

演題：スポーツにおける股関節稼働域の影響とそのメカニズムおよび応用と課題について

発表者名：猪膝 武之

Tel: 090-9378-8493/ E-mail: ino@kusumoto.co.jp

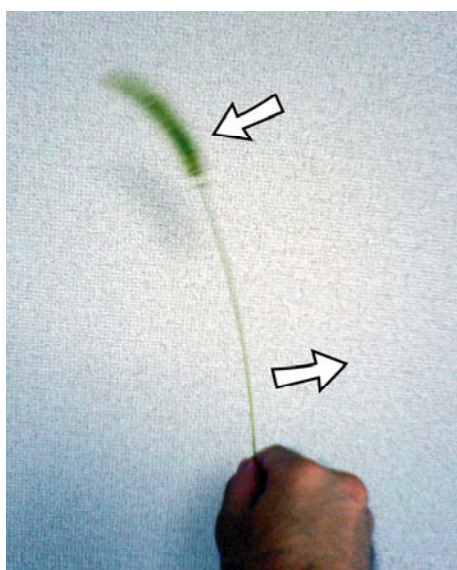
<要旨>

筋力とは異なる、いわゆる「体全体を使って」より大きな力を発生させるメカニズムについてモデル化すると、股関節の稼働域の大小によって発生させる力に大きな差が出てくることが予想される。運動においては、「運動時の股関節の稼働域」を広げる事ができれば、より強く投げる、打つ、走るといった動作を獲得・強化する事ができると考えられる。そのため具体的に「股関節の稼働域を広げる」とはどういう事かについて考察し、その為の有効と思われる方法を提案するとともに、今後の課題および可能性について考察する。

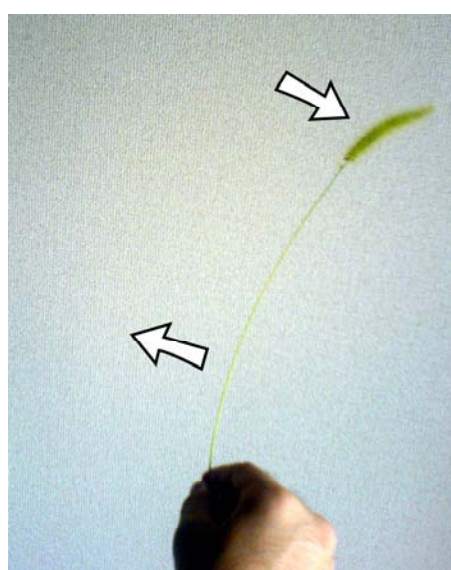
1. 力を生み出すメカニズム（一流選手に成れる人と成れない人）

特に球技では、力に恵まれた選手とそうでない選手の違いはハッキリと現れるように思われます。例えばテニスでは、ある選手は時速 200km を超えるサーブを打つことができますが、多くの人達はどれだけ努力してもそのような強いサーブは打てません。野球で言えば、ある選手は時速 150km を超える速球を投げることができますが、多くの選手はそのような事はできません。何がこうした力の有る無しを分けているのでしょうか？筋力や体格でしょうか？これらは大きな要因の一つではあるでしょうが、決定的な要因ではないように思われます。例えば日本ハムの新人谷元選手は、身長 166cm ですが、140km/h 中盤の速球を投げるそうです。谷元選手より体格(身長・体重)で上回ってれば彼より早い球を投げられるかという、その様なわけにはいきません。

私は、力を生み出す決定的要因とは、「運動時における股関節の稼働域がどれだけ確保できるか」と考えており、研究を進めてきました。なぜなら「運動時における股関節の稼働域」が大きければ大きいほど、個々の筋肉ではなく、いわゆる「体全体で発生させることのできるバネの様な力」が大きくなると説明できるからです。それでは、幾つかの写真を見ながら上記バネの様な力がどのように生み出されているか見てみましょう。



Picture 1



Picture 2

これは、猫じゃらしを左右に振ってしならせている写真ですが、この写真でわかるように、しなりを与えるには反対方向の力(ベクトル)を与えなければいけません。以下では特に投げる、打つといった動作を例に取り上げますが、私達も運動するにあたり無意識のうちにこの様な力を体を与えるような動きをしています。具体的には、体を捻って上半身（ここでは股関節以上を指します）と下半身（ここでは股関節以下を指します）を別々に時間差で使うことで、体にしなり（バネのような力）を発生させているのです。

