维普资讯 http://www.cqvip.com

(24) 68-70
R543.604
R445.9

无创性PPG检测在下肢静脉疾病中的应用

光电容积描记
静脉疾病，诊断
下肢，血液动力学

第一医院血管外科 乔正荣 综述 时 德 审校

中图分类号 R445

下肢静脉疾病是常见病，其发病率为20%～40%，是下肢动脉病的10倍[1,2]。静脉造影虽可显示瓣膜功能状态，但较复杂、损伤血管，不宜多次重复。Barnes[3]（1978年）首先应用光电容积描记（Photoplethysmography. PPG）测定静脉炎后皮肤微循环的改变，并发现静脉瓣膜可发生功能不全。Abramowitz[4]（1979年）认为此法可为血管外科提供客观、定量、无创性和可重复的检测方法。并认为在定量诊断、鉴别诊断、手术疗效和血流动力学等诸方面均具重要的应用价值。

一、PPG检测原理和方法

1. 检测原理： PPG由换能器、放大器和记录器组成，换能器发射红外线，被真皮毛细血管中红细胞反射，光敏晶体管接收，产生信号，其大小与皮肤微血管中红细胞数成正比，通过记录皮肤毛细血管动静脉丛充盈程度，反映静脉血容量的改变[4-6]。

2. 检测方法： 病人坐床沿，小腿下垂，将PPG换能器置于内踝上10cm范围内，作踝关节有效的背屈运动10次（1秒1次），促使小腿静脉血液回流排空，描记下肢静脉容积减少和静脉回复的时间（Venous Refill Time. VRT）。

二、VRT正常值和指标选择

VRT>20秒（20S）. 提示静脉瓣膜功能正常. VRT<20S. 表明静脉瓣膜关闭不全，有血液倒流。Abramowitz[4]报告假阳性率3／338，假阴性率1／338。PPG测定的主要缺陷是存在假阳性和曲线结果无法解释，因此，有必要探索新指标以提高诊断准确率。Hirai[7]证明50%VRT<7S应作为深静脉功能不全的诊断标准，敏感性89%，特异性83%。Sarin[8]对照研究95%VRT、50%VRT和100%VRT. 结果表明，95%VRT<15S诊断静脉功能不全具有最大的敏感度和特异性。Rutgers[5]报告深静脉功能不全，肢体（上止血带）VRT<15S. 而浅静脉瓣膜功能不全，VRT>15S和≤20S. 并采用50%VRT>9S为正常值，可减少无法解释的PPG曲线。

三、诊断和鉴别诊断

PPG检测的诊断价值在于能早期判断瓣膜功能不全，鉴别浅静脉与深静脉瓣膜功能不全。单纯浅静脉曲张时，用止血带阻断浅静脉回流，VRT值恢复正常，止血带阻断前后有显著差异（P<0.005）。此方法可用于鉴别原发性和继发性大隐静脉曲张[6,9,10]。改变止血带位置可识别静脉瓣膜功能不全的类型。若PPG测定阳性，需将止血带置于膝下和踝上检查，膝下阴性提示单纯浅静脉瓣膜关闭不全；膝下阳性而踝上阴性，表明深浅穿通支不全；若膝下踝上均阳性，再将止血带放于踝部，测试足背，阳性说明深静脉瓣膜功能

维普资讯 http://www.cqvip.com

不全[11,12]。Mull in[13]报告 PPG 诊断深静脉返流较准确，但判断浅静脉返流的部位则不太准确，主要原因是穿通支功能不全的存在及动脉血流的异常。对深静脉功能异常，PPG 曲线能识别阻塞性或瓣膜关闭不全，深静脉阻塞的特征是曲线平坦，VRT 明显缩短，而瓣膜关闭不全仅表现为 VRT 缩短。此外，PPG 曲线无负向段，提示瓣膜关闭不全，因为负向段的产生是下肢运动肌肉松弛后，血液由浅静脉流向深静脉，导致皮肤血流减少，反映静脉血流动力学[5-7]。

综上所述，PPG 检测下肢静脉系统有四种结果。1. 无止血带检测结果正常，表明静脉系统血流动力学正常，无瓣膜功能不全；2. 大腿上部放止血带阻断大隐静脉，异常结果转正常，说明单纯大隐静脉瓣膜功能不全；3. 大腿上部放止血带，异常结果无改变，应考虑复杂的静脉功能不全，可能尚有小隐静脉、深静脉或穿通支功能不全。4. 有或无止血带，曲线结果无法解释，不能按上述三种结果分类。

四、如何评价手术效果

PPG 测定，其 VRT 值能有效评价曲张静脉术后的疗效，原发性大隐静脉曲张剥脱术后 VRT 值提高并恢复正常，与术前对比有显著差异（$P<0.05$）[10]。Sarin[14]报道静脉曲张手术后 VRT 值提高，但有残留大隐静脉返充者 VRT 值仍低（$P<0.05$）。此外，PPG 检测对急性深静脉血栓溶栓疗法，深静脉瓣膜血管重建等手术疗效判断，有重要的临床价值。

五、血流动力学评价

PPG 最大价值是评价静脉疾病的血流动力学改变，建立其临床模式，指导临床诊治。

1. 静脉瓣膜关闭不全的部位与返流的关系。 VRT＜20S 提示明显静脉返流，其特点如下：(1) 浅静脉瓣膜关闭不全时，VRTS（均数）异常；(2) 浅静脉正常而远端深静脉或穿通支瓣膜关闭不全时，VRTS 异常；(3) 没有检测到瓣膜关闭不全或关闭不全局限于近端深静脉（股静脉，股浅静脉），VRTS 正常；(4) VRT 与股静脉返流程度无关，主要反映肢体远端局部静脉血流动力学而不是整个静脉系统，小腿中部与远端血流动力学有差别，是因远端存在大量功能不全的穿通支[7,8,15,16]。因此，静脉返流主要由浅静脉，远端深静脉和交通支瓣膜功能决定，而近端瓣膜作用极小，鉴于此，减轻静脉返流和静脉病皮肤营养障碍的治疗，不能希望于近端瓣膜的重建。

