
体育

(香港中学文凭)

第五部分：运动与训练的生理学基础



香港特别行政区政府 教育局
课程发展处 体育组

2025

(于 2025 年 8 月更新)

目录	页数
学习目标	2
词汇	3
基要概念和理论	
甲、影响运动表现的因素	6
乙、训练概念与原理	10
丙、训练法	21
丁、训练和停止训练后的效应	23
探究活动举隅	25
教师参考材料	27
学生参考材料	29
相关网址	30

学习目标

本部分旨在帮助学生认识运动表现与训练的关系，让学生了解运动训练的基本原理和效果；亦是身体锻炼和技能学习的重要其基础，对学生实践活跃及健康的生活模式（第十部分），提供了具体的原则。

预期学习成果：学生将能够

1. 举例说明影响运动表现的各种生理因素；
2. 阐述训练的基本原理和应注意事项；
3. 比较阻力训练、循环训练、持续训练与间歇训练的原理及应用，并对比它们的异同；以及
4. 分析运动训练计划的优劣，然后提出改善建议，以提高其训练效果。

词汇

用语	解释
1. 血容量 Blood volume	在身体循环流动的血量, 包含血细胞和血浆 (普通体型人士的体内血容量大约是 5 升)。
2. 心输出量 Cardiac output	心脏在一分钟所泵出的总血量, 以升 / 分钟 为单位。 心输出量 (Q) 等于心率 (HR) 及每搏输出量 (SV) 的积, 即 $Q = SV \times HR$ 。一般普通人和运动员在静息时平均心输出量均为 5 - 6 升; 但训练有素的运动员在运动时的平均心输出量可以超过 30 升, 而过着静态生活的大学生在运动时的平均心输出量只可达至 20 - 22 升。
3. 心血管适能 Cardiovascular fitness	持续运动时心脏和血管向组织输送营养及氧的能力。
4. 肌酸 Creatine	一种肌肉组织内的蛋白质, 是肌肉内的能量转换过程不可或缺的。
5. 快缩肌纤维 Fast-twitch muscle fibre	是一种肌纤维类型, 其张力可以迅速达至峰值。它具有较高的无氧代谢能力, 但易疲劳。快缩肌纤维的运动单位比慢缩肌纤维运动单位能产生更大的力量。
6. 糖原 / 肝醣 Glycogen	以碳水化合物形式储存在身体的骨骼肌及肝脏内。高分子糖原是由大量的葡萄糖分子串组而成。长时间大强度运动引起糖原耗竭 (一般超过两小时), 会引至疲劳。
7. 血红蛋白 / 血红素 Haemoglobin	红血球中携带氧的物质。
8. 遗传因素 Hereditary factor	遗传的特质透过基因代代相传。

词汇

用语	解释
9. 肌肉增大 / 肌肥大 Muscle hypertrophy	由于肌纤维增厚引致器官或身体局部的过分生长和体积增大。
10. 千卡 Kilocalorie	是能量的单位, 用于表示食物中能释放的能量或身体消耗的能量。1 千卡 (kcal) 的热量可以使 1 千克水的温度升高摄氏 1 度。
11. 乳酸阈 Lactate threshold	当运动强度达到某一负荷时, 大约是最大摄氧量的 50% – 80%, 肌肉产生的乳酸量, 超过肝脏所能清除乳酸的能力, 血乳酸浓度急剧上升的起点, 称为乳酸阈。乳酸阈水平提高意味着耐力运动表现得到提升。
12. 乳酸 Lactic acid	是激烈运动时肌糖和肝糖的代谢废物, 大量的乳酸积聚可引起短期的肌肉疼痛。
13. 线粒体 / 粒线体 Mitochondrion	线粒体的主要功能是释放能量及调节能量。
14. 肌纤维 / 肌肉纤维 Muscle fibre	人体或动物体内一条或一束纤维组织, 具有收缩、产生运动或固定人体各部分位置的功能。
15. 肌红蛋白 / 肌红素 Myoglobin	负责在肌肉内运送氧的物质。它的功能与血红蛋白相近, 亦是肌肉储备蛋白质的地方。
16. 神经脉冲传导 / 神经冲动传导 Nerve impulse conduction	是一种沿神经元传导的电生理讯号。透过这种传导方式, 讯息可以从神经系统中, 由一个神经元传送到另外一个神经元, 或从一个神经元传导到效应器官 (例如一群肌纤维)。在神经元中传递神经脉冲是遵循「全或无」定律。

词汇

用语	解释
17. 超负荷 Overload	在安排训练时, 运动强度或运动时间安排比前次训练的负荷较大时, 便称为超负荷。
18. 增强式训练 Plyometric training	是利用肌肉快速伸张和收缩的原理来增强肌肉的力量训练, 可以提高运动员的基本运动能力, 以及速度和爆发力。
19. 阻力训练 Resistance training	这种训练的目标是发展爆发力和力量。阻力训练可以用静态运动(等长训练)、动态运动(等张训练或等速训练), 或两者并用。动态运动包括重量训练(借助哑铃或健身器械, 例如各种阻力训练装置或等速肌力训练仪器)、强动或超等长训练(plyometrics)及其它形式的训练, 并可利用超负荷原理进行。
20. 慢缩肌纤维 Slow-twitch muscle fibre	是一种肌纤维类型。其特质是收缩时间相对较慢、糖酵解或无氧代谢率低、氧化能力或有氧能力高。肌纤维适宜于低爆发力、长时间的运动项目。慢缩肌纤维的线粒体密度大, 肌红蛋白含量高, 血液供应充足。
21. 每搏输出量 / 心搏量 Stroke volume	每次心跳从左心室泵出的血量, 是舒张末期血量与收缩末期血量的差别。一般而言, 一个普通成年男子静息时每搏输出量是 75 毫升, 而训练有素的运动员静息时可达至 105 毫升。
22. 亚极量负荷 / 次最大负荷 Sub-maximal workload	又称为「次等强度负荷」, 指以稍低于极量负荷进行体力活动。亚极量负荷测量常用来估计个人可承受的极量负荷。
23. 减量 Tapering	循序渐进地减少体积或数量。在体育范畴来说, 减量是指减少训练负荷, 以便在即将来临的赛事中达至最佳运动表现。
24. 运动休息比 Work to Rest ratio	运动和休息时间以分数或比例形式显示, 如训练计划中 3 分钟工作与 2 分钟休息时间, 则以 3/2 或 3:2 为表示。

