

## 4 Spine Dynamics療法

高下敏文，脇元幸一

ヒトが地球上で運動するということは、何らかのルールに従っている。地球上のルールとヒトの運動とのかかわりを理解することがSpine Dynamics療法の理解へとつながる。Spine Dynamics療法は特別な治療法や治療手技ではなく、どのように解釈し、どのように応用していくかがポイントとなる。

### 因果応報

「因果応報：過去における善悪の業に応じて現在における幸不幸の果報を生じ、現在の業にて未来の果報を生ずること（広辞苑 第五版）」

運動器疾患分野での「痛み」「変形」「拘縮」などに限らず、身体に生じる疾患すべてがなるべくしてなった結果ではないだろうか？ 火のないところに煙は立たぬという言葉があるように、**結果にはすべて原因がある**。なぜそのような結果になったのかを常に考え、原因を追及して治療に反映していくことがSpine Dynamics療法のコンセプトである。本項ではSpine Dynamics療法の自験例を踏まえ、その理論を紹介していく。**全体論からみた原因の捉え方へパラダイムシフトしてみよう**。

### メモ パラダイムシフト (paradigm shift)

「発想の転換」「見方を変える」「固定観念を捨てる」「常識を疑う」などさまざまな意味で用いる。

### 地球上のルールを知るには、ニュートンを知るべし！

物体が動くことを運動という。そして、あらゆる物体の運動には共通した特徴がある。それは、運動の状態は力によって変化するということである。力と運動は互いに密接に関連している。力と運動の密接な関係をまとめた法則が有名な「ニュートンの運動3法則」である。

#### ● 第1の法則（慣性の法則）

物体には、力が加わらない限りそのままの状態を続けるという性質がある。つまり、力が加わらなければ動いている物体はそのまま動き続け、止まっている物体はそのまま静止したままである（図2）。

## POINT

### 還元論と全体論

#### ◆還元論 (René Descartes ; 1596-1650)

全体は個々の成り立ちであり、個々を理解することが全体の理解につながるという考え方である。現代西洋医学 (科学) は還元論に属し、個々の要素=患部を良くすることで全体が良くなると考えている。

#### ◆全体論 (Willard van Orman Quine ; 1908-2000)

全体は一つのものであり、個々に分解したときとは異なる性質を持つという考え方である。近年着目される統合医療は全体論に属し、全体は個々の総和以上であり、個々だけでは理解することができないと考えている。

全体=地球、個々=日本としてたとえるならば、地球から日本を見出すことは可能だが、日本から地球を見出すことができるだろうか？ 同様に、ヒト全体から各部位を見出すことは可能だが、各部位からヒト全体を見出すことができるだろうか (図1)？

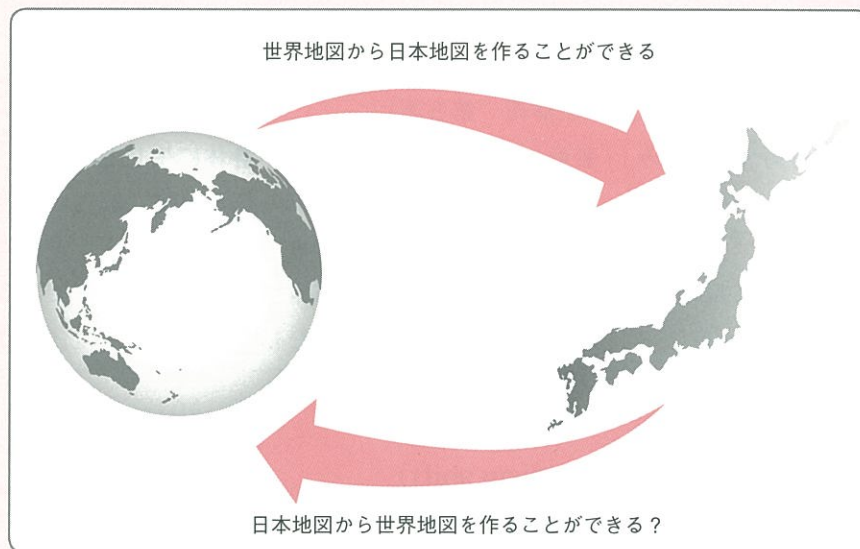


図1 還元論と全体論の考え方

#### ●第2の法則 (ニュートンの運動方程式 : $F(\text{力}) = m(\text{質量}) \times a(\text{加速度})$ )

物体には、力が加わると質量に反比例した加速度 (動き) が生じるという性質がある。つまり、同じ力を加えた場合には、質量が大きいほど加速度が少なく、同じ加速度を得るためには、大きい質量ほどより大きな力を加える必要がある (図3)。

