

# 長期的な運動能力の開発に関する NSCAのポジションステートメント

## National Strength and Conditioning Association Position Statement on Long-Term Athletic Development

Rhodri S. Lloyd,<sup>1,2</sup> John B. Cronin,<sup>2,3</sup> Avery D. Faigenbaum,<sup>4</sup> G. Gregory Haff,<sup>3</sup>  
Rick Howard,<sup>5</sup> William J. Kraemer,<sup>6</sup> Lyle J. Micheli,<sup>7,8,9</sup> Gregory D. Myer,<sup>9,10,11,12</sup>  
and Jon L. Oliver<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Youth Physical Development Unit, School of Sport, Cardiff Metropolitan University, Cardiff, United Kingdom

<sup>2</sup> Sports Performance Research Institute New Zealand, AUT University, Auckland, New Zealand

<sup>3</sup> Center for Exercise and Sport Science Research, Edith Cowan University, Joondalup, Australia

<sup>4</sup> Department of Health and Exercise Science, The College of New Jersey, Ewing, New Jersey

<sup>5</sup> Department of Kinesiology, West Chester University, West Chester, Pennsylvania

<sup>6</sup> Department of Human Sciences, The Ohio State University, Columbus, Ohio

<sup>7</sup> Department of Orthopaedics, Division of Sports Medicine, Boston Children's Hospital, Boston, Massachusetts

<sup>8</sup> Harvard Medical School, Boston, Massachusetts

<sup>9</sup> The Micheli Center for Sports Injury Prevention, Boston, Massachusetts

<sup>10</sup> Division of Sports Medicine, Cincinnati Children's Hospital Medical Center, Cincinnati, Ohio

<sup>11</sup> Department of Pediatrics and Orthopaedic Surgery, College of Medicine, University of Cincinnati, Cincinnati, Ohio

<sup>12</sup> Department of Orthopaedics, University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania

**【キーワード】** 長期的なアスリートの育成：long-term athlete development、青少年の身体的発達：youth physical development、子ども：children、思春期の若者：adolescents、健康：health、フィットネス：fitness

### 要約

近年、青少年の長期的な運動能力の開発への関心が高まっている。青少年には、特有の身体的、心理的、また社会的な違いが個別にあるため、子どもと思春期の若者は、彼らのために適切に処方されたエクササイズプログラムに参加する必要がある。そうすることによって、身体的な発達を促進し、傷害を予防し、かつ中高年以降も長く維持できる適切な運動習慣を促進することができる。子どもが参加しているプログラムが、団体競技か、あるいはレクリエーションとしての身体活動であるかにかかわらず、長期的な運動能力の開発には、体系的で論理的な、エビデンス(科学的根拠)に基づく方法を採用することが必要である。これは、推奨される総合的な身体活動の要件を満たしていないために、結果的に健康状態を悪化させている青少年が驚くほど多いことを考えると特に重要である。しかし、身体的な準備がまだ十分では

なく、オーバーユース傷害のリスクが高くなる若いアスリートにとって、適切な運動処方はいわゆるきわめて重要である。なぜなら、彼らは数多くの試合に出場しているが、準備としてのコンディショニングを行っていないことも多いからである。広く認められていることであるが、蓄積された子どもの運動量が「不十分な」場合も「過剰な」場合も、またはそれらの両極端の間のいずれかの割合である場合も、現代の青少年の身体は、スポーツや身体活動の厳しさに耐えるには多くの場合、準備ができていない。すべての青少年は定期的に身体活動に参加することが必要であり、したがって「アスリート」とみなすべきであり、一人ひとりに合わせて個別化された、総合的で、かつ子どもを中心とした方法で、運動能力を開発する機会を保障しなければならない。長期的な運動能力の開発に関心が高まっている現状を考慮し、全米ストレングス&コンディショニング協会(NSCA)を代表し、我々

著者にチームとして与えられた課題は、先行研究と現場における最新の実践活動を批評的に総括し、適切なポジションステイトメント(公式声明)を作成することであった。このポジションステイトメントは、その後NSCA理事会による検討を経て公式に承認された。ここで詳述した推奨事項のまとめとして、長期的な運動能力の開発を成功させるために重要な推奨項目を10本の柱として表に示した。10本の柱を着実に実行することにより、NSCAは、すべての少年少女のために、(a)長期的な運動能力の開発を目指す、一層統一的で総合的な取り組みの推進に寄与し、(b)生涯にわたる健康的な身体活動の利益を促進し、(c)スポーツへの参加に起因する傷害を予防または最小限に抑えることができると確信している。

## 使用する用語について

このポジションステイトメント全体を通して使用されている用語は、以下のように定義される。

- ・運動能力(Athleticism)：様々な環境で様々な運動を正確かつ確実に繰り返し行なえる能力。そのためには、優れたレベルの運動スキル、筋力、パワー、スピード、アジリティ、バランス、コーディネーションおよび持久力が必要である。
- ・長期的な運動能力の開発(long-term athletic development)：すべての青少年の健康と体力の向上、身体パフォーマンスの促進、傷害の相対的リスクの低減、および自信と能力の養成を目的として、長い時間をかけて習慣的に「運動能力(athleticism)」を開発すること。
- ・青少年および若年アスリート(youth and young athletes)：子ども(女子ではほぼ11歳、男子ではほぼ13歳まで)と思春期の若者(通常12~18歳の女子と14~18歳の男子)の両方を指す。
- ・成長(growth)：一生の最初の20年間に起こる最も著しい生体活動で、身体の特定期間や体格全体が大きくなること。
- ・成熟(maturation)：完全に発達した状態に向かって発育する過程と定義され、その時期や速度および程度は身体組織により様々に異なる。
- ・有資格専門職(qualified professional)：(a)小児運動科学、運動処方、技術の評価、テスト法などに関する適切な理解、(b)適切な指導経験と豊富な教育学的知識、さらに(c)認定ストレングス&コンディショニングスペシャリスト(CSCS)など、ストレングス&コンディショニング分野で広く認められた資格を有する者。

## 序論

アメリカ第32代大統領Franklin D. Rooseveltは、1940年、ペンシルベニア大学における講演で、「我々は若者のために

未来を創れるとは限らない。だが、未来のために若者を創ることはできる」という名言を残した。この言葉の意味するところは、長期的な運動能力の開発に相応しい理念である。子どもが将来的に、アスリートとして一流レベルの競技に出場するか、あるいは単にレクリエーション的な身体活動に参加するかを正確に決定することは、結局のところ不可能である。しかし、生涯にわたるスポーツと身体活動の身体的、心理的な要求に適切に備えるために、様々な種類の身体コンディショニングがどれほど重要か、またなぜ重要かをすべての子どもが学ぶことは必要である。従来、運動能力の開発は、高い志をもつ「若いアスリート」の目標であると考えられてきた。しかし、あらゆる年齢の様々な能力や願望をもつすべての青少年のために、ストレングス&コンディショニング(以下S&C)コーチやパーソナルトレーナー、教師や親、そして医療専門職が、長期的な運動能力の開発に向けた体系的な取り組みを採用することがきわめて重要である(143)。長期的な運動能力の開発を成功させるために必要な10本の柱を表1に掲載する。

表1 長期的な運動能力の開発を成功させるための10本の柱

No.	内容
1.	長期的な運動能力の開発過程は、青少年のきわめて個別的非直線的な成長発育特性に適合させることが必要である。
2.	年齢や能力、意欲を問わず、すべての青少年は、体力と心理社会的な幸福感の両方を促進する、長期的な運動能力開発プログラムに参加することが必要である。
3.	すべての青少年に対し、幼少期から、主に運動スキルと筋力の発達に重点を置いた体力向上を奨励することが必要である。
4.	青少年の多様な運動スキルを促進し向上させるためには、長期的な運動能力開発過程において、早期のサンプリング法を奨励することが必要である。
5.	子どもの健康と幸福は、常に、長期的な運動能力開発プログラムの理念の中心でなければならない。
6.	長期的な運動能力開発プログラムへの継続的な参加を保障するために、青少年は傷害リスクの低下に役立つ身体コンディショニングに参加する必要がある。
7.	長期的な運動能力開発プログラムでは、すべての青少年に、健康とスキルの両方に関連する体力要素を促進するための多様なトレーニング様式を提供することが必要である。
8.	専門職は、長期的な運動能力開発への対策の一環として、適切なモニタリングと評価の手法を用いる必要がある。
9.	青少年を指導する専門職は、長期的な運動能力の開発を成功させるために、トレーニングプログラムを体系的に漸進させ個別化することが必要である。
10.	有資格専門職の存在と適切な教育学的アプローチは、長期的な運動能力開発プログラムの成功の基本である。

## 1. 長期的な運動能力の開発過程は、青少年のきわめて個別的で非直線的な成長発育特性に適合させることが必要である。

よく言われるように、「子どもは小さな大人ではない」。子どもは生理学的にも心理社会的にも未発達な状態にあるため、その技術的能力と発達段階に相応しい適切なトレーニングプログラムを処方する必要がある(145)。子どもの生体組織や生理機能は思春期の若者とは異なるが、思春期の若者の組織や機能もまた成人のそれとは異なる。子どもと思春期の若者あるいは成人との間には、筋の構造(133,193)、筋サイズ(62,139)、活動パターン(61,62,198,259)および筋機能(77,262)に明らかな違いが存在する。これらの相違により、通常、子どもの力発揮能力や力減衰能力は低く、それが身体パフォーマンスの絶対的測定値や傷害の相対的リスクに影響を及ぼす。さらに、子どもの代謝特性は酸化代謝に誘導されやすく(211)、高強度運動からの回復速度は成人より青少年のほうが速いことは明らかである(212,250)。これはおそらく、有酸素性運動と無酸素性運動の閾値が発達段階によって異なる可能性が高いことを示唆していると思われる。総合すると、これらの例は、青少年と成人の生理学的機能の相違に対する、年齢や成熟度が及ぼす潜在的影響を示している。年齢や成熟度に関連のある他の生理学的な相違(骨格系、心臓血管系、呼吸器系、内分泌系など)にもかかわらず、専門職は、小児期および思春期には、これらの組織が様々な速度で、また非直線的に発達することを認識する必要がある(157)。身体の発育におけるこのような変動は、暦年齢が等しい子どもの集団を比較する際に最も顕著である(23,145,154,156)。同じ暦年齢の子ども同士でも、生物学的な成熟には著しい差があるからである(14,145,157)。生物学的成熟は、成熟した状態に向かって発達していく過程を反映し、そのタイミングと速度は、身体内の組織間でも様々な異なっている(22)。個人間でも、生物学的な成熟の程度(変化の大きさ)、タイミング(変化の発現する時期)および速度(変化率)には大きな相違がみられる。さらに、青少年の間に存在するこれらの発達上の不一致に加え、彼らのトレーニングに対する反応や回復の仕方は、同じ年齢や同じ成熟度の青少年の間でも異なる可能性が高い(5,15,16,147,219)。スポーツ科学者や運動科学者そして青少年を指導する専門職にとって真の挑戦は、まさしく、パフォーマンスの変化がトレーニングにより誘発された適応か、それとも成長に関連のある適応かを判断することである。

### スポーツと身体活動が成長と発達に及ぼす影響

一般的に、身体的に活動的な子どもは、身体パフォーマンスの大部分の指標が、非活動的な子どもよりも優れている

(155)。非活動的であることは、成長年代に過体重や肥満になる可能性が高いことと関連づけられる(179,253)。したがって、身体活動や運動、およびスポーツは、好ましくない体重に対する重要な予防的介入であり、また健全な成長と発達を促す重要な要因とみなすべきである(75,76,183)。小児期全体にわたり、運動スキルの能力と身体活動の間には正の相関関係が存在する(214)。したがって、基本的に重要なことは、すべての青少年に対し、幼い頃から、幅広いトレーニング様式を含む多面的なトレーニングに参加することによって、運動能力を伸ばすように奨励することである(142)。身体的トレーニングが成長と発達軌道に及ぼす影響に関する以前の誤解は、研究では裏付けられていない。特に、用いられるデータは本質的に相関に焦点を当てたものであり、横断的な構成となっているからである(22,156)。かつては(特に体操競技などにおいて)、身体トレーニングが青少年の最終的な成長に影響を及ぼすと懸念が存在したが、現在では、監督の十分に行き届いた身体トレーニングは第二次的徴の発達を損なわないこと(153)、初潮年齢を遅らせないこと(160)、また成長後の最終的な身長を制限しないこと(22,152)などを示すエビデンスがある。さらに、小児期から思春期を通して骨ミネラルの増加を助けるためには、休息とトレーニングが体系的に処方された場合における中～高強度の運動が必要であり(3,13,87,88,116,118,267)、それは長期的な骨格の健康にとってきわめて重要である。

子どもには特有の生理機能があるため、青少年を指導する専門職が、小児運動科学に関する適切な理解をもつ必要があることは明らかである。それは、(a)各個人の要求と能力に応じたトレーニングプログラムを処方するためであり、(b)パフォーマンスにおける適応が(プラスかマイナスかを問わず)、トレーニングにより誘発された適応か成長に伴う適応かを識別するためであり、さらに(c)トレーニング反応と運動能力の発達を最適化するために、成長、成熟、そしてトレーニングがいかに相互に作用するかを理解するためである。

## 2. 年齢や能力、意欲を問わず、すべての青少年は、体力と心理社会的な幸福感の両方を促進する、長期的な運動能力開発プログラムに参加することが必要である。

青少年の体力の発達は複雑な過程であり、成長と成熟およびトレーニングの相互作用が関与する(5,15,16,145,219,261)。専門職は、他のライフスタイル要因が体力の発達や身体活動への参加に及ぼす潜在的な影響を正しく評価する必要がある。それらの要因には、例えば、食習慣(48,52)、学習ストレス(159)、睡眠パターン(95,163)、心理社会的健康(24)、そして親やコーチなど外部からの非現実的なプレッシャー(201,251)などが含まれる。これらすべての要因は、累積的に、

青少年が経験するトレーニングプログラムとのかかわりやその楽しさ、継続率、そして最終的には青少年の体力レベルや発達速度にも影響を及ぼす可能性がある。

青少年のトレーニング過程に影響を与える要因が多数あるにもかかわらず、子どもと思春期の若者の長期的な健康と幸福感に対して責任を担う担当者の間では、理解のレベルに差があり統合的計画性が欠如していることが多い。主要な指導者たちによるそのような一貫性のない対応を念頭に置いた上で、総合的な視点からみると、小児研究において2つの主要な結果が確認されている。第一に、身体的に不活発で、過体重または肥満であり、体力や筋力のレベルも、また運動スキルの能力も低い青少年の数が残念ながら増加していることが挙げられる(40,44,53-5,105,107,175,194,195,220,257)。青少年の健康と幸福感にマイナスの影響を及ぼすもので、中～高強度の身体活動量の減少を特徴とする症状を表す「運動不足障害」(EDD: exercise deficit disorder)という用語が提案されたことは注目に値する(75,76)。EDDを示唆する徴候や行動パターンが表れている子どもや思春期の若者に対しては、基本的な運動スキルや基礎筋力、および一般的な運動能力の発達に目標を合わせた運動介入を処方することが重要である(76)。現代の若者の間で運動能力が標準を下回る若者が増加していることは、単に、過体重や肥満の青少年の数が増加する可能性が高まるだけでなく(114,115)、最終的には、非活動的な青少年が身体活動やスポーツに参加する際の傷害リスクが相対的に高まることにもなるだろう(25)。第二に、専門職の間で、スポーツ関連傷害を報告する青少年の数が増加していることに対する不安が高まっている。スポーツ関連傷害は、十分な休息や回復のないまま多量の競技特異的なトレーニングや試合に過剰に曝露された結果として起こるものである(120)。そのため、非機能的オーバーリーチングやオーバートレーニング、バーンアウト(燃え尽き症候群)を経験し、最終的にスポーツへの参加から脱落する青少年アスリートも増加している(57,162)。若いアスリートに対しては、様々な活動やスポーツに参加することを奨励し、年間を通して1種目の競技だけのトレーニングを行なうことは避けるべきであり、非機能的なオーバーリーチングやオーバートレーニングのリスクを避けるために、状況に合わせて注意深くモニタリングを行なう必要がある。

