

# 脑电皮肤电极用于视网膜电图记录的初步探讨

张磊,姚璐,王美艳,安晶,张作明

作者单位:(710032)中国陕西省西安市,第四军医大学航空航天临床医学教研室

作者简介:张磊,毕业于吉林大学白求恩医学部,硕士,讲师,研究方向:视觉功能鉴定。

通讯作者:张作明,毕业于第四军医大学,博士,教授,研究方向:视觉功能鉴定. zhangzm@fmmu.edu.cn

收稿日期:2016-01-15 修回日期:2016-05-09

## Preliminary study of electroencephalogram skin electrodes used in electroretinogram recording

Lei Zhang, Lu Yao, Mei-Yan Wang, Jing An, Zuo-Ming Zhang

School of Aerospace Medicine, the Fourth Military Medical University, Xi'an 710032, Shaanxi Province, China

**Correspondence to:** Zuo - Ming Zhang. School of Aerospace Medicine, the Fourth Military Medical University, Xi'an 710032, Shaanxi Province, China. zhangzm@fmmu.edu.cn

Received:2016-01-15 Accepted:2016-05-09

### Abstract

• **AIM:** To establish a suitable normative reference value for electroretinogram (ERG) testing using electroencephalogram (EEG) skin electrodes.

• **METHODS:** The ERG was recorded in 51 eyes (30 people) who were normal after ophthalmologic examination in our department from March to September 2015 using skin electrodes and contact lens electrodes. The recorded result was reviewed and analyzed, and all the testings were recorded by the routine program.

• **RESULTS:** The 95% confidential interval, mean or median of values was defined in amplitudes and latencies of various responses. All the amplitudes results of skin electrodes were significantly lower than those of the contact lens electrodes and the ratio (amplitudes of skin electrodes to those of the contact lens electrodes) was 20% to 30%. The latencies results of skin electrodes were significantly shorter than those of contact lens electrodes and the ratio was 95% to 96%.

• **CONCLUSION:** The EEG skin electrode used for patients with low compliance may provide valuable information of retinal function.

• **KEYWORDS:** electroretinogram; skin electrodes; normative value

**Citation:** Zhang L, Yao L, Wang MY, et al. Preliminary study of electroencephalogram skin electrodes used in electroretinogram recording. *Guoji Yanke Zazhi(Int Eye Sci)* 2016;16(6):1183-1186

### 摘要

**目的:**建立适用于本视觉电生理检查室的脑电皮肤电极记录视网膜电图正常值指标,以利于将其用于配合度低的患者。

**方法:**选取2015-03/09来我科检查后诊断为正常者30例51眼,分别采用角膜接触镜电极和皮肤电极记录视网膜电图,对检查结果进行比较分析。

**结果:**两种电极检查结果差异都有统计学意义( $P < 0.05$ )。幅值上皮肤电极结果均明显低于角膜接触镜电极,其占角膜接触镜电极幅值的比值为20%~30%;但潜伏期较角膜接触镜电极稍提前,其占角膜电极记录结果的比值为95%~96%。

**结论:**将脑电皮肤电极用于配合度低的患者可以提供有价值的视网膜功能信息。

**关键词:**视网膜电图;皮肤电极;正常值

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2016.6.50

**引用:**张磊,姚璐,王美艳,等.脑电皮肤电极用于视网膜电图记录的初步探讨. *国际眼科杂志* 2016;16(6):1183-1186

### 0 引言

视觉电生理是一项客观的、无创的视觉功能检查方法,对临床诊断、治疗、预后估计及疗效判定有较大的帮助,因此被广泛用于眼科、神经内科等<sup>[1]</sup>。经典的视觉电生理检查包括闪光视网膜电图(flash electroretinogram, F-ERG)、闪光诱发电位(flash visual evoked potentials, F-VEP)和图形诱发电位(pattern visual evoked potentials, P-VEP)。其中F-ERG是一项评价视网膜功能的客观检查,适用于评价多种眼科疾病的视网膜功能情况,其每一项内容都能够提供有关视网膜疾病的特异性信息,在视觉功能评估、法医学鉴定、精神障碍相关疾病排除以及检测药物毒性等方面都发挥了重要作用<sup>[2]</sup>,特别是对早产儿眼底筛查<sup>[3]</sup>或表现遗传性视网膜变性携带状态的儿童,也需要提供视网膜进展的定量评估<sup>[4]</sup>。如视网膜色素变性是视网膜功能进行性损害的退行性病变,该病具有典型的眼底表现,ERG典型的“熄灭型改变”最具诊断意义。因此,如何能提供对临床有价值的诊断依据,ERG记录时尤其是对婴幼儿和儿童提供和善的环境、特殊的技术以及改良的方法和对结果的解释就显得尤为重要。该记录电极常规采用角膜接触镜电极,测定时需要在角膜表面滴麻醉药水进行麻醉后安置,国内一般使用的是一次性单极角膜接触镜(ERG-jet),但由于其会有不适感,对于一些角膜受损患者及年龄较小患者则无法使用该种电极记录。国外对于婴幼儿的记录常使用Burian-Allen双极角膜接触镜电极,该接触镜有多种尺寸,可以无限次重复使用,但价格昂贵,



