

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

**10. Environmental
Factors Affecting
Human Performance**
环境因素对人体的影响



C. Harmon Brown

C. 哈蒙 布朗

A. 热源:

人的体温受外部(气候)和内部(代谢)热源的影响。周围的温度、湿度、空气运动以及来自太阳的热辐射和温暖表面的辐射都与热应激有关,代谢热是由运动产生的。

人体与环境间的热交换是持续进行的(见10-1) 双向热交换的途径是:对流(CV),传导(CD)和辐射(R)。两个单向途径是:代谢热(M),增加热负荷蒸发(E)减少热负荷,热的净积蓄公式为:

$$S = M + / - R + / - CV + / - CD - E$$

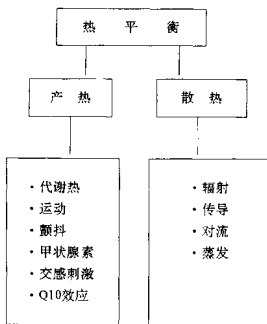


图10-1 机体与环境间的热交换

1. 气候热应激

温度、辐射能、风速和湿度与热应激有关。为了确定这些因素的总效应,必须进行综合测试。两种仪器是有用的即 WBGT 热应激监测仪(湿球球形温度计)和 HVE 监测仪(热与劳累)每种仪器由三种温度计组成:干球(Tdb)用于测量空气温度,湿球(Twb)用于测量相对湿度;黑球(Tg)用于测量太阳辐射。

湿球球形温度(WBGT)热应激指数 =

(户外)($0.7 \times Twb$) + ($0.2 \times Tg$) + ($0.1 \times Tdb$)

(户内)($0.7 \times Twb$) + ($0.3 \times Tdb$)

由此可见相对湿度的重要性,它对热应激的贡献可达70%。

热应激指数是全能运动医学学会为在不同环境下进行运动的一般人群提出的建议(见附录全美运动医学学会关于在长跑中热损伤预防的见解),高水平训练的运动员常常能够超越这些界线,因此必须谨慎行事。

2. 代谢热应激

剧烈运动可使代谢能量消耗比安静时增加 20~25 倍。在这些能量中用于肌肉作功的不超过 25%，其余的热能机体必须将其排出。代谢热是通过对流工作的肌肉传至血液，然后到达体内中心部位。如果没有适应机制，即便是中度的运动也会使体温在 5~6 分钟内升高一摄氏度；也就是说在热应激疲劳和危及生命的高热发病前，运动的持续时间将不会超过 20~30 分钟。

实际上，人体能够通过各种生理学机制对热负荷做出反应：出汗、机体与皮肤血流转移、心输出量、呼吸频率以及热强度的感受等。训练良好的耐力运动员可较长时间承受的中心体温为 39~41℃（37℃ 为正常）。然而，最高热限为 42℃ 或 108°F，所以在剧烈运动中可调节的体温的安全范围有限。

a. 生理学反应

中心体温可以被下丘脑热调节中枢所感受。为了尽快散热，由此可触发数种血液循环的调节。首先是心输出量的增加和内脏器官、活动肌肉与皮肤之间的血液再分配，在热应激期间，皮肤的血流可比安静状态增加 20 倍。

皮肤表面的热交换有以下四种机制：

- 对流的作用是将热由工作的肌肉和皮肤表面而转送出去。这依赖于 a) 皮肤温度与周围环境温度的差别，b) 热传递系数；这随不同体表面积和风速的变化而变化。较少的体脂和宽松的服装可增加运动员的对流潜力。
- 传导对机体热传递的作用较小，因为传导取决于皮肤与较冷物体的直接接触。传导可采用将机体浸泡在水中的方式，以降低体温或温暖机体。
- 辐射如太阳辐射，由跑道、道路及周围建筑而来的热辐射，可能是运动员热负荷的主要因素。辐射热的获得或丢失取决于皮肤与周围环境的温度差。
- 蒸发是在热环境中蒸发是最重要的散热机制。当环境温度超过 20℃（68°F）时，80% 以上机体散热是通过蒸发实现的。健康的运动员每分钟排汗可达 30 毫升，但不是全用于散热。蒸发率是由蒸发热转移系数决定的，而蒸发热转移系数又与气流速度，以及皮肤与环境之间水蒸发分压差有关。后者是由空气的相对湿度决定的。

