人体体表超微弱光辐射现象的实验研究

林雅谷　　胡森岐

（上海中医研究所）

近年来，运用光子计数技术，以高灵敏度光电倍增管，已证实动植物组织都能辐射超微弱的可见光和紫外光。Mamedov 等 1969 年测试了 90 多种，证实这是一种普遍的自然现象[1]。Ruth 认为生物的超微弱发光与多种因素有关（如供氧、温度、pH、损伤等）[2]。Popp 等指出：生物超微弱光的测定可为医学诊断和治疗提供一个新的方法[3]。

我们为了了解人体体表超微弱光辐射现象与生理和病理状态的关系，进行了以下观察：1. 正常人右食指端皮温升高时的发光量变化；2. 正常人阻断右上臂血流时对右食指端皮温和发光量的影响；3. 正常人及脉管炎患者足背发光量和皮温以及两侧对称性的测试。

仪器和方法

1. 超微弱光探测器的选择及测试实验装置

应用高灵敏度的光电倍增管观察生物体超微弱光辐射现象，国内外均有报道。严智强等选用 GDB-52 型光电倍增管为探测器[4]，翁渝民的光子计数器采用 EM 19789 QB 型光电倍增管[5]，Ruth 则用 EM 19558 QB 型光电倍增管[2]。我们使用了 EM1 9635 QB 型光电倍增管为探测器，并与电子线路装配使光子讯号转变为电脉冲讯号再记录。实验装置见图 1：

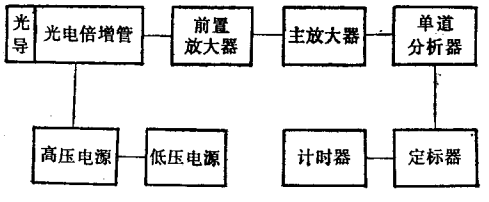

图 1　实验用光子计数装置方框图

2. 测试方法

光电倍增管置圆柱形铁壳内，将有机玻璃制成的光导用硅油粘贴在光电倍增管正面。光导有 1 个约 2 平方厘米的接收小孔，用 6 层黑布制成的暗袋套扎在接收端。测试前后均严格避光，测试时避袋外光线并将测试部位贴在接收小孔上，这时所测到的光脉冲被光电倍增管转换成电脉冲输出，再经一系列放大甄别后，由定标器直接记录，每 30 秒积分计数一次。本文所列数值均为每 30 秒发光量计数，因未作标准放射源测定，故为相对发光量计数。

用上海医用仪器厂生产的 ST-1 型数字点温计测指端皮温，用上海力强厂生产的 HD-II 型红外测温仪测足背皮温，测温精度约为 ±0.2℃。

测试结果

1. 10 例正常人右食指端皮温升高时的发光量变化

测试结果发现皮温升高时，都伴有指端发光量的增加。当皮温在 22℃ 时，平均发光量为 1980 光子数，到 32℃ 时其平均发光量增加到 3538 光子数。

2. 20 例正常人阻断右上臂血流时对右食指端皮温和发光量的影响

将血压计扎带系于右手上臂下部，充气加压到 240 毫米汞柱，以此来阻断血流。测试结果发现，20 例正常人在阻断血流前十分钟和阻断血流期间十分钟，其指端发光量和皮温的升降幅度基本一致，而当松开止血带恢复血流后十分钟，其皮温迅速上升，但发光量的上升明显达不到阻断血流期同样皮温时的发光量计数值

表 1　20 例正常人阻断右上臂血流前后右食指的平均皮温及发光量*值

分　钟	阻断血流前		阻断血流期		恢复血流期	
	皮温℃	光子计数	皮温℃	光子计数	皮温℃	光子计数
1	30.8±2.4	3689±832	30.7±2.0	3730±821	29.3±2.5	2600±674
2	30.9±2.5	3707±883	29.8±1.9	3528±810	30.2±2.5	3207±699
3	31.0±2.4	3713±847	29.0±1.9	3297±754	29.7±2.4	3225±715
4	31.1±2.2	3728±819	28.4±2.0	3180±789	29.1±2.4	3078±702
5	31.3±2.3	3743±877	27.8±1.8	2877±766	28.8±2.4	2942±681
6	31.2±2.2	3733±853	27.3±1.8	2739±723	28.7±2.3	2887±678
7	31.4±2.1	3749±844	26.7±1.7	2677±703	28.6±2.2	2849±672
8	31.4±2.2	3758±862	26.5±1.6	2511±731	28.7±2.2	2880±647
9	31.5±2.2	3771±855	28.3±1.5	2400±634	28.9±2.3	2885±697
10	31.7±2.3	3783±859	26.1±1.3	2302±610	29.0±2.1	2897±645

