

未来の健康寿命を支える小児姿勢教育

～小学校における実践的姿勢改革～

佐々木 空[†], 木津直昭^{††}

1. 健康寿命延伸における姿勢と動作の重要性

1.1 我が国における運動推進への取り組み

我が国の平均寿命は平成の30年間で5年以上伸び、さらに2040年までに2年伸びると言われている¹⁾。これに対し、「健康上の問題で日常生活が制限されることなく生活できる期間」としての健康寿命とのギャップは約10年ほどであり、その間を不健康な状態で過ごすことによる問題が指摘されている。これに向け、特に疾病予防、フレイル・認知症予防への取り組みとして、身体活動（安静時よりも多くのエネルギーを消費する、骨格筋の収縮を伴うすべての活動）を行うことが推奨されており、身体活動量が多いほど疾患発症率や死亡リスクが大きく低下すると言われている²⁾。特に歩行能力を維持することは生活の質を向上させ、健康寿命を延伸することに寄与すると考えられており、すべての年齢に対して推奨されている。身体活動の強度を表す単位をメッツといい、安静座位時を1メッツとしてその何倍のエネルギーを消費するかという指標である。例えば3メッツである歩行を1時間行った時の運動量を3メッツ・時と表現する。健康づくりのための身体活動・運動ガイド2023においても一定量以上の運動を継続することが良いとされている。これによると成人では23メッツ・時/週、高齢者では15メッツ・時/週以上の運動が推奨されており、歩行量に換算すると成人では一日8000歩、高齢者においても一日6000歩以上に相当する運動量が提示されている²⁾。つまり健康寿命を延伸するために、いかにして十分な運動量を実現するかといった点を中心に議論がなされている。

1.2 姿勢と動作の指針の不明瞭性

健康寿命を延伸するためには活動的な日常生活を送り、上述したような身体活動を生涯にわたって継続することが求められる。一方で、老化などに伴い身体活動を阻害する

大きな要因の一つとして変形性関節症（OA）の存在が知られている。このような関節疾患は運動機能や歩行能力の低下を伴う。そのため、要介護に至る原因疾患としても注目されており、生活の質の低下だけでなく死亡率の増加との関連性も示されている³⁾。OAの発症や進行を防ぐためには、日常生活動作において関節にかかる過剰な機械的ストレスを軽減しなければならない。負担の大きい動作や不良姿勢は関節の力学的変化を引き起こし、OAの進行につながる⁴⁾。例えば、不良姿勢のままで上記の推奨メッツを満たすために歩行を継続した場合、OAのリスクを増加させる可能性がある。健康寿命の延伸には確かに一定以上の運動強度と運動量の確保が必要であるが、同時に障害リスクの少ない正しい姿勢や動作の習得の必要性にも目を向けるべきである。

しかし、国民の間には正しい姿勢に関する共通認識が未だに浸透していない。「背筋を伸ばす」等の曖昧な理解に留まっていたり、「背もたれを使ってはいけない」などの間違った認識を持っていたりする場合もある。これはそもそも姿勢についてのリテラシーを育む場がないことにも起因する。実際の子供の教育現場においても、姿勢や動き方の知識の伝達は充分でない場合がある。子どもやその養育者、教育関係者に姿勢や動きに関する知識をより深く理解してもらうことが彼らの健康を守ることに繋がり、ひいてはそれが将来的な健康寿命の延伸へも寄与するのではないだろうか。今回筆者らは小学生564人に対して予期的姿勢調節（APAs）とニュートラルポジションでの姿勢定位の二つのポイントを中心に講義を行った。以下のセクションではこれらについて解説し、次いで実際に小学校で行った指導の様子を紹介したい。

2. 姿勢制御と姿勢定位

2.1 姿勢制御のための感覚入力

ヒトは二足歩行であるが故に高重心かつ不安定な姿勢を制御しなければならないが、これを実現しているのは複数の感覚モダリティからの情報を処理・統合することができる中枢神経系の高度な機能である。さまざまな感覚情報が

[†] あかしカイロプラクティック整体
^{††} KIZUカイロプラクティック
"Image Information Technologies for Happy and Long Living (4): Pediatric Posture Education to Achieve Extended Future Healthy Lifespans: Practical instruction in elementary schools" by Hiroshi Sasaki (Akashi Chiropractic, Hyogo) and Tadaaki Kizu (KIZU Chiropractic, Tokyo)