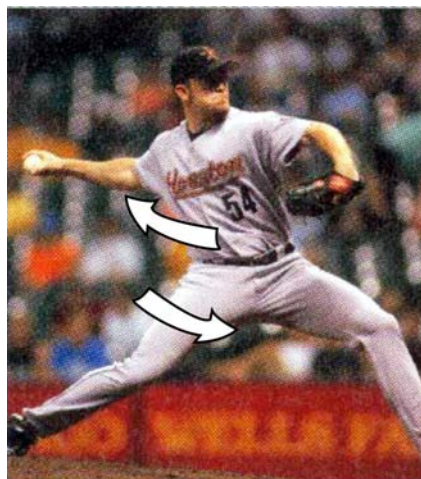
それでは、選手の写真でどのような体の使い方しているか見てみましょう。

これは、ある女性テニスプレーヤーの写真です。上半身と下半身を別々に使うことで、上半身と下半身(ここで言う上半身とは股関節より上の部分、下半身とは股関節より下を指しています。)に、反対方向の力を発生させて互いにぶつけることで(猫じゃらしと同様に)体全体をしならせて力を生み出しているのがわかります。

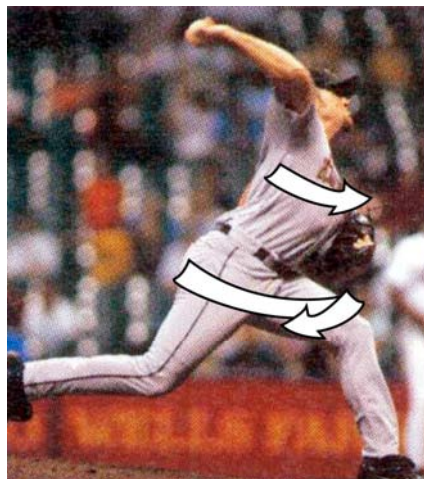


Picture 3

次にある速球派ピッチャーの投球フォームを見てみましょう。



Picture 4



Picture 5

ここでも上半身と下半身を別々に使い、上半身と下半身で別々の方向の力を生み出すことで、体全体にしなりの力を生み出しているのがわかります。体を捻り、下半身を上半身より先にインステップして踏み出して、下半身に捻り戻しの力を投球方向と反対方向(後方)に発生させています。そこにタイミング良く上半身をぶつけることで、体全体にしなりの力を生み出しています。

次は、野球のバッティングフォームで見てみましょう。これは Ken Griffey のフォームです。



Picture 6

同じように上半身と下半身を別々に使うことで力を生み出していることが見て取れます。ちなみに野球のバッティングフォームから選手の股関節稼働域を判断する場合は、踏み出した足のつま先の方をみてください。Ken Griffey は、最後までつま先を内側にステップしながらバットを振り切っています。この様にインステップすることで下半身により強い捻り戻しを発生させていると考えられます。パワーヒッターほど、内側にステップしたまま上半身を振り切れると言えますが、この写真の様には、よほど股関節の稼働域が大きいと出来ません。

このようにバッティングにおいても、股関節の稼働域が大きければ大きいほど上半身と下半身反対方向の力を生み出すことができるので、体の内部にしなりの力を蓄えることができると考えられます。

この動きを、私は 2002 年の ISEA(International Sports Engineering Association)の京都会議において、このように波で表現しました。

