筋力が消失し, 肩甲上肢帯が下降したことにより狭小化したと思われるが, 本症では殆どどの症例が臥位で10mm以下であり, 肋鎖間隙の狭い症例が多いことが分る. さらに脈管テスト肢位別に肋鎖間をみても, 健常例では5mm以下に狭小化されることはない (Fig. 16).

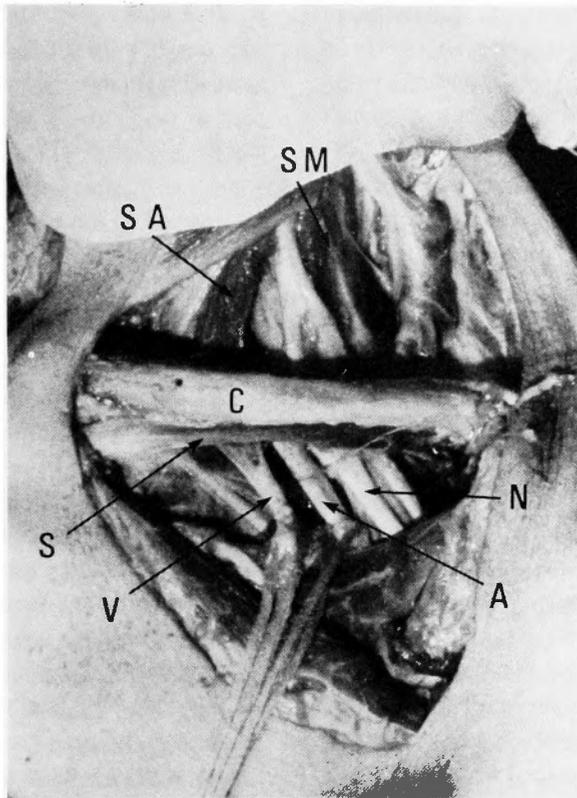
次に脈管テストの機序を解明する目的で新鮮屍体を坐位にし, 上肢を脈管テスト肢位にする際の胸郭出口部の形態学的変化を観察した。

90度外転外旋位では, 鎖骨は胸鎖関節を支点とし,



S.A.: scalenus anticus muscle, S.: subclavius muscle, A.: subclavian artery, C.: clavicle, S.M.: scalenus medius muscle, N.: plexus brachialis, V.: subclavian vein
The findings in this position are almost similar to that in 90° A.E.R. position, but the neuro-vascular bundles get more tension of traction.

Fig. 18. Wright's Position



S.A.: scalenus anticus muscle, S.M.: scalenus medius muscle, A.: subclavian artery, C.: clavicle, S.: subclavius muscle, N.: plexus brachialis, V.: subclavian vein
 The clavicle moves to postero-medial side and makes costoclavicular space narrowed severely.
 The neurovascular bundles are tracted downward, but the degree is not severe.

Fig. 19. Eden's Position

軸はやや後方へ回旋しながら後内方へ移動し、この時肋鎖間は狭小化され、さらに斜角筋三角部をも前方から圧迫する。また中間位では斜角筋三角部を出た神経・血管束は、前・中斜角筋、鎖骨及び肋骨などにより圧迫されることなくゆとりを持って自然に腋窩へ入ってくるが、外転外旋位にするとその走行が上方に移動し、中斜角筋の内縁及び鎖骨下筋にて強い圧迫が予想され緊張を強いられる。また頸の回旋では前斜角筋の著明な緊張はみられず、反対側回旋位で中斜角筋の緊張が強い傾向が認められる (Fig. 17)。

Wright の肢位では (Fig. 18)、外転外旋位とほぼ同様の所見であるが、神経・血管束は牽引による緊張が高度になり、中斜角筋内縁及び鎖骨下筋での圧迫が著明に認められる。また烏口突起下部での圧迫は明らか

でない。

Eden の肢位では (Fig. 19)、鎖骨は胸鎖関節を支点とし、後内下方へ移動し、肋鎖間隙は著明に狭小化し、また斜角筋三角部をも軽度ながら前方から圧迫する。神経・血管束は下方へ牽引されるが、その程度はあまり強くなく、Eden の肢位は肋鎖間隙狭小が主な所見と思われる。

III 考 察

A. 臨床症状

本症は比較的若い20~30才代の女性に多く、上肢及び手指を使用する頻度の多い人に多発する傾向にある。この理由として1912年 Todd, T. W.⁶⁸⁾ は肩と胸郭の位置的関係をあげ、女性では思春期に特に肩が下降す

ることを指摘し、1944年 Walsche, F. M. R. ら⁷³⁾は胸郭出口部の非対称性を、1948年 Haggart, G. E.¹⁵⁾は鎖骨の発育は20~25才で十分発育し、男性では上外方へ、女性では下外方に発育するため、本症に女性が多いとしている。

本症の自覚症状は、頸部・肩甲部のこり感及び疼痛が多く、次いで上肢の倦怠感、シビレ感、疼痛が主症状であり、これらの症状が上肢の肢位により増減することが特徴的で、上肢挙上位の方が下垂位よりも症状の再現が得られやすい。Roos, D. B. (1971⁵²⁾, 1978⁵³⁾は90度外転外旋肢位にて手指の屈伸を3分間行わせる3分間負荷テストを行い、その際の症状増悪が最も特徴的であると述べている。

他覚所見は神経学的異常所見を認めることは少ないが、圧痛特に斜角筋付着部の圧痛を証明することが多く、その際、上肢放散痛を認める Morley テスト陽性例が多い。高岸 (1970)⁶⁵⁾は Morley テスト陽性例に治療成績良好例が多いことを指摘している。また脈管テストは重要な所見であり、外転外旋位テストが最も陽性率が高い。橈骨動脈の脈拍の消失のみは健常人でもみられ、当教室の木戸 (1979)³⁰⁾によれば (Table 15) 各脈管テスト肢位での橈骨動脈の消失を陽性として検討し、頸肩腕症候群例にもかなりの頻度で各肢位での脈拍の消失がみられ、症状を有しない対照例にも陽性例がみられている。従って本症の脈管テストは橈骨動脈の脈拍の消失もさることながら、その際の症状の再現、増悪を証明することが最も重要である。著者は脈管テストで脈拍の消失がみられず、症状の再現の強い症例に対し、第1肋骨切除を行い、症状の消失をみた例を経験しており、症状の再現、増強が最も大切であると考えている。

B. 治療成績

保存的治療：まず本症の治療法の選択にあたり、Roos, D. B. (1978)⁵³⁾は本症の症状を mild, moderate, severe の3つに分類し、mild symptom の例は殆んど治療の必要はなく、moderate symptom を有する例はまず保存的に治療を行い、効果が得られなければ手術的治療を、severe case はただちに手術的治療を行うと述べている。一方 Urschel, H. C. ら (1968⁷¹⁾, 1971⁷²⁾は尺骨神経伝導速度を測定し、60 m/sec 以下の場合手術的療法を行っている。