中枢神経系において統合されることで、私達は自分の身体が空間の中でどの位置にあり、どのような姿勢で、各パーツがどの方向に向かって動いているのか、という身体図式を脳内に構築することができる。そして姿勢制御はこの身体図式を基に行われる。姿勢制御に必要な感覚入力には主に視覚、前庭覚（平衡感覚）、そして体性感覚が挙げられる。視覚は周囲の空間や環境と頭部との相対的な位置関係情報を提供することで、空間内での自分の位置などの空間認知に必要な感覚である。前庭覚は頭部の運動に関する加速度の情報である。前庭には頭部の回転加速度を検知する半規管、直線的な加速度を担当する耳石器の2種類の受容器が存在し、頭部のあらゆる方向への運動や身体に対する重力の方向をモニタリングすることができる。体性感覚には皮膚の受容器によって検知される表在感覚と、筋肉や腱、関節包などの固有受容器によって検知される深部感覚に分かれる。表在感覚を検知する受容器としては、ルフィニ終末（触覚）、パチニ小体（振動覚）、メルケル盤（触圧覚、皮膚の変形）、マイスネル小体（細かい振動、触覚）がある。深部感覚の中でも特に姿勢制御への貢献度が高いとされているのは、筋肉内に存在する筋紡錘と呼ばれる受容器である。筋紡錘は筋肉の長さの変化に関する情報を検知しており、筋が伸長する加速度に反応する核袋線維（Ia神経線維）、筋肉の絶対的な長さを検知する核鎖線維（II神経線維）が存在し、その筋肉が跨ぐ関節の可動域や動きの速さをモニタリングしている。体性感覚入力自身は自身の身体と環境との相対的な位置情報を提供し、また身体各パーツ同士の相対的な位置関係についても絶えず脳へ入力している。それぞれの感覚は異なる大脳皮質の一次的な感覚領域に投射された後、頭頂葉の連合野において統合されることで受け取った情報を認識できるようになる。このように、自分の身体が空間内でどのような姿勢をとっており、周囲の環境との位置関係がどのようなになっているのかを身体図式として構築することができて初めて、脳の運動領域による適切な運動制御が発現する。

2.2 姿勢制御と予期的姿勢調節 (APAs)

正確な運動を行うためには、重心位置や体勢の準備・補正を行う姿勢制御が必要となる。バランスが崩れた際に姿勢反射などを使ってフィードバックとして発現する代償性姿勢調節のほかに、予期的姿勢調節 (Anticipatory Postural Adjustments: APAs) と呼ばれる先行性の運動が存在する。これは目的の運動が最適な形で開始されるために必要な予測的な姿勢調節であり、いわばフィードフォワードの姿勢制御として目的の主動作に約20～100 msほど先行して発現する⁵⁾。APAsは運動計画に関わる運動前野・補足運動野と呼ばれる領域から発生し、目的行動による身体バランスの変化や外乱を事前に予測し、そのカウンターバランスとしての予備動作を行う。そのため過去の運動記憶とともに、正確な感覚情報入力が必要不可欠である⁶⁾。身体

のさまざまなモダリティを持つセンサからのリアルタイムな感覚情報が小脳や大脳基底核、視床などを通じて上述の頭頂葉連合野で統合される。それを前運動野・補足運動野が受け取ることで初めて、現在置かれている姿勢を取り巻くコンテキストに対して時間的・空間的に適切な姿勢調節が可能となる。