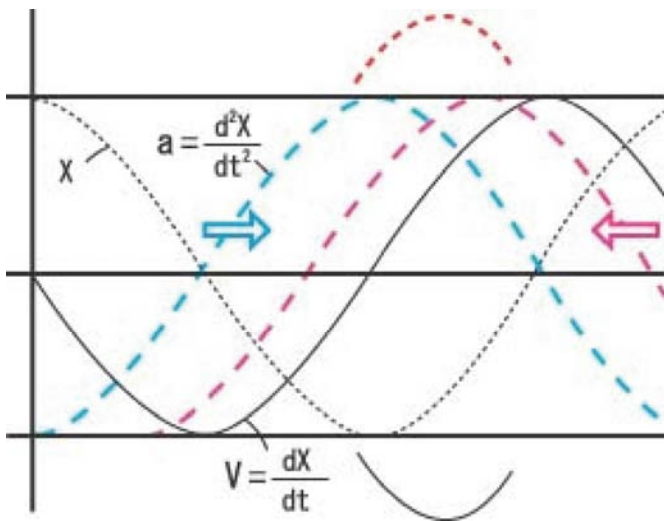


Illustration 1

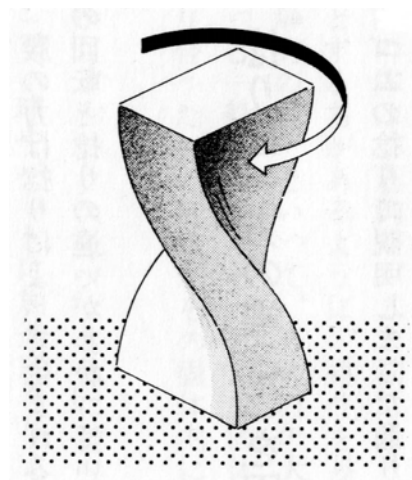


Illustration 2

これは上半身と下半身の波の力がぶつかって干渉している様子です。なぜ波で表現したかと言いますと、体を捻ることで始めて体内部に応力を発生させることが出来ると考えられるため、また捻ることで生まれる力は、バネ(スプリング)と同様の性質を持っていることから、波で表すことができるからです。私は、体全体を使って力を生み出すメカニズムとは、上半身と下半身の捻りによる応力を、この様に波を干渉させるようにして直線的な力(ベクトル)を生み出すものと考えています。

ところで村上豊氏は、著書「科学する野球」の中で主な力を発生させる動作は、「体を回転させる事」ではなく

「体を捻る事」であると指摘しています。しかしなぜ捻る動作が力を発生させる源と考えられるかについては説明しておりません。以下では、上記モデルで生み出された力（ベクトル）が、投げる、打つといった動作の主な力であることを、実際のコーチングで使われている説明、例えば「壁をつくる」とは何か、投げる、打つといった動作において「タイミングが重要」であるのは何故か、またなぜオーバースローがサイドスローより速い球を投げられるか等と照らし合わせることで、いわば帰納的に確認できることを見ていこうとおもいます。最初の例として；

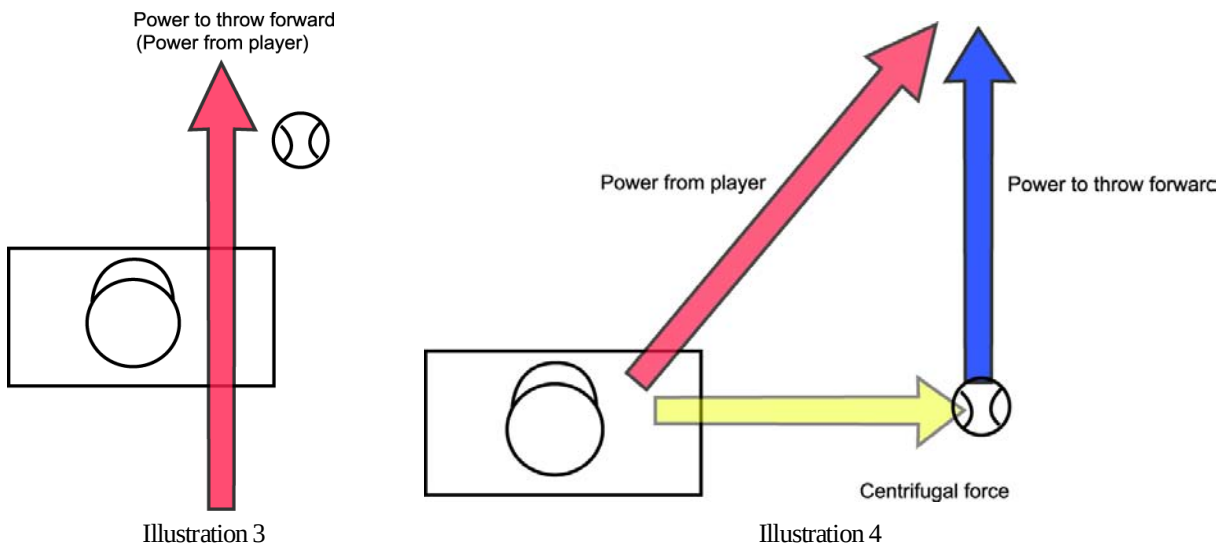
a) 「壁を作る」とはどういうことか

いわゆる「壁を作る」という動作は、下半身の捻り戻しの力と、上半身の捻りの力がぶつかって体にしなりの力がたまる状態と考えられます。反対方向の力がぶつかるので、壁が出来たような感覚が生まれると説明できます。

