

第六章 心肺功能评估

心肺功能是人体吐故

纳新、新陈代谢的基础，是人体运动耐力的基础。心血管和呼吸系统虽然分属于两个生理系统，但功能上密切相关，其功能障碍的临床表现接近，康复治疗互相关联。本章侧重于心肺功能与运动和康复训练相关的内容，力图使读者从新的视角理解心肺功能。

一、概述

1、循环功能 循环系统的主要功能是运输，将气体（氧气和二氧化碳）、能量物质（糖、脂肪、蛋白质）、激素、电解质等运输到全身组织进行新陈代谢，同时也流经肺和肾等脏器，将代谢的最终产物加以排泄。循环功能取决于循环驱动力、心脏和血管结构的完整性和柔顺性/弹性、组织代谢状态。循环功能障碍导致这些物质的运输困难，产生缺氧缺血症状。

2、心脏功能 心脏的功能主要是泵血，即产生血液循环的驱动力。心脏的泵血功能的主要影响因素包括：心脏收缩功能、心脏舒张功能和外周血管阻力。心脏功能减退将导致循环功能障碍。

3、呼吸功能 呼吸功能指气体代谢过程中的气体交换能力，不仅包括通气功能，还应该包括换气功能。呼吸可以分为内呼吸和外呼吸两个基本过程。

4、内呼吸 指体内细胞的气体交换过程，即氧气进入细胞，参加有氧代谢，产生能量、二氧化碳和水，再将二氧化碳排出细胞的过程。内呼吸取决于全身循环状态、组织微循环状态、细胞代谢状态和血液气体状态。内呼吸是机体代谢状态的象征。

5、外呼吸 指气体在肺泡进行交换，并通过气道与外界空气进行交换的过程，取决于气道功能、肺泡功能、呼吸肌功能和肺循环功能。通气功能—通过呼吸使空气进入肺泡，然后再排出体外；换气功能—通过肺泡壁的毛细血管二氧化碳弥散进入肺泡，然后随呼气排出，同时将氧气吸收进入血管，与血红蛋白结合，运输到组织进行代谢。

1

6、心肺功能与运动耐力 运动耐力是指机体持续活动的的能力，取决于心肺功能和运动骨骼肌的代谢能力。长期制动或缺乏运动导致骨骼肌代谢能力降低，同时也可以导致心肺功能减退，影响运动能力。因此不仅心血管和呼吸系统疾病患者的运动耐力减退，任何疾病或老龄导致的机体运动减少最终都将表现在心肺功能和运动耐力衰退。

7、 气体代谢 气体代谢主要指生物体内氧和二氧化碳 在生化过程中反应 及体内外的交换过程，是生命活动的基础。人体的气 体代谢集中反映了循环、呼吸、 运动、内 分泌等多系统的功能状态。

8、 代谢当量 代谢当量（ METs ），音译为梅脱，是 以安静、坐位时的能量 消耗为基础，表达各种活动时相对 能量代谢水平的常 用指标，是评估心肺功能的重 要指 标。 1MET 相当于耗氧量 3.5ml/kg/min 。

9、 应激试验 应激试验泛指施加各种因素引起人体生 理 反应加剧 的实验方式。本文特指运动应激试验。应激试验 的基 本原理是：人体心肺 功能具有强大的储备力，因此 轻度和中度功能障碍往 往在安静时没有异常表现。运 动 应激试验旨在促使机体功能进入最大或失代偿状 态，诱发 相应的生理和病理生理

表现，从而应有助于临床诊断和功能评估。确定机体 的最 大功能储备，帮助制定运 动训练方案时留出足够的安全空 间，保证训练安全 性。

二、 心电运动试验

（一） 应用范畴

1. 协助临床诊断

（1）冠心病诊断。试验的灵敏性为 60% □80% ，特异 性 为 71% □97% 。试验中发 生心肌缺血的运动负荷越低、 心肌耗氧水平越低、 ST 段下移程度越大，患冠心病的 危 险性就越高、诊断冠心病的可靠程度越大。

（2）鉴定心律失常。运动中诱发或加剧的心律失常提 示器 质性心脏病，应该注意 休息，避免运动；康复治疗时应暂 时停止运动或调整 运动量。而心律失常在运动中 减轻甚

至消失多属于“良性”，平时不一定要限制或停止运动。

2

(3) 鉴定呼吸困难或胸闷的性质。器质性疾病应在运动试验中诱发呼吸困难，并与相应的心血管异常一致。

2. 确定功能状态

(1) 判定冠状动脉病变严重程度及预后。运动中发生心肌缺血的运动负荷越低、心肌耗氧水平越低、ST段下移的程度越大，冠状动脉病变就越严重，预后也越差。

运动试验阳性的无症状患者发生冠心病的危险性增大。

(2) 评定心功能、体力活动能力和残疾程度。运动能力过低可作为残疾评判依据。

(3) 评定康复治疗效果。运动试验时的心率、血压、运动时间、运动量、吸氧量以及患者的主观感受均可以作为康复治疗效果定量评判的依据。

3. 指导康复治疗

(1) 确定患者运动的安全性。运动试验中诱发的各种异常均提示患者运动危险性增大，例如低水平运动(低运动负荷或低心肌耗氧量)时出现心肌缺血、运动诱发严重心律失常、运动诱发循环不良症状或心衰症状、运动能力过低等。