例えば立位において素早く腕を上には振り上げる動作をしたとき、事前準備がない場合は体幹の安定性が崩れて立位が動揺する。APAsが正常に機能すれば、体幹筋群の先行収縮が随意運動の数十ms前に自動的に行われ、予測された重心の崩れを制御しながら運動を遂行することができる⁵⁾。こうした内乱刺激に先行する体幹の姿勢制御は脊柱の安定性を確保し、腰椎や椎間板などの傷害を防ぐ機能を持つ⁷⁾。この時、主動作である手を挙げたり物を掴んだりするなどの巧緻運動を担う運動指令は、外側運動制御系と呼ばれる脳からの経路を介して反対側の脳の運動野や補足運動野（図1中の4野や6野）から下行し、延髄で対側に交差して脊髄に到達して遠位の手足を動かす筋を活動させる。一方でAPAsは内側運動制御系と呼ばれる経路を介して、同側あるいは両側の体幹や近位の上下肢の筋活動をコントロールしている⁸⁾（図1）。右手で目標物にリーチする際は、右手の主動作筋は左運動野由来の皮質脊髄路を介した運動指令で行われるが、その運動のAPAsとしては左の補足運動野由来の両側（特に同側）の体幹の活動が行われる。つまり、主動作である巧緻運動を行うシステムと、その運動が適切に遂行されるように姿勢制御を行うシステムは別々の下行経路を介して達成される。常時移り変わる多感覚情報を補足運動野が正確に受け取れていないと、こうした「うまく動くための事前調節」が行われず、エネルギー効率の悪い運動、力学的に無理のある「正しくない運動」が発生する。そのため、この機構を正常に働かせるには関節の可動域や筋肉が正常に機能し、正確な感覚入力を取得できる状態を維持する必要がある。実際、APAsが観察されない被験者の骨盤の関節（仙腸関節）の運動制限に対して可動域を回復させる介入を行うことによって、APAsが発現しはじめるという報告もある⁹⁾。また、対象の筋肉の随意収縮を伴う運動や、姿勢制御が必要な状況の反復練習を行うことによって、より早く適切なタイミング・強度でAPAsが行える状態が長期間持続することが報告されている¹⁰⁾。

2.3 ニュートラルポジションでの姿勢定位

身体の各部位の位置を他の部位や環境に適合させることを姿勢定位 (Postural Orientation) と呼ぶ。重力の方向や支持基底面などに対して動的に身体のアライメントと筋緊張をコントロールすることで適切な姿勢定位が実現する。私達は身体を重力に対して拮抗させるために、骨の剛性や軟部組織（靱帯・椎間板など）の張力による受動的な支持力と、体幹や下肢などの抗重力筋群を利用した能動的な支持力を組み合わせて姿勢定位を行っている。われわれが日常生活

