



上海部分运动项目运动员不同季节维生素 D 的营养状况

王晨, 侯彬, 徐倩, 王玺, 王贝*

摘要:目的: 通过调查分析上海部分运动项目运动员不同季节维生素 D 的营养状况, 为制定合理的预防及改善措施、科学设计运动训练计划、促进运动员身体健康并提高运动成绩提供客观依据。方法: 女子足球、女子排球、女子体操共 45 名上海职业运动员, 分别在冬季、春季、夏季、秋季的季中月末 4 次空腹抽取静脉血进行血清 25-(OH)D 水平的测试, 分析这些项目运动员不同季节体内 25-(OH)D 水平及维生素 D 营养状况。结果: (1) 上海女子足球、女子排球、女子体操运动员维生素 D 水平缺乏及不足的情况均较为严重, 且不同季节间存在显著性差异, 25-(OH)D 整体水平秋季和春季相对较高, 冬季和夏季相对较低, 其中秋季维生素 D 正常率最高, 缺乏率最低; 冬季维生素 D 正常率最低, 缺乏率最高; (2) 室内项目上海女排运动员及体操运动员冬季维生素 D 缺乏率最高, 且无人达到正常水平; 体操运动员 4 个季节的维生素 D 缺乏率均明显高于女排和女足运动员, 且四季均无人达到正常水平; (3) 室外项目上海女足运动员秋季 25-(OH)D 水平最高, 维生素 D 正常率也最高, 且无人缺乏; 夏季维生素 D 缺乏率最高, 并显著低于室内项目上海女排运动员的体内水平。结论: 上海部分项目运动员维生素 D 营养状况缺乏及不足的问题广泛存在, 在夏季不同运动项目, 尤其是室外项目女足运动员, 及体操运动员四季维生素 D 不足及缺乏问题不容忽视, 定期检测运动员 25-(OH)D 水平来评估体内维生素 D 营养状况十分重要。建议: (1) 需加强运动员和教练员的宣传教育工作, 保证运动员不同季节充足、合理的日晒时间; (2) 冬季是需要补充维生素 D 的主要季节, 体操运动员尤其要注意维生素 D 强化食品或适量的维生素 D 制剂的补充。

关键词: 上海运动员; 运动项目; 季节; 维生素 D

中图分类号: G804 文献标志码: A 文章编号: 1006-1207(2022)06-0089-07

DOI: 10.12064/ssr.2020051301

Comparison of Vitamin D Status of Shanghai Athletes from Different Sport Disciplines in Different Seasons

WANG Chen, HOU Bin, XU Qian, WANG Xi, WANG Bei*

(Shanghai Research of Sports Science & Shanghai Anti-Doping Agency, Shanghai 200030, China)

Abstract: Objective To evaluate vitamin D (VD) status of Shanghai athletes from some different sport disciplines in different seasons, providing basis for specialized nutrition and training plans to improve their health and sports performance. Methods Forty-five Shanghai professional athletes from different sport disciplines, including female soccer, female volleyball and gymnastics, were tested on the serum 25-(OH)D levels at the end of the second month of four individual seasons. Results: (1) Shanghai athletes tested generally had VD deficiency or insufficiency. There were significant differences between seasons. The 25-(OH)D level was relatively high in autumn and spring, relatively low in summer and winter, with

