

过程中,可能还包括旋光异构体的旋光改变过程,实际上与酶结合的底物似乎是 α -D葡萄糖吡喃糖,(即椅式构象),而产物则是 α 和 β 果吡喃糖和 α 和 β 果呋喃糖的平衡混合物。 α 构象果吡喃糖似乎是最初的产物^[3,4]。果糖的各旋光结构之间的动力学转化率较葡萄糖吡喃糖快十倍^[4],因而在动力学数据处理中可忽略不计。

(2) 酶用量的动力学行为。从图7可以看出,在三个不同反应时间内,不同酶用量在固定底物初浓度和70℃的特定条件下,均服从经验Schultz方程式,而三条曲线基本平行,且有相同的扩散系数 $k_D = 3.8\text{M}/\text{秒}^{\frac{1}{2}}$ 、单位 $\frac{1}{2}$ 。这说明此异构化反应是受扩散机理控制^[10]。

(3) 由于此酶的最佳pH偏碱性,而本动力学考察却在偏中性条件下进行,因此此时所用的酶表面负电荷似较少。游离羧基过少将会影响反应速度。

致谢: 本文承蒙金振声所长审阅, 并提出宝贵意

见。放线菌由王念斌、赵进福同志提供。半纯化酶制剂由叶乃芝同志提供。菌株由沈阳食品研究所提供。

参 考 文 献

[1] Sproll, R. D. et al.: *Biotech. Bioeng.*, 18, 633, 1976.
[2] Kent, C. A. et al.: *J. Appl. Chem. Biotech.*, 23, 689, 1973.
[3] Schra, K. J. et al.: *Biochem.*, 10, 1058, 1971.
[4] Meka, G. A. et al.: *J. Mol. Catal.*, 6, 57, 1979.
[5] Berman, H. M. et al.: *J. Biol. Chem.*, 249, 3983, 1974.
[6] 江苏省化工设计研究所等:《江苏发酵》1976年,第2期,第1页。
[7] Dische, Z. et al.: *J. Biol. Chem.*, 192, 583, 1951.
[8] Michaelis, L. et al.: *Biochem. Z.*, 49 333 1913.
[9] Lineweaver, H. et al.: *J. Amer. Chem. Soc.*, 56, 658, 1934.
[10] Bunting, P. S. et al.: *Biochem.*, 11, 447, 1972.
[11] Johnson, J. C. *Industrial Enzymes, Recent Advances*, Noyes Data Corp., Park Ridge. N. J. 122, 1977.

[本文于1982年1月17日收到]

噪声暴露和心肌梗塞对心电图传递
函数相移和相干函数的影响

封根泉 方丹群 方跃奇 任宝云 董金英

(中国环境科学研究院 环境物理污染控制研究中心)
北京市劳动保护研究所

李 宗 浩

(北京市急救站)

一、引 言

噪声对心血管功能的影响可分暂时性^[1,2]和持久性^[3,4]两类。一般认为暂时性影响具有应激反应性质,在噪声停止后可以恢复^[1,2]。持久性影响则不易恢复^[5,6],许多作者在制订噪声标准时着重于持久性影响方面^[7]。

噪声长期职业性暴露所造成的心功能的持久性影响研究^[3-5],多数根据受试者主诉心、血

管症状,缺少客观指标,这与缺少一种能反映心血管症状的灵敏的客观生理指标有关。而极大多数在噪声环境中长期工作、心血管症状主诉很多的工人,心电图常规检查又均属正常范围。为了确切地反映噪声对心血管功能的持久性损害及其严重程度,探索一种有效的灵敏的能客观地反映心血管功能的生理指标很有必要,同时这对于提高心脏病的临床诊断率也有好处。

目前临床常规心电图目测检查方法对心脏

病诊断率不够理想的主要原因,可能是由于这种检查方法过于粗糙,使心电图所包含的许多有效信息未能得到全部利用。倘若用电子计算机进行信息处理,其诊断效果可能会大大提高。

