



中华人民共和国国家体育总局行业标准

TY/T 5002—2014

运动营养品功效评价程序和方法

Procedures and methods of evaluation on efficacy of sports nutrition supplements

2014 - 07 - 25 发布

2014 - 10 - 01 实施

国家体育总局 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
1.1 通则	1
1.2 改善运动耐力、肌肉力量和爆发力的运动营养品	1
1.3 补充能量与促进恢复的运动营养品	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
3.1 运动营养品	2
3.2 运动耐力	2
3.3 肌肉力量	2
3.4 肌肉爆发力	2
3.5 改善运动耐力、肌肉力量和爆发力的运动营养品	2
3.6 补充能量	2
3.7 运动后恢复	2
4 运动营养品的通用要求及分类	3
4.1 通用要求	3
4.1.1 满足相关食品标准要求	3
4.1.2 其他要求	3
4.2 分类	3
5 功效评价程序和方法	3
5.1 通则	4
5.1.1 功效评价的委托单位	4
5.1.2 评价机构	4
5.1.3 评价原则	4
5.2 改善运动耐力、肌肉力量和爆发力的运动营养品	4
5.2.1 受试志愿者与试验设计	4
5.2.2 试验前基本准备	5
5.2.3 运动测试	5
5.2.4 数据处理	7
5.2.5 结果判定	7
5.3 补充能量与促进恢复的运动营养品	8
5.3.1 受试志愿者与试验设计	8
5.3.2 试验前基本准备	8
5.3.3 运动测试	8

5.3.4 数据处理	9
5.3.5 结果判定	9
附录 A (资料性附录) 知情同意书 (书写模板)	12
附录 B (资料性附录) 优秀运动员每日能量供给推荐值	16
附录 C (资料性附录) 测试方法	17
C.1 最大摄氧量 ($V_{O_{2max}}$) 测试	17
C.2 运动耐力测试方法——评价改善运动耐力的运动营养品功效	20
C.3 指血、耳血和静脉血样品采集方法	21
C.4 全血细胞测定方法	22
C.5 血糖测定方法	22
C.6 血乳酸测定方法	22
C.7 运动中心率记录方法	22
C.8 运动中主观疲劳感觉 (RPE) 记录方法	23
C.9 呼吸交换率 (RER) 及底物氧化率 (量) 测定方法	24
C.10 俯卧撑测试方法	25
C.11 仰卧起坐测试方法	26
C.12 乳酸无氧阈和通气无氧阈测试方法	27
C.13 屈肘和伸膝力量测试方法	28
C.14 卧推/腿推蹬 (举) 测试方法	31
C.15 无氧运动能力测试——Wingate 测试方法	32
C.16 30 秒全速跑/骑行、200 米全速跑/500 米全速骑行测试方法	34
C.17 立定跳远测试方法	35
C.18 运动耐力测试方法——评价补充能量和促进恢复的运动营养品功效	36
C.19 血酮体、游离脂肪酸、血尿素 (氮)、胰岛素、皮质醇测定方法	38
附录 D (资料性附录) 受试志愿者须知	39

前 言

本标准由国家体育总局提出。

本标准由全国体育标准化技术委员会（SAC/TC456）归口。

本标准起草单位：国家体育总局运动医学研究所、北京体育大学、中国体育科学学会运动医学分会、中国体育科学学会运动生理生化分会。

本标准主要起草人：伊木清、王正珍、周丽丽、杨则宜、方子龙、陆一帆、曹建民、邱俊强、邵晶、付劲德。

引 言

本标准包括范围、规范性引用文件、术语和定义、运动营养品的通用要求及分类、不同运动营养品的功效评价程序和方法等部分组成。

在功效评价程序和方法中，我们先期将发布“改善运动耐力、肌肉力量和爆发力的运动营养品功效评价程序和方法”及“补充能量和促进恢复的运动营养品功效评价程序和方法”；以后，我们根据需要，陆续发布其他种类运动营养品的功效评价程序和方法。

本标准适用于第三方评价机构对已批准上市流通、并宣称具有某种功效的国产和进口运动营养产品进行功效评价。

运动营养品功效评价程序和方法

1 范围

本标准规定了运动营养品的定义和分类及实施功效评价的通用要求、运动营养品的功效评价程序和方法。

1.1 通则

本部分规定了运动营养品的定义和分类及实施功效评价的通用要求。

本部分适用于运动营养品的产品归类、委托人/单位需满足的条件、对评价机构的要求以及实施功效评价的基本原则。

1.2 改善运动耐力、肌肉力量和爆发力的运动营养品

本部分规定了改善运动耐力、肌肉力量和爆发力的运动营养品的功效评价程序和方法。

本部分适用于有资质的第三方评价机构对已上市流通、并声称具有改善运动耐力、肌肉力量和爆发力的运动营养品进行功效评价。

1.3 补充能量与促进恢复的运动营养品

本部分规定了补充能量与促进恢复的运动营养品的功效评价程序和方法。

本部分适用于有资质的第三方评价机构对已上市流通、并声称具有补充能量与促进恢复的运动营养品进行功效评价。

2 规范性引用文件

下列文件适用于本标准。

GB 2760 食品安全国家标准 食品添加剂使用标准

GB 13432 预包装特殊膳食用食品标签通则

GB 16740 保健（功能）食品通用标准

GB/T 24154 运动营养食品通则

GB 26687 食品安全国家标准 复配食品添加剂通则

GB 28050 食品安全国家标准 预包装食品营养标签通则

SN/T 1642 进出口预包装食品检验通则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 运动营养品 Sports nutrition supplements

对运动人体或体力活动者的特定身体机能和运动能力具有改善或调节作用的食用产品。

注：运动营养品包括但不限于宣称具有这种作用的保健食品、运动营养食品和营养（物质）补充品等。

3.2 运动耐力 Exercise endurance

机体在一定时间内或某一特定运动强度下长时间运动的能力。

3.3 肌肉力量 Skeletal muscle strength

特定肌肉或肌肉群在短时间自主收缩产生的力量。

3.4 肌肉爆发力 Skeletal muscle power

特定肌肉或肌肉群在极短时间内迅速而强有力收缩产生的最大做功能力。

3.5 改善运动耐力、肌肉力量和爆发力的运动营养品 Sports nutrition supplements improving exercise endurance, skeletal muscle strength and power

运动人体或体力活动者通过应用某种运动营养品后其运动耐力、肌肉力量和爆发力与对照组比明显改善或能维持在更好水平不下降，可视为该运动营养品具有改善运动耐力、肌肉力量和爆发力的作用。

3.6 补充能量 Refuel/energy supply

人体运动或体力活动前、中、后食用含产能营养物质（多为碳水化合物）的运动营养品，以维持或增加体内产能营养物质供给，达到维持能量代谢的目的。

3.7 运动后恢复 Recovery from exercise

人体运动或体力活动后一定时间内的生理机能和/或代谢指标及运动能力恢复到运动前正常水平的过程。恢复越接近运动前正常水平和/或恢复速度越快提示运动后恢复越好，具有该作用的运动营养品可视为具有促进恢复的作用。

4 运动营养品的通用要求及分类

4.1 通用要求

4.1.1 满足相关食品标准要求

运动营养品应满足 GB 2760、GB 26687、GB 28050、GB 13432、SN/T 1642、GB 16740、GB/T 24154 等标准中规定的食品添加剂、营养标签、保健食品功能、进口食品检验和运动营养食品等的要求。

4.1.2 其他要求

运动营养品应不以治疗疾病为目的；对运动人体不产生任何急性、亚急性和慢性危害。

4.2 分类

按照运动营养品对运动人体或体力活动者的特定身体机能和运动能力的改善或调节作用可分为以下几种。

- a) 改善运动耐力、肌肉力量和爆发力的运动营养品；
- b) 补充能量和促进恢复的运动营养品；
- c) 恢复运动性水、电解质及酸碱平衡失调的运动营养品；
- d) 改善运动性内分泌失衡的运动营养品；
- e) 预防运动性低血红蛋白的运动营养品；
- f) 增强免疫功能的运动营养品；
- g) 增强抗氧化功能的运动营养品；
- h) 减、控、增体重的运动营养品；
- i) 预防关节及软骨损伤的运动营养品。

5 功效评价程序和方法

5.1 通则

5.1.1 功效评价的委托单位

拟委托进行运动营养品功效评价的委托单位应为独立法人单位或有法人授权委托书,并提供以下资料和受试样品:

a) 资料: 受试运动营养品上市流通的相关证件、资料和报告等,包括但不限于: 生产企业法人证书、产品生产许可证书、有效的违禁药检测报告、有效的卫生学检验报告、有效的保健食品安全性毒理学试验报告、进口食品上市流通批准证书、标签及使用说明、配方及其功效成分或标志性成分的说明或研究测试(分析检测)报告、分析测试方法及其参考文献等。

b) 受试样品: 足量的合格产品为试验样品, 剩余保质期应在半年以上; 同时提供在外观、物理性状上与受试样品类似、但不含主要功效成分的足量受试对照样品。

5.1.2 评价机构

应为行业认定的具备功效检验资质的第三方评价机构。

5.1.3 评价原则

功效评价的基本原则包括:

