青少年跳水运动员生长发育状况的评估

张 鹏,方 晨,钱风雷*

摘 要:目的:了解上海青少年跳水运动员的发育状况,探讨较为科学实用的评估方法。方法:采用X线骨龄测试、第二性征评价、神经内分泌激素检查、性腺超声检查等方法,为青少年运动员进行发育评估。结果:共20名运动员,其中50%骨龄落后于生活年龄,40%第二性征Tanner分期落后1期;对4名落后较明显的运动员进行性腺超声检查、神经内分泌激素检测和LHRH兴奋试验,其中1名运动员诊断为体质性青春期延迟。结论:上海青少年跳水运动员较多存在骨龄与第二性征落后现象,个别出现体质性青春期延迟。

关键词:跳水运动员;青春期发育;评估

中图分类号:G804.5 文献标志码:A 文章编号:1006-1207(2017)03-0088-04

DOI:10.12064/ssr.20170314

Evaluation of the Growth and Development Status of Adolescent Divers

ZHANG Peng, FANG Chen, QIAN Fenglei*

(Shanghai Research Institute of Sports Science, Shanghai 200030, China)

Abstract: Objective: To investigate the puberty development of Shanghai divers so as to look for more scientific and practical evaluation ways. Method: Adopting the methods of X ray bone age measurement, secondary sexual characteristics measurement, neuroendocrine hormone test and ultrasonography for reproductive organs to evaluate the growth of the adolescent divers. Result: The bone ages of 50% of the total 20 divers lag behind their life age. The second sexual characteristics of 40% of the divers are one stage behind according to Tanner Stages. Ultrasonography for reproductive organs, neuroendocrine hormone test and LHRH stimulation test were arranged for 4 divers whose growth obviously lag behind. One of them was diagnosed as constitutional puberty delay. Conclusion: The delayed bone age and second sexual characteristics can be found in quite a few Shanghai junior divers and a few have the problem of constitutional puberty delay.

Key Words: diver; puberty development; evaluation

跳水运动员尤其是跳台运动员的年龄大多处在青春期生长发育的阶段。发育的个体差异对跳水专项训练带来许多不利影响,如女运动员在生长发育高峰期体重容易增长,发育延迟等发育异常情况会更加影响运动员专项能力的发展。青少年的生长发育和体质研究仍是一个备受关注的研究课题,国内外关于生长发育的研究已较为深入,但是关于跳水运动员的青春期生长发育尚缺乏报道。

在第11、12届全国运动会期间,以部分上海市青少年跳水运动员为研究对象,在他们处于青春期时进行发育评估并跟踪。通过回顾研究,旨在了解上海青少年跳水运动员的发育状况,探讨较为科学实用的评估方法和手段,为今后跳水运动员生长发育的监测及调控提供借鉴,为青少年跳水运动员的科学化训练提供有益帮助。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

跳水队运动员共20名,平均训练年限为7.5年。其中男队员8名,女队员12名。初次评估时,平均年龄为14岁9个月,见表1。

收稿日期:2016-02-22

基金项目:国家体育总局科研项目(09044)。

第一作者简介:张鹏,男,副研究员。主要研究方向:运动医学。E-mail:zhangpeng1227@126.com。

*通讯作者:钱风雷,男,研究员。主要研究方向:运动医学 E-mail:fengleiqian@sina.com

作者单位:上海体育科学研究所,上海200030。

表 1 初次评估时运动员年龄

Table Ⅰ Age of the Divers at the Initial Evaluation

编号	性别	出生年月	评估时年龄	初潮年龄/岁
1	男	1993.5	14 岁 8 个月	—
2	男	1998.6	11 岁 7 个月	—
3	男	1993.4	14 岁 10 个月	—
4	男	1997.1	13 岁	—
5	男	1992.3	16 岁 10 个月	—
6	男	1992.5	15 岁 9 个月	—
7	男	1992.1	15 岁 1 个月	—
8	男	1993.11	16 岁 3 个月	—
9	女	1993.3	16 岁 10 个月	12
10	女	1994.7	15 岁 6 个月	13
11	女	1999.3	10 岁 10 个月	—
12	女	1993.10	16 岁 4 个月	13
13	女	1991.1	15 岁 1 个月	14
14	女	1992.2	14 岁	—
15	女	1993.1	16 岁 1 个月	13
16	女	1993.10	15 岁 4 个月	13
17	女	1996.7	13 岁 7 个月	—
18	女	1992.4	15 岁 9 个月	14
19	女	1993.4	15 岁	13
20	女	1997.8	12 岁 6 个月	—