* 30 秒发光量值

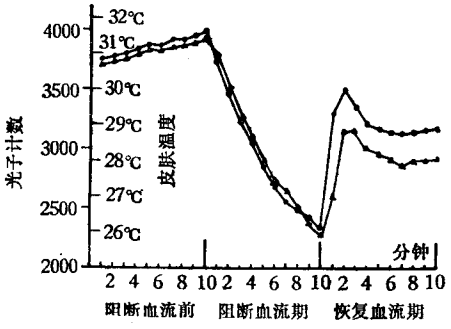

图 2　20 例正常人阻断右上臂血流对右食指端皮温和发光的影响

●—●—●皮肤温度　△—△—△光子计数

(见表 1 及图 2)。

3. 脉管炎患者足背皮表发光量和皮温的测试

(1) 对象

正常组：共 20 人，其中男 19 人，女 1 人。均为健康的成年人。

疾病组：血栓闭塞性脉管炎患者 42 人，均为男性。

(2) 步骤

测试前先把光电倍增管阴极的光导去掉，再将足背部直接靠在阴极端面石英窗测试，以左右足背第三蹠骨为中心测试部位。

(3) 结果

正常组 20 例受试者两侧足背皮温均对称，平均皮温都在 27.6℃，发光量也均无明显的偏高偏低现象；左足背 30 秒平均发光量为 1397 光子数，右足背为 1429 光子数。经过统计学处理，两侧足背发光量计数之间无显著差异，$P > 0.05$。

根据病情将 42 例血栓闭塞性脉管炎患者分为三期；局部缺血期：患侧足背皮肤苍白，局部检查无瘀血，皮温低于对侧足背，有间歇性跛行、疼痛；营养障碍期：患侧足背皮肤暗红发紫，有瘀血，皮温低于对侧，疼痛持续剧烈，行走困难；坏疽期：患侧足趾有溃烂伤口，或伴有局部肿胀发热。

血栓闭塞性脉管炎患者，一般一侧发病较重，另一侧较轻或不发病。本文将偏重侧称为患侧，偏轻侧或不发病侧称为对侧。

在测试中，发现不同临床病期血栓闭塞性脉管炎患者的两侧足背发光量和皮温的变化不一样，不对称（见表 2 和表 3）。

表 3 所列的数据，是由每例受试者左右两侧足背之间的皮温和发光量计数相比较而得出，可以看到 19 例局部缺血期病人，患侧皮温

表 2　42 例血栓闭塞性脉管炎患者在不同病期时足背皮温和发光量关系

	局部缺血期 19 人	营养障碍期 14 人	坏疽期 9 人
患侧皮温低于对侧伴发光量偏低	19	3 人	0
患侧皮温低于对侧伴发光量偏高	0	11人	3 人
患侧皮温高于对侧伴发光量偏高	0	0	4 人
患侧皮温相等于对侧伴发光量偏高	0	0	2 人

表 3　不同病期的血栓闭塞性脉管炎患者的足背两侧平均皮温和 30 秒发光计数的比较

	局部缺血期(19人)		营养障碍期(14人)		坏疽期(9人)	
	患　侧	对　侧	患　侧	对　侧	患　侧	对　侧
皮温(℃)	24.9±2.9	27.4±3.1	25.9±3.0	27.5±3.2	26.6±2.8	27.6±2.8
发光计数 (C/30S)	883±217	1440±295	1553±377	1324±304	4359±757	1874±415
	$P<0.01$				$P<0.01$	
	$P<0.01$		$P<0.01$			

低其发光量也低，而 9 例坏疽期病人，患侧皮温的高低与发光量没有相平行的关系。

表 3 中可以看到局部缺血期患侧平均皮温比对侧低 2.5℃，发光量低 557 光子数，而坏疽期患侧平均皮温比对侧低 1℃，发光量却高 2485 光子数；坏疽期患侧的发光量明显地高于营养障碍期和局部缺血期患侧发光量，经过统计学处理，坏疽期、局部缺血期和营养障碍期患侧足背之间的发光量计数之间均有非常显著差异，$P<0.01$。

讨　　论

已发现动植物组织的超微弱光辐射强度与局部组织温度有依存关系[2]，本文也在人体体表上证明了这一点。关于这种发光的机制，李庆国等认为是由于机体内不饱和脂肪酸的氧化作用，产生了过氧化自由基，当它们复活时就释放光子[6]。我们认为发光量增加，可能是皮温升高后加快了机体的生物氧化过程所致。

表 1 可见正常人阻断右上臂血流 10 分钟期间，指端皮温逐渐降低，发光量也同时降低，这可能是因发光量和皮温有关，故发光量下降。在恢复血流 10 分钟期间，发光量和皮温的回升不一致，发光量明显地低于阻断血流期相应温度时的水平。我们认为这与恢复血流时引起的局部反应性充血有关。

