

平板运动试验临床规范应用的中国专家共识

编写专家组

【关键词】平板运动试验；心肌缺血；心电图

【中图分类号】R541.7 R540.4+1 【文献标识码】A 【文章编号】1005-0272(2023)06-401-08

运动负荷试验(Exercise Stress Testing),简称运动试验,是临床心电学检查的重要组成部分。运动试验主要是通过运动增加心脏负荷,使心肌耗氧量增加,进而影响机体氧的供需平衡,用于辅助冠状动脉粥样硬化性心脏病(简称为冠心病)及其他疾病的诊断、鉴别诊断、疗效评估及预后评价。运动试验具有操作简便、无创及可重复的优点,已成为心血管疾病诊断和评估不可或缺的检查方法之一。

运动试验虽为非侵入性检查,但由于心脏负荷增加仍有万分之一概率的死亡风险。运动试验临床应用,包括询问病史、体格检查,适应证和禁忌证的严格掌握、危急预案及报告书写等各个环节的规范化,方可将风险降至最低。目前运动试验规范应用主要参照相关指南:2002年美国心脏病学会(American College of Cardiology, ACC)/美国心脏协会(American Heart Association, AHA)发布的用于运动试验和训练的标准;2013年AHA科学声明进行了更新,包括运动试验的临床应用和运动心电图解读;2018年法国心脏协会(French Society of Cardiology, FSC)发布的共识侧重于运动试验或心肺运动试验的方法、解释和适应证;以及,我国浙江省心电图平板运动试验操作与诊断规范和人民卫生出版社出版的心电学技术分册中相关内容。

运动试验主要包括平板运动试验、心肺运动试验、踏车试验、二级梯运动试验及6分钟步行试验等。平板运动试验是目前临床常用的引起心肌氧耗量最高的运动方式,也是最接近生理状态的运动形式。为了进一步规范平板运动试验的检查流程和报告书写与解读,安全有效地开展平板运动试验,由编写专家组起草,广泛征求国内心电学与心血管领域

专家的意见与建议。经过专家工作组的多次讨论、补充、修订,最终完成此平板运动试验临床规范应用中国专家共识。希望该共识能够进一步推动我国平板运动试验的规范化和快速发展,使更多患者获益,也期待广大同仁在实践应用过程中,提出更多宝贵的意见和建议,以便专家共识再版时更加完善,更加符合临床需求。

一. 平板运动试验的目的

近年来,平板运动试验的目的不仅仅局限于诱发和识别心肌缺血,而是更加广泛应用于以下方面:

1. 冠状动脉疾病等缺血性心肌病引起的胸痛或其他等同症状的诊断与鉴别诊断;
2. 通过检出无症状心肌缺血发作,早期筛查高危患者中的隐匿型冠心病;
3. 缺血阈值及缺血范围的判定、罪犯血管的定位,冠状动脉疾病解剖和功能严重程度的评估,协助临床诊疗策略的选择;
4. 对冠心病患者进行危险分层,预测心血管不良事件和全因死亡;
5. 运动相关症状的评估;
6. 运动体能和耐力的评估及运动处方的制定;
7. 对运动不耐受患者心肺疾病的鉴别诊断;
8. 心脏变时性功能及运动相关心律失常,植入设备治疗的疗效和反应的评估,如儿茶酚胺敏感性室性心动过速的诱发与诊断;
9. 检出早期高血压和部分不明原因的高血压,如运动性高血压;
10. 评估对医疗干预(药物治疗、介入治疗和外科治疗等)的疗效和反应;
11. 特殊人群(运动员、飞行员及从事高风险职业人员等)体能评估。

二. 平板运动试验的禁忌证

(一) 绝对禁忌证

通讯作者:陈韵岱 E-mail: cyundai@vip.163.com

基金项目:国家重点研发计划:穿戴式心脏健康监测干预技术与产品研发(编号:2018YFC2001200)

1. 急性心肌梗死 2 周以内；
2. 不稳定型心绞痛伴严重心肌缺血，合并其他心血管疾病（如恶性心律失常、心力衰竭等）；
3. 未经控制的可引起血流动力学异常的恶性心律失常；
4. 活动性心内膜炎、急性心肌炎、心包炎；
5. 急性主动脉夹层；
6. 重度主动脉瓣狭窄伴有呼吸困难、心绞痛、晕厥等临床症状；
7. 心力衰竭失代偿期；
8. 高栓塞风险的心内血栓；
9. 川崎病合并冠状动脉瘤及狭窄；
10. 急性肺栓塞、肺梗死及深静脉血栓；
11. 对于植入起搏器患者，起搏器电池耗竭、起搏功能异常及起搏器心动过速发作时；
12. 影响运动能力、因运动而加剧病情的疾病（如哮喘急性发作期、肾病血尿、蛋白尿等）；
13. 下肢残疾、意识状态差、高龄、脑梗死或骨科等疾病导致运动失能或运动能力低下者；

