

# 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  
 東京都済生会中央病院整形外科  
 順天堂大学医学部整形外科  
 千葉大学医学部整形外科  
 東京慈恵会医科大学整形外科

## ■検診の対象およびシステム

検診は、都内14区9市1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, 文京区, 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, 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, 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

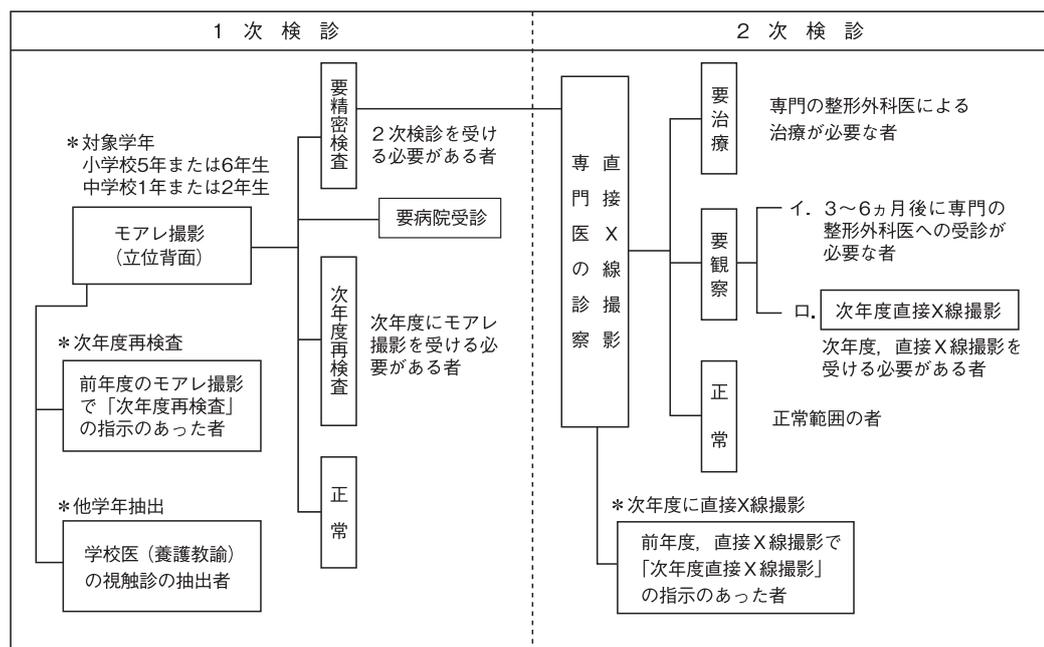
なお、豊島区と板橋区, 江戸川区, 青梅市では1次検診のモアレ撮影のみを東京都予防医学協会(以下, 本会)で実施し, 2次検診以降は他機関で実施しているため, 検診成績には含まれない。

さらに, 東村山市の小学校, 稲城市, 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教授, 渡辺航太慶應義塾大学講師が担当している。

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、2014(平成26)年度で37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、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。

2014年度の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。

## 2014年度脊柱側弯症検診の実施成績

2014年度の脊柱側弯症検診の総実施件数は、1次検診としてのモアレ撮影で小学生31,524人、中学生で28,343人、計59,867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

表1 脊柱側弯症検診実施数

(2014年度)		
区分	項目	実施数
	モアレ撮影	直接X線撮影
小学校	31,524	154
中学校	28,343	413
計	59,867	567

(注) 1次モアレ、2次直接X線の検診方式による実施数

た者は小学生154人、中学生413人、計567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15,979人中5人(0.03%)、女子15,545人中92人(0.59%)、計31,524人中97人(0.31%)であった。中学生では男子13,582人中22人(0.16%)、女子14,761人中243人(1.65%)、計28,343人中265人(0.93%)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63人(0.41%)、計65人(0.21%)で、中学生は男子11人(0.08%)、女子132人(0.89%)、計143人(0.50%)であった(表2)。

モアレ撮影異常者の割合は、小学生男子で1.70%、小学生女子で7.10%、中学生男子で5.22%、中学生女子で14.28%であった。モアレ異常者の内訳は、小学生男子異常者272人中、要2次検査者12人(0.08%)、要病院受診者5人(0.03%)、次年度モ