当教室では、典型的な症例を除き、ある程度の経過を観察した上でなければ、本症の診断が困難な症例が多いことから、一応すべての症例に対し保存的治療を試みている¹⁹⁾。

本症の保存的治療成績についての報告はあまりみられないが、Rosati, L. M. & Lord, J. W. (1961)⁵⁴⁾は70%に治療効果を認めたことを述べ、Urschel, H. C. ら (1968,⁷¹⁾ 1971⁷²⁾は50%にのみ有効であり、保存的治療効果はあまり期待できないと述べている。本邦では高岸ら (1967)⁶⁴⁾が、25例の保存的治療成績を報告し、治癒6例、改善6例、不変3例、悪化2例、不明8例で大体60%の治療効果を得ている。

今回の調査結果でも、優及び良の治療成績を示したものは43%と低く、また治療後と調査時では、治療後優の症例は24%、良20%、可27%、不可29%であったものが、調査時にはそれぞれ、16%、27%、23%、34%となり優の症例が減少し、不可の症例が増加する傾向にある。従って保存的治療は治療を中止すると徐々に増悪する傾向を示し^{19), 23)}。Roos, D. B. (1978)⁵³⁾も指摘しているが、型どおりの保存的治療での症状の消失や軽減はしばしば一時的であり、軽症例を除き治療

Table 15. Positive Ratio of Vascular Tests

(From T. Kido³⁰⁾)

		cervico-omo-brachial syndrome (68 cases)	control (78 cases)
Adson's test		6%	1%
90° abduction-external rotation test	neck neutral	40	14
	neck rotation to opposite side	52	10
Wright's test		31	24
Eden's test		18	33

効果は期待できないように思われる。

観血的治療：観血的治療としては、①斜角筋切離術、②第1肋骨切除術、③頸肋切除術、④小胸筋切離術などの手術々式がある。

斜角筋切離術の予後について、Adson, A.W. (1947)²⁾ は81%の満足すべき結果を得たと報告している。一方、Raaf, J. (1955)⁴⁷⁾ 50%以下、Clagett, O. T. (1962)⁹⁾ 40%、Shenkin, H.A. & Somach, F.M. (1963)⁵⁸⁾ 50%の成績を報告し、斜角筋切離術の治療成績は決して良好とは言えない。本邦では高岸ら (1970)⁶⁵⁾ が46例中37例80.5%に優及び良の成績を得ており、年齢30才代で1神経支配領域の知覚障害を有している例で、Morleyテスト陽性例が最も成績が良かったと述べている。しかし、Shenkin, H. A. & Somach, F. M. (1963)⁵⁸⁾ は scalenotomy を行った64例について検討し、血管圧迫の存在や手指尺側への放散痛の存在も成績とは無関係であったと報告している。従って諸家の報告を総合すると、一般に斜角筋切離術の予後は再発例が多く不良とされ、肋鎖間隙・中斜角筋の関与が大きいたことが示唆されるようになり、次第に第1肋骨切除術が一般化してきたようである。

諸家の第1肋骨切除術の手術成績は、Roos, D. B. (1978)⁵³⁾ は1120例中94%の症例に満足すべき結果を得たと報告し、Urschel, H.C. ら (1968)⁷⁴⁾ 84%、Sanders, R.J. ら (1968)⁵⁵⁾ 90%と良好な結果を報告している。一方本邦では曾我ら (1976)⁶¹⁾ が77%の症例に優・良の治療成績を得たと述べ、今回の予後調査では74%の症例に良好な結果を得ている^{18, 23)}。しかし Roos, D. B. (1978)⁵³⁾, Urschel, H. C. (1968)⁷⁴⁾, Sanders, R.J. ら (1968)⁵⁵⁾ の結果と比較するとその治療成績に差をみる。この原因として対象に若干の差があるように思われ、欧米での症例には頸部・肩甲部症状は少なく、特にこり感という自覚症状の記載はない。本邦では頸部・肩甲部症状が高頻度にみられ、その改善率が悪いことから、治療成績を低下させる一因になっており、症例の選択に問題があるように思われる。さらに成績不良例について検討してみると、①第1肋骨の再生、②第1肋骨の不完全な切除、③肋骨切除部での癒着、④鎖骨と第2肋骨での圧迫などが考えられる。第1肋骨切除部での再生は4例10%に認められ、残存している骨膜が骨化したと思われる。従って最近では骨膜を第1肋骨につけたまま一塊として切除するようになっている。また第1肋骨の不完全な切除例は初期の症例にみられ、1例は再手術を行っており、第1肋骨切除は

後方の関節部から前方の肋軟骨部まで切除するようにしている。さらに肋骨切除部での癒着による再発は2例に認められ再手術を行った。腕神経叢と鎖骨下動脈・静脈は癒着し、癒着組織内に埋没されており、他の1例は前斜角筋の切断端が鎖骨下動脈と癒着し、鎖骨下動脈は上方に牽引され走行異常を呈していた。このような経験に基づき、斜角筋は肋骨付着部より約1cm中枢側で切離している。また術後の癒着を最小限度に予防するため、2週間頸部及び上肢の完全な安静を指示している。鎖骨と第2肋骨との間での圧迫は術前診断困難であるため、術中第1肋骨切除後指尖部を鎖骨と第2肋骨間に挿入し、各脈管テスト肢位での圧迫の度を調べているが、未だ第2肋骨を切除した経験はない。

その他、手術成績を左右する因子として、曾我ら (1976)⁶¹⁾ は、①姿勢・体格・筋力などの因子、②頸椎疾患の合併、③両側性の場合、④職業などの社会的背景、⑤心理的影響なども考慮し、Roos, D.B. (1971)⁵²⁾ は診断の誤りと手術手技の問題を、Shenkin, H. A. & Somach, F. M. (1963)⁵⁸⁾ は emotional な面を重要視している。

以上本症の治療成績は、保存的治療例は無効例が多く、手術的治療が優れており、第1肋骨切除例の良い適応は、①保存的治療に抵抗し、主に上肢症状を有するもの、②各脈管テストのうちで外転外旋位テストが陽性的のもので、症状の再現性が明確なもの、③日常生活に高度の支障を来しているもの、④社会的背景、心理的要因が発症と無関係なものなどである。

C. 脈管テストの意義

1939年 Eden, K. C.¹¹⁾ は本症の発生に肋鎖間隙の狭小が最も重要な原因であるとし、両肩を後下方に引き下げる Eden テストの重要性を強調した。1945年 Wright, I.S.⁷⁵⁾ は上肢を徐々に外転していくと肋鎖間隙と烏口突起下部での神経・血管束の圧迫が生じるとし、過外転テストの有用性を述べ、一方1947年 Adson, A. W.²⁾ は頸を同側に回旋させやや後側方に倒し、深吸気させると前斜角筋の緊張が強くなり、斜角筋三角部の狭小化を招来するとし、Adson テストの重要性を強調している。しかし Adson テストはその陽性率が著明に低く、90度外転外旋位で頸反対側回旋位と同側回旋位とを比較すると、頸反対側回旋位で脈拍は消失し、同側回旋位で正常化することが多い。また Eden テストと90度外転外旋位テストはともに肋鎖間隙部の