图1 脑电皮肤电极和传统皮肤电极图示 A:脑电皮肤电极正面;B:脑电皮肤电极反面;C:传统盘状皮肤电极。

表1 两种记录电极的F-ERG结果

指标	Jet			皮肤		
	$\bar{x} \pm s / M, CI$	<i>W</i>	<i>P</i>	$\bar{x} \pm s / M, CI$	<i>W</i>	<i>P</i>
Rod b/ $\mu V$	144 $\pm$ 53 (129 ~ 159)	0.07	0.2	35* (30 ~ 38)	0.159	0.003
Rod b/ms	65* (63 ~ 67)	0.14	0.014	62* (60 ~ 64)	0.129	0.034
Max a/ $\mu V$	101 $\pm$ 39 (90 ~ 112)	0.075	0.2	21 $\pm$ 9 (18 ~ 23)	0.101	0.2
Max a/ms	24* (23.6 ~ 24.4)	0.204	<0.01	23* (22 ~ 23)	0.162	0.002
Max b/ $\mu V$	315 $\pm$ 86 (291 ~ 340)	0.113	0.113	65* (59 ~ 71)	0.138	0.016
Max b/ms	47* (46 ~ 47)	0.152	0.005	45* (43 ~ 46)	0.133	0.024
Ops $\Sigma O / \mu V$	115 $\pm$ 52 (101 ~ 130)	0.096	0.200	35 $\pm$ 12 (32 ~ 39)	0.085	0.2
Cone b/ $\mu V$	68 $\pm$ 29 (60 ~ 76)	0.073	0.2	18 $\pm$ 7 (16 ~ 20)	0.101	0.2
Cone b/ms	37* (36 ~ 37)	0.2	<0.01	35* (35 ~ 36)	0.126	0.042
$\Sigma P / \mu V$	55 $\pm$ 21 (50 ~ 61)	0.09	0.2	11* (11 ~ 15)	0.147	0.007

\* : 正态性 Shapiro-Wilk 检验  $P < 0.05$ , 不服从正态分布。

且相对于中国婴幼儿特别是低体重儿仍较大,无法佩戴。本研究将尝试使用脑电皮肤电极记录 F-ERG, 并对皮肤电极和角膜接触镜电极的 F-ERG 结果进行比较, 为将其用于无法耐受角膜接触镜患者提供理论依据。

### 1 对象和方法

**1.1 对象** 选取 2015-03/09 来我科检查后诊断为正常者 30 例 51 眼, 其中男 13 例 21 眼, 女 17 例 30 眼, 年龄 6 ~ 80 岁, 视力 0.6 ~ 1.0, 患者眼底无明显病变、无心血管疾病、无糖尿病史等。

### 1.2 方法

**1.2.1 试验仪器** 按常规方法记录 F-ERG 五项(明适应 ERG、暗适应 ERG)。参考和接地电极均采用银盘状电极。记录电极使用 ERG-jet 角膜接触镜电极和一次性无创脑电皮肤电极(图 1)。

**1.2.2 检测方法** 用皮肤清洁剂清洁被检者双眼外眦、眼球下方皮肤及耳垂皮肤, 使局部皮肤电阻  $< 5k\Omega$ 。常规滴眼液散瞳, 暗适应 20min, 且瞳孔散大至  $> 7mm$ 。采用盘状皮肤电极, 电极表面涂上导电膏后固定在清洁的皮肤上。接地电极置于右侧耳垂, 参考电极置于双侧外眦, 电极安放在在绝对暗室条件下再适应 5min。检查眼滴表面麻醉滴眼液 1 ~ 2 滴, 并嘱患者眨眼数下后睁眼, 先安放 ERG-jet 电极后进行记录。在暗室中记录暗视应  $0.01cd \cdot s/m^2$  反应(Rod-ERG)、暗视应  $3.0cd \cdot s/m^2$  反应(Max-ERG)、暗视应  $3.0cd \cdot s/m^2$  OPs 反应(OPs), 然后在亮度为  $30cd/m^2$  的背景光下明适应 10min, 记录明适应 ERG, 包括明视应  $3.0cd \cdot s/m^2$  反应(Cone-ERG)、明视应  $3.0cd \cdot s/m^2$