- a) 理论依据充分、配方合理且不含违禁添加成分的运动营养品方可进入后续评价程序。
- b) 在获得伦理委员会的批准函后, 并在保证食用安全的前提下, 选择运动人体试食试验。
- c) 人体试验必须遵守《赫尔辛基宣言》的要求, 保证对受试志愿者的健康不造成损害。
- d) 选择成年健康人体为受试志愿者, 所需例数应满足统计效力要求, 一般在 20~30 人。入选前需进行健康检查, 入选后需签订《知情同意书》(书写模板见附录 A)。
- e) 采用自身对照交叉试验设计或成组设计、单盲或双盲方法试食受试运动营养品和对照品, 食用方法根据运动营养品说明书确定。
- f) 试验过程及测试方法科学, 测试结果准确、可靠, 统计分析方法合理。
- g) 评价结论客观、公正。

5.2 改善运动耐力、肌肉力量和爆发力的运动营养品

5.2.1 受试志愿者与试验设计

选择同一运动项目、同一性别(或男女各半)及相近年龄段的健康成年人(声称应用于运动员人群的运动营养品进行功效评价时, 应募集二级以上运动员作为受试志愿者), 采用自身对照、交

又设计方法进行试食试验，根据运动营养品中主要功效成分的作用确定交叉食用之间的清洗期，至少 2 周。

5.2.2 试验前基本准备

5.2.2.1 最大摄氧量测试

最大摄氧量 (VO_{2max}) 测试 (附录 C.1) 在每次开始试食运动营养品/对照品前 1~2 周进行 (即在试食前及交叉食用前 1 周的清洗期内各进行 1 次 VO_{2max} 测试)，并以 VO_{2max} 测试结果确定食用该营养品/对照品前后正式运动测试的运动强度。

5.2.2.2 饮食

按照受试志愿者的体重、运动项目计算每天能量摄入 (参考能量供给推荐值，附录 B)，并按碳水化合物 60%、蛋白质 15%、脂肪 25% 的能量供给比例配伍 3 天的饮食。除测试方法中的特别提示外，测试前一天 21:00 后禁食，测试当天空腹到测试实验室报到。

5.2.2.3 训练

受试志愿者在测试前 2~3 天内需采用运动方式与前期一致的中等以下运动强度和运动量进行训练。测试前 1 天，停止训练。

5.2.2.4 食用方法

原则上，受试志愿者按说明书推荐的方法食用受试运动营养品 (试验组) 和对照品 (对照组) (可为运动测试时一次性食用，亦可食用一段时间后再进行运动测试，或两种食用方法结合应用)。对推荐食用方法不合理的或不能确定时，由功效评价试验负责人与委托单位商定食用方法，并由委托单位签字盖章。

5.2.3 运动测试

分别在食用受试运动营养品和对照品的前、后及其交叉食用前、后共进行 4 次测试；若只需观察受试志愿者一次性食用受试运动营养品的功效，试验组和对照组在交叉食用前、后各进行 1 次运动测试。

测试前，测试者需向受试志愿者详细说明运动测试的基本注意事项 (附录 D)。

不同运动测试前的准备和注意事项见附录 C 相关测试方法中。

按照功效评价内容分别选择以下测试。

5.2.3.1 运动耐力测试

运动耐力测试包括整体运动耐力测试、特定肌肉 (群) 运动耐力测试及乳酸无氧阈/通气无氧

阈测试。

5.2.3.1.1 整体运动耐力测试

采用推荐的测试方法（附录 C.2）进行。在跑台和功率自行车上测试任选一种。

评价指标：全力跑步 2 千米/骑行 5 千米的时间、或者全力跑步 5 分钟/全力骑行 10 分钟的距离；安静血红蛋白及红细胞数；各时间点血糖；各时间点血乳酸；各时间点心率或运动全程平均心率及运动后 15 分钟恢复期的心率；运动中主观疲劳感觉（RPE）（附录 C.8）；运动中呼吸交换率及其底物氧化率（量）。

5.2.3.1.2 肌肉耐力测试

采用推荐的测试方法进行俯卧撑（附录 C.10）和仰卧起坐（附录 C.11）测试；也可选择抗阻训练设备采用卧推测试方法测试上肢和胸背部肌肉群的运动耐力（附录 C.10）。

评价指标：按 25 次/分钟的频率进行俯卧撑持续的时间；按 30 次/分钟的频率进行仰卧起坐持续的时间。

5.2.3.1.3 乳酸无氧阈/通气无氧阈

对宣称可减少乳酸堆积、调节乳酸无氧阈的运动营养品可在受试志愿者食用该运动营养品前、后测试乳酸无氧阈和通气无氧阈（附录 C.12）。

评价指标：乳酸无氧阈和通气无氧阈对应的运动强度（心率和功率）。

5.2.3.2 肌肉力量和爆发力测试

5.2.3.2.1 屈肘/伸膝力量

按推荐的方法测试（附录 C.13）。

评价指标：最大力矩（牛米）/力量（牛顿）。

5.2.3.2.2 卧推/腿推蹬（举）

按推荐的方法进行 2 种测试（附录 C.14）。

评价指标：卧推/腿推蹬（举）的重量（千克）。

5.2.3.2.3 无氧做功能力/爆发力

选择 Wingate 试验（附录 C.15）、30 秒全速跑/骑行、200 米全速跑/500 米全速骑行（附录 C.16）中的一种进行测试。

评价指标：无氧功峰值（瓦）及疲劳指数；30 秒全速跑/骑行的距离或总功率输出（米或瓦）；200 米全速跑或 500 米全速骑行的时间（分钟）。

5.2.3.2.4 立定跳远

按推荐的方法进行测试（附录 C.17）。

评价指标：立定跳远的距离（米）。

5.2.4 数据处理

合并实验组和对照组交叉前后的数据进行统计分析。以食用运动营养品后和对照品后的测试数值分别减去各自食用前的数值，然后计算平均值，均值若符合正态分布且方差齐，再选择参数统计进行两组间均数比较，统计学方法采用 t 检验或方差分析。若不符合正态分布或方差不齐，可进行数据转换后再进行两组间比较。如仍不满足正态分布或方差齐性的要求，可选择进行非参数统计。

统计显著水平为 $P < 0.05$ ； $0.05 < P < 0.1$ 可视为趋势性改变。

5.2.5 结果判定

5.2.5.1 原则与评价结论

结合专业知识，综合分析各项指标测试结果后判定该运动营养品是否具有改善运动耐力、肌肉力量和爆发力的功效。

评价结论分为：改善、改善趋势、无改善。

5.2.5.2 肌肉耐力测试结果的评价

a) 改善

4 项肌肉耐力指标中 2 项及 2 项以上改善；血糖、血乳酸、红细胞数、血红蛋白、心率、RPE 等指标超半数改善。

b) 改善趋势

4 项肌肉耐力指标中 1 项改善或 2 项及 2 项以上有改善趋势；血糖、血乳酸、红细胞数和血红蛋白、心率、RPE 指标 1~2 项改善或超半数有改善趋势。

c) 无改善

4 项肌肉耐力指标中 1 项以下有改善趋势或全部无改善；血糖、血乳酸、红细胞数和血红蛋白、心率、RPE 指标 1~2 项以下有改善趋势或全部无改善。

5.2.5.3 肌肉力量和爆发力测试结果的评价

a) 改善

4 项肌肉力量和爆发力指标中 2 项及 2 项以上改善。

b) 改善趋势

4 项肌肉力量和爆发力指标中 1 项及 1 项以下改善, 或 2 项及 2 项以上有改善趋势。

c) 无改善

4 项肌肉力量和爆发力指标中 1 项以下有改善趋势或全部无改善。

5.3 补充能量与促进恢复的运动营养品

5.3.1 受试志愿者与试验设计

选择同一运动项目、同一性别(或男女各半)和相近年龄段的健康成年人(声称应用于运动员人群的运动营养品进行功效评价时, 应募集二级以上运动员为受试志愿者), 随机分为试验组和对照组, 分别食用受试运动营养品和对照品进行试食试验。