收稿日期: 2020-05-13

基金项目: 2019 年上海市科委科研项目(19DZ1200700); 2018 年上海市科委科研项目(18DZ1200600)。

第一作者简介: 王晨, 女, 硕士, 研究员。主要研究方向: 运动医学。E-mail: wangchen7253@hotmail.com。

* 通信作者简介: 王贝, 女, 博士, 副研究员。主要研究方向: 运动生理和营养学。E-mail: luckywb2002@hotmail.com。

作者单位: 上海体育科学研究所(上海市反兴奋剂中心), 上海 200030。



the highest VD normal rate (31.1%) and the lowest VD deficiency rate (17.8%) in autumn and the lowest VD normal rate (6.7%) and the highest VD deficiency rate (60.0%) in winter; (2) Shanghai female volleyball athletes and gymnasts had the lowest average 25-(OH)D level and the highest VD deficiency rate (53.3%, 93.3%), and no one reached VD normal levels in winter. The VD deficiency rate in gymnasts was significantly higher than female soccer and volleyball players in all four seasons, and no any gymnasts reached normal levels at all time recorded; (3) Shanghai female soccer athletes had the highest 25-(OH)D level and the highest VD normal rate (53.3%), and no one is deficient in VD in autumn; Their VD deficiency rate was the highest (66.7%) in summer, and the level of 25-(OH)D in summer was even lower than indoor female volleyball athletes. Conclusions: (1) Shanghai athletes tested were vulnerable to VD deficiency or insufficiency. VD deficiency was also common in summer months in all sports measured, especially in outdoor athletes. The problem of VD deficiency or insufficiency in gymnasts in four seasons was not negligible. The routine 25-(OH)D test to evaluate VD status is very important for athletes; (2) It is necessary to educate and encourage athletes to expose enough bare skin to sufficient and reasonable sunlight in different seasons; (3) Winter is the major season requiring vitamin D supplement. Gymnasts must be especially aware of taking VD-fortified food or appropriate supplement.

Keywords: Shanghai athletes; sports; female; season; Vitamin D

维生素 D 是人体不可缺少的一种脂溶性维生素。大量研究数据显示,全世界普通人群普遍存在维生素 D 不足或缺乏的情况^[1]。研究报道维生素 D 水平不足是引起代谢综合征的危险因素^[2-6]。目前运动员维生素 D 营养状况未得到足够的重视,一份对全球 2 313 名运动员的 23 项研究的 Meta 分析报告显示,各地运动员普遍存在维生素 D 不足的情况,且营养状况差别非常大^[7],而我国目前缺乏针对运动员维生素 D 营养状况的全面评估。

维生素 D 是一个开环甾类化合物,体内几乎所有的组织都存在维生素 D 受体,调节执行身体重要功能的数百个基因的表达^[8-9],包括骨骼健康^[10-13]、肌肉功能^[14-17]、有氧代谢能力^[18-20]、免疫和炎症^[21]和睾酮水平^[22-24]等,而所有这些功能均对运动员的运动能力起着非常重要的作用,可以直接影响运动员的运动能力及竞技状态。维生素 D 作为唯一可以在人体内合成的维生素,90%以上的体内含量可以通过日光照射获得,只有少量来源于天然食物,说明充足的日光照射对维持体内维生素 D 正常水平最为重要,而太阳照射地球的角度会影响日光射线分布到地球的量^[25],并随着纬度、季节以及一天之中时间的不同而改变^[26]。鉴于维生素 D 缺乏会影响运动员的身体健康及竞技水平,针对当地运动员不同季节维生素 D 营养状况的调查评估十分必要。

本研究通过调查分析上海地区部分运动项目运动员不同季节维生素 D 的营养状况,旨在为制定合理的预防及改善措施、科学设计运动训练计划、促进运动员健康并提高运动成绩提供客观依据。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

本研究选取具有代表性的室内项目女子排球、体操及室外项目女子足球共计 45 名上海职业运动员,均为国家一级及以上运动员,作为本研究的实验对象(表 1)。

表 1 各项目运动员基本信息($\bar{X}\pm SD$)

Table1 Characteristics of study population($\bar{X}\pm SD$)

运动项目	人数	年龄/岁	身高/cm	体重/kg
女子足球	15	22.9±1.9	169.9±6.8	60.8±7.3
女子排球	15	18.8±1.5	181.0±6.0	67.9±4.4
女子体操	15	18.4±3.9	158.1±8.4	48.7±10.7

1.2 整体实验方案

来自女子足球、女子排球、体操项目,共计 45 名上海职业运动员,分别在冬季、春季、夏季、秋季(四季以气象划分法来划分,阳历 1 月、4 月、7 月、10 月作为冬、春、夏、秋的代表月份)的月末 4 次空腹抽取静脉血进行血清 25-(OH)D 水平的测试,分析上海运动员不同项目、不同季节体内维生素 D 营养状况。所有受检者采血前至少 1 个月未摄入过血制品食品、免疫调节剂及维生素 D 相关营养制剂。