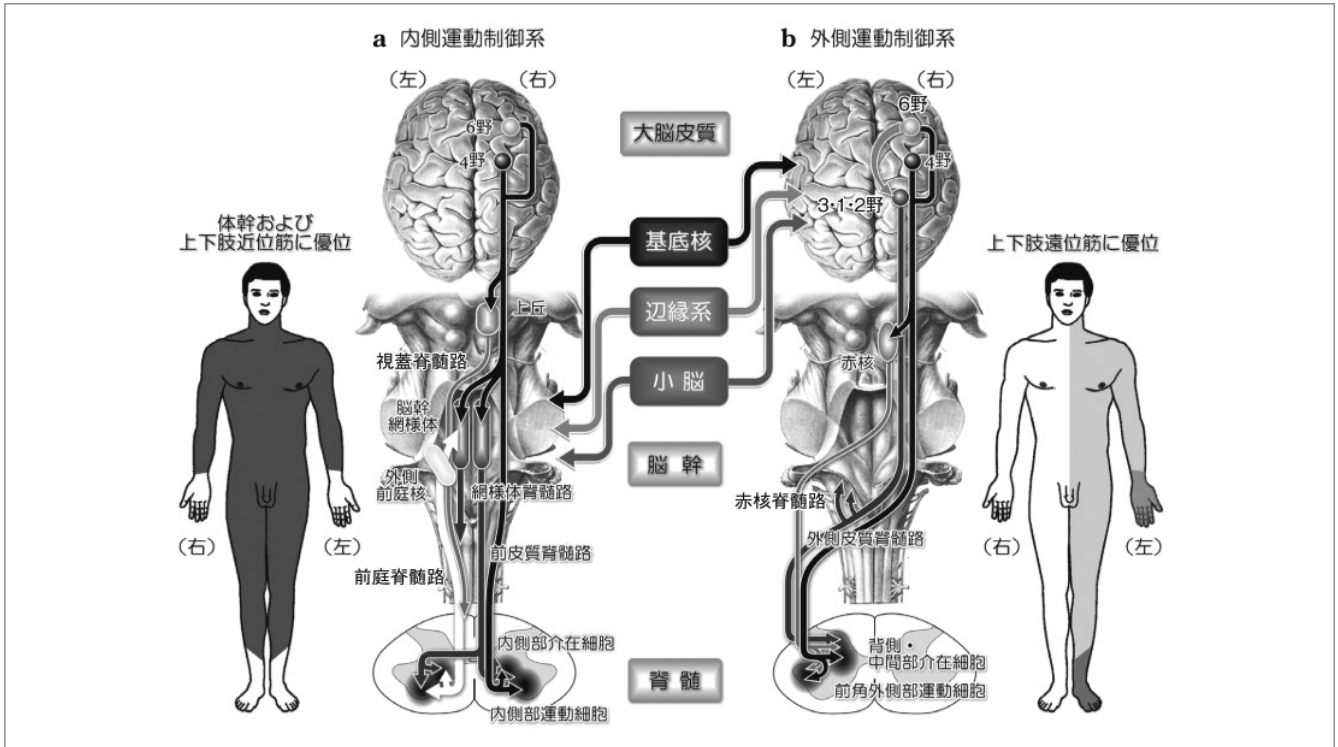


図1 巧緻運動と APAs をそれぞれ制御する異なる下行経路（文献⁸⁾より引用）

において必要とする抗重力支持機能の大半を受動的支持が担うことで、姿勢保持のエネルギー消費を最小に抑えることができる¹¹⁾。例えば一定時間にわたって体勢を維持する必要がある座位においては、体幹を座面と殿部の接触面の上に直立位に保持することでエネルギー消費を最小にして姿勢を維持することができる。これは身体の質量中心を支持基底面の内部にバランスよく配置する姿勢、いわゆる背筋を伸ばした座位姿勢として推奨される姿勢でもある。

一方で、エネルギー消費の少ない別の姿勢保持戦略も存在する。それは不良姿勢と呼ばれ、例えば座位における猫背や骨盤後傾姿勢に相当する。図2は異なる座位姿勢（①～③）をとった際のA：腰部脊柱起立筋（腰椎を支える背部の筋肉）とB：腹筋群の活動の様子である。①の姿勢は座学やPC作業などで机に向かってやや体幹の前傾姿勢を取った時の座位に近い。前傾した上体を支えるため、例えば手を膝に置いた状態であっても腰部脊柱起立筋や腹筋群の活動が見られる。一方②は座面の前側に座り背もたれに上背部を背もたれに寄りかからせた、骨盤後傾を伴う不良姿勢である。この時の腰部脊柱起立筋と腹筋群の活動がほとんど消失している点に注目したい。③の姿勢は無理なく骨盤と胸郭（肋骨と胸椎で形成される区画）をニュートラルポジションに起こした状態である。腰部脊柱起立筋はリラックスしているが、腹筋群の活動が観察される。この中では②の不良姿勢は筋活動が最も少ない状態、つまりエネルギー消費が少ない状態で姿勢定位を実現している。しかしここで問題となるのが腰椎の形状である。

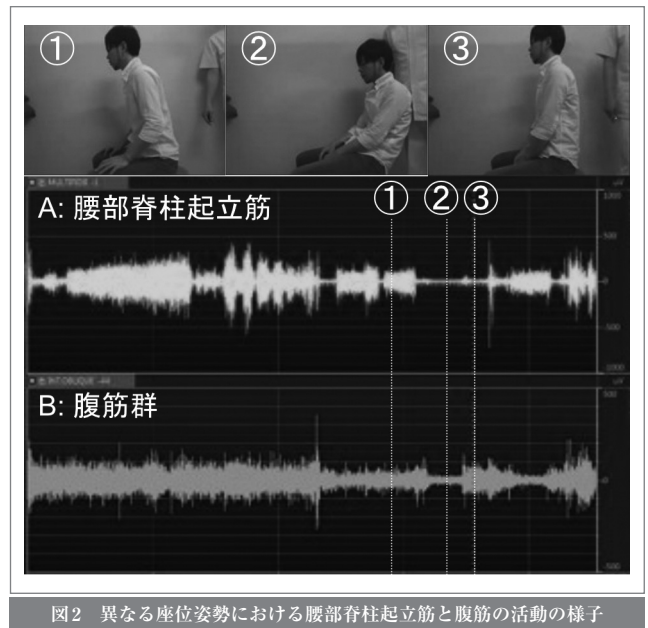


図2 異なる座位姿勢における腰部脊柱起立筋と腹筋の活動の様子

上述した通り、姿勢定位は骨や軟部組織による受動的な姿勢保持機構と、筋肉による能動的な姿勢保持機構を組み合わせる行うが、②の姿勢では筋による安定性が確保できない状態で、受動的な要素のみで不安定な形状の腰椎を支えていることになる。これは屈曲弛緩現象（FRP）と呼ばれ、脊柱を自然に最大屈曲した際には筋肉の収縮による能動的な姿勢保持機構から、軟部組織などによる受動的な姿勢保持機構に切り替わることが知られている。この時、脊柱を

