

エッセイ

人類の進化における直立二足歩行の光と影 —整形外科医療の立場から

竹 光 義 治

はじめに

その昔、アフリカ大陸の東側で草原地帯が増え、約700万年前人類の祖先である猿人は木から降り草原での生活を余儀なくされるようになった。草原での生活では直立二足歩行が有利で、手の巧緻化とともに250万年前石器を使うようになると、肉食も可能となり、脳は更に大きく進化したとされる。化石にみる猿人の脊柱は緩い全後弯(猫背)をなし前傾していたものが、次第に直立し、頭蓋の後方にあった後頭環椎関節と大後頭孔は頭蓋底中心部に来て、重い頭と体幹を少ないエネルギーで安定保持できるようになった。

また、直立二足歩行により、骨盤は開いて内臓の重さを支えるのに適応し、脊椎骨は下位にいくほど大きくなって上半身の重力を支え、S字状弯曲ができて衝撃を吸収できるようになった。下肢骨は延長して走行能力も進歩し、約20万年前今の現生人類が生まれたとされる。

人類は直立二足歩行によって脳や手が進化し、今日の発達した高度文明を築くことができ、我々はその恩恵に浴している。しかし、直立二足歩行の歴史と経験は四足時代の長さから見れば極めて短く、そのためか我々人類は直立二足歩行に十分適応できているとは思えない点が目につく。更に高齢化により直立二足歩行の疲労現象ともいえる障害が運動器に見られる。これは私見であるが、進化の途上、新しく発達した機能ほど老化により早く衰えるように思うのがいかなるであろうか。整形外科医の一人として、運動器障害とそれの対応を人類進化の光と影という切り口から少し考えてみたいが、独断と偏見をお許しいただきたい。

その1；中高年者の腰曲り障害—腰椎変性後弯症について

1975年4月1日付で私は旭川医科大学に九州から赴任した。九州では花見をすませてきたが、借家の周りは雪の山、朝晩は零下であったが、希望に燃えていたので寒いとは思わなかった。雪が融けると、庭の片隅から九州ではみたこともない植物の芽が生えてくる。好奇心一杯でみてみるとそれが露の臺だったり、アスパラだったり、次々に出る花芽が楽しみだった。

週末さっそく買物公園にでかけ、用事を済ませたあと、ベンチに座って街を歩いている人たちの人間観察を始めた。すると、自分が整形外科医で、運動器について目がいく職業意識から、人々の歩く姿勢をみていると、九州に比べ腰曲りと膝の悪そうな中高年女性が多い印象を受けた。まだ60代前半と思われる女性でも前かがみになって歩いている。道北地方は殊にお年寄りの腰曲がりや膝の悪そうな中高年女性が多いのではないかと考えた。そこで、ニーズに応えるべく、旭川医大での研究テーマの第一を「腰曲り」の基礎と臨床にしようと決めた。時1975年の春である。

1977年旭川医大病院ができ、系統的に診療が始まると、腰曲がりや膝痛の患者さんを多数診るようになった。訴えは頑固な腰痛、倦怠感、両手に物を持って運べない、また同時に膝が痛い、膝を伸ばせないなどADL障害が多いが、恰好が悪いという美容的愁訴も少なくない。我々は研究後この腰曲り脊椎を「腰椎変性後弯症 Lumbar Degenerative Kyphosis (LDK)」と名付けた。

腰曲がりや膝の悪さは東北では「たごまり腰」と言われ北海道に負けない位多いそうである。九州の田舎にもあり、私の祖母も曾祖母もかなり曲がっていた。どちらも貧

しい農家であった。後にこれを国際学会で発表するようになって分かったことであるが、韓国にも非常に多いという。その後、腰曲りの手術的治療は日本より韓国で盛んにおこなわれるようになった。