状態を示唆すると言われている。しかし90度外転外旋位の方が Eden テストより陽性率が高い。さらに Wright テストは本邦では烏口突起下部での異常を示唆するテストと考えられているが、実際はむしろ肋鎖間隙部または斜角筋三角部に異常を認める場合が多いなど、脈管テストの機序及び意義は十分解明されていない。著者はこの問題を解明するため臨床的、基礎的研究を行った²¹⁾。すなわち、保存的治療を行った48例72側の脈管テストの陽性率をみると、Adson テストは10%以下であり最も低く、外転外旋位テストの陽性率が最も高い。一方 Wright, Eden のテストでは50~60%の陽性率を示した (Table 6)。また外転外旋位テストにおいて頸中間位より頸反対側回旋位がやや陽性率は増加し、逆に同側回旋位ではその陽性率は著明に減少し、外転外旋位テストでは頸部の肢位による関与が大きい。

この頸部の肢位による影響を調べるため、前斜角筋の動作筋電図を行ってみると、前斜角筋の筋活動は深吸気及び同側回旋位で最も強く認められ (Fig. 9)、脈管テストの陽性率と異なっている。

さらに頸部の肢位による鎖骨下動脈の形態学的変化を angiogram でみると、外転外旋位頸中間位より頸反対側回旋位の方が狭窄は高度になり (Fig. 20)、頸反対側回旋位で途絶していても同側回旋位では通過障害を認めなくなる場合が多い (Fig. 21)。これらの現象から、斜角筋三角部は頸反対側回旋位で著明に狭小化し、

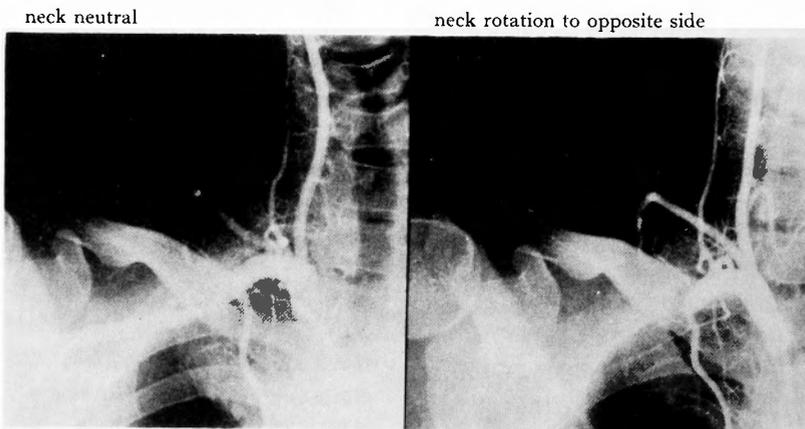
狭小化の役割は前斜角筋よりむしろ中斜角筋が担っている。また外転外旋位テストは斜角筋三角部の狭小化と相まって陽性率が高くなっているものと推察する。

次に angiogram で脈管テストの障害部位を検討してみると、外転外旋位にて斜角筋像及び肋鎖間隙などの異常所見が最も多くみられるが、頸反対側回旋位では特に斜角筋像を呈する症例が多い。これは順行性の angiography のため斜角筋三角部の狭小化が強ければ、斜角筋三角部で途絶してしまい、肋鎖間隙の情報得られないためと思われ、各肢位での angiography を行えば肋鎖間の情報も得られる場合もあり、angiography を詳細に検討すれば的確な障害部位が推測できる。

一方 Eden 肢位では、斜角筋像は少なく肋鎖間隙を呈する症例が多くみられた。

また手術時確認した障害部位と脈管テストとの関係をもみても、Adson テストは術中肋鎖間隙だけに障害を認めた例には陽性所見を示さず、外転外旋位テストは斜角筋三角部及び肋鎖間隙部の障害時に、また Eden テストは主に肋鎖間隙部の障害時に陽性所見を呈しやすい。また肋鎖間隙部の状態を新鮮屍体、術中計測にて検討してみると、Eden の肢位で最も狭小化している (Fig. 16)。

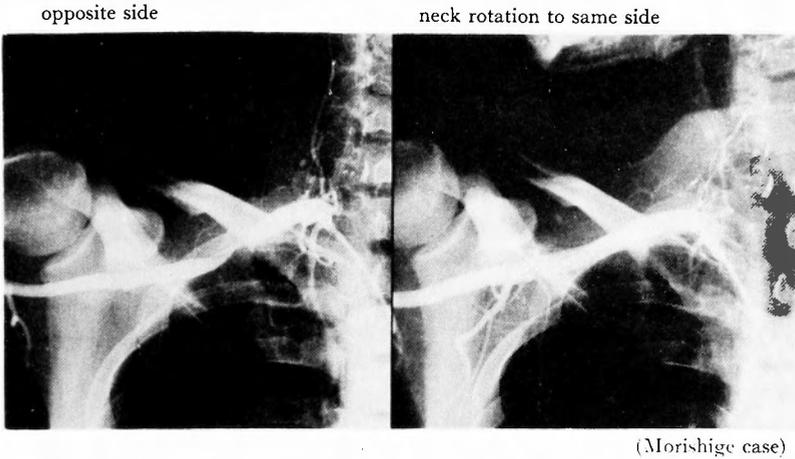
さらに脈管テストの機序を解明する目的で、新鮮屍体の胸郭出口部の局所解剖を行い、坐位にして脈管テスト肢位における胸郭出口部の形態学的変化を検討してみると、90度外転外旋位では、鎖骨は胸鎖関節を支



(Nishikawa case)

Showing compression of subclavian artery in neck neutral position, and more compression in neck rotation to opposite side position; subclavian artery tapers to a sharp cutoff block at the region scalen triangle.

Fig. 20. Abduction-External Rotation Position



Obstruction of subclavian artery at the costoclavicular space is observed, but in neck rotation to same side compression of the subclavian artery disappeared.