5.3.2 试验前基本准备

5.3.2.1 最大摄氧量(VO_{2max})测试

采用附录 C.1 的方法进行测试, 在每次开始食用运动营养品/对照品前 1~2 周进行, 并以 VO_{2max} 测试结果确定正式运动测试中的运动强度。

5.3.2.2 饮食

按照受试志愿者的体重、运动项目计算每天能量摄入(参考能量供给推荐值, 附录 B), 并按碳水化合物 60%、蛋白质 15%、脂肪 25%的能量供给比例配伍 3 天的饮食。除测试方法中特别提示外, 测试前一天 21:00 后禁食, 测试当天空腹来到测试实验室报到。

5.3.2.3 训练

受试志愿者在测试前 2~3 天内仅采用运动方式和持续时间一致的中等以下强度进行训练。测试前 1 天, 停止训练。

5.3.2.4 食用方法

原则上, 按说明书推荐的方法食用受试运动营养品(试验组)和对照品(对照组)(可为运动测试时一次性食用, 亦可食用一段时间后再进行运动测试, 或两种食用方法结合应用)。对推荐食用方法不合理的或不能确定时, 由运动营养品功效评价试验负责人与样品委托人/委托单位商定食用方法, 并由委托人/委托单位签字盖章。

5.3.3 运动测试

食用时间较长时, 可分别在食用受试运动营养品和对照品前、后共进行 2 次测试; 若只观察受试志愿者一次性食用受试运动营养品的功效, 试验组和对照组只需进行一次运动测试。跑台或功率

自行车上测试任选一种。

测试前，测试者需向受试志愿者详细说明运动测试基本注意事项（附录 D）。

不同运动测试前的准备和注意事项见附录 C 相关测试方法。

按推荐的运动测试方法（附录 C.18）进行测试。在评价受试营养品是否具有促进恢复的功效时，需在第一次全力跑步/骑行后 4 小时再进行第二次全力跑步/骑行运动测试。

评价指标：全力跑步 2 千米/骑行 5 千米的时间，或者全力跑步 5 分钟/骑行 10 分钟的距离；各时间点血糖；各时间点血乳酸；运动中 RPE；各时间点血液乙酰乙酸、 β -羟基丁酸、游离脂肪酸、尿素（氮）水平、胰岛素、皮质醇水平和全血白细胞计数；运动中呼吸交换率及底物氧化率（量）；运动中和运动后 15 钟恢复期的心率。

5.3.4 数据处理

分别计算各指标两组食用运动营养品和对照品前、后的平均值，然后进行组间比较。统计学方法采用独立样本 T 检验或方差分析。统计显著水平为 $P < 0.05$ ； $0.05 < P < 0.1$ 可视为趋势性改变。

5.3.5 结果判定

5.3.5.1 原则与评价结论

结合专业知识，综合分析各项指标测试结果后判定该运动营养品是否具有补充能量和促进恢复的功效。

评价结论分为：改善、改善趋势、无改善。

注意：对以补充脂肪或蛋白质为主的运动营养品宣称具有补充能量的功效时，在分析与脂肪和蛋白质代谢相关的指标结果的意义时应与主要以补充碳水化合物（糖）为主的测试结果的意义进行比较并合理判断。

5.3.5.2 补充能量结果的评价

a) 改善

全力跑步 2 千米/骑行 5 千米的时间、5 分钟全力跑步/骑行的距离至少有改善趋势；

血糖、血乳酸改善；

各时间点乙酰乙酸、 β -羟基丁酸、游离脂肪酸、尿素（氮）水平、胰岛素、皮质醇水平和全血白细胞计数等指标半数以上有改善；

运动中 RPE 至少有改善趋势；

运动中呼吸交换率及底物氧化至少有改善趋势；

运动中心率和运动后恢复心率至少有改善趋势。

b) 改善趋势

全力跑步 2 千米/骑行 5 千米的时间或 5 分钟全力跑步或骑行的距离无改变或有改善趋势；

血糖和血乳酸有改善趋势；

各时间点乙酰乙酸、 β -羟基丁酸、游离脂肪酸、尿素（氮）水平、胰岛素、皮质醇水平和全血白细胞计数等指标半数以上有改善趋势甚至改善；

运动中 RPE 有改善趋势；

运动中呼吸交换率及底物氧化或有改善趋势；

运动中心率和运动后恢复心率或有改善趋势。

c) 无改善

全力跑步 2 千米或骑行 10 千米的时间或 20 分钟全力跑步/骑行的距离无改变；血糖和血乳酸无改变；

各时间点乙酰乙酸、 β -羟基丁酸、游离脂肪酸、尿素（氮）水平、胰岛素、皮质醇水平和全血白细胞计数等指标半数以上无改变或仅半数以下有改善趋势；

运动中 RPE 无改变或有改善趋势；

运动中呼吸交换率及底物氧化无改变或有改善趋势；

运动中心率和运动后恢复心率无改变或有改善趋势。

5.3.5.3 促进恢复结果的评价

a) 改善

第二次全力跑步 2 千米/骑行 5 千米的时间或 5 分钟全力跑步/10 分钟全力骑行的距离至少有改善趋势；

首次和第二次全力跑（骑行）后血糖及血乳酸改善；

第二次全力跑（骑行）前、后的血乙酰乙酸、 β -羟基丁酸、游离脂肪酸、尿素（氮）水平、胰岛素、皮质醇水平和全血白细胞计数等指标半数以上改善；

运动中 RPE 有改善趋势；

运动中呼吸交换率及底物氧化有改善趋势；

运动中心率和运动后恢复心率有改善趋势。

b) 改善趋势

第二次全力跑步 2 千米/骑行 5 千米的时间或 5 分钟全力跑步/10 分钟全力骑行的距离无改善或有改善趋势；

首次和第二次全力跑（骑行）后血糖及血乳酸有改善趋势；

第二次全力跑（骑行）前、后的血乙酰乙酸、 β -羟基丁酸、游离脂肪酸、尿素（氮）水平、胰岛素、皮质醇水平和全血白细胞计数等指标半数以上有改善趋势；

运动中 RPE 有改善趋势；

运动中呼吸交换率及底物氧化或有改善趋势；

运动中心率和运动后恢复心率或有改善趋势。

c) 无改善

第二次全力跑步 2 千米/骑行 5 千米的时间或 5 分钟全力跑步/10 分钟全力骑行的距离无改变；首次和第二次全力跑（骑行）后血糖及血乳酸无改变；

第二次全力跑（骑行）前、后的血乙酰乙酸、 β -羟基丁酸、游离脂肪酸、尿素（氮）水平、胰岛素、皮质醇水平和全血白细胞计数等指标半数以上无改善或仅半数以下有改善趋势；

运动中 RPE 无改变或有改善趋势；

运动中呼吸交换率及底物氧化无改变或有改善趋势；

运动中心率和运动后恢复心率无改变或有改善趋势。

AA

附 录 A
(资料性附录)
知情同意书(书写模板)

第一部分 知情部分

1. 项目的介绍

- 项目名称、研究者、申办者、撰写版本号或日期。
- 声明受试志愿者参加的项目是一个试验性研究工作。
- 阐明试验的目的。
- 描述试验的次数、过程。
- 说明试验中受试志愿者将参与的时间和期限。
- 试验期间的注意事项。
- 入选标准/排除标准。
- 说明分组情况,阐明受试志愿者可能分配至安慰剂组。

2. 说明参与本试验可能带来的益处

- 试验对受试志愿者本人的益处。
- 试验对社会群体的益处。

3. 试验给受试志愿者可能带来的不适和风险

- 使用试验用营养品可能带来的不适。
- 参加试验本身可能的风险。

4. 阐明试验过程中出现紧急情况时可采取的处理措施。

5. 应说明试验的保密性,受试志愿者的记录将被妥善保管,作保密处理,但同时也应告知受试志愿者资料有可能会接受有关部门(伦理委员会、食品药品监督管理局)的监察,但不得对外披露其内容。

6. 明确试验过程中联系医生的姓名和联系办法，他将回答受试志愿者所有关于试验的问题，并能当受试志愿者出现紧急情况时及时联系。
7. 阐明受试志愿者的权利（自由参加和退出、知情、同意），参加试验是自愿的，即使中途退出试验也不会有权益上的损失。
8. 试验者或指定的试验人员将对受试志愿者作详细说明，以使其充分了解以上内容，给受试志愿者充分时间考虑并作出是否参加试验的决定。
9. 说明在发现受试产品预期以外的影响，有必要对知情同意书相关内容进行修改，并经受试志愿者或其法定代理人重新签名确认。
10. 说明因受试产品原因造成受试志愿者损害，研究者或申办者应当给予受试志愿者相应的补偿或赔偿，例如交通、误工、保险及发生风险时的赔偿费用（所支付的费用额度不应成为促使受试志愿者做出参加试验决定的诱因）。