14. 受检者拒绝行运动试验。

(二) 相对禁忌证

1. 已明确的左主干中重度狭窄；
2. 心室壁瘤或主动脉瘤；
3. 中重度主动脉瓣狭窄未伴有相关症状；
4. 心室率未控制的快速性心律失常；
5. 高度及以上心脏传导系统阻滞；
6. 肥厚型梗阻性心肌病；
7. 近期脑卒中或短暂性脑缺血发作；
8. 精神障碍，配合能力受限；
9. 静息时高血压，收缩压(SBP) $>200\text{mmHg}$ 和 / 或舒张压(DBP) $>110\text{mmHg}$ (或根据患者的年龄、病史、临床表现等酌情放宽标准)；
10. 未经临床治疗纠正的疾病，如严重贫血、严重电解质失衡和甲状腺功能亢进等。

(三) 其他情况

除上述情况外，平板运动试验若遇到以下情况，需结合相关检查、临床表现及临床评估目的酌情而定。

1. 心室预激波(显性预激)；
2. 心房颤动或心房扑动；
3. 完全性左束支阻滞；
4. 起搏心律(心室完全起搏)；
5. 老年或糖尿病患者的静息 (SBP/DBP) $\geq 160\sim 180/110\text{mmHg}$ ；

6. 妊娠期、经期和哺乳期的女性受检者；
7. 近期频繁放电(包括误放电)的植入型心律转复除颤器患者。

三. 平板运动试验规范化检查

(一) 场地及所需设备、物品

1. 环境

平板运动试验检查室应具有宽敞、通风、明亮、安静的检查环境，保持室内温度、湿度适宜。应配置隔帘等保护受检者隐私，有条件的医院可设置更衣室。活动平板跑台应放置在靠窗处，受试者面朝窗外，保证视野宽阔，减少外部环境对受检者的刺激和心理压力。须配置一个诊查床或沙发，供患者恢复或遇紧急情况时使用。除容纳必要的检查设备、急救设备及急救车(箱)，还应保证急救通道及应急出口通畅。

2. 平板运动试验设备及配件

平板运动试验的设备包括运动设备、心电图监测及记录设备、血压监测设备；相关配件有导联线、采集盒、不同型号的血压袖带等。活动平板跑台应具备前扶手杆、侧扶手杆及紧急停止运动的手动按钮，以帮助受检者稳定身体及提高运动中的安全性。

3. 急救设备及药品

平板运动试验室必须具备能够进行心肺复苏的各种抢救用品：①急救设备：除颤仪、氧气供应系统、氧气面罩或吸氧管、听诊器、血压计、静脉输液装置、气管插管、简易呼吸器等；②急救药品：硝酸甘油、肾上腺素、异丙肾上腺素、多巴胺、呋塞米、阿托品等。

4. 受检者检查必备物品

平板运动试验中为避免导联线与衣物摩擦产生干扰或非棉制衣物产生的静电干扰，预约试验时告知患者检查应穿戴宽松棉制衣物，以减少运动中的干扰，应穿跟脚平底鞋；有条件的医院可配备宽松棉制衣物、防滑鞋套、消毒毛巾和 / 或一次性吸汗纸巾，利于受检者检查。

5. 仪器保养、维护及感控

平板运动试验设备需定期校准，应对平板跑台和紧急停止按钮定期进行测试，以保证正常运行。每次开机前与停机后均须对仪器进行清洁、检查、校正等工作，每日例行保养由仪器设备使用人员负责进行。此外，还应按照运动设备的保养周期由专业维护人员进行定期的保养与维护。

接触受检者皮肤的导联线及袖带应做到定期消毒，以避免交叉感染。室内环境需定期终末消毒。

6. 医用耗材

医用耗材主要包括运动专用心电电极片、酒精、棉球、砂纸片、备皮刀等。

(二) 操作者资质

平板运动试验应由高年资医师和 / 或心电技师操作和监测, 操作者应定期进行心肺复苏等急救训练, 并具有对检查过程中处置突发情况的应急能力。

(三) 平板运动试验前准备

1. 问诊与体格检查

平板运动试验前应对受检者进行详细的问诊和体格检查。详细的问诊可以对受检者在运动试验中可能出现的情况进行预判, 一旦发生危急情况, 可以使受检者得到及时有效的救治。内容包括受检者基本信息、体格检查及告知注意事项等(见表 1)。

