

脊柱側弯症検診

■検診を指導・協力した先生

南 昌平
 聖隷佐倉市民病院名誉院長
 (協力)
 北里大学医学部整形外科
 慶應義塾大学医学部整形外科
 順天堂大学医学部整形外科
 聖隷佐倉市民病院
 千葉大学医学部整形外科
 東京慈恵会医科大学整形外科
 東京都済生会中央病院整形外科

■検診の対象およびシステム

検診は、都内14区10市2町の公立の小・中学校および一部の私立学校の児童生徒(地区により対象学年は異なる)に、下図に示した方式により実施している。なお、地区ごとの対象学年は次のとおりとなっている。

◎小学5年生と中学2年生……千代田区、台東区、江東区、足立区、調布市、小平市、国分寺市

◎小学5年生と中学1年生……新宿区、品川区、中野区、豊島区、北区、荒川区、葛飾区、江戸川区、青梅市、西東京市、狛江市、多摩市、日野市、東久留米市、瑞穂町

◎小学6年生と中学2年生……渋谷区

◎中学1年生のみ……板橋区、東村山市

◎小学5年生のみ……日の出町

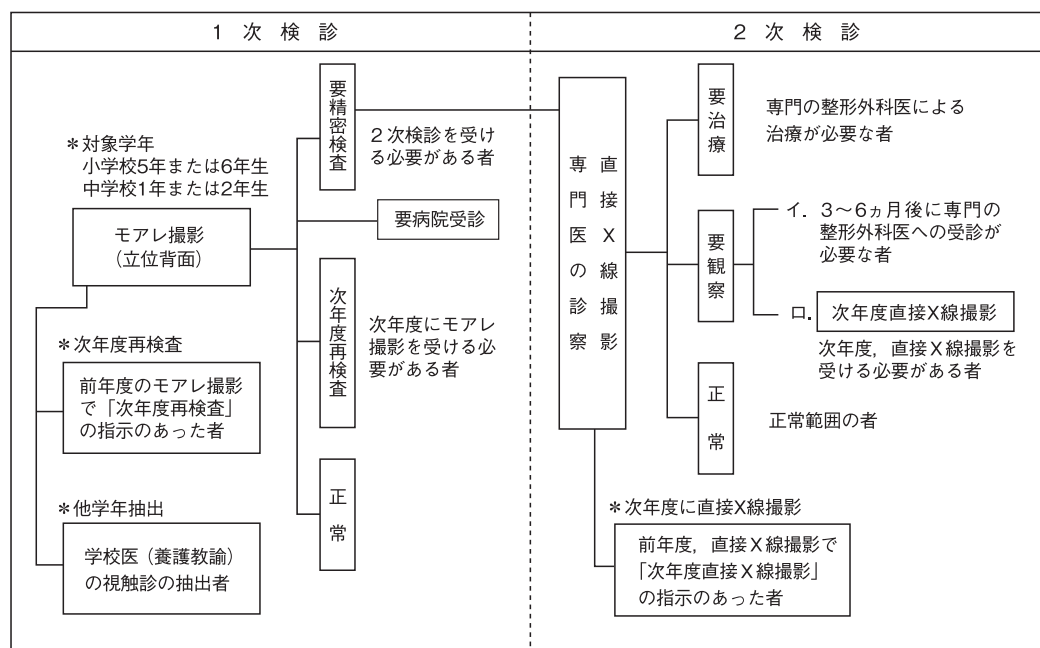
なお、豊島区と板橋区、江戸川区、東久留米市では1次検診のモアレ撮影のみを東京都予防医学協会(以下、本会)で実施し、2次検診以降は他機関で実施しているため、検診成績には含まれない。

さらに、東村山市の小学校、稲城市、日の出町の中学校、檜原村においては、モアレ撮影の対象者を視触診で抽出(校医または養護教諭が実施)していることから、検診方式が異なるため、成績から除外している。