该试验方案经×××伦理委员会批准实施，试验过程中有任何违反试验方案的情况，受试志愿者可以直接向×××伦理委员会咨询。

（联系电话：××××××××）

第二部分 同意部分

1. 我已认真阅读该知情同意书，研究人员已经向我做了详尽说明并解答了我的问题，我已充分知晓以上内容，同意参加试验。

受试志愿者签字(印刷体)

(手写体)

日期

受试志愿者法定代理人签字(必要时)

(印刷体)

(手写体)

日期

2. 我或我的试验人员已向该受试志愿者充分解释和说明了本试验的目的、操作过程以及受试志愿者参加该试验可能存在的风险和潜在的利益，并满意地回答了受试志愿者的所有有关问题。

主要试验者或试验者指定的试验人员(对受试志愿者进行告知者)

签名

(印刷体)

(手写体)

日期

第三部分 伦理委员会对知情同意书撰写的一般要求

1. 科学、医学和法律词汇要明确准确，前后一致；
2. 语句短小精炼，避免长句；
3. 段落短小，观点明确；
4. 尽量使用陈述句，人称代词应该明确身份；
5. 使用清晰易读的字体打印；
6. 内容使用的语言应该简明易懂，具有可读性，一般应适合初中毕业者的阅读能力；
7. 避免使用简写字或首字母缩写的词汇；
8. 避免使用笔画多的字；
9. 避免使用有开脱试验者或试验机构责任的语言；

10. 参加试验的受试者称为“受试志愿者”，不称“病人”或“患者”；知情同意书中的所有“临床试验”应称为“临床研究”、“试食试验”、“探索研究”等。
11. 人体试验必须符合《赫尔辛基宣言》。

BB

附 录 B
(资料性附录)
优秀运动员每日能量供给推荐值

下表摘自“关于印发《优秀运动员身体机能评定标准》、《优秀运动员营养评价标准及干预指南》（征求意见稿）的通知”，国家体育总局体科字[2004] 120号。

中国优秀运动员每日热能供给推荐值

分级	项目（运动员平均体重 65 千克）	热能需要量(千卡)(平均值)
1	棋牌类	2000~2800(2400)
2	跳水， 射击 (女)， 射箭 (女)， 体操 (女)， 垒球。	2200~3200(2700)
3	体操 (男)， 武术(女)，乒乓球， 羽毛球，短跑 (女)， 跳远(女)， 跳高，举重 (<75 千克)，网球，手球，花样游泳，击剑，射箭 (男)，速度滑冰，柔道(女)	2700~4200(3500)
4	花样滑冰 (男)，中长跑，短跑 (男)，跳远 (男)，竞走，登山， 射击 (男)，球类 (篮球、排球、足球、冰球、水球、棒球、曲 棍球)，游泳 (短距离)，高山滑雪，赛艇，皮划艇，自行车 (场 地)，摩托车，柔道 (男)，拳击，投掷 (女)，沙滩排球 (女)， 现代五项，武术 (男)，越野滑雪，举重 (75 千克以上)，马拉 松	3700~4700(4200)
5	游泳 (长距离)，摔跤，公路自行车，橄榄球，投掷 (男)，沙 滩排球 (男)，铁人三项	4700 及以上(4700)

备注：

a) 运动员一日总热能消耗量的个体差异很大，严格确定其推荐值可采用以下方法：在运动员体重相对稳定的情况下，进行为期3~5天的称重法营养调查，计算的热能摄入值加减10%，所得的能量摄入范围即为该运动员一日总热能供给推荐值；

b) 某些运动项目未包括在上表中，可以相近项目的推荐值代替；

c) 若拟按体重计算运动员热能需要量，可以热能需要量的平均值除平均体重得到的单位体重热能需要量作为推荐值。

C

附录 C

(资料性附录)

测试方法

附录C为本标准推荐的19种测试方法（包括引用参考文献和操作说明书的方法），供参考。

每种测试方法包括指标简介、主要测试设备、测试步骤、注意事项等。

C.1 最大摄氧量（ VO_{2max} ）测试

C.1.1 指标简介

最大摄氧量（ VO_{2max} ）是指单位时间内运输到活动肌肉而被肌肉所利用的最大氧量，反映机体摄入氧、运输氧和利用氧的最大能力，是评价机体心肺功能和有氧工作能力的有效指标。

常用的测定 VO_{2max} 的方法有直接法和间接法。前者是指受试志愿者利用运动跑台、功率自行车、台阶或手摇功率计等进行递增负荷运动试验，使用气体分析仪直接分析呼吸气体的方法。目前多以逐口气体分析（breath by breath）的设备进行测试。

本方法采用直接法测试。

C.1.2 主要测试设备

心肺功能测试仪、功率自行车或运动跑台、遥测心率表、乳酸测定仪或手持式乳酸测定仪（条件具备时）、血压计。

C.1.3 测试步骤

C.1.3.1 测试前准备

a) 受试志愿者应在正式测试前几天熟悉测试环境和测试仪器设备等，并在拟用的测试设备上按测试程序进行试测试，以熟悉测试流程。

b) 测试前1天避免大强度运动。

c) 测试前2小时正常进餐。

d) 受试志愿者测试当天到实验室报到，安静休息5~10分钟，测量身高、体重、安静心率和血压，然后开始正式测试。

e) 测试前，操作者向受试志愿者介绍整个测试过程，对受试志愿者提出测试过程中的一些要求。

f) 室内空气必须保持清新（具备换气设备），实验室温度和湿度相对恒定，温度19℃~21℃，相对湿度40%~60%。

g) 气体分析装置使用前必须充分预热、应用标准空气校准和流量校准，顺利通过校准方能开始测试，各种功能必须处于正常工作状态。

h) 受试志愿者在正式试验开始前应进行5~10分钟的准备活动。

i) 根据受试志愿者个体情况选择合适的面罩。

j) 调整好功率自行车把手和座位的高度以适合受试志愿者测试体位。

k) 戴好面罩和心率遥测仪表带后，进入预测试，观察监视屏通气量、氧耗量、心率和呼吸商等指标是否在正常范围内，否则调整面罩和表带直至正常方能开始正式测试。

C.1.3.2 负荷方案

根据受试志愿者运动能力差别设计起始负荷和递增负荷方案，本测定采用每分钟递增一级负荷的方案。一般情况下，受试志愿者在12分钟以内出现 VO_{2max} 的负荷方案较佳。

a) 功率自行车测试方案

序号	时间（分钟）	转速（转/分钟）	阻力（瓦）（男）	阻力（瓦）（女）
1	1	60	50	50
2	1	60	100	100
3	1	60	125	120
4	1	60	150	140
5	1	60	175	160
6	1	60	200	180
7	1	60	225	200
8	1	60	250	220
9	1	60	275	240
10	1	60	300	260
11	1	60	325	280
12	1	60	350	300
注：以上负荷方案可根据受试志愿者的实际运动能力进行适当调整。				

b) 运动跑台负荷方案

序号	时间（分钟）	坡度（%）	速度（千米/小时）（男）	速度（千米/小时）（女）
1	2	0	8.0	6.0
2	2	0	8.8	6.6
3	1	0	9.6	7.2

4	1	1	10.4	7.8
5	1	1	11.2	8.4
6	1	1	12.0	9.0
7	1	2	12.8	9.6
8	1	2	13.6	10.2
9	1	2	14.4	10.8
10	1	3	15.2	11.4
11	1	3	16.0	12.0
12	1	3	16.8	12.6
注：以上负荷方案可根据受试志愿者的实际运动能力适当调整。				

C.1.3.3 最大摄氧量 (VO_{2max}) 判定标准

VO_{2max} 出现的判定标准：

- a) 出现 VO_2 平台（两次呼吸间 VO_2 相差 <150 毫升/分钟或2毫升/分钟/千克）；
- b) 最大心率（ HR_{max} ）达到理论预测心率的95%（ $HR_{max}=220-$ 年龄）；
- c) 呼吸交换率（ RER ） >1.1 ；
- d) 血乳酸 ≥ 8.0 毫摩尔/升（有条件时）。

当前三种情况中任何两种情况出现时可确定为 VO_{2max} 。如果 VO_{2max} 未出现而受试志愿者已达精疲力竭程度，不能坚持原有的运动强度，继续运动时 VO_2 出现下降，则取最大值作为 VO_{2max} 。

