

· 综述 ·

H 反射及其在中枢神经系统疾患中的应用

李红玲¹ 徐凌娇¹1 概述^[1]

1.1 H 反射的定义

H 反射(H-reflex)最初由 Hoffmann(1918 年)所描述。它是指次强刺激胫后神经,所诱发的小腿三头肌的反射性反应,其潜伏期与跟腱反射(achilles reflex)差不多。为了纪念 Hoffmann 所作出的创造性工作, Magladery 等(1950)将这种反应命名为 H 反射。H 反射是利用较小强度电量刺激神经,经感觉神经纤维(起自肌梭的 I α 型粗大有髓纤维)向上传导至脊髓,再经单突触联结(monosynapse)传入下运动神经元(较细的 α -运动神经元)而引发肌肉收缩所记录到的反应波 H 波,同时随着电刺激强度加大、肌肉复合动作电位波幅(M 波)逐渐变大,H 波波幅逐渐被抑制变小乃至消失;当 M 波幅最大后电刺激强度继续增大,则将出现 F 波。

1.2 H 反射与 F 波的区别

F 波可见于所有运动神经,不是反射活动,而是轴突中回返性冲动诱发的少部分运动神经元的传出性发放,传入和传出均由 α -运动神经元组成,刺激强度为阈值 30%以上。平均波幅约为 M 波的 50%。H 反射是单突触反射,传入为肌梭的 I α 类感觉纤维,传出为 α -运动神经元,平均波幅约为 M 波的 50%—100%,较低刺激速率时出现稳定。

1.3 H 反射正常值及临床意义

H 反射在正常人只存在于 S1 神经根所支配的肌肉(主要是比目鱼肌)、近端的姿势性肌肉及同源的前臂桡侧腕屈肌,其他部位则较少见,新生儿见于手足固有肌。这反映了中枢神经系统的成熟性与运动神经元池的精细性。H 反射检测采用 10—20V 的低电压,2—3Hz 的刺激频率,刺激胫神经,并在腓肠肌上记录。在成年人的股神经和 1 岁以内的婴儿的任何神经均可测出 H 反射。常用判定标准(成人):①H 反射的潜伏期约为 26—40ms (H 波潜伏期-M 波潜伏期-1)ms;②H 反射的传导速度=(刺激点至 C7 或 L1 距离 \times 2)mm/s,正常值为 45m/s—85m/s;③H 反射的振幅约为 3—19mV;④H/M 波幅的比率为 27—75。

该反射可测定脊髓前角 α 运动神经元的兴奋性及整个传导通路上感觉及运动纤维的功能状态。若 H 反射消失表示该神经根有病变或是传导路径的其他部位有问题,相反地若 H 反射大量出现于其他部位(如成人正中神经、尺神经、腓神经受刺激时,在松弛的肌肉中能引出“H”波时,同时 H/M 波幅的比率增高,则表明上运动神经元(中枢神经)病变。

2 方法学

2.1 H 反射的记录部位

2.1.1 传统 H 反射的记录部位:一般认为,由于中枢神经系统的下行抑制作用,成人只能在比目鱼肌记录到 H 反射,1 岁以内的婴儿由于中枢神经系统尚未发育成熟,不能有效地抑制脊髓的 H 反射通路,故对许多周围神经刺激在相应的肌

肉上可记录到 H 反射。传统采用的以比目鱼肌中点作为记录部位的方法不能引出最大的 H 波,而在更远端的位置(在腓窝至内踝连线的第四分之三处),H 波波幅最大,潜伏期则较近端稍延长。原因尚不十分明确,可能与不同部位的皮肤阻抗、支配肌肉的相应运动神经元类型及所参与的肌肉的肌纤维直径、肌肉的长度、记录电极与皮肤形成的角度等多种因素有关^[2]。