基要概念和理论

甲、影响运动表现的因素

i) 心肺适能

心肺适能是指持续运动时呼吸和心血管系统向组织细胞输送氧的能力。所以，心肺适能是有氧运动的一项重要指标，例如长跑运动员普遍有很高的心肺适能。

ii) 肌肉适能

肌肉是产生动作的主要器官，所以肌肉适能与运动表现息息相关，而肌肉适能主要包括肌力和肌耐力。肌力是指一条或一组肌肉在单一次最大强度收缩时所能完成的工作量，例如田赛中掷类项目所需的肌力。肌耐力是指一条或一组肌肉进行长时期亚极量负荷的工作能力，例如在长跑比赛中，腿部肌肉所维持的肌力便是肌耐力。所以，不同类型运动的表现，都受运动员的肌肉适能高低所影响。

iii) 柔韧性

柔韧性是指运动时一个或一组关节的活动范围。良好的柔韧性可以减少受伤机会、避免运动时拉伤或扭伤肌肉，也能协助运动员发挥技术，例如体操运动员需要较高的柔韧性，以表现最佳及稳定的动作。

iv) 年龄

年龄对运动成绩有很大影响。老化会减低身体的带氧能力，故老年人比青年人对运动训练的适应和恢复能力都较弱。由 25 岁至 75 岁期间，个人的最大摄氧量 (VO_{2max}) 逐渐下降；最高心率亦大约每年递减一次。因此，可以用下列公式估计最高心率：最高心率 = $220 - \text{年龄}$ ，例如一名 25 岁运动员的最高心率大约是每分钟 195 次，而一名 60 岁男士则约为每分钟 160 次。同时，根据不同的研究亦有其他的公式可以用作估计最高心率。一般而言，最高心率下降会引致每分钟心脏输出量减少，所以年龄越大，有氧运动能力亦会越低。

由幼儿期开始，关节的柔韧性会随年龄逐渐下降，减低了肢体的可活动范围。在 20 至 30 岁期间，肌肉力量会达到颠峰，随后肌力会开始下降。其中一个原因是随着年龄增长，身体所合成的蛋白质减少，肌肉的体积也逐渐缩小，减弱了它的

工作能力。

对参与不同项目的运动员来说，他们的颠峰表现在不同的生长期出现，例如女子体操选手通常在青少年期，田径掷项运动员大都在较成熟的成年期，而马拉松选手在三十多岁时仍然有上佳的表现。

v) 性别

两性间的生理差异与运动成绩有直接的关系，以女性为例，她们有较佳的柔韧性，但也碍于生理特征的限制，影响她们的运动表现（见表 5.1）。

生理因素	女性特征	运动表现
身体结构	盘骨较宽及高翘，重心较低	减低了跳跃的能力
身体脂肪	较多	减低了运动表现
骨质密度	较低	爆发力较弱
肌肉体积	较小	
心脏体积	较小	最大摄氧量能力较低
血红蛋白含量	较少	
关节活动范围	较大	柔韧性强，较适合灵巧性的运动

表 5.1 女性生理特征和运动表现的关系

vi) 遗传

人体基因持有遗传的信息，运动成绩主要是受遗传和环境因素影响。未经训练的个人基本运动能力是由遗传因素决定，而快缩肌纤维及慢缩肌纤维数量的多寡，也是主要由遗传所决定，但同时也会因训练效果而改变。虽然我们的遗传因素是不能改变，但可透过有系统的体育锻炼来改进生理质素，例如积极进行有氧运动训练，是有助提高慢缩肌纤维的有氧代谢能力。

vii) 身体类型

一般人的体型大致可分为肥胖型、肌肉型和瘦长型，这三种体型皆受遗传所影响。个人体型对参与特定运动会有帮助，例如在耐力运动中，因能量消耗与体重成正比，过多的脂肪和肌肉均会影响表现。所以，一般参与耐力运动的选手，体重通常会较轻，属瘦长型。

身体成分是指身体脂肪与非脂肪组织（身体净体重）的比例，而身体净体重是指体重减去净脂肪的重量。能量消耗与体重成正比，身体的成分与体能活动有密切的关系。当能量摄取多于消耗时，体重便会增加；而当能量摄取少于消耗时，体重便会下降。过剩的脂肪会令体重增加，不利活动表现。恒常运动有助消除身体过剩的脂肪。

viii) 药物

禁药类型	提升运动表现的潜在作用	潜在副作用
合成代谢剂 例如：同化类固醇	促进蛋白质合成、刺激肌肉及骨骼生长。	增加患上心血管病、肝病和高血压的风险。 对心理或行为上的不良影响包括：情绪不稳、作出攻击性行为、躁狂、抑郁及药物依赖。
刺激剂（又称兴奋剂） 例如： 安非他命、可卡因	增加警觉性、减低倦意和加强运动员的竞争意欲及侵略性。	引致脱水、焦虑、失眠及心跳加速，影响协调及平衡力。 长期服用会增加患上心血管病及中风的风险。
红血球生成素（EPO）	刺激骨髓产生更多红血球，从而增加血液的带氧量，可以增加服用者的耐力及缩短受伤后的康复时间。	导致血液变稠，从而令血压上升，亦会增加患上心脏病、中风及肺栓塞的风险。
麻醉剂	增加对痛苦的忍耐以致失去察觉受伤的能力。	削弱免疫系统、心率下降及抑制呼吸系统。 失去平衡、协调及集中力。

		容易上瘾，导致严重的生理及心理依赖。
--	--	--------------------

虽然不同类型的药物对运动表现可能有所提升，但是药物对运动员身体也造成更多不良的影响；而利用药物致胜亦违反了体育精神。所以，国际奥林匹克委员会立例禁止运动员非法使用药物。

表 5.2 禁药的例子

ix) 环境

不同的环境会令人产生不同的生理反应，如在高原环境中，因氧气含量较稀薄，人体摄取氧的能力便会降低，形成高原缺氧情况；但如在高原环境生活一段时间，便会刺激身体作出反应，增加红血球数目和血红蛋白，提升人体的带氧能力。所以，有一些运动员在参与大型比赛前，会进行「高原训练」，以提升他们在竞赛中的表现。

