

IAAF MEDICAL MANUAL

国际业余
田径联合会

医学手册



A PRACTICAL GUIDE

实践指南



国际业余田径联合会

INTERNATIONAL
AMATEUR
ATHLETIC
FEDERATION

4. Growth and Development

生长和发育



C. Harmon Brown

C. 哈蒙 布朗

儿童和青少年运动员的特殊问题

运动医学医生应该非常熟悉少年儿童的正常生长发育模式,以发现任何发育异常并做出评价。本书将教会这些医生如何检查出参加入学检查儿童的发育异常,指导这些儿童参加适当的活动,帮助他们设定合理的目标,及向社会和教练员介绍如何选择安全、有效的训练和锻炼程序。

A. 发育程度(见表4-1)

1. 幼儿早期(3—5岁)

- 视力:未完全成熟(追踪移动物体和判断速度有困难)。
- 平衡:由于综合视觉和自动调节能力有限,在4—5岁时下降。
- 运动技能:4岁—跑、跳、单足跳、投掷(达到20%),抓握能力(30%)。
- 学习能力:集中注意力时间短,注意力易分散;需要语言和直观教学。
- 推荐活动:在封闭环境中玩(变化小,条件稳定):走、跑、跳、游泳、滚翻,组织运动和比赛可能干扰学习过程。

2. 幼儿期(6—9岁)

- 视力:判断运动物体的速度和方向仍有困难。
- 平衡:7岁后可以自动掌握。

表4-1 各年龄段生长发育特点及体育锻炼指南

	婴儿 (0—2岁)	幼儿早期 (3—5岁)	幼儿 (6—9岁)	幼儿晚期 (10—12岁)
运动机能	掌握基本反射; 控制姿势需要视觉辅助	掌握一些基本技能; 平衡能力差	基本技能有所提高; 开始有综合能力;可 自动控制平衡	过渡性技巧有所提 高;在青春期控制能 力下降
学习技能	对训练反应很小;效 果保持时间短的训练	兴趣集中时间短;兴 趣过分集中;对训练 反应有限	兴趣集中时间有限; 兴趣过度分散;协调 能力提高	对兴趣有选择;会采 用记忆法
视力	远视	远视;眼睛运动不够 精细;追踪物体速度 和方向困难	追踪物体运动速度和 方向能力提高,但仍 有困难	接近成年人
参加运动指南	认为游泳和一般锻炼 没有区别;鼓励自由 活动;保证安全;及无 设施的娱乐环境	避免比赛;通过语言 和示范进行教学;强 调活动的趣味性	少比赛;坚持灵活锻 炼原则;强调基本技 能;讲解时间不能长	比赛不宜过多;强调 基本技能在青春期应 降低运动强度
推荐活动	自由活动	走,跑,游泳,滚翻投 掷,抓握	游泳,跑,体操,初级 足球和垒球;橄榄球, 冰球及柔道这类 技术复杂项目仍有困 难	初级橄榄球,篮球,柔 道,和其他身体接触 运动

- 运动机能：6岁——具有上手投掷能力；8岁——奔跑机能成熟。
- 学习能力：集中注意力时间短，注意力易分散；缺乏快速判断能力，需要语言和示范指导，协调能力提高。
- 推荐活动：在封闭环境下学习技能（跑、游泳、体操）；娱乐性玩耍；低强度有组织的锻炼。

3. 幼儿晚期(10—12岁)

- 视力：达到成年人水平。
- 平衡能力：有所提高，但是在青春期的生长高峰阶段会下降。(Tanner 第三发育阶段)
- 运动机能：复杂机能有所提高，但姿势控制能力由于身体各部分生长发育不协调而有所下降。
- 学习能力：学会从多方面归纳问题对语言提示理解能力提高。
- 推荐活动：继续学习基本技能可以完成技巧性和集体项目，及低水平竞技运动。