用电子计算机来帮助心电图诊断,曾有不少尝试^[8-10],但处理的方法仍不出临床常用的心电图诊断指标的范围,而很少通过信息处理来寻找新的诊断指标。

本文介绍的工作的目的是:运用生物控制论的概念,通过电子计算机处理心电信息,求取心电标准Ⅱ导程和V₅导程之间“传递函数的相移”和“相干函数”,探索其作为心脏病诊断指标,据以探明噪声对心脏功能的不利影响,作为制订噪声标准的参考。

二、方 法

1. 分组

- (1) 对照组: 正常健康人 37 人。
- (2) 噪声工人组: 长期(十年以上)职业性暴露(每周六天,每天八小时)于 65—100 分贝(A) 稳定噪声条件下的工人 94 人。
- (3) 心肌梗塞(常规心电正常)组: 15 人。这些病人,经过治疗和休养,心肌梗塞临床症状已基本消失,心电图常规目测检查已恢复正常。
- (4) 心肌梗塞(常规心电异常)组: 情况与第 3 组相同,但心电图目测检查仍有异常,共 20 人。

以上受试者耳鼓膜均正常,无其它强噪声暴露史,无其它足以影响心功能的病史。

2. 心电图的记录和分析

四导程心电图仪(北京医疗仪器厂产)记录 V₅ 和Ⅱ导程心电图。同时,用磁带记录器(日产 TEAC-R210 型)记录心电信号,而后用电子计算机(日产 TT08 型)计算传递函数和相干函数(以 V₅ 导程作为输入,Ⅱ导程为输出)。计算参数为每 10 毫秒取样一次,每段 1024 个样点,取十五段平均, K = 1。

3. 实验结果的分析指标

指标根据所发现的以下事实: 正常(对照组)人与心肌梗塞病人包括常规心电正常组和

异常组(V₅—Ⅱ导程)心电传递函数的主要差别在于: 后者的相移出现较大的波动: (1) 在 6—20 赫的范围内,波动≥5(相对单位)的次数≥5 次, (2) 在 6—20 赫范围内,相移连续 1.8 赫以上大于 5(相对单位)。或(3) 在 6—20 赫范围内,相移连续 1.8 赫以上大于 3(相对单位),而且出现波动≥3(相对单位)的次数≥2 次。以上三种指标中任何一个出现时,即作为“心电传递函数相移异常”。根据电子计算机分析心电的结果,算出各组受试者中这一异常表现的阳性率,并用 X² 考验,检验各组间差异的显著性。

相干函数的指标则为“功率谱低频第一峰值频率”上的“相干值”<0.8,称作“低频相干过低”。

三、结 果

1. 传递函数相移的分析

由表 1 可见:“心电传递函数相移异常”的阳性率在心肌梗塞病人中高达 80—85%。在噪声工人中为 12.8%,比正常人(对照组)(5.4%)为高,表明 65—100 分贝(A)噪声长期职业性暴露,可以造成心功能的某些损害。同时也说明了这一指标可以在一定程度上反映噪声对心功能的损害。

表 1 心电“传递函数相移异常”和“低频相干过低”的阴性率*

组 别	总人数	传递函数相移异常			低频相干过低		
		阳性人数	阴性人数	阳性率%	阳性人数	阴性人数	阳性率%
对 照 组	37	2	35	5.4	0	37	0
噪 声 组	94	12	82	12.8	12	82	12.8
心梗(常规心电正常)组	15	12	3	80.0	8	7	53.3
心梗(常规心电异常)组	20	17	3	85.0	8	12	40.0

* 各组间差异, X² 考验显著 (P<0.01)

2. 低频相干函数分析

由表一可见:“心电低频相干过低”现象的

阳性率在对照组(即健康受试者)为零,无一人出现,在噪声工人为 12.8%;心肌梗塞病人心电正常组中阳性率为 53.3%;心肌梗塞病人心电异常组中阳性率 40%。各组间差异明显(X^2 考验 $P < 0.01$),说明了这一指标也可以反映噪声对心功能的损害。