3. 气候适应

即使是在中等温度下训练也可能对热产生部分适应，但是完全适应只有在多次重复的热环境运动中才能获得。完全适应在热环境中训练 5~10 天是必需的。开始训练时应减小运动强度（过去负荷的 60~70%），以避免热损伤。

在热环境中运动适应的结果，其表现如下：

- 暴露皮肤的出汗率较高，提高了蒸发能力。
- 为了降低皮肤温度出汗较早，加大中心与皮肤的温差，皮肤血流的需求下降，后者有助于改善肌肉的血流。
- 由于醛固酮和抗利尿激素（ADH）的增加，血浆容量增加，醛固酮通过肾脏和汗腺使钠和氯滞留。ADH 增加了肾脏的水滞留，因而减少了汗中的氯和钠的含量，但钾并不减少。
- 由于散热更有效，中心温度较低。
- 由于中心体温较低，血浆容量较大，皮肤的血液分流减少，每搏输出量改善，因此在任何定量负荷下心率较低。
- 热应激的感受减少
- 疲劳的发生延迟，因肌糖元的利用率减少。

男女性适应无差别，在湿热环境中训练比在干热环境中训练的应激更强。

4. 热疾患(热损伤)

由于环境或代谢热负荷,使机体的中心体温提高,而热调节机制不能代偿时,热疾患即发生。热疾患可能包括从热痉挛、脱水到热衰竭和危及生命的中暑等各种严重程度不同、表现不同的症状。

- **热痉挛:**热痉挛是在不适应的情况下,由于大量出汗,钠和钾的丢失引起的。
 - 体征/症状:肌肉痉挛、疼痛,常常发生在小腿和腹部。
 - 治疗:液体/电解质溶液,一般口服。
 - 预防:食物中加盐,吃平衡高钾膳食。
- **脱水:**常常在温暖、潮湿的条件下运动,而液体的补充不足时发生。脱水常并发热衰竭和中暑。
 - 体征/症状:疲劳、嗜睡、易怒、不协调、昏迷、意识改变。
 - 治疗:冷液体、稀释的电解质溶液。
 - 预防:预先水合;在运动中充分补液。
- **热衰竭:**热衰竭是由于运动热负荷增加伴有脱水而引起的一种严重的热疾患。
 - 体征/症状:“中心”(直肠)温度升高,通常不超过 39.5°C (103°F)。起肌皮疙瘩、头痛、嗜睡、意识改变、恶心、呕吐、不协调。
 - 治疗:(见附录)。
 - 将患者移至阴凉的地方。
 - 脱去多余的衣服。
 - 立即开始用冷毛巾、海棉等在躯干、腋窝、腹股沟以及其它暴露的部位冷敷。
 - 开始用冷液体补液,如果可能尽量口服,否则用静脉输液(0.5N 生理盐水)。
 - 监测生命体征,如果可能,测直肠温度。
 - 根据治疗应考虑送医院。
 - 预防:
 - 避免在不利的条件下比赛或调整速度,以适应条件。
 - 赛前充分利用各种适应手段。
 - 预先水合,在比赛中强调水合。
 - 穿适当的衣服,如穿透气的,汗液容易蒸发的衣服。
- **中暑:**由于出汗可能还在继续,中暑很难与热衰竭区别。中暑表明热调节衰竭,为了维持中央循环,皮肤的血流减少,中心体温进一步升高,通常可达 40°C 或更高。
 - 体征/症状:以中枢部神经系统为主、步态不稳、意识不清、行为古怪、意识减弱、昏迷(见表 10-1) 这些体征/症状表现为医疗急症。
 - 治疗:(见附录)。
 - 移至阴凉地方,成头低脚高位。
 - 松懈或脱去衣服。
 - 如果体温升高立即冷敷。在现场假定体温升高是必要的。因为测定直肠温度常是不可能的。口及腋下的温度相当不可靠。使用冷水、扇子以增加蒸发,在颈部的主要血管、腋下、腹股沟