b) なぜ投げる・打つ動作に置いて、タイミングが重要だと言われるのか

波と波を強く干渉させるには、波をぶつけるタイミングが重要です。タイミングがずれると波はうまく干渉しません。このことから、バネのようなしなりを体全体で生み出すには、筋力よりも柔らかく体を捻ってタイミング良く力をぶつける（干渉させる）事が重要と説明できます。力の性質が捻りでなく筋力であるならば、力はより継続的に観測されるはずなので、波の性質をもつ捻りが主な力の源だと考えられます。

c) なぜオーバースローの方がサイドスローより速い球を投げられるのか



横から投げることで、回転の要素が加わるためと説明できます。捻りの組み合わせで生まれるのは直線的な力（ベクトル）ですが(Illustration 3)、回転は向心力を生み、この向心力が（上半身と下半身を組み合わせで発生させた）力を消費してしまうため前に投げる力が少なくなるのです。(Illustration 4) オーバースローは、こうした回転による力のロスが発生しません。(Illustration 3)そのためサイドスローより速い球を投げることができると考えられます。

d) なぜ大振りせず、コンパクトにスイングしなければならないのか

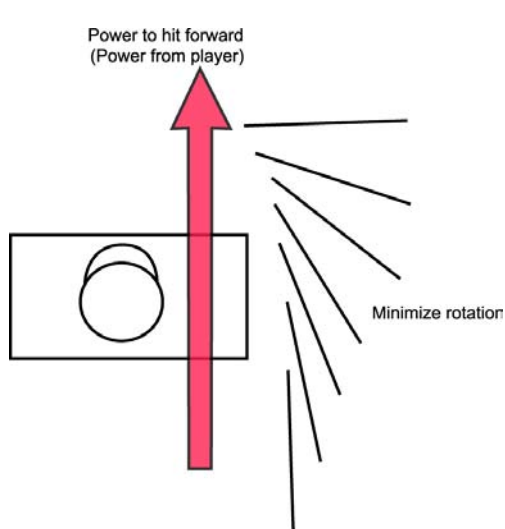


Illustration 5

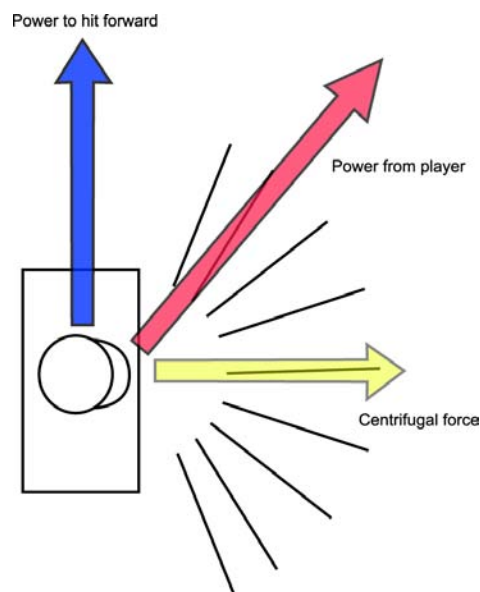


Illustration 6

c) と同様に、いわゆる大振りをしてバットのスピードを早くしようとする、バットを振って回転させなければならず大きな内向きの向心力が発生するため、前向きに打つ力を弱めるためと説明できます。(Illustration 6) ですから出来るだけ回転の要素（慣性モーメント）を小さくするようにコンパクトにスイングする事が重要です。回転のスピードが速くなればそれだけバットの運動量が大きくなりますが、向心力も速度の二乗に比例して大きくなるため、前向きに飛ばそうとする力を損ないます。そのため例えば単純にバットのスピードを測定して選手のパワーや飛距離を推測するのは間違いだと考えています。これはゴルフにおいても同様です。ちなみに Illustration 5 の様にスイングすると、パワー（加速度）とスピードには位相のズレがあるため (Illustration 1)、バットのスピードが最高になるのは体の前あたりになるでしょう。このことから、今度はなぜ打った後のフォロースルーが大切だということが説明できます。フォロースルーが大きく（体の前あたりでバットのスピードが最高になるように）スイングすると、良いバッティングができるということです。（テニスやゴルフにも同じ事が言えるでしょう。）