体力の発達には本質的に多くの要因が影響し、また現代の傾向として、不十分な運動量と過度の(専門的な)運動量の両方が関連しているため、青少年の運動能力の開発には、長期的で計画的な取り組みが必要である。いかなる集団(成人、青少年、高齢者など)であろうと、計画的なトレーニングは非計画的なトレーニングよりも、またトレーニングを全く行なわないよりも良好な結果をもたらすことが広

く認められている(206)。青少年の運動能力の発達に対する長期的、体系的、漸進的な取り組みは、有資格専門職が実施することにより、トレーニング変数のより効果的な管理が可能となり、オーバートレーニングのリスクを低下させ、生理機能とパフォーマンスの総合的な適応を一層促進することができるだろう。パフォーマンスの向上やスポーツの才能を育成する際に長期的な運動能力開発モデルが果たす役割は、すでに多くの研究者が論じるところであるが(9,10,49,92,142,146)、専門職にとってきわめて重要なことは、長期的な運動能力の開発という概念が、あらゆる年齢、あらゆる能力の青少年に適していることを認識することである(143)。運動能力を開発するための体系的な取り組みは、高い目標を掲げた若いアスリートがスポーツにおける要求に備えさせるためにも必要であるが(69)、一方、非活動的な若者や体重不足の若者、あるいは過体重や肥満の若者を含むすべての青少年に、健康とスキルの両方に関連する体力要素を増進し、動的かつ包括的でエビデンスに基づくトレーニングプログラムに参加する機会を与えることも必要である(75,143,144,180,182)。

#### パフォーマンス vs 参加の過程

既存の長期的な運動能力開発モデルは、専門職のための基本的な枠組みとガイダンスを提供するが、いかなるモデルも、あらゆる環境で、どの参加者にも重ね合わせるができる精細な青写真だとみなしてはならないことに注意が必要である。むしろ専門職は、可能な限り、トレーニング環境に特有な制限の範囲内で、個人の要求に合わせて、長期的なトレーニングプログラムを調整し組み立てることを保障すべきであり、それは、青少年のトレーニング反応において、成長と成熟に関する高度に個別化された相互作用的な効果への適切な対応であり、プログラムに含まれる重要な要素であるといえる。子どもが参加する開発モデルが何であろうと、彼らが発達軌道から外れずに成長できることが必要である(143)。思春期は、若いアスリートが競技スポーツから脱落する可能性が高まる時期ではあるが(85)、なかには、その後もレクリエーションレベルでスポーツや運動を継続する若者もいるだろう。同様に、以前はただレクリエーション的に運動に参加していただけの思春期の若者が、才能あるアスリートとしてスポーツチームに見出される場合もある。いずれの場合も、思春期の若者は、総合的な視点からサポートを受ける必要がある。彼らが参加するスポーツや運動の要求に備えるための適切なトレーニングが処方されなければならぬし、同時に、日常的に推奨される十分な身体活動を経験できるように促す必要もある(264)。また、スポーツや運動に生涯にわたってかかわり続けることができるように、若者の自尊心や自信、意欲そ

して楽しさというポジティブな気持ちを培う、適切なサポートを提供する必要がある。

### 3. すべての青少年に対し、幼少期から、主に運動スキルと筋力の発達に重点を置いた体力向上を奨励することが必要である。

子どもが競技としてのスポーツに参加する場合も、あるいは単なるレクリエーションとしての身体活動に参加する場合も、長期的な運動能力開発モデルの一般的な考え方として、幼少期に身体活動を行なうことがきわめて重要である(143)。脳の成熟が進む時期である小児期は、神経回路の可塑性が高い(37,38,181,215)。この発達段階ではシナプス結合の取捨選択過程や総合的な強化が起こるため(148,237,238,241)、子どもの運動スキルの潜在能力を生かす機会を提供する。長期的な運動能力の開発に関する既存のモデルによると、小児期の最初の段階におけるトレーニングは、基礎筋力の発達に加え、初歩的で基本的な運動スキルの獲得に焦点を合わせる必要があることが示唆されている(10,39,143,146)。基本的な運動スキルを正しく実行するには、多くの筋群と多くの関節を用いて、多平面の運動を順序よく調整することが必要であるが、その場合、常に補助的な力の発揮や力の調節が要求されるだろう。神経筋コーディネーションと力発揮は、神経系の活性と制御によって支配される。したがって、子どもの皮質脊髄組織が非常に「可塑性に富む(plastic)」とされる時期に、運動スキルと筋力の発達に目標を定めることが最適といえる(188)。専門職はコーディネーションと筋力を別々の要素とみなすのではなく、むしろ運動スキルを実行するための相乗的要素とみなすべきであり(39)、したがって、幼少期にこれら両方の特性を発達させるよう努める必要がある。健康とスキルの両方に関連する体力要素を発達させるためには、幅広いトレーニング様式を用いた多面的なS&Cプログラムに参加すべきである。子どもにとっても思春期の若者にとっても、身体の長期的な発達のためには、幼少期から開始する、筋力と運動スキルの両方の能力を促進する神経筋トレーニングを優先することが推奨される(70,75,142)。

運動能力の長期的な向上のためには、幼少期に、基本的な運動スキルに関する身体の基本動作の運用能力を育成しておくことが重要であり、それが将来、さらに進んだ複雑な特異的運動スキルを獲得する土台の役割を果たすだろう(134,142,188)。具体的には、基本的な運動スキルには、移動性、操作性、および安定性に関する各運動機能が含まれる(149)。筋力は運動スキル機能の重要な決定因子であるため、幼少期に筋力を発達させて運動スキルのトレーニングを補強することは、きわめて重要である(70)。筋力は青少年における多数の身体能力の質、例えば、スピードやパ

ワーと強い関連性がある(45)。レジスタンストレーニングを用いて筋力をさらに強化することにより、身体パフォーマンスが向上し(15,108,141)、肥満や過体重の青少年の健康指標が改善され(18,19,229-231,247)、スポーツ関連傷害のリスクが低下する(172,180,190,256)。したがって、長期的な運動能力の開発計画の主要な目標は、回復力を備え、丈夫で、技術的に有能な青少年を育成することであり、そのような青少年は、あらゆるスポーツやレクリエーション活動の多様な要求に対しても運動スキルを確実に保持できるだろう。この考え方は、青少年の神経筋フィットネスにおける近年の傾向を考えると特に重要である(44,175,220)。34件のトレーニング研究レビューにおけるメタ分析によると、レジスタンストレーニングにより生じた運動スキルの向上は、思春期前と思春期初期の若者のほうが思春期の若者よりも約50%も大きかった(15)。この事実は、子どもの運動スキルにおけるトレーナビリティの大きさを強調している。運動能力の発達は別としても、運動スキルと筋力の発達を含む準備としてのコンディショニングは、のちにスポーツや身体活動を行なう際の相対的な傷害リスクを減らす適切な対策を青少年に提供することになる(69,80,111,112,190)。運動スキル能力、そして運動スキル能力への理解は、子ども時代にも(42,83,107,135,214,242)、大人になってからも(140,149)、身体活動の重要な前提条件である。これらを総合すると、子ども時代に発育発達上適切なトレーニングに早期に取り組むことは、運動能力を最大限に高め、生涯にわたる健康と幸福をもたらすためにも、また相対的な傷害リスクを低減するためにも必要である。

#### 開始年齢

青少年が正式にトレーニングを開始するのに最適とみなされる、特定の歴年齢が存在するわけではない。しかし、最近のガイドラインでは、何らかのレジスタンストレーニングに参加する場合は、子どもが他者の指示を受け入れ従うことができるだけ情緒的に十分成熟していること、また、十分なレベルのバランスと姿勢のコントロールが可能であること(6~7歳)が推奨される(134,141,189)。しかし幼児期(出生から5~6歳)から、子どもは、基本的な運動スキルと基礎レベルの筋力を育成するために計画された活動(体操や自重操作活動など)を含む(138)探索的な遊びや構造化された意図的な遊びを行なう必要がある(143)。団体競技に参加する準備ができている子どもであれば、運動能力開発の長期的な取り組みの一環として、発育発達上適切なS&Cに参加する準備も整っているといえる(189)。

#### 4. 青少年の多様な運動スキルを促進し向上させるためには、長期的な運動能力開発過程において、早期のサンプリング法を奨励することが必要である。

サンプリング(Sampling)とは、様々なスポーツや運動に参加すること、また、ある特定のスポーツの中で多くのポジションを経験することを青少年に奨励する取り組みである。研究によると、サンプリング法により一流のスポーツ選手の育成が制限されることはなく、実際は、より長いスポーツキャリアの構築を促進し、運動への継続的な参加の機会を増大させることが明らかになっている(50)。反対に、早期の特化(specialization)とは、他の種目を排除して、1種目のスポーツや身体活動のための集中的なトレーニングに年間を通して子どもを参加させる考え方である(57,265)。青少年における早期特化の導入には懸念がある。その主な理由は、傷害リスクの増加(36,78,79,104,119,120,187,192, 235)、個人の運動スキルポートフォリオの「鈍化(blunting)」の可能性(57,144,176,186)、後年のパフォーマンス水準の低下(28,84,96,174,268)、オーバートレーニングのリスクやスポーツまたは運動を継続することを止めてしまうリスクの増加(4,35,151,187)、そして一流レベルのパフォーマンスに到達する保証がないこと(28,101,174)などに、早期特化との固有の関連事項が存在するためである。

#### 身体パフォーマンスにおける早期特化の影響

スポーツの早期特化に伴う潜在的リスクにもかかわらず、子どもも思春期の若者も、例えばナショナルチームへの選抜や大学の奨学金の確保、プロ契約など、より高いレベルでのパフォーマンスという「誘惑」につられて、特定のスポーツに若いうちから専念することをしばしば奨励される。早期に特化することが競技パフォーマンスの向上をもたらすという仮説は、主に、超一流の音楽家の成長を分析したデータからの誤った推論と「1万時間ルール(10,000-hour rule)」の提案により広まった(66)。このルールは、あるスポーツまたは活動で熟達レベルに達するには、1万時間の計画的で意図的な練習が必要であると主張しているものである。それは同一のスポーツまたは活動に特異的な練習を毎日3時間ずつ、10年間行なうこととみなすこともできる。しかし、最近の論評では、熟達した演奏家に関するこの影響力の大きな研究は誤って解釈され、なかにはわずか5,000時間の練習で一流レベルに達した演奏家もいたことが示された(65)。この数値は、実際に競技アスリートが報告したトレーニング量をより適切に反映している(174)。したがって、専門職は仮説的な1万時間ルールを支持すべきではなく、むしろ特定の練習量(quantity)よりも練習の質(quality)を重視すべきである。

幼い子どもの先天的な才能が幼少期に示された場合は、

早期特化が特に一般的であり、有力な他者(親やコーチなど)が著しく過剰な成功を求めたり、成功への正常な熱意以上の情熱を傾けたりすることにつながる(251)。若年期に高強度の競技特異的な練習を多く積むことがスポーツでの成功をもたらすと一般的には考えられているかもしれないが、反対に、既存のデータはこの見解を支持していない。様々なスポーツにおいて、初心者レベルから一流レベルまで一直線に駆け上がるアスリートは依然きわめて少数にすぎない(101)。センチメートル単位、グラム単位、あるいは秒単位で計測されるスポーツ(陸上競技、水泳、ウエイトリフティングなど)においては、特化することを急がず、若年期では特異的な練習をより少量行なうことが、成人期における一流のパフォーマンスの重要な決定因子である(174)。一般的に言って、比較的若い年齢で、あるスポーツに特化したアスリートは、若年期においては大抵優れた成績を残すが、年齢が上がるとあまり大きな成功を経験することはない(174)。さらに、一流選手としてスポーツで成功したアスリートは、思春期の終盤に向かってトレーニングの集中度を高め、成人期初期の多量のトレーニングへと結びつけていることが判明している。同様に、単一のスポーツに特化するのとは対照的に、サンプリング法を採用して複数のスポーツに時間を費やすことは、総合的な運動コーディネーションの改善をもたらし、その結果、10~12歳の少年の立ち幅跳びのパフォーマンスが改善されたとする報告もある(84)。さらに、多数のスポーツの後ろ向き研究のデータ分析からは、11~15歳の間に3種目以上のスポーツを経験した青少年は、16~18歳の間に、クラブレベル以上の全国レベルでプレーする可能性がより高いことが示された(28)。

#### 傷害リスクにおける早期特化の影響

早期特化の結果、筋骨格系に最大下の負荷が繰り返しかかること、またその後の適応に必要な十分な回復時間が得られないことにより、オーバーユース傷害のリスクが増大する(57,239)。例えば、青少年アスリートの女性サンプルから得たデータによると、若い年齢で参加するスポーツに特化した女子は、膝関連傷害を負う可能性が1.5倍高いことが示された(104)。著者らはまた、膝蓋腱炎やオズグッド・シュラッター病を含む診断データから、単一競技に特化したアスリートは、複数スポーツを行なうアスリートよりも相対的な傷害リスクが4倍も高いことも明らかにしている(104)。類似の研究では、1,190名の調査対象者のデータから、スポーツを行なう年齢と時間を調整後、競技特異的なトレーニングは、急性で重度のオーバーユース傷害の有意な独立リスク因子であることが示された(120)。

早期特化に伴って増加するトレーニング量は、青少年の傷害の明らかな関連リスク因子である(119)。例えば思春期

の投手では、多量のトレーニングと試合の運動量は、オーバーユース傷害のリスク増加と強い相関関係がある(200)。さらに思春期のランナーでは、毎週の走行距離の増加と下肢の傷害リスクの上昇とに有意な関連がある(248)。一方、様々なスポーツを対象に、高校生アスリートの同年齢集団2,721名を調べたところ、多量のトレーニングが傷害の最も影響力の大きなリスク因子であった(216)。最近のJayanthiらの研究により(120)、青少年が毎週、自分の年齢よりも多くの時間をスポーツの練習に費やす場合や、団体スポーツと自由な遊びの時間の比率が2:1を超過した場合には、青少年の傷害リスクが高まることが明らかになった。また、青少年の年齢にかかわらず、既存のデータは、青少年は単一のスポーツのトレーニングを年8ヵ月以上行なうべきではないという見解を裏付けている(120,200)。一方、週16時間のトレーニング量が傷害リスクの高まる閾値とされる(144,187)。