处应用冰袋。将直肠温度降至 39℃ (102°F)。

- 如果意识存在,不恶心,再次口服补液。否则,静脉注射。
- 如出现严重的神志及神经症状,迅速送医院治疗,并当作医疗急症处理,进行心脏、神经系统、肾功能和电解质平衡监护。

(关于热损伤的预防和警告,见全美国运动医学会指导提纲,WBGT 指数表,附录中的有关见解。)

表 10-1 中暑临床症状分布

昏迷	100 %
惊厥	72 %
意识不清/烦躁	100 %
低血压(收缩压低于 90)	35 %
皮肤干燥	26 %
直肠温度 41℃	55 %
呕吐	71 %
腹泻	44 %

B. 冷:

1. 遇冷时的热调节

人体下丘脑将体温的调节设定在 37℃ ± 1℃ 的范围。当皮肤或中心体温降低时,就将信号传送下丘脑后部的热调节中心,并触发多种机制以增加产热,这包括:

- 颤抖:这可使产热增加 4-5 倍。
- 非颤抖生热:遇冷时交感神经系统释放肾上腺素和去甲肾上腺素,触发非氧化磷酸化作用,并从储备脂肪中释放自由脂肪酸。
- 甲状腺素增多:下丘脑促甲状腺释放激素(TSH)释放增加,刺激促甲状腺素激素(TSH)释放,进而提高甲状腺素水平,而使总的代谢率增加。
- 外周血管收缩:交感神经系统刺激皮肤平滑肌收缩,使皮肤血流减少而进入深部组织。

散热与产热间平衡受多种因素的控制。一般情况下,皮肤温度与环境温度的差别越大,散热则越多。但多种解剖的和环境的因素都影响散热的速率和程度。比如:身体的大小及体成分影响热丢失。皮下脂肪起绝缘作用,身材小的运动员如儿童,体表面积与体重的比值较大,因而散热也较多。

散热程度还取决于空气运动对流、湿度、蒸发(出汗)和环境的温度,风速通过对流、辐射和蒸发加剧了热散失。这就是所谓的风力致冷的作用,并用风力致冷因素来表示。(表 10-2)

2. 在冷环境中运动

在冷环境中运动会影响肌肉的功能。肌肉功能在 40℃ 时最好。寒冷改变了神经系统和肌纤维的募集方式,当温度降低时肌肉的缩短速度和爆发力下降。在寒冷环境中运动,肌糖元的消耗增加,肾上腺素和去甲肾上腺素的分泌明显增加。但自由脂肪酸升高并不象在正常环境中运动那样明显。因为流经皮下脂肪组织的血液较少,自由脂肪酸(FFA)动员较少。

表 10-2 风力致冷指数

风速 (英里/时)	温度计读数(°F)										
	50	40	30	20	10	0	-10	-20	-30	-40	-50
5	48	37	27	16	6	-5	-15	-26	-36	-47	-57
10	40	28	16	4	-9	-24	-33	-46	-58	-70	-83
15	36	22	9	-5	-18	-32	-45	-58	-72	-85	-99
20	32	18	4	-10	-25	-39	-53	-67	-82	-96	-110
25	30	16	0	-15	-29	-44	-59	-74	-88	-104	-118
30	28	13	-2	-18	-33	-48	-63	-79	-94	-109	-125
35	27	11	-4	-20	-35	-51	-67	-82	-98	-113	-129
40	26	10	-6	-21	-37	-53	-69	-85	-100	-115	-132
危险较小					危险增加			危险极大			

