

臨床トピックス

小児期の脊柱側弯症に対する長期的な経過を鑑みた治療選択 －脊椎疾患全体の治療の特徴とプロフェッショナルリズム－

金子 慎二郎*

はじめに

本誌の読者層は、御開業されておられる先生方が多いと伺っており、そのような背景を踏まえて、以下、疾患に関する基本的なことも含めて概説させていただいており、脊椎外科を専門とされておられる先生方には釈迦に説法となる内容も少なくないと拝察するが、その点に関しては、御理解いただければ幸いである。

また、脊柱側弯症や、脊椎疾患全体に関して、本稿の字数制限の関係で、詳細な内容までカバーすることは現実的ではないため、一般的な概説に加えて、読者の先生方が日常診療に於いて疑問に感じておられる可能性があり、読者の先生方の日常診療の一助となると可能性があると思われ、筆者が考える点を中心として、内容を絞って以下に概説する。

脊柱側弯症は、小児期から認められるタイプと、高齢になってから認めるタイプとの2つに大別され、前者は更に、半椎などの椎体奇形を伴う先天性側弯症、他の疾患に合併する症候群性側弯症、これらが除外され、最も高頻度に認められる特発性側弯症の主に3つに分類される。本

稿では、脊柱側弯症については、小児期の特発性側弯症の治療のポイントを中心として、特に長期的な経過を鑑みた治療選択という点に関して、主に概説する。

I. 小児期の脊柱側弯症に関して

特発性側弯症は、圧倒的に女性に多く、初潮開始から約1年前後が最も側弯が進行する時期であり、また、この時期が装具治療の有効性が最も認められる時期でもある¹⁾。従って、この時期に、装具治療の効果の恩恵を受ける可能性のある脊柱側弯症の患者に対して、専門医への受診機会を得る可能性を少しでも増やすということが、学校検診の対象を小学校の高学年の生徒や中学生としている地域が多いことの本来的理由である。

小児期の脊柱側弯症に関しては、カーブの場所と側弯の角度などによって、対処方法が異なってくるが、場所としては大別すると胸椎と腰椎に分かれる。胸椎は、周囲に肋骨の籠、すなわち胸郭があり、これが脊椎を安定化させているため、カーブが比較的小さければ、ほとんど問題にはならない。小児期から認められる側弯症は三次元的な変形であり、胸郭全体がねじれ曲がる形になるため、側弯の角度が約45度以上になってくると、20歳代の半ば頃から背部痛を認めるようになることが多く、また、側弯の角度が60度を超えてくるような場合は、肺に脊椎が食い込んでくるような形になるため、中年期以

—Key words—
脊柱側弯症, alignment, 長期経過, 積分値理論,
プロフェッショナルリズム

* Shinjiro Kaneko: 藤田医科大学医学部脊椎外科学講座
主任教授

降に呼吸機能障害を認めるようになることが多い。これらのことから、胸椎カーブは、角度が45度を超えてくるような場合には、小児期のうちに矯正を主目的とした手術をした方が良いということになっている(図)。

一方、腰椎では、肋骨が周囲にない分、安定性に欠ける部分があり、胸椎に比べると、解剖学的に、中年期以降に椎体と椎体間のクッションである椎間板がいたんでくる、即ち椎間板の変性を認めるようになることが多いこともあり、胸椎カーブにおける手術適応の角度よりは小さめの40度を超えてくるような場合には、小児期のうちに手術をした方が良いというスタンスが、脊柱側弯症治療の専門医の間での一般的なコンセンサスである。脊柱側弯症の患者は、小児期には愁訴を有していない場合がほとんどであるため、長期的な要素を鑑みて、小児期に於ける手術の妥当性を判断していることになるが、その詳細に関して、本稿で以下に述べていく。