十分な休息や回復なしで、狭い範囲の特異的な運動パターンに過度に曝露されること、またその後の運動スキルポートフォリオの鈍化は、パフォーマンスの低下と傷害リスクの増加の両方に共通の関連因子である。青少年に様々なスポーツや活動を経験させ、様々な環境における運動スキルの習得を目的とした多様な運動様式を採用することによって、筋骨格系の特定領域に習慣的に過度なストレスがかかる可能性は低下し、したがってオーバーユース傷害のリスクが減少する。運動の多様性という考え方を採用することにより、力のかかる点が絶えず確実に変化し、それにより総合的な全身の適応が促進され、コーディネーションの変化が容易になることで、傷害リスクの低下をもたらす(12)。身体パフォーマンスに関しては、基本的な運動スキルを幅広く向上させることで、スポーツ、身体活動、そして自由な遊びの中でみられる、より複雑で反応的な全身運動の発達を可能にするだろう(149)。有資格専門職は、狭い範囲のスキルを深く習得させることよりも、幅広い運動スキルを養成することに重点を置く必要がある。それは、種々の異なる環境において効果的で効率的な運動が行なえるようにすることにより、青少年の総合的な運動能力を最大限に発揮させるためである。

## 5. 子どもの健康と幸福は、常に、長期的な運動能力開発プログラムの理念の中心でなければならない。

健康(health)とは、「病気や虚弱による制限を受けない充足した状態であり、基本的かつ普遍的な人権である」と定義できる(227)。Huppertら(117)は、幸福(well-being)を「個人や集団または民族の発展と繁栄を可能にする前向きで持続可能な状態」と定義した。スポーツへの参加は、青少年の幸福を促進する有効な手段であると認識されている

(59,63,240)。しかし国際オリンピック委員会は、青少年はスポーツに参加する必要がある一方、その過程はあらゆるレベルにおいて、楽しくまた達成感が得られ、継続的な参加と成功をもたらすものでなければならないとも述べた(21,177)。総合的にみて、このような原則は青少年のあらゆる種類の身体活動に適用される必要があり、その中には、包括的でバランスのとれたS&Cプログラムも含まれる(69,196)。子どもが競技としてのスポーツとレクリエーションとしての身体活動のどちらに参加するにせよ、子どもの健康と幸福は、常に、長期的な運動能力開発プログラムの重要な優先課題でなければならない。

### 健康と幸福の心理的要因

最大限の幸福を実現するためには、青少年は、スポーツや身体活動を通して有意義な経験を積む必要がある。子どもが初めてスポーツや運動に参加する主な理由は、楽しさや嬉しさを感じるためであり、様々な活動を経験するためである(2)。同様に、楽しさや嬉しさを感じられないことは、大抵、スポーツをやめる原因になる(32,51)。青少年の幸福を促進するために、専門職は、青少年の(a)成長志向、(b)自己決定による動機付け、(c)自己有能感、(d)自信、そして(e)回復力(196)を育てる必要がある。より具体的には、成長志向(growth mindset)とは、努力し、目的のある練習を積み、有資格専門職からの指導を受けることにより、成長し成功できるという信念を培うことである。一方、自己決定による動機付け(self-determined motivation)は、子どもが自分の関心や喜び、本来の満足感やチャレンジ精神のために、スポーツや運動に参加しようとする気持ちを表す(221)。自己有能感(perceived competence)は、身体活動への参加と強い関連性があるため(140,214)、青少年期に育成すべき重要な特性であり、青少年間における社会的比較の利用や仲間によるサポートの役割が一層大きな影響力をもつ思春期には特に重要である(30,222,223)。自信(confidence)は、不安の軽減、ポジティブな感情、パフォーマンスの向上と強く結びついている(260)。回復力(resilience)は、著しく不利な状況下で、平静を取り戻し素早く回復する個人の能力と定義される(137)。青少年の幸福感を高めるためには、有資格専門職が、メンタルスキルトレーニングや過程を重視した目標設定、明確で肯定的なフィードバックなど、種々の方策を組み合わせて活用し、すべてのセッションで楽しく興味深い課題を与え続けることが必要である。同様に、有資格専門職は、発達上適切な活動が処方され、激励が強化され、そのことにより、課題の失敗も有益な学習過程の一環とみなされるトレーニング環境を促進する必要がある。

## 健康と幸福の身体的要因

青少年は、運動能力の発達に対する長期的な観点を優先する、発育発達上において適切で多面的にバランスのとれたS&Cプログラムに若年期から参加する必要がある。したがって、パフォーマンスの短期的な向上とは対照的に、長期的で持続可能な適応こそが、青少年にトレーニングを提供する最終目標でなければならない。福祉は子どもの基本的人権と密接な繋がりがあり、幸福の増進に役立つだろう(197)。トレーニングは常にこのような子どもの権利を尊重すべきであり、さらに、子どもの技術的能力やトレーニング歴および成長発達段階に相応しいものでなければならない(178)。いかなる状況でも、青少年のトレーニングプログラム内で、虐待的行為とみなされるような身体活動の強制を行ってはならない(129)。そのような例としては、全く利益のない、不当で有害な活動と思われるエクササイズプログラムや、懲罰としてのトレーニング処方などが含まれる(129)。身体的な懲罰として処方された強制的な身体活動は、12歳の少年が労作性横紋筋融解症を発症して入院した例が示すように、身体に重大な結果をもたらす可能性があり(41)、非倫理的で、絶対に認めることはできない。トレーニング処方には十分な休息とのバランスを保たねばならない(57,162)。それは、回復と成長の過程を生じさせるためであり、また、疲労の蓄積とそれに伴うオーバートレーニングのリスクを回避するためである。

## 6. 長期的な運動能力開発プログラムへの継続的な参加を保障するために、青少年は傷害リスクの低下に役立つ身体コンディショニングに参加する必要がある。

スポーツや身体活動に関連して起こる傷害を完全に回避することは不可能ではあるが、発育発達上適切なトレーニングにより青少年の傷害の相対的リスクを低下させることは可能である(21,74,109,141,190,217,236,245,256)。より具体的には、青少年が、レジスタンストレーニング、運動スキルとバランストレーニング、スピード&アジリティトレーニング、および適切な休息を含む多面的でバランスのとれたS&Cプログラムに参加する場合には、傷害を負う可能性が最大で50%減少する(172,256)。傷害事故が減り、傷害のリスク因子が減少するのは、運動のバイオメカニクスが改善され、筋力が増大し、機能的能力が向上するためである(74,110,158,184)。長期的な運動能力の開発という観点から必須だといえることは、青少年自身も、また彼らに対する能力開発プログラムの作成に携わる人々も、スポーツや身体活動の要求に対し適切な準備となるS&Cプログラムを実施する重要性を認識することである。例えば、早期に神経筋トレーニングに取り組むことは、女性アスリートの将来的な前十字靭帯損傷リスクを低下させる可能性が高いとさ

れる(190)。この結果から、健全な運動スキルとそれに付随する筋力レベルを同時に発達させる絶好の機会が、思春期の開始前に存在することが推測される。思春期は、青少年が運動のバイオメカニクス(81,113)や力の減衰能力(207)および下肢の筋力比(208)などの大きな変化を経験する発達段階であることが知られている。スポーツに参加するだけでは、高いレベルの運動能力を開発するための十分な刺激は提供できないということもまた認識する必要がある。スポーツの練習を行なうだけでは、多くの場合、日常的な身体活動の推奨ガイドラインを満たす適切な刺激への曝露は提供できないだけでなく(100,136)、筋のアンバランスや可動域の狭さなど、個人の要求に合わせた対処もできないからである(144)。

## 傷害のリスク因子としての「運動不足(underuse)」

若いアスリートの準備のためにコンディショニングを取り入れることは、既存の豊富なデータにより支持されるが(21,64,123,190,246,256)、アスリートに限らず、長期的な運動能力の開発が、すべての青少年にとって傷害予防の貴重な手段とみなされることは間違いない。運動不足は子どもたちの活動関連傷害の主要なリスク因子であり(25,243)、全体統計によると、現代の青少年の非活動性が、依然、懸念される高いレベルにあることが示されている(191,252,254)。直感的にわかるように、若いアスリートは競技特異的な多量の練習や試合に対する準備が十分ではないことが多く、同様に、不活発な青少年は競技としてのスポーツやレクリエーションとしてのスポーツの要求に対しては無論のこと、一般的な身体活動に対してさえも十分な準備が整っていない可能性が高い。例えば、過体重や肥満の青少年は、正常体重の青少年に比べると、スポーツやレクリエーションとしての運動中に傷害を負う可能性が2倍高い(165)。したがって、「運動不足」は多くの青少年にとっておそらく最も危険なリスク因子である。そのことから、適切に計画された長期的な運動能力開発モデルの決定的な重要性が強調される。

## 傷害リスクに対する成長と成熟の影響

現在のデータによると、傷害リスク、なかでも下肢の傷害リスクは、思春期の成長スパート期に最大となる(33,58,113,185,258)。この急速な成長期間には、組織細胞間の成長速度が均一ではなく、骨格の発達が筋腱の発達よりも早く始まり発達速度も速いため、筋腱の発達が骨格の発達に追いつかない(130)。これら組織の成長の差が、関節周辺の不快感と柔軟性の低下をもたらす場合があるが(130)、それはこの発達段階における成長率の著しい増加であるといえる。この著しい成長率の増加により、体重が増



加し重心の高さも変わるが、筋力とパワーにはそれに見合うだけの適応がまだみられない状態であり、動的で反動的な活動中に、筋骨格組織に過剰な負荷をもたらすことになる(111,130,185,258)。例えば、思春期の女子はこの間、身長と体重が急速に増加するために、膝の傷害リスクの増大に直面する。股関節や膝の筋力が体格の成長と同時に増加しないためである(185)。思春期の成長スパート期に、ハムストリングスの大腿四頭筋に対する筋力比にアンバランスが生じることも潜在的なリスク因子である。思春期の女子の長期的なデータから、思春期前から思春期にかけて、ハムストリングスの大腿四頭筋に対する筋力が低下することが示されている(208)。この筋のアンバランスが特に懸念されるのは疲労時であり、若い女性も成人女性も、あまり適切ではない方法を用いた筋の活性化を行なうためである(56,128,167,202)。これにより膝への異常な負荷を適切に分散させる能力が低下するが、それは前十字靭帯の傷害メカニズムを示唆している(112,132)。若い男性のメカニクスに関するデータが必要であるが、最近、思春期の成長スパート期は、思春期の男子の外傷リスクが高まる発育上の期間であることが示唆された(228,258)。最後に、思春期の成長スパート中は、骨のミネラル化が骨の線形成長よりも通常遅れるため、骨の多孔化をもたらし、骨折のリスクが高まる(8)。したがって、競技としてのスポーツかレクリエーション的な身体活動かを問わず、すべての青少年は、彼らを選んだ活動に伴う身体的要求に耐えるために、また成長と成熟に伴うリスクを相殺するために、必要な運動能力レベルを高める長期的なトレーニングプログラムに参加する必要がある。

## 7. 長期的な運動能力開発プログラムでは、すべての青少年に、健康とスキルの両方に関連する体力要素を促進するための多様なトレーニング様式を提供することが必要である。

### 青少年のトレーナビリティ

トレーナビリティ(trainability)とは、様々な発達段階における所定のトレーニング刺激に対する青少年の反応性を意味する。小児運動科学の継続的な発展に伴って、専門職は、青少年が様々なトレーニング様式にどのように反応するかに関するより良い理解が得られるだろう。我々のトレーナビリティへの理解は通常、個別の横断的介入から生じるが、それらを合わせたデータからは、運動スキル(15,67,98)、筋力とパワー(16,68,141)、走速度(121,219)、アジリティ(122,171)および持久力パフォーマンス(5,161,168)において、子どもも思春期の若者も、どちらも有意で価値のある変化を達成できることが示唆される。最近のデータは、様々なトレーニング方法に継続的に曝露されることは、子どもに

とっても思春期の若者にとっても有益であることを示している(125,126,224)。長期的な介入に関しては、2年間の筋力トレーニングにより、下半身の相対的筋力(125)、方向転換のスピード(126)、および30mスプリントのタイム(224)などが向上した。青少年の身体パフォーマンスの測定値に、筋力トレーニングがもたらす多くの利益が明らかになっているにもかかわらず、これらの研究は、変化の速さや大きさが成熟や性別に及ぼす影響については説明していない。したがって、小児期および思春期の成長または成熟とトレーニングとの相互作用はいまだ明らかではなく、今後のさらなる研究が必要である。

筋力と運動スキルの開発モデルによって、身体パフォーマンスの有益な向上が達成されることを示唆する有力なエビデンスがある。しかし、特定の発達段階で優先的に行なうべき運動様式に関するエビデンスは少ない。長期的な運動能力の開発に関するかつてのモデルにより、「絶好の機会(windows of opportunity)」の理論が広く普及した。それは、青少年には、ある特定の体力要素を鍛える特定の期間があるという説であり、それらの期間をとらえてトレーニングを行わなければ、成人後のパフォーマンス能力が制限されるという主張である(10)。この理論は、我々の成長と成熟およびトレーニングに関する理解の橋渡しを試みたが、その後この概念は、主張の裏付けとなる長期的な実証データが不足していることを主な理由に異議が唱えられている(82)。小児のトレーニングに関する先行研究と組み合わせると、子どもも思春期の若者も、発達段階にかかわらず、体力のすべての要素において価値ある向上を達成できることが明らかになっている(69,70,142,143)。したがって長期的なトレーニングプログラムは、小児期と思春期のすべての発達期間を通じて運動能力を発達させる方法を探る必要がある。

子どもも思春期の若者も、様々な体力特性(筋力、運動スキル、スピード、パワーなど)を有意に向上させることができるが、それらの適応の獲得に用いられる最も効果的なトレーニング様式は、成長と成熟の結果生じる生理学的な適応を補完する。このような過程は最近、「相乗的適応(synergistic adaptation)」と称される(69,147)。具体的には、青少年男子のスプリント速度の発達に関する様々なトレーニング法の効果を考察したメタ分析によると、まだ身長最大発育速度に達していなかった少年たちは、プライオメトリックトレーニングの後、スプリント速度の最大の向上を示した。一方、すでに身長最大発育速度に達していた少年たちは、筋力トレーニングとプライオメトリックトレーニングを合わせたトレーニングに良好な反応を示した(219)。同様の結果が、最近、6週間のトレーニング介入において報告された。すでに身長最大発育速度に達していた少年とま

だ達していない少年のどちらも、6週間の様々なレジスタンストレーニングプログラムを実施した後、ジャンプとスプリントの有意な向上を達成することができた(147)。プライオメトリックトレーニングは、思春期前に成長と成熟の結果として自然に起こる神経適応と同様の適応を促進する。一方、筋力トレーニングとプライオメトリックトレーニングを合わせたトレーニングは、一般に思春期の成長スパートの後にみられる神経適応と構造適応の両方を刺激する可能性が高いと思われる。相乗適応に関するこれらの主張を証明するため、また様々な発達段階の青少年に最適なトレーニング処方を決定的なためにも、長期的な研究が今まさに必要とされている。