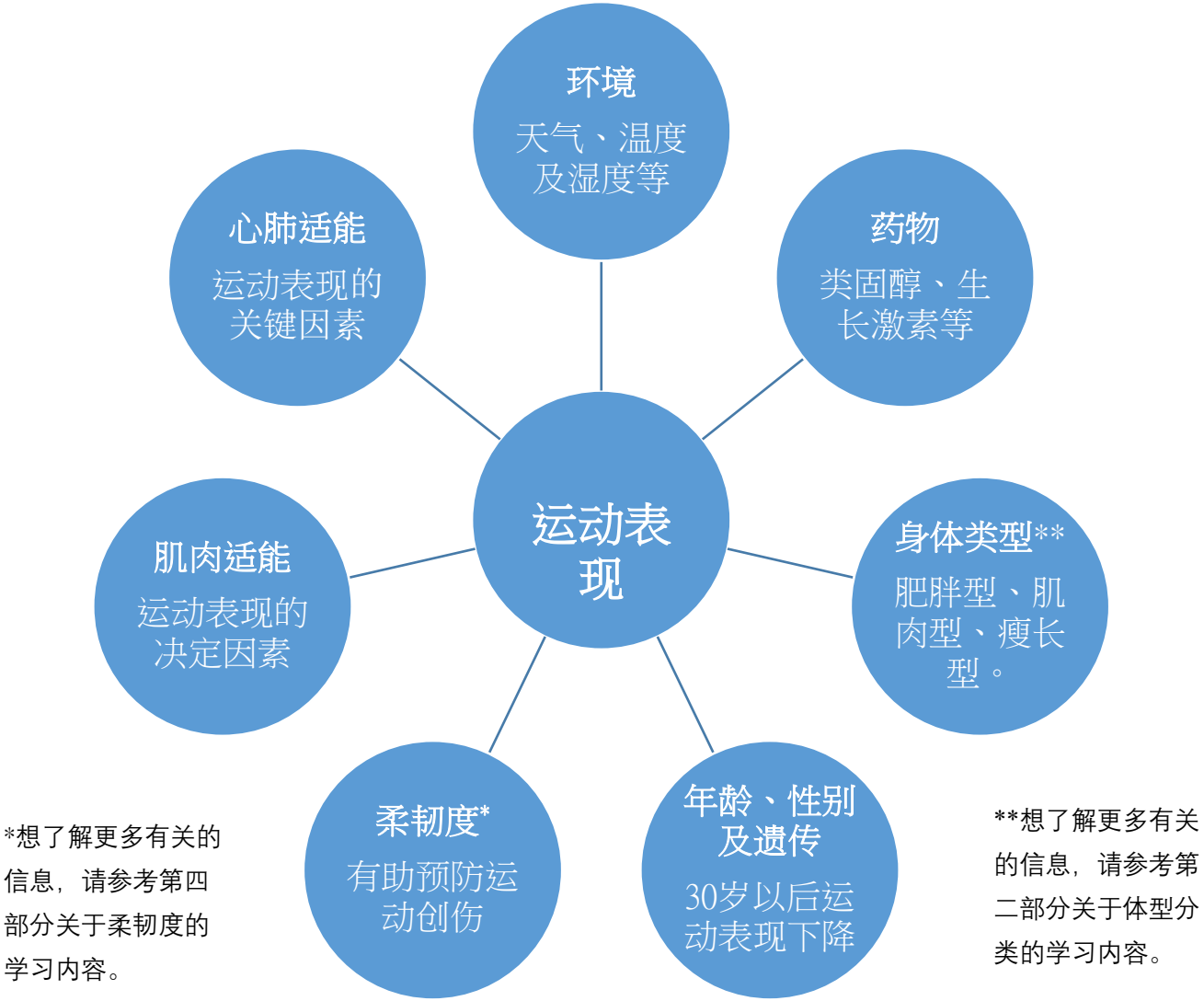


图 5.1 影响运动表现的主要因素

乙、训练概念与原理

i) 有氧运动和无氧运动的训练

● 有氧(带氧)训练

- 「有氧运动」是指长时间进行亚极量负荷的活动，例如游泳、长跑、踏单车等。进行这类活动时，运动员主要透过糖、脂肪和蛋白质的氧化提供能量；肌肉得到充分的氧供应，合成了大量的三磷酸腺苷(ATP)，同时亦产生少量乳酸。
- 增强运动员的「摄氧能力」，能有效提升「有氧运动」的表现。决定「摄氧能力」的因素包括肺的潮气量、血液的载氧能力、心脏的泵血能力和骨骼肌的代谢能力。我们通常以「最大摄氧量」(VO_{2max})作为摄氧能力的指标； VO_{2max} 数值愈高，显示心肺适能愈好。非运动员的 VO_{2max} 是 30-40 ml / kg / min (毫升/千克/分钟)；而运动员会高一点，一般是 50-60 ml / kg / min；马拉松等耐力性项目的精英运动员的 VO_{2max} 可高于 70 ml / kg / min。
- 要改善摄氧能力，训练的「目标心率」应为最大心率的 60–85%，训练的时间不少于 30 分钟。

● 无氧训练

- 「无氧运动」是指在短时间内进行的极量负荷活动。如运动时间长于 30 秒，身体便产生大量乳酸，迅速出现疲劳，令活动不能持续，例如进行 800 米跑，主要是依靠糖的无氧酵解提供能量。如运动时间少于 10 秒，身体会以 ATP-PC 能量系统提供能量，这样就不会产生大量乳酸。
- 增强运动员的「无氧能力」能有效提升「无氧运动」的表现。决定「无氧能力」的因素，包括肌肉组织无氧糖酵解的能力，以及身体缓冲及抵受乳酸的能力。
- 要改善 ATP-PC 系统，运动的时间要短，而休息时间要较长（运动休息比约为 1:3 或以上）。同时，运动的强度要大。

- 要改善无氧糖酵解系统, 运动的时间可较长 (约 1–2 分钟), 运动的强度要大, 而休息时间约为运动时间的两倍 (运动休息比约为 1:2), 以让肌肉惯于在运动时抵受较高浓度的乳酸。
- 当运动强度达到某一负荷时, 大约是最大摄氧量的 50%–80%, 肌肉产生的乳酸量, 超过肝脏所能清除乳酸的能力, 血乳酸浓度急剧上升的起点, 称为乳酸阈。乳酸阈水平提高意味着耐力运动表现得到提升(见图 5.2)。