1.3 血液 25-(OH)D 水平的测定

空腹状态下肘正中静脉取血 3 mL, L-800R 离心机(江仪器器)以 3 000 r/min 离心 15 min,分离血清, -80℃ 冻存待测。25-(OH)D 检测采用罗氏 Cobase601 型全自动电化学发光免疫分析仪及该仪器专用配套



试剂进行测试。

1.4 体内维生素 D 营养状况的评价标准

25-(OH)D 在体内是维生素 D 的主要储存形式,不易受其他因素影响且半衰期较长,在血中浓度稳定,是评价维生素 D 营养状况的黄金指标^[27],故本研究采用血清 25-(OH)D 水平来评价运动员维生素 D 的营养状况。

根据美国内分泌协会的推荐标准^[28]:血清 25-(OH)D ≥ 30 ng/mL 被定义为体内维生素 D 水平正常,21 ng/mL ≤ 25 -(OH)D < 30 ng/mL 被定义为体内维生素 D 水平不足,25-(OH)D < 21 ng/mL 被定义为体内维生素 D 水平缺乏。最佳维生素 D 水平血清 25-(OH)D 阈值建议为 > 40 ng/mL^[29]。

1.5 数据分析与统计学处理

采用 SPSS17.0 进行数据处理,所有数据正态性检验采用 One-Sample Kolmogorov-Smirnov 检验,连续变量符合正态分布的用均数 \pm 标准差表示。上海

运动员不同季节之间,不同项目运动员不同季节之间,不同项目运动员,相同季节之间 25-(OH)D 水平差异采用单因素方差分析,上海运动员不同季节之间、不同项目运动员不同季节之间、不同项目运动员相同季节之间 25-(OH)D 水平两两比较采用 LSD 法。所有统计方法显著性水平均选取双侧 0.05。

2 研究结果

2.1 上海部分运动项目运动员不同季节血清 25-(OH)D 水平及维生素 D 营养状况

由表 2 可见,上海部分项目运动员冬季、春季、夏季、秋季 25-(OH)D 水平平均数之间的差异有统计学意义($F=10.261, P=0.000$),冬季 25-(OH)D 平均水平显著低于春季和秋季($P < 0.01$);夏季 25-(OH)D 平均水平亦显著低于春季($P < 0.05$)和秋季($P < 0.01$),冬季与夏季、春季与秋季 25-(OH)D 平均水平无显著性差异($P > 0.05$)。

表 2 上海运动员不同季节血清 25-(OH)D 总体水平及营养状况比较($\bar{X}\pm SD$)

Table2 The comparison of serum 25-(OH)D levels and VD status of Shanghai female athletes in different seasons ($\bar{X}\pm SD$)

季节	25-(OH)D/(ng·mL ⁻¹)	VD 营养状况			
		缺乏 /%	不足 /%	正常 /%	最佳 /%
冬季	18.6 \pm 6.1 ^{□□&&}	60.0	33.3	6.7	0.0
春季	24.4 \pm 5.4 ^{**□□}	24.4	62.2	13.3	0.0
夏季	20.8 \pm 6.9 ^{□&&}	57.8	28.9	13.3	0.0
秋季	26.4 \pm 7.6 ^{**□□}	17.8	51.1	31.1	6.7

注:**表示与冬季相比差异具有显著性, $P < 0.01$;□表示与春季相比差异具有显著性, $P < 0.05$,□□表示 $P < 0.01$;□□表示与夏季相比差异具有显著性, $P < 0.01$;&&表示与秋季相比差异具有显著性, $P < 0.01$ 。

上海部分项目运动员不同季节维生素 D 营养状况均有缺乏及不足的情况,维生素缺乏率:冬季 \square 夏季 \square 春季 \square 秋季,秋季正常率最高(31.1%),冬季最低(6.7%),仅秋季有 3 名女足运动员(6.7%)维生素 D 营养状况达到最佳水平。

2.2 不同项目运动员不同季节血清 25-(OH)D 水平及维生素 D 营养状况

2.2.1 女排运动员不同季节血清 25-(OH)D 水平及维生素 D 营养状况比较

由表 3 可见,女排运动员冬季、春季、夏季、秋季 25-(OH)D 水平平均数之间的差异有统计学意义($F=3.667, P=0.020$),其中冬季 25-(OH)D 平均水平最低,明显低于其他三季;春季、夏季、秋季间 25-(OH)D 水平无显著性差异($P > 0.05$)。