2.1.2 其他检测部位:20 世纪 70 年代发现,在大多数健康受试者的上肢记录到桡侧腕屈肌的 H 反射^[3]。有人发现电刺激相应的神经可在成人的桡侧腕屈肌、小指展肌、胫前肌、腓骨长肌等处记录到 H 反射,唯在肌肉放松状态下不易引出,需相应的肌肉收缩以易化。但也有人在股四头肌、拇长屈肌、桡侧腕屈肌等处引出 H 反射且不需易化^[4]。而采用随意收缩以易化上肢 H 反射的记录,是近 20 年来国外临床神经电诊断工作者经常采用的方法^[5-6]。近几年国外陆续报道了在上肢进行脊髓束各节段神经分布的 H 反射检测,并采用计算机平均技术,使得 H 反射波形更为清晰、可靠、临床应用也更为广泛。目前国内张俊等对涉及上肢 1 根神经、2 个脊髓水平分布的 1 块肌肉,崔宁陵等对健康人上肢 4 根周围神经、5 个脊髓节段分布的 7 块肌肉(双侧正中神经、尺神经、桡神经、肌皮神经支配的拇指展肌、小指展肌、桡侧腕屈肌、桡侧腕伸肌、肱桡肌、指总伸肌和肱二头肌)的 H 反射的检测方法和正常值进行了研究^[7-8]。结果显示:双上肢 H 反射总检出率为 97%,H 反射潜伏期成正态分布,变异小,重复性好,与身高相关,与年龄性别不相关。H 反射波幅成偏态分布,变异大。波幅与身高、年龄、性别均不相关。该研究认为,采用随意收缩和计算机平均技术可以在健康成人上肢的多块肌肉中获得可靠、恒定的 H 反射。它对于常规神经电诊断方法在探查神经病变中可以成为一项有益的补充。

2.2 影响 H 反射的因素

H 反射潜伏期、波幅、最大 H 波与最大 M 波比(Hmax/Max)、刺激阈值等是主要的观察指标。已知潜伏期的长短与身高、肢长及年龄呈明显正相关。此外,尚有许多因素影响 H 反射,如刺激时程及刺激间期^[9](方波刺激的时程主要影响 H 反射的波幅大小);肌肉收缩对 H 反射的影响^[10];皮肤电刺激对 H 反射的影响^[11](抑制 H 反射使其波幅降低);H 反射的波幅高低与利手有关,利手的一侧运动神经元兴奋性高,故 H 反射的波幅高^[12];智商高者 H 反射的波幅高^[13];对刺激或缺血引起的肌肉疲劳抑制运动神经元的兴奋性而抑制 H 反射^[14];H 反射的大小还与精神暗示有关^[15];另外,酒精、咖啡可使 H 反射增强,阿司匹林明显抑制 H 反射,后者可能与阿司匹林抑制前列腺素的合成和释放有关^[16],其机制尚待进一步探讨。

1 河北医科大学第二医院康复科,石家庄,050000

作者简介:李红玲,女,主任医师,教授,博士

收稿日期:2008-07-15

3 H反射在中枢神经系统疾患中的应用

3.1 基础研究

3.1.1 实验性脑出血大鼠的H反射:李书林等^[17]采用30只大鼠制造右侧内囊脑出血模型,然后分别在出血前及出血后各个时相点(脑出血后1、7、14d),将大鼠麻醉后固定于动物实验台上进行H反射检测,结果显示:大鼠H反射出现了明显的双下肢不对称,左侧H反射亢进,表现为左侧H反射潜伏期缩短,同时波幅增高,而右侧H反射的波幅及潜伏期与出血前无明显变化。表明脊髓前角运动神经元兴奋性增高,脊髓单突触反射弧增强,它可作为判断脊髓相应节段及此节段 α 运动神经元功能状态的一种指标。

3.1.2 实验性脑梗死大鼠的H反射:金荣疆等^[18]成功地在实验性脑梗死大鼠身上引出了H反射,并描绘出了H反射恢复曲线。观察到实验性脑梗死大鼠患侧肢体H反射潜伏期缩短、波幅亢进等改变。H反射恢复曲线提示模型组大鼠脊髓运动神经元池的兴奋性明显增高,与正常组、假手术组等比较,有显著性差异。证明制作模型手术后,试验大鼠上位中枢损伤明显,对下位中枢的抑制下降,模型组制作是成功的。同时,试验结果发现电针阳陵泉能够明显地抑制H反射的亢进和改善H反射恢复曲线,说明实验性脑梗死大鼠经过电针阳陵泉穴治疗后,脊髓运动神经元兴奋性得到了有效的抑制。提示降低脑梗死后脊髓运动神经元兴奋性可能是电针治疗卒中中偏瘫肢体痉挛的内在机制之一。

