

I. 総論

小児の運動器の発育とスポーツ障害

A relationship between development of locomotive organ and overuse sports injury in children

戸祭正喜¹

Summary

小児の運動器の発育過程と、それに関連して生じるスポーツ障害について、発生要因と予防・治療の要点を総論的に述べる。

Key words

▶小児(children) ▶運動器の発育(development of locomotive organ)
▶スポーツ障害(overuse sports injury)

はじめに

スポーツ障害は、スポーツ活動において明らかな受傷機転がなく、過度な練習や無理のある動作の繰り返しが誘因となる。スポーツ障害の発生原因は、内因性因子と外因性因子に分けられるが、小児においては、暦年齢と身体的発達の不一致や技術的な自己能力の認識不足が内因性因子となり、指導者の障害予防に対する理解不足が外因性因子となることが多い。

本稿では、小児の運動器の発育過程と、それに関連して生じるスポーツ障害について、発生要因と予防・治療の要点を総論的に述べる。

小児の成長と運動発達

Gallahue¹⁾は、人間の運動は胎児期から1歳ごろまでは「反射的な運動の段階」、3歳ごろまでを「初歩的な運動の段階」、10歳ごろまでを「基礎的な運動の段階」、10歳以降を「専門的な運動の段階」として、それぞれのステージを経て発展していくと

述べている(図1)。

ほとんどの基礎的な運動は、6歳もしくは7歳で熟練ステージに到達することができるが、発達の速度には個人差があるので、発達の遅れが数年以上にわたると、相当の努力と外部からの援助なしでは熟練した形での基礎的な運動を発達させることが難しくなる。実際、投げる・打つ・捕るといった基礎的な運動において基本ステージにとどまり、熟練ステージに到達していない成人も多く存在する¹⁾。

Brownは、小児の運動技能発達のピラミッド(図2)を表し、1～5歳ごろまでの基本動作を習得する段階と、5～7歳ごろまでのより複雑な動作へ移行する時期との間には「運動技能熟達の障壁」が存在すると述べ、基本動作を5歳ごろまでに経験しないと、成長に伴う運動技能の向上に障壁ができ、新しい技術の獲得が困難になると警告を発している²⁾。