Flicker 反应(Flick-ERG)。同一被检者再暗适应 20min 后, 安放皮肤记录电极于眼球下方, 依次记录 F-ERG 五项。

**1.2.3 观察指标** 观察指标包括 Rod-ERG 中的 b 波, Max-ERG 的 a、b 波, Cone-ERG 的 b 波潜伏期及波幅和 OPs 的  $\Sigma O$  值, flicker-ERG 的  $\Sigma P$  值。

统计学分析: 采用 SPSS 17.0 统计学软件进行统计学分析。两种电极检测结果的正常性检验采用 Shapiro-Wilk 检验, 并以  $\bar{x} \pm s$ 、中位数 (*M*) 和 95% 可信区间 (confidence interval, CI) 表示, 两种电极记录结果服从正态分布的指标采用配对样本 *t* 检验, 不服从正态分布指标采用 Wilcoxon 符号平均秩检验。以  $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。

### 2 结果

**2.1 两种记录电极 F-ERG 结果的正常性检验** 角膜接触镜电极为记录电极的 F-ERG 结果中, 所有潜伏期指标 (Rod b/ms、Max a/ms、Max b/ms、Cone b/ms) 均不服从正态分布 ( $P < 0.05$ ); 皮肤电极为记录电极的结果中仅 Max-ERG a 波、OPs 和 Cone-ERG b 波幅值服从正态分布, 其余指标 (Rod b/ $\mu V$ 、Rod b/ms、Max a/ms、Max b/ $\mu V$ 、Max b/ms、Cone b/ms、 $\Sigma P / \mu V$ ) 均不服从正态分布 ( $P < 0.05$ , 表 1)。

**2.2 两种记录电极的 F-ERG 结果比较分析** Rod-ERG b 波、Max-ERG a、b 波、Ops O 波、Cone-ERG b 波、Flick-ERG p 波幅值皮肤电极结果均明显低于角膜接触镜电极, 皮肤电极幅值为角膜接触镜电极幅值的 20% ~ 30%, 但 Rod-ERG b 波、Max-ERG a、b 波、Cone-ERG b 波潜伏期

表 2 两种记录电极的 F-ERG 结果比较

指标	皮肤/jet(%)	统计值(t/Z)	P
Rod b/ $\mu$ V	24	6.215	<0.01
Rod b/ms	95	2.300	0.021
Max a/ $\mu$ V	21	16.582	<0.01
Max a/ms	96	3.750	<0.01
Max b/ $\mu$ V	21	6.215	<0.01
Max b/ms	96	3.855	<0.01
Ops $\Sigma$ O/ $\mu$ V	30	12.749	<0.01
Cone b/ $\mu$ V	26	14.269	<0.01
Cone b/ms	95	3.529	<0.01
$\Sigma$ P/ $\mu$ V	20	6.216	<0.01

注:统计值和 P 值为皮肤电极和角膜接触镜电极所测得各指标结果的比较。

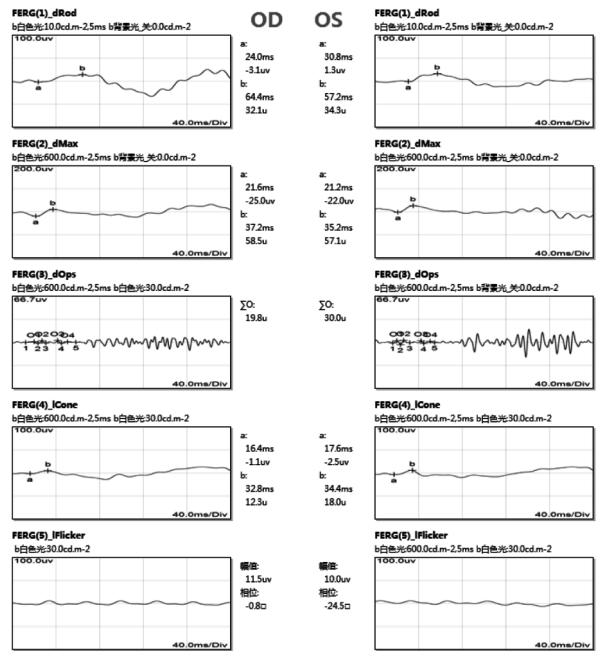


图 3 儿童(4岁)皮肤电极记录 F-ERG 结果。

较角膜接触镜电极稍提前,皮肤电极结果为角膜接触镜电极结果的 95% ~ 96%,所有结果比较差异均具有统计学意义( $P < 0.05$ ,表 2)。

2.3 两种记录电极 F-ERG 的结果图 采用皮肤电极记录 F-ERG 可以记录到正常波形,与角膜接触镜电极记录结果波形相类似,但皮肤电极波形幅值明显下降,潜伏期稍提前(图 2)。