表2 Cobb法による側弯度分類

(2014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 15,979	3 (0.02)	2 (0.01)	5 (0.03)		
	女 15,545	29 (0.19)	63 (0.41)	92 (0.59)		
	計 31,524	32 (0.10)	65 (0.21)	97 (0.31)		
中学校	男 13,582	11 (0.08)	11 (0.08)	22 (0.16)		
	女 14,761	111 (0.75)	132 (0.89)	243 (1.65)		
	計 28,343	122 (0.43)	143 (0.50)	265 (0.93)		
合計	男 29,561	14 (0.05)	13 (0.04)	27 (0.09)		
	女 30,306	140 (0.46)	195 (0.64)	335 (1.11)		
	計 59,867	154 (0.26)	208 (0.35)	362 (0.60)		

(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

(2014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	15,979	272 (1.70)	12 (0.08)	5 (0.03)	255 (1.60)	3 (0.02)	2 (0.01)	3 (0.02)	2 (0.01)
	女	15,545	1,104 (7.10)	164 (1.06)	6 (0.04)	934 (6.01)	17 (0.11)	35 (0.23)	29 (0.19)	63 (0.41)
	計	31,524	1,376 (4.36)	176 (0.56)	11 (0.03)	1,189 (3.77)	20 (0.06)	37 (0.12)	32 (0.10)	65 (0.21)
中学校	男	13,582	709 (5.22)	69 (0.51)	7 (0.05)	633 (4.66)	20 (0.15)	10 (0.07)	11 (0.08)	11 (0.08)
	女	14,761	2,108 (14.28)	464 (3.14)	59 (0.40)	1,585 (10.74)	48 (0.33)	70 (0.47)	111 (0.75)	132 (0.89)
	計	28,343	2,817 (9.94)	533 (1.88)	66 (0.23)	2,218 (7.83)	68 (0.24)	80 (0.28)	122 (0.43)	143 (0.50)
合計	男	29,561	981 (3.32)	81 (0.27)	12 (0.04)	888 (3.00)	23 (0.08)	12 (0.04)	14 (0.05)	13 (0.04)
	女	30,306	3,212 (10.60)	628 (2.07)	65 (0.21)	2,519 (8.31)	65 (0.21)	105 (0.35)	140 (0.46)	195 (0.64)
	計	59,867	4,193 (7.00)	709 (1.18)	77 (0.13)	3,407 (5.69)	88 (0.15)	117 (0.20)	154 (0.26)	208 (0.35)

(注) 受診者数は、検診対象学年のモアレ撮影数

アレ再検者255人(1.60%)である。同様に小学生女子異常者1,104人の内訳は、要2次検査者164人(1.06%)、要病院受診者6人(0.04%)、次年度モアレ再検者934人(6.01%)である。中学生男子異常者709人の内訳は、要2次検査者69人(0.51%)、要病院受診者7人(0.05%)、次年度モアレ再検者633人(4.66%)で、中学生女子異常者2,108人では、要2次検査者464人(3.14%)、要病院受診者59人(0.40%)、次年度モアレ再検者1,585人(10.74%)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3人(0.02%)である。小学生女子は20度以上63人(0.41%)、15～19度29人(0.19%)、10～14度35人(0.23%)、10度未満17人(0.11%)である。中学生男子では20度以上11人(0.08%)、15～19度11人(0.08%)、10～14度10人(0.07%)、10度未満20人(0.15%)である。中学生女子では20度以上132人(0.89%)、15～19度111人(0.75%)、10～14度70人(0.47%)、10度未満48人(0.33%)であった。これらをまとめると、59,867人の中から20度以上の側弯は208人(0.35%)が発見されたが、他方では10度未満の擬陽性者が88人(0.15%)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39人(0.25%)、中学生男子2人(0.01%)、中学生女子63人(0.43%)である。3～6ヵ月後の経過観察者は小学生男子3人(0.02%)、小学生女子54人(0.35%)、中学生男子21人(0.15%)、中学生女子174人(1.18%)である。次年度直接X線撮影とされたものは小学生男子2人(0.01%)、小学生女子39人(0.25%)、中学生男子12人(0.09%)、中学生女子81人(0.55%)であった(表4)。