支えていた筋活動はほとんど消失し、姿勢安定化に寄与しなくなる。この現象はエネルギー消費を最小化してより安定した姿勢定位を実現するメカニズムでもあるが、長時間この骨盤後傾を伴った不良姿勢による静的かつ反復的な負荷が持続した場合、腰椎を支える靱帯や椎間板に対して伸長やせん断応力が蓄積する。その結果、軟部組織の変形 (creep) が起こることで力学的脆弱性を呈し¹²⁾ コラーゲン線維の微細な損傷が引き起こされる。損傷の蓄積は炎症を引き起こし、例えば椎間板ヘルニアのような疼痛の原因となる。これが慢性化すれば、軟部組織の変性や拘縮による関節可動域の減少や不安定化、痛みや可動域制限に起因した代償動作への間違った適応等が起こると考えられる¹³⁾。

こうした理由から、エネルギー消費が低く、かつ組織の損傷を最小限にするための姿勢定位が求められる。しかしながら、特に学校の椅子は座面が後傾しており、自然に座ると骨盤は後傾しやすく腰椎は屈曲位になりがちである。一般的な姿勢指導では背筋を伸ばす、すなわち背筋群を随意的に収縮させることで無理やり骨盤前傾・腰椎伸展を作り出すことになる。長時間にわたって背筋群の緊張を持続させることは通常困難であり、実現したとしても背筋群の過緊張状態を作り出すことは疼痛や関節可動域の低下など障害の原因になりかねない。このような身体と環境の適合の問題を視野に入れると、座位環境の調整を含めた姿勢維持戦略が求められることがわかる。

3. 小学校における実践的姿勢改革

3.1 子どもに対する姿勢教育の必要性

上述した通り、大人がもつ姿勢に対する理解は曖昧であり、臨床の間では姿勢の問題が起因していると思われる不定愁訴で来院する患者が後を絶たない。それは遡ると子どもに対する姿勢教育が充分に行われて来なかったことに起因するのではないだろうか。正しい姿勢で健やかな成長期を過ごすことが子どもたちの未来の健康の基盤となるはずだが、近年では姿勢や歩き方の悩みで来院する子供が増えているのが現実である。子ども本人やその養育者に対して、正しい姿勢が辛くなく、そして簡単にできることを理解し実感してもらうことが現代の日本社会における課題なのではないかと考える。このセクションでは、ここまで述べたAPAsとニュートラルポジションでの姿勢定位の二つに重点を置いて実際に小学校で行った指導の内容を紹介する。

3.2 小学生の姿勢と愁訴の実態

2021年11月と2022年6月に、二つの公立小学校(小学校A(以下A校)の4～6年生196人、小学校B(以下B校)の1～6年生368人:合計564)に対して「進化型シセイ」セミナーという題目でAPAsを活用した「前へ倣え」と、ニュートラルポジションでの姿勢定位を実現するための「タオル座り」の2点を中心に講義を行った。「姿勢」という言葉を使うと、壁に背中をまっすぐつけるなど辛く現実的でない



図3 体育館で行ったオンライン講義の様子

姿勢指導のイメージが先行してしまう。小学生に興味を持ってもらい、正しい姿勢は辛いというイメージを払拭するため「進化型シセイ」というテーマとした。オンライン講義ではあったが、A校では、各教室に固定ビデオカメラとハンディカメラを用いて実際の子供達の姿勢が見て取れるように撮影してもらった。またB校では体育館に全校児童が集合して講義を行った(図3)。

