

## 2. 発達段階（動作成熟）からの障害予防

粕山達也\*

### ●はじめに

走る、投げる、跳ぶといった基本的運動能力については、10歳頃までに獲得されることが望ましく、その後の専門的運動能力の根幹となる重要な能力と考えられている。神経系が発達し、基本的運動能力が重要視される幼少期については、“ゴールデンエイジ”として広く知られるようになってきた一方で、発達段階における動作の成熟過程については未だ十分に知られていない。脳内ネットワーク解析や筋シナジー解析など、新しい解析手法によって動作の成熟に必要な理論的背景が明らかになってきており、運動指導・障害予防を行う上で有益な情報が整理されてきている。

### ●基本的運動能力の重要性

基本的運動能力は、身体活動量に関連するだけでなく、健康状態や学業成績にも影響する重要な能力とされている。基本的運動能力は、10歳頃までに無意識的に獲得される。ヒトが意識して筋肉を動かす随意運動においては、大脳皮質の運動野を発端として、皮質脊髄路（錐体路）を介して筋肉が収縮して運動が起こる。一方で、幼少期までの年代においては、反射・反応から始まる無意識的な運動を中心として行われており、脊髄から橋・延髄、そして中脳と段階的に成熟していく過程を経る。反射・反応のメカニズムを考えると、運動は感覚入力（刺激）をもとに誘発される現象であるため、幼少期に与えられる適切な刺激（環境や課題）が動作の成熟を促すうえで重要となる。つ

まり、幼少期における基本的運動能力を高めるためには、適切な環境設定や対象者に合わせた課題の調整が必要になる。

### ●動作の成熟と障害の関係

未熟な動作は、障害の発生と関連していると考えられる。投球動作を例にとると、2～3歳頃の投球動作は肘関節の伸展から始まり、肩関節の伸展と肘関節の伸展を組み合わせた矢状面上の運動（縦回転）が中心となって行われる。その後、水平面の動きが加わり、肩関節の水平内転や体幹の回旋が行われることで動作は横回転の運動になる。縦回転の運動が強くなると、肘関節伸展が繰り返され、肘関節後方の障害（骨棘形成など）を誘発し、横回転が強くなると体幹回旋による上肢への慣性モーメント増大とともに肘関節内側側副靭帯への伸張ストレスが増大することになる（図1）。10歳頃までに各関節の運動が組み合わさって投球動作が獲得されていくが、新しい運動パターンが加わることで、各関節の協調性が必要となり、非線形的な発達を示すことになる。障害予防において幼少期の運動に多様性が必要な理由として、運動パターンが固定化され、局所の関節に負担がかかることを避ける狙いもある。新しい運動パターンが追加され融合されていく過程は、筋シナジー解析によって明らかにされてきている。系統発生的に保存されている筋シナジーと個体発生的に生成される筋シナジーが存在し、多様な筋シナジーを課題や環境に適応させて、最適な組み合わせを生成させることが、動作を成熟させ、障害を予防することに繋がっていく。

### ●動作成熟からの運動指導

多様性で非線形的な発達を示す幼少期の年代に

\* 健康科学大学健康科学部リハビリテーション学科  
Corresponding author：粕山達也（kasuyama@kenkoudai.ac.jp）

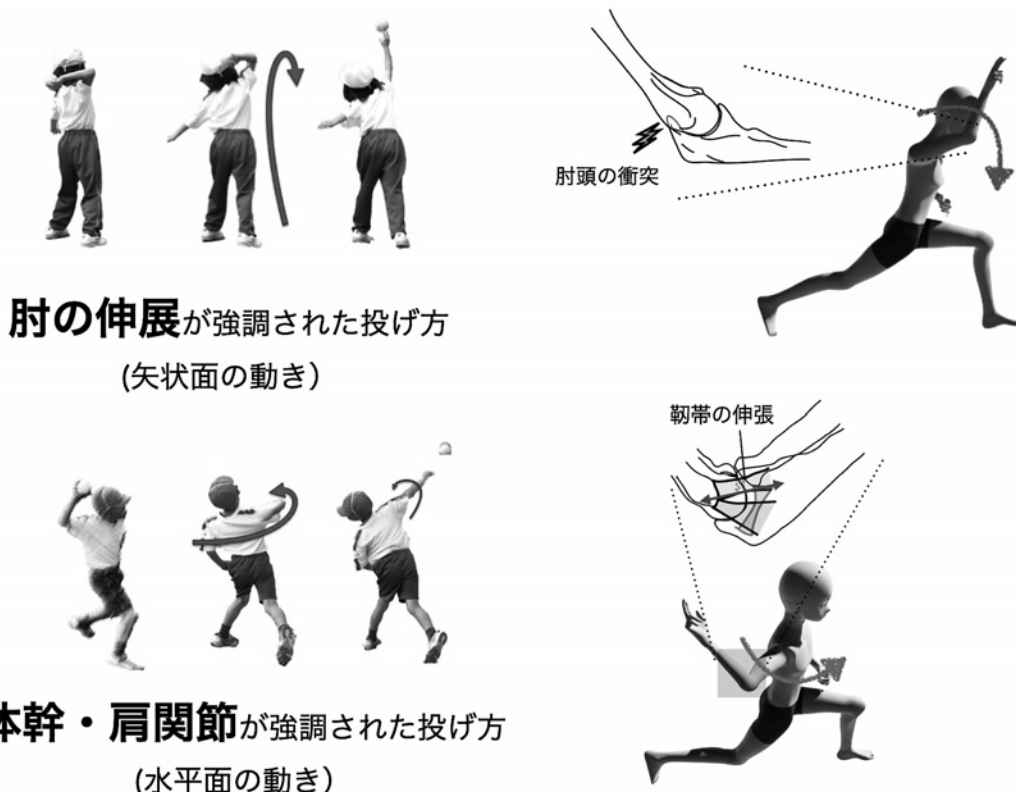


図1 投球動作と障害の関係

対して、画一的な障害予防プログラムの導入は極めて難しい。ダイナミックシステム理論に基づき、環境と課題を適切に設定した上で障害予防を組み込むことが必要である。運動発達を促しながら、障害予防を両立させる方法が必要である。

幼少期の大半が無意識的な運動を中心に行うため、言語を利用した口頭指示による指導は十分ではなく、環境や課題を適切に設定することにより能力を引き出すことが、基本的運動能力を高めるうえで重要となる。

一例を挙げると、ジャンプ動作やスクワット動作を指導する際には、股関節を意識した動作指導が行われる。幼少期では、大脳皮質の発達が未熟であるため、随意的に関節や筋肉を動かすことは難しい。そのため、課題の強度を上げることによって、無意識に股関節の動きを誘発する仕掛けが必要になってくる。例えば、軽く縄跳びをする状況を考えてみると、成人は足関節底屈の運動を中心

としたジャンプ動作を適用するが、立ち幅跳びを全力で跳ぶことや1m以上の高さから飛び降りて着地することなどは、足関節だけでなく、膝関節や股関節の筋肉を総動員してジャンプ動作や着地動作を行うことになる。与えられた課題における力の強度や方向に、身体が適応することで動作が成熟していくことになる。

### ●おわりに

中学生や高校生などの専門的スポーツに特化した年代と比較すると、幼稚園や小学校低学年の年代は障害発生率が低いため、直接的に運動指導をする機会が限られている。しかしながら、障害予防の観点から考えると、幼少期に適切な動作を獲得し、基本的運動能力を高めておくことは、青年期以後の障害を防ぐことにつながる。発達段階と動作成熟への理解は、長期的視点において障害予防の一助となるであろう。