モアレ異常者の年度別推移について、2013年度と比べ異常者数が652人(1.13%)減少し、要2次検診対象者数も96人(0.17%)減少した。(表5)。

2005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。2013年度と比べ小学校では9人(0.03%)増加したが、中学校では29人(0.1%)減少した(表6)。

表4 モアレ異常者に対する2次直接撮影結果

(2014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)	3 (0.02)	2 (0.01)
	女	39 (0.25)	54 (0.35)	39 (0.25)
中学校	男	2 (0.01)	21 (0.15)	12 (0.09)
	女	63 (0.43)	174 (1.18)	81 (0.55)

(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

(2005～2014年度)					
年度	撮影件数	異常者数 (%)		要2次対象者数 (%)	
2005	51,443	2,561	(4.98)	719	(1.40)
2006	50,118	2,965	(5.92)	749	(1.49)
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)

(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

(2005～2014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	(%)
2005	27,904	76	(0.27)	23,539	250	(1.06)
2006	26,634	72	(0.27)	23,484	240	(1.02)
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)

(注) 受診者数は、検診対象学年のモアレ受診数

脊柱変形と姿勢異常の病態と診断

正常脊椎は正面からみると仙椎から頭側へ引いた鉛直線上に一直線に配列しているが、側面像ではジグザグにならび、頸椎前弯、胸椎後弯、腰椎前弯を呈し、仙椎は前傾して、頭部と腰仙部が一直線にくるようバランスがとられている(図1)。いわゆる脊柱変形では前額面での変形である側弯症は、仙椎両縁からそれぞれ頭側に引いた鉛直線に囲まれた部分をstable zoneと呼び、ここから逸脱する場合側弯症となる(図2)。矢状面の脊柱変形では胸椎後弯が正常範囲(生理的な後弯15°～30°)を超える場合、後弯症(hyperkyphosis)とし、胸椎部後弯が正常範囲以下の場合は平背(hypokyphosis)、あるいは

逆に前弯を呈する場合は胸椎前弯と定義される。また矢状面形状の変曲点となる頸胸移行部、胸腰移行部は正常脊椎では一直線上に並ぶが、これらの部位が若干でも後弯を呈する場合junctional kyphosisとして後弯症に区分される(図3)。

側弯症は、若年性腰椎椎間板ヘルニアなどによくみられる腰部痛や腰椎不稜性に基づく疼痛性側弯や、ヒステリーなどの精神反応、あるいは脚長不等など不良姿勢により発生する一時的な側弯状態である機能的側弯に対し、真の側弯症である脊椎骨に変形をもたらす構築性側弯に分けられる。

構築性側弯は脊柱が側方へ弯曲・偏位するのみでなく、頂椎を中心に椎体が後方へ回旋し、頂椎椎体の楔状変形を呈している疾患である。これらは特発性、先天性、神経・筋性、あるいは症候性側弯症として神経線維腫症性、マルファン症候群など間葉系異常に伴う側弯症に分けられるが、その他にも側弯は骨系統疾患の一症状に含まれることが極めて多い。最も多くを占める特発性側弯症は病因不明であるが、発症時期により乳幼児期側弯症、学童期側弯症、思春期側弯症の3つに分類される。

近年、乳幼児期側弯症、学童期側弯症は、早期発症側弯症(early onset scoliosis: EOS)として10歳未満のさまざまな側弯症を含めた新たな範疇の中に加えられている。乳幼児期側