#### ●第3の法則 (作用—反作用の法則)

物体には、力 (作用) が加わると同じ大きさの力で押し返す (反作用) という性質がある。つまり、押せば同じ力で押され引けば同じ力で引かれるのである。どんな力であっても常に作用と反作用はペアとなって存在する (図4)。

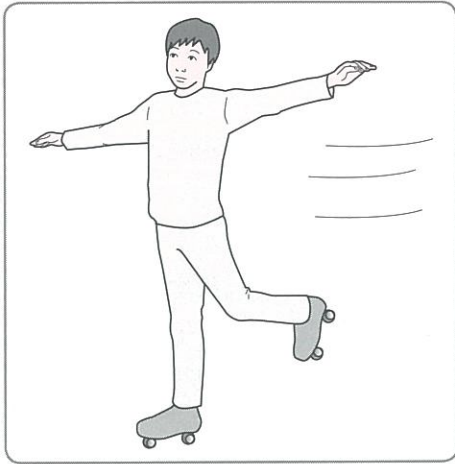


図2 第1の法則 (慣性の法則)

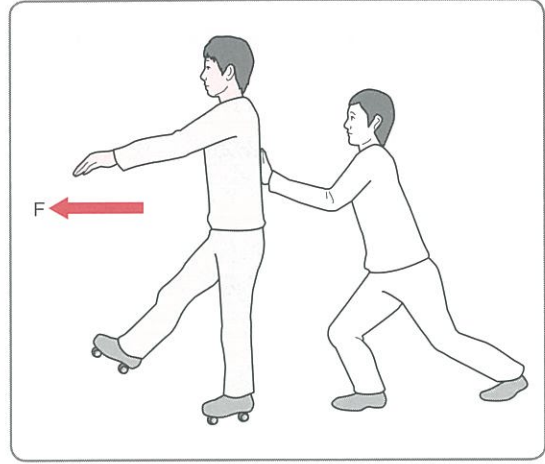


図3 第2の法則 (ニュートンの運動方程式)

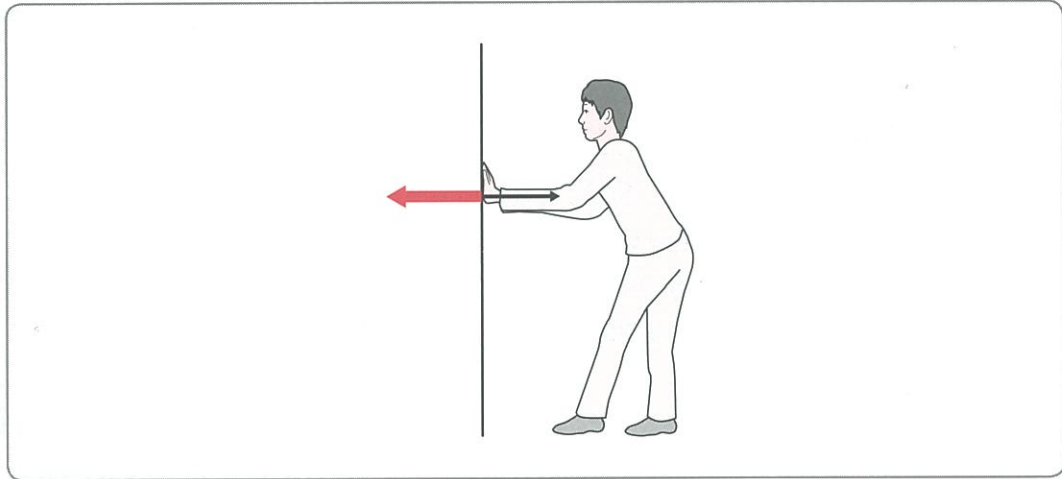


図4 第3の法則 (作用—反作用の法則)