小児の運動の二極化

近年、小児を取り巻く社会・生活環境が大きく変化したために、小児が屋外で全身を使って思いきり遊ぶ機会が減っている。その影響で、日常的

1 TOMATSURI Masaki : 医療法人川崎病院整形外科

図1 運動発達の段階とステージ

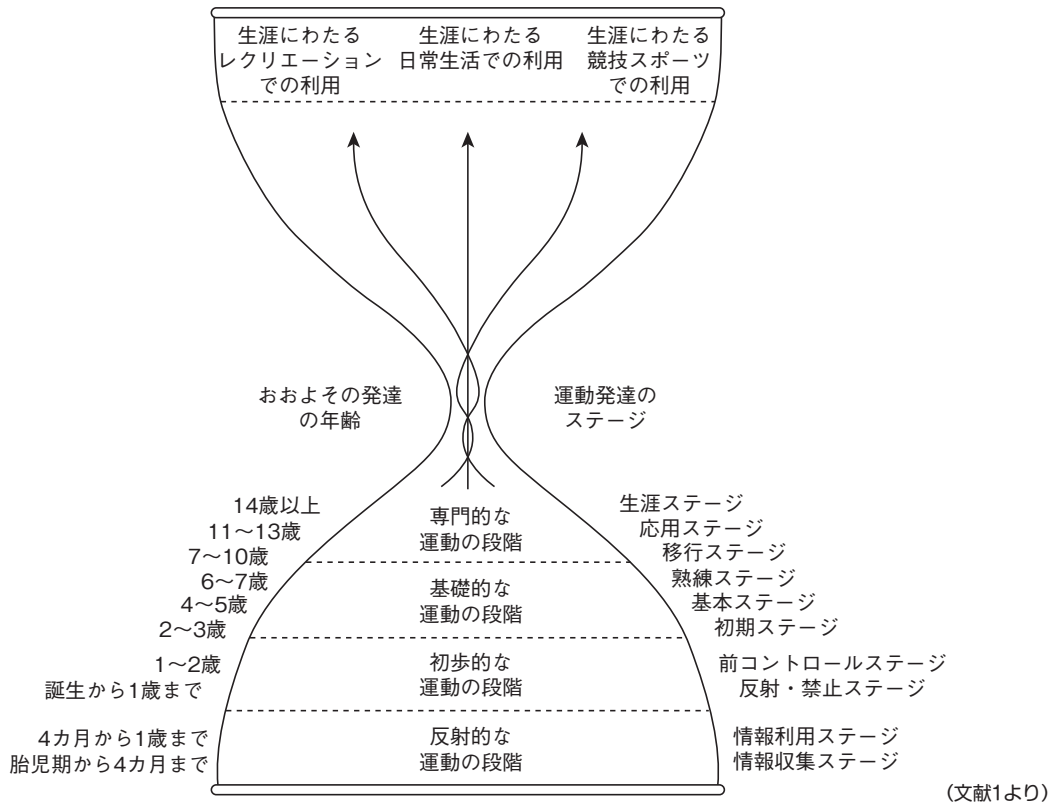
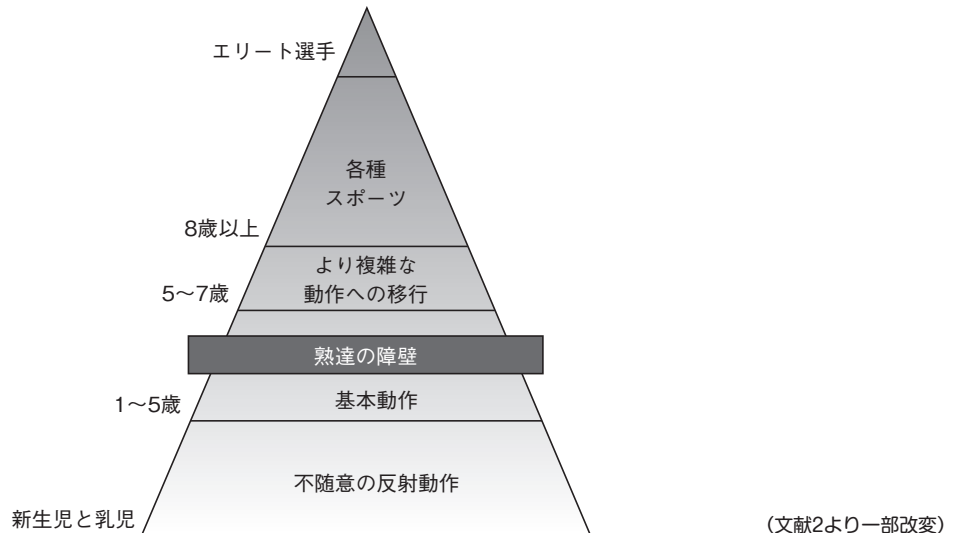


図2 ブラウンによる子どもの運動技能発達のピラミッド



な外来診療でも柔軟性不足(関節の硬さ)、筋持久力の低下、バランスの悪さ(姿勢異常)が原因で、易疲労感や下肢痛・腰痛を訴えて受診するいわゆ

る「子どものロコモティブシンドローム」状態の小児が増えてきている。

将来的にも運動器の機能障害をきたさないよう

にするには、3～6歳までの幼児期は運動発達の過程からみても非常に重要な時期であり、幼児のうちにさまざまな動きを体験する機会を、保護者を中心とした周囲の成人が積極的に与えることが望ましい。その観点から日本スポーツ協会では、小児が発達段階に応じて身につけておくことが望ましい動きを習得するために小児が楽しみながら積極的に体を動かせる運動プログラムとして、アクティブ・チャイルド・プログラム(active child program；ACP)を開発している。

その一方、いわゆる「子どものロコモティブシンドローム」の小児とは対照的に運動する小児は、高いレベルを目指して積極的にスポーツ活動に取り組む、「運動の二極化」現象が起きている。

小児のスポーツ障害の発生要因

専門的な運動スキルの発達の移行ステージは7歳ごろから始まり、10歳ごろまで及ぶ。この時期の小児は、各種スポーツに関心を示すようになり、大人に憧れて真似(挑戦)しようとするが、基礎的な運動の段階で熟練したスキルを発達させていないと、スポーツスキルの習得が妨げられ、本人が望む運動能力は持ち合わせていないことになる。この状態が継続したままで運動負荷をかけると結果的に運動器の機能障害をきたす要因となる。