表 1 问诊与体格检查内容

	内容
问诊	1. 核对受试者基本信息(姓名、年龄、性别、身高、体重、职业、电话等)。 2. 严格把握平板运动试验适应证与禁忌证。 3. 了解胸痛等相关症状(详细询问受检者发生胸痛或胸闷等症状的部位、性质、持续时间及伴随症状、诱发及缓解因素,心悸或晕厥等症状持续的时间、频率、病程、伴随症状、诱发及缓解因素等)。 4. 既往史与家族史。 5. 个人史[用药情况、心血管疾病治疗情况(应详细询问心血管药物使用情况、冠状动脉支架植入、冠状动脉旁路移植术等手术时间、支架数量、位置及是否存在未处理的狭窄冠状动脉情况等)]。 6. 了解相关检验检查结果(尤其涉及心血管相关检查,如超声心动图、动态心电图、冠状动脉计算机断层扫描血管成像、冠状动脉造影等应详细了解)。 7. 了解心血管疾病治疗情况,包括用药情况、支架治疗和搭桥手术等。
体格检查	1. 受检者精神状态的确定。 2. 心脏体格检查。 3. 下肢活动情况的确定等。
告知注意事项	1. 检查前 3 小时禁食,禁吸烟、禁饮酒、禁饮咖啡等刺激性饮料。 2. 知晓心血管药物,如 β 受体阻滞剂、洋地黄类制剂等药物使用情况。 3. 考虑药物对运动试验的影响,建议行运动试验前结合临床决定是否停用相关药物。

受检者的年龄、性别、症状以及心血管疾病危险因素(如高血压、高脂血症、糖尿病)的存在及程度与冠状动脉疾病患病概率相关,因此,详细的问诊可以对受检者在运动试验中可能出现的情况进行预判,一旦发生危急情况,可以使受检者得到及时有效的救治。

2. 签署知情同意书

检查前应向受检者和 / 或其家属详细介绍试验的目的、意义、运动方案、潜在风险及运动中正常反应,确保受检者理解检查的风险和获益,在做好充分沟通后由受检者本人或家属(授权)签署知情同意书。

3. 试验准备

(1) 受检者准备

受检者进入检查室后,嘱进入隔帘或更衣室后更换上下分身的棉制衣物,做好准备工作。

(2) 皮肤处理

电极与皮肤的接触是决定运动心电图记录质量的一个重要因素。嘱受检者充分暴露前胸,胸毛遮挡电极片安装位置时应在受检者同意后剔除胸毛,在电极片放置处用酒精棉球脱脂皮肤,然后使用磨砂片轻柔地打圈摩擦,去除皮肤表面的油脂,可显著降低阻抗,改善信噪比。

(3) 运动试验监测导联的选择及安放

运动试验监测导联的选择,对准确诊断极为重要。目前普遍采用的是 Mason-Likar 导联体系。Mason-Likar 导联体系是将标准 12 导联系统进行改良,把双侧上肢的电极分别置于左、右锁骨下窝的最外侧,双侧下肢的电极分别置于左右髂前上棘上方和季肋下方的稳定部位, $V_1 \sim V_6$ 导联同标准 12 导联心电图的放置位置。在大胸围女性中,为保证信号稳定性,有时需要将胸前导联($V_3 \sim V_6$)放置在乳房下缘从而减少运动伪差。

Mason-Likar 导联体系采集的心电图,与标准 12

导联心电图有一定区别,常表现为额面电轴右移,下壁导联 R 波振幅增高,Q 波减小或消失,或导致部分健康人群出现位置性 Q 波,必要时可与静息 12 导联心电图相比较。

(4) 仪器连接

通常使用银-氯化银加粘附胶的一次性电极,应保证电极片与皮肤紧密贴服。充分的皮肤处理及电极片质量是运动心电信号平稳的关键。运动试验导联线使用寿命大约 1 年,应根据使用情况及心电图波形异常状态及时更换不能使用的导联线,以保证心电图波形不失真。