3.2 临床研究

3.2.1 H反射和F波在中枢神经系统疾患中的表现特征:脑血管病(cerebral vascular disease, CVD)患者F波的产生与肌肉紧张的程度、肌腱反射或随意运动有关。而且应用检测F波的超强刺激可以诱发H反射^[19]。研究对象为CVD患者31例、正常人30名(对照组),在拇指对掌肌记录,刺激腕部正中神经,进行增加刺激强度诱发H反射和F波的试验,结果出现4种表现形式。形式1:随刺激强度增加,F波出现,而没有H反射,尤其在对照组的上肢远端几乎都是这种形式。形式2:随刺激强度增加,H反射和F波都出现,但F波出现在H反射消失后。形式3:随刺激强度增加,H反射和F波都出现,但F波出现在H反射存在的期间。形式4:随刺激强度增加,只有H反射,没有F波的出现。对照组的H反射和F波全部表现为形式1;肌肉紧张和肌腱反射显著增强的患者H反射和F波几乎都表现为形式4;中度增强者的表现形式为2或3;轻微增强的表现为形式1或2;正常或减弱的表现为形式1。由于增强刺激,H反射和F波的表现受神经体征肌肉紧张度和肌腱反射影响,因此这种表现形式特征可作为CVD患者神经功能(脊神经兴奋性)评定方法之一。

刘雅丽等^[20]通过对脊髓损伤患者下肢H反射和F波的表现形式来研究脊髓损伤患者下肢H反射和F波表现特征和神经体征之间的关系。其结果表现特征与上述相同,并认为这种表现形式特征可作为脊髓损伤患者神经功能评定的方法之一。

王永慧等^[21]对存在不同程度的腓肠肌痉挛的脑卒中患者进行双侧胫神经肌电图H反射的检查,比较双侧H反射的变化和患侧综合痉挛量表(composite spasticity scale, CSS)评

分和H反射的相关性,发现痉挛期脑卒中患者患侧H反射活跃,H/M比值增高且和CSS显著正相关,H/M比值是卒中后痉挛性偏瘫患者痉挛侧下运动神经元兴奋性评估的较好客观指标。

3.2.2 H反射恢复曲线在中枢神经系统疾患中的表现:有研究通过测定33例脑梗死后痉挛患者及35例健康自愿者的H反射,结果显示,脑梗死痉挛患者上肢H反射恢复曲线有变化,而且这些变化大多与肌张力增高程度成反比^[22]。H反射研究包括感觉和运动轴索的全过程,以及神经元池的兴奋性。在锥体系疾病所致肌痉挛,锥体外系疾病所致的肌强直、帕金森综合征,脊髓损伤等肌痉挛患者,可以通过以上H反射的延时变化看到延时不明显。在正常人H反射的恢复曲线时间差范围为25ms—500ms之间,并在100ms之间有明显延时,所以说延时间越长,患者预后恢复越好。在临床上通过H反射检测运动神经元在肌张力不同条件下的兴奋性,可以通过H反射恢复曲线的延时变化判断患者的预后恢复情况。Klimstra^[23]的研究有同样结论。

3.2.3 利用H反射增强斜率评估比目鱼肌运动神经元池的兴奋性:利用H反射评定运动神经元(MN)池的兴奋性通常用三个指标:H反射的最大波幅($H_{最大}$)/M反应的最大波幅($M_{最大}$);H反射的阈值($H_{阈}$)/M反应的阈值($M_{阈}$);H反射的恢复曲线。有研究使受试者在固定坐姿下进行重复的H反射测定,刺激方波宽0.5ms,频率0.3Hz^[24]。自H反射阈下开始刺激,每次增加0.5mA,直至引起最大M波。同一强度给予7个脉冲,求取7个H波或M波的平均波幅,分别绘制刺激-反应曲线,称为H反射或M反应募集曲线,二曲线的斜率分别称为 $H_{斜率}$ 和 $M_{斜率}$ 。该研究结果发现: $H_{斜率}$ 较 $M_{最大}$ 或 $H_{阈}$ 、能更有效地反映MN池的兴奋性,并且建议用 $H_{斜率}/M_{斜率}$ 比较不同个体的MN的兴奋性。