図1 正常脊椎の構造

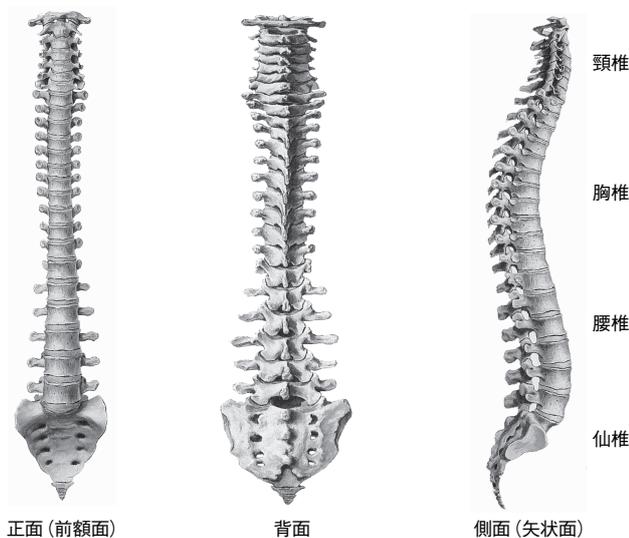


図2 側弯度の計測

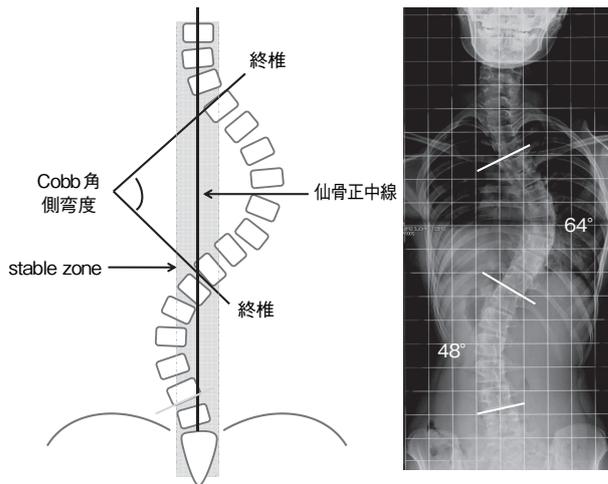
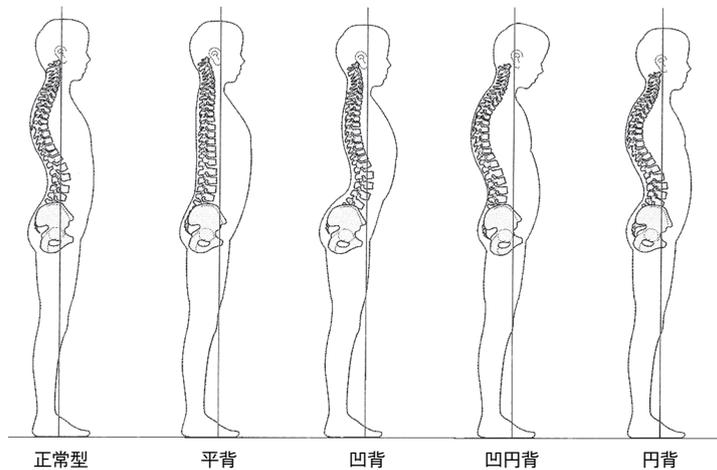


図3 脊柱後弯症(シヨイエルマン病)



C7 plumb lineは仙骨岬角の後方に位置している(バランス不良、後弯症)

図4 Staffelの姿勢異常の分類



1.9%, マルファン症候群1.2%, その他となっている。特発性側弯症においては女子が86.4%と多くを占め、発症時期による分類では思春期側弯症が83.2%で、乳幼児期側弯症は2.1%、学童期側弯症は13.1%となっている。

後弯変形を中心とした矢状面変形による立位姿勢の異常についてはStaffelが正常型、平背、凹背、凹円背、円背の5つに分類している。平背は胸椎後弯の減少や前弯を呈するタイプであり、凹背は腰椎前弯が過度であり、範囲が拡大する

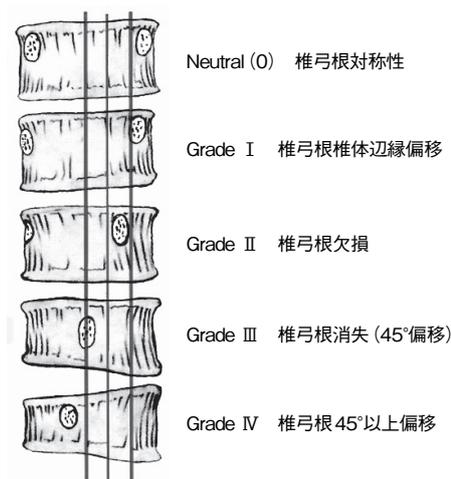
弯症は3歳以下に発症する側弯症のタイプで、通常生後6ヵ月以内に側弯の進行がみられ、男児に多く、左カーブもみられる点、あるいは成長とともに徐々に改善する、いわゆる resolving type も存在する点など、思春期側弯症と異なった様相を呈している。学童期側弯症は4~9歳に発症し、男女比ほぼ同等で、resolving type もある。