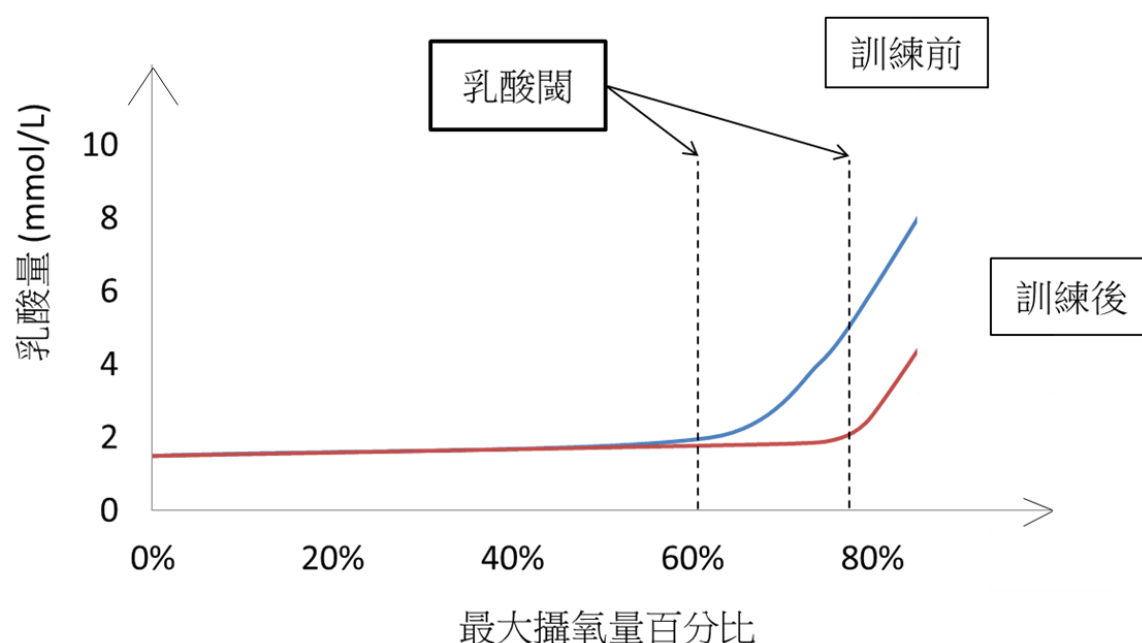


图 5.2 经过训练后乳酸阈转变的例子

ii) 训练的原则

- **专项性原则** – 训练必须对运动具针对性。专门的无氧训练, 如短跑训练, 有助提高身体的无氧适应性; 而耐力训练, 如长跑训练, 则有助提高有氧适应性。实际上, 运用专项性原则进行训练时, 还要考虑所涉及的肌肉群、肌纤维类型、动作反应、环境状况、持续的时间等。运动员应先识别在各种特定运动项目中包含的体适能成分, 其次是参与活动的主要肌肉和关节。在训练中, 应设法锻炼这些肌肉和关节, 以便在比赛中可以有效发挥其功能。在

任何训练计划中，可以控制的特定变量都必须认真考虑，以使训练更具针对性，从而获得最大的裨益。总括而言，透过专项性的训练，有助产生特定的适应能力，以达至特定的训练效果。

- **超负荷和渐进性原则** - 为提升运动表现和身体的适应性，运动员须经历某程度的训练压力和不适。透过循序渐进的负荷训练，身体会逐渐适应，并有较佳的表现。当身体适应了某个训练负荷强度，便应提高强度，让身体机能进一步提升和产生较佳的适应性。负荷训练量须循序渐进，适时监测身体对负荷的适应性，忌操之过急。
- **倒退性原则** - 当训练强度下降或停止训练时，先前训练的效果会随之而逐渐慢慢消退。事实证明，持续一段时间减少活动量，心肺适能和力量会显著下降。有研究指出，停止训练七星期后，心脏的每搏输出量及心输出量下降可达 30%，而最大摄氧量会下跌 27%。因此，运动员须透过持续训练，才可将运动表现长时间维持在高水平。
- **个别差异性原则** - 教练须明了不同的运动员对训练会产生不同的反应。个别差异的原因很多，包括体适能水平、创伤、饮食习惯、生活方式、遗传因素等。因此，教练不应坚持让同队的所有运动员，采用相同的训练方式或接受同样的训练强度。例如某学生运动员在伤愈后刚恢复训练，而另一学生则刚代表香港参赛后归队，即使他们在一起训练，但因各人的体适能状况不同，理应采用不同强度的训练计划。
- **多元化原则** - 应采用不同形式的训练方式，以免参加者感到乏味及沉闷，而亦可达至同样的预期效果。训练多元化原则有助于激发和保持运动员的兴趣，并维持他们积极的心理反应，例如安排学校的越野赛队员每月进行一次游泳训练，既可训练运动员的心肺功能，亦有助增加趣味性。

iii) 设计和进行训练时的主要考虑因素

设计一个训练计划时，通常以「FITT」—— **频次 (Frequency)**、**强度(Intensity)**、**时间 (Time)** 和**类别 (Type)** 四个方面考虑。

- **频次 (Frequency)** - 运动频次取决于训练的目的和成分。建议精英运动员每周进行 5 至 6 次训练和不超过 3 次的力量或速度训练。对于消闲活动参加者来说，每周进行 3 次，各 30 分钟的持续运动，是对健康有裨益的。不论运动频次的高低，做运动一定比不做运动好。

虽然较密的训练频次可带来较大的效益，但一天内进行多次训练，并不一定比一天只进行一次训练更有效。如果每周能进行三次耐力训练及力量训练，训练效果会更为显著。

- **强度 (Intensity)** - 运动强度取决于训练的类别，评估运动强度的标准可采用不同的方法：
 - 训练强度范围：进行训练时以目标心率为运动强度的指标。若运动员想烧脂，训练的强度应在个人最大心率的 60–65% 以内；若想提升心血管功能，训练的强度应在个人最大心率的 60–85% 以内。除了利用最高心率方法外，我们还可利用「心率储备方法」设定目标心率（见表 5.3）。

最高心率方法	心率储备方法
目标心率 = 训练负荷(百分比) × 最高心率(HR _{max})	目标心率 = [训练负荷(百分比) × 最高心率储备(HRR)] + 静息心率(HR _{rest})
最高心率(HR _{max}) : (220 - 年龄)	静息心率(HR _{rest})
心率储备(HRR) : [最高心率(HR _{max}) - 静息心率(HR _{rest})]	
例一：运动员的年龄是 20 岁，以最高心率方法，计算 70%最大负荷量。 目标心率 = 70% × 最高心率(HR _{max}) = 70% × (220 - 20) = 140 (注：训练时，运动员的心率应达每分钟 140 次)	
例二：运动员的年龄是 20 岁，静息心率是 65，以心率储备方法，计算 70%最大负荷量。 目标心率 = 70% × 心率储备(HRR) + 静息心率(HR _{rest}) = [70% × (220 - 20 - 65)] + 65 = 160 (注：训练时，运动员的心率应达每分钟 160 次)	

表 5.3 展示两种常用的目标心率设定方法

- 最大摄氧量的百分比 (VO_{2max}%) - 精英运动员常用最大摄氧量的百分比来制定训练计划。计算 VO_{2max} 后，再根据 VO_{2max} 不同百分比的强度计算运动负荷量。精英运动员的运动强度通常不低于 70%最大摄氧量。
- 呼吸交换率(RER) - 呼吸交换率用于分辨释放能量所需的能源物质。以每分钟二氧化碳(CO₂)呼出量除以氧气(O₂)吸入量，可得出呼吸交换率。当数值是 0.7，说明以脂肪为主要能量物质；当数值是 0.85，说明以脂肪和碳水化合物为能量物质；当数值是 1.0 或以上，说明以碳水化合物作为主要能源物质。运动强度越高，碳水化合物作为主要能源物质的机会越大。
- **时间 (Time)** - 为了改善心肺功能，有氧运动需要持续最少 30 分钟以上。运动的持续时间很大程度受运动强度的影响。
- **类别 (Type)** - 训练的类别与训练的专项性原则有关。对于康乐活动，有必要加入乐趣的元素，因它有助于提升参与者参与训练的次数。不同的运动项目有不同的训练模式，例如马拉松和体操就有不同的训练模式；不同的训练