在偏瘫患者康复治疗过程中,评价每位患者的痉挛恢复程度仍是一个尚待解决的问题。有作者利用H反射和M波的发展斜率(Hslp/Mslp)来比较偏瘫患者恢复期痉挛侧和未受累侧运动神经元群的兴奋性差异,从而了解患者的运动恢复程度,并探讨了Brunnstrom期和Hslp/Mslp的关系。结果显示^[25]:①用Hslp/Mslp评价恢复期偏瘫患者痉挛侧和未受累侧的运动神经元群的兴奋性,前者明显高于后者,而应用其他传统方法没有明显的差别;②尽管15例患者中有6例的痉挛侧能激活H反射,但是其未受损侧不能激起H反射;③用Brunnstrom分期评价偏瘫患者痉挛的程度,与Hslp/Mslp值相关性好。

3.3 利用H反射评估痉挛肌治疗效果

Naghdi等^[26]研究认为H反射与Ashworth评分有明显相关性,可反映脊髓前角 α 运动神经元的兴奋性。Barzi等研究显示,上肢节律性(1—1.5Hz)运动可以兴奋肢体间神经通路活性,使脊髓控制活性增强,从而降低卒中后下肢H反射的波幅,达到治疗痉挛的作用^[27]。Ansari等^[28]应用H反射评价卒中后应用Bobath技术治疗踝跖屈,对脊髓 α 运动神经元兴奋性的作用。结果显示,治疗前患侧肢体的H反射潜伏期和H/M比率明显高于健侧,治疗后两侧肢体的H/M差异虽无显著性意义,但踝关节的主动和被动关节活动明显增加,以及

Ashworth 分级明显降低,说明 Bobath 技术对伴有肌肉痉挛的脑卒中患者的患侧 α 运动神经元兴奋性有抑制作用。

总之,H 反射测定作为一种神经电生理评定技术,在中枢神经系统疾患中的应用越来越广泛,而在检测方法学上,H 反射不仅能在传统部位(比目鱼肌)记录到,也可在上肢的多块肌肉记录到。