1.2 研究方法

1.2.1 骨骼发育评估

使用骨龄测试“手腕部骨发育标准图谱”(简称 G-P)图谱法及“中国人手腕骨发育标准”(简称 CHN 标准)进行评价。采用 100 mA 的 X 光机,管电距 85 cm。取左手腕正位,置于暗盒中心,球管中心正对第三掌骨头,五指自然分开,拇指与掌成 30°,第三指与臂成一直线,包括桡尺骨干近 3~4 cm。读取骨龄,记录并统计结果。

1.2.2 第二性征检查

采用 Tanner 分期法评估第二性征发育。检查者观察受试者性征的表现,进行一些体表测量,对照 Tanner 分期表进行发育分期,记录并统计结果。

1.2.3 性腺超声检查

超声检查,男运动员测定睾丸的长、宽、厚径,由此计算睾丸的容积。女运动员测定子宫长径、宽径及厚度,卵巢纵径、横径和厚度,并按公式计算子宫容积和卵巢容积。

1.2.4 神经内分泌激素检测

运动员清晨空腹采血约 5 ml,经离心机 3 000 rpm/min 离心 10 min,取上清。采用放射免疫分析仪分析血清睾酮(T)、雌二醇(E_2)、卵泡刺激素(FSH)、黄体生成素(LH),记录并统计结果。

1.2.5 LHRH 兴奋试验

清晨 8:00 空腹作激发试验,静脉滴注曲普瑞林 100 μg,分别于滴注后 0 min、30 min、60 min、90 min、120 min 各抽静脉血 1 次,采用放射免疫法测定血清 LH,比较 LH 高峰值及高峰出现时间与正常值的差异[四]。

2 结果

2.1 骨龄测试结果

20 名运动员中骨龄与生活年龄差值在 1 年以内者为 10 人,属于正常发育;其余 10 名运动员骨龄均落后于生活年龄,差值均在 1 年以上,占 50%,其中 2 人差值超过 2 年,见表 2。

表 2 运动员骨龄测试结果(N=20)

Table Ⅱ Bone Age Test Results of the Divers (N=20)

编号	性别	生活年龄	骨龄	差值/月	实际身高/cm	预测身高/cm	差值/cm
1	男	14 岁 8 个月	14 岁 6 个月	2	163.0	167.0	4.0
2	男	11 岁 7 个月	11 岁 3 个月	4	139.0	164.0	25.0
3	男	14 岁 10 个月	14 岁 3 个月	7	162.0	168.0	6.0
4	男	13 岁	11 岁 9 个月	13	147.0	168.0	21.0
5	男	16 岁 10 个月	15 岁 6 个月	16	166.0	168.0	2.0
6	男	15 岁 9 个月	14 岁 9 个月	12	162.0	165.4	3.4
7	男	15 岁 1 个月	14 岁	13	156.0	162.6	6.6
8	男	16 岁 3 个月	15 岁 3 个月	12	162.0	166.4	4.4
9	女	16 岁 10 个月	16 岁	10	156.0	156.5	0.5
10	女	15 岁 6 个月	15 岁 6 个月	0	159.0	161.0	2.0
11	女	10 岁 10 个月	10 岁 3 个月	7	138.0	156.0	18.0
12	女	16 岁 4 个月	16 岁	4	155.0	155.1	0.1
13	女	15 岁 1 个月	13 岁 3 个月	22	153.0	165.0	12.0
14	女	14 岁	12 岁 3 个月	21	146.0	153.0	7.0
15	女	16 岁 1 个月	15 岁	13	155.0	158.0	3.0
16	女	15 岁 4 个月	13 岁	28	151.0	155.0	4.0
17	女	13 岁 7 个月	12 岁	19	152.0	162.0	10.0
18	女	15 岁 9 个月	14 岁	21	160.0	164.0	4.0
19	女	15 岁	14 岁	12	157.0	163.0	6.0
20	女	12 岁 6 个月	10 岁	30	140.0	156.0	16.0

2.2 Tanner 分期结果

20 名运动员中 Tanner 分期正常者为 12 人,占 60%;其余 8 名运动员均落后 1 个分期,占 40%,见表 3。对照表 2 可见,Tanner 分期落后者其骨龄也均有延迟,与骨龄测试结果基本一致。

表 3 运动员 Tanner 分期(N=20)

Table Ⅲ Tanner Stages of the Divers (N=20)