目的应选择相应的模式来进行训练，例如改进心肺功能的练习，会有别于增强肌力的练习。

iv) 训练计划的策划

当运动员进行训练前，必须订立可行的目标。此外，为消闲活动参加者设计的训练计划，则必须顾及他们的个人取向和提供有趣的活动让他们选择，才可令他们持续参与。除此以外，我们也应考虑以下的重要因素：

- **饮食** - 身体运动需要燃料能源。运动前摄取充足的能源是训练的重要条件。无论是训练时还是训练后，必须补充适量的食物及饮料。
- **衣着** - 因应环境状况、训练时间、训练强度或其他情况，所选择的衣着对于运动表现有直接的影响。舒适度及透气性是重要考虑的因素。在香港，由于夏季的天气炎热及潮湿，运动时要穿着轻便和通爽的衣服，以免妨碍散热和流汗。
- **预留时间** - 要从训练计划中获取最大的裨益，个人须承诺预留充足的训练时间。
- **选择地点** - 选择训练场所亦是相当重要的，要尽可能讲求便利及合适。甄选适切的训练场所可以减少个人在训练计划执行期间中途退出的机会。
- **安全** - 训练开始时要有足够的热身活动，训练后亦应进行整理活动。热身应包括伸展活动，尤其是要伸展在训练时应用到的肢体、关节及肌肉。所有训练计划应配合个人的需要，并于训练期间编排休息时间。

v) 为不同受训者设计的训练计划

无论是要参加高水平的比赛或一般体育活动,训练的目的都是让身体机能对运动产生适应能力。为配合个别差异和不同的生长阶段,即使是相同的运动项目和比赛环境,个别运动员的训练计划亦应有所不同。

● 儿童的训练计划

儿童在 12 岁前,已经具备能力学习很多基本技巧。因此,应该让他们接触多种活动。由于儿童的专注能力较低,训练计划应该多变,以符合他们在生理、心理和兴趣上的需求。由于肌肉骨骼系统尚未成熟,青春期前不宜进行专项训练。此外,训练须重视安全、效益、满足感等因素。

由于幼儿的四肢运动速度较慢,在编排训练计划时,可针对这个特性,以便改善。儿童生长快速,而严格的训练会对他们的发育有不良的影响,所以在这段时期,不宜进行过量肌力和耐力的训练,例如重量训练及跳跃训练。

在儿童与同伴参与的训练中,必须留意伙伴的年龄和体形上的差异,避免体型悬殊。一般而言,不宜以比赛形式作为训练儿童的方法。

在适当的指导下,青春期前进行阻力训练是安全的,而且能增强肌力,但不应以极量负荷或接近极量负荷进行训练,并要由老师或教练监察训练的进度。

● 青春期的训练计划

在青春期进行训练,能快速改进健康体适能。由于肌肉发育迅速,所以在这段期间进行重量训练,最能增强肌力和肌耐力。但编排训练时,应该用低负荷及多重复次数,以策安全。

青年人在 17 至 20 岁间,摄氧能力最好,因此在这段期间,可进行带氧适能训练。青少年的训练除要顾及安全外,活动编排亦应以他们身体获益及获得满足感为主要考虑因素。

● 成年人的训练计划

经常活动可以防止衰老。肌力及心肺功能等，都会随年龄增长而衰退。因此，在编排训练计划时，应考虑年龄因素。

在进行耐力训练时，应小心计算目标心率，作为运动强度的指标。相对而言，在一星期内参加多次轻度活动，较只参加一次运动强度较大的活动来得更有效。

活动	带氧适能 ¹	肌肉性适能 ²	柔韧性、敏捷性及协调性	重量及脂肪控制 ³
健体舞	优	良	优	良
羽毛球	优	良	优	优
篮球	优	优	优	优
举重	劣	优	可	可
保龄球	劣	劣	劣	劣
骑单车	优	良	可	良
十八洞高尔夫球	劣	劣	可	可
缓步跑	优	良	劣	优
国术	良	优	优	良
投球	优	良	良	良
气功	可	可	可	可
韵律练习	良	良	优	良
足球	优	优	优	优
壁球	优	良	优	优
游泳	优	优	良	良
乒乓球	良	良	良	可
网球	良	良	良	良
排球	良	良	良	良
步行	良	可	劣	可

注：(1)带氧适能：心、肺及血液循环的机能。
(2)肌肉适能：肌力、爆发力及耐力。
(3)如有需要，须与合适的饮食控制相配合。

表 5.4 不同的运动对促进体适能的果效

● 老年人的训练计划

老年人的肌肉适能逐渐衰退，关节的活动能力亦会减弱。因此，训练的强度要

低，而轻度的阻力训练最为适合。老年人的肌耐力较弱，因此，运动时间要短，休息时间要长，才可加速恢复。

老年人的训练应以改善关节的活动能力为目标，使肌肉结实，增强肌力、柔韧性和增加血液循环。如果能以老年人最感到舒适的方法去进行训练，则效果更大。

老年人的训练计划应将不同动作串连，结合渐进和合理的活动顺序。老年人的训练计划举例如下：

1. **10 分钟的热身运动：**作用是提升体温，使心跳及血液循环逐渐加快，纾松四肢及暖和肌肉关节，以应付训练所需。
2. **15 分钟肌力和柔韧性的练习：**活动四肢、躯干的大肌群（例如：手部、大腿、背部及胸腹等）和大关节（例如：肩关节和髋关节等）。
3. **30 分钟耐力活动：**为改进心肺功能以提升力量与效率，进行最少 30 分钟的带氧活动是有效的练习，例如先急步及轻快的步行、缓步跑等，最后将速度减慢至步行，使心跳慢慢降低。
4. **5 分钟伸展活动：**进行伸展活动时，可把舒松已绷紧的肌群，并使心跳、体温及呼吸在经过训练后，逐渐回复正常。
5. **3–5 分钟的整理活动：**目的是使身心得以放松，促进恢复。

● 运动员的训练计划

设计训练计划时，应根据每项运动的特有需要而设计，而训练强度应根据运动员的个别差异而订定，例如耐力、肌力等。

现代的训练理论是以一年作为一个训练周期，并将一年分成几个不同的阶段，进行不同性质的活动。但由于近年比赛较以往频密，季节性训练的各个阶段未如以往的训练计划般明显，但是基本的通则仍可用作参考(见表 5.5 及 5.6)。将训练分为不同阶段的目的是：

