

特 集

高齢者医療の現状と展望 —各領域のトピックス—

## 高齢者の脊椎疾患治療のトピックス

—手術計画の進歩—

獨協医科大学 整形外科

稲見 聡 種市 洋

### 緒 言

平成 25 年国民生活基礎調査結果によると、腰痛の有訴者率は男性では 99.2 (人口千対) で第一位、女性では 118.2 (人口千対) で肩こりに次いで 2 番目に多い愁訴である<sup>1)</sup>。高齢患者の運動器疾患診療においても腰痛の頻度は高く、その要因としては様々な疾患が背景にあり、適切な鑑別診断と治療が必要となる。特に近年の高齢者人口の増加に伴い、いわゆる「腰まがり」による腰痛患者は多く、病態が複雑なため適切な理解が必要となっている。この疾患の特徴は、腰椎や胸腰椎部で脊柱のアライメントに異常が生じ体幹の立位バランスが崩れ、強い腰痛を伴うものである。時に高齢者では腰部脊柱管狭窄症を伴い、下肢痛も認める。その結果、歩行障害のみならず立位の維持も困難となり、生活動作の自立が大きく障害され、健康寿命にも影響を及ぼすことになる。

「腰まがり」を引き起こす疾患は複数存在する。頻度の高いものとしては、椎間板や椎間関節の加齢による変性変化を背景に変形が生じる変性後側弯症や、また骨粗鬆症を伴う高齢者では骨粗鬆症性脊椎骨折が重度変形の要因として問題となる。また、思春期特発性側弯症の遺残変形や、パーキンソン病など神経筋疾患による脊柱の変形も存在する。これら様々な原因により脊柱変形が生じるが、骨成熟期以降に生じた脊柱変形は包括的に成人脊柱変形と言われる。

重度の成人脊柱変形は、保存療法に限界があり手術治療が適応になる。手術治療の主体は、失われた生理的アライメントを矯正固定術により再獲得することである。以前は、再獲得するアライメントの目標値が不明瞭で、広範囲に及ぶ手術のため侵襲が高いことが手術治療の問題点であった。最近では成人脊柱変形に対する病態解析の進歩により、目標とするアライメントが解明されている。また手術手技の進歩は手術の低侵襲化をもたらし、以前は治療困難と考えられていた成人脊柱変形の治療が

可能になっている。本稿では成人脊柱変形の病態とそれに対する手術計画法、特に再獲得するアライメントの目標値について解説する。

### 2. 腰椎前弯の減少と代償作用

成人脊柱変形における腰痛の機序は大きく 2 つに分けられる。1 つは局所的な要因で、加齢による椎間板や椎間関節の変性で生じる侵害受容器性の疼痛である。2 つ目はこれらの変化が複数の部位で生じることで引き起こされる脊柱の側弯や後弯、または骨粗鬆症性の椎体骨折が合併した場合に生じる脊柱後弯などである。脊柱全体のアライメントをグローバルアライメントと称するが、上述した側弯や後弯によるグローバルアライメント異常が、成人脊柱変形の大きな特徴と言える。矢状面でのグローバルアライメントを構成する要素は、胸椎、胸腰椎、腰椎の脊椎アライメント (図 1) と、骨盤のアライメントがある (図 2)。高齢者の腰曲がりにおいては、先に述べた機序により腰椎または胸腰椎での前弯減少が生じる。一方、高齢者において腰椎前弯減少が生じた場合でも通常は立位の保持は可能であり、それは腰椎以外の部位で代償的にアライメントの変化が生じるためである。つまり、胸椎の前弯化や骨盤の後継により、前傾する体幹を代償する変化である (図 3)。骨盤を後傾させるためには、股関節の伸展と膝関節の屈曲が必要であり、成人脊柱変形の患者では脊椎のみならず下肢においても非生理的負荷が生じている。この様に高齢者の成人脊柱変形患者が立位を保持し歩行するためには、局所の変形による疼痛に加え、それを代償する他の部位が非生理的な環境に置かれ、二次的な疼痛を生じる可能性もある。