B. 少年的生长和生育

1. 内分泌学方面

进入青春前期，下丘脑—垂体—性腺轴系统的反馈系统处于一种抑制状态，激素保持在低水平。由于进入青春期的开始，反馈的敏感性下降，使得下丘脑促性腺激素的促激素(GnRH)的合成及分泌均增加，并刺激垂体前叶分泌黄体生成素(LH)和卵泡生成素(FSH)，进而使性腺的雌激素和雄激素生成增多。

2. 生长发育的阶段

在青春期的生长发育正如 Tanner 所描述的那样是一个有序的过程。一般女孩进入青春期要早于男孩。女孩进入高速生长期平均比男孩早二年，女孩的最快增高(PHV)年龄在12岁，而男孩在14岁。这些会受营养状态和遗传因素的影响(见表4—2；图4—1, 4—2)。

表4—2 男女孩正常青春期典型时间表(SMR = 性成熟率 Tanner)

项目	女孩	男孩
进入青春期	10岁(8—14岁)	12岁(9—15岁)
第一性征	乳房发育	睾丸增大
PHV	12岁, SMR = 2—3	14岁, SMR = 3—4
体重增长高峰		进入 PHV 后6个月
生长结束期	16.5岁	15—18岁以后

Tanner 的性成熟率(SMR, 见表4—3a, b)被推荐用作决定小孩是否能参加一些运动的指标，特别是那些要求复杂技巧、集体和有身体接触项目。

3. 临床情况和成熟水平

与成熟阶段有联系的一些临床症状：

临床因素	SMR
红细胞压积增加(男性)	2—5
男子乳房发育	2或3
股骨头骨骺分离	2或3
特发性脊柱侧凸	2—4
胫骨粗隆骨软骨炎	3
月经初潮	晚3, 早4

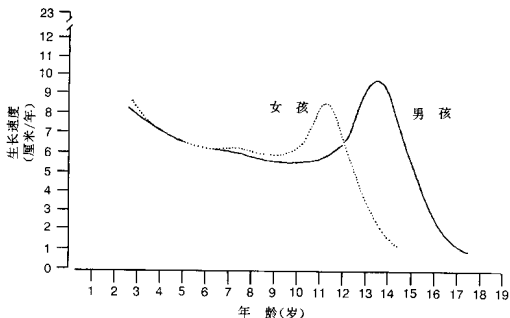


图4—1 美国男孩和女孩身高平均发育速度曲线(Slap, 1986)

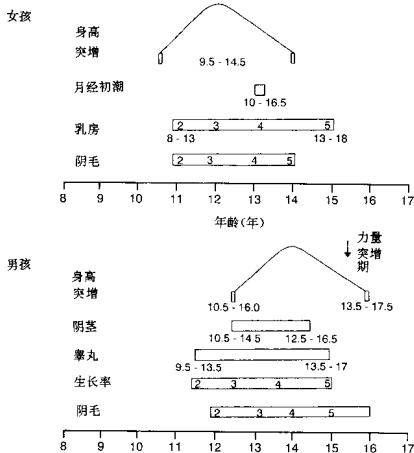
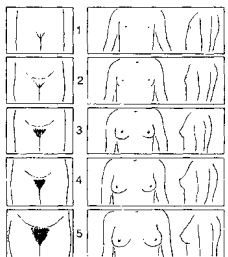


图4—2 青春期各项发育顺序(Slap, 1986)

表 4-3 Tanner's 女子(a)和男子(b)性成熟阶段表

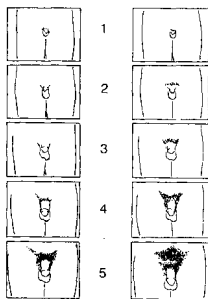
a. 女性性成熟率(SMR)(Tanner 率)

阶段	阴毛	乳房
1	无	未发育
2	在大阴唇中部有少量、浅色、稀疏阴毛	乳房、乳头隆起、乳晕增大
3	颜色加深、开始卷曲、数量增多	乳房和乳晕增大、乳头未突出
4	增粗、卷曲、增多,但仍少于成年人	乳头、乳晕形成第二个凸起
5	形成成年人的三角形,至耻骨联合	成熟、乳头高突、乳晕成为整个乳房的一部分



b. 男性性成熟率(SMR)(Tanner 率)