## 8. 専門職は、長期的な運動能力開発への対策の一環として、適切なモニタリングと評価の手法を用いる必要がある。

青少年の快適な生活と幸福のためには、適切なモニタリングと評価の手法により長期的なトレーニングの処方を強化する必要がある。注意深いモニタリングが欠如していると、過剰な要求のトレーニング負荷が課せられる、休息と回復の機会が不十分になる、あるいは禁忌のトレーニング法が用いられるなど、青少年が高いリスクにさらされる可能性がある(144)。青少年のトレーニングには、過度のトレーニング(4,57,177)や疲労の蓄積(106)のリスクを低減するために、有資格専門職によるモニタリングが推奨される。それらのリスクにより、深刻な場合には、非機能的オーバーリーチングやオーバートレーニングが生じる可能性がある(127,144,162,210)。青少年の運動能力開発に対して責任のある担当者は、モニタリングプロセスには、適切に整えられた方法を採用する必要がある。有資格専門職は、可能な場合はいつでも、子どもたちやその親を教育するように努め、非機能的オーバーリーチングおよび関連傷害と疾病のリスクやその徴候に対する彼らの意識を高めることが必要である。また、子どもと親は、基本的な自己報告法の働きを理解し(睡眠パターン、栄養摂取、トレーニング環境以外での身体活動経験など)、さらに、適切な改善策の潜在的な効果も理解すべきである。

有資格専門職は通常、トレーニングの有効性を判断し、プログラムデザインに役立てるためにモニタリングや評価手法を用いるだろう。その目的は、適応メカニズムを判断し、子どもや思春期の若者の意欲を掻き立てるためであり、また、スポーツや身体活動の生理学的要求についてさらに知識を得るためでもある。だが同様に、才能を発掘するという目的でも、様々なテストや評価法が用いられる(204)。将来の潜在的才能を発掘するという目標は確かに魅力的かもしれないが、非常に早期に才能を確定し主観的に選択する

その過程は、概して早熟な青少年に有利に働き、晩熟な青少年が選択から除外されやすい(31,43,91,164,225)。さらに、包括的な才能発掘の手順は、時間も費用もかさむことが多い。そして、きわめて重要なことであるが、才能を特定された子どもが首尾よく一流レベルのスポーツ選手へと育つ確率は疑問視されている(255)。

専門職が利用できるモニタリングや評価の手法は豊富にあるが、いかなる長期的な運動能力開発プログラムであっても、その中に含まれるモニタリングや評価手法の数と正確性は、テストの有効性と関連性、随伴する測定誤差、使用可能な時間や設備または施設、そして専門職の専門知識や技術の程度によって決まる。重要なことは、専門職が正確で信頼性の高いテストを選択し、妥当かつ意味のあるデータを提供することである。同様に、専門職は常に子どものテストの道徳的基準を守り、子どもや親たちにすべてのプロトコルを明確に説明し、どのようなテストを行なう場合も、事前に親と参加者の両方の同意を得ることが重要である(244,266)。

### 成長と成熟のモニタリング

成長と成熟が身体パフォーマンスの測定結果(22,261)や傷害の相対的リスク(81,113,258)に及ぼす影響、そして相対的な年齢効果により早熟な青少年がチームの選手として選ばれる傾向(89,93,226)などを考慮すると、専門職が小児期と思春期を通じて身体的な成長をモニタリングしようとする試みは妥当であると思われる。最近のレビューでは、生物学的な成熟度を確認するため、または少なくとも推定するための既存の方法が総括された(145,156)。侵襲的方法にはそれ自体の長所と短所があるのに対して、成熟度を推測する非侵襲的方法は、特に異なる民族間でさらに妥当性を検証する必要があると認識されている(154,156)。今後さらに研究が必要ではあるが、専門職が長期間にわたって青少年を指導する場合には、成長曲線の分析を行なえるように、年4回、身長、四肢長、体重を測定することが推奨される。これらの情報を収集できれば、専門職はパフォーマンスの変動を説明するのに役立つ適切な情報を入手でき、成長スパートを経験する中で、成長に伴う傷害を負う「リスクのある」青少年を特定することに役立てることができるだろう(145)。

### 身体パフォーマンスのモニタリング

身体能力を評価するための既存のテストプロトコルは無数にある。例えば、筋力とパワー(72,73,86,141,173)、ランニングスピード(170,218)、有酸素性能力(6,11,263)、運動スキル(46,47,60)などを測定できるが、専門職は自分が働く特定の環境に最も適した、また実施可能な方法を採用する必要

がある。例えば、上級レベルの青少年スポーツチームに所属する専門職は、フォースプレートによる診断やモーションキャプチャーシステムを用いて、選手の運動学および運動力学的評価をすることも可能であろう(184)。一方、小学校の教師は、立ち幅跳びを使ってしか子どものパフォーマンスを評価できないかもしれないが(7)、児童用に修正された主観的運動強度によって、トレーニングセッションがどのように知覚されたかについて若干のデータを集めることもできる(99)。どちらの例も、運動能力の発達とトレーニング処方に関する貴重な情報を提供するだろう。有資格専門職は、青少年の身体能力を評価する際に、パフォーマンスの過程(技術的にどれほど優れたジャンプ運動を行なえるか)とパフォーマンスの結果(どれほど遠くまでジャンプできるか)を両方とも正当に評価することが重要である。

### 心理的な幸福感のモニタリング

専門職は、感覚的に身体パフォーマンスのモニタリングと測定に重点を置くと思われるが、青少年の総合的な発達のためには、心理社会的な幸福に対しても同様の配慮が必要であることを忘れてはならない(197)。幸福感をモニタリングするための様々な手法が研究によって報告されている。「気分プロフィール検査(POMS: Profile of Mood States)」の改訂版は、青少年の気分を把握する有効な評価手段であることがすでに示されている(249)。回復-ストレス質問票(recovery-stress questionnaire)も青少年の非機能的オーバーリーチングを確認するために用いられているし(29)、一時的回復とストレスの尺度(acute recovery and stress scale)も回復とストレスのアンバランスをモニタリングするための高精度で有効な手段である(131)。一方、最近になり、簡易的な幸福感質問票(well-being questionnaire)(166)によって、青少年集団の自己充足感を検出できることが研究者により証明された(199)。この幸福感質問票は、5つの主要項目(疲労、睡眠特性、全身の筋痛、ストレスレベル、気分)について、1(最も良好)から5(全く良好ではない)まで、0.5点刻みで自己評価する尺度である(166,199)。心理社会的幸福は多くの要因から成り立っているが、専門職は幸福感が低く、潜在的に「リスクのある」青少年の識別に役立つ何らかのモニタリングシステムを採用すること、そして子どもや思春期の若者がスポーツまたは身体活動に参加する意欲を保てるように保障することが必要である。専門職が直接データをモニタリングしたり記録したりできない場合は、幸福感の低下の警告的な前兆に気付くことが必要である。例えばMatosら(162)は、青少年のオーバートレーニングの最も一般的な徴候として、食欲減退、傷害頻度の上昇、度重なる疲労感、トレーニング負荷への対応不能、頻繁な呼吸器感染、重く硬い筋、睡眠パターンの乱れなどを示した。

## 9. 青少年を指導する専門職は、長期的な運動能力の開発を成功させるために、トレーニングプログラムを体系的に漸進させ個別化することが必要である。

長期的な運動能力開発の過程で職務に携わる有資格専門職は、S&Cプログラムを作成する際、可能な限り、漸進的で個別的、統合的な方法を採用することがきわめて重要である。身体活動に取り組んでいる過体重の思春期前の少年を指導している場合も、あるいは8年間の質の高いトレーニングを積んだ思春期の女子を指導している場合も、そこには個人の要求に応じた明確な目標がなければならない。既存の運動能力開発モデルは、有資格専門職に、長期的な運動能力の開発のために考慮すべき一般的なガイドラインを提供するが(142,143)、青少年のトレーニングプログラムを作成し、実施し、さらに高度化する過程は、一人ひとりの要求や技術適性、参加するスポーツや活動の要求により規定されるはずである。同様に、プログラムデザインとその実施方法は、例えば、トレーニングに利用できる時間や設備、学業からのプレッシャー、家族や友人との社会的交流の必要性など、影響を及ぼす他の要因にも対応する必要がある。

### 青少年のためのプログラムの作成に伴う困難な課題

ピリオダイゼーションはトレーニングプログラムを作成するための理論的な枠組みであり(203)、総合的なトレーニングに対する反応を最大化するために、トレーニングブロックを段階的に配列し計画することが含まれる。しかし、休息と回復に充てる時間が不十分な場合には、疲労が蓄積し、非機能的オーバーリーチングをもたらし、極端な状況では、オーバートレーニングやバーンアウトを引き起こすおそれがある(169)。疲労の管理とオーバートレーニングの予防は、プログラム計画の成功にとって重要な決定因子であることは広く認められており(206)、トレーニングの時間と、休息や回復そして成長のための十分な時間とのバランスを保つことは、青少年における長期的な運動能力の開発の大前提である。成人の場合とほぼ同じように、子どもも休息時間が十分に提供されないと、間違いなくオーバートレーニングやオーバーユース傷害などのマイナスの結果を生じやすくなる(36,162)。自然な成長を促すために必要な休息と回復を計画することは、青少年のプログラムを成人のためのプログラムから区別する重要な調整因子である。

青少年が複数のスポーツや活動にシーズンごとに(秋、冬、夏のスポーツに)連続して参加する場合や、1シーズンに複数のチーム(クラブチームと地元レベルや全国レベルのサッカーチームなど)に参加する場合は、トレーニング刺激と回復時間のバランスをとることが一層困難になる。十分な休息と回復のブロックの必要性を無視すると、青少年が身体的および心理的な機能低下に陥る可能性が高まる(36)。し

たがって専門職は、プログラムを作成する際には、スポーツコーチや親からの圧力にかかわらず、総合的なトレーニング計画における必要不可欠なブロックとして、休息と回復の期間を処方する必要がある。身体的な発育を最大限に促し、蓄積される疲労を最小限に抑えるためには、トレーニングと試合とのバランスを考慮して計画することが専門職にとって必要である。研究者たちは、低年齢の子どもが長期的な運動能力の開発過程を歩み始めるためには、基本的な運動スキルの発達と基礎筋力の増強に重点を置き、より多くの時間を一般的準備トレーニングに充当すべきであると助言している。その後、子どもの年齢が上がるにつれて、より多くの時間を子どもが選んだスポーツや身体活動に割り当てることができるだろう(103)。専門職はまた、長時間の試合と、次の試合に至るまでの試合間の休息の量に関連するリスクも認識する必要がある(187)。休息が不十分な状態で6時間以上の高強度の試合を行なうことは傷害のリスク因子となる(27)。しかし研究者は、同じ日に複数の試合を行なう場合も、青少年は、試合と試合の間には、予め決められた十分な休息時間を取らねばならないと主張している(20)。競技大会に至る過程で、青少年は試合前には少なくとも48時間の休息を取ること、また、毎晩7時間以上眠ることが推奨される(150)。睡眠不足は健康や学習、そして身体パフォーマンスにマイナスの影響を与えるからである(21,34,90)。

#### 成長と成熟がプログラムの作成に及ぼす影響

青少年の発達は直線的ではないため、専門職は、身体的成熟のタイミングや速度または程度の個人的な差異や心理社会的成熟度の差異、さらに学習速度や学習スタイルの差異などに柔軟かつ敏感に対応する必要がある。例えば、成長スパート中は、子どもが一般に「思春期のぎこちなさ(adolescent awkwardness)」と呼ばれる、運動制御と全身コーディネーションの一時的な混乱を経験する場合がある(205,209)。そのような場合には、専門職は、負荷を少なくして既存の運動パターンを修正する機会を処方することによって、トレーニングプログラムを調節する必要があると思われる(145)。このことは、青少年を指導する有資格専門職が、トレーニング過程に関する適切な理解をもち、テクニックを観察し修正する能力を備えているだけでなく、小児運動科学の主要な原則を理解することの重要性を強調している。

#### 10. 有資格専門職の存在と適切な教育学的アプローチは、長期的な運動能力開発プログラムの成功の基本である。

小児運動科学とトレーニングの原則を明確に理解する

ことは、青少年の長期的な運動能力開発の基本であるが、専門職があらゆる年齢や能力の青少年と効果的なコミュニケーションをとり相互に交流するためには、強固な基礎として、教育学とコーチングのスキルも必要である(71,142,144)。心理的に魅力を感じ、身体的に挑戦しがいのあるトレーニングプログラムをすべての青少年が確実に経験できるようにするためには、専門職には、幅広い教育法を取り入れる能力が要求される。そのようなプログラムは、意欲を高める環境を促進し、身体的および心理社会的な視点から総合的な発達を刺激することができる。意欲を育てる学習環境を促進する能力は、専門職が運動能力の開発において最大の効果を上げるために必須となる手段である。そのような環境では、すべての青少年が発達に適した様々な活動に参加し、自己評価の機会が与えられ、成功を体験し、能力を高めることができる(102)。総合的な視点から、専門職は青少年の内発的動機付けを高めるように努める必要がある。そうすることで、子どもや思春期の若者が、参加すること、向上すること、スキルを改善することに関心をもつように励まし、同時に、単にトロフィーや奨学金などの外的な報奨だけに心を奪われるリスクを減らすことにもなるからである。ストレスのマイナス効果を最小限に抑えつつ、意欲と楽しさを促進する環境を開拓することは、パフォーマンスの成功が努力や勤勉さ、そして強い意志から生まれるということを学び理解する必要のある青少年にとって、最良の結果をもたらすだろう(26,124,232-234)。

意欲を高める環境の中で、専門職は、エクササイズを実演し、説明し、発達に適した様式に修正する必要がある。運動能力開発の最初の段階では、専門職は、基本的な運動パターンの指導とフィードバックを提供する必要があると思われるが、学習とフィードバックのプロセスで最大の効果を上げるためには、大抵の場合、視覚的な実演を提供することが優先される(17,94)。新たなエビデンスは、若い体操選手が回転ジャンプのパフォーマンスを習得する際、身体に注意を向ける意識づけとは対照的に、身体外部への意識づけを用いることに利益があると示唆している(1)。研究者らによると、外的な意識づけを与えた場合に、注意の集中が改善されることが示された。子どもと思春期の若者の効果的な管理には、競技スポーツとレクリエーション活動のどちらの環境であっても、明確で準備の行き届いたセッション構成(144)、指導表現の効果的な利用(97)、行動管理の方策(213)、エンパワーメントの活用、変化に富んだ発声や口調の利用、さらに、青少年が生涯継続的に身体活動に参加するように鼓舞する教育スタイルなども必要となるだろう。

## 結論

近年、長期的な運動能力開発の分野が進歩していることは明らかではあるが、今のところ、長期にわたる十分にコントロールされた実証的研究が不足しているため、今後さらにこの分野の研究を進める必要がある。具体的には、青少年のトレーニング過程、トレーニングと成長や成熟との相互作用、運動能力の開発に対する長期的な取り組みが身体パフォーマンスや健康と幸福感および傷害リスクに及ぼす影響などは、従来以上に研究が必要とされる重要な分野である。また、このような新しい研究は、有資格専門職による現在の実践の妥当性を検証し、青少年に対して、常に、エビデンスに基づく実践を提供することを保障するためにも必要である。すべての青少年に、各自の要求に応じたトレーニングプログラムを提供することが必要であり、それは楽しさと同時に意欲を高めるトレーニング環境を促進するだろう。だが、何よりも重要なことは、有資格専門職が、Franklin D. Roosevelt 大統領の言葉を忠実に実行に移し、スポーツや身体活動に生涯を通して健康的に楽しくかかわることのできる青少年の育成を支援することである。◆