●小児脊柱側弯症相談室

本会保健会館クリニック内に、「小児脊柱側弯症相談室」を開設して、治療についての相談や経過観察者の事後管理などを予約制で実施している。診療は磯辺啓二郎元千葉大学教授、南昌平聖隷佐倉市民病院名誉院長が担当している。

脊柱側弯症検診のシステム



脊柱側弯症検診の実施成績

南 昌 平

聖隷佐倉市民病院名誉院長

はじめに

東京都予防医学協会による、都内小中学生を対象とした脊柱側弯症学校検診は、1979(昭和54)年4月の改正学校保健法施行規則の施行に先立つ1978年度に、受診者2,256人から始まった。以来、本検診は継続・発展し、2016(平成28)年度で39年目を迎えた。

この間に検診の方式は、当初のモアレ、低線量X線撮影、通常X線撮影の3段階方式から、1999年以降のモアレ、専門医診察による通常X線撮影の2段階方式に変更され、より効率的な検診方式として定着している。

2016年度の脊柱側弯症検診実施地区と地区ごとの対象学年は前頁記載のとおりである。本稿ではこの検診の実施成績を分析した。

2016年度脊柱側弯症検診の実施成績

2016年度の脊柱側弯症検診の実施件数は、1次検診としてのモアレ撮影で小学生32,524人、中学生で30,062人、計62,586人である。この中から2次検診として専門医の診察を経て直接X線撮影を受けた者は

表1 脊柱側弯症検診実施数

(2016年度)		
区分	項目	実施数
小 学 校	モアレ撮影	32,524
	直接X線撮影	102
中 学 校	モアレ撮影	30,062
	直接X線撮影	401
計		62,586

(注) 1次モアレ、2次直接X線の検診方式による実施数

小学生102人、中学生401人、計503人であった(表1)。

X線撮影の結果、新たに発見された15度以上の側弯は、小学生男子16,540人中5人(0.03%)、女子15,984人中59人(0.37%)、計32,524人中64人(0.20%)であった。中学生では男子14,076人中12人(0.09%)、女子15,986人中265人(1.66%)、計30,062人中277人(0.92%)であった。20度以上の側弯に限ると、小学生は男子2人(0.01%)、女子36人(0.23%)、計38人(0.12%)で、中学生は男子9人(0.06%)、女子182人(1.14%)、計191人(0.64%)であった(表2)。

モアレ撮影異常者の割合は、小学生男子で201%、小学生女子で643%、中学生男子で5.11%、中学生女子で13.91%であった。モアレ異常者の内訳は、小学生男子異常者333人中、要2次検査者15人(0.09%)、要病院受診者1人(0.01%)、次年度モアレ再検者317人(1.92%)である。同様に小学生女子異常者1,028人

表2 Cobb法による側弯度分類

(2016年度)						
区分	モアレ 受診者	15~19度 の側弯 (%)	20度以上 の側弯 (%)	15度以上 の側弯計 (%)		
小学校	男 16,540	3 (0.02)	2 (0.01)	5 (0.03)		
	女 15,984	23 (0.14)	36 (0.23)	59 (0.37)		
	計 32,524	26 (0.08)	38 (0.12)	64 (0.20)		
中学校	男 14,076	3 (0.02)	9 (0.06)	12 (0.09)		
	女 15,986	83 (0.52)	182 (1.14)	265 (1.66)		
	計 30,062	86 (0.29)	191 (0.64)	277 (0.92)		
合 計	男 30,616	6 (0.02)	11 (0.04)	17 (0.06)		
	女 31,970	106 (0.33)	218 (0.68)	324 (1.01)		
	計 62,586	112 (0.18)	229 (0.37)	341 (0.54)		

(注) %は、モアレ撮影受診者に対する割合
成績は、1次モアレ撮影、2次直接X線撮影の方式による

表3 脊柱側弯症検診実施成績

(2016年度)