小児の運動器の特性

小児の運動器は発育過程にあるので、運動器の構造は成人とは明らかに異なる。そのため、小児特有のスポーツ障害をきたす。小児の骨端は軟骨成分が多く未完成であるため、衝撃が反復されて1つの部位に集中して加えられると、正常な成長過程が障害されて疼痛を生じたり、将来変形を残すこともある。この病態によるスポーツ障害の代表的なものにKöhler病、Freiberg病、上腕骨小頭離断性骨軟骨炎がある。成長期においては骨に比較して筋・腱の発育・発達が緩やかであるため、相対的には筋・腱は短縮し、その付着部は常に緊張を受けやすい。この病態によるスポーツ障害の代表的なものに骨端症[Osgood-Schlatter病、踵骨

骨端症(Sever病)]や有痛性外脛骨障害がある。

小児の成長過程においては、最も末梢に存在する腓腹筋で最も硬くなる時期が早く、最も中枢側に位置する腸腰筋で最も硬くなる時期が遅くなっていると報告³⁾されており、実際に同じ選手でSever病は10歳前後に、Osgood-Schlatter病は中学校入学前後に発生しやすく、高校入学前後には股関節痛や腰痛で悩まされるということをししばしば経験する。

診察時における注意点

スポーツ障害を抱えた小児は、局所の圧痛や運動時痛を主訴に来院するが、運動時痛や関節機能障害を自覚した時期や、発生状況を詳細に聴取することが大切である。既往歴としても、乳児期からの成長過程において、全身関節弛緩による運動発達遅延や、非対称性肢位(いわゆる向き癖)があったかどうかを聞いておくことと診察時に注目すべき点を絞り込みやすくなる。また、骨折後変形治療(下肢の場合は脚長不等、上肢では変形)が障害の原因となっていることもあるので過去の外傷歴も聴取しておくべきである。

診察する際には、疼痛を訴えている部分のみを診察するのではなく、健側を含めて、上肢であれば肩関節から手まで、下肢であれば股関節から足部までのメディカルチェック(身体計測、関節の弛緩性、柔軟性、アライメントの評価)を同時に行うべきである。メディカルチェックを行うことで、障害発生の原因がより明確となることもある。例えば、腰痛の場合は、姿勢異常や生理的弯曲の消失、側弯症や下肢の脚長不等が原因となっていることもある。また、下肢の筋拘縮による股関節周囲の柔軟性不足が腰部への負担を強めることもあるので、股関節から足部までの関節可動域に左右差はないか、筋バランスに左右差がないかを診ておく必要がある。

下肢痛の原因としては、大腿骨近位の過前捻や下腿の内捻により生じていることをしばしば経験する。特に左右差(アライメント不良や異常回旋)がある場合には、片側に障害をきたすことがある。

小児のスポーツ障害の予防・治療

小児においてもスポーツ障害による局所の急性炎症は、安静を指示し、運動強度や負荷を減らすことで1～2週間ほどで鎮静化することが多い。しかし、スポーツ障害の発生原因(内因性因子と外因性因子)を取り除かなければ容易に症状が再燃もしくは悪化することが予想される。内因性因子への対策としては、強い運動強度にも耐えられるような身体機能の向上を運動休止期間に積極的に行わせ、基礎的な動作に問題がある場合には会