C.1.4 测试指标

- a) VO_{2max} ：毫升/分钟/千克。
- b) VO_{2max} 对应的负荷（瓦或千米/小时）、心率。

C.1.5 注意事项

C.1.5.1 使用仪器设备的要求

本测试方法的负荷设备为功率自行车或运动跑台任选一种。负荷工具采用标准化设备，应定期进行检定和校准。

C.1.5.2 测试的要求

- a) 测试不应成对进行，以免相互干扰。
- b) 测试应在安静不受干扰的实验室进行。
- c) 测试中应使用标准的鼓励方法鼓励受试志愿者坚持测试。

d) 测试中给受试志愿者的反馈信息要少，测试中不应让受试志愿者看到显示屏的心率、输出功率、速度、距离和运动时间等，以免影响受试志愿者主观感受。

e) 测试中应密切注意受试志愿者表现，随时询问受试志愿者感受，如出现大汗淋漓、心率过快或心律失常应及时处理甚至停止测试。

f) VO_{2max} 测试最常见的问题是漏气和表带心率发射信号异常。测试人员应随时观察监控屏幕，了解各种设备是否工作正常，尤其是观察心率表发射带是否滑落或接触不良，观察采气面罩是否漏气等。随时擦拭汗液，以免堵塞采气系统。

g) 每次测试后应彻底清洗面罩和流量计涡轮。

h) 受试志愿者应穿着较宽松的衣服和合适的运动鞋，避免穿厚重或过紧的衣服和皮鞋或高跟鞋。

C.2 运动耐力测试方法——评价改善运动耐力的运动营养品功效

C.2.1 指标简介

运动耐力是指运动机体在一定时间内或某一特定运动强度下持续运动的能力，其强弱既取决于参与运动的骨骼肌（群）的生理、生化与代谢机能和利用氧的能力，还取决于心血管系统的供血供氧能力和血液系统的输氧能力。

本测试方法利用功率自行车或运动跑台，通过约2小时的恒定强度的稳态运动、紧接着进行竭尽全力的运动能力测试，同时测试某些生理生化指标。

C.2.2 主要测试设备

心肺功能测试仪、功率自行车或运动跑台、遥测心率表、乳酸测定仪或手持式乳酸测定仪、手持式血糖仪、全自动生化分析仪、免疫化学发光分析仪、全自动血细胞分析仪、血压计。

C.2.3 测试步骤

C.2.3.1 测试前准备

a) 运动前计算好运动中补充受试营养品的时间和补充量，并准备好拟补充的运动营养品待用。

b) 测试前，采安静静脉血（附录C.3）进行全血细胞和血红蛋白测定（附录C.4）。

c) 同前C.1的测试前准备。

C.2.3.2 负荷方案、正式测试及样品采集

a) 稳态运动~120分钟：根据受试志愿者个体 VO_{2max} 值,设定稳态运动期间的强度值（约50%~60% VO_{2max} 对应的跑速或阻力），并以此运动强度运动~120分钟（根据实际运动能力确定运动时间，耐力能力好的骑行时间可长）。稳态运动期间每隔20分钟采气5分钟进行气体交换分析。

b) 放松5~10分钟：排尿，准备全力跑步/骑行能力测试。

c) 全力跑步2千米/骑行5千米、或者全力跑步5分钟/骑行10分钟，记录跑步/骑行的时间或距离。全力跑步/骑行期间不用采气进行气体交换分析，但需用Polar心率表记录心率。

d) 记录运动中和运动后15分钟恢复期的心率（附录C.7）及运动中RPE（附录C.8）。

e) 运动中30、60、90和120分钟（即稳态运动~120分钟后即刻）采指血或耳血（附录C.3）测定血糖（附录C.5）和血乳酸（附录C.6）。全力跑步（骑行）前、后即刻采指血或耳血（附录C.3）测定血乳酸（附录C.6）。

C.2.3.3 测试指标

a) 跑步2千米/骑行5千米的时间、或全力跑5分钟/骑行10分钟的距离。

b) 计算稳态运动~120分钟运动中呼吸交换率及底物氧化率（量）（附录C.9）。

c) 记录运动中心率（附录C.7），包括各时间点心率或运动全程平均心率及运动后15分钟恢复期心率。

d) 记录运动中RPE（附录C.8）。

e) 以上各项生化指标。

C.2.4 注意事项

如果只进行一次补充试验（非食用一段时间后再进行运动测试），可不进行 VO_{2max} 测试，在确定稳态运动期间的运动强度时可以75% HR_{max} （理论预测公式： $HR_{max}=220-\text{年龄}$ ）对应的负荷（跑速或阻力）运动~120分钟。

其他注意事项同C.1注意事项。

C.3 指血、耳血和静脉血样品采集方法

按《全国临床检验操作规程》（第三版）所述的方法操作。

C.4 全血细胞测定方法

按《全国临床检验操作规程》（第三版）所述的方法及全自动生化分析仪操作指南进行测试。

C.5 血糖测定方法

采集末梢血（指血或耳血），利用手持式血糖测定仪进行测试。严格按试纸条和手持式血糖测定仪说明书操作。

C.6 血乳酸测定方法

采集末梢血（指血或耳血），应用乳酸测定试剂盒或试纸条，利用台式乳酸仪或手持式乳酸测定仪进行测试。严格按试剂盒及乳酸仪或手持式乳酸测定仪说明书操作。

C.7 运动中心率记录方法

C.7.1 指标简介

心率（HR）是心脏的跳动频率，是反映心血管及肺脏功能和外周代谢（氧需求）的最重要指标之一。常用的测试方法有心率遥测表、脉搏计数、心电图等。

本方法采用心率遥测表方法记录。心肺功能遥测仪也可利用心率遥测表记录心率。

C.7.2 主要测试设备

心率遥测表（含表带和手表）。

C.7.3 测试步骤

- a) 与受试志愿者同性别的测试人员为受试志愿者戴好心率遥测表表带，调整好表带位置。
- b) 用心率表手表接收心率信号，如无信号需再次调整表带位置，并将表带贴近皮肤的一面蘸少许自来水或生理盐水湿润，直至心率表手表能接受心率信号为止。将心率表放置到能接受到心率信号的合适位置，如戴到手腕上或放置到功率自行车的把手上。
- c) 按心率表开始记录，直至运动后恢复期15分钟后摘下表带和手表。

d) 回放手表中记录的心率。

C. 7. 4 测试指标

心率：次数/分钟。

C. 7. 5 注意事项

使用前需检查表带和手表中的电池电量是否足够完成试验，否则，需更换电池。

C. 8 运动中主观疲劳感觉（RPE）记录方法

C. 8. 1 指标简介

RPE是反映机体疲劳感的主观感觉指标。现一般采用Borg分值表进行记录。

C. 8. 2 主要测试设备

Borg分值表：

主观感觉	分值
非常轻松	6
	7
	8
很轻松	10
	11
尚轻松	12
	13
稍累	14
	15
累	16
	17
很累	18
	19
筋疲力尽	20

C. 8. 3 测试步骤

- a) 运动测试前向受试志愿者解释Borg分值表及评分方法。
- b) 运动中每隔20分钟要求受试志愿者按Borg表分值自我评分并及时记录到表中。

c) 运动后即刻询问受试志愿者的自我评分。

C.8.4 测试指标

各时间点得分。

C.8.5 注意事项

询问受试志愿者的疲劳感时避免使用诱导性语言，如：你很累了吧？你不累吧？应该为：你现在在感觉到什么程度了？你自己打分多少？

C.9 呼吸交换率（RER）及底物氧化率（量）测定方法

C.9.1 指标简介

RER是机体代谢排出的 CO_2 与消耗的 O_2 的比值，它反映了机体心肺功能及物质氧化供能比。混合膳食的RER为0.85，碳水化合物的RER为1.0，脂肪的RER为0.71。RER在附录C1、C.2的测试结果中自动计算，可按需要选择输出结果。

根据心肺功能仪的计算机分析软件内置的公式计算总能量消耗中碳水化合物、脂肪和蛋白质的供能比例（%）和氧化率（克/千克体重）或氧化量（克）。亦可根据供能比手动计算底物总氧化量（克）。

C.9.2 主要测试设备

同C.1、C.2。

C.9.3 测试步骤

根据心肺功能仪的计算机分析软件操作提示选择性输出结果。

C.9.4 测试指标

a) 心肺功能仪计算机分析软件输出的碳水化合物、脂肪和蛋白质氧化供能比例（%）和氧化率（克/千克体重）或氧化量（克）。

b) 根据供能比和氧化率计算运动中底物的氧化量（克）。

C.9.5 注意事项

一般情况下，运动强度不大时，蛋白质的氧化供能比相对稳定，约12%~15%。在输出碳水化合物和脂肪的供能比及其氧化量时，需要先确定蛋白质的氧化供能比例。心肺功能仪计算机分析软件的默认值为15%。

如果要精确计算蛋白质的氧化供能比及其氧化量，需要测定运动测试期间的蛋白质分解量（以尿素氮表示，1克尿素氮=6.25克蛋白质），然后根据特定的公式计算蛋白质的供能比（请参阅相关文献）。