この様に、実際の現象をうまく説明できることから、前述のモデル「体を捻り、上半身と下半身を別々に使うことで、捻りから直線的な力を生み出す。生み出された力は投げる、打つ、（恐らく「走る」も）動作の主な力の源である。」の正しさは、いわば帰納的に確認できると考えています。

2. 「運動における股関節の稼働域」

前述のモデルが正しいければ、股関節の稼働域が大きければ大きいほど、より大きく上半身と下半身を反対方向に稼働することが可能であることから、より大きな「しなりの力」を生み出すことができると考えられます。さて、ここまでごく普通に「股関節の稼働域」という言葉を使ってきましたが、それでは股関節の稼働域とは具体的に何を意味しているか考えてみたいと思います。



Picture 7



Picture 8

これは今から 13 年ほど前、股割り運動をしている私です。当時は、股割り運動が運動能力を向上させることができるか、自ら試していました。その結果、例えば器具を使う野球のバッティングでは、非常に向上したと思われました。例えばバッティングセンターなどで、140-145km/h の速球を見事にはじき返せるようになりました。しかし完全に股割り体操が出来るようになったにも関わらず、まだ「股関節の稼働域」を拡げる余地があるように感じた事。また効果の見られたバッティングについても、はじき返す力はあったものの、いつも調子良く打てるわけではなく、打てない事も多々あった事。また投げる動作については十分効果が現れたとは言えなかった事。股割り体操では、解決できない問題がありました。また誰もが簡単にできる体操ではない事も大きな課題としてありました。(今では私は、こうした開脚運動は十分効果的でないと考えています。)

そんな時にある方から、「股関節の稼働域を拡げるとはどういうことですか？ もともと自由な稼働域を持っているはずです。」と指摘を受けました。

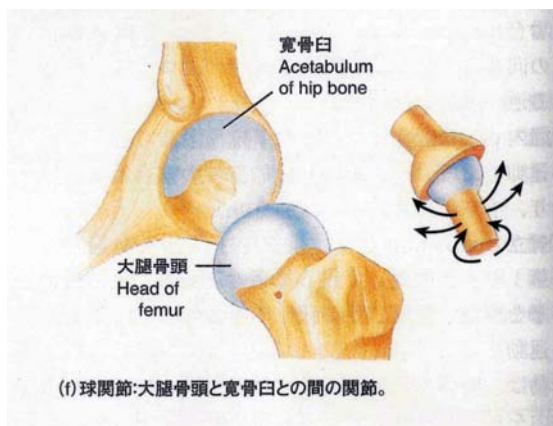


Illustration 7

彼の言うとおり、これは股関節のイラストですが、そもそも股関節はこの様な球関節であり、確かに誰もが比較的的自由な稼働域をもともと持っているはずです。ですから、むしろ「股関節の稼働域を拡げる」というのは不自然で、むしろ「運動時に股関節の稼働域が狭い人は、稼働域を狭めるような何かの要因がある」と考える

方が自然です。その要因を改善することで、もともと持っている股関節の稼働域を運動時に活用できるようになるのではなはずです。現在では股割り体操のような難しい運動をする必要はなく、次のような体操をすることで「運動時の股関節稼働域を狭めている要因」を取り除くのに股割り体操よりもより効果があると考えています。（「運動時の股関節稼働域を狭めている要因」については後述。

- 1) 両つま先を内側に向けて立ち、バンドで膝の上を固定。こうすることで股関節を内向きにする。私の場合、お尻が後方につきだして曲がってしまう。（Picture 9 and 10） Ken Griffey ならこのような体勢にはならないと思われる。
- 2) そこで太股を左右に引っ張り股関節の向きを固定しながら、腰を前方につきだして（腸腰筋・大腰筋等の）ストレッチをする。（Picture 11）



Picture 9



Picture 10



Picture 11

この運動で目指したところは、股関節の稼働を制限していると思われる骨盤部位の矯正ですが、先に紹介した股割り運動と大きく違うことは、股割り運動は股関節外向きに回転させる力が加わりますが、これは内向きの力を加えていることです。股関節内向きの稼働域を拡げることがパワーにつながることに長く気づきませんでした。

さて両股関節を中心に足を内向きに回転させると、この様に前かがみ姿勢になることから、前かがみ状態に固定された骨盤・骨盤周辺の筋肉「腸骨筋や大腰筋などの筋肉および骨盤の大きさと形」の状態が、運動時における股関節稼働域を制限していると考えられます。それを足を内向きに固定したまま、前かがみになってしまう上体を起こすことで矯正しようというわけです。