思春期側弯症は最も多くを占め、女子に多いのが特徴で、growth spurtの成長著しい時期に最も進行し、成長終了とともに、進行は緩徐となるものの、経年的に改善していくことはない。

日本側弯症学会の全国側弯症患者調査によると、9,270人の疾患別分布では特発性が79.1%、先天性側弯症が9.8%、神経・筋性3.0%、神経線維腫症

傾向があるもの、凹円背は胸椎後弯・腰椎前弯ともに過度であるもの、円背は全体的に胸椎の後弯が過度となるものである(図4)。脊柱後弯症には原因別に姿勢性、骨粗鬆症性、先天性、シヨイエルマン病、神経線維腫症、椎弓切除後、炎症性(結核)、強直性脊椎炎、外傷性、神経・筋性などに分類される。シヨイエルマン病は若年性脊柱後弯症とも呼ばれ、思春期男子に好発する椎体の楔状変形により胸椎後弯が進行する疾患である。X線学的に椎体の楔状化が5°以上の椎体が3つ以上ある場合を診断基準とし、X線変化として椎体終板の不規則像、シュモール結節や椎体辺縁分離などの変化を伴うことがあり、腰痛発症との関連性が高い。脊椎結核後の後弯(脊椎カリエス)は脊髄麻痺症状とともに、結核病変によ

図5 頂椎椎体回旋の計測 (Nash & Moeの分類)

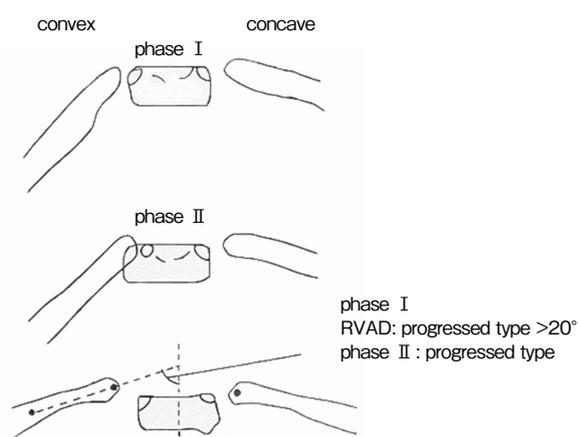


る椎体圧潰から角状後弯を呈することがあり、亀背とも呼ばれる。また椎弓切除後後弯症は小児期に腫瘍切除などで椎弓切除を行った後、成長により後弯が発生し、頸椎、胸椎では必発する。

### 脊柱側弯症の診断

一般に脊椎の変形はその進行に伴い、腰背部痛や内臓への負担などとの関連が指摘されるところであるが、思春期側弯症は疼痛など自覚症状を呈することはない。したがって自覚症状に乏しいため、これらの発見には学校検診に委ねられることが多く、視触診、モアレ検査が行われている。視触診においては肩の高さ、肩甲骨の突出、脇線の非対称、ウエストラインの非対称がチェックポイントとして定められ、さらに前屈テストによる肋骨隆起 (rib hump) や腰部隆起 (lumbar hump) の判定が行われる。前屈テストでは脚長差や後弯がある場合、側弯変形に比してhumpが大きいことがあり、注意を要する。脊柱変形の進行予測には骨成長の程度の把握が重要であり、骨成熟未熟の場合、さらなる進行増悪の可能性がある。骨成長の目安は過去1年間の身長伸びが1cm以下、あるいは女子であれば初潮後2年経過などは骨成長終了の可能性が高く、X線では腸骨骨端核の出現程度をみるRisser sign、あるいは骨盤臼蓋のY軟骨の閉鎖の有無をみるTRC (triradiate cartilage) などにより、骨成長の程度を

図6 乳幼児側弯症の進行予測 (Mehtaの方法)