只要衣服的穿着适当,代谢率维持在较高水平,就可以维持体温及机体的正常功能。然而,当疲劳出现时,运动强度降低(如跑速)热的产生减少,可能会导致体温过低。

3. 冷损伤

冷应激对机体的影响是体温过低和冻伤。当中心体温降至足以影响身体功能时即体温过低——通常低于 35°C (95°F), 体温过低被分为轻度、中度和重度(见表 10-3)。

- 轻度: 直肠温度 33~35°C
 - 体征/症状: 颤抖、饥饿、嗜睡、意识不清、协调性下降、语言不清、共济失调。
 - 治疗: 用干衣服包裹运动员, 继续轻缓的运动, 并给予温暖的液体。
- 中度: 直肠温度 30~33°C
 - 体征/症状: 迷迷糊糊、不清醒、失去理智、不辨方向、肌肉僵硬、心率慢而不规则。
 - 治疗: 外源性给热, 通过热水淋浴、热水袋、身体接触等, 吸入温暖、潮湿的空气, 喝热的饮料。由于心肌应激性增高, 所以处理运动员时必须格外谨慎。
- 重度: 直肠温度低于 30~35°C
 - 体征/症状: 意识丧失、瞳孔扩张、昏迷、无心跳。
 - 治疗: 用救护车转送至医疗单位。增加躯干温度, 如需继续心肺复苏(CPR)小心照顾病人, 防止心率不齐。
- 冻伤: 当寒冷导致外周血管收缩、组织受冻时冻伤即发生。
 - 预防: 衣着适当——手套、毛袜或聚丙烯袜等。
 - 治疗: 不要去碰冻僵的肢体, 只有在不会再次冻结又有把握解冻时才去做。保持全身温暖, 迅速在温水中解冻, 温度为 40°~40°C 摄氏度。

表 10-3 体温过低的分类

分类	直肠温度	症状与体征
轻度体温过低	33-35℃	症状:寒颤、非常冷、饥饿、嗜睡、意识不清、肌肉痉挛、移动困难。体征:颤抖、跑速下降、语言不清、步态不稳、反应慢。
中度体温过低	30-33℃	体征:可能没有寒颤、半醒状态并伴有盲目和非理性行为、极度疲劳、易激动、忧郁、判断力差、记忆丧失、不辨方向、协调差、肌肉僵硬、语言不清、脉搏缓慢或正常。
严重体温过低	30℃	体征:失去知觉、瞳孔散大、脉搏细弱或检查不到。

4. 预防冷损伤:

a. 处理:

- 避开风大的跑道
- 提醒运动员注意风力致冷因素,穿足够的衣服等。

b. 运动员的准备

- 适应冷环境,10 天是理想的适应期。
- 用糖元填充法以获得最大热量储备。不饮咖啡和酒类,在赛前赛中补水。
- 穿多层的可以吸汗并能够蒸发的衣服,戴帽子。
- 控制跑速以防跑程的后段减速和产热减少。

参考文献:

1. Brooks, G. A., and T. D. Fahey. Exercise in the heat and cold. In: Exercise Physiology. John Wiley & Sons, New York, pp. 443 - 466, 1984.
2. Hubbard, R. W., and L. E. Armstrong(eds). Exertional heatstroke: an international perspective. Med. Sci. Sport Exerc. 22(1):2 - 48, 1990.
3. International Olympic Committee. Environmental factors. In: Sports Medicine Manual. IOC, Lausanne, 1990.
4. Sutton, J. Heat illness. In: Sports Medicine, Strauss, R. H. (ed.). W. B. Saunders Co., pp. 307 - 322, 1984.
5. Wilmore, J. H., and D. L. Costill. Physiology of Sports and Exercise, 1st edn. Human Kinetics, Champaign, IL, 1994.

