神经纤维占绝大部分，但刺激该部位仍可同时诱发副交感神经兴奋。而且这种刺激方式较弥散，准确度和精确性均不够。本设计的实验模型充分考虑了以上实验模型的不足，在充分研究家兔自主神经解剖分布的基础上设计了这一模型。本模型的建立有利于研究交感神经对肝脏功能的调节作用。在模型的制作过程中解剖应仔细，特别是近腹膜时注意勿误断了神经支，找到腹腔神经节后，肝、胃、肾3支节后纤维不难找到，但有时肝和胃支易混淆，应用电刺激后观察血糖变化可以帮助鉴别[4]。交感神经兴奋能使有活性型的磷酸化酶磷酸酶变成无活性型的磷酸化酶磷酸酶，从而防止有活性型磷酸化酶的失活，加强了磷酸化酶的活性而促进肝糖原的分解，增高血糖的浓度。此模型制作主要在于解剖熟练，操作轻柔。模型易重复、较稳定、应用广泛不失为研究肝脏交感神经调节的适宜模型[4]。

关键词：交感神经；肝脏；实验模型
中图法分类号：R-332 文献标识码：B

参考文献：

[1] Pozzi M, Grassi G, Redaelli E, *et al*. Patterns of regional sympathetic nerve traffic in preascitic and ascitic cirrhosis[J]. Hepatology, 2001, 34(6): 1113-1118.
[2] Nelles E, Butzler C, Jung D, *et al*. Defective propagation of signals generated by sympathetic nerve stimulation in the liver of connexin-32-deficient mice[J]. Proc Natl Acad Sci U S A, 1996, 93(18): 9565-9570.
[3] Vom-Dahl S, Bode J G, Reinehr R M, *et al*. Release of osmolytes from perfused rat liver on perivascular nerve stimulation: alpha-adrenergic control of osmolyte efflux from parenchymal and nonparenchymal liver cells[J]. Hepatology, 1999, 29(1): 195-204.
[4] 钟品仁. 哺乳类实验动物[M]. 北京：人民卫生出版社，1983. 108-110.

（编辑 陈聪连）

文章编号：1000-5404(2004)13-1217-02

技术方法

图形视网膜电图记录电极的研制

Preparation of a recorded electrode for pattern electroretinogram in human

王仕军[1]，彭承琳[1]，阴正勤[2]（[1] 重庆大学生物医学工程学院，重庆 400044；[2] 第三军医大学西南医院全军眼科中心，重庆 400038）

提 要：目的 寻求方便、经济、实用的图形视网膜电图(pattern electroretiogram, P-ERG)记录电极，推广P-ERG在眼科临床的应用。方法 正常人30人(50只眼)，将自制的金片钩状记录电极，在表麻下安置于瞳孔正中下睑穹隆中，同时将用生理盐水湿润的DTL丝状电极放于下眼睑穹隆部，分别记录P-ERG的波形。结果 自制电极记录的P-ERG波形稳定，与DTL电极记录比较，其N35、P50、N95波的振幅和潜伏期均无统计学上差异，数值可靠。结论 自制金片钩状电极能稳定地记录到P-ERG的各波形，可代替传统的P-ERG记录电极，适用于眼科临床。

图形视网膜电图是用快速翻转的棋盘方格或光栅条图刺激后极部视网膜产生的综合电活动。它主要起源于视网膜神经节细胞层，能客观地评价视网膜的功能，为眼科临床疾病的诊断提供可靠的依据。

要获得稳定的图形视网膜电图波形，记录电极是非常关键的。角膜接触镜能较好地采集到视网膜的电反应，但要影响眼底成像的清晰度而致图形视网膜电图的波幅降低，且易造成角膜上皮的损伤。20世纪70年代末，Arden[1]和Dawson[2]分别研制出金箔电极和DTL电极，以及现已改进的角膜接触镜，如：Lawwill-Burian和Burian-Allen电极均较好，能得到较好的临床效果，但价格贵、寿命短、易脱落，使PERG的临床应用受到一定制约。在本研究中按国际临床视觉电生理学会对记录电极的要求，采用简易的方法制作了一种金片钩状电极，试图找到一种代替传统P-ERG记录电极的电极，以解决长期困扰临床检测的问题。

1 材料与方法

1.1 电极的制作

金片钩状电极：采用一块0.5 mm厚、3 mm宽、30 mm长的金片，周边抛光达到园钝，单面贴聚酯薄膜或涂指甲油绝缘，利用金片的柔韧性，一端弯成钩状，另一端焊接细电线以记录电信号。其钩状的弯曲度可作适当调整，以适应不同眼睑厚度的

作者简介：王仕军(1964-)，男，四川省大邑县人，实验师，主要从事临床视觉电生理和视觉发育及可塑性方面的研究，发表论文10篇。电话：(023)68754403
通信作者：阴正勤，电话：(023)68754401
收稿日期：2003-07-17；修回日期：2003-11-20

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

受试。DTL 电极：由澳大利亚悉尼眼科医院惠赠。

1.2 测试对象

30 例受试者，共 60 只正常眼，男女不限，年龄 18～35 岁。裸视或矫正视力达到 1.0 以上。

1.3 电极安装

测试设备为重庆康华科技有限公司的 AVES8000 自动视觉电生理系统。在表麻下安装自制金片钩状电极于瞳孔正中下睑穹隆中，金面与球结膜至角膜缘相接触，绝缘面与睑结膜下缘相接触，用布胶布将电极下端固定于下眼睑的皮肤上，以防止电极移位；同时将 DTL 丝状电极放置于结膜上。参考电极和地电极均为氯化银盘状电极，将盛有电极膏的地电极置于前额正中部与地相连，参考电极置于受测试眼的外眦部。