表 3 女排运动员不同季节血清 25-(OH)D 水平及营养状况比较($\bar{X}\pm SD$)

Table3 The comparison of serum 25-(OH)D levels and VD status of women volleyball athletes in different seasons($\bar{X}\pm SD$)

季节	25-(OH)D/(ng·mL ⁻¹)	VD 营养状况		
		缺乏 /%	不足 /%	正常 /%
冬季	20.0 \pm 4.5 ^{□□□&}	53.3	46.7	0.0
春季	28.8 \pm 5.2 ^{**}	0.0	60.0	40.0
夏季	25.9 \pm 7.0 [*]	33.3	33.3	33.3
秋季	25.6 \pm 5.3 [*]	20.0	60.0	20.0

注:*表示与冬季相比差异具有显著性 $P < 0.05$,**表示 $P < 0.01$;□□表示与春季相比差异具有显著性, $P < 0.01$;□表示与夏季相比差异具有显著性, $P < 0.05$;&表示与秋季相比差异具有显著性, $P < 0.05$ 。



上海女排运动员不同季节维生素D营养状况均有缺乏及不足的情况,维生素D水平缺乏率:冬季□夏季□秋季□春季,春季正常率最高,为40.0%,且无运动员出现维生素D缺乏的情况;冬季无运动员维生素D水平正常。

2.2.2 女子体操运动员不同季节血清25-(OH)D水平及维生素D营养状况比较

由表4可见,女子体操运动员冬季、春季、夏季、秋季25-(OH)D水平平均数之间的差异有统计学意义($F=6.691, P=0.001$),其中冬季25-(OH)D水平明显低于春季($P \leq 0.01$)和秋季($P \leq 0.05$);春季25-(OH)D水平明显高于夏季($P \leq 0.05$);夏季和冬季、春季和秋季之间25-(OH)D水平无显著性差异($P \leq 0.05$)。

表4 女子体操运动员不同季节血清25-(OH)D水平及营养状况比较($\bar{X} \pm SD$)

Table4 The comparison of serum 25-(OH)D levels and VD status of women gymnasts in different seasons($\bar{X} \pm SD$)

季节	25-(OH)D/(ng·mL ⁻¹)	VD营养状况		
		缺乏/%	不足/%	正常/%
冬季	14.1±4.0 ^{□□&}	93.3	6.7	0.0
春季	21.2±4.2 ^{**□}	40.0	60.0	0.0
夏季	16.5±3.7 [□]	73.3	26.7	0.0
秋季	18.8±4.3 [*]	60.0	40.0	0.0

注:*表示与冬季相比差异具有显著性, $P \leq 0.05$,**表示 $P \leq 0.01$;□表示与春季相比差异具有显著性, $P \leq 0.05$,□□表示 $P \leq 0.01$;□表示与夏季相比差异具有显著性, $P \leq 0.05$;&表示与秋季相比差异具有显著性, $P \leq 0.05$ 。

上海女子体操运动员不同季节维生素D营养状况缺乏及不足情况非常严重,维生素D水平缺乏率:冬季□夏季□秋季□春季。从具体数值上看,四季的维生素D缺乏率均明显高于女足和女排运动员,且四季无人达到正常水平。

2.2.3 女足运动员不同季节血清25-(OH)D水平及维生素D营养状况比较

由表5可见,女足运动员冬、春、夏、秋季25-(OH)D水平平均数之间的差异有统计学意义($F=10.05, P=0.000$),其中秋季25-(OH)D平均水平最高,显著高于冬季($P \leq 0.01$)、春季($P \leq 0.05$)和夏季($P \leq 0.01$);春季25-(OH)D水平显著高于夏季($P \leq 0.05$);冬季与春季、夏季25-(OH)D水平无显著性差异($P \leq 0.05$)。

上海女足运动员不同季节维生素D营养状况均有缺乏及不足的情况,维生素D水平缺乏率:夏季□冬季□春季□秋季,秋季无运动员出现维生素D缺乏的情况;正常率秋季最高,为53.3%,夏季最低,为6.6%。