阶段	阴毛	阴茎	睾丸
1	无	未发育	未发育
2	稀疏、色浅而长	轻度增粗	阴囊增大、粉红色、纹理改变
3	颜色加深、开始卷曲、量少	长度增加	增大
4	接近成年人,但数量、粗细及卷曲度仍小于成年人	增大、龟头增大和增粗	增大、阴囊颜色加深
5	近似成年人,分布到耻骨联合	成年人	成年人



4-3

来源: 摘自 W. A. Daniel, Jr., 青少年健康与疾病 1977 年版

在青春期身体成分由于性激素分泌增加而发生明显改变,男性的肌肉体积明显增大,女性在臀部、大腿和胸部的脂肪堆积明显增多。(图 4-3)

C. 发育异常的类型

1. 早熟

早熟是指女性小于 8 岁、男性小于 9 岁出现开始进入青春期的征象。

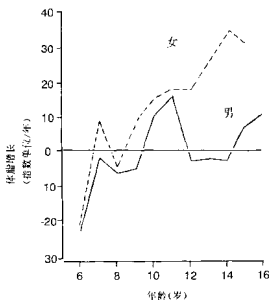


图 4-3. 以四点皮褶厚度测定法计算得到的男孩和女孩体脂平均增长率(Tanner, 1995)

2. 晚熟

- 女性——13 岁仍缺乏胸部发育现象。
- 男性——14、5 岁仍无睾丸增大现象。
- 男和女性——儿童没有正常进入青春期。

3. 原发性闭经 = 在生育年龄的女性没有月经。

- 16 岁仍无月经。
- 在出现乳房初长(乳房开始发育)后 4 年仍无月经(见 12 节第一部份内分泌/月经的因素)。

D. 肌肉——骨骼的生长发育

1. 骨骼肌肉生长的调节

骨的生长受多种生长刺激因素的影响, 包括生长激素、睾酮、硫酸盐因子(SULFATION)、甲状腺素、甲状旁腺激素和 SOMATOMEDIN—类似生长因子。肌肉随着身高增加而增长; 生长发生在肌腹—肌腱连接处。生长的最主要潜在因素是遗传。然而, 这种潜在因素的实现还需要合适的营养、体力活动、及良好的总体健康为条件。

2. 骨生长: 定义(见图 4-4)

- 骨髓——长骨末端, 以骺板和关节软骨为界。
- 下骺端——骨的突出部分, 位于骨髓与骨干之间。
- 骨干——长骨的骨干。
- 骨突——骨骼肌附着在长骨的位置。

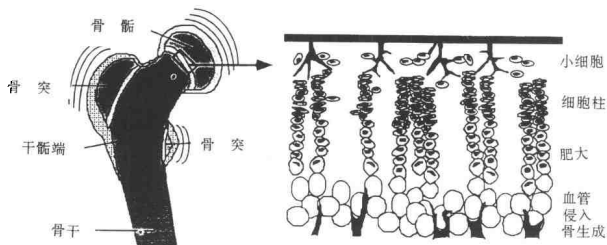


图 4-4 骨的生长

3. 长骨的生长

a. 纵向的生长

纵向的生长发生在骨骺的骺板及关节软骨，软骨细胞分化，沿着纵轴方向构成柱状，并增人和钙化，以此形式，使骨骺离骨的中心越来越远。

b. 围度的生长

骨膜中的成骨细胞不断生成新骨，使长骨的围度增大，Ranvier 氏环的生长使骨干的直径增大。

c. 骨突的生长

- 骨突的生长发生在骨骺端与骨突间的结合处(见图 4—4)
- 骨膜和纤维软骨生成的新骨在肌腱附着处生成。

d. 生长率

在生命的头二年，生长是非常快的，然后降低到一个较为稳定的水平，偶尔有短时间的突增现象。在青春前期有另一个重要的突增期(高速生长期)。而后生长率随着成熟的到来而趋于平稳。