佩戴血压监测袖带,把袖带套入上臂肘横纹上 2~3cm 处,感应装置应对准肱动脉搏动感最强处,松紧度适宜,以能够插入 1~2 个手指为妥。

(四) 平板运动试验实施

1. 方案选择

平板运动试验方案可根据不同的检查目的和受检者个体情况来选择,目前应用最为广泛的是 Bruce 方案(见表 2),对于年龄大且合并心脏病的患者可以采用改良的 Bruce 方案;此外,还有 Cornell 方案、Naughton 方案及 ACIP 方案等。

应根据受检者的年龄和病情设定运动负荷量。代谢当量(MET)常用于平板运动试验运动负荷的评价。MET 是指基础代谢状态时的耗氧量,是休息状态下氧摄取量的单位,即每千克体重每分钟消耗氧气 3.5ml,也就是说 1MET=3.5ml/(kg·min)。

一般受检者选取次极量运动的目标心率为最大运动量(极量运动的目标心率粗略计算法=220-年龄;次极量运动的目标心率为极量运动目标心率的 85%~90%)。症状限制性平板运动试验终点不以预设目标心率为标准,依据患者运动中出现不适症状而终止。

表 2 Bruce 方案

分级	速度(mph)	速度(km/h)	坡度(%)	代谢当量(METs)	时间(min)
1	1.7	2.7	10	4	3
2	2.5	4.0	12	7	6
3	3.4	5.4	14	9	9
4	4.2	6.8	16	13	12
5	5.0	8.0	18	16	15
6	5.5	8.8	20	19	18
7	6.0	9.6	22	22	21

2. 运动前数据采集

分别采集受检者卧位及立位的心电图与血压数据,记录受检者静息状态下 12 导联同步心电图、中值图及血压的数值,作为运动中动态心电改变的基线参考值。对心电图 ST 段进行校准,其中选取 QRS 波群起点做为基准点,QRS 波群终点为 J 点,一般选择 J 点后 60~80ms 做为 ST 段偏移的检测点。

3. 受检者注意事项

嘱受检者站在平板跑台,双手轻握前横杆,保持身体稳定,放松心情,随着跑台的运行节奏向前行走,上半身尽量保持直立状态,上肢放松。运动的每一阶段递增前提醒受检者运动速度与坡度的变化,并嘱受检者如在运动过程中感觉到任何不适(如胸闷、胸痛、头晕等),及时告知操作者。

4. 运动中指标监测

运动中连续监测心电图及血压变化,平板运动试验监测设置为至少每一阶段记录一次心电图,并测量

一次血压。如有必要,可手动实时多次记录心电图及重复测量血压。运动中操作者应密切观察受检者的一般情况,如呼吸、意识、神态、面色、步态等,当达到运动试验的终止指征,应及时终止运动,以免发生意外。

5. 终止指征

平板运动试验常在受检者达到次极量目标心率 $[(220-年龄) \times (85\% \sim 90\%)]$ 时终止。但是,对于部分因服用减慢心率的药物,而很难达到次极量目标心率的受检者,可以根据具体的检查目的来确定终止试验的指征,临床常用运动耐量达到 10METs 作为终止指征。此外,在运动试验过程中,还有可能发生 ST 段异常、心律失常、胸痛等临床症状及血压的异常改变等情况,需要及时终止运动,以免发生不良事件。如下所示:

(1) 绝对指征

①严重心绞痛;