2. 静脉病皮肤营养障碍的血流动力学特点。 慢性静脉功能不全（CVI）的临床表现有皮肤水肿、硬化、湿疹、色素沉着和溃疡形成，产生原因是静脉系统的功能不全。其一，浅静脉返流是 CVI 的主要病理生理改变，原发性大隐静脉曲张伴皮肤营养障碍比单纯静脉曲张静脉排出容积增加，VRT 值缩短。分析原因，由下肢深静脉近端血柱重力作用增强时，逆向高压首先破坏软弱的隐股静脉瓣，造成下肢浅静脉曲张，肢体远端血池增大。其二，深静脉瓣膜关闭不全伴穿通支不全与穿通支功能正常者，VRT 缩短有显著差异（$P<0.05$），因为穿通支瓣膜不全造成腓肠肌收缩时，血液在浅深静脉系统来回返流，维持浅静脉系统高压，最终导致皮肤毛细血管增生，管壁增厚，周围纤维蛋白沉积（胶原蛋白Ⅵ为主），或白细胞堆集，阻塞毛细血管，引起组织缺氧，营养交换障碍，产生皮肤病变及溃疡形成[17-22]。

六、PPG 检测的影响因素和局限性。

PPG 的影响因素应注意几点：1. 换能器固定在皮肤的压力适度，避开大的浅静脉、曲张静脉和溃疡；2. 测试前患者休息 2 分钟，室温保持 22～25℃，防止皮肤血管痉挛；3. 足

维普资讯 http://www.cqvip.com

背有效屈伸或挤压小腿 10 次，保证静脉血液回流排空；4. 皮肤色素及血细胞容积影响 VRT 值；5. 皮肤存在水肿，弧立静脉曲张，静脉炎，动脉疾病和无效的浅静脉回流等情况，使 PPG 应用受限。另外，重复测定 3～5 次，取 VRT 均数，提高准确度。总之，PPG 检测的临床价值主要在于筛选静脉瓣膜功能不全者，瓣膜血管重建等手术疗效判断和血流动力学评价[5,13,22-27]。

七、结语

无创性 PPG 检测对下肢静脉功能不全的诊断有重要意义，值得重视的是，PPG 结果存在假阳性，且不能区别返流的严重性，若穿通支功能不全，动脉血流异常和多水平返流则影响浅静脉返流部位的确定。为此，联合检测成为一种发展趋势。PPG 与 PCR（空气容积描记）测定，不仅反映瓣膜功能，而且能检测静脉容积和腓肠肌泵的功能，是认识 CVI 的病理生理和血流动力学最佳方法。PPG 与双向多谱勒扫描结合，既可确定静脉返流的部位，也能区分返流的严重性，双向多谱勒多节段记数与临床严重性明显相关（r=0.97）。PPG 结合复式定量瓣膜关闭时间测定来研究深静脉返流，能鉴别返流的严重性，敏感度 90%、特异性 94%、准确度 93%，是无创性评价静脉返流严重性的最好方法[28～30]。

参 考 文 献

1. Taheri SA. et al. Am J Surg 1982. 144 221
2. 戴乐天，等. 国外医学 外科学分册 1989；2；83
3. Barnes RW. et al. proceedings of the AAMI 13th annual Meeting. Washington. D. C., March 28－April 1. 1978
4. Abramowitz HB. et al. Surgery 1979: 86. 434
5. Nutgers P. H. et al. Br. J surg. 1993. 3 351
6. O'Donnel TF. et al. surg. clin. North Am. 1990: 70. 159
7. Hirai. M. et al. Angiology 1985: 11. 795
8. Sarin S. et al. J. vasc. surg. 1992 16(2) 154
9. Hirai. M. et al. Angiology 1991. 6: 468
10. Perace WH. et al. Surgery. 1983: 5: 715
11. 李建明，等. 上海医学 1985；10；580
12. 李建明，等. 上海医学 1986；11；621
13. Mullin GM. et al. Aust N. Z. J. surg. 1992: 62(4): 270
14. Sarin S. et al. Br. J. surg. 1992. 9: 889
15. Gooley NA. et al. J. vasc. surg. 1988. 7(1): 50
16. Rosfors. S. J. Vasc. surg. 1990: 11(3): 436
17. Alam S. et al. Jpn. J. surg. 1991: 21(2): 154
18. Angel MF. et al. Plast. Reconst. surg. 1987. 79: 280
19. Hoare Mc. et al. Surgery 1982: 9: 450
20. Laurora G. et al. Vascular surgery. 1993: 3: 110
21. Cheatle T. R. et al. Angiology 1991 2: 114
22. Luetolf O. et al. Br. J. Dermatol 1993: 3: 249
23. Garcia. Serrano. A et al. Phlibologie 1989: 34(3): 503
24. Van. den. Broek. TA. et al. Neth. J. surg. 1989: 41(5) 104
25. Van. Bemmelen. PS. et al. Surgery. 1992: 9: 544
26. Marshall. M. Hautarzt 1988: 39(4): 193
27. Raju S. et al. Arch. surg. 1990: 125(11): 1463
28. Neglen P. et al. J. Vasc. surg. 1003: 17(3): 590
29. Welkie JF. et al. Ann. Vasc. surg. 1992. 6(1): 1
30. Welch HJ. J. Vasc. surg. 1992: 16(6) 913

（收稿日期 1994－03－28）