II. 脊柱側弯症に対する矯正を主目的とした手術に関して

体の真ん中の部分に並んでいる骨の並びを変えろということ、勿論、簡単なことではなく、手術の道具や技術が十分に進歩する以前の昔前までは、側弯の十分な矯正を達成する手段がなく、ほぼそのままの配列の脊椎に対して骨移植をすることにより固定をして、側弯の進行の予防をするということが手術の主目的であった。その頃には、側弯に対するしっかりとした矯正を達成する手段がなかったという観点では、より早期に発見をし、より早期に手術を行うことの重要性が、現代に比べてより高かったと考えられる。

手術の道具や技術がそれなりに進歩してからは、脊柱側弯症をそのまま放置をしておくと、成人期以降、変形位で椎体同士が癒合してくる現象が認められるようになるため、達成可能な矯正の程度が小さくなっていくことが、小児期に手術を行う主たる根拠の1つになっていた。一方、変形位で椎体同士が癒合してくる現象が認めら

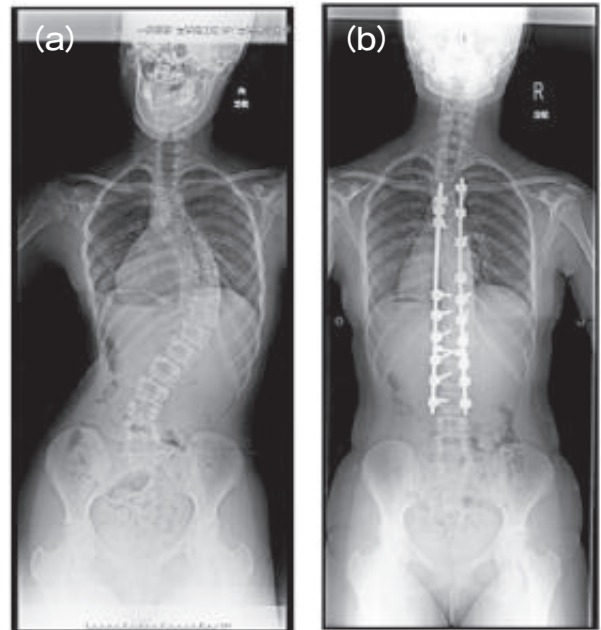


図 13 歳、女性。特発性側弯症の症例の単純 X 線脊椎全長立位正面像。

a. 手術前, b. 手術後(胸腰椎後方矯正固定術後)。手術前は肋骨が左右非対称になっているが、手術で脊柱の側弯が三次元的に矯正され、手術後は肋骨がほぼ対称になっている。

れるようになって、手術の道具や技術が更に進歩した現在、癒合した椎体間を解離する技術も向上し、中年期以降に手術を行うようなケースでも、それなりの矯正が達成可能になってきている。就職、結婚、育児など、様々な life event のために、学生時代に手術を受ける機会がなかった患者が、受診した病院で、手術が可能な時期は既に過ぎており、「手遅れ」と言われているようなケースを時折、目にする。そのような患者に対して、手術の道具や技術が更に進歩した現在では、我々、脊柱側弯症に対する治療を専門とする医師が治療を行えば、決して、「手遅れ」ではない形で、その時点で最も妥当と考えられる形での治療を行うことが可能になってきている。但し、中年期以降に手術を行う場合には、椎体間の解離操作などに伴い、小児期に手術を行う場合と比べると、手術中の出血量が増え、手術時間もより長くなる。中年期以降は、患者の体力は徐々に落ちてくる一方で、矯正を主目的とした手術の侵襲はより大きくなっていくため、

手術に伴う合併症を認める可能性がより高くなる。このことが、小児期に手術を行った方が良いという根拠の1つになっている。小児期に手術を行った方が良いという根拠としては、より大きな他の根拠もあるが、その根拠に関しては、本稿の後半部分で述べる。