表5 女足运动员不同季节血清25-(OH)D水平及营养状况比较($\bar{X} \pm SD$)

Table5 The comparison of serum 25-(OH)D levels and VD status of women soccer athletes in different seasons($\bar{X} \pm SD$)

季节	25-(OH)D/(ng·mL ⁻¹)	VD营养状况		
		缺乏/%	不足/%	正常/%
冬季	22.3±6.0 ^{&&}	33.3	46.7	20
春季	24.5±4.9 ^{□&}	20.0	66.7	13.3
夏季	19.4±5.0 ^{□□}	66.7	26.7	6.6
秋季	30.7±7.4 ^{**□□□}	0.0	46.7	53.3

注:**表示与冬季相比差异具有显著性, $P \leq 0.01$;□表示与春季相比差异具有显著性, $P \leq 0.05$;□表示与夏季相比差异具有显著性, $P \leq 0.05$,□□表示 $P \leq 0.01$;&表示与秋季相比差异具有显著性, $P \leq 0.05$,&&表示 $P \leq 0.01$ 。

2.3 不同项目运动员相同季节血清25-(OH)D水平的比较分析

由表6可见,女足、女排、体操运动员冬季($F=10.682, P=0.000$)、春季($F=5.211, P=0.012$)、夏季($F=9.440, P=0.000$)、秋季($F=8.907, P=0.001$)25-(OH)D水平平均数之间的差异有统计学意义,其中女足运动员25-(OH)D水平夏季明显低于女排运动员($P \leq 0.01$),而秋季明显高于女排运动员($P \leq 0.05$),冬季和春季与女排运动员无显著性差异($P \leq 0.05$);同为室内项目的女排运动员冬季($P \leq 0.01$)、春季($P \leq 0.01$)、夏季($P \leq 0.01$)、秋季($P \leq 0.05$)25-(OH)D水平平均明显高于体操运动员。

表6 不同项目运动员相同季节血清25-(OH)D水平比较分析($\bar{X} \pm SD$)

Table 6 The comparison of serum 25-(OH)D levels in different sport athletes in the same season($\bar{X} \pm SD$)

季节	女子足球 /(ng·mL ⁻¹)	女子排球 /(ng·mL ⁻¹)	体操 /(ng·mL ⁻¹)
冬季	22.3±6.0	20.0±4.5	14.1±4.0 ^{□□}
春季	24.5±4.9	28.9±5.2	21.2±4.2 ^{□□}
夏季	19.4±5.0	25.9±7.0 ^{**}	16.5±3.7 ^{□□}
秋季	30.7±7.4	25.6±5.3 [*]	18.8±4.3 [□]

注:*表示女足运动员与女排运动员比较, $P \leq 0.05$,**表示 $P \leq 0.01$;□表示女排运动员与体操运动员比较, $P \leq 0.05$,□□表示 $P \leq 0.01$ 。