参考文献

- [1] 卢祖能,曾庆杏,李承宴,等主编.实用肌电图学[M].北京:人民卫生出版社,2000.376—383.
- [2] Nadeau M, Vanden-Abeeel J. Maximal H-and M-responses of the right and left gastrocnemius lateralis and soleus muscles[J]. Electromyogr Clin Neurophysiol, 1988, 28:307—311.
- [3] Deschuytere J, Dekeyser C, Rosselle N, et al. Monosynaptic reflexes in the flexor carpi ulnaris muscle in man [J]. Electromyogr Clin Neurophysiol,1981,21:213—222.
- [4] M.Panizza J,Nilsson BSEE, M.Hallett. Optimal stimulus duration for the H reflex[J]. Muscle & Nerve,1989,12:576—579.
- [5] Miller TA, pardo R. Clinical utility of reflex studies in assessing cervical radiculopathy [J]. Muscle Nerve,1999,22: 1075—1079.
- [6] Fisher MA. Hreflexes and Fwaves fundamentals,normal and abnormal patterns[J]. Neurol Clin,2002,20:339—360.
- [7] 张俊,樊东升,康德宣,等.拇指展肌 R1 波的检测方法和正常值[J].中华物理医学与康复杂志,2000,22:300—302.
- [8] 崔宁陵,张志霞,谢静辉,等.健康人上肢节段性 H 反射检测方法及其正常值[J].中华物理医学与康复杂志,2003,25(5):288—291.
- [9] Barrella M, Toscano R, Goldoni M,et al. Frequency rhythmic electrical modulation system (FREMS) on H-reflex amplitudes in healthy subjects[J].Eura Medicophys,2007, 43(1):37—47.
- [10] David Burke, Richard W, Adams, et al.The effects of voluntary contraction on the Hreflex of human limb muscles[J]. Brain,1989,112:417—433.
- [11] K.Nakashima JC, Rothwell BL, Day PD, et al. Cutaneous effects on presynaptic inhibition of flexor Ia afferents in the human forearm[J]. Journal of Physiology,1990,426:369—380.
- [12] Uner TAN. The H -reflex recovery curve from the wrist flexors: lateralization of motoneuronal excitability in relation to handedness in normal subjects[J]. Intern J Neuroscience, 1989, 48: 271—184.
- [13] Uner TAN. The Hoffmann reflex from the pollicis longus of the thumb in left-handed subjects:spinal motor asymmetry and supraspinal facilitation to cattell's intelligence last [J]. Intern J Neuroscience,1988,48:255—269.
- [14] Pääsuke M, Rannama L, Ereline J, et al. Changes in soleus motoneuron pool reflex excitability and surface EMG parameters during fatiguing low- vs. high-intensity isometric contractions[J]. Electromyogr Clin Neurophysiol, 2007,47(7-8): 341—350.
- [15] Hale BS, Raglin JS, Kocaja DM. Effect of mental imagery of a motor task on the Hoffmann reflex [J]. Behav Brain Res, 2003, 142(1-2):81—87.
- [16] Sunday T. EKE-OKORO,M.Sc. The H-reflex studied in the presence of alcohol, aspirin, Caffeine, force and fatigue [J]. Electromyogr Clin Neurophysiol, 1982, 22: 579—589.
- [17] 李书林,将小江,许志强,等.实验性大鼠内囊出血后 H 反射的改变及意义[J].中华物理医学与康复杂志,2002,24(9):548—550.
- [18] 金荣疆,朱天民,罗荣,等.电针对实验性脑梗死大鼠 H 反射影响的实验研究[J].四川中医,2007,25(4):11—13.
- [19] 林敏婵编译,吴宗耀校.脑血管病患者 H 反射和 F 波刺激增强的特征表现[J].国外医学·物理医学与康复学分册,2003,23(1): 22—23.
- [20] 刘雅丽,尤春景,黄晓琳,等.脊神经损伤患者下肢胫神经 H 反射和 F 波的临床观察[J].中国康复,2003,18(5):278—280.
- [21] 王永慧,郭丽华,岳寿伟.脑卒中患者双下肢 H 反射的变化及其与痉挛指数的相关性 [J]. 中国康复医学杂志,2008,23(2):114—116.
- [22] 黄同伟,李青云,王亚君.H 反射恢复曲线和 H 反射的交互抑制在脑梗塞后肌痉挛病人上肢的应用和分析 [J]. 伤残医学杂志, 1999,7(2):59—60.
- [23] Klimstra M, Zehr EP. A sigmoid function is the best fit for the ascending limb of the Hoffmann reflex recruitment curve [J]. Exp Brain Res, 2008,186(1):93—105.
- [24] 唐军凯摘,吴宗耀校.利用 H 反射增强斜率评估比目鱼及运动神经元池的兴奋性 [J]. 国外医学·物理医学与康复学分册, 1996,16(3):132—133.
- [25] 秦茵编译,毕胜,沈定国校.用 H 反射和 M 波评价恢复期偏瘫患者运动神经元群的兴奋性[J].国外医学·物理医学与康复学分册,2003.23(4):182—183.
- [26] Naghdi S, Ansari NN, Mansouri K,et al. Neurophysiological examination of the Modified Modified Ashworth Scale (MMAS) in patients with wrist flexor spasticity after stroke [J]. Electromyogr Clin Neurophysiol, 2008,48(1):35—41.
- [27] Barzi Y, Zehr EP. Rhythmic arm cycling suppresses hyperactive soleus H-reflex amplitude after stroke [J]. Clin Neurophysiol, 2008,119(6):1443—1452.
- [28] Ansari NN, Naghdi S.The effect of Bobath approach on the excitability of the spinal alpha motor neurones in stroke patients with muscle spasticity [J]. Electromyogr Clin Neurophysiol, 2007,47(1):29—36.