誰もが大きな股関節の稼働域を持っていますが、運動時に股関節の稼働域を運動時に十分発揮できるかどうかは、これら「股関節周辺部位腸骨筋や大腰筋などの筋肉および骨盤の大きさと形」によると考えられます。

ここで注目すべき点は、両膝—両股関節—骨盤で形成する構造の力学的な状態の違いが、解剖学的な違いに見られるより大きくなる事があると思われることです。次に構造とその「転換」のイメージを紹介します。



Picture 12



Picture 13

これは、同じ紙でも状態によって、どれだけ強く支えられるかに大きな違いがあるという例です。人の両膝が離れているのでイメージし難いですが、私は正常な状態では両膝—両股関節—骨盤で Picture 12 のように力学的に強い構造を作り、上半身を支えていると考えています。この構造は、わずかに骨盤・筋肉の状態が変わることで、Picture13 のような「転換」が起こし、「転換」後に運動時における股関節稼動域は大きく制限される方向に向かうようです。

ちなみに構造が強くない人の場合、バランスをとる必要があるためか、ふくらはぎに筋肉がついていることが多く、女性には美容への影響も心配になるところでしょう。

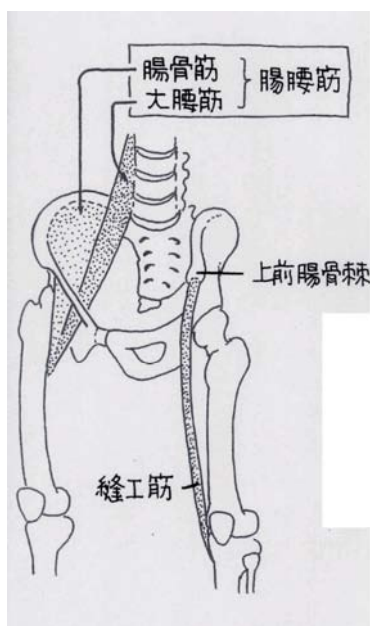


Illustration 8

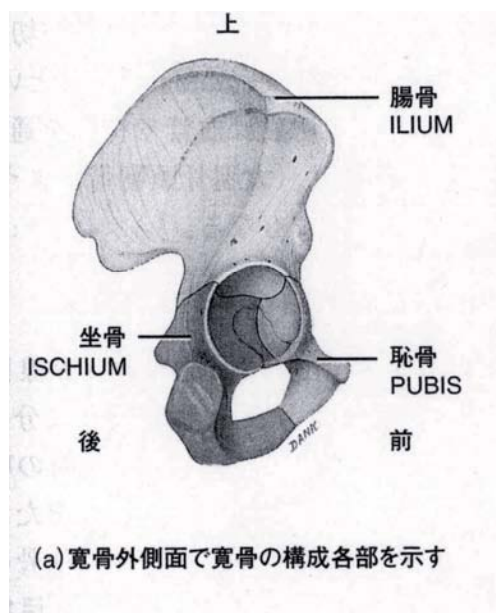


Illustration 9

私自身で Picture 9 から Picture 11 の体操を試した結果、上記の体操は運動時の股関節稼動域を広げるように働き、打つという動作において好調さを安定させることが実感できましたが、残念ながら股割り体操での課題である「投げる」動作においては目立った変化は見られませんでした。一番大きな問題は、被験者である私自身が年をとり過ぎており短期間での変化が少ないことでしょう。また「投げる」といった動作は、バットのような道具をつかわずに体を捻ることが要求されるため、より運動時の股関節稼動域の状態が反映されやすいこともあると思われます。つまり股関節周辺部位の筋肉がストレッチされていても、骨盤の形状が体の捻りを阻害するような形、恐らく恥骨・坐骨の感覚が狭い形の骨盤である場合は、速い球を投げることはできないだろうと予

想されます。

Illustration 9 は、骨盤のイラストですが、骨盤はこのようにもともと 3つの部位(腸骨、恥骨、坐骨)に分かれているものが、だいたい 2 3才までに1つに繋がっていきます。この 3つの骨が1つになる前に、上記ストレッチ、あるいは後ほど紹介する運動を取り入れることで、運動時の股関節稼働域を十分確保できるような形(恥骨・坐骨の間隔が大きい形)に整えることができれば、運動時において重要な「力を発生させるメカニズム」を獲得することができるでしょう。