3 分析与讨论

3.1 上海部分运动项目运动员不同季节血清25-(OH)D水平及维生素D营养状况比较

研究显示,日照能量达到临界值(18 mJ/cm²)以上,皮肤才能够合成维生素D^[30]。不同季节日照能量



不同,皮肤合成维生素 D 水平也不同,因此季节是影响维生素 D 水平的主要因素之一。上海地区地处亚洲东南,北纬 31 度 11 分,东经 121 度 29 分,平均海拔高度约 4 m,可促进皮肤合成维生素 D 的紫外线每年约在 5 月初至 10 月底最为丰富,由于上海地区约在 6 月进入梅雨季节,降水量多,因此到达地面的总辐射最大值一般出现在夏季的 7~8 月;冬季上海地区日照时间最短,相对其他季节空气污染天数相对偏多,影响了紫外线的穿透^[31],影响了太阳照到地球的能量,同时冬季日晒暴露的部位相对其他三季较少,一般仅为面部及双手;上海的春季和秋季气候宜人,人们户外活动时间较冬季和夏季均明显增加,日照能量亦相对较高,因此日照能量总的趋势是冬季最小,夏季达到最大,春季、秋季次之。也就是说,通常情况下,在上海地区,维生素 D 在夏季通过日照的作用在人体合成的最多,春季、秋季次之,而冬季则是维生素 D 缺乏的高发季节。考虑到不同性别人群日常生活习惯等方面的差异也会影响体内合成维生素 D 水平,故本研究主要选取女性运动员作为主要研究对象,针对 45 名上海不同项目职业运动员不同季节体内 25-(OH)D 水平调查结果显示,上海部分项目运动员维生素 D 水平缺乏及不足的情况均较为严重,且不同季节间存在显著差异,秋季和春季水平相对较高,其中秋季缺乏率最低、正常率最高,这可能与当年秋季晴朗天气较春季晴朗天气偏多有关;而夏季和冬季水平相对较低,这与上海的日常能量及皮肤暴露面积特点不符,分析原因,可能是由于上海夏季气候炎热,运动员户外活动时间明显减少且多采取穿长袖防晒衣、撑防晒伞等防晒措施,反而减少了日照时间及皮肤接触紫外线照射的面积,本研究结果进一步说明不同日光辐射强度及皮肤暴露面积是引起维生素 D 水平季节性差异的主要因素^[32]。

3.2 上海不同运动项目运动员不同季节血清 25-(OH)D 水平及维生素 D 营养状况比较

室内项目上海女排运动员和体操运动员冬季 25-(OH)D 平均水平最低、维生素 D 缺乏率最高,且无人达到正常水平,基本符合上海地区日照能量的特点。但值得注意的是,上海体操运动员四季的维生素 D 缺乏率均明显高于女足和女排运动员,且均无人达到正常水平。竞技体操项目具有难度大、危险性大、动作技术复杂的特点,体操运动员专项化训练年龄非常小,有的甚至从 5 岁开始就进行专项训练,运动员每天在体操馆内训练时间长达数小时,运动员基本上是宿舍-训练馆-食堂“三点一线”的生活,根

本无暇进行户外活动,同时体操项目对体重控制要求非常高,尤其是生长发育期的体操运动员经常会出现能量负平衡现象,长期的高负荷训练、能量负平衡和非常少的户外活动时间都会导致体操运动员体内维生素 D 水平严重不足。因此,除了加强教育,建议教练员改变训练计划,保证每天有适当的户外运动时间以外,有必要进行适当的维生素 D 强化食品或维生素 D 制剂的补充。

室外项目上海女足运动员秋季 25-(OH)D 平均水平最高,维生素 D 正常率也最高,且显著高于室内项目上海女排运动员体内维生素 D 水平,这与室外项目运动员训练时日晒时间较室内项目长有关。而其夏季的维生素 D 缺乏率最高,分析原因,上海女足运动员夏季户外训练时间尽管与其他季节基本相同,但训练时间往往避开日照强度较大的时间段,甚至选择晚上训练,同时女性通常以白为美,怕晒黑晒伤,在夏季即使是晚上或阴天训练,除了像室内运动员一样在户外活动时穿长袖防晒衣以外,女足运动员还往往通过涂抹较厚的高指数 SPF50+ 防晒霜等多重措施加强防晒,这反而较冬季更加减少了日晒时间及皮肤与紫外线的接触面积,进而影响了体内维生素 D 的合成。有研究认为使用 SPF15 以上的防晒乳会使体内维生素 D-3 的产量减少 99%^[33]。另一项研究发现涂抹常规剂量的防晒剂或将导致体内维生素 D 缺乏,数据显示若使用小于世界卫生组织推荐的防晒剂剂量($\square 2 \text{ mg/cm}^2$)的防晒剂,体内维生素 D 合成量随防晒剂厚度的减小呈指数性增长;若使用推荐的剂量及防晒系数,则维生素 D 的合成将受到抑制^[34],而上海女足运动员使用的防晒剂量远远超出世界卫生组织推荐剂量。

综上,影响运动员体内维生素 D 水平的因素包括地理位置、季节、运动项目、运动类型(室内/室外训练)、训练时间、是否使用防晒霜、防晒霜剂量、饮食等。上海部分项目运动员维生素 D 营养状况存在较为严重的缺乏及不足的情况。考虑到上述影响运动员体内维生素 D 水平的诸多因素,以及维生素 D 体内合成及营养吸收等方面的个体差异,运动员不同季节必须保证通过足够时间的阳光照射、合理使用防护用品、个性化的合理膳食及营养补剂摄入相结合的方式才能满足健康及提升竞技能力的需求。