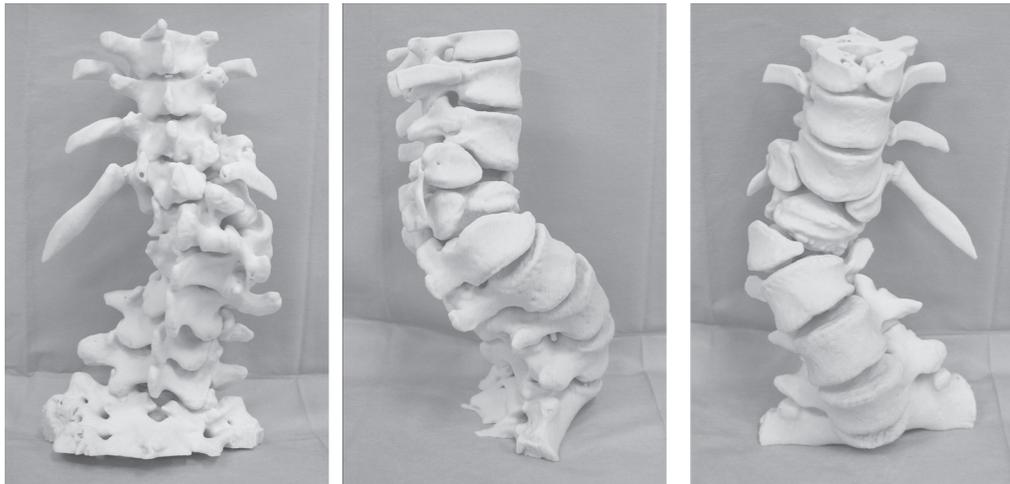


ある程度判断することができる。運動の状況として、運動が得意か不得意か、特に走るのが極めて遅いことがないかを確認しておく必要があり、遅い場合には本人が自覚していない神経・筋疾患が潜在している可能性がある。

画像診断において、X線所見では側弯カーブの中で最も側方に突出した頂椎から、頭尾側に向かって椎体傾斜が徐々に増していくが、最も傾斜の強い椎体を終椎と呼び、側弯度 (Cobb角) の計測は上位終椎上縁と下位終椎下縁のなす角で計測する (図2)。この終椎選択の間違いがCobb角の計測誤差を最も大きくする要因となる。通常立位のX線で評価を行うが、臥位のX線ではカーブの柔軟性 (flexibility) があるため、立位X線に比して角度が小さくなる。柔軟性の評価は、側弯変形では頸部と骨盤で牽引したX線、あるいはbending testと呼ばれる左右屈X線、後弯変形では前後屈X線にて評価することができる。また頂椎の回旋変形については、椎弓根陰影の左右非対称性の程度で表示するNash & Moe法が用いられる (図5)。一方、乳幼児側弯症では側弯の進行予測にMehtaの方法が用いられ、肋骨頭の骨端核を利用して肋骨の椎体に対する傾斜角の左右差をみるrib vertebral angle difference (RVAD) を計測し、その程度により進行を予測する (図6)。

脊髓空洞症など神経原性疾患による側弯症との鑑別では、神経症状のチェックおよびMRIによる評

図7 先天性側弯症3次元実体モデル



価が必要となり、神経学的所見では特に脊柱側弯症を合併する脊髄空洞症にて腹皮反射消失・宙吊り型痛覚解離・腱反射異常などの特徴的な所見を呈するが、これらの症状は自覚することがないため、診断上重要となる。特発性側弯症と診断される中に、MRI精査にて脊髄空洞症やChiari I型奇形が発見されることがあり、神経学的所見の評価は重要となる。

先天性側弯症は脊椎の先天奇形による脊柱変形であり、奇形椎のタイプにより著しく進行するものがあり、注意を要する。先天異常に伴う奇形椎は、半椎や蝶形椎のような脊椎の形成異常(defect of formation)を呈するタイプと、癒合椎のような分節異常(defect of segmentation)を呈するタイプ、さらに両者の混合型(mixed type)と、3つのタイプに分けられる。

奇形椎の中では半椎が最も多く、上下隣接椎と癒合せず、嵌頓していない挟まった形を呈するnon incarcerated typeが進行性である。すなわち形成異常において半椎や楔状椎のような、脊椎の左右あるいは前後で非対称である場合は、発育の差が生じ、成長とともに側弯や後弯変形が形成され、進行する。一方、蝶形椎など左右対称性の奇形では進行性の要因は少ない。

分節異常においては、片側のみ癒合した片側癒合椎(unilateral unsegmented bar)、あるいは反対

側に半椎を有する両者の混合型などは進行性である。すなわち変形の進行には奇形椎の形態、3次元的存在位置、上下椎との癒合の有無などの関係を把握することが重要であり、3D-CTなどの画像診断が有用となる。3Dプリンターにて3D-CT画像からそのまま実体モデルを作製することが可能となっており、より容易に手にとって把握することができる(図7)。