1. 令运动员的表现得到最大幅的进步。(准备期、季节前期)

2. 在比赛季节时达到最高水平。(比赛期、竞赛期)
3. 促进心理休息、松弛和进行生理调整, 并保持一定的体适能水平。(过渡期、季节后期)

准备期	比赛期(初期)	比赛期(成熟期)	过渡期
肌肉适能训练, 以增强肌力、爆发力和肌耐力 (训练期为八至十星期, 每星期三次)。	肌肉适能和能量供应系统训练, 以提升专项的爆发力和速度 (根据赛期以决定训练的频次, 每星期一至三次)。	速度训练, 以高速、低阻力的练习, 以及短速跑, 来加强速度较高的专项(每星期训练一至二次)。	肌肉适能训练, 以改进专项肌力和爆发力 (训练期为八星期, 每星期三次)。
高强度能量适能训练, 包括间歇训练和短速跑(训练期为八至十星期, 每星期三次)。	无氧代谢适能和高强度环节(训练期为六至八星期, 每星期二至三次)。	练习专项比赛的技巧。	能量适能训练, 以低强度的持续性训练、法特莱克训练和间歇训练, 来改善带氧代谢能力 (训练期为八星期, 每星期两次)。
战略和技术训练。	专项运动的战略和技术训练。	经常参加比赛取代体能训练。	参与其他运动及康乐活动。练习专项的技巧和控制身体脂肪于较低水平。

表 5.5 运动的季节性训练通则

vi) 体适能及健康的一般训练守则

- 无论是运动员与否, 在接受训练之前, 均须作身体健康检查。若年龄在 35 岁以上, 并且很少参与体育活动的人士, 或身体有不适者, 应该在开始接受训练前咨询医生的意见。

- 改进体适能及健康的计划应包括体力活动、戒除陋习、营养的知识、发展健康生活习惯等。一个好的体适能训练计划，除坚守各项基本训练原则外(包括心肺耐力、柔韧性、肌力及肌耐力、身体成分)，更要尽量避免身体因训练而产生的毛病。
- 训练计划应具有趣味性、不受环境及设备的规限，而且容易定期进行。
- 训练初期，应先接受心肺耐力的训练，再渐次发展其他范畴。
- 在编排训练计划时，应考虑参加者可以付出的时间。
- 一个训练计划应包括：
 1. 10 分钟的热身活动
 2. 30 分钟的连续性大肌群活动，运动强度应要使参加者达到目标心率（发展肌力和肌耐力的活动）
 3. 10 分钟的整理活动
- 初次接受训练者及非运动员应先接受四至六星期的轻度训练，再循序渐进，逐渐增加负荷量。

一位高中学生准备于下一季即将举行的田径赛中参加 400 米跑，其训练计划如下：

- **第 1 阶段** (准备期) – **发展力量、灵活性、耐力和基本技术：** 此阶段集中发展力量和体适能。训练初期不需要过于具针对性，应集中训练大肌肉群，例如进行卧推举、大腿推蹬、肩上推举等。
- **第 2 阶段** (准备期) – **发展专项适能和提升技巧水平：** 在此阶段，专项性原则十分重要，训练目标是要发展最大摄氧量及抗疲劳能力，并以 400 米跑所需的速度进行训练。专项耐力训练包括 400 米跑(最长距离)重复练习，期间休息 2 – 3 分钟。重量训练则由集中一般大肌肉到专项肌肉，重点在速度和力量训练（高强度、低重复），并包含强动或超等长训练(Plyometrics)。
- **第 3 阶段** (比赛期) – **比赛经验累积：** 针对赛季的主要目标，累积比赛经验。由于身体仍处于对训练计划的适应期，所以还要依从超负荷和渐进原则，进行训练。

- **第4阶段** (比赛期) - **调整技术和备战**: 基于先前各个阶段的训练效果, 需调适技术和战略。更重要的是防止运动员感到「身心疲惫」及产生「过度训练」的感觉。
- **第5阶段** (比赛期) - **比赛经验累积和目标达成**: 此阶段运动员的目标是达至最佳状态。由于赛事将近, 运动员须了解「减量」的重要性, 以保持最佳比赛状态。
- **第6阶段** (过渡期) - **积极恢复, 为下季赛事筹划**: 当比赛结束, 总结训练果效, 并思考如何于下一季提升表现。

表 5.6 训练计划举隅

丙、训练法

i) 阻力训练

阻力训练有助于加强专项肌肉的力量, 可以用于各种训练途径。最普遍使用的阻力训练模式是举重。实行一套力量训练计划之前要进行测试, 量度举起一次的最大负荷, 以及重复举起十次的最大负荷。这两种最大肌力的测试, 可以量度肌肉一次收缩所能够产生的最大肌力, 以及重复十次的最大肌力。每个连续训练都应该参考自己的最大肌力, 并以最大肌力的百分率来制定举重的阻力 (即应举的重量)。根据阻力以及重复次数划分, 力量训练可分为有氧、无氧、力量、爆发力、肌肉增大等多种训练类别。在执行训练计划之前, 运动员要考虑所需的肌力类别和涉及肌肉收缩的种类, 以便得到合适的力量训练。

ii) 循环训练

循环训练是指在某个时间段, 在不同的训练站重复一连串的项目, 以充分锻炼全身各系统的机能。各训练站都会标明训练的项目, 通常因应特定的顺序进行训练, 即无氧训练、有氧训练及局部肌肉耐力训练。因应预期的训练强度及参加者的水平, 须特别注意运动与休息的比。循环训练是常用的体能训练模式, 而且适宜很多人一起参与。

iii) 持续训练

持续训练主要针对有氧供能系统。通常在持续训练中大部分肌肉群参与长时间、低强度的运动（30 分钟至两小时之间）。这类训练有助于提升身体运用有氧供能系统所释出能量的能力。持续训练的项目有缓跑、单车运动、游泳等。这类的训练没有运动专项的限制，由于活动时间长，所以特别容易造成劳损，尤其是肌肉以及关节的劳损。

iv) 间歇训练

间歇训练是高强度运动与休息间歇地进行的训练模式，并于休息时段内加插轻量或低强度活动。「运动休息比」是决定间歇训练效能的关键，需要因应训练目标和有关的供能系统而定，以下是一般常见的指引(比例)：