## References

1. Abdollahipour, R, Wulf, G, Psotta, R, and Palomo Nieto, M. Performance of gymnastics skill benefits from an external focus of attention. *J Sports Sci* 33: 1807-1813, 2015.
2. Allender, S, Cowburn, G, and Foster, C. Understanding participation in sport and physical activity among children and adults: A review of qualitative studies. *Health Educ Res* 21: 826-835, 2006.
3. Alvarez-San Emeterio, C, Antunano, NP, Lopez-Sobaler, AM, and Gonzalez-Badillo, JJ. Effect of strength training and the practice of Alpine skiing on bone mass density, growth, body composition, and the strength and power of the legs of adolescent skiers. *J Strength Cond Res* 25: 2879-2890, 2011.
4. American Academy of Pediatrics Council on Sports Medicine. Intensive training and sports specialization in young athletes. *Pediatrics* 106: 154-157, 2000.
5. Armstrong, N and Barker, AR. Endurance training and elite young athletes. *Med Sport Sci* 56: 59-83, 2011.
6. Armstrong, N and Welsman, JR. Assessment: Aerobic fitness. In: *Paediatric Exercise Science and Medicine* (2nd ed.). N. Armstrong and W. Van Mechelen, eds. Oxford: Oxford University Press, 2008. pp. 97-108.
7. Artero, EG, Espana-Romero, V, Castro-Pinero, J, Ruiz, J, Jimenez-Pavon, D, Aparicio, V, Gatto-Cardia, M, Baena, P, Vicente-Rodriguez, G, Castillo, MJ, and Ortega, FB. Criterion-related validity of field-based muscular fitness tests in youth. *J Sports Med Phys Fitness* 52: 263-272, 2012.
8. Bailey, DA, Wedge, JH, McCulloch, RG, Martin, AD, and Bernhardson, SC. Epidemiology of fractures of the distal end of the radius in children as associated with growth. *J Bone Joint Surg Am* 71: 1225-1231, 1989.
9. Bailey, R and Morley, D. Towards a model of talent development in physical education. *Sport Educ Soc* 11: 211-230, 2006.
10. Balyi, I and Hamilton, A. *Long-term athlete development: Trainability in childhood and adolescence. Windows of opportunity. Optimal trainability*. Victoria, British Columbia, Canada: National Coaching Institute & Advanced Training and Performance, 2004.
11. Barker, AR, Williams, CA, Jones, AM, and Armstrong, N. Establishing maximal oxygen uptake in young people during a ramp cycle test to exhaustion. *Br J Sports Med* 45: 498-503, 2011.
12. Bartlett, R, Wheat, J, and Robins, M. Is movement variability important for sports biomechanists?. *Sports Biomech* 6: 224-243, 2007.
13. Bass, SL. The prepubertal years: A uniquely opportune stage of growth when the skeleton is most responsive to exercise?. *Sports Med* 30: 73-78, 2000.
14. Baxter-Jones, ADG, Eisenmann, JC, and Sherar, LB. Controlling for maturation in pediatric exercise science. *Pediatr Exerc Sci* 17: 18-30, 2005.
15. Behringer, M, Vom Heede, A, Matthews, M, and Mester, J. Effects of strength training on motor performance skills in children and adolescents: A meta-analysis. *Pediatr Exerc Sci* 23: 186-206, 2011.
16. Behringer, M, Vom Heede, A, Yue, Z, and Mester, J. Effects of resistance training in children and adolescents: A meta-analysis. *Pediatrics* 126: e1199-e1210, 2010.
17. Benjaminse, A, Gokeler, A, Dowling, AV, Faigenbaum, A, Ford, KR, Hewett, TE, Onate, JA, Otten, B, and Myer, GD. Optimization of the anterior cruciate ligament injury prevention paradigm: Novel feedback techniques to enhance motor learning and reduce injury risk. *J Orthop Sports Phys Ther* 45: 170-182, 2015.
18. Benson, AC, Torode, ME, and Fiatarone Singh, MA. The effect of high-intensity progressive resistance training on adiposity in children: A randomized controlled trial. *Int J Obes (Lond)* 32: 1016-1027, 2008.
19. Benson, AC, Torode, ME, and Fiatarone Singh, MA. Effects of resistance training on metabolic fitness in children and adolescents: A systematic review. *Obes Rev* 9: 43-66, 2008.
20. Bergeron, MF, Laird, MD, Marinik, EL, Brenner, JS, and Waller, JL. Repeated-bout exercise in the heat in young athletes: Physiological strain and perceptual responses. *J Appl Physiol (1985)* 106: 476-485, 2009.
21. Bergeron, MF, Mountjoy, M, Armstrong, N, Chia, M, Cote, J, Emery, CA, Faigenbaum, A, Hall, G Jr, Kriemler, S, Leglise, M, Malina, RM, Pensgaard, AM, Sanchez, A, Soligard, T, Sundgot-Borgen, J, van Mechelen, W, Weissensteiner, JR, and Engebretsen, L. International Olympic Committee consensus statement on youth athletic development. *Br J Sports Med* 49: 843-851, 2015.
22. Beunen, GP and Malina, RM. Growth and biological maturation: Relevance to athletic performance. In: *The Young Athlete*. H. Hebestreit and O. Bar-Or, eds. Oxford: Blackwell Publishing, 2008. pp. 3-17.
23. Beunen, GP, Rogol, AD, and Malina, RM. Indicators of biological maturation and secular changes in biological maturation. *Food Nutr Bull* 27: S244-S256, 2006.
24. Biddle, SJ and Asare, M. Physical activity and mental health in children and adolescents: A review of reviews. *Br J Sports Med* 45: 886-895, 2011.
25. Bloemers, F, Collard, D, Paw, MC, Van Mechelen, W, Twisk, J, and Verhagen, E. Physical inactivity is a risk factor for physical activity-related injuries in children. *Br J Sports Med* 46: 669-674, 2012.
26. Breiger, J, Cumming, SP, Smith, RE, and Smoll, F. Winning, motivational climate, and young athletes' competitive experiences: Some notable sex differences. *Int J Sports Sci Coach* 10: 395-411, 2015.
27. Brenner, JS; American Academy of Pediatrics Council on Sports Medicine, and Fitness. Overuse injuries, overtraining, and burnout in child and adolescent athletes. *Pediatrics* 119: 1242-1245, 2007.
28. Bridge, MW and Toms, MR. The specialising or sampling debate: A retrospective analysis of adolescent sports participation in the UK.

- J Sports Sci* 31: 87–96, 2013.
29. Brink, MS, Visscher, C, Coutts, AJ, and Lemmink, KA. Changes in perceived stress and recovery in overreached young elite soccer players. *Scand J Med Sci Sports* 22: 285–292, 2012.
  30. Buhrmester, D and Furman, W. The development of companionship and intimacy. *Child Dev* 58: 1101–1113, 1987.
  31. Burgess, DJ and Naughton, GA. Talent development in adolescent team sports: A review. *Int J Sports Physiol Perform* 5: 103–116, 2010.
  32. Butcher, J, Lindner, KJ, and John, DP. Withdrawal from competitive youth sport: A retrospective ten-year study. *J Sport Behav* 25: 145–163, 2002.
  33. Caine, D, Maffulli, N, and Caine, C. Epidemiology of injury in child and adolescent sports: Injury rates, risk factors, and prevention. *Clin Sports Med* 27: 19–50, 2008; vii.
  34. Carskadon, MA. Sleep and circadian rhythms in children and adolescents: Relevance for athletic performance of young people. *Clin Sports Med* 24: 319–328, 2005; x.
  35. Carter, CW and Micheli, LJ. Training the child athlete for prevention, health promotion, and performance: How much is enough, how much is too much?. *Clin Sports Med* 30: 679–690, 2011.
  36. Carter, CW and Micheli, LJ. Training the child athlete: Physical fitness, health and injury. *Br J Sports Med* 45: 880–885, 2011.
  37. Casey, BJ, Giedd, JN, and Thomas, KM. Structural and functional brain development and its relation to cognitive development. *Biol Psychol* 54: 241–257, 2000.
  38. Casey, BJ, Tottenham, N, Liston, C, and Durston, S. Imaging the developing brain: What have we learned about cognitive development?. *Trends Cogn Sci* 9: 104–110, 2005.
  39. Cattuzzo, MT, Dos Santos Henrique, R, Re, AH, de Oliveira, IS, Melo, BM, de Sousa Moura, M, de Araujo, RC, and Stodden, D. Motor competence and health related physical fitness in youth: A systematic review. *J Sci Med Sport* 19: 123–129, 2016.
  40. Ceschia, A, Giacomini, S, Santarossa, S, Rugo, M, Salvadego, D, Da Ponte, A, Driussi, C, Mihaleje, M, Poser, S, and Lazzer, S. Deleterious effects of obesity on physical fitness in pre-pubertal children. *Eur J Sport Sci* 16: 1–8, 2015.
  41. Clarkson, PM. Case report of exertional rhabdomyolysis in a 12-year-old boy. *Med Sci Sports Exerc* 38: 197–200, 2006.
  42. Cliff, DP, Okely, AD, Morgan, PJ, Jones, RA, Steele, JR, and Baur, LA. Proficiency deficiency: Mastery of fundamental movement skills and skill components in overweight and obese children. *Obesity (Silver Spring)* 20: 1024–1033, 2012.
  43. Cobley, S, Baker, J, Wattie, N, and McKenna, J. Annual agegrouping and athlete development: A meta-analytical review of relative age effects in sport. *Sports Med* 39: 235–256, 2009.
  44. Cohen, DD, Voss, C, Taylor, MJ, Delextrat, A, Ogunleye, AA, and Sandercock, GR. Ten-year secular changes in muscular fitness in English children. *Acta Paediatr* 100: e175–e177, 2011.
  45. Comfort, P, Stewart, A, Bloom, L, and Clarkson, B. Relationships between strength, sprint, and jump performance in well-trained youth soccer players. *J Strength Cond Res* 28: 173–177, 2014.
  46. Cools, W, De Martelaer, K, Vandaele, B, Samaey, C, and Andries, C. Assessment of movement skill performance in preschool children: Convergent validity between MOT 4-6 and M-ABC. *J Sports Sci Med* 9: 597–604, 2010.
  47. Cools, W, Martelaer, KD, Samaey, C, and Andries, C. Movement skill assessment of typically developing preschool children: A review of seven movement skill assessment tools. *J Sports Sci Med* 8: 154–168, 2009.
  48. Corder, K, van Sluijs, EM, Ridgway, CL, Steele, RM, Prynne, CJ, Stephen, AM, Bamber, DJ, Dunn, VJ, Goodyer, IM, and Ekelund, U. Breakfast consumption and physical activity in adolescents: Daily associations and hourly patterns. *Am J Clin Nutr* 99: 361–368, 2014.
  49. Côté J, Baker, J, and Abernethy, B. Practice to play in the development of sport expertise. In: *Handbook of Sport Psychology*. R. Eklund and G. Tenenbaum, eds. Hoboken, NJ: Wiley, 2007. pp. 184–202.
  50. Côté J, Lidor, R, and Hackfort, D. ISSP position stand: To sample or to specialize? Seven postulates about youth sport activities that lead to continued participation and elite performance. *Int J Sport Exerc Psychol* 9: 7–17, 2009.
  51. Crane, J and Temple, V. A systematic review of dropout from organized sport among children and youth. *Eur Phys Educ Rev* 21: 114–131, 2015.
  52. Cuenca-Garcia, M, Ruiz, JR, Ortega, FB, Labayen, I, Gonzalez-Gross, M, Moreno, LA, Gomez-Martinez, S, Ciarapica, D, Hallstrom, L, Wastlund, A, Molnar, D, Gottrand, F, Manios, Y, Widhalm, K, Kafatos, A, De Henauw, S, Sjostrom, M, Castillo, MJ, and Group, HS. Association of breakfast consumption with objectively measured and self-reported physical activity, sedentary time and physical fitness in European adolescents: The HELENA (healthy lifestyle in Europe by nutrition in adolescence) study. *Public Health Nutr* 17: 2226–2236, 2014.
  53. Cunningham, DJ, West, DJ, Owen, NJ, Shearer, DA, Finn, CV, Bracken, RM, Crewther, BT, Scott, P, Cook, CJ, and Kilduff, LP. Strength and power predictors of sprinting performance in professional rugby players. *J Sports Med Phys Fitness* 53: 105–111, 2013.
  54. D' Hondt, E, Deforche, B, Gentier, I, De Bourdeaudhuij, I, Vaeyens, R, Philippaerts, R, and Lenoir, M. A longitudinal analysis of gross motor coordination in overweight and obese children versus normal-weight peers. *Int J Obes (Lond)* 37: 61–67, 2013.
  55. D' Hondt, E, Deforche, B, Vaeyens, R, Vandorpe, B, Vandendriessche, J, Pion, J, Philippaerts, R, de Bourdeaudhuij, I, and Lenoir, M. Gross motor coordination in relation to weight status and age in 5- to 12-year-old boys and girls: A cross-sectional study. *Int J Pediatr Obes* 6: e556–e564, 2011.
  56. De Ste Croix, MB, Priestley, AM, Lloyd, RS, and Oliver, JL. ACL injury risk in elite female youth soccer: Changes in neuromuscular control of the knee following soccer-specific fatigue. *Scand J Med Sci Sports* 25: e531–e538, 2015.
  57. DiFiori, JP, Benjamin, HJ, Brenner, J, Gregory, A, Jayanthi, N, Landry, GL, and Luke, A. Overuse injuries and burnout in youth sports: A position statement from the American Medical Society for Sports Medicine. *Clin J Sport Med* 24: 3–20, 2014.
  58. DiFiori, JP, Puffer, JC, Aish, B, and Dorey, F. Wrist pain in young gymnasts: Frequency and effects upon training over 1 year. *Clin J Sport Med* 12: 348–353, 2002.
  59. Donaldson, SJ and Ronan, KR. The effects of sports participation on young adolescents' emotional well-being. *Adolescence* 41: 369–389, 2006.
  60. Donath, L, Faude, O, Haggmann, S, Roth, R, and Zahner, L. Fundamental movement skills in preschoolers: A randomized controlled trial targeting object control proficiency. *Child Care Health Dev* 41: 1179–1187, 2015.
  61. Dotan, R, Mitchell, C, Cohen, R, Gabriel, D, Klentrou, P, and Falk, B. Child-adult differences in the kinetics of torque development. *J Sports Sci* 31: 945–953, 2013.
  62. Dotan, R, Mitchell, C, Cohen, R, Klentrou, P, Gabriel, D, and Falk, B. Child-adult differences in muscle activation—a review. *Pediatr Exerc Sci* 24: 2–21, 2012.
  63. Eime, RM, Young, JA, Harvey, JT, Charity, MJ, and Payne, WR. A systematic review of the psychological and social benefits of participation in sport for children and adolescents: Informing development of a conceptual model of health through sport. *Int J*