②非梗死区导联 ST 段抬高较基线 $>0.1mV$ (除外

aVL 和 V_1 导联)；

③运动负荷增加过程中出现收缩压不升或收缩压下降 $>10\text{mmHg}$ ，伴任何其他缺血证据；

④神经系统症状(如共济失调、意识模糊、眩晕等)；

⑤低灌注征象(面色苍白、四肢冰冷、发绀、虚弱、头晕等)；

⑥影响血流动力学的持续性室性心动过速、心室颤动、二度或三度房室阻滞或其他严重心律失常；

⑦心室起搏依赖患者出现心室起搏功能不良、起搏器 2:1 房室传导，植入型心律转复除颤器患者出现放电；

⑧因技术原因心电图或血压监测困难；

⑨受检者要求终止。

(2) 相对指征

①疑似心肌缺血的患者出现显著的 ST 段偏移(水平型或下斜型压低 $>0.2\text{mV}$)；

②运动负荷增加过程中出现收缩压不升或收缩压下降 $>10\text{mmHg}$ (持续低于基线值)，不伴其他缺血证据；

③胸痛加重；

④疲劳、气短、喘息、下肢痉挛或跛行；

⑤除持续性室性心动过速外，存在有加重或影响血流动力学可能的频发和 / 或多源性室性早搏、室上性心动过速和缓慢性心律失常；

⑥血压过高(收缩压 $\geq 220\text{mmHg}$ 或舒张压 $\geq 110\text{mmHg}$)；

⑦新出现的与缺血相关的束支阻滞。

6. 运动后恢复阶段

运动结束后需在活动平板上继续缓慢步行 1 至 2 分钟后停止运动，恢复调整运动有助于调节血管扩张、儿茶酚胺升高和潜在心肌缺血的影响，使心率和血压逐渐过渡到正常水平，以减少低血压和室性早搏发生的可能性。

运动完全停止后嘱受检者坐位休息，并继续监测心电及血压情况，至少观察 6 至 8 分钟，若运动中或运动后 ST 段出现改变，应观察 ST 段恢复至基线水平。此外，如果受检者出现任何不适，应继续监测，直到显著症状消失。如果症状和 / 或异常体征在恢复过程中持续超过 15 分钟，应由医师评估受检者并建议进一步观察或治疗。

四. 平板运动试验结果分析

(一) 诊断标准

1. 阳性标准

运动中或运动后出现下列条件之一者为阳性。

(1) 运动中及运动后出现典型的心绞痛；

(2) 运动中心电图出现 ST 段下斜型或水平型压低 $\geq 0.1\text{mV}$ ，持续时间 ≥ 2 分钟；

(3) 如运动前心电图已有 ST 段压低，则运动后 ST 段在原水平上再压低 $\geq 0.1\text{mV}$ ，持续时间 ≥ 2 分钟；

(4) 运动中或运动后在 R 波占优势的导联 ST 段呈缺血性弓背向上型抬高 $\geq 0.1\text{mV}$ 。

2. 提示心肌缺血的其他情况：

(1) 运动中出现胸痛；

(2) 在运动中或运动后以 R 波占优势的导联 ST 段水平型或下斜型压低 $\geq 0.05\text{mV}$ 而 $<0.1\text{mV}$ ，持续至少 2 分钟；

(3) ST 段上斜型压低 $\geq 0.15\text{mV}$ ，持续至少 2 分钟；

(4) 运动诱发 T 波高尖；

(5) 孤立性 U 波倒置或增大；

(6) 出现严重的心律失常，如多源性室性早搏、室性心动过速、房室阻滞、窦房阻滞、心房颤动、心房扑动；

(7) 运动中收缩压不升或较安静时 / 前一级运动的收缩压下降 $\geq 10\text{mmHg}$ ；

(8) ST/HR 指数 $\geq 1.6\mu\text{V}/\text{bpm}$ ；

(9) 运动中出现 QRS 波群增宽；

(10) 运动中心律失常的恶化(尤其在恢复期)提示预后不良；

(11) 运动诱发左束支阻滞、左前分支阻滞或左后分支阻滞。

平板运动试验对于心肌缺血的判断，应综合考虑包括危险因素的存在、症状、心电图变化以及运动峰值和恢复期心率或血压的异常变化，结合临床，判断心肌缺血的可能性，出具描述性报告。

3. 其他心电血压异常情况

(1) 描述血压随运动增加情况，有无血压异常升高或降低；

(2) 其他心电异常，如心律失常、心脏变时性功能及心率恢复等；

(3) 特殊指标：Duke 评分；TWA(最大数值、发生时间及导联)。

平板运动试验中出现其他心电、血压的异常情况，需要在描述性报告中着重体现。

(二) 影响因素

平板运动试验的可靠性受多种因素的影响，存

在一定的假阳性和假阴性,其结果应结合临床其他资料进行综合判断。

常见的引起 ST 段压低的原因有 3 种,包括原发性和继发性复极异常心电图改变、药物因素以及代谢因素。分别简要阐述如下:

1. 复极异常心电图改变

心室激动顺序发生变化,引起复极异常。左束支阻滞、预激综合征及起搏心律时,其 ST-T 改变常呈与主波方向相反。高血压或左心室流出道高阻力时常引起左心室肥厚,表现为静息心电图 ST-T 异常改变,当运动时 ST 段可以进一步压低,结果出现假阳性。

2. 药物因素

临床许多药物可引起心率、血压等血流动力学变化,如抗心绞痛药物、 β 受体阻滞剂、利尿剂、洋地黄类药物、激素等会减轻心绞痛症状并影响心电图改变,进而影响运动试验结果的判断。