C.10 俯卧撑测试方法

C.10.1 指标简介

俯卧撑是测试受试志愿者克服自身体重，其上肢及胸背部肌肉群运动耐力的简单方法。本方法拟测试25次/分钟频率进行有效俯卧撑的持续时间。

俯卧撑测试分男性和女性两种测试模式。

C.10.2 主要测试设备

柔软垫子或专用于俯卧撑测试并可计数的专用垫子，秒表。

C.10.3 测试步骤

C.10.3.1 测试前准备

- a) 受试志愿者应穿宽松的衣服和运动鞋。
- b) 受试志愿者进行适当的准备活动，包括适当的伸展活动、关节活动等。

C.10.3.2 测试过程

- a) 姿势：男性采用向下的标准姿势，手指向前、置于肩以下，背部挺直，抬头，脚趾作为支撑。女性采用“膝卧撑”：双脚并拢，小腿着地跪于垫子上，踝趾曲，背挺直，两臂与肩同宽，抬头，用膝部支撑。
- b) 受试志愿者伸肘撑起身体，然后返回到向下的姿势，直到下巴贴于垫子上。腹部不能触及垫子。
- c) 记录受试志愿者按25次/分钟的频率进行有效俯卧撑的持续时间。

俯卧撑替代方法：可利用抗阻训练设备、选择次极量运动强度阻力，测量肌肉重复收缩的次数，是测量肌肉耐力的另一种方法。如YMCA卧推测试是以30次/分钟的频率推起杠铃（男性：约36千克，女性：约16千克），根据受试志愿者成功完成的次数计分。

C. 10. 4 测试指标

25次/分钟的频率进行有效俯卧撑的持续时间。

C. 10. 5 注意事项

- a) 受试志愿者必须按标准的方法进行测试，测试者可在正式测试前予以示范。
- b) 无论对于男性还是女性受试志愿者，测试过程中均应挺直背部，撑起身体时双臂要伸直。
- c) 无间歇连续完成的俯卧撑次数才能计算为有效数。
- d) 不标准的俯卧撑达到2次或2次以上需终止测试。
- e) 受试志愿者感到肌肉紧张僵硬或出现2次及2次以上不能按照技术要求完成动作时应终止测试。

C. 11 仰卧起坐测试方法

C. 11. 1 指标简介

仰卧起坐（克服自身体重重复收缩）是测试腰腹肌肉群运动耐力（超过12次）的简单方法。本方法拟测试受试志愿者以30次/分钟的频率进行仰卧起坐持续的时间。

C. 11. 2 主要测试设备

柔软垫子或专用于仰卧起坐测试并可计数的专用垫子，秒表。

C. 11. 3 测试步骤

- a) 受试志愿者仰卧于垫子上，膝关节屈曲成90度，手臂置于身体两侧，手掌朝下，中指触及标记带一端，另一端置于10厘米远。
- b) 受试志愿者靠腹部、躯干肌肉收缩的力量快速抬起躯干，使躯干与垫子之间的夹角达到30度或头部达到仰卧起坐垫子所设置的高度计为有效。
- c) 计数受试志愿者1分钟进行的仰卧起坐次数及完成30次俯卧撑所需的时间；或受试志愿者以25次/分钟的频率进行仰卧起坐持续的时间。

d) 改良方法：两臂交叉置于胸前但躯干抬起与垫子成30度夹角头部触及计数器计为有效；双手置于大腿上，起坐至手触及髌骨。

C.11.4 测试指标

本方法拟测试受试志愿者以30次/分钟的频率进行仰卧起坐持续的时间

C.11.5 注意事项

- a) 躯干与垫子之间的角度达到30度是仰卧起坐的技术关键。
- b) 仰卧起坐是手臂或肘部不能作为支撑点用力。

C.12 乳酸无氧阈和通气无氧阈测试方法

C.12.1 指标简介

无氧阈(AT)是指人体在递增负荷运动时，由有氧代谢供能为主向无氧代谢供能的临界点(转折点)。无氧阈分为乳酸无氧阈和通气无氧阈，常以血乳酸含量达到4毫摩尔/升时所对应的强度（%VO_{2max}）、功率、心率和通气量等表示。

本测试方法应用运动跑台或功率自行车为负荷工具，采用C.1最大摄氧量（VO_{2max}）测试所采用的负荷方案，测定安静及每2~3级负荷后的血乳酸水平并绘制乳酸曲线，以4毫摩尔/升对应的功率作为个体乳酸无氧阈。同时，应用心肺功能分析系统采气进行气体交换分析，亦可分析计算通气无氧阈。

C.12.2 主要测试设备

同C.1。

C.12.3 测试步骤

同C.1。

C.12.4 测试指标

血乳酸4毫摩尔/升对应的强度(%VO_{2max})、功率（瓦）、心率（次数/分钟）作为个体乳酸无氧阈；所对应的吸氧量（毫升/分钟/千克）为通气无氧阈。

C.12.5 注意事项

同C.1。

C.13 屈肘和伸膝力量测试方法

C.13.1 指标简介

肌肉力量指特定肌肉或肌肉群在短时间自主收缩产生的力量；肌肉爆发力指肌肉在极短时间内迅速而强有力收缩产生的最大做功能力。两种肌肉工作能力反映了人体的重要运动素质。

本测试方法采用测力设备测量肌肉等动（速）收缩、等长收缩的肌力以及肌肉的耐力、爆发力等。

C.13.2 主要测试设备

能完成该方法所要求指标的测力设备。

C.13.3 测试步骤

C.13.3.1 测试前准备

a) 测量受试志愿者的身高、体重、肢体的围度和长度、准备活动前后的心率等指标。

b) 引导受试志愿者作全身性准备活动以提高其心肺功能，具体活动内容可根据测试自行设计，例如慢跑、扩胸、踢腿、摆臂、体前后屈等。

c) 引导受试志愿者作专项准备活动以提高其适应能力，活动内容的设计应符合测试要求。例如测踝关节屈伸肌群的力量时，要做使踝关节屈伸肌群充分活动的各种动作。在每次正式测试前，要求测试对象进行两、三次热身练习，以掌握动作要领。

C.13.3.2 负荷方案

下列4表为测试负荷方案设置参考值。

膝关节屈伸肌群等长收缩测试参数设置

伸(度)	测试角	90	80	70	60	50	40	20
	解剖角	90	100	110	120	130	140	160
屈(度)	测试角	90	60	50	40	30	20	10
	解剖角	90	120	130	140	150	160	170
重复次数		4	4	4	4	4	4	4
持续时间（秒）		3	3	3	3	3	3	3
休息时间（秒）		8	8	8	8	8	8	8

膝关节屈伸肌群等动向心收缩测试参数设置

伸(度 / 秒)	60	120	180	240	300
屈(度 / 秒)	60	120	180	240	300

重复次数	3	3	3	3	3
休息时间(秒)	8	8	8	8	8
间隔时间(秒)	8	8	8	8	8

膝关节屈伸肌群等动离心收缩测试参数设置

伸(度 / 秒)	60	120	180	240
屈(度 / 秒)	60	120	180	240
重复次数	3	3	3	3
休息时间(秒)	8	8	8	8
间隔时间(秒)	8	8	8	8

测力仪测试速度参数设置

众测试与训练形式	慢速力矩曲线测试	高速力矩和耐力测试	
		普通受试志愿者	能力强的受试志愿者
肩关节 伸 / 屈、外展 / 内收 旋外 / 旋内、绕环	60° / s	180° / s	240或300° / s
肘关节 伸 / 屈	60° / s	180° / s	240° / s
前 臂 旋前 / 旋后	30或60° / s	120° / s	180° / s
腕关节 外展 / 内收、伸 / 屈	30或60° / s	120° / s	180° / s
髋关节 伸 / 屈、外展 / 内收 旋外 / 旋内	30或60° / s	120° / s	150° / s
膝关节 伸 / 屈 胫骨：旋外 / 旋内	60° / s 30或60° / s	180° / s 120° / s	240或300° / s 180° / s
踝关节 跖屈 / 背屈 内翻 / 外翻	30或60° / s	120° / s	180° / s

(卢德明,《运动生物力学测量方法》,2001)

C. 13. 3. 3 正式测试

测力仪为全电脑操作,可进行等速向心、离心和等长、等张肌力测试。测试步骤如下:

a) 开机,根据具体测试情况进行调机并安装相应组件。

- b) 将预定好的实验参数设置输入到计算机中。例如表中的膝关节肌力测试参数。
- c) 登记受试志愿者的姓名、性别、年龄、籍贯，并对受试志愿者进行编号。
- d) 按照《操作手册》的要求对受试志愿者固定，同时进行必要的讲解。
- e) 通常按照如下顺序进行测试：等速向心收缩测试、等速离心收缩测试、等长收缩测试、等张收缩测试。
- f) 测试速度的选择请参考上述最后一个表的建议。
- g) 测试完立即将数据存盘，并检查有无丢失数据。发现遗漏，立即补充。然后再给受试志愿者解开固定肢体的绑带。
- h) 打印测试报告。