## ヒトに共通する地球上のルールとは？

運動 (dynamics) は「ニュートンの運動3法則」によって成り立つと先に述べた。この3法則にはいずれも力が共通している。ヒトを地球上に存在する1つの物質として捉えるならば、物質は質量ある物体として考えなければならない。そして、地球上の質量ある物体には、必ず9.8Gという重力加速度が生じる。重力は、年齢、性別、人種、体格、機能などに影響されないすべての物体に常に生じるストレス (負荷) である。つまり、**重力ストレスこそが、「ヒトに共通する不変的な地球上のルール」であり、重力ストレスに対する身体応答を追及することがSpine Dynamics療法なのである。**

## 地球上のルールと運動を考慮した評価① (第2の法則)

地球上で運動を行うには、 $F = ma$ の公式に準ずる。ここでポイントとなるのが、 $F =$ 力、 $m =$ 質量、 $a =$ 加速度である。いずれか2つの答えが求められれば、すべての答えを導き出すことができる。

### ● $F =$ 力(抗重力筋評価)

9.8Gの重力ストレスに勝てるか否かが重要である。つまり、重力に抗する力があるかをまず評価しなければならない。一般的に抗重力筋と呼ばれるものには、脊柱起立筋、腹筋群、腸腰筋、大腿筋膜張筋、大腿二頭筋、腓腹筋、ヒラメ筋、前脛骨筋などがある。しかし、身体の運動は、すべて重力というストレスに抗して行うものであるため、全身すべての筋肉を抗重力筋として捉えなければならない。

筋力の評価としてわれわれが一般的に用いる徒手筋力検査 (manual muscle test : MMT) は、4以上に客観性が乏しいことは周知の事実である。客観的かつ再現性高く筋力評価を行うには機器を用いた評価が望ましい。Spine Dynamics療法では、ヒトが重力に抗してどれだけの運動機能を有するかを示す体重支持指数 (weight bearing index : WBI) を用い、抗重力筋の評価を行う。

### ● $m =$ 質量(身体総蛋白質質量評価)

運動の発生には力が必要であり、力には質量と加速度が関与を示す(第2の方程式)。つまり、力は質量によって変化するということである。力を発するのが筋肉であれば、筋肉の質量を知ることが運動の手がかりとなる。その評価には、身体総蛋白質質量 (% muscle volume : % MV) を用いて、質量の評価を行う。

### ●WBIと% MVを用いた評価法

加速度を「動作」として考えると、動作を求めるには $a = F/m$ として置き換えることができる。つまり、動作は力と質量の関係性から導き出すことが可能となる。重力に抗してヒトが座る、歩く、走る、投げるなどの動作を円滑に行えるか否かの評価を可能とするには、ヒトそれぞれの力と質量の関係性を導き出すことが重要となる。そこにWBIと% MVの関係性を用いる(図5)。

