

成都体育学院体育系 77 级

毕业诗

(3)

成都体育学院教务处

一九八二年元月

体育系七七级毕业论文选编目录

(三)

- 中跑的有氧和无氧训练.....李 英(337)
- 篮球传球动作结构的理论分析.....周 洁(358)
- 最大吸氧量与中长跑成绩的相关和回归分析
- 探讨我国中长跑运动落后的原因.....刁大奎(369)
- 三级跳远与力量素质.....李 享(383)
- 单脚起跳扣球在现代战术进攻中的运用.....胡德平(396)
- 跳传与短平快进攻战术.....赵 志(406)
- 从儿童抓起,坚持多年系统训练是提高
- 我国游泳水平的重要措施.....乔 迁(414)
- 女子武术运动员骨盆形态调查.....沙川华等(430)
- 静力平衡能力和前庭机能的关系.....高 兴 高隆光(445)
- 运动美与精神文明.....陈 宁(453)
- 中学生运动兴趣的调查研究.....陈 宁 等(459)
- 尿羟脯氨酸的测定在体育运动中的运用探讨.....代 毅(479)

中跑的有氧和无氧训练

作者: 李 英 指导教师: 任 杰

中跑是一项非常艰巨的任务。图1是历届奥运会中跑的冠军成绩的变化。我们看到在十六届奥运会以前, 曲线基本是逐届上升的; 十六届以后曲线有了起伏, 而且变得平坦。这就是说, 近廿多年来, 中跑成绩的提高已经变得不是那样容易了。根据高桥进、西田胜雄所提供的资料^①进行换算, 作成径赛各项目平均速度和需氧量的关系如图2。不难看出, 从马拉松到5000米, 随着跑速的提高, 需氧量的增

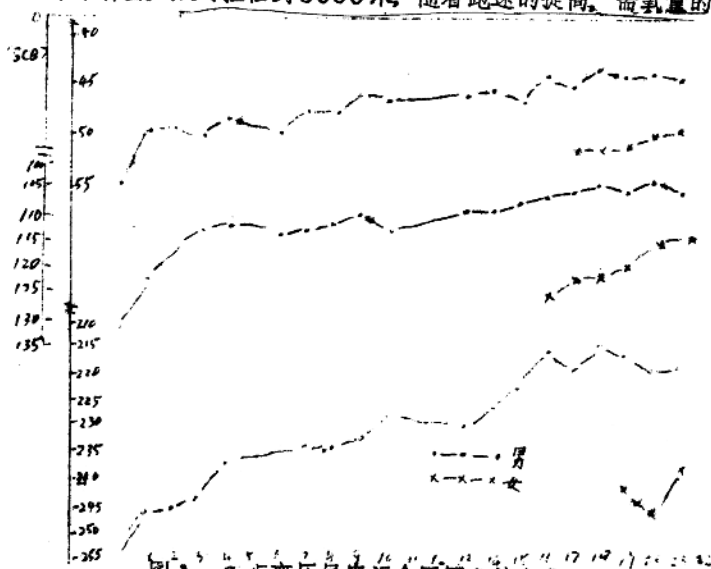


图1 中距离历届奥运会冠军成绩变化

加是很少的。但在中距离项目，即跑速达到6.5米/秒以上时，跑速的提高，则需氧量必须有更大幅度的提高。皮尤曾提出需氧量与跑速的关系式为 $V_{O_2} = 0.002v^3$ ，即需氧量是随跑速的立方而增加的。^② 从中跑目前所达到的跑速及需氧水平来看，进一步提高运动成绩的艰巨性是明显的。