区分	1次・モアレ撮影						2次・直接X線撮影			
	受診者数	異常者数 (%)	異常者内訳			Cobb角度別内訳				
			要2次検査 (%)	要病院受診 (%)	次年度モアレ (%)	10度未満 (%)	10度～14度 (%)	15度～19度 (%)	20度以上 (%)	
小学校	男	16,540	333 (2.01)	15 (0.09)	1 (0.01)	317 (1.92)	2 (0.01)	2 (0.01)	3 (0.02)	2 (0.01)
	女	15,984	1,028 (6.43)	116 (0.73)	3 (0.02)	909 (5.69)	9 (0.06)	25 (0.16)	23 (0.14)	36 (0.23)
	計	32,524	1,361 (4.18)	131 (0.40)	4 (0.01)	1,226 (3.77)	11 (0.03)	27 (0.08)	26 (0.08)	38 (0.12)
中学校	男	14,076	719 (5.11)	53 (0.38)	5 (0.04)	661 (4.70)	13 (0.09)	11 (0.08)	3 (0.02)	9 (0.06)
	女	15,986	2,223 (13.91)	487 (3.05)	56 (0.35)	1,680 (10.51)	25 (0.16)	75 (0.47)	83 (0.52)	182 (1.14)
	計	30,062	2,942 (9.79)	540 (1.80)	61 (0.20)	2,341 (7.79)	38 (0.13)	86 (0.29)	86 (0.29)	191 (0.64)
合計	男	30,616	1,052 (3.44)	68 (0.22)	6 (0.02)	978 (3.19)	15 (0.05)	13 (0.04)	6 (0.02)	11 (0.04)
	女	31,970	3,251 (10.17)	603 (1.89)	59 (0.18)	2,589 (8.10)	34 (0.11)	100 (0.31)	106 (0.33)	218 (0.68)
	計	62,586	4,303 (6.88)	671 (1.07)	65 (0.10)	3,567 (5.70)	49 (0.08)	113 (0.18)	112 (0.18)	229 (0.37)

(注) 受診者数は、検診対象学年のモアレ撮影数

の内訳は、要2次検査者116人(0.73%)、要病院受診者3人(0.02%)、次年度モアレ再検者909人(5.69%)である。中学生男子異常者719人の内訳は、要2次検査者53人(0.38%)、要病院受診者5人(0.04%)、次年度モアレ再検者661人(4.70%)で、中学生女子異常者2,223人では、要2次検査者487人(3.05%)、要病院受診者56人(0.35%)、次年度モアレ再検者1,680人(10.51%)であった。

モアレ異常者に対する2次検診としての直接X線撮影の結果を側弯度別にみると、小学生男子では20度以上2人(0.01%)、15～19度3人(0.02%)、10～14度2人(0.01%)、10度未満2人(0.01%)である。小学生女子は20度以上36人(0.23%)、15～19度23人(0.14%)、10～14度25人(0.16%)、10度未満9人(0.06%)である。中学生男子では20度以上9人(0.06%)、15～19度3人(0.02%)、10～14度11人(0.08%)、10度未満13人(0.09%)である。中学生女子では20度以上182人(1.14%)、15～19度83人(0.52%)、10～14度75人(0.47%)、10度未満25人(0.16%)であった。

これらをまとめると、62,586人の中から20度以上の側弯は229人(0.37%)が発見されたが、他方では10度未満の擬陽性者が49人(0.08%)あったことになる(表3)。

2次直接X線撮影による管理区分判定結果の内訳

は次のとおりである。要治療者は小学生男子2人(0.01%)、小学生女子20人(0.13%)、中学生男子4人(0.03%)、中学生女子103人(0.64%)である。3～6ヵ月後の経過観察者は小学生男子2人(0.01%)、小学生女子40人(0.25%)、中学生男子8人(0.06%)、中学生女子159人(0.99%)である。次年度直接X線撮影とされたものは小学生男子3人(0.02%)、小学生女子28人(0.18%)、中学生男子18人(0.13%)、中学生女子87人(0.54%)であった(表4)。