セミナー開催に先行して、子供達の姿勢へのイメージ、現在持っている症状や自宅での座位環境を知るためにアンケートを実施した。質問と結果は以下の通りである。①自宅での食事を使う椅子のタイプ:結果はダイニングチェア54%(303名)、ソファ16%(91名)、床25%(91名)、その他5%(31名)であった。中でも、特に猫背の形成に繋がりやすいソファや床座りで食事をしている子どもが合計で41%もいることがわかった。猫背姿勢は図4で示すように腰椎や椎間板のアライメントを変化させ、2.3節で述べたような組織破壊の原因となる。②悩んでいる症状:それぞれの小学校の5,6年生(計334名)から回答を得たところ、51%の生徒が何らかの症状を持っていた。症状の内訳を図5に示す。多くの子どもが首肩のこりや腰痛、頭痛に悩んでおり、

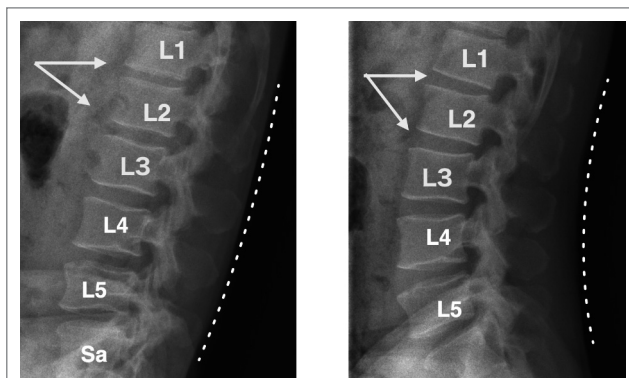
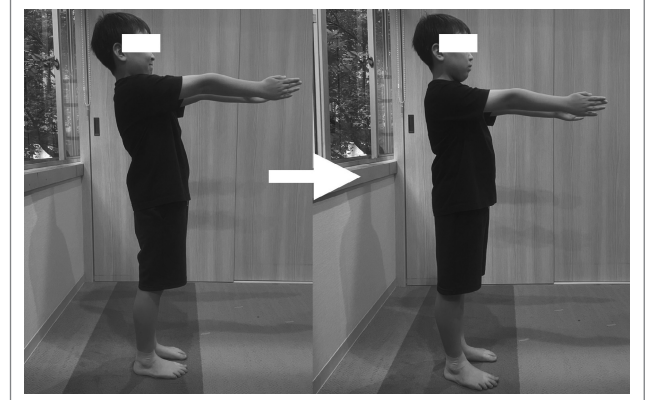
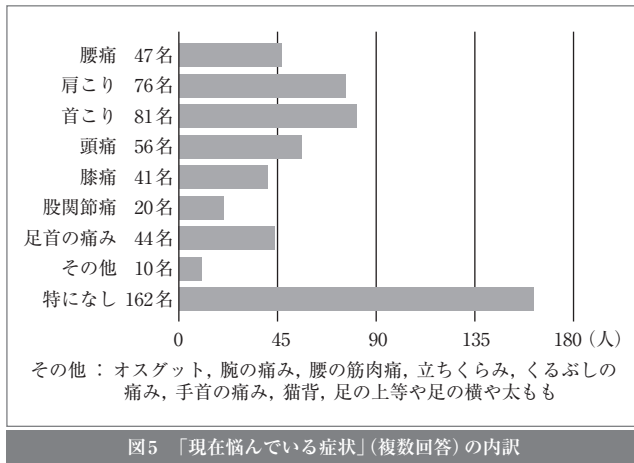


図4 床でのあぐら座り(左図)と椅子でのニュートラル座位(右図)における腰椎のX線画像
破線は腰部皮膚の形状を示す。あぐら座りでは複数の椎間板の変形がみられる。



下半身の問題も多く存在していることが判明した。③進化型シセイと聞いて、どんなイメージを持ちましたか？：よくわからないという回答が多かったが、「新しい姿勢」、「格好良い姿勢」、「集中力が増す姿勢」、「運動能力が上がる姿勢」など前向きに姿勢を捉えてくれた回答也多かった。④今まで「姿勢を正しく」と言われて、どんなことを注意していたか：一番多かった回答が「背筋を伸ばす」、「背筋を正す」である(80%以上)。また次に多かったのが「グーペタピン」である。これは机から「グー」一つ分空けて座り、床にベタと足を置く、背中を煙突のようにピンと伸ばすことを推奨する教育番組の指導である¹⁴⁾。