Fig. 21. Abduction-External Rotation Position

点にし、軸はやや後方へ回旋しながら後内方へ移動し、この際肋鎖間隙は狭小化され、さらに斜角筋三角部をも前方から圧迫する。また神経・血管束はその走行が上方に移動し、中斜角筋の内縁及び鎖骨下筋にて強い圧迫が予想され、さらに血管・神経束は外側方へ牽引され緊張を強いられる。また頸の回旋では、前斜角筋の著明な緊張はみられず、反対側回旋位で中斜角筋の緊張が強い傾向が認められた (Fig. 17)。

Wright の肢位では、外転外旋位とほぼ同様の所見であるが、神経・血管束は外上方に強く牽引され、中斜角筋内縁で圧迫される。さらに肋鎖間隙の狭小化が起り、鎖骨下筋での圧迫が著明に認められる (Fig. 18)。

Eden の肢位では、鎖骨は胸鎖関節を支点とし後内下方へ移動し、肋鎖間隙は著明に狭小化し、また斜角筋三角部も軽度ながら前方から圧迫される。神経・血管束は下方へ牽引されるが、その程度はあまり強くなく、Eden の肢位は肋鎖間隙狭小を来しやすい (Fig. 19)。

以上のことを要約すると、脈管テストの意義は、

Adson テストは斜角筋三角部の狭小化を検するテストであるが、その狭小化が高度でなければ陽性を示さず、脈管テストとしての意義は少ない。

Eden テスト陽性は肋鎖間隙部の狭小化を示唆すると考える。

外転外旋位テストは斜角筋三角部及び肋鎖間隙部の情報を提供するが、頸の肢位によりその陽性率は変化し、中斜角筋の関与の程度を知るため、同側回旋位で

のテストも行う必要がある。

Wright テストも外転外旋位テストと同様、斜角筋三角部及び肋鎖間隙部の状態を検するテストであり、烏口突起下部の情報を提供することは少ない。

D. 手指血行動態について

本症に上肢の血管圧迫症状が出現することは良く知られている。

上肢症状が血管圧迫症状か、または神経圧迫症状かを厳密に鑑別することは困難と思われる。Urschel, H. C. (1968)⁷¹⁾, Nelson, R. M. (1969)⁴³⁾, Roos, D. B. (1971)⁵²⁾ らは血管圧迫症状を動脈性と静脈性に分け、動脈圧迫症状として冷感・脱力感・易疲労感・上肢全体の疼痛など、一方静脈圧迫症状は上肢の腫脹・蒼白・静脈怒張などがみられるとし、これらの血管圧迫症状が増悪すれば手指の潰瘍形成がみられると述べている。

これら血管症状の出現頻度について Riddell, D. H. (1960)⁴⁸⁾ は53例中28%, Urschel, H. C. (1968)⁷¹⁾ 60例中17%, Roos, D. B. (1971)⁵²⁾ 850例中6%であったと報告している。当教室例をみると、手術例34例39例中、上肢の倦怠感87%, 疼痛67%, 冷感49%, 腫脹21%にみられ、欧米の報告より高頻度にみられるようである (Table 3)。しかし、上肢の倦怠感・疼痛は神経圧迫症状でも出現する可能性があり、厳密に区別し得ない点に問題があるものと思われる。

血管圧迫症状の出現機序については先人の幾多の報

告をみる. Lewis, T. (1934)³⁶⁾, Schein, C.J. (1956)⁵⁶⁾ は鎖骨下動・静脈が斜角筋三角部及び肋鎖間隙部で圧迫され血管壁に変化が起り, 二次的に血栓が形成され血管症状が出現するとした. 一方 Todd, T.W. (1913)⁶⁹⁾, Riddell, D. H. (1960)⁴⁸⁾, 山室ら (1967)⁷⁶⁾ は上肢へ行く交感神経は斜角筋三角部で腕神経叢に混入し, この腕神経叢が障害されれば, 交感神経系をも障害することになり, この部の血管運動神経を介して上肢の脈管系に影響を及ぼし, 血管症状が出現すると推論している. 当教室の手術例を分析してみると, 本症は肋鎖間隙狭小を基盤とし, 斜角筋三角部の狭小化が合併し発症している症例が多くみられ, 術中各脈管テストの肢位にすると神経・血管束が著明に圧迫されるが, 鎖骨下動・静脈自体に器質的異常所見を認める例は少ない^{18, 23)}.

今回, 本症患者に手指のサーモグラフィーを行った結果, 安静時皮膚温は患側が健側より低下する傾向を示し, 寒冷刺激を加えると対照群に比し両側ともに冷却されやすい傾向を示した. また, 寒冷刺激後の皮膚温は対照群に比し著明にその回復率は低下していた^{22, 26)}. 遠藤ら (1973)¹²⁾ は頸肩腕症候群患者にサーモグラムを応用し同様の結果を報告し, 菰池 (1967)³¹⁾, 笠井ら (1971)²⁸⁾ も寒冷刺激後の皮膚温の反応について検討を行い, 上肢に症状を有するものは寒冷刺激後皮膚温の回復が遅延するとし, この皮膚温の低下は交感神経系の緊張による細動脈の収縮・緊張であり, 刺激後の回復の遅れは反射機能の異常によると考察している. 以上のことから, 胸郭出口症候群の血管圧迫症状の出現機序は (Fig. 22), 肋鎖間隙狭小及び斜角筋三角部の狭小が基盤にあり, これに dynamic factor あるいは直接の外傷が加わり神経・血管束を圧迫し, その結果血管束自体の変化, すなわち血栓形成, または spasm などにより上肢の循環障害を来す場合もあるが,

主には交感神経線維が刺激され, 上肢の血管・細動脈の収縮・緊張が起り, 血管症状が出現すると推論する.

E. 鎖骨下動脈撮影の意義

本症の診断にあたり, Lang, E.K. (1965)³²⁾, 1972³³⁾ は angiography を重視し, 圧迫および閉塞部位を正確に把握でき, 障害が単一なものか多数に及ぶものかの鑑別にもなり, さらにその障害が extrinsic compression か, endoarterial lesion か, 血管の thrombosis かの鑑別を可能にすると述べ, Lord, J. W. & Stone, P. W. (1956)³⁷⁾ はさらに angiography は上肢の肢位による影響をも示唆するとしている. このほか Nelson, R. M. & Davis, R. W. (1969)⁴³⁾, Grayson, P. (1975)¹⁴⁾ や Judy, K. L. & Heymann, R. L. (1972)²⁷⁾ らも本症の診断に angiography が有用であることを強調している. しかし, Roos, D. B. (1978)⁵³⁾, Urschel, H. C. (1971)⁷²⁾ はそれぞれ claudication テスト, 尺骨神経伝導速度を重視し, 本症の診断には angiography は不要であると述べている.

一方 McCleery, R. S., et al. (1951)³⁹⁾, Riddell, D. H., et al. (1960)⁴⁸⁾, 竹本ら (1975)⁶⁶⁾ は, 症例を選択すれば手技が繁雑で合併症がみられやすい angiography より venography が有用であることを強調している. しかし, 曾我, 立石 (1975)⁶⁰⁾ や Riddell, D. H. (1960)⁴⁸⁾ なども述べているように, その陽性率は低く静脈像が不規則で判読が困難である.

著者は脈管テストの機序を解明する目的で新鮮屍体の局所解剖を行い, 鎖骨下動脈と腕神経叢は併走し, 鎖骨下動脈の圧迫は腕神経叢をも圧迫しうることを確認した^{21, 24)}. さらに angiogram と手術所見を検討すると, 90% は angiogram での障害部位と術中確認し得た障害部位とが一致しており, angiogram 所見は障害部位を十分示唆し得ると考える (Table 7).