高度对有氧项目(持续2分钟以上项目)的竞技能力有不利的影响,因为气压下降使得(持续2分钟以上的项目)氧分压降低。这导致了肺内氧气向血液的弥散量减少,其对最大摄氧量($V_{O_2\max}$)的影响在高度为1.524米(5000英尺)时,就可见到。

A. 高度的环境条件

1. 大气压

当高度增加时大气压下降,但气体分成的百分比仍维持恒定。空气中总是含有20.93%的氧,0.03%的二氧化碳和79.04%的氮气。氧分压(PO_2)与大气压(Pb)有直接关系。氧分压的变化直接影响肺与血液间、血液与组织间氧的运输。(见表10-4)

表10-4 高度增加与氧分压的变化

高度(m)	大气压(mm)	氧分压(mm)
0(海平面)	760	159.2
1000	674	141.2
2000	596	124.9
3000	526	110.2

2. 空气温度

每升高150米,空气温度下降1℃,较低的温度也减少了空气的相对湿度,增加了水分的丢失。由于皮肤和肺的蒸发,呼吸频率的增加和在干燥空气中呼吸水分的丢失,可迅速导致脱水,特别是在运动期间。

3. 太阳辐射

在高空太阳的辐射增加了,由于大气的减少和较低水蒸汽压力,导致了对紫外线的阻挡减少。

B. 对高度变化的生理反应

1. 呼吸反应

a. 换气

由于氧分压下降,为了满足组织的氧合需吸入更多的空气。这增加了换气量,减少了肺内和血液内的二氧化碳含量,导致了呼吸性碱中毒。肾脏代偿性分泌更多的碳酸氢盐离子,减低了血液的缓冲能力,但减少了碱中毒(代偿性呼吸性碱中毒)。

b. 肺氧弥散

经肺泡毛细血管膜的氧弥散,取决于肺泡的氧分压。随着高度的增加,肺泡的毛细血管的弥散减

少,导致了血氧饱和度的减低。在海平面血氧饱和度为 98%,但在 2400 米(8000 英尺)的高度血氧饱和度降到了 92%。

c. 肌肉的氧交换

在海平面血液和肌肉间氧浓度梯度是 74mmHg(94 - 20mm)这一梯度是促进组织氧合作用的主要因素。在 2400 米动脉氧分压大约为 60mmHg,而组织的氧分压仍然是 20mmHg,浓度梯度只有 40mmHg 或者说浓度梯度下降了 50%。

2. 心血管反应

a. 血流量

在到达一定高度后,血浆容量迅速下降,几周后稳定。这导致了红细胞浓度的增加(红细胞压积),而有助于氧的运输。血氧容量逐渐恢复,由肾脏分泌的红细胞生成素刺激红细胞产生。

b. 心脏每分钟输出量

在高原为了代偿二氧化碳分压的减少和组织的供氧减少,必需增加心输出量。最初由于血浆容量减少,每搏输出量的下降,代偿主要由增加心率来实现。在几天后,组织氧的利用率改善(增加动——静脉氧差)。这减少了对心脏的要求。在最大负荷时,最大每搏输出量、心率和组织的氧弥散减少,因而 VO_{2max} 和有氧工作能力减弱。

3. 代谢适应

在高原由于氧化通路受限,供能向无氧能源偏移。任何水平定量工作,乳酸的产生都比在海平面时高。然而,在最大工作负荷时,乳酸却较低,这可能是因为工作强度太低,而不能最大限度的动员所有的能量系统。

4. 最大摄氧量

最大摄氧量反应机体吸入、运输、利用氧的能力,高度增加时 VO_{2max} 降低。但 VO_{2max} 是当大气 PO_2 降至 125mmHg 以下时才开始降低。这种现象大约在高度为 1600 米(5250 英尺)时出现。 VO_{2max} 与气压下降和氧分压(P_{O_2})下降有关。在 1600 米高度以上,高度每增加 1000 米, VO_{2max} 下降 11%。

C. 缓慢登高的适应

1. 血液

红细胞增生素刺激红细胞产生,而表现为较高的血红蛋白和较高的红细胞压积。食物中充足的铁对于满足红细胞增生需要是必要的。

2. 肌肉

虽然为了增加对组织的供血,毛细血管的密度增加了,但肌肉的横断面可能减少。在很高的地方(超过 2500 米),肌肉酶的水平下降,所以肌肉以有氧和无氧形式产生的 ATP 较少。