本研究结果尚有一定的局限性,由于运动员 25-(OH)D 水平的测试选择的测试时间点尽管为每个季节的代表月份,但仅为每个季节的季中,且各项目运动员样本量偏小,季末维生素 D 营养状况或增加样本量后是否有同样的结果还有待进一步观察。



4 结论

上海部分运动项目运动员维生素D营养状况缺乏及不足的问题广泛存在,不同运动项目,尤其是室外项目女足运动员夏季,及体操运动员四季维生素D不足及缺乏问题不容忽视,定期检测运动员25-(OH)D水平来评估体内维生素D营养状况十分重要。

5 建议

5.1 需加强对运动员及教练员的宣传教育工作,保证运动员不同季节充足、合理的日晒时间。

5.2 冬季是需要补充维生素D的主要季节,体操运动员尤其要注意维生素D强化食品或适量的维生素D制剂的补充。

参考文献:

- [1] HOSSEIN-NEZHAD A, HOLICK M F. Vitamin D for health: A global perspective[J]. Mayo Clinic Proceedings, 2013, 88(7):720-755.
- [2] YARIBEYGI H, MALEKI M, SATHYAPALAN T, et al. The molecular mechanisms by which vitamin D improve glucose homeostasis: A mechanistic review[J]. Life Sciences, 2020, 244:117305
- [3] PITTAS A G, JORDE R, KAWAHARA T, et al. Vitamin D supplementation for prevention of type 2 diabetes mellitus: To D or not to D? [J] The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 2020, 105(12):3721-3733.
- [4] LU Q, WAN Z, GUO J, et al. Association between serum 25-hydroxyvitamin d concentrations and mortality among adults with prediabetes[J]. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 2021, 106(10):e4039-e4048.
- [5] ZHANG Y, XUE Y, ZHANG D, et al. Effect of vitamin d supplementation on glycemic control in prediabetes: A meta-analysis[J]. Nutrients, 2021, 13(12):4464.
- [6] BUCHMANN N, ECKSTEIN N, SPIRA D, et al. Vitamin D insufficiency is associated with metabolic syndrome independent of insulin resistance and obesity in young adults - The Berlin Aging Study II[J]. Diabetes Metabolism Research and Reviews, 2021, 37(8):e3457.
- [7] FARROKHAYAR F, TABASINEJAD R, DAO D, et al. Prevalence of vitamin D inadequacy in athletes: A systematic-review and meta-analysis[J]. Sports Medicine, 2015, 45(3):365-378.
- [8] DAHLQUIST D T, DIETER B P, KOEHLE M S. Plausible ergogenic effects of vitamin D on athletic performance and recovery [J].Journal of the International Society of Sports Nutrition, 2015,12:33.
- [9] CAPRIO M, INFANTE M, CALANCHINI M, et al. Vitamin D: Not just the bone. Evidence for beneficial pleiotropic extraskeletal effects [J]. Eating and Weight Disorders - Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity, 2017, 22(1):27-41.
- [10] HE C S, AW YONG X H, WALSH N P, et al. Is there an optimal vitamin D status for immunity in athletes and military personnel?[J]. Exercise Immunology Review, 2016, 22:42-64.
- [11] HOLICK M F. Vitamin D deficiency [J]. The New England Journal of Medicine, 2007, 357(3):266-281.
- [12] GOOLSBY M A, BONIQUIT N. Bone health in athletes[J]. Sports Health, 2017, 9(2):108-117.
- [13] TENFORDE A S, KRAUS E, FREDERICSON M. Bone stress injuries in runners[J]. Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America, 2016, 27(1):139-149.
- [14] WALRAND S. Effect of vitamin D on skeletal muscle[J]. Geriatrie et Psychologie Neuropsychiatrie Du Vieillessement, 2016, 14(2):127-134.
- [15] SHULER F D, WINGATE M K, MOORE G H, et al. Sports health benefits of vitamin D [J]. Sports Health, 2012, 4(6):496-501.
- [16] KO M J, YUN S, OH K, et al. Relation of serum 25-hydroxyvitamin D status with skeletal muscle mass by sex and age group among Korean adults [J]. The British Journal of Nutrition, 2015, 114(11):1838-1844.
- [17] SHINDLE M K, VOOS J, GULOTTA L, et al. Vitamin D status in a professional american football team[J]. Medicine & Science in Sports & Exercise, 2011, 43(5):511□
- [18] KOUNDOURAKIS N E, ANDROULAKIS N E, MALLIARAKI N, et al. Vitamin D and exercise performance in professional soccer players [J]. PLoS One, 2014, 9(7):e101659.
- [19] FORNEY L A, EARNEST C P, HENAGAN T M, et al. Vitamin D status, body composition, and fitness measures in college-aged students[J]. Journal of Strength and Conditioning Research, 2014, 28(3):814-824.
- [20] MOWRY D A, COSTELLO M M, HEELAN K A.