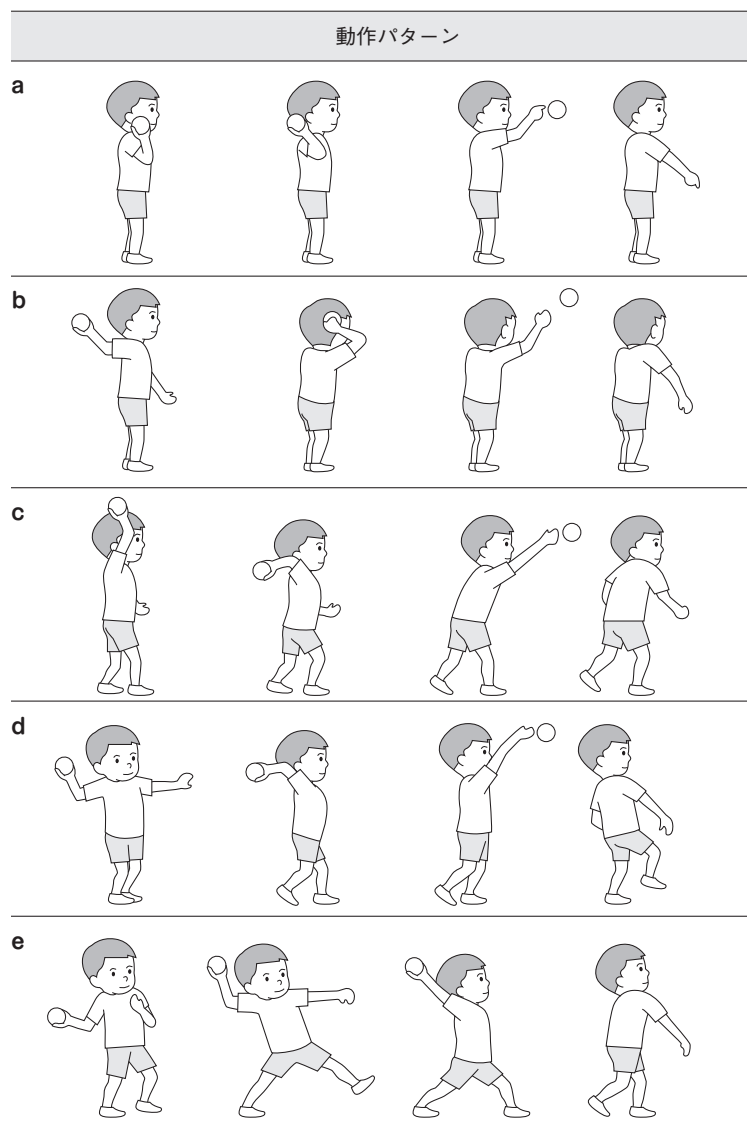
得できるように指導する。

1 基礎的動作における観察評価

ここで、基礎的な運動のうち「投げる」動作に着目してみると、成熟したパターンの投球動作のおおよその開始年齢は6歳であるとされている⁴⁾が、基本的動作ができていないにもかかわらず、投球動作を繰り返すことが野球肘障害発症の誘因となる。ACPでは投げる動作の発達段階を5つの段階に分けており⁵⁾(図3)、投球動作における観察評価のポイントとしては、①ステップ脚(投げ腕と反対側)が前に出ている、②上半身をひねって、

図3 投げる動作の発達段階の特徴

- a: パターン1。上体は投射方向へ正対したままで、支持面の変化や体重の移動はみられない。
b: パターン2。両足は動かさず、支持面の変化はないが、反対側へひねる動作によって投げる。
c: パターン3。投射すると腕と同じ側の足の前方へのステップの導入によって、支持面が変化する。
d: パターン4。投射すると腕と逆側の足のステップが伴う。
e: パターン5。パターン4の動作様式に加え、ワインドアップ動作がみられる。



(文献5より)

投げ腕を後方に引いている, ③軸脚からステップ脚に体重が移動している, ④腕をムチのように振っている, といった4点が示されているが, 特に「腕をムチのように振っている」かどうかはボール投げの動きの完成度をはかる重要なポイントとなるとしている⁶⁾(図4)。

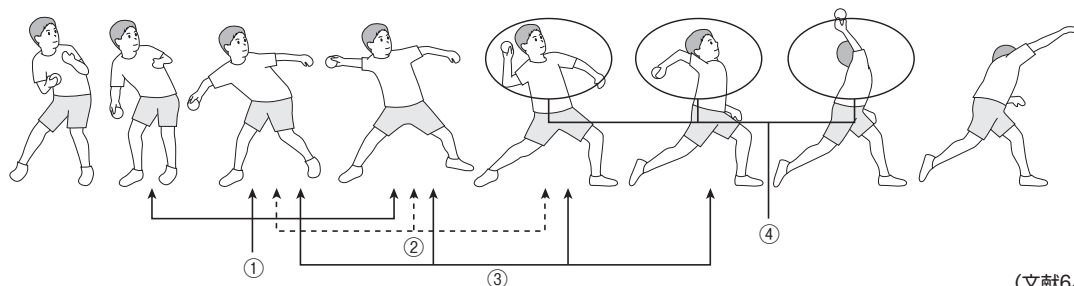
「腕をムチのように振る」ためには, 投球動作時に肘関節の屈曲から伸展へ動かせる際に前腕を回内→回外→回内と連動させながら動かせることが