2.4 皮肤电极记录患儿病例 患者,男,4岁,双无晶状体眼,裸眼视力 0.02/0.01,拟安装人工晶状体。因使用角膜接触镜电极无法配合,遂使用皮肤电极记录 F-ERG,结果属于视网膜功能轻度下降(图 3)。

3 讨论

根据国际临床视觉电生理协会(International Society for Clinical Electrophysiology of Vision, ISCEV)制定的标准<sup>[5]</sup>中,角膜接触镜电极的记录结果最稳定且幅值最高,因此国内常规记录 F-ERG 均使用该种电极。但因其需放置在角膜表面,有一定的不适感,且初次检查的患者对眼内放置异物有一定的紧张排斥情绪,所以一部分耐受性较差,尤其对于 3 岁以下的幼童记录 F-ERG 有一定的挑战性<sup>[6]</sup>。随着围生医学的发展,早产儿的存活率逐年提高,早产儿视网膜病变的发病率也随之上升,成为世界儿童致盲的主要原因之一<sup>[7]</sup>。F-ERG 作为早产儿眼底筛查的手段之一<sup>[8]</sup>,更有必要使检查结果更具有准确性,以便正确有效地在临床上推广使用,为眼科临床诊断及疗效观测提供确切的客观指标。

在患者无法配合的情况下,如何能够记录到既标准、准确又方便快速的 ERG,我们检查室一直在努力寻找方法。ISCEV 制定的 ERG 标准中<sup>[5]</sup>允许使用的电极包括角膜接触镜、DTL 和金箔电极等,而标准中常规使用的皮肤电极为盘装电极,其在记录 ERG 时的安放位置易脱落或不能与皮肤充分接触,导致记录结果幅值低且噪声水平较