- Behav Nutr Phys Act* 10: 98, 2013.
64. Emery, CA and Meeuwisse, WH. The effectiveness of a neuromuscular prevention strategy to reduce injuries in youth soccer: A cluster-randomised controlled trial. *Br J Sports Med* 44: 555-562, 2010.
  65. Ericsson, KA. Training history, deliberate practice and elite sports performance: An analysis in response to Tucker and Collins review-what makes champions?. *Br J Sports Med* 47: 533-535, 2013.
  66. Ericsson, KA, Krampe, RT, and Tesch-Römer, C. The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychol Rev* 100: 363-406, 1993.
  67. Faigenbaum, AD, Farrell, A, Fabiano, M, Radler, T, Naclerio, F, Ratamess, NA, Kang, J, and Myer, GD. Effects of integrative neuromuscular training on fitness performance in children. *Pediatr Exerc Sci* 23: 573-584, 2011.
  68. Faigenbaum, AD, Kraemer, WJ, Blimkie, CJ, Jeffreys, I, Micheli, LJ, Nitka, M, and Rowland, TW. Youth resistance training: Updated position statement paper from the national strength and conditioning association. *J Strength Cond Res* 23: S60-S79, 2009.
  69. Faigenbaum, AD, Lloyd, RS, MacDonald, J, and Myer, GD. Citius, Altius, Fortius: Beneficial effects of resistance training for young athletes. *Br J Sports Med* 50: 3-7, 2016.
  70. Faigenbaum, AD, Lloyd, RS, and Myer, GD. Youth resistance training: Past practices, new perspectives, and future directions. *Pediatr Exerc Sci* 25: 591-604, 2013.
  71. Faigenbaum, AD, Lloyd, RS, Sheehan, D, and Myer, GD. The role of the pediatric exercise specialist in treating exercise deficit disorder in youth. *Strength Cond J* 35: 34-41, 2013.
  72. Faigenbaum, AD, McFarland, JE, Herman, RE, Naclerio, F, Ratamess, NA, Kang, J, and Myer, GD. Reliability of the onerepetition-maximum power clean test in adolescent athletes. *J Strength Cond Res* 26: 432-437, 2012.
  73. Faigenbaum, AD, Milliken, LA, and Westcott, WL. Maximal strength testing in healthy children. *J Strength Cond Res* 17: 162-166, 2003.
  74. Faigenbaum, AD and Myer, GD. Resistance training among young athletes: Safety, efficacy and injury prevention effects. *Br J Sports Med* 44: 56-63, 2010.
  75. Faigenbaum, AD and Myer, GD. Exercise deficit disorder in youth: Play now or pay later. *Curr Sports Med Rep* 11: 196-200, 2012.
  76. Faigenbaum, AD, Straccolini, A, and Myer, GD. Exercise deficit disorder in youth: A hidden truth. *Acta Paediatr* 100: 1423-1425, 2011; discussion 1425.
  77. Falk, B, Usselman, C, Dotan, R, Brunton, L, Klentrou, P, Shaw, J, and Gabriel, D. Child-adult differences in muscle strength and activation pattern during isometric elbow flexion and extension. *Appl Physiol Nutr Metab* 34: 609-615, 2009.
  78. Feeley, BT, Agel, J, and LaPrade, RF. When is it too early for single sport specialization?. *Am J Sports Med*, 2015.
  79. Ferguson, B and Stern, PJ. A case of early sports specialization in an adolescent athlete. *J Can Chiropr Assoc* 58: 377-383, 2014.
  80. Ford, KR, Myer, GD, and Hewett, TE. Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. *Med Sci Sports Exerc* 35: 1745-1750, 2003.
  81. Ford, KR, Shapiro, R, Myer, GD, Van Den Bogert, AJ, and Hewett, TE. Longitudinal sex differences during landing in knee abduction in young athletes. *Med Sci Sports Exerc* 42: 1923-1931, 2010.
  82. Ford, P, De Ste Croix, M, Lloyd, R, Meyers, R, Moosavi, M, Oliver, J, Till, K, and Williams, C. The long-term athlete development model: Physiological evidence and application. *J Sports Sci* 29: 389-402, 2011.
  83. Franssen, J, Deprez, D, Pion, J, Tallir, IB, D' Hondt, E, Vaeyens, R, Lenoir, M, and Philippaerts, RM. Changes in physical fitness and sports participation among children with different levels of motor competence: A 2-year longitudinal study. *Pediatr Exerc Sci* 26: 11-21, 2014.
  84. Franssen, J, Pion, J, Vandendriessche, J, Vandorpe, B, Vaeyens, R, Lenoir, M, and Philippaerts, RM. Differences in physical fitness and gross motor coordination in boys aged 6-12 years specializing in one versus sampling more than one sport. *J Sports Sci* 30: 379-386, 2012.
  85. Fraser-Thomas, J, Cote, J, and Deakin, J. Examining adolescent sport dropout and prolonged engagement from a developmental perspective. *J Appl Sport Psychol* 20: 318-333, 2008.
  86. Fry, AC, Irwin, CC, Nicoll, JX, and Ferebee, DE. Muscular strength and power in 3-7 year old children. *Pediatr Exerc Sci* 27: 345-354, 2015.
  87. Fuchs, RK, Bauer, JJ, and Snow, CM. Jumping improves hip and lumbar spine bone mass in prepubescent children: A randomized controlled trial. *J Bone Miner Res* 16: 148-156, 2001.
  88. Fuchs, RK and Snow, CM. Gains in hip bone mass from highimpact training are maintained: A randomized controlled trial in children. *J Pediatr* 141: 357-362, 2002.
  89. Fukuda, DH. Analysis of the relative age effect in elite youth judo athletes. *Int J Sports Physiol Perform* 10: 1048-1051, 2015.
  90. Fullagar, HH, Skorski, S, Duffield, R, Hammes, D, Coutts, AJ, and Meyer, T. Sleep and athletic performance: The effects of sleep loss on exercise performance, and physiological and cognitive responses to exercise. *Sports Med* 45: 161-186, 2015.
  91. Furley, P and Memmert, D. Coaches' implicit associations between size and giftedness: Implications for the relative age effect. *J Sports Sci* 34: 459-466, 2016.
  92. Gagné, F. Constructs and models pertaining to exceptional human abilities. In: *International Handbook of Research and Development of Giftedness and Talent*. K.A. Heller, F.J. Monks, and A.H. Passow eds. Oxford, United Kingdom: Pergamon Press, 1993.
  93. Gil, SM, Badiola, A, Bidaurrezaga-Letona, I, Zabala-Lili, J, Gravina, L, Santos-Concejero, J, Lekue, JA, and Granados, C. Relationship between the relative age effect and anthropometry, maturity and performance in young soccer players. *J Sports Sci* 32: 479-486, 2014.
  94. Gokeler, A, Benjaminse, A, Hewett, TE, Paterno, MV, Ford, KR, Otten, E, and Myer, GD. Feedback techniques to target functional deficits following anterior cruciate ligament reconstruction: Implications for motor control and reduction of second injury risk. *Sports Med* 43: 1065-1074, 2013.
  95. Golley, RK, Maher, CA, Matricciani, L, and Olds, TS. Sleep duration or bedtime? Exploring the association between sleep timing behaviour, diet and BMI in children and adolescents. *Int J Obes (Lond)* 37: 546-551, 2013.
  96. Goncalves, CE, Rama, LM, and Figueiredo, AB. Talent identification and specialization in sport: An overview of some unanswered questions. *Int J Sports Physiol Perform* 7: 390-393, 2012.
  97. Graham, G, Holt/Hale, SA, and Parker, M. *Children Moving: A Reflective Approach to Teaching Physical Education*. New York, NY: McGraw Hill, 2013.
  98. Granacher, U, Muehlbauer, T, Doerflinger, B, Strohmeier, R, and Gollhofer, A. Promoting strength and balance in adolescents during physical education: Effects of a short-term resistance training. *J Strength Cond Res* 25: 940-949, 2011.
  99. Gros Lambert, A, Hintzy, F, Hoffman, MD, Dugue, B, and Rouillon, JD. Validation of a rating scale of perceived exertion in young children. *Int J Sports Med* 22: 116-119, 2001.
  100. Guagliano, JM, Rosenkranz, RR, and Kolt, GS. Girls' physical activity levels during organized sports in Australia. *Med Sci Sports Exerc* 45: 116-122, 2013.
  101. Gulbin, J, Weissensteiner, J, Oldenziel, K, and Gagne, F. Patterns of performance development in elite athletes. *Eur J Sport Sci* 13:

- 605–614, 2013.
102. Gutierrez, M and Ruiz, LM. Perceived motivational climate, sportsmanship, and students' attitudes toward physical education classes and teachers. *Percept Mot Skills* 108: 308–326, 2009.
  103. Haff, GG. Periodization strategies for youth development. In: *Strength and Conditioning for Young Athletes: Science and Application*. R.S. Lloyd and J.L. Oliver, eds. Oxford, United Kingdom: Routledge, 2013. pp. 149–168.
  104. Hall, R, Barber Foss, K, Hewett, TE, and Myer, GD. Sport specialization's association with an increased risk of developing anterior knee pain in adolescent female athletes. *J Sport Rehabil* 24: 31–35, 2015.
  105. Hallal, PC, Andersen, LB, Bull, FC, Guthold, R, Haskell, W, and Ekelund, U; Lancet Physical Activity Series Working G. Global physical activity levels: Surveillance progress, pitfalls, and prospects. *Lancet* 380: 247–257, 2012.
  106. Halson, SL. Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Med* 44(Suppl. 2): S139–S147, 2014.
  107. Hardy, LL, Reinten-Reynolds, T, Espinel, P, Zask, A, and Okely, AD. Prevalence and correlates of low fundamental movement skill competency in children. *Pediatrics* 130: e390–e398, 2012.
  108. Harries, SK, Lubans, DR, and Callister, R. Resistance training to improve power and sports performance in adolescent athletes: A systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport* 15: 532–540, 2012.
  109. Hewett, TE, Ford, KR, and Myer, GD. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 2, a meta-analysis of neuromuscular interventions aimed at injury prevention. *Am J Sports Med* 34: 490–498, 2006.
  110. Hewett, TE, Lindenfeld, TN, Riccobene, JV, and Noyes, FR. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study. *Am J Sports Med* 27: 699–706, 1999.
  111. Hewett, TE, Myer, GD, and Ford, KR. Decrease in neuromuscular control about the knee with maturation in female athletes. *J Bone Joint Surg Am* 86-A: 1601–1608, 2004.
  112. Hewett, TE, Myer, GD, Ford, KR, Heidt, RS Jr, Colosimo, AJ, McLean, SG, van den Bogert, AJ, Paterno, MV, and Succop, P. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: A prospective study. *Am J Sports Med* 33: 492–501, 2005.
  113. Hewett, TE, Myer, GD, Kiefer, AW, and Ford, KR. Longitudinal increases in knee abduction moments in females during adolescent growth. *Med Sci Sports Exerc* 47: 2579–2585, 2015.
  114. Hills, AP, Andersen, LB, and Byrne, NM. Physical activity and obesity in children. *Br J Sports Med* 45: 866–870, 2011.
  115. Hills, AP, Okely, AD, and Baur, LA. Addressing childhood obesity through increased physical activity. *Nat Rev Endocrinol* 6: 543–549, 2010.
  116. Hind, K and Burrows, M. Weight-bearing exercise and bone mineral accrual in children and adolescents: A review of controlled trials. *Bone* 40: 14–27, 2007.
  117. Huppert, FA, Baylis, N, and Keverne, B. Introduction: Why do we need a science of well-being?. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 359: 1331–1332, 2004.
  118. Jackowski, SA, Baxter-Jones, AD, Gruodyte-Raciene, R, Kontulainen, SA, and Erlandson, MC. A longitudinal study of bone area, content, density, and strength development at the radius and tibia in children 4–12 years of age exposed to recreational gymnastics. *Osteoporos Int* 26: 1677–1690, 2015.
  119. Jayanthi, N, Pinkham, C, Dugas, L, Patrick, B, and LaBella, C. Sports specialization in young athletes: Evidence-based recommendations. *Sports Health* 5: 251–257, 2013.
  120. Jayanthi, NA, LaBella, CR, Fischer, D, Pasulka, J, and Dugas, LR. Sports-specialized intensive training and the risk of injury in young athletes: A clinical case-control study. *Am J Sports Med* 43: 794–801, 2015.
  121. Johnson, BA, Salzberg, CL, and Stevenson, DA. A systematic review: Plyometric training programs for young children. *J Strength Cond Res* 25: 2623–2633, 2011.
  122. Jullien, H, Bisch, C, Largouet, N, Manouvrier, C, Carling, CJ, and Amiard, V. Does a short period of lower limb strength training improve performance in field-based tests of running and agility in young professional soccer players?. *J Strength Cond Res* 22: 404–411, 2008.
  123. Junge, A, Rosch, D, Peterson, L, Graf-Baumann, T, and Dvorak, J. Prevention of soccer injuries: A prospective intervention study in youth amateur players. *Am J Sports Med* 30: 652–659, 2002.
  124. Karageorghis, C and Terry, P. *Inside Sport Psychology*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2011.
  125. Keiner, M, Sander, A, Wirth, K, Caruso, O, Immesberger, P, and Zawieja, M. Strength performance in youth: Trainability of adolescents and children in the back and front squats. *J Strength Cond Res* 27: 357–362, 2013.
  126. Keiner, M, Sander, A, Wirth, K, and Schmidtbleicher, D. Longterm strength training effects on change-of-direction sprint performance. *J Strength Cond Res* 28: 223–231, 2014.
  127. Kentta, G, Hassmen, P, and Raglin, JS. Training practices and overtraining syndrome in Swedish age-group athletes. *Int J Sports Med* 22: 460–465, 2001.
  128. Kernozek, TW, Torry, MR, and Iwasaki, M. Gender differences in lower extremity landing mechanics caused by neuromuscular fatigue. *Am J Sports Med* 36: 554–565, 2008.
  129. Kerr, G. Physical and emotional abuse of elite child athletes: The case of forced physical exertion. In: *Elite Child Athlete Welfare: International Perspectives*. C.H. Brackenridge and D. Rhind, eds. London: Brunel University Press, 2010.
  130. Kerssemakers, SP, Fotiadou, AN, de Jonge, MC, Karantanis, AH, and Maas, M. Sport injuries in the paediatric and adolescent patient: A growing problem. *Pediatr Radiol* 39: 471–484, 2009.
  131. Kölling, S, Hitzschke, B, Holst, T, Ferrauti, A, Meyer, T, Pfeiffer, M, and Kellman, M. Validity of the acute recovery and stress scale: Training monitoring of the German junior national field hockey team. *Int J Sports Sci Coach* 10: 529–542, 2015.
  132. Krosshaug, T, Nakamae, A, Boden, BP, Engebretsen, L, Smith, G, Slauterbeck, JR, Hewett, TE, and Bahr, R. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball: Video analysis of 39 cases. *Am J Sports Med* 35: 359–367, 2007.
  133. Kubo, K, Teshima, T, Ikebukuro, T, Hirose, N, and Tsunoda, N. Tendon properties and muscle architecture for knee extensors and plantar flexors in boys and men. *Clin Biomech (bristol, Avon)* 29: 506–511, 2014.
  134. Kushner, AM, Kiefer, AW, Lesnick, S, Faigenbaum, AD, Kashikar-Zuck, S, and Myer, GD. Training the developing brain part II: Cognitive considerations for youth instruction and feedback. *Curr Sports Med Rep* 14: 235–243, 2015.
  135. Lai, SK, Costigan, SA, Morgan, PJ, Lubans, DR, Stodden, DF, Salmon, J, and Barnett, LM. Do school-based interventions focusing on physical activity, fitness, or fundamental movement skill competency produce a sustained impact in these outcomes in children and adolescents? A systematic review of follow-up studies. *Sports Med* 44: 67–79, 2014.
  136. Leek, D, Carlson, JA, Cain, KL, Henrichon, S, Rosenberg, D, Patrick, K, and Sallis, JF. Physical activity during youth sports practices. *Arch Pediatr Adolesc Med* 165: 294–299, 2011.