何故ヒトは年をとると円背になるのか？

老化に伴う円背はヒトの進化からみれば逆戻りにではないか。レントゲン像を見ると、確かに男性では多数の椎間板が変性・狭小化し、女性では骨粗鬆症による椎体圧潰が複数あって脊椎の前側が短縮し、そのために曲がっている人は多い。しかし、椎間板の狭小化が多数あるのに腰椎前弯がちゃんとあって直立姿勢が保たれているものも、殊に男性で少なくない。一方、腰曲りを訴えて来られる初期の例では、臥位のレントゲン上変化は見られず、私の前ではしゃんと立っているのに、歩くとだんだん曲がって来て、立位レントゲンで腰椎が軽度後弯を呈している。どこに違いがあるのだろうか。調べていく内に、背筋力の弱体化に答えがありそうだと気づいた。そこで、基礎資料として伸展・屈曲の脊柱筋力を専用器械を使って定量的に、若い人から高齢まで、数百例について計測した。その結果、脊柱筋力のピークは伸筋屈筋とも 30 歳台の前半にあり、且つ若い人では腰椎伸展力 (E) は屈曲力 (F) に比べ 30 から 50% 大きい ($E/F \gg 1$) が、加齢とともに相対的にも絶対的にも低下し、E/F 比は 1.0 に近づくことが分かった。そして直立者は 1 より有意に大きく、腰曲がりでは全例低下して E/F 比は 1 以下になっていた。即ち、抗重力筋である腰部伸筋の弱体化がより著しい。

次に、脊柱筋の動力学 kinematics 研究に取り組んだ。腰部脊柱伸筋と屈筋 (腹筋)、殿筋を含めた下肢筋の多チャンネル立位筋電図を調べた。その結果、腰部伸筋からの活動電位は正常者では微量しか出ないのに対し、腰曲りでは多量の放電が見られ、股・膝関節周囲筋からも活発な活動電位が証明された。即ち、立っているだけで腰部と下肢の、主に抗重力筋に大きな負荷がかかっており、伸筋群の疲労状態が腰痛の主原因の一つと考えた。

伸筋の弱体化を簡単にみるには、腹這い姿勢で足を抑えておき、上半身を挙上させると、正常者では上半身を高く挙上できるが、腰曲りが始まっている人ではほとんどできない。このテストは本症の重要な早期診断

法である。

腰椎変性性後弯の特徴は、男性の高度例は別として、先天性や強直性のものと違いフレキシブルで、仰臥位で寝ると矯正されることである。この点はパーキンソン病の Camptocormia (脊椎屈曲症) に似る。

[腰部変性後弯=腰曲りの原因病理]

何故進化を逆戻りするような不都合な後弯化が起こるのであろうか。我々は広汎な野外調査の結果、腰曲りが農村に多いことを確認したが、更に、個別に農家に行ってその作業状況をつまびらかに観察した。その結果、北海道では長時間腰曲げ作業を続けることが分かった。長時間腰曲げ作業をするとすぐには立ち上がりにくい。忙しい時は深く曲げたまま、作業を続けてしまう。酪農家の人たちの作業も観察したが、やはり腰曲げ作業が多く、労働時間も長く、曲げたまま物を運搬することが多い。

そこでこの持続的腰曲げ作業が腰部伸筋の生理に何らかの悪影響を与えている可能性があると考え、調査研究にとりかかった。まず、腰曲がりの人たちの腰部 CT を撮ってみると、全例腰椎・胸腰椎後弯部の多裂筋や脊柱直立筋に著しい萎縮・脂肪変性像が見られた。腰を伸ばすパワーがないのはこれら腰部伸筋の萎縮・変性が原因と分かった。では何故そのような病変が起こったか、原因を探るために前屈時伸筋の血流を近赤外線スペクトロスコープで測った。その結果、明らかに前屈時腰部伸筋内の血流が低下していることがオキシヘモグロビン量の低下から証明された。