3. 心肺

由于高原缺氧,换气受到刺激,这将引起二氧化碳的排出和呼吸性碱中毒。重碳酸盐被排出,并维持在较低水平,这就减少机体的缓冲能力。

在高原肌肉摄氧能力下降,随着时间的延长,改善并不明显,这主要是由于在高原运动期间广泛缺氧,以及由此而造成无法以充足的量和强度进行训练所造成的。

D. 训练的效果

许多运动员生活在高原,而另一些运动员选择高原进行训练,希望以此来提高他们在平原比赛的运动能力。然而,在高原训练时,最大有氧能力训练的速度降低特别是高度超过 2,500—3,000 米时,在高原停留的时间过长,可能有损于高强度的耐力能力,所以,高原训练应与接近海平面的训练定期交替进行。运动员是否应“少训练多睡觉”还是相反,这正是积极研究的课题。

E. 参加高原竞赛的准备

许多大型比赛,包括奥林匹克运动会(1968)是在高原进行的。这有利于短跑、跨栏和跳高,对 800 米或 800 米以上的耐力项目,则有相反作用。因此,生活在海平面的运动员在准备竞赛时,有一个阶段的高原适应是必要的,虽然,对如何进行最佳准备,仍有很多东西需要了解,但如下原则似乎是被广泛接受的:

- 高原的适应期应距比赛至少 3—4 周。
- 运动员的一般健康水平良好,不用任何药物,没有骨科问题,在高原训练前没有缺铁性贫血。如果铁的水平较低,应使用铁补剂。
- 在比赛和训练过程中,应注意观察训练量和训练强度、营养和健康状况:
 - 训练的第一周,重点在于有氧适应的训练,应采用中等强度(大约为海平面负荷的 75—80%)进行训练。
 - 训练的第二周,应增加运动强度,训练既有有氧训练,又有无氧训练。
 - 训练的第三周,重点是维持速度,同时进行可达到的最高水平的有氧训练,为了维持高强度跑步,可增加两次跑步间的休息时间。
 - 训练的第四周,是赛前调整和恢复。

F. 高原病

迅速升高 1,500 米或更多,特别是 2,400 米(8,000 英尺)以上,可能导致急性高山病,或虽少见但严重的高原病综合征,比如高原肺水肿(HAPE),或高原脑水肿(HACE)。

注意:如果运动员有镰状特点,或 G-6-PD 缺乏,当他们暴露于高原环境,并伴有横纹肌溶解时,将有生命危险,特别是在没有提前适应,又增加训练应激时。

高原病的症状包括:头痛、恶心、昏睡、食欲缺乏、呕吐、睡眠不良。症状可能在登高后几小时内出现。1—2 天到达高峰,3—4 天恢复正常。

高原肺水肿是一种医疗急症,症状和体征除了高原病的病状外,还有咳嗽、呼吸困难、泡沫样痰、胸痛、呼吸急速和肺啰音。高原肺水肿常常是活跃的年轻人在寒冷空气中进行剧烈活动后出现。

高原脑水肿在迅速登高 4000 米或登高后出现,症状和体征。包括:严重的头痛、共济失调、神志不清、视力模糊、间歇性昏迷。迅速的将病人移至较低的地方是必要的,并同时输氧,静脉注射糖皮质激素。

下述做法可能有助于预防高原病:

- 在高度超过 2400 米时,应逐渐升高,每天不超过 300—600 米。
- 乙酰唑胺(Diamox)可能是有助的预防剂。

参考文献

1. Brooks, G. A., and T. D. Fahey. Exercise in high and low pressure environments. In: Exercise Physiology. John Wiley & Sons, New York, pp. 471—498, 1984.