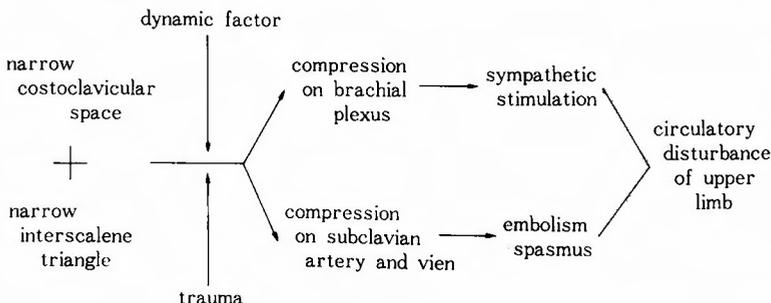


Fig. 22. Mechanism of Appearance of Circulatory Disturbance

1. angiogram の分類

Nelson, R. M. & Davis, R. W. (1969)⁴³⁾ は angiogram の異常所見として, ①胸郭出口部での鎖骨下動脈の完全または不完全な圧迫, ②鎖骨下動脈の post-stenotic dilatation, ③圧迫部周囲の豊富な側副血行の発達がみられるとし, また Lang, E. K. (1965³²⁾, 1972³³⁾) は本症の angiogram について斜角筋像を4型に分類している。斜角筋部に障害のある例では, 鎖骨下動脈が torsion しているが, または sharp cutoff compression defect を示す例が多く, 肋鎖間隙部の障害例では ridge-like compression defect を呈する症例が多いと述べている。著者は斜角筋三角部での障害を示す斜角筋像と肋鎖間隙部での障害を示す肋鎖間像に分類し (Fig. 3), 検討を行ったが, 術前の angiogram から推察した障害部位と術中確認した障害部位はよく一致しており, この分類は障害部位を示唆するのに妥当なものと考えられる。

2. 脈管テスト肢位別 angiogram 所見

angiogram から脈管テストを検討してみると (Table 8), Adson テストは1側のみに斜角筋像を呈し, 異常所見を認めることは少なく, 一方外転外旋位テストは最も異常所見を呈しやすく, 特に頸反対側回旋位がその頻度は高い。このことは頸の肢位による影響が大であることを示し, 特に中斜角筋の関与が大きいことを示唆するものと思われる。また, 外転外旋位では斜角筋像, 肋鎖間像を示す例が多く, この肢位は斜角筋三角部及び肋鎖間隙部の障害を来しやすい。Wright テスト及び Eden テストはそれぞれ斜角筋像, 肋鎖間像を示すことが多く, Wright テストで烏口突起下部に障害を認めたものは1例もなかった。従って Wright のテストは少なくとも斜角筋三角部の障害を示唆している。また Eden 肢位はその殆んどが肋鎖間像であり, Eden テストは肋鎖間隙の情報を提供するものと思われる。

3. 臥位と坐位の angiogram 所見

1974年 Benzian, S. R. & Mainzer, F.⁴⁾, 1975年曾我, 立石⁶⁰⁾らは, 臨床的に症状が発生したり増強する坐位での angiography を施行している。著者も16例18側に臥位と坐位で angiography を行い検討した²⁵⁾。その結果, 坐位での angiography がその陽性率は高く, また狭窄の程度も強いことが明らかである (Table 9)。これは坐位で肩甲上肢帯が下降し, 肋鎖間の狭小の程度が強まるためと考える。

しかし臥位での angiogram で陽性所見を示したも

のは坐位ではすべて高度狭窄・途絶像を呈し, また坐位と臥位の angiogram 所見も殆んど類似していることから, 臥位で何らかの異常所見が得られれば, 坐位での angiogram は類推可能である。従って, 患者の負担が少なく, 手技的にも繁雑でない臥位での angiography で十分であるが, 臥位で全く異常所見がみられない場合のみ, 坐位での angiography が必要と思われる。

F. 発症機序について

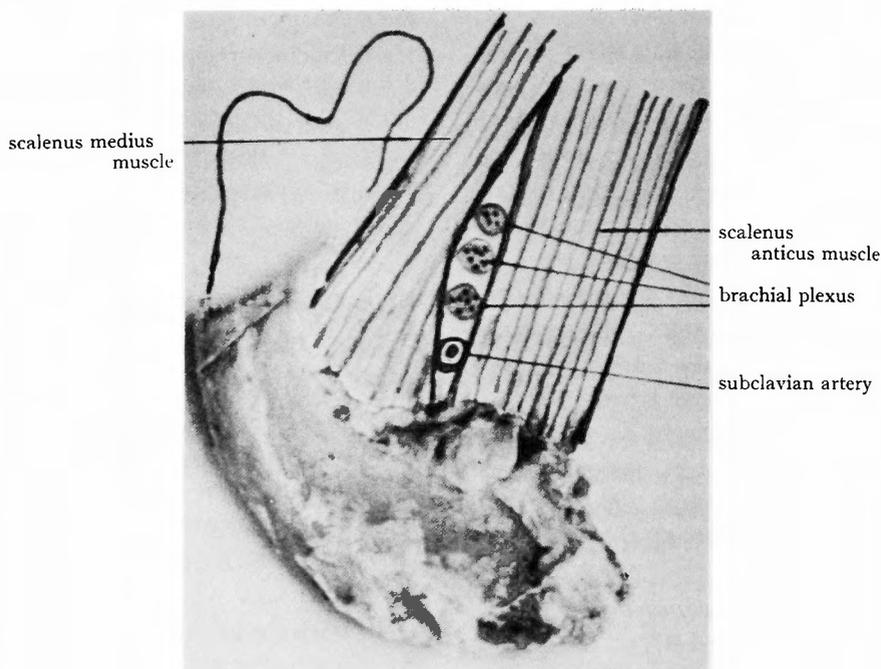
胸郭出口部に頸肋, 第1肋骨などの形態学的異常を認め得ない場合, 本症の発症機序を説明することは困難である。

発症機序について, 古くは Stopford, J. S. B. and Telford, E. D. (1919)⁶³⁾ が第1肋骨が神経・血管束を圧迫するとし, Law, A. A. (1920)³⁴⁾, Brichner, W. M. (1927)³⁾ らも同様の考えを示した。