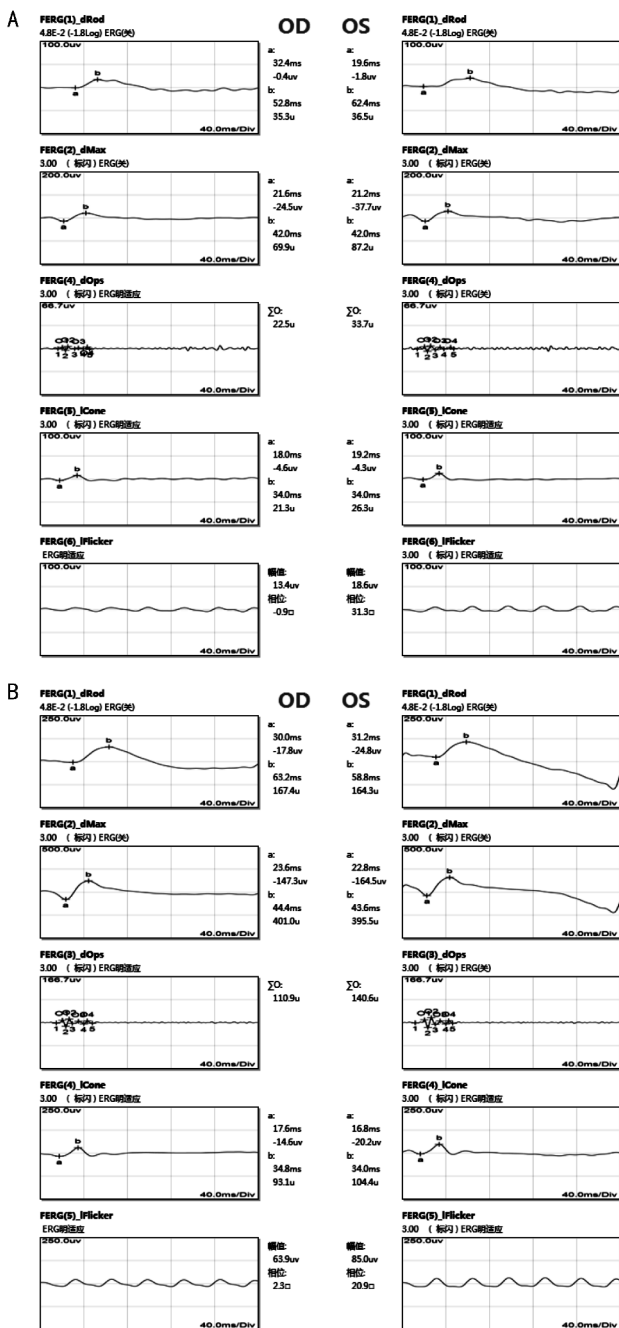


图 2 两种记录电极 F-ERG 比较 A:皮肤电极;B:角膜接触镜电极。



高,不满足 ISCEV 标准,但可以提供有用的临床信息。本研究中使用的一次性脑电皮肤电极片,表面有凝胶样物质,与皮肤接触充分,稳定性较好,并带有粘胶,对皮肤的刺激较小。同时标准<sup>[5]</sup>中要求每个检查室均需要对每种使用的电极计算正常值及变异度,由于 DTL 电极<sup>[9]</sup>和皮肤电极不适感最低,也可以预防交叉感染,但成品 DTL 电极成本较高,我检查室曾尝试自制的 DTL 电极,但波形稳定性一直不理想,因此本研究使用皮肤电极记录 ERG,计算其正常值,并与常规电极比较,以期将其用于配合度低的患者。从结果中可知,使用皮肤电极能够记录较稳定的 ERG 波形,但幅值较低,幅值结果占角膜接触镜记录结果的 20%~30%,潜伏期均短于角膜接触镜结果 1~3ms。基于该结果,我们将皮肤电极用于配合度低的患者,记录效果较好,可以提供有价值的视网膜功能信息。当然,由于皮肤电极结果幅值偏小,在判断视网膜功能损害的程度上有一定局限性,要求在患者配合较好的情况下,仍使用 ISCEV 推荐电极。未来我们将使用皮肤电极用于早产儿的眼底功能检查及遗传性视网膜疾病的早期筛查。

#### 参考文献

- 1 罗文玲. 视觉电生理的临床应用研究进展. 中外医学研究 2015;13(5):1-3
- 2 阴正勤. 应重视全视野视网膜电图在眼科临床的应用. 中华眼底病杂志 2009;25(6):409-412
- 3 张建萍, 韦美荣, 梁鸿刚. 正常早产儿与足月儿视网膜电图特征分析. 临床眼科杂志 2013;21(3):250-252
- 4 黄时洲, 吴德正, 关天芹, 等. 婴幼儿患者视网膜电图测定及其临床意义. 中国实用眼科杂志 2008;26(10):1136-1140
- 5 McCulloch DL, Marmor MF, Brigell MG, et al. Erratum to: ISCEV Standard for full-field clinical electroretinography (2015 update). *Doc Ophthalmol* 2015;131(1):81-83
- 6 罗苔青, 吴德正. 小儿视网膜电图检查技术的探讨. 临床眼科杂志 1996;4(2):96-97
- 7 顾起宏. 早产儿视网膜病变的研究进展. 实用防盲技术 2015;10(1):39-44
- 8 王平, 陶利娟, 唐景, 等. 阈值和阈值前期早产儿视网膜病变儿童视网膜电图观察. 中国斜视与小儿眼科杂志 2014;22(1):1-4
- 9 李明翰, 吴德正, Coupland SG, 等. 用 DTL 电极测量我国正常人视网膜电图的明视负波反应. 眼科研究 2006;24(2):195-198

## 科技期刊对论文题目的要求

题名,是论文的总纲,是能反映论文最主要的特定内容的最恰当、最简明的词语的逻辑组合。

首先,题名应准确得体。应以最恰当的词语反映论文的特定内容,把论文的主题明白无误地告诉读者,并且使之起到画龙点睛、启迪读者阅读兴趣的作用。题目的用词十分重要,它直接关系到读者对论文取舍的态度,务必字字斟酌。题名不能使用笼统和华而不实的词语,一般也不用主、谓、宾齐全的完整句子,而用以名词性词组做中心语的偏正词组并切忌写成标语口号似的“题名”。

其次,题名应简短精练。GB/T 7713-1987 规定,论文题名一般不超过 20 个汉字。在拟定题名或编辑加工时,应删去多余的词语,避免存在无用的字和词。这是为了醒目,便于记忆和引用。使用简短的题名而语意未尽时,或系列工作分篇报道时,可借助于副题名,以补充题名之不足。

第三,题名应便于检索。题名所用的词语必须有助于选定关键词和编制题录、索引等二次文献,以便为检索提供特定的实用信息。这就要求题名中一定要有反映论文特定内容的关键词,关键词多一些更好。

第四,题名应容易认读。题名中应当避免使用数学公式、化学结构式,以及非共知共用的缩略词、首字母缩写字、字符、代号等。

摘自《科学技术期刊编辑教程》