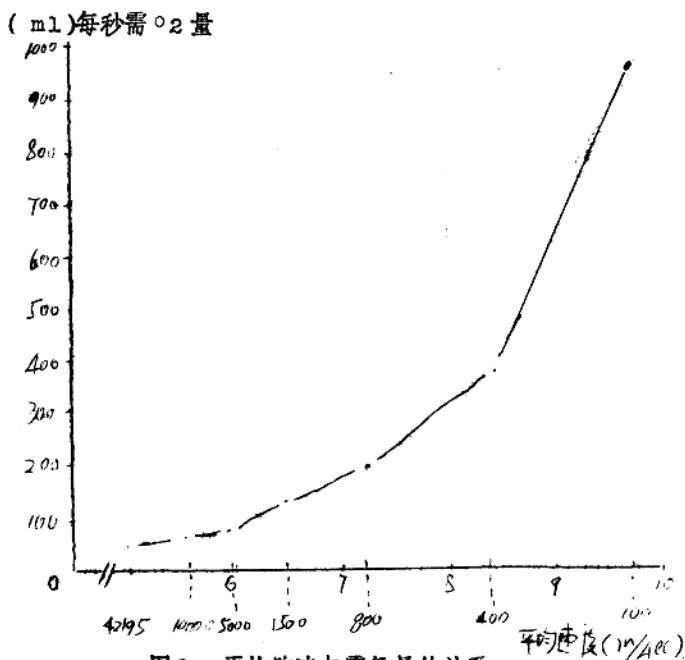


图2 平均跑速与需氧量的关系

我国径赛项目与世界水平有较大差距。过去认为，距离越长，差

距越大^①。从表面上看，距离越长，成绩相差确实越大（表一）。

表一 1980年中国纪录和世界纪录比较

距 离 (m)	男 子			女 子		
	中 国	世 界	差 数	中 国	世 界	差 数
100	10"	9"95	0.05"	11"5	10"88	0.60"
200	20"8	19"72	1"08	24"2	21"71	2"49
400	47"3	43"86	3"44	55"	48"89	6"11
800	1'49"9	1'42"4	7"50	2'06"6	1'54"9	11"7
1500	3'46"2	3'32"1	14"10	4'22"4	3'56"	26"6
5000	14'03"2	13'08"4	54"8			
10000	29'25"7	27'22"5	2'10"2			

但根据1980年我国与世界纪录比较其平均速度（图3），我们可以明显看到，差距最大的是200米和中跑，即需要高度速度耐力的项目。特别女子更显得突出。

在各项运动中，决定运动成绩的因素很多：身体素质、体型特征、技战术水平、意志品质等等，但作为中跑来说，起决定作用的是身体素质，特别是机体的供能能力。

一、中距离训练的两种指导思想

四十多年来，中距离训练在两个极端——有氧和无氧训练之间不断变换。训练方法的取舍，常常是因少数运动员用这种方法取得了突

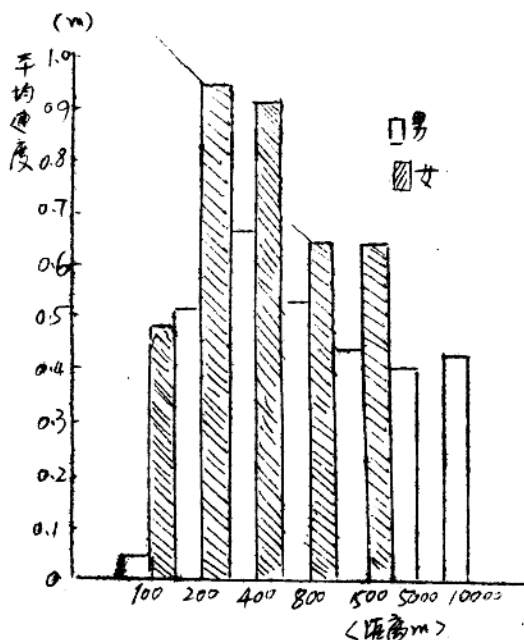


图3 不同距离中国和世界纪录平均速度比较

出成就的缘故。然而，这两种训练指导思想——即强调无氧训练和有氧训练，在运动训练中都取得了辉煌成就。历届奥运会中距离兼项同时进入前六名的运动员，共29人（见表二）。其中400米兼800米的运动员男子8名，女子1名，共9名，占31.03%；1500米兼800米的运动员男16名，女子4名共20名，占68.97%。胡安托雷纳和塞巴斯蒂安·科这两位世界杰出的运动员，他们是强调无氧训练这种指导思想的代表。胡安托雷纳一般只采用比赛或训练前准备

表二 历届奥运会中距离兼项同时
进入前六名的运动员(括号内为名次)