137. Leipold, B and Greve, W. Resilience: A conceptual bridge between coping and development. *Eur Psychol* 14: 40–50, 2009.
138. Lemos, AG, Avigo, EL, and Barela, JA. Physical education in kindergarten promotes fundamental motor skill development. *Adv Phys Educ* 2: 17–21, 2012.
139. Lexell, J, Sjostrom, M, Nordlund, AS, and Taylor, CC. Growth and development of human muscle: A quantitative morphological study of whole vastus lateralis from childhood to adult age. *Muscle Nerve* 15: 404–409, 1992.
140. Lloyd, M, Saunders, TJ, Bremer, E, and Tremblay, MS. Long-term importance of fundamental motor skills: A 20-year follow-up study. *Adapt Phys Activ Q* 31: 67–78, 2014.
141. Lloyd, RS, Faigenbaum, AD, Stone, MH, Oliver, JL, Jeffreys, I, Moody, JA, Brewer, C, Pierce, KC, McCambridge, TM, Howard, R, Herrington, L, Hainline, B, Micheli, LJ, Jaques, R, Kraemer, WJ, McBride, MG, Best, TM, Chu, DA, Alvar, BA, and Myer, GD. Position statement on youth resistance training: The 2014 International Consensus. *Br J Sports Med* 48: 498–505, 2014.
142. Lloyd, RS and Oliver, JL. The youth physical development model: A new approach to long-term athletic development. *Strength Cond J* 34: 61–72, 2012.
143. Lloyd, RS, Oliver, JL, Faigenbaum, AD, Howard, R, De Ste Croix, MB, Williams, CA, Best, TM, Alvar, BA, Micheli, LJ, Thomas, DP, Hatfield, DL, Cronin, JB, and Myer, GD. Long-term athletic development—Part 1: A pathway for all youth. *J Strength Cond Res* 29: 1439–1450, 2015.
144. Lloyd, RS, Oliver, JL, Faigenbaum, AD, Howard, R, De Ste Croix, MB, Williams, CA, Best, TM, Alvar, BA, Micheli, LJ, Thomas, DP, Hatfield, DL, Cronin, JB, and Myer, GD. Long-term athletic development, part 2: Barriers to success and potential solutions. *J Strength Cond Res* 29: 1451–1464, 2015.
145. Lloyd, RS, Oliver, JL, Faigenbaum, AD, Myer, GD, and De Ste Croix, MB. Chronological age vs. biological maturation: Implications for exercise programming in youth. *J Strength Cond Res* 28: 1454–1464, 2014.
146. Lloyd, RS, Oliver, JL, Meyers, RW, Moody, JA, and Stone, MH. Long-term athletic development and its application to youth weightlifting. *Strength Cond J* 34: 55–66, 2012.
147. Lloyd, RS, Radnor, JM, De Ste Croix, MBA, Cronin, JB, and Oliver, JL. Changes in sprint and jump performance after traditional, plyometric, and combined resistance training in male youth pre- and post-peak height velocity. *J Strength Cond Res* 30: 1239–1247, 2016.
148. Low, LK and Cheng, HJ. Axon pruning: An essential step underlying the developmental plasticity of neuronal connections. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 361: 1531–1544, 2006.
149. Lubans, DR, Morgan, PJ, Cliff, DP, Barnett, LM, and Okely, AD. Fundamental movement skills in children and adolescents: Review of associated health benefits. *Sports Med* 40: 1019–1035, 2010.
150. Luke, A, Lazaro, RM, Bergeron, MF, Keyser, L, Benjamin, H, Brenner, J, d' Hemecourt, P, Grady, M, Philpott, J, and Smith, A. Sports-related injuries in youth athletes: Is overscheduling a risk factor?. *Clin J Sport Med* 21: 307–314, 2011.
151. Malina, RM. Early sport specialization: Roots, effectiveness, risks. *Curr Sports Med Rep* 9: 364–371, 2010.
152. Malina, RM. Physical activity as a factor in growth and maturation. In: *Human Growth and Development*. N. Cameron and B. Bogin, eds. Waltham, MA: Academic Press, 2012. pp. 375–396.
153. Malina, RM, Baxter-Jones, AD, Armstrong, N, Beunen, GP, Caine, D, Daly, RM, Lewis, RD, Rogol, AD, and Russell, K. Role of intensive training in the growth and maturation of artistic gymnasts. *Sports Med* 43: 783–802, 2013.
154. Malina, RM, Coelho, ESMJ, Figueiredo, AJ, Carling, C, and Beunen, GP. Interrelationships among invasive and non-invasive indicators of biological maturation in adolescent male soccer players. *J Sports Sci* 30: 1705–1717, 2012.
155. Malina, RM, Eisenmann, JC, Cumming, SP, Ribeiro, B, and Aroso, J. Maturity-associated variation in the growth and functional capacities of youth football (soccer) players 13–15 years. *Eur J Appl Physiol* 91: 555–562, 2004.
156. Malina, RM, Rogol, AD, Cumming, SP, Coelho, ESMJ, and Figueiredo, AJ. Biological maturation of youth athletes: Assessment and implications. *Br J Sports Med* 49: 852–859, 2015.
157. Malina RMB, C and Bar-Or, O. *Growth, Maturation and Physical Activity*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2004.
158. Mandelbaum, BR, Silvers, HJ, Watanabe, DS, Knarr, JF, Thomas, SD, Griffin, LY, Kirkendall, DT, and Garrett, W Jr. Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. *Am J Sports Med* 33: 1003–1010, 2005.
159. Mann, JB, Bryant, K, Johnstone, B, Ivey, P, and Sayers, SP. The effect of physical and academic stress on illness and injury in division 1 college football players. *J Strength Cond Res* 30: 20–25, 2016.
160. Matina, RM and Rogol, AD. Sport training and the growth and pubertal maturation of young athletes. *Pediatr Endocrinol Rev* 9: 441–455, 2011.
161. Matos, N and Winsley, RJ. Trainability of young athletes and overtraining. *J Sports Sci Med* 6: 353–367, 2007.
162. Matos, NF, Winsley, RJ, and Williams, CA. Prevalence of nonfunctional overreaching/overtraining in young English athletes. *Med Sci Sports Exerc* 43: 1287–1294, 2011.
163. Matricciani, L, Olds, T, and Petkov, J. In search of lost sleep: Secular trends in the sleep time of school-aged children and adolescents. *Sleep Med Rev* 16: 203–211, 2012.
164. McCarthy, N and Collins, D. Initial identification & selection bias versus the eventual confirmation of talent: Evidence for the benefits of a rocky road?. *J Sports Sci* 32: 1604–1610, 2014.
165. McHugh, MP. Oversized young athletes: A weighty concern. *Br J Sports Med* 44: 45–49, 2010.
166. McLean, BD, Coutts, AJ, Kelly, V, McGuigan, MR, and Cormack, SJ. Neuromuscular, endocrine, and perceptual fatigue responses during different length between-match microcycles in professional rugby league players. *Int J Sports Physiol Perform* 5: 367–383, 2010.
167. McLean, SG, Fellin, RE, Suedekum, N, Calabrese, G, Passerallo, A, and Joy, S. Impact of fatigue on gender-based high-risk landing strategies. *Med Sci Sports Exerc* 39: 502–514, 2007.
168. McNarry, M and Jones, A. The influence of training status on the aerobic and anaerobic responses to exercise in children: A review. *Eur J Sport Sci* 14(Suppl. 1): S57–S68, 2014.
169. Meeusen, R, Duclos, M, Foster, C, Fry, A, Gleeson, M, Nieman, D, Raglin, J, Rietjens, G, Steinacker, J, and Urhausen, A; European College of Sport Science; and American College of Sports Medicine. Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Med Sci Sports Exerc* 45: 186–205, 2013.
170. Meyers, RW, Oliver, J, Lloyd, RS, Hughes, M, and Cronin, J. Reliability of the spatio-temporal determinants of maximal sprint speed in adolescent boys over single and multiple steps. *Pediatr Exerc Sci* 27: 419–426, 2015.
171. Meylan, C and Malatesta, D. Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *J Strength Cond Res* 23: 2605–2613, 2009.
172. Micheli, LJ and Natsis, KI. Preventing injuries in team sports: What the team physician needs to know. In: *FIMS Team Physician*

- Manual* (3rd ed.), L.J. Micheli, F. Pigozzi, K.M. Chan, W.R. Frontera, N. Bachl, A.D. Smith, and S.T. Alenabi, eds. London: Routledge, 2013. pp. 505-520.
173. Milliken, LA, Faigenbaum, AD, Loud, RL, and Westcott, WL. Correlates of upper and lower body muscular strength in children. *J Strength Cond Res* 22: 1339-1346, 2008.
174. Moesch, K, Elbe, AM, Hauge, ML, and Wikman, JM. Late specialization: The key to success in centimeters, grams, or seconds (cgs) sports. *Scand J Med Sci Sports* 21: e282-e290, 2011.
175. Moliner-Urdiales, D, Ruiz, JR, Ortega, FB, Jimenez-Pavon, D, Vicente-Rodriguez, G, Rey-Lopez, JP, Martinez-Gomez, D, Casajus, JA, Mesana, MI, Marcos, A, Noriega-Borge, MJ, Sjostrom, M, Castillo, MJ, and Moreno, LA, AVENA and HELENA Study Groups. Secular trends in health-related physical fitness in Spanish adolescents: The AVENA and HELENA studies. *J Sci Med Sport* 13: 584-588, 2010.
176. Mostafavifar, AM, Best, TM, and Myer, GD. Early sport specialisation, does it lead to long-term problems?. *Br J Sports Med* 47: 1060-1061, 2013.
177. Mountjoy, M, Armstrong, N, Bizzini, L, Blimkie, C, Evans, J, Gerrard, D, Hangen, J, Knoll, K, Micheli, L, Sangenis, P, and Van Mechelen, W. IOC consensus statement: "Training the elite child athlete". *Br J Sports Med* 42: 163-164, 2008.
178. Mountjoy, M, Rhind, DJ, Tiivas, A, and Leglise, M. Safeguarding the child athlete in sport: A review, a framework and recommendations for the IOC youth athlete development model. *Br J Sports Med* 49: 883-886, 2015.
179. Must, A and Tybor, DJ. Physical activity and sedentary behavior: A review of longitudinal studies of weight and adiposity in youth. *Int J Obes (Lond)* 29(Suppl. 2): S84-S96, 2005.
180. Myer, GD, Faigenbaum, AD, Chu, DA, Falkel, J, Ford, KR, Best, TM, and Hewett, TE. Integrative training for children and adolescents: Techniques and practices for reducing sports-related injuries and enhancing athletic performance. *Phys Sportsmed* 39: 74-84, 2011.
181. Myer, GD, Faigenbaum, AD, Edwards, NM, Clark, JF, Best, TM, and Sallis, RE. Sixty minutes of what? A developing brain perspective for activating children with an integrative exercise approach. *Br J Sports Med* 49: 1510-1516, 2015.
182. Myer, GD, Faigenbaum, AD, Ford, KR, Best, TM, Bergeron, MF, and Hewett, TE. When to initiate integrative neuromuscular training to reduce sports-related injuries and enhance health in youth?. *Curr Sports Med Rep* 10: 155-166, 2011.
183. Myer, GD, Faigenbaum, AD, Straccolini, A, Hewett, TE, Micheli, LJ, and Best, TM. Exercise deficit disorder in youth: A paradigm shift toward disease prevention and comprehensive care. *Curr Sports Med Rep* 12: 248-255, 2013.
184. Myer, GD, Ford, KR, Brent, JL, and Hewett, TE. The effects of plyometric vs. dynamic stabilization and balance training on power, balance, and landing force in female athletes. *J Strength Cond Res* 20: 345-353, 2006.
185. Myer, GD, Ford, KR, Divine, JG, Wall, EJ, Kahanov, L, and Hewett, TE. Longitudinal assessment of noncontact anterior cruciate ligament injury risk factors during maturation in a female athlete: A case report. *J Athl Train* 44: 101-109, 2009.
186. Myer, GD, Jayanthi, N, DiFiori, JP, Faigenbaum, AD, Kiefer, AW, Logerstedt, D, and Micheli, LJ. Alternative solutions to early sport specialization in young athletes. *Sports Health* 8: 65-73, 2016.
187. Myer, GD, Jayanthi, N, DiFiori, JP, Faigenbaum, AD, Kiefer, AW, Logerstedt, D, and Micheli, LJ. Sport specialization, part 1: Does early sports specialization increase negative outcomes and reduce the opportunity for success in young athletes?. *Sports Health* 7: 437-442, 2015.
188. Myer, GD, Kushner, AM, Faigenbaum, AD, Kiefer, A, Kashikar-Zuck, S, and Clark, JF. Training the developing brain, part I: Cognitive developmental considerations for training youth. *Curr Sports Med Rep* 12: 304-310, 2013.
189. Myer, GD, Lloyd, RS, Brent, JL, and Faigenbaum, AD. How young is "too young" to start training?. *ACSMs Health Fit J* 17: 14-23, 2013.
190. Myer, GD, Sugimoto, D, Thomas, S, and Hewett, TE. The influence of age on the effectiveness of neuromuscular training to reduce anterior cruciate ligament injury in female athletes: A metaanalysis. *Am J Sports Med* 41: 203-215, 2013.
191. Nader, PR, Bradley, RH, Houts, RM, McRitchie, SL, and O'Brien, M. Moderate-to-vigorous physical activity from ages 9 to 15 years. *JAMA* 300: 295-305, 2008.
192. Nyland, J. Coming to terms with early sports specialization and athletic injuries. *J Orthop Sports Phys Ther* 44: 389-390, 2014.
193. O'Brien, TD, Reeves, ND, Baltzopoulos, V, Jones, DA, and Maganaris, CN. Muscle-tendon structure and dimensions in adults and children. *J Anat* 216: 631-642, 2010.
194. Ogden, CL, Carroll, MD, Kit, BK, and Flegal, KM. Prevalence of obesity and trends in body mass index among US children and adolescents, 1999-2010. *JAMA* 307: 483-490, 2012.
195. Okely, AD and Booth, ML. Mastery of fundamental movement skills among children in New South Wales: Prevalence and sociodemographic distribution. *J Sci Med Sport* 7: 358-372, 2004.
196. Oliver, JL, Brady, A, and Lloyd, RS. Well-being of youth athletes. In: *Strength and Conditioning for Young Athletes: Science and Application*. R.S. Lloyd and J.L. Oliver, eds. Oxon: Routledge, 2013. pp. 213-225.
197. Oliver, JL, Lloyd, RS, and Meyers, RW. Training elite child athletes: Promoting welfare and well-being. *Strength Cond J* 33: 73-79, 2011.
198. Oliver, JL and Smith, PM. Neural control of leg stiffness during hopping in boys and men. *J Electromyogr Kinesiol* 20: 973-979, 2010.
199. Oliver, JL, Whitney, A, and Lloyd, RS. Monitoring of in-season neuromuscular and perceptual fatigue in youth rugby players. *Eur J Sport Sci* 15: 514-522, 2015.
200. Olsen, SJ 2nd, Fleisig, GS, Dun, S, Loftice, J, and Andrews, JR. Risk factors for shoulder and elbow injuries in adolescent baseball pitchers. *Am J Sports Med* 34: 905-912, 2006.
201. Ommundsen, Y, Roberts, GC, Lemyre, PN, and Miller, BW. Parental and coach support or pressure on psychosocial outcomes of pediatric athletes in soccer. *Clin J Sport Med* 16: 522-526, 2006.
202. Padua, DA, Arnold, BL, Perrin, DH, Gansneder, BM, Carcia, CR, and Granata, KP. Fatigue, vertical leg stiffness, and stiffness control strategies in males and females. *J Athl Train* 41: 294-304, 2006.
203. Painter, KB, Haff, GG, Ramsey, MW, McBride, J, Triplett, T, Sands, WA, Lamont, HS, Stone, ME, and Stone, MH. Strength gains: Block versus daily undulating periodization weight training among track and field athletes. *Int J Sports Physiol Perform* 7: 161-169, 2012.
204. Pearson, DT, Naughton, GA, and Torode, M. Predictability of physiological testing and the role of maturation in talent identification for adolescent team sports. *J Sci Med Sport* 9: 277-287, 2006.
205. Philippaerts, RM, Vaeyens, R, Janssens, M, Van Renterghem, B, Matthys, D, Craen, R, Bourgois, J, Vrijens, J, Beunen, G, and Malina, RM. The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *J Sports Sci* 24: 221-230, 2006.
206. Plisk, SS and Stone, MH. Periodization strategies. *Strength Cond J* 25: 19-37, 2003.
207. Quatman, CE, Ford, KR, Myer, GD, and Hewett, TE. Maturation