- **改善 ATP-PC 系统：**通常运动少于 20 秒，运动休息比是 1: 3 或以上。
- **改善乳酸能系统：**通常运动介乎 20 秒与两分钟，运动休息比是 1: 2。
- **改善有氧系统：**通常运动时间在两至五分钟，运动休息比是 1: 1。

v) 法特莱克

法特莱克是瑞典语，意即「速度游戏」，强调训练时的趣味性。主要因应个人的能力，在指定时间完成快跑（训练无氧代谢能力）及慢跑（训练有氧代谢能力）相间的训练。

训练方法	目的	训练设计
阻力训练	- 增进肌力及耐力 - 增进爆发力	发展最大肌力： - 85-95% 1RM - 重复 1-5 次为一组 - 进行 2-4 组 - 每组之间休息 4-5 分钟 发展肌耐力： - 50-75% 1RM - 重复 15-20 次为一组 - 进行 3-5 组 - 每组之间休息 30-45 秒
循环训练	- 提升有氧及无氧能力 - 提升肌耐力及肌力 - 提升爆发力	- 在不同训练站依照顺序进行运动 - 通常每次循环设有 5-15 个训练站 - 进行 3-5 个循环 - 每循环之间的休息时间，可根据参加者的特点而调整
持续训练	- 提升有氧能力	- 运动频次：每周 3-4 次

	- 提升肌耐力	- 运动强度：最大摄氧量的 70–85% - 运动时间：最低 30 分钟 - 运动类别：动用全身主要肌群的活动，例如：跑步、游泳、划船、单车运动等。
间歇训练	- 增进有氧及无氧能力 - 提升爆发力	- 包括几组大强度运动，中间设置一段休息时间 举例：一个 100 米跑运动员 - 运动间歇距离：60 米 - 休息时间：40 秒 - 运动强度：95% - 重复次数：8 次为一组 - 组数：3 组，每组之间有较长的休息时间 - 运动频次：3 次 / 周
法特莱克训练	- 提升无氧代谢能力 - 提升有氧代谢能力	举例：中距离运动员 - 热身运动：肌肉伸展及慢跑 5 分钟 - 快速跑：600 米 - 急行 5 分钟 - 100 米冲刺及 300 米慢跑相间进行 2000 米距离 - 整理活动：肌肉伸展及慢跑 2000 米

表 5.7 主要训练计划的目的及训练设计

	训练效果			
训练方法	有氧能力	无氧能力	爆发力	力量
阻力训练	✓	✓	✓✓	✓✓
循环训练	✓✓	✓	✓	✓
持续训练	✓✓	✗	✗	✗
间歇训练	✓	✓✓	✓	✓
法特莱克训练	✓	✓	✓	✓

✗：不适合；✓：适合；✓✓：非常适合。

表 5.8 不同训练方法所达至的训练效果

丁、训练和停止训练后的效应

i) 心血管系统

- 心肌增大(即心肌组织增厚)，心脏的收缩能力增强，每次泵运送到全身各系统的血流量增多；由于输送同等血量到身体组织的泵血次数减少，静息心率下降。
- 血管的收缩及舒张效率提升，肌肉内新生微血管数量增加，工作肌肉获取更

多血液供应。

- 血液水分含量增加，体内循环更加畅通无阻。
- 血液的血红蛋白含量增加，进一步提升血液运送氧分到全身各处的能力。

ii) 新陈代谢

- 线粒体的体积和数量增加，可以产生更多能量。
- 有氧酵素的数量增加，能更有效氧化及分解食物，增进肝糖及脂肪的储备量，延长运动的时间。
- 肌红蛋白含量增加，使更多氧分输送到细胞内，提升有氧供能系统的效率。
- ATP 酵素(负责分解 ATP)的活性提升，供能系统的效率得以提高。
- 糖酵解酵素的活性提升，增强身体在缺氧情况下分解肝糖的能力，延长运动的时间和推迟疲劳。
- 乳酸积累的耐受性（乳酸阈）提升，令运动员的运动耐力增强。

iii) 乳酸水平

在生产能量过程中，肌肉会产生一些代谢物—乳酸。乳酸的积聚减慢肌肉纤维的收缩，对运动表现会产生负面的影响。通过训练，可减低运动时产生乳酸的速度，并能提升运动员对乳酸的耐受性，改善运动表现。

iv) 肌肉适能

肌肉在经过训练后，肌纤维的体积便会增大，称为「肌肥大」。运动表现得以提升，除了因为肌肉组织增多外，还有更多运动神经单元参与动作，可供运用的肌肉增多，让运动表现得到提升。

v) 停止训练的效应

训练的效应会在停止训练后逐渐消退。一般来说，体适能会以等同于提升时的速率逐渐下降。有研究发现，运动员中断训练两至四周后，最大摄氧量下降 10%以上，血容量及每搏输出量下降 12%以上，以及静息心率增加 10%以上、肌糖水平下降 30%以上。要保持训练的成效，必须维持恒常训练。然而，若真有需要减少训练频次，则应尽量维持训练的强度。由于缺乏练习，肌肉的体积便会减小，称

为「肌肉萎缩」。

探究活动举隅

主题		活动
1	影响运动表现的生理因素	搜集资料： ● 就自己最有兴趣参与的运动项目，搜集高水平运动员的资料，以了解他们在颠峰状态时的生理特征(例如体适能、年龄和体型等)。 ● 了解遗传与训练的相对重要性。 ● 了解环境因素(例如温度、湿度、空气含氧量等)对运动表现的影响。 ● 了解禁药对运动表现的效应，以及对身体可能造成的伤害。
2	训练计划	搜集和分析资料： ● 学生三至五人一组，透过访问、浏览互联网、翻阅文件或书报等方法，搜集 8 至 12 个训练计划样本。

探究活动举隅

主题	活动
	- 不同的训练计划应在设计、目的、模式等各方面有所不同，才能达至最佳学习效果。 - 在训练计划样本上加上注释，说明每个训练活动的目的，例如提升有氧能力、肌肉力量、动作熟练性等。 P-I-E (策划 — 实施 — 评鉴): - 学生各自选择上述训练计划的其中一份作蓝本，为自己编制一套训练计划 (训练期为 12 星期)，并在组内传阅，听取意见。 - 训练计划内容应包括： - 长期目标 (计划结束时要达至的目标) - 短期目标 (从长期目标分拆出来的小目标；需要在计划的不同阶段中达成) - 训练日期、时间、地点和内容 - 将进行监察的运动表现和生理指标 - 训练计划定稿后，经教师同意后，便可执行。 - 学生须详细记录训练计划开始前、期间和结束后的各项变化及训练过程中所引发的反思和身体感觉，以作评鉴之用。 - 训练计划结束后，组内学生分享经验，并撰写总结报告。
3	训练效果 专题研习议题 — 训练对下列系统的影响： - 骨骼系统 - 神经系统 - 肌肉系统 - 心血管系统