编号	性别	评估时年龄	Tanner 分期	评价
1	男	14 岁 8 个月	P3 中期	正常
2	男	11 岁 7 个月	P2 早期	正常
3	男	14 岁 10 个月	P3 中期	正常
4	男	13 岁	P2 早期	落后
5	男	16 岁 10 个月	P4 后期	落后
6	男	15 岁 9 个月	P4 后期	正常
7	男	15 岁 1 个月	P3 中期	落后
8	男	16 岁 3 个月	P5 成年	正常
9	女	16 岁 10 个月	P5 成年	正常
10	女	15 岁 6 个月	P4 后期	正常
11	女	10 岁 10 个月	P1 期前	正常
12	女	16 岁 4 个月	P5 成年	正常
13	女	15 岁 1 个月	P3 中期	落后
14	女	14 岁	P2 早期	落后
15	女	16 岁 1 个月	P5 成年	正常
16	女	15 岁 4 个月	P3 中期	落后
17	女	13 岁 7 个月	P2 早期	落后
18	女	15 岁 9 个月	P4 后期	正常
19	女	15 岁	P4 后期	正常
20	女	12 岁 6 个月	P1 期前	落后

2.3 体质性青春期延迟鉴定

为判定骨龄及性征落后较明显的运动员是否为体质性青春期延迟，选取男女各 2 名运动员进行进一步测试，第二性征较正常同龄人群均落后 1 期，2 名男运动员骨龄相比实际年龄落后 13 个月以上，2 名女运动员骨龄落后 21 个月以上。

2.3.1 神经内分泌激素检测结果

2 名男运动员的 LH 低于正常值，1 名女运动员的各项指标均低于正常值，见表 4。

表 4 运动员神经内分泌激素检测结果(N=4)

Table Ⅳ Neuroendocrine Hormone Test Results of the Divers (N=4)

编号	年龄/岁	性别	FSH/mIU·ml^{-1}	LH/mIU·ml^{-1}	E_2/pg·ml^{-1}	T/ng·dL^{-1}
4	13	男	3.02	2.45*	48	318.67
5	16	男	6.6	4.58*	75	598.94
16	15	女	7.84	15.13	152	74.48
20	12	女	0.78*	0.56*	33*	10.78*

注：* 低于正常范围。

2.3.2 性腺超声检查结果

4 名运动员的各项数据基本处于正常范围，见表 5。

表 5 性腺超声检查结果

Table Ⅴ Test Results of Ultrasonography for Reproductive Organs

编号	性别	年龄/岁	睾丸容积/ml		卵巢容积/ml			子宫容积/ml	
			正常值		左侧	右侧	正常范围		正常值
4	男	13	11.9	10.08					
5	男	16	20.7	22.4					
16	女	15			4.46	4.35	4.13~5.21	17.8	13.3~19.1
20	女	12			2.25	2.31	2.21~2.86	5.76	5.0~9.9

2.3.3 LHRH 兴奋试验结果

1 名女运动员高峰值低于正常范围，其余运动员的血清 LH 高峰值处于正常范围内，出现时间为 60 min，见表 6。

表 6 LHRH 兴奋试验结果

Table Ⅵ Results of LHRH Stimulation Test

编号	性别	年龄/岁	血清 LH 水平/U·L^{-1}					
			0min	30min	60min	90min	120min	峰值正常范围
4	男	13	2.3	3.8	6.9	5.9	6.3	1.8~12
5	男	16	4.3	11.6	14.3	13.5	13.0	5.5~15
16	女	15	2.6	15.6	19.5	19.7	18.9	5.5~30
20	女	12	0.53*	1.17	1.91*	1.89	1.86	2.6~9.5

注：* 低于正常范围。

综上测试结果，1 名女运动员骨龄落后同龄人群超过 2 年，第二性征落后 1 期，神经内分泌激素水平低于正常范围，性腺体积偏小，LHRH 兴奋试验中峰值低于正常范围，可以认为是体质性青春期延迟。其余 3 名运动员虽然骨龄与第二性征落后，但神经内分泌激素基本正常，性腺大小与 LHRH 兴奋试验结果正常，因此尚不能判定为体质性青春期延迟。

3 讨论

青少年的发育会存在个体差异，原因在于先天的遗传因素和后天的环境、营养、运动等因素的影响，具体表现在青春期的启动与结束年龄、体型体态和力量等身体素质的差异。对于运动员来说这些差异对专项运动素质的发展会造成一定影响，从而影响运动能力和运动成绩。因此，我们应当重视青少年运动员的生长发育状况，并采取医疗、营养等措施对发育异常者做出适当的调控。