E. 未成熟骨骼的损伤——儿童与青少年骨骼—肌肉损伤的差异

1. 未成熟骨骼——肌肉系统的不同特点

- 骺板发生纵向和横向的生长。
- 在长骨长度增长与肌肉系统适应性改变间存在不平衡，肌肉被拉长。
- 骨膜增厚，使骨在正常和骨折后都能稳定。使增厚的骨膜发生断裂所需的力量比成年人还大。骨折后，含有血管的骨膜可加速愈合过程；然而，当它收缩时，它也可能成为一种损伤力。
- 长骨体有许多孔，所以由于受到弯曲力(杠杆力)作用引起的骨折较为多见。
- 长骨的“韧性”灯，可以发生育枝骨折。
- 骨关节软骨的增厚和生长会由于负荷过度而导致软骨或骨软骨的损伤，特别是股骨髁，桡骨小头和肱骨头等部位。

- 在膝半月板中有许多血管,这使得它们比成年后的损伤容易愈合。
- 在不同年龄会发生不同形式的损伤,这取决于在特定骨骼年龄时相邻部分的肌肉力量水平。

2. 损伤诊断时特殊问题

除了一般的诊断问题外,诊断儿童和青少年损伤时还应注意一些其他问题。

a. 急性损伤

在评价所有骨骼损伤时要考虑:

- 骺软骨损伤。
- 先天畸形。
- 肿瘤。
- 感染。

除了最常见的拉伤和劳损,在现场检查时,不许按压损伤的关节,因为这可能加重骺软骨的损伤,应先做 X 线检查!

b. 劳损

劳损会发生在任何关节,特别是在骨髓,要注意:

- 肿胀情况——骨关节炎、骨髓炎、骨软骨炎。
- 代谢性疾病。
- 肿瘤。
- 感染。

F. 训练对儿童、少年的影响

1. 测定问题

训练可能会在儿童、少年身上引起各种各样的生理改变。但是由于多种综合因素的变化,很难对各系统的可训练性的程度进行评定。

- 很难区分训练对正常生长发育规律的影响。如,最大吸氧量的相对改变(ml/kg)可能被由于最大心率改变和体脂重量增加而掩盖。
- 儿童可能无法承受达到引起生理变化所需的训练强度。
- 由于害怕损伤而不敢进行的强度训练。
- 很难确定合适的对照组,因为分组不能仅仅以年龄和性别为基础。

2. 可能的生理改变

由于上述限制,大量研究发现运动训练对成年人主要生理系统的影响在儿童身上会产生同样的作用,只是在程度上有所不同。

a. 有氧能力

有氧能力可以象成年人一样得到提高,这方面在儿童的限制主要是血红蛋白浓度低,导致氧运输能力低。

b. 无氧能力

在适当的训练下无氧系统的反应接近成年人。

c. 力量

虽然力量增长的绝对值不明显,但随年龄的增长,儿童的相对体重的力量是增长的。由于激素(睾酮)水平低,肌肉体积增大并不明显,力量的增长是由于神经元数量增多,包括神经元募集增多,运动单位纤维协同作用加强及运动技巧和协调性提高所构成的。(见表4—4 力量训练指导)

d. 热适应能力

在炎热环境下儿童不能很好地训练,特别是在气温高于皮肤温度时,虽然儿童体表面积/体重比大于成年人增加辐射散热。但是他们的排汗机制发育不完善,从而限制了他们的蒸发散热能力。

表 4—4 儿童和青少年力量训练指导

1. 由运动医学医生进行参加锻炼前体格检查。
2. 选用质量好并适合相应年龄对象的器材。
3. 力量训练应是全面身体训练计划中的一部分。
4. 由经过良好的成年人进行监督(国家力量和身体训练协会(National Strength and Conditioning Association))。
5. 力量训练前后要进行适当的准备活动和整理活动。
6. 选择适合相应体能和发育水平的特殊运动形式。
7. 注意使用合适技术:避免过度闭气、过度通气、过度过伸。
8. 相对于离心性负重练习,多练动力性向心收缩的练习。
9. 侧重小重量多次数的练习。
10. 每种活动应使肌肉内进行各方向的充分伸展,并保持放松。
11. 比赛(举重、力举、健美)应被禁止。
12. 骨骼发育成熟前不要进行最大力量的举重练习。
13. 锻炼计划的制定应该遵守循序渐进的原则。