モアレ異常者の年度別推移について、2015年度と比べ異常者が150人(0.35%)減少し、要2次検診対象者数は31人(0.07%)減少した(表5)。

2007年度以降の15度以上の側弯の年度別発見率を表6に示した。2015年度と比べ小学校では16人(0.05%)減少し、中学校では4人(0.04%)減少した。

表4 モアレ異常者に対する2次直接撮影結果

(2016年度)

区分	要治療 (%)	要観察 3～6ヵ月後 (%)	次年度直接 X線撮影 (%)	
小学校	男	2 (0.01)	2 (0.01)	3 (0.02)
	女	20 (0.13)	40 (0.25)	28 (0.18)
中学校	男	4 (0.03)	8 (0.06)	18 (0.13)
	女	103 (0.64)	159 (0.99)	87 (0.54)

(注) %は、モアレ受診者に対する割合

表5 年度別モアレ異常者の推移

(2007～2016年度)					
年度	撮影件数	異常者数 (%)		要2次対象者数 (%)	
2007	54,544	3,465	(6.35)	757	(1.39)
2008	58,956	3,786	(6.42)	642	(1.09)
2009	59,384	4,121	(6.94)	656	(1.10)
2010	59,939	4,008	(6.69)	665	(1.11)
2011	60,172	4,255	(7.07)	667	(1.11)
2012	59,416	4,582	(7.71)	687	(1.16)
2013	59,620	4,845	(8.13)	805	(1.35)
2014	59,867	4,193	(7.00)	709	(1.18)
2015	61,595	4,453	(7.23)	702	(1.14)
2016	62,586	4,303	(6.88)	671	(1.07)

(注) 撮影件数は、検診対象学年のモアレ受診数
要2次対象者数は、異常者数の内数

表6 脊柱側弯検診 年度別側弯発見率

(2007～2016年度)						
年度	小学校			中学校		
	受診者数	15度以上	(%)	受診者数	15度以上	(%)
2007	28,415	64	(0.23)	26,129	227	(0.87)
2008	31,256	72	(0.23)	27,700	230	(0.83)
2009	31,916	74	(0.23)	27,468	218	(0.79)
2010	31,945	69	(0.22)	27,994	238	(0.85)
2011	32,172	83	(0.26)	28,000	238	(0.85)
2012	31,175	85	(0.27)	28,241	243	(0.86)
2013	31,198	88	(0.28)	28,422	294	(1.03)
2014	31,524	97	(0.31)	28,343	265	(0.93)
2015	32,193	80	(0.25)	29,397	281	(0.96)
2016	32,524	64	(0.20)	30,062	277	(0.92)