Ⅲ. 脊椎疾患に対する手術治療に於ける固定術の問題点

腰部脊柱管狭窄症や腰椎椎間板ヘルニアは、脊椎疾患の中で最も頻度が高い疾患であるが、馬尾や神経根への圧迫がそれなりの程度で存在し、手術以外の治療の有効性が乏しいなど、幾つかの条件を満たした場合には、手術適応を有していると通常、判断される。手術では、馬尾や神経根への圧迫を解除、即ち除圧を行うが、椎間板の変性に伴う instability (ぐらつき) が顕著であれば、固定術も追加することが多い。一方、instability が顕著でなければ、固定術は行わない方が妥当であり、賢明であると判断されるが、その理由を以下に述べる。

本来、脊椎は、それぞれの椎体の segment 間が、前方部分の椎間板と後方部分の両側の椎間関節で支えられている3点支持の構造であり、体幹の動きに伴って、それぞれの segment 間が多少、動く構造になっているため、固定術を施行することによって、mobile な構造の動きをなくすということは、非生理的なことをしているわけである。固定術を施行すると、固定した部位の隣接椎間に、より大きな負担がかかり、長期的観点では、経時的に隣接椎間の椎間板変性が助長されることになる。そのため、固定術を施行した数年後には、隣接椎間障害と呼ばれる病態を認めるようになり、追加手術が必要になる可能性も決して低くはない。従って、instability が顕著でなければ、除圧術のみを行うということが妥当な判断となる。

また、高位などにもよるが、一般的には、固定した椎間数が多いほど、隣接部分への負担が力学的に大きくなり、隣接椎間障害を認めるようになる可能性が高くなると判断される。固定

術を行うと、一時的には手術後の改善の度合いが大きくなるが、その効果は長持ちせず、数年後に再手術になるということが少なくない。固定椎間数が増えると、隣接部位への負担は増えるため、手術後の比較的早い段階で、再度の追加手術が必要になるというケースも少なくないが、数年毎に手術の追加が必要になるということは、決して、患者が望むようなことではないと考えられる。実際には、脊椎の手術を受けた患者が、様々な経緯により、このようなことになっているケースは決して少なくなく、これは、脊椎疾患に対する手術治療に於ける特徴に由来することでもある。従って、脊椎外科医は、プロフェッショナルとして手術はしっかりと出来て当たり前であり、個々の症例に対して、最も妥当な術式を選択するということが非常に重要である。そのためには、脊椎外科医の資質として、しっかりとプロ意識(プロフェッショナルリズム)を有しているということが極めて重要であると考ええる。

Ⅳ. 脊椎疾患に対する治療に於ける alignment の重要性

脊柱側弯症に対して、それぞれの高位において手術適応とされている角度になると小児期に手術を行うことは多いと述べたが、矯正範囲に手術後、適切な可動性を有する形で手術を行うことは現在の技術では不可能であり、また、将来的にも、少なくともしばらくの間はそのような技術は出てこないと考えられる。従って、矯正を行った部分は固定をするということになり、先程のセクションで述べた内容だけを鑑みると、矯正固定を行う範囲が比較的、広くなる脊柱側弯症に対する矯正を主目的とした手術に関しては、将来的な隣接椎間障害に対する再手術の可能性という懸念が出てくるわけである。このことは、筆者自身も、脊柱側弯症に対する治療を行う中で、長年、大きな疑問の1つとして以前から考えていたことではあるが、最近の様々な知見から、以下のようなことが徐々に明らかになりつつある。

脊椎の大きな特徴の1つは、多くの骨、即ち、通常は頸椎7個、胸椎12個、腰椎5個の合計24個もの骨から構成されていることである。また、これらの骨の並びは alignment と呼ばれるが、脊椎の横から見た alignment は決してまっすぐではなく、人間は、通常、骨盤が50度から60度前後、前に傾いているため、骨盤の傾きとバランスをとるようにして、腰椎が前の湾曲(前弯)、胸椎が後ろの湾曲(後弯)、頸椎が前の湾曲(前弯)を持っていることによってバランスを保っており、また、それぞれの高位に適切な湾曲の程度がある。