届次	姓 名	400米	800米	1500米
1	埃·弗勒克(澳大利亚)		2'11"(1)	4'33"2(1)
	德·戈列米斯(希腊)		2'11"(3)	4'33"2(6)
2	格·杰洛日(法)		2'11"(4)	4'6"6(2)
3	弗·威涅尔(美)		2'11"(6)	4'6"8(2)
4	姆·舍帕德(美)		1'51"9(1)	4'3"4(1)
5	德·梅列迪特(美)	49"24	1'51"9(1)	
	格·布拉翁(德)	48"32	1'52"2(2)	
7	阿·希尔(英)		1'53"4(1)	4'1"8(1)
	布·鲁德(南非)	49"6(1)	1'53"7(3)	
8	德·劳(英)		1'52"4(1)	3'57"(4)
	格·斯特拉尔德		1'53"1(4)	3'55"(3)
10	阿·威尔逊(加拿大)	47"43	1'50"2	
11	弗·爱德华(" " ")		1'53"6(6)	3'50"4(5)
14	阿·温特(牙买加)	46"2(1)	1'50"2	
	姆·威特莱尔德(美)	46"9(3)	1'49"2(1)	
15	姆·威特莱尔德(美)	47"1(6)	1'49"2(1)	
18	普·斯涅尔(新西兰)		1'54"1(1)	3'38"1(1)
20	博·依特(肯尼亚)		1'46"4	3'38"4(4)
	阿·胡安托雷纳(古巴)	44"26(1)	1'43"50(1)	
21	伊·范达姆(比利时)		1'43"86(2)	3'39"7(2)
	里·沃尔哈特(美)		1'44"12(3)	3'40"6(6)
	塞巴斯蒂安·科(英)		1'45"9(2)	3'38"4(1)
22	安·比塞(东德)		1'46"9(5)	3'40"2(4)
	史·奥维特(英)		1'45"4(1)	3'39"(3)
女 子				
18	巴克尔(英)	52"22	2'1"1(1)	
20	何夫迈斯特(东德)		1'59"2(2)	4'2"8(2)
21	塔·卡赞金娜(苏联)		1'54"94(1)	4'5"48(1)
	尼·斯捷诺娃(保)		1'55"42(2)	4'6"57(4)
22	娜·奥利扎连科(苏联)		1'53"5(1)	3'59"6(3)

活动时的慢跑一种形式。他并不重视长距离的慢跑；也不喜欢各种形式的节奏跑。因为他认为，只有少量的单纯的和具体的强刺激才会对完善机体的功能有益处^③。塞巴斯蒂安·科和他的教练皮捷尔则认为跑的极限量每周不应超过100公里。1978年10月到1979年4月，塞巴斯蒂安·科每周的训练量平均为53公里。他以为训练的决定因素是用各种速度进行100米至300米的分段反复跑^④。

与这种指导思想相反的是新西兰著名中长跑教练利迪亚德。他认为人的忍受氧债的能力是相等的。中长跑水平的提高，主要在发展有氧代谢水平上。所以，在他制定的训练计划中，有氧训练占据突出地位。每周跑程要求达到150公里。即使在季节中期的训练也是如此^⑤。为了对这两种指导思想有更具体的了解，我们曾就胡安托雷纳（教练查比尔佐斯基）和斯涅尔（教练利迪亚德）的训练计划进行了对比。从这个计划中，无论从跑程或训练手段来看，我们都可以感觉到两种指导思想的鲜明对比。但是对两种训练认真分析之后，我们发现任何一种训练的指导思想事实都没有片面地发展某一种供能能力。由于中距离几个项目，正处在两种供能方式的交叉点左右，一般认为持续2分钟最大负荷运动。两种供能方式各占50%。因运动员的主项不同。有的是400米为主。有的以1500米为主，同时，也因为训练的自然条件，社会条件的不同。因此，在发展运动供能能力上各有侧重。一般400米为主的运动员，如胡安托雷纳、塞巴斯蒂安·科更重视

无氧能力的训练,然而,并未摒弃有氧训练;反之,斯涅尔是以1500米为主的,有氧能力的训练较多,但并非不进行无氧能力的训练。因此,两种训练指导思想都在实践中取得了成功并不奇怪。

二、中距离跑的供能系统

既然,中距离跑成绩的主要决定因素在于运动员供能能力的提高,那么对中距离供能系统首先便应有一明确的概念。只有这样,我们才能对两种训练指导思想作出恰当的评价。表三是中跑供能系统的一些资料^{①⑥④⑧}。这些资料的数据有一定出入,但总的趋势是有氧供能

表三:中跑的供能系统

距 离 (m)	资 料 来 源	ATP-CP and La	La-O ₂	O ₂
		无 氧	有 氧	
400	(美)Fox	80	15	5
	(日)高桥进、西田胜雄	57-66	34-43	
	(日)山地启司	87.5	12.5	
	(苏)弗·苏斯洛夫	75	25	
800	(美)Fox	30	65	5
	(日)高桥进、西田胜雄	57-66	34-43	
	(日)山地启司	61.9	38.1	
	(苏)弗·苏斯洛夫	55	45	
1500	(美)Fox	20	55	25
	(日)高桥进、西田胜雄	35-40	60-65	
	(日)山地启司	48.1	51.9	
	(美)弗·苏斯洛夫	35	65	