- Association among cardiorespiratory fitness, body fat, and bone marker measurements in healthy young females [J]. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 2009, 109(10):534-539.
- [21] HE C S, HANDZLIK M, FRASER W D, et al. Influence of vitamin D status on respiratory infection incidence and immune function during 4 months of winter training in endurance sport athletes [J]. *Exercise Immunology Review*, 2013, 19:86-101.
- [22] WEHR E, PILZ S, BOEHM B O, et al. Association of vitamin D status with serum androgen levels in men [J]. *Clinical Endocrinology*, 2010, 73 (2): 243-248.
- [23] CHIN K Y, IMA-NIRWANA S, WAN NGAH W Z. Vitamin D is significantly associated with total testosterone and sex hormone-binding globulin in Malaysian men [J]. *The Aging Male*, 2015, 18(3): 175-179.
- [24] NIMPTSCH K, PLATZ E A, WILLETT W C, et al. Association between plasma 25-OH vitamin D and testosterone levels in men[J]. *Clinical Endocrinology*, 2012, 77(1):106-112.
- [25] HOLICK M F, CHEN T C, LU Z, et al. Vitamin D and skin physiology: A D-lightful story[J]. *Journal of Bone and Mineral Research*, 2007, 22 (Suppl 2): V28-V33.
- [26] POPE S J, HOLICK M F, MACKIN S, et al. Action spectrum conversion factors that change erythemally weighted to previtamin D3-weighted UV doses [J]. *Photochemistry and Photobiology*, 2008, 84(5): 1277-1283.
- [27] MISRA M, PACAUD D, PETRYK A, et al. Vitamin D deficiency in children and its management: Review of current knowledge and recommendations [J]. *Pediatrics*, 2008, 122(2):398-417.
- [28] HOLICK M F, BINKLEY N C, BISCHOFF-FERRARI H A, et al. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: An endocrine society clinical practice guideline [J]. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 2011, 96(7): 1911-1930.
- [29] CANNELL J J, HOLLIS B W, SORENSON M B, et al. Athletic performance and vitamin D [J]. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2009, 41(5):1102-1110.
- [30] MATSUOKA L Y, WORTSMAN J, HADDAD J G, et al. In vivo threshold for cutaneous synthesis of vitamin D3[J]. *The Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, 1989, 114(3):301-305.
- [31] MANICOURT D H, DEVOGELAER J P. Urban tropospheric ozone increases the prevalence of vitamin D deficiency among Belgian postmenopausal women with outdoor activities during summer [J]. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 2008, 93(10):3893-3899.
- [32] LARSON-MEYER E. Vitamin D supplementation in athletes [J]. *Nestle Nutrition Institute Workshop Series*, 2013, 75:109-121.
- [33] 刘晓荻,王欣.防晒乳可能导致缺乏维生素D[J].*基础医学与临床*,2018,38(11):1619.
- [34] FAURSCHOU A, BEYER D M, SCHMEDES A, et al. The relation between sunscreen layer thickness and vitamin D production after ultraviolet B exposure: A randomized clinical trial [J]. *The British Journal of Dermatology*, 2012, 167(2):391-395.

(责任编辑:刘畅)