训练处方举例

- ☐ 每次课安排可重复 6—10 次的练习 1—3 组。
- ☐ 每周安排 2—3 次练习,隔日进行。
- ☐ 每次训练持续 20—60 分钟。
- ☐ 力量训练要循序渐进。
 - 没有掌握正确动作前不要进行负重/举重练习。
 - 然后开始采用可重复 6—15 次的重量进行练习。
 - 而后以每次 1—3 磅的幅度增加重量直到孩子只能举起 6 次为止。
 - 当能举起 15 次后再增加重量。

G. 青少年训练计划指南

给青少年运动员有效、安全的训练计划要考虑各个运动员的年龄、性别及成熟程度。训练课的时间、强度及频率要依靠上述因素认真考虑。应该鼓励儿童参加多种体育活动,而不要在 14、15 岁或 17、18 岁之前进行一种运动或项目的“专门化”训练。

要为参加各种运动项目的儿童确定训练“量”是很困难的。然而,人们以实践经验和儿童发育知识为基础已经积累了一些一般性的原则。(见表 4—1)

所有训练课应该有 20——30 准备活动期,着重于逐渐增加各组肌群的兴奋性和伸展性,在结束时有整理活动和进一步的伸展练习。

1. 耐力训练(长跑)

表 4—5 列出了不同年龄适宜的最大比赛距离。每周训练距离不应超过推荐最大比赛距离的两倍。12—14 岁儿童每周可以跑 10 公里;跑的距离超过 10 公里时他们的恢复时间要相应延长。14 岁以前的儿童每周训练次数不能超过 3 次。15—18 岁者可以每周练 5 次。

表 4—5 不同年龄长跑的最大距离

年龄(岁)	距离
<9	3 公里
9—11	5 公里
12—14	10 公里
15—16	半程马拉松(21.1 公里)
17	30 公里
18	马拉松(42.2 公里)

2. 短跑

小于 14 岁者每周训练不能超过 3 次。15—18 岁者每周可以训练 5 次。每次训练课的时间,包括准备活动和整理活动在內不应超过 1—1.5 小时。

3. 投掷(铅球、铁饼、标枪、链球)

- 如果每次投掷训练都能采用正确的技术进行练习,投掷项目的损伤是可以避免的,训练次数和时间应该按下表进行:
- 每周少于 3 次。
- 每次训练课包括准备活动在內不应超过 1—1.5 小时。
- 每次训练课的投掷次数,小于 14 岁的运动员不应超过 20 次,15—18 岁的运动员不应超过 40 次。

4. 跳跃项目(跳远、三级跳、跳高、撑杆跳)

训练次数和训练时间应该参照下表进行:

- 每次训练课包括准备活动在內不应超过 1.5 小时。
- 14 岁以前的运动员每周训练次数不应超过 3 次,每次课跳跃次数不超过 10 次。
- 15—18 岁的运动员每周训练不应超过 5 次,每次课的跳跃次数不应超过 20 次。

H. 父母及教练的职责

要使儿童喜欢运动并取得一定的成绩,父母与教练的合作及支持是基础。大人提出不合理的要求和希望是使儿童放弃体育的一个常见原因。

儿童对这种压力的反应可以有各种各样的心理症状,这可能会引起运动医学医生的注意。这些症

状可以包括头疼、胃肠功能紊乱、肌肉疼痛与训练负荷量不成比例,甚至故意受伤以不参加训练。避免发生这类情况的建议见表4—6。

表4—6 对父母的建议

-
- 如果孩子对运动有兴趣,应该鼓励他们去参加。
 - 要看到孩子的努力/参与,而不是成绩。
 - 努力与胜利一样重要。
 - 不要嘲笑他们。
 - 为孩子作出好的榜样,为所有的好球鼓掌。
 - 不要在公共场合对官方判决提出质问。
 - 努力消除粗话和粗野动作。
 - 尊重'业余'教练的价值和重要性。
-