間葉系の先天性代謝異常に基づく疾患に伴う側弯症として、遺伝性疾患であるマルファン症候群、エーレスダンロス症候群がある。マルファン症候群は遺伝子異常、心血管系異常、眼科的異常、硬膜拡張に加え、骨格系異常を伴う症候群であり、骨格系異常では側弯症に加え、長身瘦躯の体型[dolichomorphism(上肢・下肢が異常に長い)], くも指, 関節弛緩性, 胸郭変形(漏斗胸), 硬口蓋高位などの症状があり, 関節弛緩性やくも指を加味したthumb signやwrist signが特徴的となる。

また側弯症を症状とする疾患に神経線維腫症(レックリングハウゼン病)の遺伝性疾患があり、脊柱変形と関係の深い神経線維腫症1型(NF1)では全身皮膚症状に加え進行性の脊柱変形がみられ、骨や軟部組織に瀰漫性に腫瘍浸潤とともに、骨の変化として椎体辺縁の陥凹(scalloping), 肋骨のpencilingなどのdystrophic changeがみられる。

神経線維腫症に伴う側弯症はカーブパターンとして short angular curve を呈することが多く、X線所見にて椎体後縁の scalloping, これに伴う椎体隅角の尖鋭化などが特徴となり、高度変形を呈する場合がある。

脊柱側弯症・後弯症の脊柱変形は成長期に進行増悪する疾患であるが、小児期は自覚症状に乏しいため、その発見が遅れてしまう可能性がある。従来側弯症は母親などが入浴時に発見する機会が多かったが、近年は入浴の機会が少なくなり、その発見は学校検診に委ねられることが多くなっている。すなわち学校検診を通して早期発見に努めるとともに、適切な管理が必要であり、治療の必要な例ではその機会や時期を逸することのないよう対策が必要となる。

近年高齢化社会を迎え、成人側弯症や高齢者の側弯症が取り沙汰されているが、側弯症や後弯症、前傾姿勢によるバランス不良、腰背部痛から、起立・歩行障害を来し、手術治療による矯正・再建が余儀なくされる例が増加している。成人側弯症の中には、思春期側弯症の遺残により経年的に進行して高度変形となる例も散見され、これらを見るにつけ、若年思春期のうちに適切な管理によって解決しておくべき問題があるものと思われる。側弯症の早期発見とともに、高齢者のみならず中高年においても、高度脊柱変形を残さないよう、近年の手術治療の進歩と相まって、過去の治療成績も踏まえて、思春期側弯症の治療適応基準などの見直し、再構築の必要性が痛感される。

## 参考文献

- 1) Arai S, Ohtsuka Y, Moriya H, Minami S, et al : Scoliosis associated with syringomyelia. Spine 18 : 1591-1592, 1993.
- 2) 北原 宏, 松本忠男, 南 昌平 : 特発性側弯症と脊髄空洞症を伴う側弯症の比較検討. 厚生省精神・神経疾患研究委託費 脊髄空洞症とその関連疾患の病態と治療に関する研究 平成4年度研究報告書 : 72-75, 1993
- 3) Lonstein JE, Carlson JM : The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth. J Bone and Joint Surg 66-A : 1061-1071, 1984.
- 4) Mehta MH : The rib-vertebra angle in the early diagnosis between resolving and progressive infantile scoliosis. J Bone and Joint Surg 54B : 230-243, 1972.
- 5) 南 昌平 : 小児期における腰背部痛と脊柱変形. 関節外科 16 : 64-72, 1997
- 6) 南 昌平, 大塚嘉則 : 千葉方式による側弯症学校検診の検討. 脊柱変形9 : 123-127, 1994
- 7) Nash C, Moe J : A study of vertebral rotation. J Bone Joint Surg 51A : 223-229, 1969.
- 8) 大木 勲, 南 昌平 : 全国側弯症患者の調査 : 過去15年間の患者の変動と治療法の変遷. 脊柱変形 5 : 12-18, 1990
- 9) Staffel F : Die menschlichen Haltungen Typen. ed by Bergmann, Wiesbaden, 1889.