必要である⁷⁾。具体的にはlate cocking phaseでのボールの向き, つまり前腕は回内していること, acceleration phaseに入るときに前腕をいったん回外させ, early follow-through phaseでは手関節は過掌屈せず前腕は回内位となるように意識づけさせる(図5)。投球肩・肘関節障害をもつ小児の外來診察時にこの動作をさせると, うまくできない子どもが意外と多いことに驚かされる。この前腕を回内→回外→回内と動く動作を習得させ

図4 投球動作における観察評価のポイント

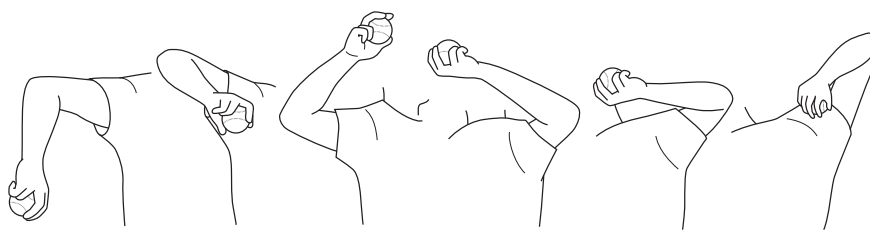
全体印象: 全身を使って力強くボールを投げている。

- ①: ポイント1。ステップ脚(投げ腕と反対側)が前に出る。
- ②: ポイント2。上半身をひねって投げ, 腕を後方に引いている。
- ③: ポイント3。軸足からステップ脚に体重が移動している。
- ④: ポイント4。腕をムチのように振っている。

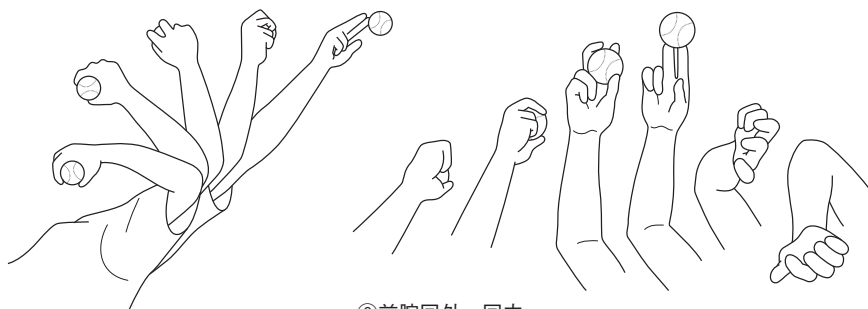


(文献6より)

図5 投球動作時における前腕の動き



①前腕回内→回外



②前腕回外→回内

(文献7より一部改変)

るには、水銀体温計を振る動作もしくはうちわをあおぐ動作にたとえて教えると子どもにも保護者にも理解しやすいようである(図6)。子どもがその場でうまく習得できなくても、保護者(たとえ母親であっても)は、簡単に習得できることが多く、家に帰ってから保護者に指導してもらうと、容易に投球動作の改善が得られることがある。筆者は、野球肘症例においては、局所の圧痛が消失し、可動域制限が改善していてもこの動作ができるようになるまでは投球動作の再開を許可しないようにしている⁸⁾。

脚長不等やアライメント不良などの左右差が障害の原因となっている場合には足底挿板を処方し、関節可動域や筋バランスに左右差がある場合には筋ストレッチや筋補強を指導する。軽症であれば体の使い方などを診察室で短時間指導するだけで、バランスや柔軟性を回復するコツを覚えてスポーツ障害の再発を防ぐことができる。

2 筆者が推奨する指導方法

日本サッカー協会(Japan Football Association ;