(注) 受診者数は、検診対象学年のモアレ受診数

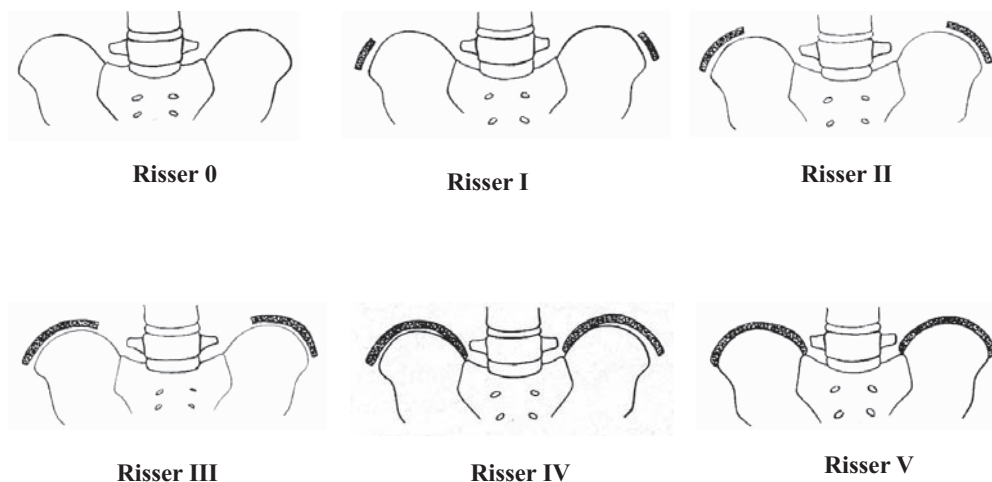
脊柱側弯症に対する装具療法の最近の知見

脊柱側弯症の治療体系は、経過観察、装具療法、手術療法に大別され、概してX線上で測定された側弯度Cobb角と年齢により、段階的に適応が検討される。大抵Cobb角25度未満は経過観察のみとされ、25度以上で、経過中5度以上の進行がみられ、骨成熟未熟の場合、装具療法の適応となる。治療方針の決定には骨成熟の程度を評価する必要があり、X線上の腸骨骨端核の出現の程度をみるRisser sign (図1)、臼蓋のY軟骨(triradiate cartilage : TRC)の癒合の有無(図2)、あるいは女子では初潮時期との関連などが参考となる、Risser sign I -II, Y軟骨閉鎖前、初

潮後1年以内は骨成熟未熟とされる。Cobb角45度以上は装具療法の限界とされ、手術療法の適応とされる。Cobb角40～45度はgray zoneであり、10歳以下の年少例ではややgray zoneが広がる(図3)。

思春期側弯症の保存療法については、従来体操療法、電気刺激療法、装具療法が行われたが、Nachemsonらは自然経過観察例、TLSO装具治療例、電気刺激治療例三者の比較検討としてSRS (Scoliosis Research Society) memberによる多施設のprospective studyを行い、装具開始時25～35度の胸椎カーブおよび胸腰椎カーブで、骨年齢10～15歳に限定して、16歳までの経過において5度以内に進行が

図1 Risser sign (腸骨骨端核の出現)



抑えられた成功率を評価した。その結果、自然経過が34%、装具療法が74%、電気刺激治療が33%であり、電気刺激は自然経過と有意差はなく、装具療法のみが有意に自然経過をしのいだとし、装具の側弯抑止効果を認めた^{1), 2)}。

特発性側弯症の自然経過については、概して骨成熟終了まで進行を続ける傾向があり、従来成長終了後は進行しないとされていたが、成長終了後の進行についても明らかにされるようになってきている。1982年にNachemsonらは胸椎側弯・女子を対象として5度以上進行する割合を求めた結果、暦年齢10~12歳で30度以上のカーブでは90~100%は進行するとした³⁾。Bunnellは326人の骨成熟未成熟の男女を対象として50度以下であった123人のうち68%は5度以上進行、34%は10度以上進行したとしている⁴⁾。一方、Lonsteinは19度以下のカーブはRisser sign 0かIの場合22%、Risser IIからIVの場合1.6%が進行性であるとし、20度から29度のカーブはRisser 0かIの68%、Risser IIからIVの23%が進行性であるとしている。年齢を加味すると、初診時10歳以下で20度以上は100%進行し、12歳以下で20度以上である場合61%進行し、逆に15歳以上で19度以下では進行例は4%であったとしている⁵⁾。

一方、成長終了後の経過については、Weinsteinが102人を対象として平均40年間followした結果、胸椎カーブでは成長終了時30度以下で平均26度の進行であったが、30~50度で10.2度、50~75度は最も進行し29.4度、75~100度では12.6度、100度以上では10.3度、胸椎カーブ全体で40年間に平均19度の進行であったとしている。腰椎カーブは30度以下は進行はなく、30~50度で15.4度、50度以上で18.5度、腰椎カーブ全体で16.2度進行したとしている⁶⁾。