下位腰椎での椎体の冠状面(正面像)での傾きが大きいと、下位腰椎での椎間板への負担が大きくなり、椎間板変性が、通常よりも早く、また高度に認められるようになる可能性が高くなる。実際、小児期の側弯症の遺残症例では、高度の椎間板変性に伴う instability が側方へのすべり、即ち、上下の椎体同士のずれにつながり、また、中年期以降の側弯の進行や、矢状面の alignment にも影響し、胸腰椎移行部の過度な後弯にもつながる。従って、小児期の側弯症の遺残症例で、中年期以降に手術を行う場合には、高度に変性した椎間板に対する処置も必要になり、また、矢状面の alignment に関しても、比較的大きな矯正を要するようになるため、小児期での手術では通常は要さない、側方からのアプローチが追加になったりする分、手術を2回に分ける手術(予定二期的手術)になることも少なくない。また、手術の効果をより長持ちさせるためには矯正の範囲に骨盤を含めるなど、手術をする範囲がより広くなることが多くなる。固定術の範囲が広がると、体幹の柔軟性を犠牲にする部分も大きくなるため、「得るものもあるが失うものもある」手術になる。

小児期に矯正を主目的とした手術を行っておくことには、下位腰椎部の椎体の冠状面(正面像)での傾きを減じておくことにより、下位腰椎での椎間板への負担がより減り、下位腰椎の椎間板変性につながる可能性が低くなるという狙いがある²⁾。また、より適切な alignment で固定をすれば、隣接部分の椎間障害を減らせるという

報告が近年、相次いで発表されおり³⁻⁵⁾、これらのが、小児期に適切な形で手術を行っておくことの妥当性の根拠になっている。

V. 脊椎疾患に対する治療に於ける プロフェッショナルリズムの重要性

高齢者の脊柱変形では、腰椎の側弯よりも後弯の方、即ち、矢状面の問題が、患者のADLの低下に繋がることが多い⁶⁾。即ち、腰椎の後弯に伴い、体幹が前方に倒れる傾向が出てくるが、人間は重心線(外耳道から下ろした線)が骨盤の上にこないとバランスを保って立てないため、前方に shift した重心線を後方に戻すために、腰椎後弯の代償機構が必要になってくる。脊椎の領域では、骨盤後傾、胸椎の前弯化、頸椎の過前弯の3つが腰椎後弯に対する代償機構であるが、骨盤の後傾は、腰部への過度な負担となり、立位継続時の腰痛の主たる原因となる⁷⁾。高齢者の腰椎後弯の症例に対して、腰椎後弯をしっかりと矯正し、腰椎に適切な前弯角を付ける矯正手術を施行すると、手術後、立位継続時の腰痛が劇的に改善するケースを目にする度に、骨盤の後傾が、高齢者にとって、如何に腰部への過度な負担となっているかということ再認識する。一方、一般的な腰椎の変性疾患に対して、短い範囲、即ち、1椎間や2椎間の固定術を施行する場合でも、固定術を施行するという事は、その部分の患者の代償機構が働かなくなるということでもある。従って、特に代償能が低い高齢者に対しては、固定術を施行する場合には、その範囲に適切な湾曲、腰椎であれば適切な前弯角を付けるということが非常に重要になってくる。実際、腰椎高位に於いて、適切な前弯角が付いていない固定術では、手術後、隣接椎間により大きな負担がかかり、手術後の早期の段階で、隣接椎間障害に対する再手術に至る可能性が高くなるということが、近年、報告されている⁵⁾。適切な前弯角を付けるためには、本稿では、字数制限の関係で、詳細な記述は割愛するが、「骨切り」という多少、侵襲が大きくなる手術操作が必要になることが多い。より効果が長持ちする