### 3. 腰椎前弯と骨盤形態の関係

脊柱骨盤グローバルアライメントにおいては、骨盤形態 (Pelvic Incidence : PI) (図 2) と脊柱アライメント

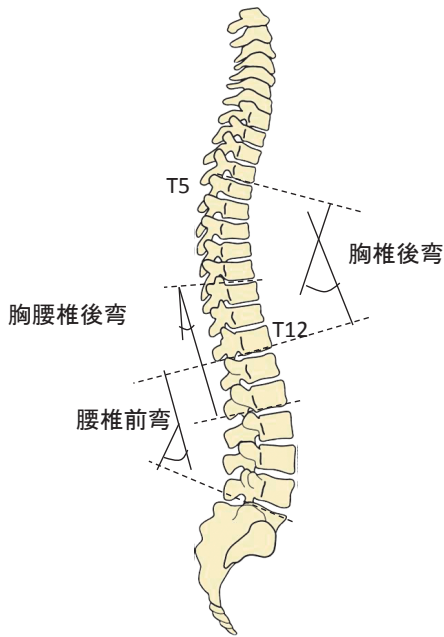


図1 脊柱矢状面のアライメント

胸椎後弯は T5-T12, 胸腰椎後弯は T10-L2, 腰椎前弯は T12-S1 の範囲で, 椎体終板を基準に角度を計測する。

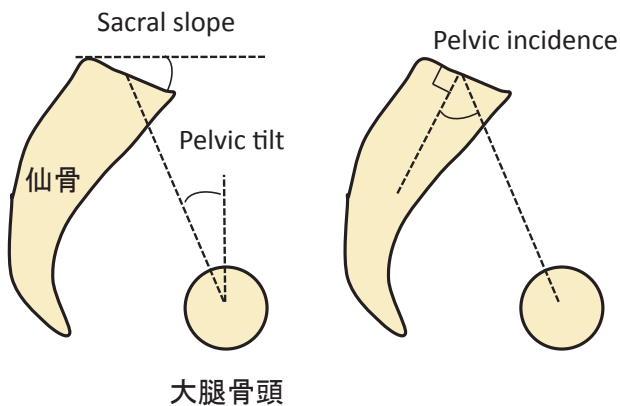


図2 骨盤アライメント

Sacral slope は水平線に対する第1仙椎上縁の傾き, Pelvic tilt は大腿骨頭を中心とした骨盤の回旋角度で, 骨盤の後傾により値が増大する。Pelvic incidence は骨盤における仙椎の形状を表す指標であり, 各個人固有の骨盤形態角である。

の密接な関連が過去の研究で指摘されている<sup>2~4)</sup>。PI は骨盤における第1仙椎の形状を表す指標であり, 各個人で固有の値を示す。第1仙椎は, いわば脊柱の基礎に相当するので, その形状は脊柱のアライメントと密接に関係する。健全な腰椎前弯 (Lumbar Lordosis : LL) は PI にマッチした値であり, 成人脊柱変形などにおいて腰椎前弯の減弱を認める場合に, その異常の程度は PI を用い定量的に表すことができる。理想的な腰椎前弯を求め

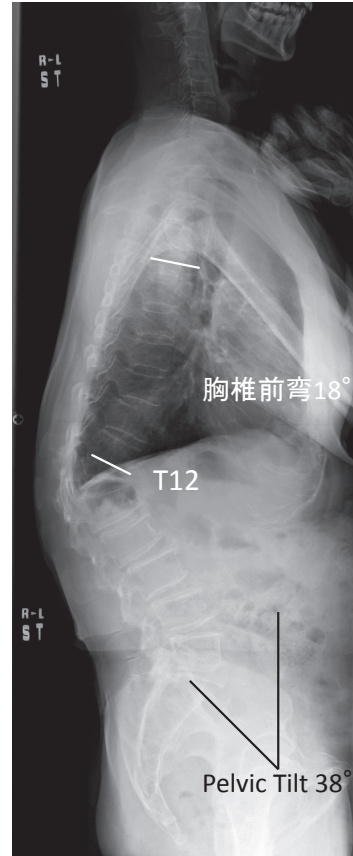


図3 胸腰椎後弯に対する代償作用

T12 椎体骨折後の胸腰椎部後弯を, 胸椎の前弯と骨盤の後傾で代償し, かくうじて矢状面立位バランスを保っている。本来後弯である胸椎は代償性に18°前弯している。Pelvic tilt は38°で骨盤後傾を認める。

る計算式が報告されており, Scoliosis Research Society (SRS) -Schwab 分類では PI と LL の差が10°未満 (PI-LL<10°) が目標値とされている。この指標は簡便で理解し易いため, 成人脊柱変形の手術における腰椎前弯矯正の指標として広く用いられてきた<sup>5)</sup>。