JFA)フィジカルフィットネスプロジェクトで行っているムーブメントプレパレーションの11項目(①フォワードランジローテーション、②バックランジサイド、③フォワードランジハムストリング、④バックランジローテーション、⑤カーフストレッチ、⑥インバーテッドハムストリング、⑦シングルスクワット&ニーハグ、⑧シングルスクワット&クアドストレッチ、⑨シコストレッチ、⑩ラテラルランジ、⑪ドロップランジ)は、単なるストレッチでなく、コアのスタビリティやバランス、筋への刺激も含めたシンプルで、場所(トレーニング施設)や器具(大型トレーニングマシンなど)を必要としないエクササイズであり、育成年代のサッカー選手に毎日行うことを推奨している⁹⁾。このうちのインバーテッドハムストリングとシングルスクワット&ニーハグは、日常診療時にもバランスチェックに有用であり、この動作がうまくできない小児に「量をたくさんするのはなく質を追求する!」ことを強調し、背中をまっすぐに保持する(背を高く保つ)こと、やや腹部を

図6 投球動作指導法



回内 → 回外 → 回内



肘を目標に向ける

(文献8より一部改変)

へこませて行う(腹圧を高める＝ドロイン)こと、殿部を締めるように意識し、ゆっくりと行い、エンドポジションは2秒ほど維持するように指導している(図7, 8)。1日に行う回数は左右ともに5回くらいでもよく、幼児の場合は、保護者と一緒に遊び感覚で行うように勧めている。

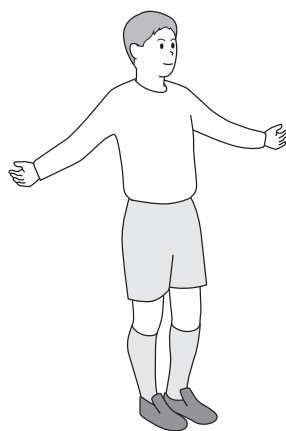
前述したように、小児の運動発達は一直線にまっすぐ同じように成長していくわけではなく、段階的にまず神経系が発達(動作の習得)し、次いで呼吸・循環器系が発達(スタミナの向上)、最後に筋系が発達(パワーの向上)する¹⁰⁾。宮下¹¹⁾は、

幼児期には神経系の発達にかかわるような動作の習得を、小学生・中学生では持久力や精神力などの粘り強さを、骨格・筋肉が完成する思春期以降に力強さを習得するような活動の経験が重要であると述べている(図9)¹²⁾。外因性因子への対策としては、保護者や育成年代のスポーツ指導者に身体各器官の発達のタイミングは異なること、発育にはスパート期があること、どの年代でどんな体力要素にトレーニング効果が期待できるのかをしっかりと理解させておくことが重要となる。さらに暦年齢と運動発達レベルは各個人で異なるた

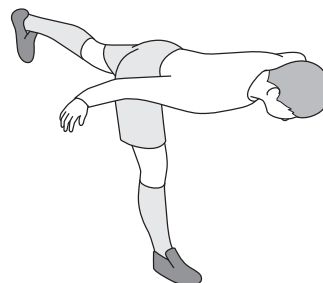
図7 インバーテッドハムストリング

体幹の安定化、殿筋の活性化、ハムストリングの柔軟性、バランスのチェックに有効である。

コーチングポイント：①頭の先から踵まで一直線にし、手の親指が空を向くようにする。②頸を引き前傾したときは地面を見るようにし骨盤が回らないようにする。③軸足の膝は軽く曲けてもよいが、ハムストリングのストレッチ感をしっかり感じる。



スタートポジション



エンドポジション

(文献9より)

図8 シングルスクワット&ニーハグ

大腿四頭筋と殿筋の活性化、股関節のモビリティ、コアの安定性、バランスのチェックに有効である。

コーチングポイント：①片脚立ちの際、やや殿部を突き出し、殿筋を意識する、②膝を抱える際に背中を丸めない、③腰をそらさずに上に伸び上がる、最後につま先立ちになる。



スタートポジション



②



エンドポジション

(文献9より)