(2) 为制定运动处方提供定量依据。运动试验可以确定患者心肌缺血阈或最大运动能力、运动安全系数或靶运动强度，有助于提高运动训练效果和安全性。

(3) 协助患者选择必要的临床治疗，如手术。

(4) 使患者感受实际活动能力，去除顾虑，增强参加日常活动的信心。

(二) 适应证和禁忌证

1. 适应证 凡是有上述应用需求，同时病情稳定，无明显步态和骨关节异常，无感染及活动性疾病，患者精神正常以及主观上愿意接受检查，并能主动配合者均为适应证。

2. 禁忌证 病情不稳定者均属于禁忌证。临床上稳定与不稳定是相对的，取决于医师和技师的经验和水平，以及实验室的设备和设施条件。

(1) 绝对禁忌证 未控制的心力衰竭或急性心衰、严重的左心功能障碍、血液动力学不稳的严重心律失常(室性或室上性心动过速，多源性室早，快速型房颤、III°房室传导阻滞等)、不稳定型心绞痛、增剧型心绞痛，近期心肌梗死后非稳定期、急

3

性心包炎，心肌炎，心内膜炎、严重的未控制的高血压、急性肺动脉栓塞或梗死、全身急性炎症、传染病和下肢功能障碍、确诊或怀疑主动脉瘤、严重主动脉瓣狭窄、血栓性脉管炎或心脏血栓、精神疾病发作期间或严重神经症。

(2) 相对禁忌证 严重高血压(高于 200 mmHg/120 mmHg， $1 \text{ mmHg}=0.133322 \text{ kPa}$)和肺动脉高压、中度瓣膜病变和心肌病、明显心动过速或过缓、中□重度主动脉瓣狭窄或严重阻塞型心肌病、心脏明显扩大、高度房室传导阻滞及高度窦房阻滞、严重冠状动脉左主干狭窄或类似病变、严重肝肾疾病、严

重贫血及未能控制的糖尿

病/甲亢/骨关节病等、血电解质紊乱、慢性感染性疾病、运动会导致恶化的神经肌肉疾病、骨骼肌肉疾病或风湿性疾病、晚期妊娠或妊娠有合并症者、病情稳定的心衰患者、重症贫血、明显骨关节功能障碍，运动受限或可能由于运动而使病变恶化。

3、安全性 心电运动试验的死亡率平均为 1/10,000，运动诱发心肌梗死为 4/10,000，住院治疗者(包括心肌梗死)为 5/10,000，一般心血管异常者为 1/1,000。心血管意外与病例选择不当有关，与运动试验方法和运动量无关。

(三) 检查方法

1. 运动方式

(1) 活动平板一指装有电动传送带的运动装置，患者进行步行或跑步，速度和坡度可调节。优点为接近日常活动生理，可以逐步增加负荷量。各种坡度、速度时的心血管反应可以直接用于指导病人的步行锻炼。

(2) 踏车运动一采用固定式功率自行车，可定量增加踏车阻力，调整运动负荷。运动时无噪音，运动中心电图记录较好，血压测量比较容易，受检者心理负担较轻，可以在卧位进行。但对于体力较好者如运动员，往往不能达到最大心脏负荷。此外运动时受试者易因意志而中止运动，一些老年人或不会骑车者比较难以完成运动。

(3) 手摇车运动：试验原理与踏车试验相似，只是将下肢踏车改为上肢摇车。

(4) 等长收缩运动：常用的方法有握力运动和自由重量运动。诊断敏感性和特异性不够理想，但可以用于运动生理或功能评估研究。

2. 试验分类

(1) 症状限制性运动试验：以运动诱发呼吸或循环不良的症状和体征、心电图异常及心血管运动反应异常作为运动终点的试验方法。用于诊断冠心病、评估心功能和体力活动能力、制定运动处方等。

(2) 低水平运动试验：以特定的心率、血压和症状为终止指标的试验方法。适用于急性心肌梗死后或病情较重者。

3. 常用试验方案

(1) 活动平板试验 **Bruce** 方案(表 6-1):应用最广泛，同时增加速度和坡度来增加运动强度。**Naughton** 方案：运动起始负荷低，每级负荷增量均为安静代谢量的 1 倍。**Balke** 方案：依靠增加坡度来增加运动负荷，速度固定。**STEEP** 方案：通过增加速度或坡度来实现，不同时增加速度和坡度。