1927年 Adson, A. W. and Coffey, J. R. ら¹⁾は, 前斜角筋の役割を強調し, Adson テストを紹介するとともに斜角筋切離術を推奨した。その他, Ochsner, A. ら (1935)⁴⁴⁾, Craig, W. M. and Knepper, P. A. (1937)¹⁰⁾ や Naffziger, H. C. and Grant, W. T. (1938)⁴¹⁾ も同様発症原因として前斜角筋の重要性を強調している。また Falconer, M. A. and Weddell, G. (1943)¹³⁾ は鎖骨と第1肋骨との間で神経血管束を圧迫するとし, Walsche, F. M. R. ら (1944)⁷³⁾ や Stammers, F. A. R. (1950)⁶²⁾ は圧迫因子の多様性を強調している。さらに Wright, I. S. (1945)⁷⁴⁾ は烏口突起下部で小胸筋の圧迫を指摘し, Lawson, F. C. and McKenzie, K. G. (1951)³⁵⁾ は小斜角筋の介在を指摘し, さらに Roos, D. B. (1978)⁵³⁾ は本症の発症機序に anomalous band の存在を指摘し, 小斜角筋等9つの type に分類している。しかし, 当教室での手術例を分析しても7例15%にしかみられず, anomalous band のみが本症の成因ではないように思う²⁴⁾。

著者は病態解明の目的で臨床所見, 手術所見の分析さらに屍体21側を用い胸郭出口部の局所解剖を行い, 本症の発症機序について検討した。

まず第1肋骨切除例41例48側の手術所見を分析すると, 障害部位別頻度では斜角筋三角部17%, 肋鎖間隙部23%, この両者の合併による障害56%がみられ, 肋鎖間隙部の障害と斜角筋三角部の障害が合併している症例を多く認め, 特に肋鎖間隙部の障害を基盤としているように思う。



(Miyazaki case)

Demonstrates marked hypertrophy of scalenus muscles and V-shaped at a attachment of scalene triangle.

Fig. 23. Resected First Rib

斜角筋三角部の狭小化の原因として、前・中斜角筋の肥大・腱様化、斜角筋付着部の異常、さらに小斜角筋などの anomalous band の介在などが認められた (Table 12). 斜角筋付着部距離について屍体21例と比較してみると (Fig. 15), 本症では 10mm 以下と狭く、特に7側は前・中斜角筋の付着部距離は 0 を示し、V字状を呈し、斜角筋三角部の著明な狭小化を認めている (Fig. 23).

脈管テスト及び angiogram 所見から斜角筋三角部の狭小化に頸部の回旋の影響が大であることが指摘され (Table 6, Fig. 20, 21), また脈管テストの機序に関しては、局所解剖所見から上肢の運動で血管・神経束は外上方または後下方に牽引され緊張し、中斜角筋の内縁で圧迫される可能性が推察された (Fig. 17, 18, 19). 従って、前・中斜角筋の肥大・腱様化や付着部異常が存在するなら、上肢の脈管テスト肢位にて確実に血管・神経束は斜角筋三角部で圧迫されることになり、さらに小斜角筋などの anomalous band が存在するならその影響は一層大きくなるものと思われる。

一方、肋鎖間隙について肋鎖間隙撮影を行ってみ

ると、対照例より明らかに狭い症例が多くみられる (Table 11). また術中計測した肋鎖間隙と新鮮屍体でのそれを比較すると、本症では2側を除きすべて 10 mm 以下であり、さらに90度外転外旋位で 6 mm 以下、Eden の肢位では 4 mm 以下と上肢の肢位により著明に狭小化される (Fig. 16). この肋鎖間隙部狭小化の原因として、先天的な胸郭異常、肩甲上肢帯の筋力低下も考慮されるが、手術所見、局所解剖所見から鎖骨下筋の肥大・腱様化が最も重要な成因であると考えられる。また前斜角筋は第1肋骨に付着し、動作筋電図所見 (Fig. 9) から呼吸筋としての働きもあり、前斜角筋に異常がある場合肋鎖間狭小の一因にもなっているものと思われる。また斜角筋三角部は鎖骨が後内方に移動することにより圧迫を受け、肋鎖間隙は狭小しながら斜角筋三角部をも狭小化させているものと考え、斜角筋三角部及び肋鎖間隙部の狭小化はそれぞれ単独にみられることは少ないと推察され、第1肋骨切除術が斜角筋切離術単独よりも優れた治療成績が得られている理由と思われる。

以上、本症は肋鎖間隙の狭小を基盤とし、前・中斜

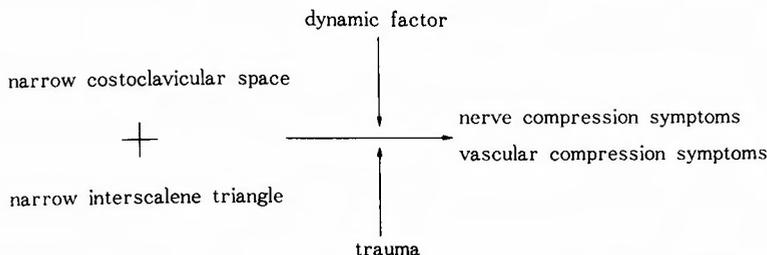


Fig. 24. Mechanism of Thoracic Outlet Syndrome

角筋の肥大・腱様化，または付着部異常，小斜角筋などの anomalous band の存在を伴った斜角筋三角部の狭小化があり，これに胸郭出口部での dynamic factor あるいは直接の外傷が加わり，神経圧迫症状，または血管圧迫症状が惹起されると考える (Fig. 24)。また，血管圧迫症状は寒冷刺激後の皮膚温の検討からも交感神経系の関与が十分考えられる (Fig. 6, 7)。

結 語

胸郭出口症候群の病態，発症機序を解明するため，臨床的研究及び局所の形態学的研究を行い，次の結果を得た。

1. 非手術例40例56側，第1肋骨切除例34例39側の臨床症状についてみると，比較的若い20～30才代の女性に多く，自覚症状は頸部・肩甲部のこり感・疼痛が高頻度にみられ，次いで上肢の倦怠感・シビレ感・疼痛が主症状で，これらの症状が上肢の肢位により増減することが本症の特徴である。他覚所見は神経学的所見に乏しく斜角筋付着部の圧痛ないし Morley テスト陽性の症例が多い。脈管テストは重要な所見で外転外旋位テスト陽性例が最も高頻度にみられ，Adson テストの陽性率は極めて低い。脈管テストで一番大事なことは脈管テスト時症状の再現または増強がみられることである。

2. 脈管テスト及び指尖容積脈波所見から，外転外旋位テストは頸反対側回旋位が最も陽性率が高く，一方前斜角筋の動作筋電図所見は同側回旋位で筋活動が強くなる。従って，頸部の回旋で斜角筋三角部に与える影響は中斜角筋の関与が最も大である。

3. 治療成績は非手術例で優16%，良27%，可23%，不可34%であり，手術例はそれぞれ46%，28%，13%，13%で手術の治療が優っており，特に上肢症状が改善されやすい。従って第1肋骨切除例の良い適応は，①保存的治療に抵抗し，主に上肢症状を有するもの，②各

脈管テストのうちで外転外旋位テストが陽性で症状の再現性が明確なもの，③日常生活が高度に支障を来しているもの，④社会的背景，心理的影響がないものなどである。

4. 脈管テストの意義について検討すると，Adson テストは斜角筋三角部の障害を示唆すると思われるがその有用性は乏しく，外転外旋位テストの陽性率は高く，斜角筋三角部及び肋鎖間隙部の情報を提供する。Wright テストも同様であるが陽性率は低い。Eden テストは肋鎖間隙部の障害を示唆するものと思われる。