一方, PI の値は健常者においても大きな幅があり<sup>6~9)</sup>, 日常の臨床でも 30°<PI<80° 程度の症例を経験する。骨盤の形態が異なれば, 立位や歩行に関わる力学的特性も異なることが予想される。また実際の手術患者においては, PI-LL>10°でも手術成績が良い例は多く認める。そもそも, PI-LL<10°の関係式は非手術患者を対象とした解析で導かれた式であり, そのまま術後の患者に当てはまるのか明らかではなかった。これらのことから, SRS-Schwab 分類で提唱された PI-LL<10°の妥当性を, 手術症例で検証する目的で以下の研究を行った。

#### 4. 術後成績良好例における, PI と PI-LL の関係

対象は成人脊柱変形手術後2年以上経過した48例(年齢 $60.7 \pm 9.7$ 歳)で, 最終観察時の脊柱変形パラメータの平均値は, 胸椎後弯(TK):  $30.0 \pm 13.9^\circ$ , 胸腰椎後弯(TLK):  $9.2 \pm 7.5^\circ$ , LL:  $38.6 \pm 11.0^\circ$ , Pelvic tilt(PT):  $24.9 \pm 9.8^\circ$ , PI:  $49.7 \pm 11.4^\circ$ , PI-LL:  $11.0 \pm 12.6^\circ$ であった. 最終観察時のOswestry disability index(ODI)は $14.4 \pm 9.9$ (0~35.6)%であった.

最終観察時ODIの75パーセンタイル(ODI=22%)以下をQOL良好と定義した. QOL良好群(n=36)においてPIとPI-LLの関係を回帰分析で解析すると,  $PI-LL = 0.41PI - 11.12$  ( $r = 0.45, p = 0.0059$ )の式が導かれ, 有意な関係を認めた(図4). 導かれた予測式から理想的なPI-LLは一定の値ではなく, 個人のPIの大きさにより変化する値であることが解る. 実際の数値を予測式に当てはめると, ほぼ平均的な値であるPI=50の場合に理想的なPI-LLは $9^\circ$ となり, Schwab分類における正常値に一致する<sup>8)</sup>. 一方PIが $30^\circ$ と小さい場合にはPI-LLは $1^\circ$ と計算され, またPIが $80^\circ$ と大きな場合にはPI-LLは $22^\circ$ となる. つまり, PIが小さい場合はPI-LLは $0^\circ$ に近くなり, PIが大きな場合は $10^\circ$ より大きなPI-LLが許容されることがこの研究により明らかとなった.

#### 4. 他の予測式との比較

本研究で得られた $PI-LL = 0.41PI - 11.12$ をアレンジしLLを独立変数とすると次の様になる:  $LL = 0.59PI + 11.12$ . これまでにPIからLLを求める式はいくつか報告されており, Legayeらは健常ボランティアを対象に次の様な式を提唱している<sup>10)</sup>:  $LL = 0.596PI + 35.415$ . また, 高齢者ボランティアを対象にしたHamamatsu formulaでは:  $LL = 0.45PI + 31.8$ と報告されている<sup>11)</sup>.

これらの3つの式においてPIの係数に注目すると, 我々とLegayeの式はおおむね0.6と一致し, Hamamatsu formulaも0.45と近い値である. この係数に関して, SRS-Schwab分類の $PI-LL < 10^\circ$ と比較し重要なポイントは, 3つの式はいずれもPIの係数が1でないことである. つまりLLを独立変数とする一次方程式において, LLの増加割合はPIの増加の45~60%に過ぎず, PIが大きくなるほどPIとLLの差(PI-LL)が大きくなることを意味している. この3つの式はいずれも相対的には「PIが小さい場合はPI-LLは小さな値に, PIが大きい場合はより大きなPI-LLが許容される」ことを示している.