2. International Olympic Committee. Environmental factors. In: Sports Medicine Manual. IOC, Lausanne, pp. 423 – 452, 1990.
3. Wilmore, J. H., and D. L. Costill. Physiology of Sports and Exercise, 1st ed. Human Kinetics, Champaign, IL, 1994.

空气污染和时差反应

A. 空气污染

运动员在城市环境中运动可能会暴露在各种污染中,这可能影响运动技能。最常见的大气污染包括一氧化碳、臭氧、氧化硫、氧化氮和(PAN)。污染指数的计算为:污染浓度乘以通气量乘以暴露时间。(污染指数=污染浓度×通气量×暴露的时间) 污染指数是监测污染对运动员危害的最好方式。

- **一氧化碳(CO)**非常容易与血红蛋白结合而减少组织的氧合,增加了心脏负担、破坏心理动员功能,这是很奇怪的。一氧化碳并不引起呼吸道刺激症状。
- **臭氧**可引起气管和支气管刺激、胸窘迫并导致支气管痉挛,降低肺功能(降低FEV1)。当臭氧浓度达到0.1-0.3PPM时,将会影响耐力能力。患有哮喘的人可能更容易受影响。因而应进行更彻底的治疗。
- **氧化硫(SOx)**:刺激上呼吸道,引起一过性的支气管痉挛,对哮喘患者而言,这是一个敏感的问题,即使是在很低的浓度。
- **硝酸过氧乙酰(PAN)和氧化氮(NOx)**:他们引起的症状与臭氧引起的症状相同。

1. 预防/处理

a. 处理

将训练时间和地点安排在污染水平最低时:比如:远离道路而靠近海洋和公园。减少在臭氧中暴露的时间,如在早晨和傍晚训练。

b. 运动员的适应

对臭氧和氧化硫的适应可能会产生,随之支气管痉挛和刺激症状减弱,哮喘患者可用色氨酸雾化肾上腺素类激素和 β - α 刺激剂来治疗。正常运动员也可能出现运动引起的哮喘(EIA),同样也需要 β -刺激剂治疗。

B. 时差反应

生物钟节律的变化影响多种与运动成绩有关的生理功能。生物钟节律表现在多种生理系统的变化上(如体温、心率、激素分泌水平),以及对体内刺激(如神经介质、电解质、代谢底物)和外部刺激(环境因素、食物、药物和其它应激因素)的反应上。生物钟节律受周期性环境变化的影响,(主要是昼夜循环),社会和其它环境因素的影响。

运动能力可能受下列因素的影响:1)随时间变化而变化的生物钟节律的高峰和低谷,以及随之而出现的生理改变。2)跨时区旅行和由此引起的睡眠-觉醒循环的变化(即时差反应)。生物钟节律异常可产生各种各样的症状,包括疲劳、失眠、睡眠紊乱、头痛、烦躁、胃肠道功能改变(便秘)和运动能力下降等。影响生物钟节律紊乱程度的因素包括:旅行的速度和跨越时区的数目,飞行的方向,各系统适应的速度,同步化的强度,饮食及个人体因素(如个性、年龄、性别、时间类型)。

1. 距离与速度

只要跨越 2-3 个时区以上就可能影响竞技能力,当然,在一般情况下,跨越的时区越多,对生物钟节律的影响就越大。显而易见乘飞机的出访比乘其它走走停停速度较慢的交通工具对生物节律的影响更大。

2. 旅行的方向

向东方的旅行比向西方的旅行对生物节律的影响更大,且需要较长的时间恢复。这是因为人类的生理系统更适应于比 24 小时更长的生物钟,即对生物钟周期延长的适应要比对生物钟周期提前(缩短)的适应性要好。生理系统对向西旅行的适应速度要比向东旅行快 30-50%。

3. 适应的速度

不同的生理系统以不同的速度适应时区的改变。对环境的反应,如心率的调节比内部控制系统,如中心体温的调节,要快的多。于降低运动员运动能力有关的特定的系统尚未找出,但可能于改变睡眠-觉醒周期和体温的生理节奏周期有关。