脊柱側弯症における装具療法は、1956年にBlount, Schmidtらにより考案されたミルウォーキー装具の台頭に

より、本格的な装具治療が開始され、治療成績が評価できるようになった⁷⁾。当初、その治療中の例も含まれる中間成績では矯正効果が著しく、極めて有用であることが示された。しかしその後、治療終了例の治療成績では装具終了後の矯正損失から最終的に治療開始時のCobb角に戻ることが指摘され、大きな矯正効果は期待できず、側弯の進行を防止する維持効果としての評価にとどまるようになった。Carらは装具療法終了後5年以上経過した最終成績で平均5度の改善がみられたと報告し⁸⁾、筆者の研究においては平均3度の改善にとどまったが、維持効果として有用

図2 Y軟骨 (triradiate cartilage) の閉鎖の有無

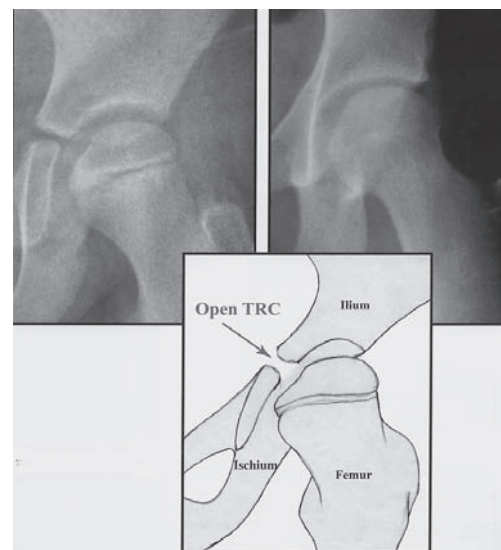
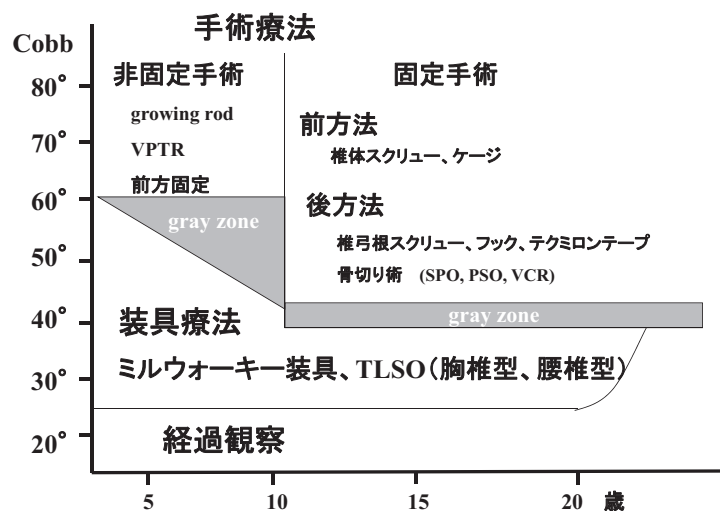


図3 脊柱側弯症の治療方針



性があるとした⁹⁾。一方、有効性を否定する報告として、1991年にForcarileらは、保存療法の有効性のエビデンスについて24の文献からMeta analysisにて検証を行い、5度以上進行あるいは進行して45度になるか、あるいは手術適応となるまで進行した例を不成功例とした場合、装具治療開始時30度以上のカーブは、30度以下と比較して不成功の割合が5倍近く多く、早期治療の有用性を指摘したが、側弯の進行には保存療法の種類および治療・未治療の違いはなかったとし、装具の有効性は判断できなかったと結論した¹⁰⁾。Goldbergらも装具を処方しない方針である自施設153人を対象に、装具治療を行った他施設と手術に移行した率を比較した結果、それぞれ28%と22%であり、手術回避の観点から装具の有効性を否定した¹¹⁾。これらの脊柱側弯症に対する装具療法の長期成績を踏まえ、自然経過と差はないとして有効性を否定する報告と、側弯の進行を阻止し手術に移行する例を大いに削減する有効性が高いとする報告の両論がみられようになったが、それぞれの対象、評価法が異なるため、両者の結論を単純に比較することは困難であった。