探究活动举隅

主题		活动
		● 呼吸系统 ● 能量系统

教师参考数据

王鹤森等 (2015) 运动生理学 (第二版)。台湾: 新文京。

李水碧等 (译) (2016) 《体适能评估与运动处方 (2 版)》。台北市: 禾枫书局。

林贵福等 (译) (2017) 《提升运动训练水平及竞技运动表现: 速度、敏捷及反应的
运动训练法含 260 种专项运动训练课程》。台北市: 禾枫书局。

田麦久 (主编) (2006) 《运动训练学》。北京: 高等教育出版社。

全国体育院校教材委员会 (2005) 《运动生理学习题集》。北京: 人民体育。

沈剑威、阮佰仁 (2006) 《体适能基础理论》(第二版)。香港: 中国香港体适能
总会。

陈启明 (主编) (1995) 《运动医学与科学》。香港: 中文大学出版社。

傅浩坚、杨锡让 (主编) (2005) 《运动健身的科学原理》。香港: 商务印书馆。

黄玉山 (主编) (2005) 《运动处方理论与应用》。广西: 广西师范大学出版社。

邓树勋、王健、乔德才 (主编) (2005) 《运动生理学》。北京: 高等教育出版社。

中国香港体适能总会 (2017)。器械健体导师手册。香港: 中国香港体适能总会
出版。

阮佰仁, 沈剑威, 郑毓全, 许世全等 (2017)。体适能导师综合理论。香港: 中
国香港体适能总会。

林正常等 (2017) 《运动科学概论 (二版)》。台中: 华格那出版社。

Adams V., & Linke A. (2018). *Impact of exercise training on cardiovascular disease
and risk*. Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis. 1865(4):728-734. doi:
10.1016/j.bbadis.2018.08.019.

American College of Sports Medicine. (2017). *ACSM's guidelines for exercise testing
and prescription* (10th ed.). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.

- American College of Sports Medicine. (2013). *ACSM's resource manual for guidelines for exercise testing and prescription* (7th ed.). Baltimore, MD.: Lippincott Williams & Wilkins.
- Bushman, B. A. (2017). *ACSM's Complete Guide to Fitness & Health* (2nd ed.) Champaign, IL: Human Kinetics.
- Faigenbaum, A., & Westcott, W. (2015). *Youth Strength Training: A Guide for Fitness Professionals from the American Council on Exercise*. Publisher: Coaches Choice.
- Gibson, A.L., Wagner, D. R., & Heyward, V. H. (2018). *Advanced fitness assessment and exercise prescription* (8th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Haff, G. G., & Triplett, N. T. (2015). *Essentials of Strength Training and Conditioning* (4th ed). National Strength & Conditioning Association. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2019) *Physiology of Sport and Exercise* (7th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Matsuo, Tomoaki; Ohkawara, Kazunori; Seino, Satoshi; Shimojo, Nobutake; Yamada, Shin; Ohshima, Hiroshi; Tanaka, Kiyoji; Mukai, Chiaki (2012). "Cardiorespiratory fitness level correlates inversely with excess post-exercise oxygen consumption after aerobic-type interval training". BMC Research Notes. 5: 646. doi:10.1186/1756-0500-5-646
- Maughan, R.J., & Gleeson, M. (2010). *The Biochemical Basis of Sports Performance* (2nd ed.). New York: Oxford University Press.
- McArdle, W.D., Katch, F.I., & Katch, V.L. (2015). *Essentials of exercise physiology* (5th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Murray, B., & Kenney, W. L. (2016). *Practical Guide to Exercise Physiology*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Stojanović, E., Ristić, V., McMaster, D.T. et al. *Effect of Plyometric Training on Vertical Jump Performance in Female Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis*. Sports Med 47, 975–986 (2017). <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0634-6>
- Silva, A.F.; Clemente, F.M.; Lima, R.; Nikolaidis, P.T.; Rosemann, T.; Knechtle, B.

The Effect of Plyometric Training in Volleyball Players: A Systematic Review. Int. J. Environ. Res. Public Health (2019), 16, 2960.

Vernon G. Coffey and John A. Hawley. (2017). *Concurrent exercise training: do opposites distract?* *J Physiol*. 595(9): 2883–2896. doi: 10.1113/JP272270

学生参考资料

沈剑威、阮佰仁 (2006) 《体适能基础理论》(第二版)。香港：中国香港体适能总会。

阮佰仁，沈剑威，郑毓全，许世全等 (2017)。体适能导师综合理论。香港：中国香港体适能总会。

林正常等 (2017) 《运动科学概论 (二版)》。台中：华格那出版社。

陈启明 (主编) (1995) 《运动医学与科学》。香港：中文大学出版社。

傅浩坚、杨锡让 (主编) (2005) 《运动健身的科学原理》。香港：商务印书馆。

黄玉山 (主编) (2005) 《运动处方理论与应用》。广西：广西师范大学出版社。

雷雄德、林思为 (2019) 。《运动 x 营养：讲是又讲非》。一丁文化出版社，ISBN: 978-988-78157-6-1

雷雄德 (2017)。《请问雷博士：运动科学是与非》。一丁文化出版社，ISBN: 978-988-77200-6-5

American College of Sports Medicine. (2017). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (10th ed.). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.

Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2019) *Physiology of Sport and Exercise* (7th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Bushman, B.A. (2016). *ACSM's Complete Guide to Fitness & Health*(2nd ed). American College of Sports Medicine. Champaign, IL: Human Kinetics.

相关网址

1. 美国心脏病学会 (英文网页) (American College of Cardiology)
<https://www.acc.org>
2. 美国心脏协会(American Heart Association)运动指引 (英文网页)
https://www.heart.org/en/healthy-living/fitness/fitness-basics/aha-recs-for-physical-activity-in-adults?utm_source=redirect_heartorg&utm_medium=referral&utm_campaign=301
3. 澳洲体育学院 (英文网页) (Australian Institute of Sport)
<https://www.sportaus.gov.au/>
4. 佳得乐运动科学院 (英文网页) (Gatorade Sports Science Institute)
<https://www.gssiweb.org/en>
 - 训练与表现
<https://www.gssiweb.org/en/sports-science-exchange/All/training-performance>
5. 香港体育教学网
<http://www.hkpe.net/hkdsepe/>
 - 跑步训练
<http://www.tswongsir-runners.guide/>
6. 最佳表现 (英文网页) (Peak Performance)
<https://www.sportperformancebulletin.com/>
7. 运动科学(英文网页) (Sportscience)
<http://www.sportsci.org/index.html>
8. 华人运动生理及体适能学者学会
<http://www.scsepf.org/>
9. 国际田径联合会 (英文网页) (World Athletics)
<https://www.worldathletics.org/about-iaaf/documents/health-science>
10. 香港体育学院
<https://www.hksi.org.hk/tc/>
11. 香港运动禁药委员会
<http://www.antidoping.hk/zh/>