由表 2，3 可见患者在病理状态下，影响发光量变化的主要因素，并不是体表温度之间的差别，而是不同的病理变化。在局部缺血期，患侧肢体供血不足，足背血流量减少，皮温降低，故其发光量和正常人在血流阻断时一样出现偏低现象。在营养障碍期，患侧肢体局部营养障碍，皮肤干燥、潮红、瘀血，部分组织细胞开始变性分解，能量耗散，发光量也就相应上升，同时由于血流量仍不足，故患侧平均皮温仍偏低。在坏疽期，患肢肿胀溃烂，坏死组织细胞发生分解自溶，能量耗散更甚，由此引起了发光量上的猛增。在这期间，由于患肢溃烂时组织分解而产生的大量发光，已经使得皮温的高低变化对发光量的影响不占主导地位了。这些结果和 Parelygin 等报道的人体或动物局部组织损伤时会出现大量超微弱发光一致[7]。

本实验使用的测光装置是由中国科学院原子核研究所钟信孚，严昌运等提供，特此致谢。

参 考 文 献

[1] Mamedov, T. G. et al.: *Biophysics*, (俄) **14**, 1102, 1969.

[2] Ruth, B.: *Electromagnetic Bio-Information* (Exper-

imental Investigations on Ultraweak Photon Emission), p107, Urbam and Schwarzenberg München-wien-Baltimore, 1979.
[3] Popp, F. A.: *Laser-Electro-optik* **3**, 28, 1980.
[4] 严智强等:《生物化学与生物物理进展》,1979 年,第 2 期,第 48 页。
[5] 翁渝民等:《复旦学报》(自然科学版),1979 年,第 2 期,第 41 页。
[6] 李庆国等:《生物化学与生物物理进展》,1981 年,第 1 期,第 66 页。
[7] Perelygin, V. V.: *Biophysics* (俄),**11**,616,1966.

[本文于 1981 年 10 月 7 日收到]

用 SDS凝胶电泳和等电聚焦法研究支原体膜蛋白

陈建文 孙 诠* 蒋以文 黄 芬
(中国科学院生物物理研究所)

膜蛋白的研究中，常缺乏一种有效的溶解和分离膜蛋白的方法。SDS-聚丙烯酰胺凝胶电泳虽已广泛应用在膜蛋白的分析中[1,2]，并对不同种的支原体进行比较分类[3,4]。但该法仅根据蛋白质分子量一个参数，因此在使用上有它一定的局限性。

Merz 等人[5]在含有 8*M* 脲的聚丙烯酰胺凝胶上用等电聚焦分离红细胞膜蛋白获得成功，但对胆固醇含量较高的支原体膜蛋白，由于它比红细胞和其他类型的膜更难溶解，因此即使用非离子去污剂，如 Triton X-100、吐温、甚至阳离子去污剂去氧胆酸钠，也只能溶解总膜蛋白的 40—60%[6]，因此，等电聚焦电泳有时也很难反映支原体膜蛋白的全貌。

Ames[7] 用 SDS 溶解膜蛋白后，再在含有脲和 NP-40 的聚丙烯酰胺凝胶上进行等电聚焦电泳，得到了很多的分离带，为膜蛋白的分离、分析提供了另一种普遍适用的手段。

近年来已报道了许多用等电聚焦电泳方法分析膜蛋白的工作[8,9]，但大多数限于用红细胞和细菌作材料，对支原体膜蛋白的工作报道较少[10]。本文用 SDS-凝胶电泳和凝胶等电聚焦电泳法鉴别两种不同支原体电泳图谱，并分析了膜蛋白的组份，比较了用不同去污剂提取膜蛋白的抽提效果。

一、材料和方法

1. 化学试剂

Triton X-100 (Fluka), TEMED (分析纯、北京化工厂)，SDS (上海化学试剂采购供应站试剂厂)重结晶，丙烯酰胺 (BDH) 重结晶，链霉蛋白酶 E (pronase E)，甲叉双丙烯酰胺 (E. Merck) 重结晶，载体两性电解质 (Ampholine, LKB),标准蛋白 (Sigma),其它试剂均为分析纯。

2. 菌体培养及膜的制备

鸡败血症支原体 S_6 由农业部兽医药品监察所赠送。莱氏衣原体 AIH 089 由江苏农科院畜牧研究所赠送。菌体的培养和膜的制备参照前文[6]。

3. 酶活性的测定和 pronase E 水解条件

腺三磷酶 (ATPase) 和对硝基酚磷酸酯酶 (PNPPase) 的活性测定参照前文[6]。

Pronase E 水解：在 1:20 β 缓冲液中，每毫升含 2 毫克膜蛋白，加入 10% 的 Pronase E，于37℃保温 30 分钟，立刻用冰冷的 1:20β 缓冲液稀释，在 Tomy 离心机上 17000 rpm 离心 30 分钟。沉淀至少洗两次，最后膜悬浮在 1:20 β 缓冲液中备用。

4. SDS-丙烯酰胺凝胶电泳

基本参照 Laemmli[11] 的方法，略有修改。含

* 北京医学院细胞室