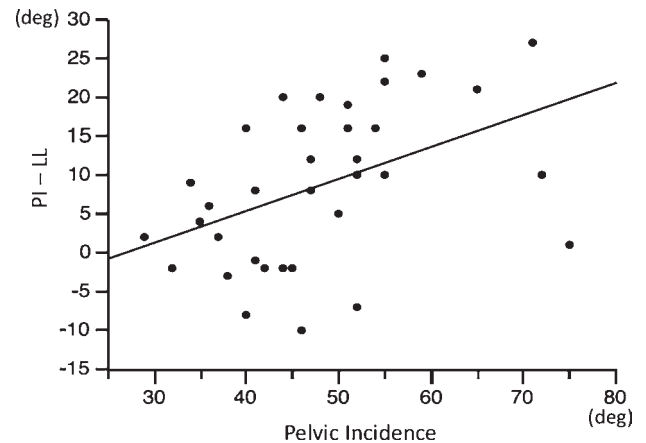


図4 Pelvic Incidence と PI-LL の関係

一方Y切片は我々の式と他の2つの式で隔たりがある. この理由としては母集団の背景の違いが関与すると考える. 我々の対象は平均年齢61歳の成人脊柱変形術後患者であるが, Legayeらは平均年齢24歳の健常者であり, 若年者における生理的腰椎前弯は高齢者よりも大きいので, より大きなY切片値なのであろう. Hamamatsu formulaは健常者高齢ボランティアであり, 我々の対象は成人脊柱変形術後患者であることが異なる点である. 成人脊柱変形手術における目指すアライメントとは, 健常者のアライメントなのか, その場合は若年者か高齢者か, それとも術後の成績良好例から目指すアライメントを探るべきなのか, これらは現在明確な答えは無く今後の研究に期待したい. また, 成人脊柱変形手術計画においては適切な腰椎前弯を目指すことが第一に重要であるが, 高齢者においては骨粗鬆症やサルコペニア, さらには内臓疾患の合併など全身状態も考慮に入れた計画が必要である.

#### 5. おわりに

本研究の結果から, 小さなPIではPI-LLが小さく, 大きなPIではPI-LLは大きな値が許容されることが示され, 理想的なPI-LL値はPIの大きさにより変化することが明らかとなった. 脊柱変形矯正手術は低侵襲手技が導入されているが, 高齢者には今だに侵襲が大きな手術である. 手術において, 本研究で明らかとなった適切な腰椎前弯獲得を目指すことで, 不必要な侵襲を減らすことが出来ると考える.

#### 文 献

- 1) 厚生労働省大臣官房統計情報部:平成25年度国民生活基礎調査.
- 2) Duval-Beaupère G, Schmidt C, Cosson P: A barycen-

- tremetric study of the sagittal shape of spine and pelvis : The conditions required for an economic standing position. *Ann of Biomed Eng* **20** : 451-462, 1992.
- 3) Legaye J, Duval-Beaupère G, Hecquet J, et al : Pelvic incidence : a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. *Eur Spine J* **7** : 99-103, 1998.
  - 4) Boulay C, Tardieu C, Hecquet J, et al : Sagittal alignment of spine and pelvis regulated by pelvic incidence : standard values and prediction of lordosis. *Eur Spine J* **15** : 415-422, 2006.
  - 5) Schwab F, Ungar B, Blondel B, et al : Scoliosis research society-Schwab adult spinal deformity classification : a validation study. *Spine* **37** : 1077-1082, 2012.
  - 6) Berthonnaud E, Dimnet J, Roussouly P, et al : Analysis of the sagittal balance of the spine and pelvis using shape and orientation parameters. *J Spinal Disord Tech* **18** : 40-47, 2005.
  - 7) Schwab F, Patel A, Ungar B, et al : Adult spinal deformity-postoperative standing imbalance : How much can you tolerate? An overview of key parameters in assessing alignment and planning corrective surgery. *Spine* **35** : 2224-2231, 2010.
  - 8) Horton WC, Brown CW, Bridwell KH, et al : Is there an optimal patient stance for obtaining a lateral 36" radiograph? A critical comparison of three techniques. *Spine* **30** : 427-433, 2005.
  - 9) Schwab F, Blondel B, Bess S, et al : Radiographical spinopelvic parameters and disability in the setting of adult spinal deformity. *Spine* **38** : 803-812, 2013.
  - 10) Legaye J, Duval-Beauere G : Sagittal plane alignment of the spine and gravity : a radiological and clinical evaluation. *Acta Orthop Belg* **71** : 213-220, 2005.
  - 11) Yamato Y, Hasegawa T, Kobayashi S, et al : Calculation of the target lumbar lordosis angle for restoring an optimal pelvic tilt in elderly patients with adult spinal deformity. *Spine* **41** : 211-217, 2016.