では、なぜ深い前屈時に腰部伸筋に阻血状態が起こるのか。原因として、血管がつまらない限り局所の内圧亢進以外考えにくい。そこで、申し訳なかったが、教室の若いドクターたちに試験台になってもらい、腰の動態筋内圧を測らせてもらった。先端に圧力センサーのついた 1 ミリぐらいの太い針を入れるのであるから大変痛い。しかし、学問の進歩のため、皆さんよく頑張ってくれた。その結果、間違いなく前屈時は内圧が 100 mm Hg 以上に高くなることが証明された。また、腰曲りの人でも上昇していたが、若い人ほどではなかった。人間で筋内圧が 40 - 50mmHg を超えると末梢の血流は止まることが知られている。深い腰曲げ作業は阻血によって筋の萎縮変性を引き起こす可能性が考えられた。すなわち慢性区画症候群 chronic

compartment syndrome である。

これを裏付ける動物実験も行い、腰曲り患者の筋変性と同一組織学的変化が動物の筋でも再現されることがわかった。即ち、長時間長年の腰曲げ作業が腰曲がりの重要な原因の一つになり得ることが証明された。

他方、腰曲げ状態は椎間板と椎体に持続的圧縮力を加えるため、次第に椎間板が変性して低くなり、骨粗鬆症があれば椎体圧潰も加わって腰椎変性後弯を加速させ、ここに悪循環が成立していくことが推測された。

[レントゲン像にみる腰曲がりのタイプ]

高齢者の脊柱後弯の形にはどのようなものがあるか、数百例について立位全脊柱 X 線写真を分析した。詳細は省略するが、彎曲程度と曲がり方によっておよそ 4 型に分けられることを提唱した。これは後に治療方針を立てるときにも役立つ。特徴として、腰椎が後弯化すると、胸椎部に伸筋力と柔軟性がある間は代償的に胸椎部に前弯化が起こり、直立と水平視が得られることである。しかし、胸椎の後弯が固く胸椎部背筋に低下が起こった高齢者では代償性は働かず、脊柱全部が大きく曲がる全後弯型となる。このようなタイプの患者さんの矯正は難しい。

[腰曲がり姿勢の骨盤・股関節と下肢の肢位との関係]

人間の体は有機的に隣接部と強く相関している。体の或部分に変形が起こると必ず隣接部に影響が及ぶ。直立 2 足歩行するヒトでは直立し水平視するため、乳幼児期に頸椎と腰椎に前弯が生じることは周知のとおりであるが、腰椎に後弯が起こると胸椎部が逆に前弯化して腰椎後弯を代償するようになる。通常骨盤は仙骨上面で前に 35 度傾いているが、腰椎が後弯化すると、骨盤はそれに連動して前傾が減り、重度の人では後に傾いている場合さえある。この場合股関節は過伸展となるが、問題は寛骨にある股関節の臼蓋部（大腿骨頭を支える屋根）の浅いところが真上にくるため、単位面積あたり過大な負担が浅いところにかかり、軟骨は擦り切れて変性し、変形性股関節症を起こすものがでてくることが分かった。人類の進化の影の部分と言えそうである。四つ足動物では寛骨臼蓋のもっとも厚いところが大腿骨頭の真上に来ている。

[腰曲りの治療]

真に適切な治療法は残念ながらまだない。従って、常に予防に気を付けることである。早期診断、早期発見、早期対応である。早期発見の腹這いテストについては前述した。予防と治療について言えることは、

- 1、腰曲げ作業はできるだけ短時間に区切って行い、間に腰を伸ばす動作をいれること。
- 2、腰曲がりの矯正としては、仰臥位（あおむけ）で腰を数分間伸ばし、次に腹這いで上半身を挙上させる訓練を 10 - 20 回、1 日 3 回ぐらいする。腹這いで股関節を伸ばし下肢を後ろに挙げる訓練も加える。
- 3、買物では手に荷物を持たず、リュックを使うとよい。
- 4、コルセットの使用（専用の特殊なものがあるが省略）
- 5、手術的治療は適応が問題である。侵襲が大きいので、患者さんが意欲的・活動的である場合だけ行う。方法は脊椎の後部を節ごとに切除して短縮し、長い金具のロッドとネジ（インスツルメント）を使って直立位に固定する。または背骨の前側を伸ばし、更に後ろ側で固定する。いわば、腰曲がりという退行性変化を手術という文明の利器、即ち大脳進化の成果を使って治すわけである。但し、手術した脊椎は固く腰曲げ作業が困難になる欠点がある。