3.3 APAsを活用した「前へ倣え」

はじめに一般的な「前へ倣え」を何も注意を与えずに実施してもらう。児童達にはそのままの状態、一般的な「前へ倣え」では肩や腰に力が入ることを確認してもらい、その時の肩や腰の感覚を覚えてもらった。次に片手を臍の下5センチの部位(丹田)に当ててもらい、そこを意識して息を吐きながら反対側の腕を「前へ倣え」してもらう。この動きを左右10回ずつ繰り返した。その後丹田を安定させる感覚を維持しながら、息を吐きながら両手で「前へ倣え」をしてもらった。これは上述したAPAsによる体幹筋群のフィードフォワード活動を利用した「前へ倣え」である。丹田に手を当てることにより、腕を上げる前に体幹の安定を意識することができるため、肩や腰に無駄な力が入らないより機能的な「前へ倣え」を実感できる(図6)。

この時の肩や腰の状態を初めの一般的な「前へ倣え」をした時との感覚を比べてもらったところ、以下のような感想が得られた。「とても長い時間背筋を伸ばしてバランスのとれた姿勢を保てるようになった。」、「姿勢に気を付けながら生活したら、部活中の腰の痛みが少し良くなりました！普段から足首が痛いの、姿勢にも関係あるということに気が付くことができました。」、「良い姿勢を保てるようになった。まえならえのときにあまり疲れなくなった。」、「たった数秒で、まえならえや姿勢が疲れなくなってきたので、

研究ってすごいなと思いました。」(一部抜粋)。また、指導の理解度を問う質問([よくわからない]：1～[すごく良くわかった]：10)では、A校138人の平均8.35、B校196人の平均8.36とともに高い点数となった。

3.4 ニュートラルポジションでの「タオル座り」

まず、いつも勉強中に座っている状態から、一般的にいいとされている「姿勢を正して」、「背筋を伸ばして」座ってもらう。そして児童達には、この姿勢では肩や腰に力が入っていることを確認してもらい、その時の肩や腰の感覚を覚えてもらった。次に、タオルを八つ折りにしてお尻の下に敷いてもらった。タオルの上に坐骨で座るように注意し、背筋を伸ばすことは考えずにその状態で肩幅ぐらいに足を開いてもらう。この時の肩や腰の状態をタオルなしで座った初めの座り方との感覚を比べてもらったところ、以下のような感想が得られた。「ニュートラルな座り方を覚えたおかげで家族と一緒にご飯を食べているときも楽に姿勢を正しくできています。バスタオルを使って座る進化型姿勢を親戚の人達にたくさん教えようと思います!」、「これまで、姿勢を正したまま授業や行事に参加して、とてもきつかったけど骨盤を前に傾けることで楽に座れるようになりました。」、「進化型シセイ」について知っていつも姿勢をよくするのは大変だけど、バスタオルを使うとよい姿勢を意識しなくても自然に良い姿勢になることがわかりました。」、「今までの座り方(今までの正しい姿勢)だとすぐに疲れるけど進化型シセイだと疲れずに正しい姿勢ができることがわかりました。」(一部抜粋)。3.3節と同様の理解度を問う質問では、A校138人の平均8.21 B校196人の平均6.47とともに高い点数となった。

事前調査によって、これらの小学校で使用されている椅子の座面が後傾していることがわかってきた(図7)。他の小学校でも使用されているかは不明だが、日本の公立小学校で新旧のJIS規格というサイズと形状が決められている。後傾した座面上で「背筋を伸ばす」、「グーペタピン」を実施すると、骨盤が自然後傾するトルクに対して無理やり筋力



図7 小学校の椅子の後傾した座面(左図)に座った際の姿勢保持の様子(右図)

で腰を反らせなければならぬため不必要な筋緊張が生じ2.3節で述べたような障害の原因にもなり得る。タオル座りは子供達の感想からも、自然に骨盤が立ち無理なくいい姿勢を保つ体験ができたと推測する。