和无氧供能的比例比较接近。其中400米和800米无氧供能稍占优势；1500米则有氧供能稍占优势。这要求中跑运动员既需要有高度的有氧能力，同时，又需要有高度的无氧能力。

有氧能力，一般根据耗氧量来衡量。机体利用氧要经过几个环节。早已证明肺通气不是吸氧能力的限制因素。当氧吸收率（吸氧量/肺通气量）下降时，肺通气量仍然继续升高^⑨，说明肺的通气功能仍有潜力。长期以来认为，最大吸氧量是有氧能力的主要标志。优秀中跑运动员最大吸氧量为5升/分，每公斤体重为73.54毫升/分^⑦，较长跑运动员稍低。曾有许多研究探讨了最大吸氧量和运动成绩的相关关系。然而没有得到肯定的结论。D·I·科斯蒂尔曾提到一个明显的例证，他指出：他的运动成绩最好的四个受试者，其吸氧水平较1963年报告的当时二哩世界纪录保持者唐·拉什要低，但运动成绩却都超过拉什^②。事实上，近二十年的情况是随着运动成绩的提高，有关优秀运动员最大吸氧量的报告，并未发现有相应的提高。象上述那样的例子，并不是个别的。

从六十年代以来，对不同强度工作血乳酸值的大量研究发现，在吸氧量达最高水平的不同百分率时，血乳酸的变化是不同的。研究的结果^⑩表明（图4），吸氧能力尚未达到极限时，组织有氧代谢过程即已开始衰减。组织利用氧的能力不同专项运动员各不相同，有氧供能占优势的项目，其利用氧的能力也最高。即在更高的最大吸氧量的

百分率时，乳酸才出现大幅度上升。我国也发现在不同工作强度时，血乳酸变化出现“拐点”（图5）。可以认为，拐点出现是有氧代谢开始衰减的标志。

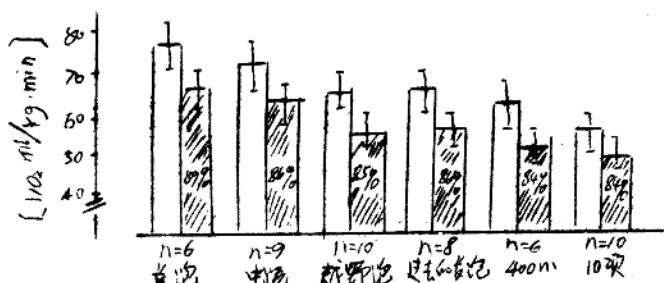


图4：不同项目运动员达到无氧阈时的最大吸氧量%

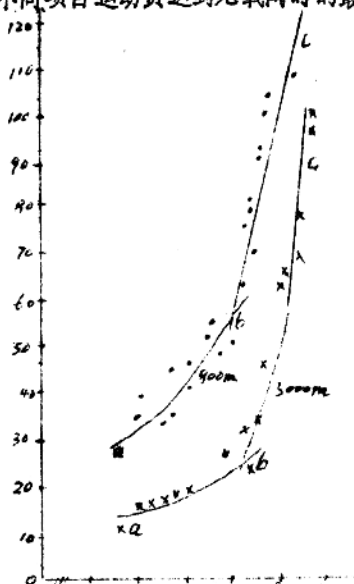


图5 800和3000米不同强度跑血乳酸变化

上述两个实验的结果说明，真正限制有氧能力的因素，在于细胞的有氧代谢能力。当有氧代谢开始衰减时，吸氧能力尚有一定贮备。由此，我们有理由把有氧能力的限制因素分为三级：即肺通气量，每分钟输出量和有氧代谢酶的活性。决定有氧能力提高最根本的因素，在于组织有氧代谢的改善。

无氧能力，主要指利用高能磷酸化合物的能力和糖元酵解供能的能力。工作时间不超过7秒的30米或60米跑后血乳酸的水平反映利用高能磷酸化合物的能力。它是发挥速度的物质基础。这种能力对中跑来说不占主要地位。因为中跑持续时间在45秒到5分钟内。主要依靠糖元酵解供能，即所谓速度耐力。