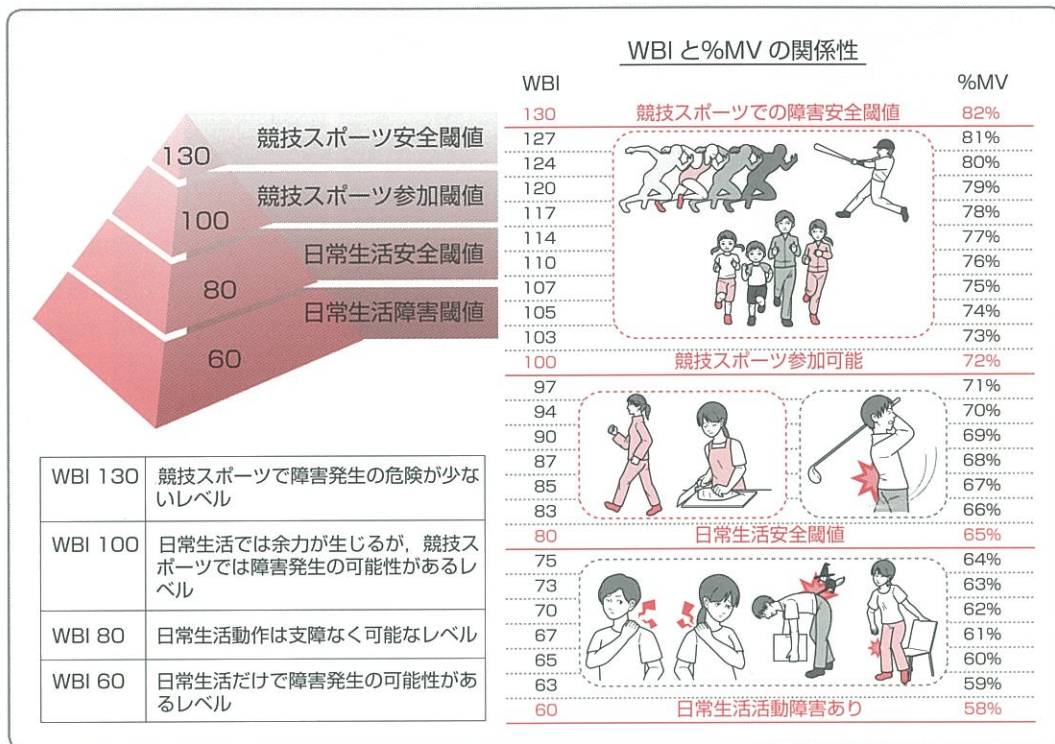


図5 WBIと% MVの見方・捉え方

**Advice**

WBIの計測にはBIODEX社製System3<sup>®</sup>、% MVの計測にはBioSpace社製InBody3.0<sup>®</sup>を筆者らは用いている。測定の詳細については、黄川、高下らの論文を参照していただきたい<sup>1,2)</sup>。

等速運動機器がない場合でも、代替による評価も可能である。九藤らの報告したHand Held Dynamometerや、仲島らが用いた立ち上がりテストなどによって代替測定方法が提唱されている<sup>3,4)</sup>。

WBI、% MVは以下のように計算する。

$$WBI = \frac{\text{膝関節等尺性随意最大筋力}}{\text{体重}} \times 100 (\%)$$

$$\% MV = \frac{\text{身体総蛋白質質量}}{\text{体重}} \times 100 (\%)$$

## 地球上のルールと運動を考慮した評価② (第3の法則)

物体に力(作用)が加わると、物体は同じ大きさの力で押し返す(反作用)という性質を持つ。つまり、生じた力は必ず同じ力で返ってくるということを考慮しなければならない。

## なぜ Spine なのか

## ◆理由① (個体発生学)

ヒトは脊椎動物であり、脊椎動物は「骨化の程度は異なるが骨性の脊柱を持つ脊索動物」と定義されている。脊索は軟骨の基であるコラーゲンにて形成され、進化とともに軟骨となり、代謝が活発化するに従って骨となり、造血を行う椎骨へと進化した。つまり、個体発生学におけるヒトの成り立ちとは、椎骨が連なり生命の源となって重力に逆らった頭側方向への伸張であるといえるのである。また、二足歩行に伴う支持基底面の狭小化と脊柱弯曲による重力への応答という進化もヒトの成り立ちの一つである。

## ◆理由② (身体重心位置)

地球上の物体には、すべてにおいて万有引力 (地球の中心に向かう力) が作用している。重力は力の方向が一方向であるため、その作用点は1つの点に合成できる。この点を物体の重心 (質量中心) といい、地球の中心点と重心を結んだものが抗重力線であり、身体の中を通る<sup>5)</sup> (図6)。