C. 13. 3. 4 测试指标

- a) 峰值力矩(Peak Torque)。
- b) 总做功(Total Work)。
- c) 平均功率(Average Power)。
- d) 力矩加速能(Torque AE)；
- e) 最大力矩对应的角度(Angle of Peak Torque)。

除了可以直接得到在不同收缩方式和收缩速度下所测肌群的力矩、总做功、平均功率和力矩加速能的绝对数值和相对值（绝对数值/体重）外，还可以得到力矩、总做功和功率在不同的收缩方式下随速度变化的曲线图及产生最大力矩、总做功和功率所对应的角度(关节角度及动力仪连杆角度)。

C. 13. 4 注意事项

C. 13. 4. 1 测试前

- a) 尽量准确的测量受试志愿者的身高、体重、肢体的围度和长度、安静时心率等，最好测3次取平均值。
- b) 在实验中，考虑到受试志愿者对专业术语不甚了解，尤其是关键词“屈、伸；离心、向心”等。测试前需采用口头语言对其进行讲解，并同时给予动作示范，使受试志愿者能迅速掌握动作要领。

C. 13. 4. 2 测试中

- a) 控制好准备活动和讲解测试内容、方法的时间，把握好实验各个步骤的衔接。
- b) 在实验讲解中，着重强调实验的重要性，要求受试志愿者一定要尽力完成每一个动作，并

在每一个动作的进行中不断给予精神鼓励，使受试志愿者始终尽最大力量完成动作；同时在每一个动作将要开始时给予提醒及手势。

c) 测试过程中严格监督受试志愿者的身体姿态和关节运动轴线与测力仪连杆运动轴线的重合。

d) 测试中受试志愿者如有严重不适应停止测试，避免受试志愿者受伤。

C. 13. 4. 3 测试后

a) 检查有无数据丢失后，松开固定部位。

b) 引导受试志愿者进行适当的放松活动。

C. 14 卧推/腿推蹬（举）测试方法

C. 14. 1 指标简介

卧推（bench press）/腿推蹬（举）（leg press）是测试上肢及胸背部/下肢及臀部等肌肉（群）力量的常用方法，可以是测定肌肉（群）动态的等张（动）收缩过程中的抗阻能力，也可以是静态的等长收缩时的抗阻能力；既可以测试最多只能进行一次的抗阻能力（1RM），也可测试重复多次（一般为4~12RM）的抗阻能力。

本方法选择测试卧推/腿推蹬4~8RM的肌肉力量。

根据卧推及腿推蹬设备和受试者卧躺姿势不同，详细测试方法有所不同，如卧推的方法有：平板杠铃卧推、下斜杠铃卧推、上斜杠铃卧推等数种，但测试过程大同小异。测试者在每次测试应用相同的测试设备和测试方法为受试志愿者进行测试即可。

C. 14. 2 主要测试设备

适用于进行卧推和腿推蹬的抗阻训练设备，包括杠铃及卧推架或腿推蹬架等。

C. 14. 3 测试步骤

C. 14. 3. 1 4~8RM重量的确定

a) 受试志愿者躺在卧推架或腿推蹬架平板上，先完成一系列卧推/腿推蹬次极量强度重复运动进行准备活动。

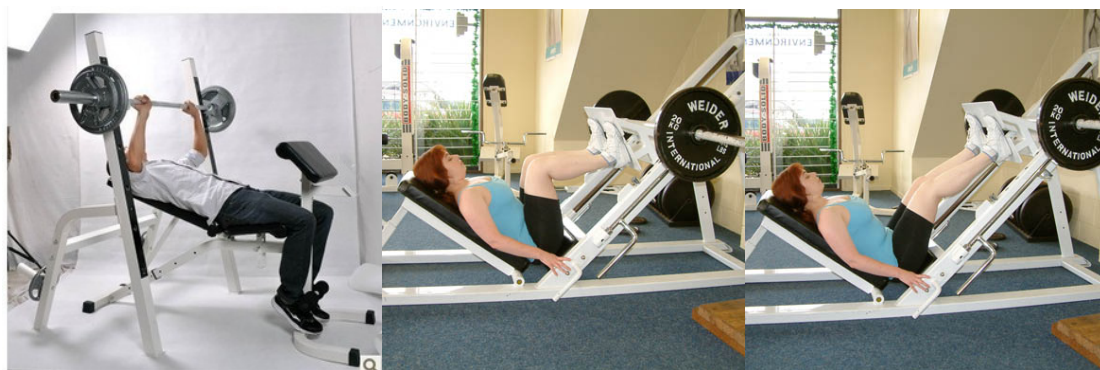
b) 在4次试验内获得多个RM值（重量），两次测试之间休息3~5分钟。

c) 在受试志愿者预测能力范围内选择最初的重量（50%~70%最大力量）。

d) 从2.5千克逐渐增加阻力至20千克，直至受试志愿者不能完成重复动作为止，所有重复动作要保持相同的运动速度和关节活动范围，并保持测试的一致性。

e) 记录最后可成功举起4~8RM重量的绝对值，确定此重量为正式测试的重量。

C. 14. 3. 2 正式测试



上图为卧推架（左）、腿推蹬（举）架（中、右）及杠铃。

- a) 测试者向杠铃加上预先确定的该受试志愿者4~8RM的重量。
- b) 受试志愿者做完准备动作后，按要求躺于卧推/腿推蹬平板上（平板可能是水平或成一定角度），并按测试者的要求推举或蹬举杠铃，每次推举或蹬举必须使肘关节或膝关节完全伸直视为有效推举或蹬举。
- c) 记录受试志愿者卧推/腿推蹬该恒定重量的次数。

C. 15. 4 测试指标

采用4~8RM恒定重量（千克）进行三次卧推/腿推蹬次数的平均值。

C. 15. 5 注意事项

- a) 卧推/腿推蹬测试有一定技巧，测试者务必让受试志愿者熟悉测试环境和测试设备及其使用方法，以增加测试的可靠性、准确性及安全性。
- b) 食用运动营养品前后所采用的测试设备和测试方法必须一致。
- c) 食用营养品期间受试志愿者不进行卧推/腿推蹬的训练，只在测试时进行该类运动。

C. 15 无氧运动能力测试——Wingate 测试方法

C. 15. 1 指标简介

无氧功是人体通过无氧代谢(包括ATP-CP和糖酵解)提供能量进行运动的能力。无氧功Wingate测试方法是测试无氧功的标准方法之一,它测试受试志愿者最快速度蹬车30秒内的最大无氧功率、平均无氧功率和无氧功率递减率(疲劳指数)以及蹬车圈数和心率(包括恢复15钟内的心率),必要时加测血乳酸。

C. 15. 2 主要测试设备

无氧功率测试自行车,体重秤,秒表,心率表(必要时),外周血(指血或耳血)采血设备(必要时)。

C. 15. 3 测试步骤

C. 15. 3. 1 负荷设置

功率车阻力=受试志愿者体重(千克)×系数。阻力系数选择可参考下表:

测试对象	肢体	Monark阻力系数(kp/千克)	参考文献
成年男性: 坐位工作者	下肢	0.075	Ayalon等, 1974
体院学生	下肢	0.087	Dotan等, 1983
运动员	下肢	0.098	Evans等, 1981
士兵	下肢	0.094	Patton等, 1985
体院学生	上肢	0.062	Dotan等, 1983
成年女性: 体院学生	下肢	0.085	Dotan等, 1983
体院学生	上肢	0.048	Dotan等, 1983
13~14岁一般锻炼的非运动员:			
男孩	下肢	0.070	Dotan等, 1983
女孩	下肢	0.067	Dotan等, 1983

(曲绵域、于长隆主编《实用运动医学》, 2003)

C. 15. 3. 2 蹬车

a) 准备活动: 以150~160次/分钟的心率骑行2~4分钟, 其中2~3次, 要求为全力蹬骑, 每次持续4~8秒, 休息5分钟。

b) 正式测试: 测试者发出口令后, 受试志愿者以最快速度蹬车30秒, 然后放松蹬车2分钟。

C. 15. 4 测试指标

a) 最大无氧功率: 30秒负荷任一5秒功率输出的最大值。

b) 平均无氧功率: 30秒负荷, 6次5秒功率的平均值。

c) 无氧功率递减率（疲劳指数）：最大功率下降的速率，疲劳指数=（最大功率-最小功率）/最大功率×100%。

d) 必要时，记录最大心率及蹬车后15分钟内的速率。

e) 必要时，取外周血测试安静时及运动后第0、3、6、9、12、15分钟的血乳酸。

C. 15.5 注意事项

a) 试验前2小时需进食，以免发生低血糖。

b) 一定要以最快速度蹬车。

c) 运动中有不适感要停止蹬车。

C. 16 30 秒全速跑/骑行、200 米全速跑/500 米全速骑行测试方法

C. 16.1 指标简介

测试受试志愿者短时间内全速跑/骑行的距离或既定距离内受试志愿者全速跑/骑行的时间是测试其速度和爆发力及力量的常用方法。本方法拟采用在田径场地或功率自行车上测试受试志愿者30秒全速跑/骑行的距离（功率输出）、200米全速跑/500米全速骑行的时间。