3. 応用と今後の課題について

今後の応用としては、次のような事が考えられます。

1) 次世代選手の養成

骨盤が固まる前、成長期において「運動における股関節の稼働域」を確保することで才能ある次世代選手を多く養成することができると考えられます。特に学校の体育教育などを通じて「運動における股関節の稼働域」を確保するプログラムを導入することができれば、あらゆるスポーツ分野で活躍する日本人選手を養成する事ができるでしょう。日本選手が欧米の選手に比べて非力だという事はなくなるでしょう。

そのためには、例えば小学校・中学校の体育の授業に、股関節稼働域拡大のためのプログラムを導入して効果を確認するなどする必要がありますが、その前にそのプログラムがまったく安全で有効なものである事を検証しなければいけません。公的な機関における検証も含めて、国全体としてスポーツの能力を高めていくことの可能性について探っていければ良いのですが、現時点で私は、先に御紹介した Picture 9 から Picture11 の運動より効果的と思われる、次の二つの運動を成長期に導入することを提案したいと思います。

a) 真向法：第4体操の変形



両足を内向きにして座る

Picture 14



ゆっくり後ろに倒す(膝を近づけるとなお良い)

Picture 15

真向法の第4体操とは、両足を外に向けている違いがあります。基本的には、前述の膝上を固定した運動と同様の運動と考えています。

この運動は、両股関節が強く内捻され背中が真っ直ぐに伸びることから、股関節稼働域の維持、膝-股関節-骨盤構造の構築に非常に有効と思われます。難点は、体が固くなってしまってから無理して行くと、骨折や膝を痛めるなどの危険があります。

b) ヨガ：アーチのポーズの変形

バンドで固定するなど、両膝ができるだけ開かないように気をつけて、アーチのポーズをすることも効果があると思われます。両膝を近づけることで両股関節が内捻される方向に力が働きます。アーチのポーズは、真向法より一般的で体への負担が小さいと思われますが、膝を近づけて両股関節を内捻させるのが難しく、真向法より効果が弱い問題があります。

2) 選手生命の延長

年をとることで、選手の能力は衰えていきます。テニスや野球でいえば、サーブのスピードや投げるボールのスピードは落ち、バッターは力なく打てなくなっていくます。スタミナは別として、このようにボールのスピード・パワーが落ちるとするのは、「運動における股関節の稼働域」を十分確保できなくなった結果と考えられます。

上記紹介した股関節稼働域を広げるためのストレッチ・運動を行うことで、比較的短時間に本来持っているスピードや力を取り戻すことができる、あるいは調子を安定的に維持することができるでしょう。

これは客観的なデータを得る実験手段としても有効と思われます。

また引退したばかりの選手、例えば野茂選手や桑田選手あるいは工藤投手など年齢が高い現役選手に実験に参加していただいて上記ストレッチを行う前と後を比較すれば、比較的短時間に効果を確かめできると予想します。

(彼ら過去に実績を残した選手達は、骨盤の大きさや形には何ら問題なく、おそらく股関節に関連する腸骨筋や大腰筋などの筋肉の柔軟性が失われているだけだと考えられるからで効果を得られやすいと考えます。) どうか、以前より力を発揮できずにいる様な選手を御存知の方いらっしゃいましたらご紹介お願いします。

客観的なデータを得るためにもご協力いただければと思います。

3) リハビリテーション

特に球技では、横方向に捻りの力を組み合わせる動きをすることから、加齢その他の理由で股関節の稼働域が十分でなくなると、その負担は膝や腰にかかることが多いと予想します。特に膝を故障する選手は非常に多いですが、股関節の稼働域が十分でないまま膝だけ治療しても再発を繰り返す可能性があります。

上記ストレッチを行うことで、膝の故障や再発を防ぐことができるでしょう。

4) その他 (近眼の予防)

私は「股関節周辺部位腸骨筋や大腰筋などの筋肉および骨盤の大きさと形」の状態が、近眼の原因となっている可能性があるかと予想しています。

私の観察によると、近眼の人たちには共通の症状として背骨と首に歪みが見られることが多いです。背中は猫背で、頸部には内側に歪むため首が短く見えます。また年齢を重ねると顎に肉がつくのがよく見られます。