4. むすび

正しい姿勢の定義は曖昧である。静的な姿勢なのか、動的な姿勢なのか、また何を目的にしたものなのかを明確にしないと定義が決められない。一般的に語られる壁に背中をついたり、解剖学的に踝から頭頂までを一直線に引いた線に身体を配置したりするだけの良い姿勢ではない。今回の子ども達に向けた「前へ倣え」は動的かつ予測的な姿勢調節に位置付けられ、さまざまな正しい動作の基盤となる。また「タオル座り」のように座位環境と身体を適合させる方法や、その上で静的な姿勢定位を保持する方法を学ぶことも重要である。成長期の間の骨格形成や脳神経系の発達がその後の一生を決めると言っても過言ではなく、間違った姿勢はそれらの健やかな発育を阻害する要因となりうる。幼少期から正しい姿勢を体感し、姿勢リテラシーを身につけてもらうことは子ども達にとって大きな資産になるだろう。また、子どもだけでなくこのような取り組みがあらゆる世代に向けて実施されれば、医療費の削減や生産性の向上に寄与する可能性がある。今後の課題として、姿勢指導後の追跡調査と定量的評価システムの構築が必要である。

(2024年6月1日受付)

〔文 献〕

- 1) 厚生労働省：“「令和2年版厚生労働白書」(概要)(抜粋)：令和時代の社会保障と働き方を考える”，共済新報，61，11，pp.62-69 (2020)
- 2) 厚生労働省：“健康づくりのための身体活動・運動ガイド2023”，身体活動・運動の推進，https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/undou/ (Accessed: May16, 2024)
- 3) E. Nüesch, P. Dieppe, S. Reichenbach, S. Williams, S. Iff and P. Jüni: "All cause and disease specific mortality in patients with knee or hip osteoarthritis: population based cohort study", BMJ, 342, p.d1165 (Mar. 2011)
- 4) H. Tateuchi: "Gait- and postural-alignment-related prognostic factors for hip and knee osteoarthritis: Toward the prevention of osteoarthritis progression", Phys Ther Res, 22, 1, pp.31-37 (June2019)
- 5) P.W. Hodges and C.A. Richardson: "Feedforward contraction of transversus abdominis is No.influenced by the direction of arm movement", Exp. Brain Res., 114, 2, pp.362-370 (Apr. 1997)
- 6) 後藤淳：“中枢神経系の機能解剖”，関西理学療法，5，pp.11-21 (2005)
- 7) P.W. Hodges and C.A. Richardson: "Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis", Spine, 21, 22, pp.2640-2650 (Nov. 1996)
- 8) 高草木薫：“大脳皮質・脳幹-脊髄による姿勢と歩行の制御機構”，脊髄外科，27，3，pp.208-215 (2013)
- 9) P. Marshall and B. Murphy: "The effect of sacroiliac joint manipulation on feed-forward activation times of the deep abdominal musculature", J. Manipulative Physiol. Ther., 29, 3, pp.196-202 (Mar. 2006)
- 10) H. Tsao and P.W. Hodges: "Persistence of improvements in postural strategies following motor control training in people with recurrent low back pain", J. Electromyogr. Kinesiol., 18, 4, pp.559-567 (Aug. 2008)
- 11) E.R. Kandel et al.: "Principles of neural science," 4. McGraw-hill New York (2000)
- 12) S.M. McGill: "The biomechanics of low back injury: implications on current practice in industry and the clinic", J. Biomech., 30, 5, pp.465-475 (May 1997)
- 13) M. Solomonow: "Neuromuscular manifestations of viscoelastic tissue degradation following high and low risk repetitive lumbar flexion", J. Electromyogr. Kinesiol., 22, 2, pp.155-175 (Apr. 2012)
- 14) NHK for school：“ゲー・ベタ・ビン！でおぼえよう！～正しい座り方～”，<https://www.nhk.or.jp/school/tokushi/smangold/kyouzai/002680.pdf>



佐々木 空 2005年，RMIT 大学日本校健康科学部カイロプラクティック学科卒業。2010年，同大学大学院博士過程修了。帰国後カイロプラクティック院への勤務を経て，あかしカイロプラクティック整体院長，カイロプラクティック理学士，応用理学士，博士（カイロプラクティック学）。



木津 直昭 1984年，日本カイロプラクティックカレッジ卒業。2011年，西オーストラリア州立マードック大学健康科学部スポーツサイエンス学科卒業。KIZUカイロプラクティックグループ代表院長，子供内股歩行研究センター代表，カイロプラクティック健康科学士。