手術を行うという観点で、多少、手術時間が長くなったり、傷の長さが少し長くなったりしても、しっかりとした内容の手術を行うということは、非常に重要なことである。

手術の際の傷の長さが数 cm 短くても、内容が不十分な手術となり、数年毎に再手術を繰り返すようなことになる手術では、勿論、低侵襲な治療を行ったことにはならない。また、仮に固定術を行う際には、腰椎高位であれば適切な前弯角を付けるということが非常に重要であり、執刀医の自称、「低侵襲手術」によって不適切な alignment で固定されているために、隣接部位での問題による再手術が繰り返し必要になり、再手術の際には、手術の侵襲がその都度、益々大きくなるような患者を目にすることが、近年、残念ながら少なくない。これらのことから、見せかけだけの「低侵襲治療」に患者を誘導することのないように、脊椎外科領域に於ける若手に対する教育をより充実させる必要性を筆者は再認識するに至った。最近、筆者は、よりわかりやすく若手の脊椎外科医に考えていただくために、「積分値理論」という概念を提唱している⁸⁾。X 軸を時間軸、Y 軸を患者の満足度や改善の度合いと考えた時に、長期的に見た積分値が最も大きくなる治療、即ち、治療効果が長持ちする治療が患者にとっての真の意味での「低侵襲治療」であり、治療方針や術式を検討する際に、「積分値」が最も大きくなる治療を選択するように提唱している。

「積分値」が最も大きくなる治療が、病院の経営に貢献する治療にならないことは勿論、多々あるが、医師免許を持っているということは、そのような際に、決してブレない人間だと国から認定されたということであるという認識を持つことが非常に重要である。脊椎外科領域では、本稿で述べてきたような様々な理由から、患者自身が治療を選択するということはなかなか簡単ではなく、脊椎外科医が、最も長持ちする治療への道筋をしっかりと示すという意味で、「真のプロフェッショナルリズム」が求められる度合いが高い領域であると考えている。

まとめ

本稿では、小児期の脊柱側弯症に対する長期的な経過を鑑みた治療の選択に関して、主にはその妥当性の根拠となる事柄に関して述べた。これらは、脊椎疾患全体の治療の特徴とも大きく関連することもあり、脊椎疾患に対する治療は、「真のプロフェッショナルリズム」が求められる度合いが高い領域であることにしても、その理由とともに述べた。

本稿が、読者の先生方の日常診療の一助となれば幸いである。

利益相反

本論文に関して、筆者に開示すべき利益相反はない。

文献

- 1) Weinstein SL, et al : Effects of bracing in adolescents with idiopathic scoliosis. *N Engl J Med* 2013 ; 369 : 1512-1521.
- 2) Ohashi M, et al : Predicting factors at skeletal maturity for curve progression and low back pain in adult patients treated nonoperatively for adolescent idiopathic scoliosis with thoracolumbar/lumbar curves : a mean 25-year follow-up. *Spine (Phila Pa 1976)* 2018 ; 43(23) : E1403-E1411.
- 3) Hills J, et al : The T4-L1-Hip Axis : defining a normal sagittal spinal alignment. *Spine (Phila Pa 1976)* 2022 ; 47(19) : 1399-1406.
- 4) Hills J, et al : The T4-L1-Hip Axis : sagittal spinal realignment targets in long-construct adult spinal deformity surgery : early impact. *J Bone Joint Surg Am* 2024 ; 106(23) : e48.
- 5) Singh M, et al : Impact of segmental lordosis restoration during degenerative spinal fusion on two-year adjacent segment disease and revision rates. *Spine (Phila Pa 1976)* 2025 ; 50(17) : 1219-1224.
- 6) Glassman SD, et al : The impact of positive sagittal balance in adult spinal deformity. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005 ; 30(18) : 2024-2029.
- 7) Lafage V, et al : Pelvic tilt and truncal inclination : two key radiographic parameters in the setting of adults with spinal deformity. *Spine (Phila Pa 1976)* 2009 ; 34(17) : E599-E606.
- 8) 金子慎二郎 : プロフェッショナルとしての脊椎外科医であるということ - 科学的に妥当な「より長持ちをする」術式選択のための積分値理論. *臨床整形外科* 2023 ; 58(5) : 712-716.