5. 手指の皮膚温を検討すると，寒冷刺激後の皮膚温下降及び回復は対照例に比し，明らかに冷却されやすく回復しにくい傾向にある。従って何らかの交感神経系の関与が推察される。また片側例で健側も同様の傾向を示すことから，本症の健側も何らかの本症の素因を有しているものと思われる。

6. 鎖骨下動脈撮影所見を斜角筋像と肋鎖間像に分類し検討した。順行性の angiography の影響もあって斜角筋像を示すことが多いが，手術所見と比較すると90%はその障害部位と一致し，術前に障害部位を形態学的に把握する唯一の方法である。臥位と坐位では坐位で高度の障害を認めることが多いが，その angiogram 所見はほぼ類似していることから，臥位で何らかの所見が得られれば坐位での angiography は不要である。

7. 本症の発症機序は肋鎖間隙の狭小を基盤とし，前・中斜角筋の肥大・腱様化または付着部異常，小斜角筋などの anomalous band の存在などが原因となり，斜角筋三角部の狭小化が起り，これに胸郭出口部での dynamic factor あるいは直接の外傷が加わり，神経・血管束の圧迫症状を惹起すると推論する。また血管圧迫症状は交感神経系の関与が十分考慮される。

稿を終るにあたり、御指導、御校閲くださった恩師服部奨教授に深甚なる謝意を表します。

また、屍体の観察・計測について貴重な資料を提供していただいた本学第2解剖学教室 黄 基礎教授に感謝申し上げます。

さらに御協力いただいた小山正信先生及び河合伸也先生はじめ、教室員各位に感謝の意を表します。

なお、本論文の研究については、昭和52年度文部省科学研究費の補助を受けたことを記して深甚なる謝意を表します。

(本論文の要旨は第52回日本整形外科学会総会において発表した。)

参 考 文 献

- 1) Adson AW and Coffey JR: Cervical rib. *Ann Surg* **85**: 839-857, 1927.
- 2) Adson AW: Surgical treatment for symptoms produced by cervical ribs and the scalenus anticus muscle. *Surg Gyn Obst* **85**: 687-700, 1947.
- 3) Allen EV: Thromboangiitis obliterans. *Am J M Sc* **178**: 237-244, 1929.
- 4) Benizian SR and Mainzer F: Erect arteriography; Its use in the thoracic outlet syndrome. *Radiology* **111**: 275-277, 1974.
- 5) Brickner WM: Brachial plexus pressure by the normal first rib. *Ann Surg* **85**, 858-872, 1927.
- 6) Britt LP: Nonoperative treatment of the thoracic outlet syndrome symptoms. *Clin Orthop aedics* **51**: 45-48, 1967.
- 7) Brummelkamp WH: Chirurgische behandeling van het "thoracic outlet" compressiesyndroom. *Ned T Geneesk* **113**: 1919-1921, 1969.
- 8) Caldwell JW, et al: Nerve conduction studies: An aid in the diagnosis of the thoracic outlet syndrome. *South Med J* **64**: 210-212, 1971.
- 9) Claggett OT: Presidential address: Research and prosearch. *J Thorac Cardiovasc Surg* **44**: 153-166, 1962.
- 10) Craig WM and Knepper PA: Cervical rib and the scalenus anticus syndrome. *Ann Surg* **105**: 556-563, 1937.
- 11) Eden KC: The vascular complications of cervical ribs and first thoracic rib abnormalities. *Brit J Surg* **27**: 111-139, 1939.
- 12) 遠藤 紀, 他: 頸肩腕症候群におけるサーモグラムの応用(第3報). *日整会誌* **47**: 1066-1067, 1973.
- 13) Falconer MA and Weddell G: Costoclavicular compression of the subclavian artery and vein; Relation to scalenus syndrome. *Lancet* **2**: 539-544, 1943.
- 14) Grayson P: Thoracic outlet syndrome. *J Bone and Joint Surg* **57-B**: 257-257, 1975.
- 15) Haggart GE: Value of conservative management in cervicobrachial pain. *JAMA* **137**: 508-513, 1948.
- 16) 服部 奨: 頸肩腕症候群の概念と治療. 現代外科学大系. '77 D, 年刊追補, pp. 205-257, 中山書店. 東京. 1978.
- 17) 服部 奨: 頸腕部神経血管圧迫症候群. 新臨床外科全書. 17-1, pp. 259-269, 金原出版, 東京. 1978.
- 18) 今釜哲男, 服部 奨, 他: 胸郭出口症候群の手術成績. *整形外科と災害外科* **25**: 343-348, 1976.
- 19) 今釜哲男, 服部 奨, 他: 胸郭出口症候群の保存的治療成績. *整形外科と災害外科* **26**: 439-443, 1977.
- 20) 今釜哲男, 服部 奨, 他: 頸肩腕症候群とその治療方針. *災害医学*. **21**: 1345-1351, 1978.
- 21) 今釜哲男, 服部 奨, 他: 胸郭出口症候群の脈管テストの機序について. *整形外科と災害外科* **27**: 559-563, 1978.
- 22) 今釜哲男, 服部 奨, 他: 胸郭出口症候群の脈管テストと手指の皮膚温について. *整形外科と災害外科* **27**: 564-568, 1978.
- 23) 今釜哲男, 服部 奨, 他: 胸郭出口症候群の治療成績. *日災医誌* **27**: 615-621, 1979.
- 24) 今釜哲男, 服部 奨, 他: 胸郭出口症候群の発症機序について. *日整会誌* **53**: 1286-1287, 1979.
- 25) 今釜哲男, 服部 奨, 他: 胸郭出口症候群の動脈撮影所見—坐位と臥位の比較—. *日災医誌* **27**: 711-719, 1979.
- 26) 今釜哲男, 服部 奨, 他: 胸郭出口症候群患者における手指の血行動態. *整形外科* **30**: 1764-1766, 1979.
- 27) Judy KL and Heymann RL: Vascular complication of the thoracic outlet syndrome. *J Bone and Joint Surg* **54-A**: 895-895, 1972.
- 28) 笠井康弘, 他: 女子事務労働者にみられる頸肩腕症状—その諸特徴について—. *北海道整災外* **16**: 54-59, 1971.
- 29) 木戸敏行, 服部 奨, 他: 胸郭出口症候群の治療. *中部整災誌* **16**: 160-161, 1973.
- 30) 木戸敏行: 胸郭出口症候群に関する臨床的研究. *中部整災誌* **22**: 295-313, 1979.
- 31) 菰池義彦, 他: パンチ作業者特殊健康調査報告. *住友産業衛生*, **3**: 83-94, 1967.
- 32) Lang, E K: Arteriographic diagnosis of the thoracic outlet syndromes. *Radiology* **84**: 296-303, 1965.
- 33) Lang EK: Arteriography and venography in the assessment of thoracic outlet syndromes. *South Med J* **65**: 129-136, 1972.
- 34) Law AA: Advantitious ligaments simulating cervical ribs. *Ann Surg* **72**: 497-501, 1920.