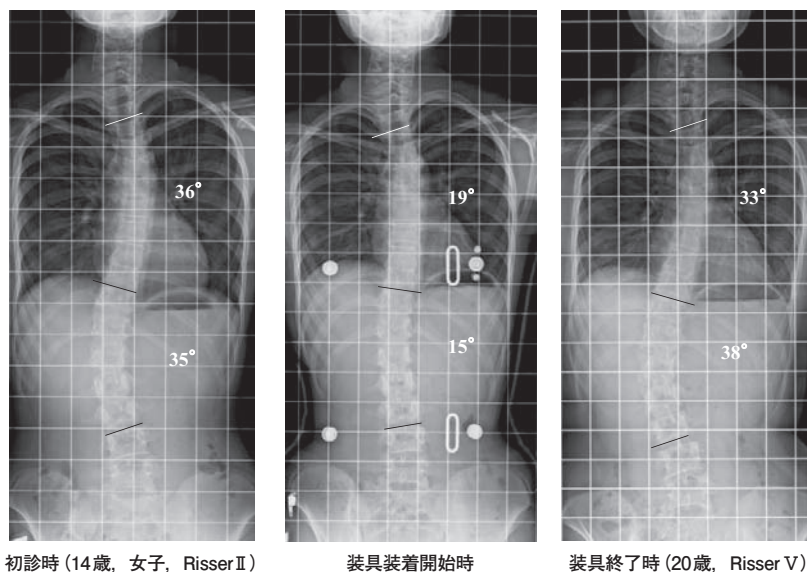
2005年Richardsらは、SRSの委員会により検討され、SRS criteriaとして調査対象、評価基準を一定にして治療成績を検討する試みを行った。すなわち対

象は装具療法開始時10歳以上、Risser sign 0～II、女子は初潮後1年未満まで、Cobb角25～40度とし、治療結果の評価は治療終了後、最終成績を5度以下の進行にとどまったものを成功例とし、6度以上進行したものを不成功例、あるいは最終調査時45度以上、手術移行例を不成功として評価し、その割合を検討した¹²⁾。

近年のSRS criteriaにのっとった基準で評価した報告が示されるようになり、さらに、装具装着状況、治療開始時の骨成熟度、カーブパターン、装具による矯正の程度などに細分化して検討する試みがみられている。

装具装着状況complianceにおいては、装具装着状況が客観的に厳密に評価できる温度センサー付きの装具を使用して装着時間を評価しており、Weinsteinは146例の装具療法群と96例の経過観察群を比較し、装具群は成功率72%であり、経過観察群は48%で、装具療法の有効性を示した。装具装着時間は全体で1日平均12.1時間(0～23時間)であり、装具装着6時間未満の場合は成功率41%で、経過観察例と差はなく、12.9時間以上装着のcompliance良好例では90～93%の成功率を呈した。すなわち装具装着時間のより長い例の成績が良好であると結論した¹³⁾。治療開始時の骨成熟度による治療成績の検討では、Karol

装具治療例



初診時(14歳, 女子, Risser II)

装具装着開始時

装具終了時(20歳, Risser V)

が装具治療開始時のRisser gradeにより最終成績が異なることを示し、最終的に手術に移行した例、すなわち不成功例は、治療開始時Risser 0の場合44.2%、Risser Iは6.9%、Risser IIは0%であったと報告した。Risser 0の中の41.9%は装具治療成功の鍵とされる12.9時間以上の装着でも不成功に終わり、特にTRC閉鎖前の例はhigh riskであったとし、TRC閉鎖前の例では開始時30度以下で、12.9時間装着した例は手術に移行しなかった¹⁴⁾。