1.4 参数设置及信号的采集

刺激图形采用棋盘方格，空间频率 0.38（c/d），对比度 90%，刺激频率 2 Hz，平均亮度 90（cd/m^2），采样时间 250 ms，叠加 100 次。放大器的通频带宽为 1～100 Hz，放大倍数为 20 000。在明适应的条件下，受测试者的双眼距刺激屏 1 m 远，固视荧光屏中央的注视，一眼检查，另眼遮盖，交替进行，分别用金片钩状电极和 DTL 丝状电极测试两次，每次间隔 5 min。

正常 PERG 波形由 a、b 波和负后电位 3 个波组成。最新的国际临床视觉电生理学会将 a、b 波和负后电位命名为 N25、P50、N95[2]。各波的潜伏期由刺激起始至该波的波峰或波谷所需的时间，以 ms 为单位。振幅的测量为：N25 和 N95 波均是从基线至自身波谷的高度，P50 波是由 N25 波的波谷至 P50 波的波峰之高度，单位为 mV。

1.5 统计学方法

数据以 $\bar{x}\pm s$ 表示，均用 SPSS 软件包进行方差分析及组间多重比较。

2 结果

两种电极测得的各波潜伏期和振幅见表 1、2。P-ERG 波形图见图 1、2。

表 1 金片钩状电极与 **DTL** 丝状电极的 **P-ERG** 各波潜伏期的比较（$\bar{x}\pm s$）

波形	LN35	LP50	LN95
金片钩状电极	25.73±4.79	52.65±3.81	91.11±9.55
DTL 丝状电极	25.46±5.18	53.19±4.09	90.25±10.56

表 2 金片钩状电极与 **DTL** 丝状电极的 **P-ERG** 各波振幅的比较（$\bar{x}\pm s$）

波形	LN35	LP50	LN95
金片钩状电极	0.58±0.42	2.99±0.90	2.85±1.36
DTL 丝状电极	0.55±0.58	2.67±1.23	2.69±1.79

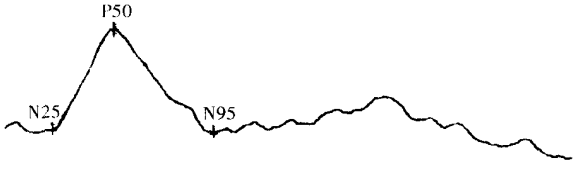


图 1 金片钩状电极记录的 **P-ERG** 波形

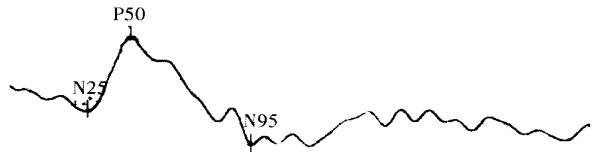


图 2 **DTL** 丝状电极记录的 **P-ERG** 波形

3 讨论

图形视网膜电图反映了后极部视网膜的功能状况，它主要来自于视网膜神经节细胞。它既能为早期青光眼的诊断提供依据，也是对视网膜功能的分层定位的不可缺少的指标；如将其与视觉诱发电位和闪光视网膜电图联合应用，可对视通路病变起定位诊断的作用。

本研究用自制记录电极测试到的 P-ERG 波形均较稳定，其各波的潜伏期和振幅与用 DTL 丝状电极记录到的值无统计学差异。与国内多数作者采用金箔电极测定的结果相近[1～4]。金片钩状是否指电极电极的特点在于有一定的厚度，电极的钩状弯曲度可据不同眼睑厚度的受试者作适当调整，易安置，不易脱落；受试者易接受。而金箔电极是由聚酯薄膜和金箔粘合而成，薄且有弹性，易弹落，甚至划伤角膜；经多次使用后，薄膜与金箔间易分离，造成电极的毁坏。DTL 电极是一种丝状电极，受试者最易接受；但是，该电极易滑落，不易安装固定；在瞬眼时要引起电极产生伪迹。王超英自制镀金膜电极测试效果好，但镀金易脱落。在本研究中自制电极存在的问题在于：电极的稍厚，致使受试者下眼睑穹隆处有些异物感。如将其改进，适当地减少电极前部的厚度，可代替传统 P-ERG 记录电极，推广应用于眼科临床。

关键词：电极；峰值；潜伏期
中图法分类号：R312 文献标识码：B

参考文献：

[1] Arden G B, Carter R M, Hogg C, *et al*. A gold foil electrode: extending the horizons for clinical electroretinography[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 1979, 18(4): 421－426.

[2] Dawson W W, Trick C L, Litzkow C A. Improved electrode for electroretinography[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 1979, 18(9): 988－991.

[3] 吴乐正，吴德正. 临床视觉电生理学[M]. 北京：北京科技出版社，1999. 43－350.

[4] 王超英. 自制镀金膜电极记录的正常人图形视网膜电图[J]. 中华眼底病杂志，1991，27(1)：213－215.

（编辑 汪勤俭）

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net