つまり、身体の中にある脊柱は、どのような姿勢においても物体の重心と重心線が通る位置であり、脊柱は重力との関係性が非常に大きい。

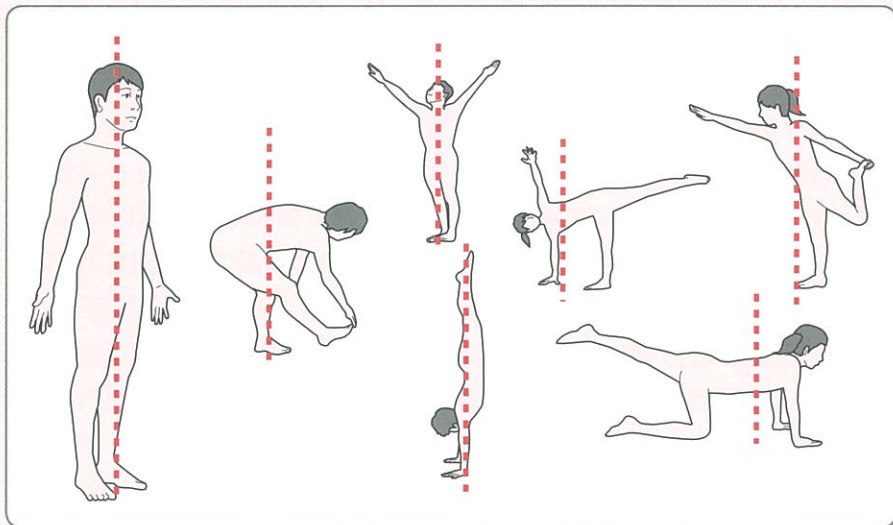


図6 姿勢と重心線の関係性

$F = \text{力} = \text{作用}$ であり、 $F = \text{抗重力筋}$ であると先に説明した。では、反作用はどこで行われるのだろうか。

## ●正弦曲線

脊柱は頸椎前弯、胸椎後弯、腰椎前弯と3つの生理的な弯曲を有し、正弦曲線を描く (図7)。物体が力 (作用) を生み出すとき、生理的な弯曲はその力に対し返ってくる力 (反作用力) を吸収・緩衝する働きを持つ。ゆえに、頸椎前弯・胸椎後弯・腰椎前弯という3つの弯曲は、生じた力を  $1/10 (R = N^2 + 1)$  ( $R = \text{反作用力}$ ,  $N = \text{弯曲の数}$ ) まで吸収・緩衝<sup>6)</sup>

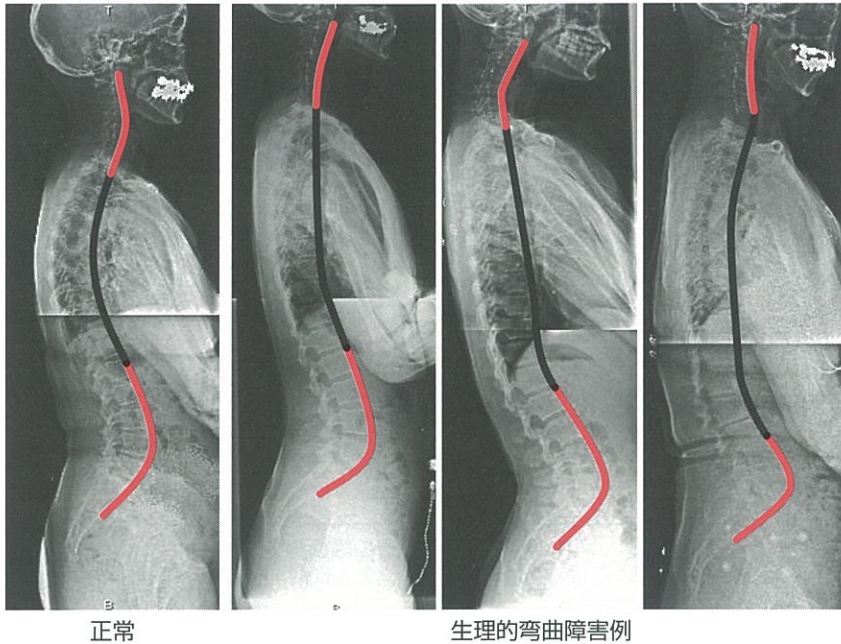


図7 自然立位全脊柱側面X線像

することができ、彎曲がその機能を高めることが理解できる(図8)。

本来であれば動的な脊柱彎曲機能を評価することが望ましいが、現時点ではそのような評価方法は確立されていない。現在可能な評価方法は、自然立位全脊柱側面X線像にて得られた静的なアライメントから動的機能を推察する方法である。