4. 同步化强度

适当的经受外部的同步化因素,如日光,规律的用餐,社交的相互作用,中等强度的活动,以及建立有规律的睡眠-觉醒循环有助于调整生物钟节律,以便使其与比赛地的环境协调。

5. 饮食

食物成分可影响同步化节律。在上飞机前或飞行中高碳水化合物饮食可以增加脑对色氨酸摄取和 5-羟色胺的合成,因而有助于睡眠。在到达之后,在早餐时采用高蛋白质低碳水化合物的饮食,可增加大脑对酪氨酸的摄入和肾上腺素的合成而导致觉醒,在到达后的早晨饮用茶(茶碱)、咖啡(咖啡因)以促进觉醒状态的有利转化。

6. 个体差异

对生物钟节律变化的适应能力,个体间的差异很大。大约有 20-30% 的人几乎没有什么困难,而同样比例的人绝不会有好的适应。一般云雀型(早晨型)对向西的旅行的适应较差,而猫头鹰型(性格外向者)对向东的飞行适应较差。

性格内向和高度神经过敏的人,对时差的调整有更多的困难。高度动员的个体(如运动员)通过额外努力通常能克服任何使竞技能力减退的倾向。

下述步骤有助于减小时差反应的影响:

- 尽可能早的到达竞赛地点。向东飞行时每跨越一个时区应有一天的调整期,向西飞行时跨越一个时区则需 0.6 天来进行调整。
- 在 4 至 5 天内,根据新时区的方位调整饮食、睡眠、工作和训练,每天调整 1-2 小时,这在家庭中或工作时可能是不实际的。
- 安排飞行时间以便能在接近当地睡眠的时间到达。
- 在起飞前 2-3 天及飞行期间采用高碳水化合物,低蛋白质的饮食。努力以当地的就餐时间就餐。在到达后,从早餐和午餐起,吃高蛋白,低碳水化合物的食物,并饮茶和咖啡以加速其同步化。
- 避免用酒作为睡眠的诱导剂。因为饮酒干扰正常睡眠(REM)延迟睡眠-觉醒周期的调整。在飞行期间不要喝茶、咖啡或含咖啡因的饮料。饮用大量的不含咖啡因的饮料(果汁、水)以预防脱水。
- 在起飞前,将表调至目的地的时间,并相应地调整睡眠,饮食和其它活动。向东飞行时应避免强光、电影及社交活动,直到到达当天的早餐之后。
- 达后立即根据当地的时间调整时间表(社会活动、光线、饮食、训练等等),维持有规律的睡眠-觉

醒循环。

应激,比如竞赛的焦虑,在加上气候、食物的改变和其它环境的、社会的因素,可能使时差反应加剧。成功的控制这些因素,可以减少其对生物钟节律的影响(见附录中建议的概要)。

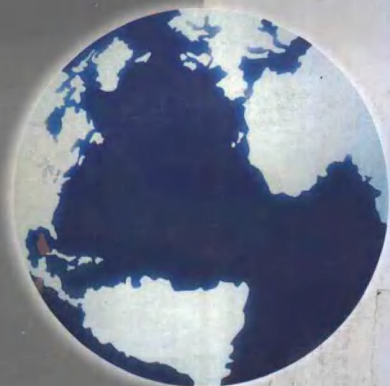
参考文献

1. Ehret, C. F., and L. W. Scanlan. Overcoming Jet Lag. Berkeley Publishing corporation, New York, 1983.
2. International Olympic Committee. Environmental factors. In: Sports Medicine Manual. IOC, Lausanne, 1990.
3. McCafferty, W. B. Air Pollution and Athletic Performance. Charles c. Thomas, Springfield, IL., 1981.
4. Winget, C. M., C. V. DeRosia, and D. C. Holley. Circadian rhythms and athletic performance. Med. Sci. SportsExerc. 17:498 - 516, 1985.

(王安利译, 杨静宜校)

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
AMATEUR
ATHLETIC
FEDERATION

此为试读, 需要完整版请订