以往青少年运动员的发育评估方法常以骨龄测试为主，评估方法不够全面科学。常用发育评估方法包括体格体态评估、生殖系统和第二性征评估、骨骼

发育评估和内分泌激素水平检测等方法。我们采用了骨龄、第二性征、性腺激素、超声性腺检查等多项综合评估手段，证明能够对生长发育做出较为准确的评估。

青春期的身高快速增长主要是由于骨骼的生长加速，骨骼发育评估是一项必不可少的重要内容。临床上除了测量身高及 X 线测算骨龄以外，出现了新的方法如超声骨龄测试和一些精确定量指标如骨矿含量、骨密度和骨钙素等。限于测试条件限制，我们仍然采用 X 线骨龄测试这一传统方法。

体育界较常使用 G-P 标准以及 CHN 标准。G-P 标准研究样本来自美国上等家庭，普遍发育良好，应用于运动员选材时被称为高标准，较早地被我国使用[2]。但缺点是主观性较高，需要测试者熟悉手腕各骨的骨化中心出现时间、顺序、形态特征的变化规律，并进行每年 2~3 次的跟踪，以减少读片的主观性。CHN 标准以中国儿童作为样本，以 TW2 法为基础，选择手腕部 14 块骨，用数学方法分配了各个参照骨的权重制定出的标准[3]。缺点是选用骨局限，适用范围狭窄(只适用于城市汉族儿童)。这两个标准在不同年龄阶段的准确度存在差异，在男、女运动员的不同年龄段使用这两种标准时应当有所侧重并作出综合评价，才能使骨龄测试更为准确。

本文发现较多青春期跳水运动员有一定的发育落后现象。青春期发育延迟按照发病机理可分为 3 类：体质性青春期延迟、功能性青春期延迟、性腺功能减退症。体质性青春期延迟最为常见，可认为是正常青春发育的变异，但最终能够完成正常的发育[4]。临床上一般认为，女孩 14 周岁以后、男孩 15 周岁以后尚完全无性征出现，或女孩 18 岁仍无月经初潮即可诊断为青春期延迟。我们选取了其中骨龄和性征落后较明显的 4 例进行了进一步的检查，并发现 1 例女运动员可判定为体质性青春期延迟。评估方法包括神经内分泌激素检查、超声性腺检查和 LHRH 兴奋试验，这些临床检查手段虽然在运动队科研工作中无法常规使用，但可作为有效的补充方法。

LHRH 兴奋试验能够反映垂体促性腺激素的储备状况，可帮助鉴别体质性青春期延迟和其他功能性或病理性青春期延迟[5]。体质性青春期延迟者血液 LH 的反应值与其骨龄相适应，当骨龄超过 12 岁以后，反应可达到正常青春期水平。而下丘脑—垂体疾病所致青春期延迟者对 GnRH 兴奋试验的反应显著低下，呈延迟性反应。本文 1 名女运动员其血清 LH 高峰值低于正常水平，而且出现高峰值的时间较正常延迟，提示垂体兴奋反应较低下，结合其他测试可认为属于体质性青春期延迟。

对于体质性青春期延迟，由于性激素对垂体分泌生长激素有促进作用，性激素水平低下也会使生长激素暂时分泌不足，导致体格发育显著落后[6]。由于发育延迟造成骨骼、肌肉发育延缓，会影响运动员专项能力的发展，必须引起重视并建议采取促进发育的调控措施。

4 结论与建议

上海青少年跳水运动员的青春期发育过程中，较多存在骨龄与第二性征落后现象，个别出现体质性青春期延迟。青少年运动员的身体发育异常对运动能力会造成不良影响，需引起重视。建议评估方法以骨龄测试、身体形态评价和神经内分泌激素检查为主，必要时应进行临床检查以确定青春期延迟的病因。

参考文献：

[1] 茅江峰,伍学焱,卢双玉,等.单次或重复曲普瑞林兴奋试验对特发性低促性腺激素性性腺功能减退症和体质性青春发育延迟鉴别诊断的作用[J].中国医学科学院学报,2011,33(5):566-570.

[2] 沈勋章.手腕部骨龄鉴定方法的研究进展[J].中国医药科学,2011,1(12):9-12.

[3] 张绍岩,杨士增,邵伟东,等.中国人手腕骨发育标准——CHN 法[J].体育科学,1993,13(6):33-39.

[4] 伍学焱,茅江峰,史轶蘩.青春发育异常的分类和诊断[J].中国实用内科杂志,2007,27(23):1819-1821.

[5] 潘慧,史轶蘩,邓洁英,等.LHRH 兴奋试验早期鉴别诊断青少年的体质性青春发育延迟和男性低促性腺激素性功能低减的价值[J].中华内分泌代谢杂志,2003,19(2):110-114.

[6] 李红娟, 邢文华. 女性青春期发育的内分泌调控[J].北京体育大学学报, 2008,31(4):466-470

(责任编辑：何聪)