- 35) Lawson FC and McKenzie KG: The scalenus minimus muscle. *Canad Med Ass J* **65** : 358-361, 1951.
- 36) Lewis T and Pickering GW: Observations upon maladies in which the blood supply to the digits ceases intermittently or permanently and upon bilateral gangrene of the digits: observations relevant to so-called Raynaud's disease. *Clin Sci* **1** : 327-366, 1934.
- 37) Lord JW and Stone PW: Pectoralis minor tenotomy and anterior scalenotomy with special reference of the hyperabduction syndrome and "effort thrombosis" of the subclavian vein. *Circulation* **13** : 537-542, 1956.
- 38) 村上 恵: 寒冷血管反応と Thermal Comfort. *山口医学* **22** : 91-98, 1973.
- 39) McCleery RS, et al: Subclavius and anterior scalene muscle compression as a cause of intermittent obstruction of the subclavian vein. *Ann Surg* **133** : 588-602, 1951.
- 40) Murphy JB: The clinical significance of cervical ribs. *Surg Gyn Obst* **3** : 514-520, 1906.
- 41) Naffziger HC and Grant WT: Neuritis of the brachial plexus mechanical in origin. *Surg Gyn Obst* **67** : 722-730, 1938.
- 42) 鳴戸聡雄, 他: 肋鎖症候群の治療成績. *整形外科と災害外科* **21** : 279-282, 1972.
- 43) Nelson RM and Davis RW: Thoracic outlet compression syndrome. *Ann Thorac Surg* **8** : 437-451, 1969.
- 44) Ochsner A, et al: Scalenus anticus (Naffziger) syndrome. *Amer J Surg* **28** : 669-695, 1935.
- 45) 小山正信, 服部 契, 他: 胸郭出口症候群の鎖骨下動脈撮影所見. *中部整災誌* **18** : 150-152, 1975.
- 46) Peet RM, et al: Thoracic-outlet syndrome: evaluation of a therapeutic exercise program. *Proc Staff Meet Mayo Clin* **31** : 281-287, 1956.
- 47) Raaf J: Surgery for cervical rib and scalenus anticus syndrome. *JAMA* **157** : 219-223, 1955.
- 48) Riddell DH, et al: Scalenus anticus symptoms: Evaluation and surgical treatment. *Surgery* **47** : 115-124, 1960.
- 49) Rob CG and Standeven A: Arterial occlusion complicating thoracic outlet compression syndrome. *Brit Med J* **2** : 709-712, 1958.
- 50) Roos DB: Transaxillary approach for first rib resection to relieve thoracic outlet syndrome. *Ann Surg* **163** : 354-358, 1966.
- 51) Roos DB and Owens JC: Thoracic outlet syndrome. *Arch Surg* **93** : 71-74, 1966.
- 52) Roos DB: Experience with first rib resection for thoracic outlet syndrome. *Ann Surg* **173** : 429-442, 1971.
- 53) Roos DB: New concepts of the etiology, Diagnosis and treatment of thoracic outlet syndrome. 第55回西日本整形災害外科学会講演, 1978.
- 54) Rosati LM and Lord JW: Neurovascular compression syndrome of the shoulder girdle. *Modern Surgical Monographs*. p. 168, Grune & Stratton, New York, 1961.
- 55) Sanders RJ, et al: Transaxillary first rib resection for the thoracic outlet syndrome. *Arch Surg* **97** : 1014-1023, 1968.
- 56) Schein CJ, et al: Arterial thrombosis associated with cervical ribs; surgical considerations. *Surgery* **40** : 428-443, 1956.
- 57) Schulze-Bergmann G: Das Kompressionsyndrom der Arteria brachialis. *Vasa* **6** : 30-34, 1977.
- 58) Shenkin HA and Somach FM: Scalenotomy in patients with and without cervical ribs. *Arch Surg* **87** : 892-896, 1963.
- 59) Simon H, et al: The thoracic outlet syndrome as a cause of aneurysm formation, thrombosis, and embolisation. *South Med J* **70** : 1282-1284, 1977.
- 60) 曾我恭一, 立石昭夫: 血管撮影所見より見た thoracic outlet syndrome 発症のメカニズムについて. *臨整外* **10** : 314-321, 1975.
- 61) 曾我恭一, 他: 胸郭出口症候群に対する第一肋骨切除術の手術成績. *災害医学* **19** : 819-823, 1976.
- 62) Stammers FAR: Pain in the upper limb from mechanisms in the costoclavicular space. *Lancet* **258** : 603-650, 1950.
- 63) Stopford JSB and Telford ED: Compression of the lower trunk of the brachial plexus by a first dorsal rib with a note on the surgical treatment. *Brit J Surg* **7** : 168-177, 1919.
- 64) 高岸直人, 他: 肋鎖症候群. *中部整災誌* **10** : 171-173, 1967.
- 65) 高岸直人, 他: 斜角筋症候群の手術成績. *日整会誌* **44** : 784-785, 1970.
- 66) 竹本東玉, 洪 淳道: 過外転症候群と静脈撮影. *中部整災誌* **18** : 624-629, 1975.
- 67) 立石昭夫, 他: 胸郭出口症候群. あすへの整形外科展望, '71~'72. p. 560-573, 金原出版, 東京, 1972.
- 68) Todd TW: The descent of the shoulder after birth; its significance in the production of pressure symptoms on the lowest brachial trunk. *Anat Anz* **41** : 257-271, 1912.
- 69) Todd TW: The arterial lesions in cases of "cervical" rib. *J Anat* **47** : 250, 1913. (27より引用)
- 70) 恒川謙語, 他: 血管の自律神経支配. *最新医学* **25** : 2068-2089, 1970.

- 71) Urschel HC, et al: Thoracic outlet syndrome. *Ann Thorac Surg* **6**: 1-10, 1968.
- 72) Urschel HC: Objective diagnosis (ulnar nerve conduction velocity) and current therapy of the thoracic outlet syndrome. *Ann Thorac Surg* **12**: 609-620, 1971.
- 73) Walsche FMR, et al: On some pressure effects associated with cervical and with rudimentary and "normal first ribs, and the factors entering into their causation. *Brain* **67**: 141-177, 1944.
- 74) Willshire WH: Supernumerary first rib. Clinical records. *Lancet* **2**: 633, 1860. (43より引用)
- 75) Wright IS: The Neuro-vascular syndrome produced by hyperabduction of the arms. *Amer Heart J* **29**: 1-19, 1945.
- 76) 山室隆夫, 田中三郎: 前斜角筋症候群について. *臨整外* **2**: 579-586, 1967.