1. 损伤康复中要特别考虑的问题

1. 康复计划的目的

- 预防重复性损伤及合并损伤。
- 使肌肉恢复原有爆发力、力量和耐力。
- 恢复柔韧性和协调性。
- 恢复原有运动能力。

2. 康复的原则

a. 特殊问题

- 注意力不集中。
- 不理解康复计划的必要性。
- 青少年觉得不会受伤。
- 与同龄人不合群。

b. 康复原则的应用

- 指定达到目标的确切时间——不超过两个月。
- 利用主动练习使患者主动进行锻炼。控制好疼痛和肿胀,确保康复计划尽快开始。
- 采用短时间活动。
- 采用少量动作,正确完成。
- 利用分段目标使之看到进步。对达到每个目标进行奖励。
- 将计划溶入患者的日常活动中,如看电视时、打电话时等等。

c. 儿童康复的特殊问题

- 要强调柔韧性和力量。肌肉相对短于骨骼,特别是在快速生长期时。教会他们持续性伸展的方法。
- 注意监督锻炼计划。
- 必须选择合适的器械。
- 在骺板附近使用超声治疗时要特别小心。

d. 康复期的训练活动

- 活动后的第二天早晨不出现疼痛, 使愈合必须快于重复损伤。
- 避免干扰康复练习的活动。
- 不参加有可能使虚弱部位进一步损伤的活动。
- 在进行有“危险的”活动之前不许使用理疗(如冷敷)或类似可能掩盖疼痛的手段进行处理。

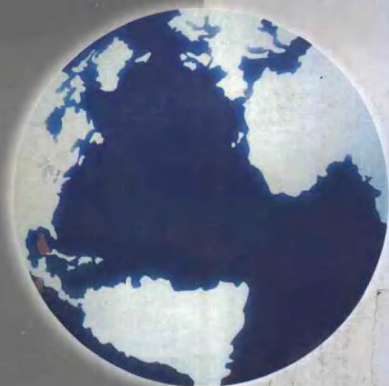
参考文献

1. Brown, C. H., and T. Fahey. Rectal temperatures and sweat rates of children and adult long distance runners. Med. Sci. in Sports 5;56, 1973.
2. Brown, C. H., M. F. Deeter, and J. R. Harrower. Effects of cross-country running on preadolescent girls. Med. Sci. in Sports 4;1-5, 1972.
3. Cahill, B. R., and A. J. Pearl(eds). Intensive Participation in Children's Sports. Human Kinetics, Champaign, IL, 1993.
4. Gould, D., and M. R. Weiss(eds). Advances in Pediatric Sports Sciences, Behavioral Issues (Vol. 2). Human Kinetics, Champaign, IL, 1987.
5. Martens, R., R. W. Christina, J. S. Harvey, Jr., and B. J. Sharkey. Coaching Young Athletes. Human Kinetics, Champaign, IL, 1981.
6. Nelson, M. A. Developmental skills and children's sports. Phys. and Sportsmed. 19(2);67-79, 1991.
7. Slap, G. S. Normal physiological and psychosocial growth in the adolescent. J. Adolesc. Health Care 7:13S, 1986.
8. Tanner, J. M. Growth at Adolescence. Charles C. Thomas, Chicago, 1985.

(王琳译 王安利校)

中文版 责任编辑 马元康 孙 南

国际业余田径联合会
医学手册
实践指南
国际业余田径联合会



17, RUE PRINCESSE FLORESTINE
BP 359 - MC 98007 MONACO CEDEX
电话: (33) 93 30 70 70
电传: (33) 93 15 95 15

17, RUE PRINCESSE FLORESTINE
BP 359 - MC 98007 MONACO CEDEX
TELEPHONE: (33) 93 30 70 70
FAX: (33) 93 15 95 15

国际业余田径联合会

INTERNATIONAL
A M A T E U R
A T H L E T I C
F E D E R A T I O N