中距离跑大量乳酸的形成，使PH值降低，限制糖元酵解供能。实验证明，通过糖元无氧酵解产生乳酸的上限为1.7毫克分子/公斤体重每秒，相当于供能390卡/Kg·min。同时尚与肌糖元贮量的酵解比例有关。据研究肌糖元的贮备，仅可用于酵解供能⁽¹²⁾。然而这些研究没有进一步分析肌乳酸与血乳酸形成平衡的过程。因为，实际起限制作用的应是肌乳酸浓度。肌乳酸漏散入血，并与血乳酸趋向平衡。因此，将血乳酸作为反映肌乳酸水平的一个指标。但这一过程需要一定时间。一般在测定血乳酸时，需在运动后3至4分钟才能达到最高值。可见在运动过程中肌乳值要比运动结束后的血乳酸测定值要高。曾经研究过短距离跑的限制因素⁽¹³⁾。短时间最大强度工作达

到筋疲力尽时，骨骼肌中CP的浓度接近零，ATP浓度为安静值的60~70%。中距离跑持续时间更长强度较低，CP和ATP不可能下降到这样的水平。那么，糖元酵解能力就成为决定中距离疲劳发展的主要因素。但是，我们必须估计到肌乳酸和血乳酸建立平衡的时间因素。运动强度不同，肌乳酸生成的速率不同。达到临界值的时间不同，这就使肌肉与血液乳酸形成平衡的时间也可能不同。在800米和3000米不同强度工作时，血乳酸的变化表明：出现血乳酸大幅度升高的拐点时，血乳酸水平与跑速是不同的（表四）。不能想像不同

表四：800米和3000米血乳酸出现“拐点”时的运动强度和血乳酸浓度

距 离 (米)	跑 速 (m/sec)	血 乳 酸 (mg %)
800	5.19—5.54	50—62.5
3000	3.37—4.04	15—22.5

强度运动时血乳酸有不同的限制作用，唯一合理的解释只能是由于肌肉与血液乳酸形成平衡，是为肌乳酸的生成率达到临界值前乳酸生成的总量，以及肌肉与血液乳酸达到平衡的时间因素这样一些复杂情况所决定。在不同强度运动中血乳酸水平，可能是相同的肌乳水平的反映。阿斯马森正确指出肌肉中乳酸的临界值是决定疲劳的限制因素⁽¹³⁾。当然也不能忽视血乳酸的广泛影响。当血浆PH值降低时，首先神经元的糖酵解速率减慢，同时，也必然影响其它器官的供能过程。

综上所述，可以认为中距离无氧能力，取决于肌乳酸的浓度和血浆 P_{H} 值。机体缓冲能力的提高和对 P_{H} 值降低的耐受性的提高，将有助于提高无氧能力。

由于中距离是建立在高度的有氧和无氧能力的基础上，所以有氧和无氧能力的相互关系，理所当然地受到更大关注。

一般认为，有氧能力是无氧能力的基础，这是从两个意义上作出论断的。一是无氧代谢产生的乳酸，最终要由氧化来清除。长期来认为 $\frac{1}{3}$ 乳酸氧化，使其余 $\frac{2}{3}$ 的乳酸重新合成为糖元。然而，运动训练时，情况远非如此。运动后大量乳酸产生，并不能扩大肝脏合成糖元的能力，从而使糖元合成量增多。实验表明：训练间歇中，动态休息取清除乳酸的效果最好⁽¹⁾⁽²⁾。例如：完成1哩跑后，动态休息使血乳酸在20分钟内下降到跑后水平的11.9—30.9%；而静态休息则只降低到48.7%。这些实验材料证明运动后大量增加的血乳酸的清除主要是依靠氧化分解来实现的。作为“有氧能力是无氧能力的基础”的更重要的含义，主要应是指有氧能力使无氧供能参加的比例减少，从而使机体具有更高的供能潜力。有氧供能不仅使废物彻底氧化，释放全部贮存的能量，更有效地利用供能物质，而且有氧代谢不产生影响内环境的酸性代谢产物，以至于促使疲劳发展。这是有氧供能的优点，也是为什么机体处于稳定状态能坚持更长时间工作的原因。

在同等强度工作时，运动员虽然吸氧量相差无几，但有氧代谢的

衰竭程度是不同的，这反映在乳酸的积累上（表五）。

表五：速度为 4.47m/sec 时训练程度不同的长跑运动员的吸氧量和血乳酸

实验组	10哩成绩 (分)	最大吸氧量 (ml/Kg·min)	吸氧量 (ml/Kg·min)	最大吸氧量% (%)	血乳酸 (mm/i)
A	48.93	79.35	51.90	67.98	1.2
B	55.08	67.53	51.63	76.45	2.55
C	58.73	63.00	51.43	81.63	3.98
D	64.60	57.35	51.95	90.58	8.48