私は、両膝ー両股関節ー骨盤において、Picture12 から Picture13 に見られるような力学的「転換」が起こることで近眼が発症すると考えています。私が考える近眼のメカニズムとは、

A 長時間椅子に座などの姿勢を続けることで、骨盤周りの筋肉の状態に引きずられるように骨盤の形状に全体的な歪みが発生。(恐らく左右いずれかの仙骨と骨盤がずれるだけ。)

B 骨盤の歪みから、膝ー股関節ー骨盤で形成している上体を支える構造に Picture 12 から Picture13 へのような転換が起こり猫背になる。

C 猫背は首の湾曲を生み、頭部を直接ささえるのに力学的の弱い状態が発生。首周りの筋肉で頭部を支えるため肩こりなどの緊張が生まれる。

これから先の原因としては、下記 a) b)いずれかが原因と考えています。

a) 首周りの筋肉の緊張がドミノ式に伝わり、焦点を合わせる機能を阻害する OR

b) は眼球につながる神経や筋肉に影響をあたえて、物理的に眼球が前後に引き伸ばされる

これは近眼が一般に成長期に発症し、その後は進行が止まる事実とも矛盾せず、近くを見続けると近眼になるという従来の説よりも説得力があるように思われます。成長時の生活環境や文化的な違いによって、国ごとに近眼の発生率が違うことが予想されるでしょう。

この仮説は、最近の CT スキャン撮影あるいは解剖によって、近眼の人とそうでない人の眼球、視神経、首周

りの筋肉の位置を比較することで確認できると予想します。

また上記ストレッチ・運動を成長期に導入し、骨盤が一つの骨に固まる前に行うことで、近眼を予防することができるでしょう。(ちなみに沖ヨガでは、アーチのポーズは近眼に効く体操として紹介されていました。)

4 スポーツ(球技)における身体知

1) コーチと選手の感覚の違いについて

個々人の体の違いは、外見的な解剖学の違いだけでなく力学的にも違うことが予想されます。ご紹介した膝―股関節―骨盤構造の違いだけでなく、身長や骨の長さ、筋肉の大きさの違いまで考慮すると、動作における各人の感覚は千差万別と考えて良いでしょう。コーチとしては、各人の肉体的機能に違いがあるという前提をより理解する必要があると考えます。名選手が名コーチならずと言われるのは、この感覚の違いを伝えきれない問題があると思われます。

2) コーチと選手の肉体的能力の違いについて

今度は逆の例で、コーチの能力が選手より低い場合、選手の受け皿が広いため、感覚の伝達には比較的問題はないと思われます。しかし弊害はこちらの方が大きいようです。なぜならコーチが自らの低い肉体能力(主に股関節稼動域の違いからくる動作能力)と選手の高い肉体能力の違いを認識しない結果、低い能力の持ち主に適した方法を能力の高い選手に教えている例があるからで、最も顕著な例が、野球のバッティングです。

「左手一本で(右打者の場合)ダウンスイング」、「壁を作って体が開かないように打て」などは、日本における代表的な指導法ですが、これらは股関節の稼動域の低い一般人たちには当てはまりますが、才能ある選手たちにはあてはまらないと考えます。稼動域が広いので、左手だけでなくテニスのフォアハンドと同様に右手でも打つほうがパワーが出るはずです。残念ながら多くの日本のバッターは、自らの才能を殺すようなうち方を練習しては、欧米人にくらべてパワーがないと嘆いているように見えます。前回の WBC では、アジア人はパワーがないと嘆いているうちに、何も考えずに両手で打っている韓国の打者にパワーで追い抜かれてしまったように見えました。このままでは、いずれは台湾や中国の打者にもパワーでかなわなくなるでしょう。

身体知獲得のプロセスで起きているこのような問題を解決するには、理想的な身体のスタンダードモデルおよびそのスタンダードにおける運動モデルの構築が必要と考えます。そうすることで

a) 身体モデルに近づける体作り

b) モデルと自分の体の違いを認識することによる個人にあったスタイル

を確立し、試行錯誤のプロセスから脱却することができるでしょう。

<参考文献>

- 1) イラスト解剖学 2009 松村 譲児 中外医学社
- 2) ヴォルフ人体解剖学アトラス(第4版) 1993 G. Wolf-Heidegger 西村書店
- 3) 科学する野球(投手篇) 1984 村上豊 ベースボールマガジン社
- 4) バッティングの教科書 2006 成美堂出版編集部 成美堂出版