表 6-1 活动平板改良 **Bruce** 方案

分级	速度 (km/h)	坡度%	时间 (min)	METs
0	2.7	0	3	2.0
1	2.7	10	3	5.0
2	4.0	12	3	7
3	5.5	14	3	10
4	6.8	16	3	13
5	8.0	18	3	16
6	8.9	20	3	19
7	9.7	22	3	22

注：坡度 $1^\circ = 1.75\%$

(2) 踏车试验 运动负荷：男 300 kgm/min 起始，每 3 min 增加 300 kgm/min 。

女 200 kgm/min 起始，每 3 min 增加 200 kgm/min 。

(3) 手摇车试验 用于下肢功能障碍者。运动起始负荷 150 □ 200 kgm/min ，每

级负荷增量 100 □ 150 kgm/min ，时间 3 □ 6 min 。

(4) 等长收缩试验 一般采用握力试验。常用最大收缩 力的 30% □ 50% 作为运

动强度，持续收缩 2 □ 3 min 。还可采用定滑轮重量法，即通过一个滑轮将重力(重 锤)引向受试者的手或腿，受试者进行抗阻屈肘或 伸膝，并始终保持关节角度不

5

变。受试的重力可以从 2.5 kg 开始，每级持续 2 □ 3 min ，负荷增加 2.5 kg ，直至受 试者不能继续保持关节角度为止。

(5) 简易运动试验 定时运动法：用于体力能力无法进 行活动平板或踏车的患

者，患者尽力行走 6 min ，计算所走的距离。行走的距 离越长，说明体力活动能力

越好。 12 min 走和 12 min 跑具有类似的目的。这类试 验的目的只是为了判断体力活 动能力，对诊断没有帮助。

固定距离法：固定距离， 如 20 m ，计算完成该距离的时 间。

4. 检查程序

(1) 电极安放：常规十二导联心电图，导联电极全部 移至躯干，相应位置是： 两上肢电极分别移至锁骨下胸大肌与 三角肌交界处或 锁骨上，两下肢电极移至两季 肋部或两髂

前上棘内侧。胸导联的位置不变。监护导联：CM 正极位于 V₅，负极为

⁵⁵
胸骨柄；CC 正极位于 V₅，负极为 VR，即右胸相当于 V₅ 的位置。

⁵⁵⁵⁵⁵

(2) 皮肤处理：贴电极前用酒精擦皮肤到微红，以尽可能降低电阻，减少干扰。

(3) 测定安静血压。

(4) 过度通气试验：大口喘气一分钟后立即描记监护导联心电图，如果出现 ST 段下移为阳性。阳性结果没有病理意义，但提示运动中诱发的 ST 段改变不一定是心肌缺血的结果。

(5) 按运动方案运动：运动中连续以心电图监护，每级运动末 30 s 记录心电图，同时测量血压。多数试验方案均为连续运动，各级之间不休息。

(6) 运动后记录：达到运动终点或出现中止试验的指征而中止运动后，于坐位或立位描记即刻和 2、4、6 min 的心电图，同时测量血压。如有特殊情况可将观察的时间延长到 8□10 min，直到受试者的症状或异常表现消失为止。

5. 操作注意事项

(1) 用最通俗和扼要的方式向病人介绍心电运动试验的方法，取得病人的合作。

(2) 试验前试验前 2 h 禁止吸烟、饮酒。适当休息 (0.5 h)。不可饱餐或空腹。

(3) 试验前试验前 1 d 内不参加重体力活动。停用影响

洋地黄制剂、硝酸甘油、潘生丁、咖啡因、麻黄素、普鲁卡因酰胺、奎尼丁、钙拮抗剂、血管紧张素转换酶抑制剂、心得安、酚噻嗪类等。

感冒或其它病毒、细菌性感染一周内不宜参加试验。

6. 主观用力程度分级 主观用力程度分级(RPE)是根据运动者自我感觉用力

表)。一般

症状限制性运动试验要求达到

15-17 分。分值乘以 10 约相当于运动时的正常心率反应。

表 6-2 主观用力程度分级

分值

9 11 13 15 17 19

受试者感觉 轻微用力 稍用力 轻度用力 中度用力 明显用力 非常用力 极度用力

7. 运动试验终点 症状限制性运动试验的运动终点是出现心肌缺血或循环不良的症状、心电图异常、血压异常、运动诱发严重心律失常。此外出现仪器故障应该作为试验的终止指标。试验室内应备有急救药品和设备，并对出现的严重并发症进行及时的处理。

(四) 结果解释

1. 心率 正常人运动负荷每增加 1MET，心率应该增加 8-12 次/min。心率的

异常运动反应有过快和过慢两类。心率过慢见于窦房结功能减退、严重左室机能

不全和严重多支血管病变的冠心病病人。心率过快分为窦性心动过速和异位心动过速。

运动中窦性心率增加过快，提示体力活动能力较差。异位心动过速主要为室上性或

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/888044011114007011>