3. 代谢因素

糖代谢异常可以导致心肌损伤使 ST 段压低,出现假阳性;甲状腺激素有类儿茶酚胺样作用,可加重心绞痛发作,运动早期可出现 ST 段压低。此外,电解质失衡,尤其是 K^+ 浓度异常可引起静息心电图改变,干扰运动试验结果的准确判读。

(三) 特殊指标

1. Duke 评分

Duke 评分结合运动时间、ST 段偏移和运动中出现的胸痛症状等因素,提高了平板运动试验检查冠心病的准确性,并且可评估冠心病患者的预后。

Duke 评分计算方法: Duke 评分 = 运动时间 (min) - $5 \times$ ST 段下降程度 (mm) - $4 \times$ 心绞痛指数。运动时间以标准 Bruce 方案为准。ST 段偏移程度在 J 点之后 60~80ms 测得,如运动诱发的 ST 段压低小于 1mm,则计算中 ST 段偏移水平为 0。心绞痛指数判定:无心绞痛计“0”分,有心绞痛发生计“1”分,如果因心绞痛造成运动停止计“2”分。分为低风险组 (Duke 评分 $\geq +5$),中风险组 ($-10 \leq$ 评分 $\leq +4$),高风险组 (Duke 评分 ≤ -11)。

2. ST 段 - 心率校正

ST 段 - 心率校正:常用的参数有 ST/HR 斜率和 ST/HR 指数。

ST/HR 斜率:从运动开始到运动终点,测定各导联 ST 段压低值,计算微电压与心率的线性相关性,一般取最大 ST/HR 斜率。ST/HR 斜率 $> 2.4 \mu V/bpm$ 为异常; $> 6 \mu V/bpm$ 提示广泛病变,包括三支病变或左

主干病变。其临床价值有待进一步的前瞻性研究。

ST/HR 指数:运动过程中 ST 段随心率改变的平均值,是计算 ST/HR 斜率的简化方法。ST/HR 指数 $> 1.6 \mu V/bpm$ 为异常。

两个参数的综合应用可以提高平板运动试验的临床诊断价值。

3. T 波电交替

T 波电交替 (T wave alternans, TWA) 代表宏观或微观状态下 (可测量) 心电图 T 波振幅或形态的交替变化,是反映心肌电活动不稳定性的无创指标。TWA 量级反应了连续的心电不稳定性,即 TWA 量级越大,表示风险越高。TWA 与运动试验相结合,可用于识别恶性室性心律失常高风险的患者。研究发现, $TWA \geq 47 \mu V$ 时恶性心律失常发生率高。TWA 在预测恶性心律失常方面的阳性预测值较低,而阴性预测值较高。

五. 报告规范

(一) 平板运动试验报告

1. 受检者临床基本信息:姓名、年龄、性别、身高、体重、病历号码、用药情况、临床诊断、试验日期、运动方案等。

2. 运动前心电图:心率、PR 间期、QT 间期及心电图诊断等。

3. 终止平板运动试验的原因,着重注明未达到目标心率而终止的原因。

4. 报告应根据诊断标准结合临床,将试验分为阳性、阴性及描述性报告。

(1) 阳性报告:需报告结论,如某导联阳性表现,同时报告诊断依据。其中涉及 ST 段阳性诊断标准者,需包含涉及导联、持续时间、ST 段改变形态、压低或抬高幅度、伴随症状等。

(2) 描述性报告:当运动试验虽未达到阳性标准,但同时出现了需要提示临床关注的情况时,需做描述性报告。

(3) 阴性报告:凡是已达运动目标心率,不能满足上述阳性标准,且不需要进行描述性报告的均为平板运动试验阴性。

(二) 数据及图形资料

1. 静息、运动各阶段和恢复阶段的心率和血压等参数。

2. 运动时间、最大 METs、静息心率、最高心率、最大预测心率、实际达到最大预测心率的百分比、静息血压、最高血压等信息。

3. 心电图特征性报告

根据需要可打印 12 导联选定的中值报告,包括运动基线、最大 ST 段偏移值、峰值运动、试验结束恢复期等阶段的心率、血压、波形、ST 段偏移幅度、斜率及心律失常等。

六. 紧急事件处理建议

平板运动试验常常与致命性不良事件的风险相关,一旦出现,需要紧急医疗干预。因此,必须严格把握禁忌证和终止指征。平板运动试验检查室需建立危急患者的绿色转运通道。等待转运过程中,需进行必要的基本生命支持和救治措施。紧急事件主要包括以下几种情况:

1. 运动试验过程中,出现急性心肌缺血事件时,应立即终止运动,嘱受检者平躺,给予吸氧,视血压情况舌下含服硝酸甘油,同时立即报告危急值,必要时建立静脉通道,及时绿色通道转运。

2. 运动试验过程中,出现胸前区不适伴恶性心律失常时,应立即终止运动,将受检者平躺,必要时建立静脉通道、除颤、心肺复苏等,及时绿色通道转运。

3. 当合并变时功能不全或心率恢复异常时,应延长观察时间,严密观察受检者一般情况、心率、血压及心电变化。

4. 运动中或运动后出现严重异常血压反应,应及时停止运动,经休息不能恢复正常,及时予以相应处理:血压过高者,予以降压药;血压过低,甚至晕厥者,立即平卧位,及时补液等。

此外,如因仪器故障等原因导致受检者未完成检查时,应与受检者充分沟通说明情况,择期完成平板运动试验检查。

七. 结语

平板运动试验是一种目前应用最广泛的心脏负荷试验,具有无创、重复性好、相对安全、实用、有效和操作简易等特点,具有重要的临床价值。平板运动试验的操作规范包括适应证、禁忌证的严格把握,充分沟通、严密观察、及时终止、危急预案及报告规范等。随着近年来信息化及大数据的快速发展,大数据模型的建立,运动试验相关特殊指标的深入研究和新的进展,将获得更多有价值的运动试验数据和信息,从而更深入地推动相关临床研究,更好地提升平板运动试验的临床应用价值。

本共识由编委会根据国内外最新的研究进展,结合国内实践经验,经过反复讨论最终成稿,以指导临床实践。待更多、更充分的循证医学证据纳入后,丰富平板运动试验在心血管疾病领域、外科手术前评

估、运动康复指导等方面的临床应用,将对本共识进行进一步的修订和更新,并希望在此基础上形成平板运动试验规范性的临床应用指南。

参考文献

- Gibbons RJ, Balady GJ, Beasley JW, et al. ACC/AHA Guidelines for Exercise Testing. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Exercise Testing). *J Am Coll Cardiol*, 1997,30:260-311.
- Gibbons RJ, Balady GJ, Bricker JT, et al. ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing: summary article. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1997 Exercise Testing Guidelines). *J Am Coll Cardiol*, 2002,40:1531-1540.
- Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P, et al. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 2013,128:873-934.
- Marcadet DM, Pavy B, Bosser G, et al. French Society of Cardiology guidelines on exercise tests (part 1): Methods and interpretation. *Arch Cardiovasc Dis*, 2018,111:782-790.
- Marcadet DM, Pavy B, Bosser G, et al. French Society of Cardiology guidelines on exercise tests (part 2): Indications for exercise tests in cardiac diseases. *Arch Cardiovasc Dis*, 2019,112:56-66.
- 全国卫生专业技术资格考试专家委员会. 心电学技术. 北京:人民卫生出版社,2022:223.
- Nieminen T, Lehtimäki T, Viik J, et al. T-wave alternans predicts mortality in a population undergoing a clinically indicated exercise test. *Eur Heart J*, 2007,28:2332-2337.
- Verrier RL, Nearing BD, La Rovere MT, et al. Ambulatory electrocardiogram-based tracking of T-wave alternans in postmyocardial infarction patients to assess risk of cardiac arrest or arrhythmic death. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2003,14:705-711.
- Stein P, Sanghavi D, Domitrovich P, et al. Ambulatory ECG-based T-wave alternans predicts sudden cardiac death in high-risk post-MI patients with left ventricular dysfunction in the EPHEBUS study. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2008,19:1037-1042.
- Gehi AK, Stein RH, Metz LD, et al. Microvolt T-wave alternans for the risk stratification of ventricular tachyarrhythmic events: a metaanalysis. *J Am Coll Cardiol*, 2005,46:75-82.
- Nieminen T, Lehtimäki T, Viik J, et al. T-wave alternans predicts mortality in a population undergoing a clinically indicated exercise test. *Eur Heart J*, 2007,28:2332-2337.
- Costantini O, Hohnloser SH, Kirk MM, et al. The ABCD (Alternans Before Cardioverter Defibrillator) Trial: strategies using T-wave alternans to improve efficiency of sudden cardiac death prevention. *J Am Coll Cardiol*, 2009,53:471-479.
- 中华医学会心血管病学分会,中国康复医学会心肺预防与康复专业委员会,中华心血管病杂志编辑委员会.心肺运动试验临床应用中国专家共识. *中华心血管病杂志*, 2022,10:973-986.