Xuは装具による最大矯正率の高い例で最終成績がよいことを示し、装具療法において、装具装着後10%以上の矯正率が得られる例では、75.4%の成功率を呈したと報告した¹⁵⁾。カーブパターンについてはThompsonがLenke分類にしたがって検討し、50度以上になった例の割合は、胸椎カーブで34.1%、腰椎カーブで15.4%、12.9時間以上装着した例では胸椎カーブで30.3%、腰椎カーブで5.3%で、より手術例への阻止効果があったとし、腰椎カーブで不成功率が低いことを示した¹⁶⁾。

側弯の進行を防止する有効な方法が他にない現在、近年、装具による患者への心理的負担を考慮することにより、治療者側に従来のような強い装具装着への熱意が削がれる傾向があり、患者の装具装着に対する指導やチェックがおろそかになることも散見される。装具療法の治療成績の予後を考慮する際に、Karolが指摘するように、Risser 0の場合、TRC閉鎖前、Cobb角30度以上はhigh riskであり、これら治療成績を鑑みて、特発性側弯症に対する装具療法はRisser 0で、特にTRC閉鎖前、Cobb角30度未満で開始し、装具装着18時間/日が成功の鍵となるものと思われる。

文献

- 1) Nachemson AL, Peterson LE, et al: Effectiveness of treatment with a brace in girls who have adolescent idiopathic scoliosis. J Bone Joint Surg 77-A: 815-822, 1995.
- 2) Rowe DE, et al: A meta-analysis of the efficacy of non-operative treatments for idiopathic scoliosis. J Bone and Joint Surg 79-A: 664-674, 1997.
- 3) Nachemson A, et al: Prevalence and natural history committee report. Presented at the Scoliosis Research Society Meeting, Denver, 1982.
- 4) Bunnell WP: The natural history of idiopathic scoliosis before skeletal maturity. Spine 11: 773-776, 1986.
- 5) Lonstein JE, et al: The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth. J Bone and Joint Surg 66-A: 1061-1071, 1984.
- 6) Weinstein SL, et al: Curve progression in idiopathic scoliosis. J Bone and Joint Surg 65-A: 447-455, 1983.
- 7) Blount WP, Schmidt AC, et al: The Milwaukee brace in the operative treatment of scoliosis. J Bone Joint Surg 40-A: 511-528, 1958.
- 8) Car WA, Moe JH, et al: Treatment of idiopathic scoliosis in the Milwaukee brace. J Bone Joint Surg 62-A: 599-612, 1980.
- 9) 南 昌平: 特発性側弯症に対する装具療法の治療成績 — 2年以上装具装着例および装具治療終了例の検討. 日整会誌 56 : 471-485, 1982
- 10) Focarile FA, Bonaldi A, Giarolo MA, Ferrari U, Zilioli E, Ottaviani C: Effectiveness of nonsurgical treatment for idiopathic scoliosis. Overview of available evidence. Spine 16: 395-401, 1991.
- 11) Goldberg CJ, et al: Adolescent idiopathic scoliosis; the effect of brace treatment on the incidence of surgery. Spine 26: 42-47, 2001.
- 12) Richards BS, et al: Standardization of criteria for adolescent idiopathic scoliosis brace studies. SRS committee on bracing and nonoperative management. Spine 30: 2068-2075, 2005.
- 13) Weinstein SL, Dolan LA, Wright JG, Dobbs MB: Effects of adolescent idiopathic scoliosis. N Engl J Med 369: 1512-1521, 2013.
- 14) Karol LA, Virostek D, Felton K, Jo Chan-Hee,

Butter L: The effect of the Risser stage on bracing outcome in adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 98: 1253-1259, 2016.

- 15) Xu L, Qiu X, Qiu Y, Zhu Z: Initial correction rate can be predictive of the outcome of brace treatment in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Clin Spine Surg* 30: E475-E479, 2017.
- 16) Thompson RM, Hubbard EW, Jo Chan-Hee, Virostek D, Karol LA: Brace success to curve type in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 99: 923-928, 2017.