## 運動療法の実践

### ●WBIと% MVの関係性から

WBIと% MVを計測し、% MVに見合ったWBIが得られているのか、WBIから重力に抗する筋力があるのか、を評価する(図9)。外傷を起因としない疼痛群は、% MVに見合ったWBIが得られていない。また、WBIの低下は、疼痛部位には左右されないという知見を得ている。つまり、% MVに見合ったWBIが得られていない場合は、筋力増強の運動プログラムではなく、筋促進を目的とした運動療法を選択する。その際、WBIが重力に抗することができるかどうかにも配慮しなければならない。WBI 80未満=重力に抗する力がないと捉え、開放性運動連鎖(open kinetic chain: OKC)もしくは準閉鎖性運動連鎖(semi closed kinetic chain: SCKC)での運動療法を選択し、WBI 80以上となった時点で抗重力位での運動療法を選択する。このルールを守ることで安全に、かつ効果的に運動療法を行うことができる。

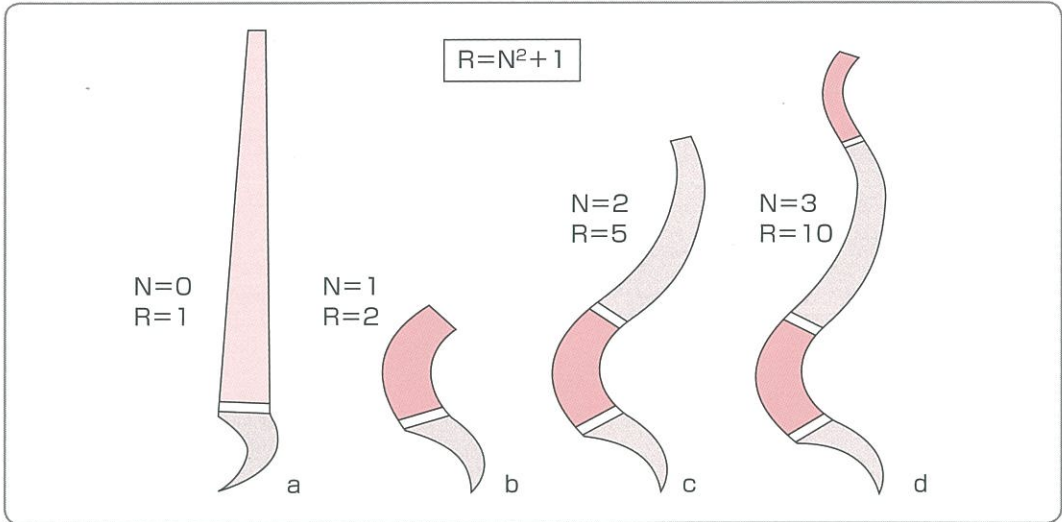


図8 弯曲の意義とその緩衝機能

弯曲(N)のないまっすぐな状態(a)の緩衝機能(R)を1とすると、弯曲が1つ(b)は2倍、弯曲が2つ(c)は5倍、弯曲が3つ(d)は10倍の緩衝機能を有する。

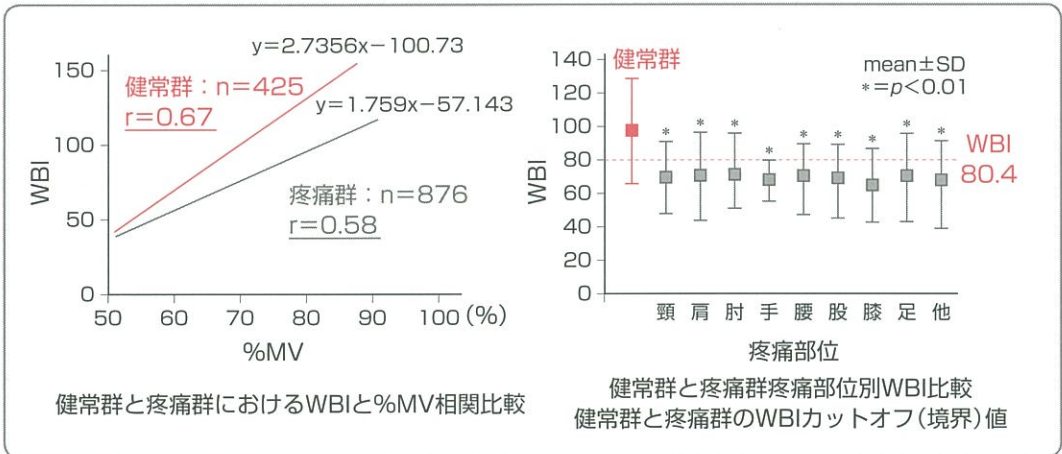


図9 WBIと%MVからうかがえる傾向

### ●生理的脊柱弯曲機能から

図10において頸椎前弯・胸椎後弯・腰椎前弯の3つの生理的弯曲機能を有するかを評価している。疼痛群と健康群の比較では、疼痛群は胸椎弯曲角度の減少を示している。これは、疼痛を有する者の弯曲機能が低下していることを示唆している。また、脊柱弯曲角度と脊柱弯曲可動域は正の相関関係を有する。そして脊柱弯曲可動域はWBIと正の相関関係が認められている。つまり、生理的な脊柱弯曲の異常では、脊柱弯曲機能の障害ならびに筋出力低下が生じる。ここでの運動療法の選択は、脊柱弯曲機能、特に胸椎弯曲を誘