四、讨 论

1. 本工作用生物控制论的概念,通过电子计算机分析心电信息,所定的“心电传递函数相移异常”和“低频相干过低”两项指标,不仅在心肌梗塞病人中的阳性率很高,而且在噪声工人中的阳性率也明显的高于正常人(对照组)。这说明,这两个指标不仅可以客观地反映心肌梗塞病人的心功能损害,而且可以客观地反映噪声长期职业性暴露对心功能的不利影响,很有希望成为心脏病诊断的有效的生理指标。实验所得的噪声工人组这一指标阳性率高于正常人(对照组)的结果可供制定噪声标准的参考。

2. 心电图的计算机分析已有二十多年的历史,但是进展并不大^[1,2],其原因之一可能是由于没有从根本上跳出临床常规目测心电图检查的框框。本工作采用生物控制论的概念,通过电子计算机来分析心电信号,是用一种新的概念来处理心电信息。

根据生物控制论的概念,人的心脏可以类比为一个人血泵,使用分析机器信息的方法来分析心电信息,可能有助于发现心功能不良的指标。本工作的结果支持了这一看法。

3. 在临床常规目测心电图分析中,通常将各导程信号孤立起来处理,而对它们之间的相互关系考虑的很少。而我们从生物控制论的概念进行分析,所用的各种函数多数是从心电图二个不同导程信号之间的相互关系入手,避免了这些缺点。函数分析的结果还表明各导程信号的相互关系中包含着心功能的许多有效信息。这方面的进一步研究,有可能对心脏病的早期诊断和心功能的鉴别,带来好处。

4. 本研究的结果表明,心电图标准 II 导程和 V₅ 导程之间存在着信息传递,传递函数的相

移可以用下列模式表示:

$$Q_{xy}(f) = \tan^{-1} \frac{\text{IMAG}X}{\text{REAL}X} \quad X = \frac{G_{xy}}{G_{xx}}$$

公式中 $Q_{xy}(f)$ 表示上述两个导程心电图传递函数的相移; G_{xx} 表示心电图标准 III 导程信号的自功率谱; G_{xy} 表示上述两个导程心电图的互功率谱。

对于正常(健康)人来说,在 6—20 赫范围内,传递函数相移的波动很少[波动 ≥ 5 (相对单位)的次数 < 5 次],而且相移的数值不大;对于心功能不良的心肌梗塞恢复期病人来说,相移的波动增多,而且有的病人相移的数值增大[在 6—20 赫范围内,相移连续 1.8 赫以上 ≥ 3 (相对单位)]。部分噪声暴露十年以上的工人也出现上述心功能不良的表现(其阳性率明显地高于对照组的正常人,而低于心肌梗塞恢复期病人)。

心电图标准 II 导和 V₅ 导程之间信息的相干性可用下列模式表示:

$$r^2(f) = |G_{xy}(f)|^2 / G_{xx}(f)G_{yy}(f) \\ 0 \leq r^2(f) \leq 1$$

式中 $r^2(f)$ 表示相干函数(亦即心电图上述二个导程间的相干性); $G_{xy}(f)$ 表示上述二个导程心电图互功率谱; $G_{xx}(f)$ 和 $G_{yy}(f)$ 分别表示心电图标准 II 导和 V₅ 导程的自功率谱。

对于正常(健康)人来说,上述两个导程之间的相干应不低于 0.8;当心功能不良时,比如心肌梗塞恢复期病人以及由于长期(十年以上)职业性噪声暴露而致心功能不良的人,上述相干即低于 0.8。

参 考 文 献

- [1] 封根泉等:《水下医学》,国防工业出版社,1981。
- [2] 封根泉、方丹群:《国外标准化动态》,1979,1期,29页。
- [3] 守田荣:《騒音と騒音防止》,オーム社,东京,第2版,1974。
- [4] Kryter, K. D.: *The Effects of Noise on Man*, Academic Press, N. Y., 1970。
- [5] Андреева-Галанина, Е. Ц., и др.: шум и шумовая болезнь, медицина, Л., 1972。
- [6] 封根泉:《人体工程学》,甘肃人民出版社,1980。
- [7] 方丹群,封根泉:《标准化译丛》,1978年,第2期,第3页。

- [8] Schlant, R. C. & Hurst, J. W. (ed): *Advances in Electrocardiography*, V. 2, Grune & Stratton Inc., N. Y., 1976.
- [9] Williams, Jos, L.: *Computers Biomed. Res.*, **13**, 120, 1980.