C. 16.2 主要测试设备

标准塑胶跑道，功率自行车，秒表、心率遥测表（必要时），外周血（指血或耳血）采血设备（必要时）等。

C. 16.3 测试步骤

C. 16.3.1 测试准备

a) 测试前受试志愿者需进行充分的准备活动，包括慢跑、关节活动等，并进行2~3次试跑/试骑，熟悉测试者的口令。

b) 设定适合每个受试志愿者测试时的功率自行车负荷（阻力），或选择用于测试一定时间内全速蹬车的功率输出模式，一个受试志愿者的每次测试应采用相同的设置。

C. 16.3.2 正式测试

a) 受试志愿者站在起跑线或坐在功率自行车上，调整好起跑器或功率自行车的坐高及把手的位置。

b) 听到测试者的口令后，受试志愿者立即启动跑步/骑行，并全速跑/骑行30秒或全速跑200米/骑行500米。

c) 记录受试志愿者到达时间或距离的测试终点后的全速跑/骑行30秒的距离（或自行车功率输出值，瓦），或全速跑200米/骑行500米的时间。

d) 受试志愿者结束测试后需进行2分钟的放松活动。

C. 16.4 测试指标

a) 30秒内全速跑/骑行的距离。

b) 全速跑200米/骑行500米的时间。

c) 必要时，记录最大心率及蹬车后15分钟内的心率。

d) 必要时，取外周血测试安静时及运动后第0、3、6、9、12、15分钟的血乳酸。

C. 16.5 注意事项

a) 试验前2小时需进食，以免发生低血糖。

b) 必须以最快速度蹬车。

c) 跑步测试时，在终点处需有保护人员对达到终点的受试志愿者进行适当保护，以免受试志愿者摔倒受伤。

d) 运动中有不适感要停止测试。

e) 食用运动营养品/对照品前后的测试方法应一致。

C. 17 立定跳远测试方法

C. 17.1 指标简介

立定跳远是测试受试志愿者爆发力和力量的常用方法。本方法拟采用立定跳远测试垫测试受试志愿者原地起跳跳出的距离。

C. 17.2 主要测试设备

立定跳远垫子（可测跳远的距离）。

C. 17.3 测试步骤

C. 17.3.1 测试准备

a) 准备活动：同其他运动测试。

b) 测试者需向受试志愿者示范跳远的标准动作。

C. 17.3.2 正式测试

a) 两脚自然分开站立，站在起跳线（板）后，脚尖不要踩线，两脚原地起跳，不得有垫步连续跳动作。

b) 按上述规范动作跳3次，测量离起跳线（板）最近的距离，记录其中最好的一次成绩。

C. 17.4 测试指标

立定跳远的距离（米）。

C. 17.5 注意事项

a) 受试志愿者可穿旅游鞋或赤足，但不得穿钉鞋、皮鞋、凉鞋等。

b) 受试志愿者应注意保护受试志愿者，以免发生脚踝损伤。

D

C. 18 运动耐力测试方法——评价补充能量和促进恢复的运动营养品功效

C. 18.1 指标简介

运动耐力是指运动机体在一定时间内或某一特定运动强度下持续运动的能力，其强弱既取决于参与运动的骨骼肌（群）的生理、生化与代谢机能和利用氧的能力，还取决于心血管系统的供血供氧能力和血液系统的输氧能力。

本测试方法利用功率自行车或运动跑台，通过约2小时的恒定强度的稳态运动、紧接着进行竭尽全力的运动能力测试并在4小时后再次测试，同时测试某些生理生化指标。

C. 18.2 主要测试设备

心肺功能测试仪、功率自行车或运动跑台、遥测心率表、乳酸测定仪或手持式乳酸测定仪、手持式血糖仪、生化分析仪、免疫化学发光分析仪、血细胞分析仪、血压计等。

C. 18.3 测试步骤

C. 18.3.1 测试前准备

同前C.1和C.2测试前准备。

另外：运动前计算好运动中补充受试营养品的时间和补充量，并准备好拟补充的运动营养品待用。

C. 18.3.2 负荷方案、正式测试及样品采集

a) 稳态运动~120分钟：根据受试志愿者个体 VO_{2max} 值,设定稳态运动期间的运动强度值（约50%~60% VO_{2max} 对应的跑速或阻力），并以此运动强度运动~120分钟（根据实际运动能力确定运动时间，耐力能力好的骑行时间可较长）。稳态运动期间每隔20分钟采气5分钟进行气体交换分析。

b) 放松5~10分钟：排尿，准备全力跑步/骑行能力测试。

c) 全力跑步2千米/骑行5千米，或全力跑步5分钟/骑行10分钟：记录跑步/骑行的时间或距离。全力跑步/骑行期间不用采气进行气体交换分析，但需用Polar心率表记录心率。

d) 当受试营养品为促进恢复的运动营养品时，在全力跑步/骑行后4小时内可按要求食用受试营养品，并在4小时后重复c)所述的全力跑步/骑行测试。

e) 记录运动中和运动后15分钟恢复期的心率（附录C.7）及运动中RPE（附录C.8）。

f) 运动中30、60、90和120分钟（即稳态运动~120分钟后即刻）采指血或耳血（附录C.3）测定血糖（附录C.5）和血乳酸（附录C.6）。全力跑步/骑行前、后即刻采指血或耳血（附录C.3）测定血乳酸（附录C.6）。

C. 18. 3. 3 测试指标

a) 跑步2千米/骑行5千米的时间，或全力跑5分钟/骑行10分钟的距离。

b) 计算稳态运动~120分钟运动中呼吸交换率及底物氧化率（量）。

c) 运动中心率，包括各时间点心率或运动全程平均心率及运动后15分钟恢复期心率。

d) 运动中RPE。

e) 各项生化指标。

C. 18. 4 注意事项

a) 如果只进行一次性补充试验（非食用一段时间后再进行运动测试），可不进行 VO_{2max} 测试；

b) 在确定稳态运动期间的运动强度时可以75% HR_{max} （理论预测计算公式： $HR_{max}=220-$ 年龄）对应的负荷（跑速或阻力）运动~120分钟。

c) 其他注意事项同C.1注意事项。

C.19 血酮体、游离脂肪酸、血尿素（氮）、胰岛素、皮质醇测定方法

采集静脉血，分离血清，应用相应测定试剂盒，利用全自动生化分析仪\化学免疫发光仪进行测试。严格按试剂盒说明书及相应仪器设备操作规程操作。

附 录 D
(资料性附录)
受试志愿者须知

在运动测试前对参与者进行明确的指导可以提高试验的有效性和数据的准确性。说明书的基本内容如下，除此外，还可根据测试类型的不同提供特殊的说明书。

1. 受试志愿者在测试前 3 小时内禁食（除特别提示外），不饮酒，不喝咖啡。
2. 受试志愿者在测试当天应注意休息，避免当天参与明显费力的体力活动或运动。
3. 应当穿着运动自如的衣裤，包括走步或跑步的鞋。女性受试志愿者要穿宽松短袖、前开式衣服，不要穿紧身内衣。
4. 受试志愿者应了解测试可能会导致的疲劳和可能的副作用，测试人员应向受试志愿者解释清楚。
5. 测试前至少 1 周应停止食用营养品或营养物质补充品（如食用），以免对测试结果造成影响。并记录一周前食用的营养品或营养物质补充品的品名、成分和食用方法。
6. 测试前 24 小时应喝充足的水以保证测试前的正常水平衡。
7. 终止测试的标准：在没有内科医生和心电监护的情况下，出现下列情况应及时终止运动测试。
 - 7.1 出现心绞痛或类似心绞痛的症状。
 - 7.2 呼吸短促、哮鸣音、下肢痉挛或跛行。
 - 7.3 低灌注特征：轻度头痛、意识不清、共济失调、脸色苍白、发绀、恶心、皮肤湿冷。
 - 7.4 心率不随着运动强度增加而增加。
 - 7.5 心律显著改变。
 - 7.6 受试志愿者要求停止。
 - 7.7 受试志愿者口头或身体表现出极度疲劳。
 - 7.8 测试设备故障。