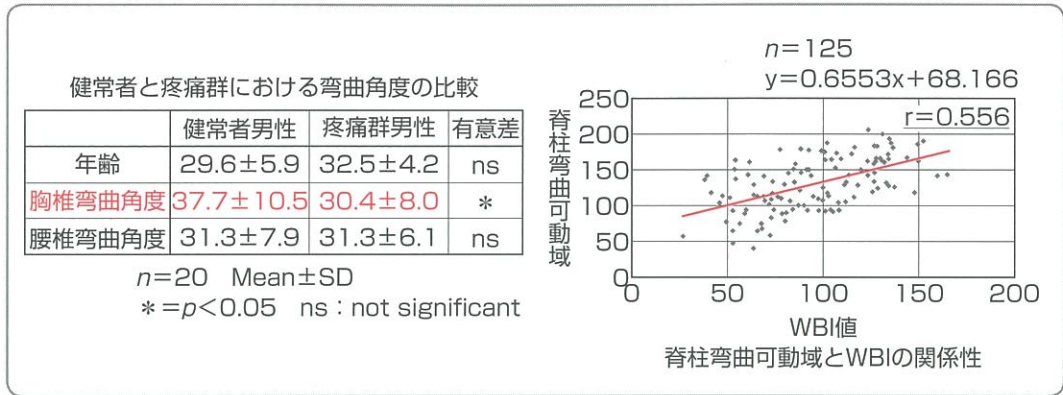


図10 脊柱弯曲とWBIからうかがえる傾向

発する運動療法を選択しなければならない。また、ここで選択する運動療法にもWBIと% MVで述べた関係性に配慮する。

選択する運動療法はどのような方法を用いてもかまわない。地球上の不変的なルール(重力ストレス)と運動の原理原則に則って各セラピストが取捨選択する。

### ▶ 新人理学療法士へひとこと ◀

EBPT (evidence based physical therapy) という言葉をよく目にするのではないだろうか。直訳すると「根拠を基にした理学療法」である。Spine Dynamics療法は局所を結果と捉え、本来の原因を追及するというパラダイムシフトした学術体系であり、Spine Dynamics療法のコンセプトから将来種々の運動療法バリエーションが開発されることを期待したい。

### Further Reading

カバンディ関節の生理学 Ⅲ 体幹・脊柱 第1版 I.A. Kapandji 著 萩島秀男 監訳 嶋田智明 訳, 医歯薬出版, 1999

- ▶ 関節生理学, 特に脊柱の複雑な運動を理解しやすく図解しており, 臨床的側面を考慮しながら学ぶうえで非常に参考となる一冊である。

The Spinal Engine Serge Gracovetsky 著, Aardvark Global Publishing, 1988

- ▶ 解剖学・生理学・力学, そして重力との関係性までをまとめた, まさに脊柱のバイブルと呼べる一冊である。残念ながら翻訳本は出版されていないが, 機会があればぜひ参考としていただきたい。