- [10] Nygard, M. E. & Hulting, J.: *ibid.*, **12**, 181, 1979.
- [11] Meijler, F. L., et al.: *Brit. Heart J.*, **44**, 1980, 1.
- [12] Caceres, C. A.: *Eur. J. Cardiol.*, **8**, 145, 1978.

[本文于1982年1月18日收到]

牛血清白蛋白溶液热变性过程中的构象变化

杨景文 叶国辉 钮择玲 章正康

(中国科学院生物物理研究所)

蛋白质变性是指在外界环境各种物理、化学因素影响下,其天然状态的二级,三级等高级空间结构的改变,进而引起天然蛋白质物化性质及生物活性的变化。尽管科学家们对这一问题进行了长期的探索,由于变性过程的复杂性以及各种测量手段提供数据的差异,至今对它的认识还远未完成,因此,它仍然是人们感兴趣的研究课题。

血清白蛋白是高等动物体内起重要作用、结构复杂的蛋白质,对其变性问题,已用各种手段进行了大量的研究^[1,2],对其变性机制也有多种模型。本文试图用红外光谱法对牛血清白蛋白溶液在不同 pH 影响下热变性过程中蛋白质构象变化做进一步观察。

蛋白质在 $1600-1700\text{cm}^{-1}$ 有一强的吸收带,叫酰胺 I 带,它是由肽键伸缩振动而产生。这个带对于氢键及构象变化特别灵敏,它可提供蛋白质二级结构的信息。由于溶剂水分子在 1650cm^{-1} 处有吸收峰,为排除它对酰胺 I 带的干扰,我们采用重水 (D_2O) 作溶剂对酰胺 I 带的位移进行了定量研究。

实验方法

配制 2% (W/V) 的牛血清白蛋白的重水溶液。用自制的 DCl , NaOD 的重水溶液调制一系列不同 pH 的蛋白溶液^[3], 在 pH2—11 范围内选用 24 个不同的 pH 值。

牛血清白蛋白为本所生化厂生产,电泳纯。

重水为北京化工厂生产,分析纯。

溶液 pH 测定采用国产 25 型酸度计,由于市售的 pH 计的玻璃电极和甘汞电极测量端体积较大,难以做微量样品测量,我们用自制小型玻璃电极代替,可以测量 0.5ml 的重水溶液。

本文中数据均以 pH 表示。所测得 pH 值均按下列关系式校正为 pD 值^[4]。

$$\text{pD} = \text{pH} + 0.40。$$

制得的样品溶液置于自动温度控制器变温池中进行测量。为提高其精度,将温度控制器的输出端连结一国产 DS-18 型数字电压表和 DS-18M₁ 放大单元,用标准温度计校正到最小标度为 0.1°C 。

液体池窗片为 CaF_2 。池厚 35μ 。

对于不同 pH 的蛋白质溶液,在不同温度时,用 580B 型红外分光光度计 (Perkin-Elmer 公司) 进行光谱测量,再用 Interdata 8/16 型计算机进行数据处理。

结 果

在一定的 pH 范围内,随着温度逐渐上升,达到某一温度时,牛血清白蛋白溶液红外谱的酰胺 I 带会出现低频肩峰 1617cm^{-1} , 此峰标志蛋白质 β -折叠结构形成(图 1、2)。

实验结果表明,开始出现 1617cm^{-1} 肩峰的温度与溶液的 pH 值有密切关系。在 pH3.3—9.5 范围以外无此现象,如图 2 所示。在等电点 pH4 附近 1617cm^{-1} 峰出现的温度为最小值。随