- leads to gender differences in landing force and vertical jump performance: A longitudinal study. *Am J Sports Med* 34: 806–813, 2006.
208. Quatman-Yates, CC, Myer, GD, Ford, KR, and Hewett, TE. A longitudinal evaluation of maturational effects on lower extremity strength in female adolescent athletes. *Pediatr Phys Ther* 25: 271–276, 2013.
209. Quatman-Yates, CC, Quatman, CE, Meszaros, AJ, Paterno, MV, and Hewett, TE. A systematic review of sensorimotor function during adolescence: A developmental stage of increased motor awkwardness?. *Br J Sports Med* 46: 649–655, 2012.
210. Raglin, J, Sawamura, S, Alexiou, S, Hassmen, P, and Kentta, G. Training practices and staleness in 13-18-year-old swimmers: A cross-cultural study. *Pediatr Exerc Sci* 12: 61–70, 2000.
211. Ratel, S, Duche, P, and Williams, CA. Muscle fatigue during high-intensity exercise in children. *Sports Med* 36: 1031–1065, 2006.
212. Ratel, S, Williams, CA, Oliver, J, and Armstrong, N. Effects of age and recovery duration on performance during multiple treadmill sprints. *Int J Sports Med* 27: 1–8, 2006.
213. Reddy, LA, Fabiano, GA, Dudek, CM, and Hsu, L. Instructional and behavior management practices implemented by elementary general education teachers. *J Sch Psychol* 51: 683–700, 2013.
214. Robinson, LE, Stodden, DF, Barnett, LM, Lopes, VP, Logan, SW, Rodrigues, LP, and D'Hondt, E. Motor competence and its effect on positive developmental trajectories of health. *Sports Med* 45: 1273–1284, 2015.
215. Rogasch, NC, Dartnall, TJ, Cirillo, J, Nordstrom, MA, and Semmler, JG. Corticomotor plasticity and learning of a ballistic thumb training task are diminished in older adults. *J Appl Physiol (1985)* 107: 1874–1883, 2009.
216. Rose, MS, Emery, CA, and Meeuwisse, WH. Sociodemographic predictors of sport injury in adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 40: 444–450, 2008.
217. Rossler, R, Donath, L, Verhagen, E, Junge, A, Schweizer, T, and Faude, O. Exercise-based injury prevention in child and adolescent sport: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 44: 1733–1748, 2014.
218. Rumpf, MC, Cronin, JB, Oliver, JL, and Hughes, M. Assessing youth sprint ability-methodological issues, reliability and performance data. *Pediatr Exerc Sci* 23: 442–467, 2011.
219. Rumpf, MC, Cronin, JB, Pinder, SD, Oliver, J, and Hughes, M. Effect of different training methods on running sprint times in male youth. *Pediatr Exerc Sci* 24: 170–186, 2012.
220. Runhaar, J, Collard, DC, Singh, AS, Kemper, HC, van Mechelen, W, and Chinapaw, M. Motor fitness in Dutch youth: Differences over a 26-year period (1980-2006). *J Sci Med Sport* 13: 323–328, 2010.
221. Ryan, RM and Deci, EL. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and wellbeing. *Am Psychol* 55: 68–78, 2000.
222. Sallis, JF, Prochaska, JJ, and Taylor, WC. A review of correlates of physical activity of children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 32: 963–975, 2000.
223. Salvy, SJ, de la Haye, K, Bowker, JC, and Hermans, RC. Influence of peers and friends on children's and adolescents' eating and activity behaviors. *Physiol Behav* 106: 369–378, 2012.
224. Sander, A, Keiner, M, Wirth, K, and Schmidtbleicher, D. Influence of a 2-year strength training programme on power performance in elite youth soccer players. *Eur J Sport Sci* 13: 445–451, 2013.
225. Sandercock, GR, Ogunleye, AA, Parry, DA, Cohen, DD, Taylor, MJ, and Voss, C. Athletic performance and birth month: Is the relative age effect more than just selection bias?. *Int J Sports Med* 35: 1017–1023, 2014.
226. Sandercock, GR, Taylor, MJ, Voss, C, Ogunleye, AA, Cohen, DD, and Parry, DA. Quantification of the relative age effect in three indices of physical performance. *J Strength Cond Res* 27: 3293–3299, 2013.
227. Saracci, R. The World Health Organisation needs to reconsider its definition of health. *BMJ* 314: 1409–1410, 1997.
228. Schmikli, SL, de Vries, WR, Inklaar, H, and Backx, FJ. Injury prevention target groups in soccer: Injury characteristics and incidence rates in male junior and senior players. *J Sci Med Sport* 14: 199–203, 2011.
229. Schranz, N, Tomkinson, G, and Olds, T. What is the effect of resistance training on the strength, body composition and psychosocial status of overweight and obese children and adolescents? A Systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 43: 893–907, 2013.
230. Schranz, N, Tomkinson, G, Parletta, N, Petkov, J, and Olds, T. Can resistance training change the strength, body composition and self-concept of overweight and obese adolescent males? A randomised controlled trial. *Br J Sports Med* 48: 1482–1488, 2014.
231. Shaibi, GQ, Cruz, ML, Ball, GD, Weigensberg, MJ, Salem, GJ, Crespo, NC, and Goran, MI. Effects of resistance training on insulin sensitivity in overweight Latino adolescent males. *Med Sci Sports Exerc* 38: 1208–1215, 2006.
232. Smith, RE, Smoll, FL, and Cumming, SP. Effects of a motivational climate intervention for coaches on young athletes' sport performance anxiety. *J Sport Exerc Psychol* 29: 39–59, 2007.
233. Smith, RE, Smoll, FL, and Cumming, SP. Motivational climate and changes in young athletes' achievement goal orientations. *Motiv Emot* 33: 173–183, 2009.
234. Smoll, FL, Cumming, SP, and Smith, RE. Enhancing coach-parent relationships in youth sports: Increasing harmony and minimizing hassle. *Int J Sports Sci Coach* 6: 13–26, 2011.
235. Smucny, M, Parikh, SN, and Pandya, NK. Consequences of single sport specialization in the pediatric and adolescent athlete. *Orthop Clin North Am* 46: 249–258, 2015.
236. Soligard, T, Myklebust, G, Steffen, K, Holme, I, Silvers, H, Bizzini, M, Junge, A, Dvorak, J, Bahr, R, and Andersen, TE. Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: Cluster randomised controlled trial. *BMJ* 337: a2469, 2008.
237. Sowell, ER, Thompson, PM, Leonard, CM, Welcome, SE, Kan, E, and Toga, AW. Longitudinal mapping of cortical thickness and brain growth in normal children. *J Neurosci* 24: 8223–8231, 2004.
238. Sowell, ER, Trauner, DA, Gamst, A, and Jernigan, TL. Development of cortical and subcortical brain structures in childhood and adolescence: A structural MRI study. *Dev Med Child Neurol* 44: 4–16, 2002.
239. Stein, CJ and Micheli, LJ. Overuse injuries in youth sports. *Phys Sportsmed* 38: 102–108, 2010.
240. Steptoe, A and Butler, N. Sports participation and emotional wellbeing in adolescents. *Lancet* 347: 1789–1792, 1996.
241. Stiles, J and Jernigan, TL. The basics of brain development. *Neuropsychol Rev* 20: 327–348, 2010.
242. Stodden, DF, Gao, Z, Goodway, JD, and Langendorfer, SJ. Dynamic relationships between motor skill competence and health-related fitness in youth. *Pediatr Exerc Sci* 26: 231–241, 2014.
243. Stovitz, SD and Johnson, RJ. "Underuse" as a cause for musculoskeletal injuries: Is it time that we started reframing our message?. *Br J Sports Med* 40: 738–739, 2006.
244. Stratton, G and Williams, CA. Children and fitness testing. In: *Sport and Exercise Physiology Testing Guidelines*. E.M. Winter, A.M. Jones, R.C.R. Davison, P.D. Bromley, and T.H. Mercer, eds. Oxon: Routledge, 2006. pp. 211–223.
245. Sugimoto, D, Myer, GD, Foss, KD, and Hewett, TE. Dosage effects

- of neuromuscular training intervention to reduce anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Meta- and sub-group analyses. *Sports Med* 44: 551–562, 2014.
246. Swart, E, Redler, L, Fabricant, PD, Mandelbaum, BR, Ahmad, CS, and Wang, YC. Prevention and screening programs for anterior cruciate ligament injuries in young athletes: A cost-effectiveness analysis. *J Bone Joint Surg Am* 96: 705–711, 2014.
247. Ten Hoor, GA, Plasqui, G, Ruitter, RA, Kremers, SP, Rutten, GM, Schols, AM, and Kok, G. A new direction in psychology and health: Resistance exercise training for obese children and adolescents. *Psychol Health* 31: 1–8, 2016.
248. Tenforde, AS, Sayres, LC, McCurdy, ML, Collado, H, Sainani, KL, and Fredericson, M. Overuse injuries in high school runners: Lifetime prevalence and prevention strategies. *PM R* 3: 125–131, 2011; quiz 131.
249. Terry, PC, Lane, AM, Lane, HJ, and Keohane, L. Development and validation of a mood measure for adolescents. *J Sports Sci* 17: 861–872, 1999.
250. Tibana, RA, Prestes, J, Nascimento Dda, C, Martins, OV, De Santana, FS, and Balsamo, S. Higher muscle performance in adolescents compared with adults after a resistance training session with different rest intervals. *J Strength Cond Res* 26: 1027–1032, 2012.
251. Tofler, IR, Knapp, PK, and Larden, M. Achievement by proxy distortion in sports: A distorted mentoring of high-achieving youth. Historical perspectives and clinical intervention with children, adolescents, and their families. *Clin Sports Med* 24: 805–828, 2005; viii.
252. Tremblay, MS, Gray, CE, Akinroye, K, Harrington, DM, Katzmarzyk, PT, Lambert, EV, Liukkonen, J, Maddison, R, Ocansey, RT, Onywera, VO, Prista, A, Reilly, JJ, Rodriguez Martinez, MP, Sarmiento Duenas, OL, Standage, M, and Tomkinson, G. Physical activity of children: A global matrix of grades comparing 15 countries. *J Phys Act Health* 11(Suppl. 1): S113–S125, 2014.
253. Tremblay, MS and Willms, JD. Is the Canadian childhood obesity epidemic related to physical inactivity?. *Int J Obes Relat Metab Disord* 27: 1100–1105, 2003.
254. Tudor-Locke, C, Johnson, WD, and Katzmarzyk, PT. Accelerometer-determined steps per day in US children and youth. *Med Sci Sports Exerc* 42: 2244–2250, 2010.
255. Vaeyens, R, Lenoir, M, Williams, AM, and Philippaerts, RM. Talent identification and development programmes in sport: Current models and future directions. *Sports Med* 38: 703–714, 2008.
256. Valovich McLeod, TC, Decoster, LC, Loud, KJ, Micheli, LJ, Parker, JT, Sandrey, MA, and White, C. National athletic trainers' association position statement: Prevention of pediatric overuse injuries. *J Athl Train* 46: 206–220, 2011.
257. van Beurden, E, Zask, A, Barnett, LM, and Dietrich, UC. Fundamental movement skills—how do primary school children perform? the 'Move it Groove it' program in rural Australia. *J Sci Med Sport* 5: 244–252, 2002.
258. van der Sluis, A, Elferink-Gemser, MT, Coelho-e-Silva, MJ, Nijboer, JA, Brink, MS, and Visscher, C. Sport injuries aligned to peak height velocity in talented pubertal soccer players. *Int J Sports Med* 35: 351–355, 2014.
259. Van Praagh, E and Dore, E. Short-term muscle power during growth and maturation. *Sports Med* 32: 701–728, 2002.
260. Vealey, RN and Chase, MA. Self-confidence in sport. In: *Advances in Sport Psychology* (3rd ed.). T.S. Horn, ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2008.
261. Viru, A, Loko, J, Harro, M, Volver, A, Laaneot, L, and Viru, M. Critical periods in the development of performance capacity during childhood and adolescence. *Eur J Phys Education* 4: 75–119, 1999.
262. Waugh, CM, Korff, T, Fath, F, and Blazeovich, AJ. Rapid force production in children and adults: Mechanical and neural contributions. *Med Sci Sports Exerc* 45: 762–771, 2013.
263. Welsman, JR and Armstrong, N. The measurement and interpretation of aerobic fitness in children: Current issues. *J R Soc Med* 89: 281P–285P, 1996.
264. WHO. *Global Recommendations on Physical Activity for Health*. Geneva: World Health Organisation, 2010.
265. Wiersma, LD. Risks and benefits of youth sport specialization: Perspectives and recommendations. *Pediatr Exerc Sci* 12: 13–22, 2000.
266. Winter, EM and Cobb, M. Ethics in paediatric research. In: *Paediatric Exercise Science and Medicine* (2nd ed.). N. Armstrong and W. Van Mechelen, eds. Oxford: Oxford University Press, 2008. pp. 3–12.
267. Witzke, KA and Snow, CM. Effects of plyometric jump training on bone mass in adolescent girls. *Med Sci Sports Exerc* 32: 1051–1057, 2000.
268. Wojtys, EM. Sports specialization vs diversification. *Sports Health* 5: 212–213, 2013.

From *Journal of Strength and Conditioning Research*:  
Volume 30, Number 6, pages 1491-1509.