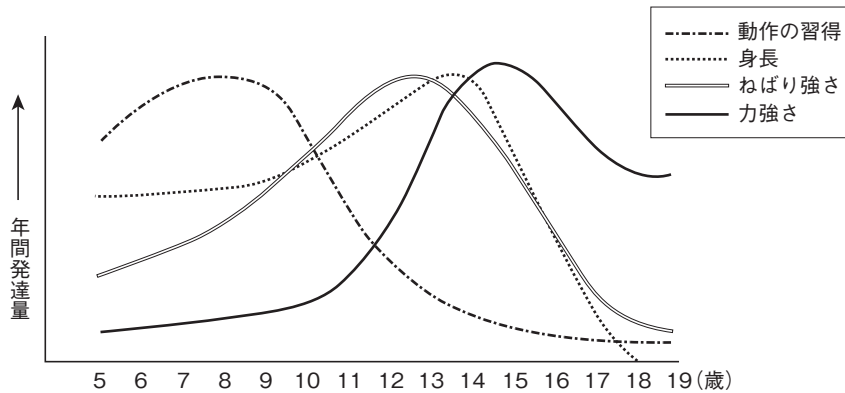
図9 年齢に応じたスポーツに必要な能力の発達と目的

11歳以下：脳神経系。いろいろな動きに挑戦し、スマートな身のこなしを獲得する。

12～14歳：呼吸・循環器系。軽い負担で持続的な運動を実践し、スマートな動作を長続きさせる能力を身につける。

15～18歳：筋・骨格系。負荷を増大させ、スマートな動作を長続きさせるとともに力強さを身につける。

19歳以上：スポーツにかかわる身体動作を十分に発達させたうえで、試合のかけひきを身につけ、最高の能力を発揮できるようにする。



(文献12より)

め、学年などの大きなグループで指導するのではなく、1人ひとりの運動発達レベルがどの段階なのかを把握したうえで、その段階に応じて運動内容を指導していくことが障害発生予防につながる。

終わりに

スポーツはある意味遊びの延長であって楽しむものなので、障害が発生することなくスポーツ(幼児期では遊び)に夢中になりながら、無意識に体幹の筋力を強くし、また無意識に効率的な身体の使い方を身につけられるように導けるきっかけを診察室で体感してもらうことが大切と考えている。

文 献

1)Gallahue DL著,杉原 隆監訳, 運動スキルの習得, 幼少年期の体育-発達の視点からのアプローチ, 東京: 大修館書店; 1999. pp55-88.

2)宮下充正, 身体活動能力の発達, 子どもに「体力」をとりもどそう, 東京, 杏林書院; 2007. pp11-21.
 3)鳥居 俊, こどもの身体の特徴(総論), 山下敏彦編, こどものスポーツ障害診療ハンドブック, 東京: 中外出版社; 2013. pp1-7.
 4)Gallahue DL, 杉原隆監訳, 子どもの成長と運動発達, 幼少年期の体育-発達の視点からのアプローチ, 東京: 大修館書店; 1999. pp25-54.
 5)日本スポーツ協会ホームページ, アクティブ・チャイルド・プログラム「動作の発達段階の特徴」, <https://www.japan-sports.or.jp/Portals/0/acp/shidousya-behavior.html> (2019年11月11日閲覧)
 6)日本スポーツ協会ホームページ, アクティブ・チャイルド・プログラム「投動作(ボール投げ)の観察評価」, <https://www.japan-sports.or.jp/Portals/0/acp/shidousya-catchball.html>
 7)手塚一志, ピッチングの正体, 東京: ベースボールマガジン社; 1998.
 8)戸祭正喜, 肘離断性骨軟骨炎の後療法, MB Orthop 2008; 21: 61-7.
 9)JFA National Training Center編, フィジカルフィットネストレーニング, 2016ナショナルトレセンU-14テーマ, 東京: 日本サッカー協会; 2016. pp52-60. https://www.jfa.jp/youth_development/national_tracen_u14_2016/trainingmenu/2016.pdf
 10)宮下充正, 基本動作の発達, 子どもに「体力」をとりもどそう, 東京, 杏林書院; 2007. pp42-55.
 11)宮下充正, トレーニングは年齢に応じて行う, 子どものときの運動が一生の身体をつくる, 東京: 明和出版; 2010. pp60-4.
 12)宮下充正, 子どもの成長・発達とスポーツ, 小児医学 1986; 19: 879-899.