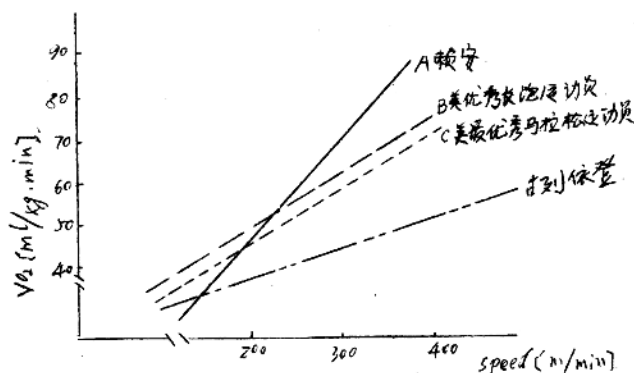


图6 赖安在不同跑速时与其他运动员吸氧量的比较

图6显示：只有最大吸氧能力的世界纪录保持者赖安，在同等级强度工作时，有更高的吸氧水平^⑦。在实验室条件下金德曼发现具有不同有氧能力的运动员血乳酸大幅度上升时的吸氧量不同（图7）^⑧。以上实验从各方面说明，具有高度有氧能力的运动员，动用无氧供能

的时间推迟，或者在同等强度的工作中，这些运动员乳酸堆积更少。

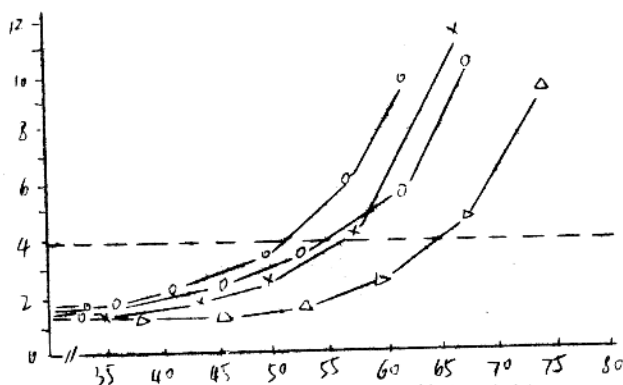


图7 不同项目运动员的无氧阈

里迪亚德提出：忍受氧债的能力是相等的，中长跑水平的提高主要在发展有氧代谢水平上^⑮，这一论点正确强调了有氧能力的重要意义。但对无氧能力的作用则估计不足。

三、三种基本训练方法掌握四个强度

训练方法多种多样，保罗 A·史密斯在其“中距离训练”^⑯一文中指出：基本的训练方法不外是：马拉松训练、法特莱克训练和间歇训练三种基本形式。

马拉松训练又称持续跑、哩程训练，或超长距离，它包括全天的跑程，对每一个运动员来说，跑程的长短应根据运动员的能力和状态来确定，可以是5哩，也可以是30哩。马拉松训练包括两个基本

的类型：即慢长距离和快长距离。两种程度的区分，可以6分钟1哩或5分30秒1哩作为标准，总之参考其最好成绩，即不同的训练水平来确定。马拉松训练主要发展有氧能力，一般安排在准备期的比重较大。

法特莱克训练，又称速度游戏，它是本世纪三十年代瑞典教练Costa Hosmer创造并命名的，它的特点是采用游戏的形式减轻运动员心理负担，并在全跑程中发挥运动员的主动积极性，由运动员自己选择速度和距离。但这种训练绝不是运动的随意跑，它是有严格规定的计划，具有足够强度，使运动员疲劳但不筋疲力尽，这种训练方法使血乳酸水平和心率降低，减轻疲劳程度。

（间歇训练，是径赛运动训练的重要方法，）自从四十年代这种训练方法逐渐为田径运动接受以来，已有很大发展，现在已成为十分严密的训练体系。它主要采用次极限强度结合适当的距离（常常是440码）和短暂的休息相交替。例如：12×440码跑62秒，缓步前进2分钟。间歇训练的核心是五个因素的调节和严密控制。这五个基本因素是：距离、强度、重复次数、间歇和间歇方式。在训练的不同阶段，要根据训练任务恰当安排距离和速度的关系。由于解决的训练任务不同，间歇训练目前已有多种变型。它最有效地提高运输氧气的 ability。

三种基本训练方法，具有不同的生理效应，在全年训练中它们分