14 王慧,陈瑶,郭勇娟,等.浙江省心电图平板运动试验操作与诊断规范(试用版).心电与循环,2015,03:149-151+164.

《平板运动试验临床规范应用中国专家共识》编写专家组

组长:郭继鸿 陈韵岱 石亚君

执笔:石亚君 郭 军

秘书:郜 玲 王晋丽 但 晴

专家组成员(按姓氏笔画排序):

- 马 兰(安徽医科大学第二附属医院)
- 王永权(沈阳中国医科大学附属第一医院)
- 王红宇(山西医科大学第二医院)
- 王进亮(清华大学国家卓越工程师学院博士)
- 王志毅(天津医科大学总医院)
- 王丽华(解放军总医院第六医学中心)
- 王宏治(四川大学华西医院)
- 王建理(山西医科大学第二医院)
- 王晓明(解放军总医院第七医学中心)
- 王 锐(玉溪市人民医院)
- 王新康(福建省立医院)
- 方丕华(中国医学科学院阜外医院)
- 尹彦琳(中国医学科学院阜外医院)
- 邓国兰(重庆医科大学附属第一医院)
- 石亚君(解放军总医院第一医学中心)
- 石铭宇(哈尔滨医科大学附属第一医院)
- 龙湘鹏(湘潭市中心医院)
- 卢喜烈(解放军总医院第一医学中心)
- 冯 艳(新疆维吾尔自治区人民医院)
- 朱金秀(汕头大学医学院第一附属医院)
- 向芝青(湖南省湘西土家族苗族自治州人民医院)
- 刘元生(北京大学人民医院)
- 刘秀荣(航天中心医院)
- 刘 彤(天津医科大学第二医院)
- 刘 鸣(武汉亚洲心脏病医院)
- 刘学义(哈尔滨医科大学附属第五医院)
- 刘桂芝(郑州大学第一附属医院)
- 刘德平(北京医院)
- 许 原(北京大学人民医院)
- 孙志军(解放军总医院心血管病医学部)
- 苏瑞璘(河北医科大学第三医院)
- 李世锋(郑州大学第二附属医院)
- 李乔华(中南大学湘雅二医院)

- 李学斌(北京大学人民医院)
- 李春雨(济宁医学院附属医院)
- 杨丽红(河南省人民医院)
- 杨 虎(北京大学第一医院)
- 杨晓云(华中科技大学同济医学院附属同济医院)
- 杨瑞雪(山东大学齐鲁医院)
- 时向民(解放军总医院心血管病医学部)
- 吴志红(河南省胸科医院)
- 吴岳平(厦门大学附属心血管病医院)
- 何 涛(广西医科大学第一附属医院)
- 汪文娟(中南大学湘雅三医院)
- 沈 灯(上海中医药大学附属普陀医院)
- 张永庆(三亚市人民医院/四川大学华西三亚医院)
- 张兆国(北京清华长庚医院)
- 张姝兰(大连理工大学附属中心医院)
- 张 莉(华中科技大学协和深圳医院)
- 张夏琳(首都医科大学附属北京康复医院)
- 张海澄(北京大学人民医院)
- 陈元秀(武汉大学人民医院)
- 陈韵岱(解放军总医院心血管病医学部)
- 陈 静(南昌大学第二附属医院)
- 邵 虹(西京医院)
- 范 平(新疆医科大学第一附属医院)
- 范咏梅(湖南省人民医院)
- 罗昭林(重庆康华众联心血管病医院)
- 周军荣(解放军总医院第一医学中心)
- 赵 力(浙江大学医学院附属第一医院)
- 钟杭美(重庆松山医院)
- 贾玉和(中国医学科学院阜外医院)
- 徐金义(河南省人民医院)
- 高 敏(中国科学技术大学附属第一医院)
- 郭 军(解放军总医院心血管病医学部)
- 郭继鸿(北京大学人民医院)
- 彭 军(西安市儿童医院)
- 韩卫星(安徽医科大学附属阜阳医院)
- 储 伟(重庆仁心心电诊断中心)
- 曾建平(湘潭市中心医院)
- 谭学瑞(汕头大学医学院)
- 薛 浩(解放军总医院心血管病医学部)

(收稿日期:2023-12-08)

(本文编辑:胡立群)