その 2；加齢による移動能力の低下の原因と予防—進化の代償としての下肢変形性関節症

ヒトは進化の課程で新しく獲得した機能ほど早く衰えやすいようにだと私は独断的に思っている。若い時、抗重力筋は拮抗筋より強く、直立二足歩行するために無意識のうちに重力に対抗して働いている。抗重力筋として下肢では大臀筋、中小臀筋、大腿四頭筋、下腿三頭筋などがあるが、これらの筋は老化と共に衰え、拮抗筋とアンバランスを生じ、長く立ったり歩いたりすると疲れやすい。伸筋が屈筋に負け股関節や膝を曲げて歩くようになると更に関節への負担が増す。老化した関節軟骨は過重により変性し易くなる。

「変形性股関節症と変形性膝関節症」下肢における直立二足歩行の代償

下肢の大関節である股関節と膝関節は人間でもっと

も変形性関節症を起こしやすい重要関節である。どちらも女性に多く、もともとのO脚や骨盤後傾で負荷の偏りがあり、支持筋力の衰えの上にメタボの過大負荷がかかって症状を悪化させる。

股関節では新生児期に生じた臼蓋形成不全ないし亜脱臼が後遺症として、中高年期に二次性変形性関節症として現れることが多い。股関節形成不全の一原因として考えられるのは、ハムストリングという股・膝関節屈筋が新生児期では四足動物と同様に大腿骨の長さ比べ短いのに対し、人為的に股・膝関節を伸ばすことで大腿骨の長軸方向に突き上げ作用が働き、女児で母親の女性ホルモンが体内に残っていて関節がゆるいため外れやすくなると考えられている。するとこれも人類の進化の代償といえなくもない。新生児で股関節の亜脱臼などを起こさないためには無理に股・膝関節を伸ばしてはいけない。おむつの当て方が大事な所以である。わんわんスタイルのママがよい。

膝関節の変形性関節症も長年の過重、伸筋力の相対的低下、関節の不整などが関係していると思われる。

慢性の変形性関節症の痛みに対する保存的治療の要点は進化を前進させることと思う。痛んだ関節に対し抗重力筋と外転筋力を増強させ、関節可動域を拡大させる。入浴やマイクロ波などで温めておいて痛みを鈍麻させ、ゆっくり関節可動範囲を広げていき、同時に支持筋力を鍛える。もし痛みで可動域訓練ができないようであれば鎮痛消炎剤を使って痛みを抑え、その間に注意深く可動範囲を広げ筋力訓練をしていく。ヒトの関節は使わないとすぐ拘縮し、筋も萎縮し痛みで動けなくなる。これが廃用症候群である。抗重力筋を鍛

えることが保存的治療のコツと思っている。しかし、保存的に余り引き延ばすと人工関節の適齢期を過ぎてしまうので、高齢期のQOLを考えると、余りガマンするのは考えものと思う。今の人工関節手術は優秀で20年以上もつことが多い。

おわりに

人類は直立2足歩行により、生物界の頂点に立ち、近代文明という便利で巨大な財産を手に入れた。しかし、to err is humanである。上述の他にも払わねばならない代償がある。たとえば腰痛症、椎間板ヘルニア、腰部脊柱管狭窄症、頚椎症性脊髄症、更に上半身では50肩や肩の腱板変性断裂など。

Life is motion という。日本整形外科学会では老化に伴う運動器不全で日常生活が困難になる状態をロコモティブシンドロームと提唱し、対策を国家的規模で普及しようとキャンペーン中である。退行性変化に早く気づき、運動により関節可動域を拡大、抗重力筋を鍛えて行くことが老化防止、介護予防に役立つ。また、前頭葉の衰えには知的好奇心が第一の対抗手段ではないかと思っている。自然界でおごり高ふればそのしっぺ返しがかかる。直立2足歩行の傷痕を大脳の働きでいかにカバーしていくか、進化の光と影という切り口からも原因を分析し、光の部分伸ばして障害を予防することが一つのカギになるのではなからうか。

謝 辞

旭川医科大学におけるこれらの研究の共同研究者である皆様のご協力に深謝します。

(旭川医科大学名誉教授)