

接地显示出各种化学或结构的弛豫过程和确定有关的动态参量。但单一的声学方法对弛豫的具体分子过程难以做出明确判断,这就要求与其他的物理、化学和生物等研究方法紧密配合。

2. 目前用于研究生物大分子的声谱技术还只限于超声频段(10^4 — 10^9 赫),如能将频率范围继续扩展,特别是向高频扩展与研究介质中分子及分子内部运动的 Brillouin 散射和 Raman 散射相衔接,就可以使声谱技术在更大的动态范围为生物大分子的动力学反应提供更多的信息。

3. 声谱技术对于生物大分子的重要意义似乎还不仅仅在于它提供了重要的研究手段,还在于声振动本身在生物大分子体现其生物功能过程中很可能就是必不可少的媒介。例如 Шноль 证明生物大分子在化合和缔合过程要发出低频声子,而周国诚等^[2]认为,这些低频声子很可能通过影响生物大分子的构象变化具有传递生命信息的功能。值得注意的是,通过人工声子影响遗传物质(如超声处理种子)获得良种并见效于后代的成功例子也有过报道。

作者在写作此文中得到了朱德熙副教授和沈保罗同志的有益帮助,谨致谢意。

参 考 文 献

- [1] Matheson, A. J.: *Molecular Acoustics*, 1970.
[2] Сарвазян, А. П.: *Акуст. Ж. Том XXIV. Вып. 1*,

157, 1978.

- [3] 冯若,胡恕道:《声学学报》,1966年,第3卷,第一期,第43页。
[4] Фэн Жау (冯若): Автореферат диссертации на соискание учений степени кандидата физико-математических наук, ленинград, 1961.
[5] Михайлов, н. Г., Фэн Жау (冯若): *Вестник ЛГУ. Серия физики и химии*, 4, 1, 51, 1960.
[6] 魏荣爵,张淑仪:《物理学报》,1962年,第18卷,第6期,第298页。
[7] Kessler, L. W. et al.: *Acoustics*, 21, 105, 1911.
[8] Applegate, K. et al.: *J. Amer. Chem. Soc.*, 90, 25, 6909, 1968.
[9] 田渊大作等:日本音响学会研究发表讲演论文集 95, 1975 春季和 263, 1975 秋季。
[10] Зияевьев, О. И. 等: *Вестник МГУ, химия*, 2, 145, 1978.
[11] Parker, R. C. et al.: *J. Phys. Chem.*, 70, 3019, 1966.
[12] Burke, J. J. et al.: *J. Chem. Phys.*, 42, 3520, 1965.
[13] R. Zana J. Lang: *J. Phys. Chem.*, 74, 2734, 1970.
[14] Lahg, J. et al.: *J. Phys. Chem.*, 75, 374, 1971.
[15] F. Dunn & L. Kessler: *J. Phys. Chem.*, 73, 4256, 1969. 74, 2736, 1970.
[16] Edmonds, P. D. et al., *Biochimica et Biophysica Acta*, 174, 1970.
[17] W. O'Brien & F. Dunn: *J. Acoust. Soc. Am.*, 50, 1213, 1971.
[18] O'Brien, W. et al.: *J. Acoust. Soc. Am.*, 52, 1251, 1972.
[19] J. Lang & R. Cerf: *J. Chem., Phys.*, 66, 81, 1969.
[20] Kessler, W. et al.: *J. Phys. Chem.*, 74, 4096, 1970.
[21] 周国诚、陈念貽:《中国科学》,1977年,第4期,第339页。

[本文于 1979 年 1 月 22 日收到]

神 经 肽

邹冈 华家桢 奚国良 吕植桢 易庆成

(中国科学院上海药物研究所)

脑内神经细胞之间的联系是通过神经递质传递信号而实现的,因此神经递质是脑功能活动的重要物质基础之一。五十年代开始对脑内神经递质进行了热烈的研究,并发现或证实了许多递质,搞清了它们的结构、分布、生物合成、

释放、代谢和灭活过程,同时找到了选择性的影响上述各环节的药物,为脑功能研究提供了重要的工具。神经递质研究是当前神经生物学中最引人注目的领域之一。可是根据电镜超微结构分析,已知所有递质最多只能说明 30% 左右

的突触联系，还有近 70%有待探索^[1]。现有种种理由提示脑内具有生理活性的肽即神经肽（Neuropeptides）是最有希望的候选对象。早在 1931 年 von Euler 和 Gaddum^[2] 就发现有一种名为 P 物质（Substance P）的肽，在脑内分布有选择性，能兴奋平滑肌。由于当时肽化学尚未发展，未能提纯和弄清其结构，直到 1970 年 P 物质的研究进展很慢。现在肽的提取、分离、结构测定和人工合成都有了快速而灵敏的方法。利用肽与载体蛋白缩合后具有抗原性，发展了放射免疫分析和免疫组织化学，无论微量测定和定位技术都比较成熟，因此研究神经肽的条件已经具备。（关于若干神经肽的结构见附录）内源性吗啡样肽的发现到结构阐明和全合成的周期不到一年就生动地体现了这一点。对这一新领域本文将简要地加以介绍^[3]。

下丘脑释放激素

脑和垂体前叶并无直接的神经联系，而是通过释放各种释放激素到门脉控制垂体功能。根据神经内分泌学的研究至少有九种释放激素和释放抑制激素。其中四种结构已阐明并人工合成，它们是：

- TRH 促甲状腺素释放激素，三肽
- LRH 促性腺激素释放激素，十肽
- GRIH 生长激素释放抑制激素，又名 Somatostatin 或生长抑制素，十四肽
- MRIH 促黑激素释放抑制激素，三肽

这些物质脑内含量极微，为获得足够的纯品以进行结构分析，曾经用了几十万头羊的下丘脑。一旦搞清结构便可人工合成，于是可取得较大量样品供进一步研究其生理功能，从而反过来又促进了对这些释放激素功能的了解。结果证明它们不仅存在于下丘脑，也存在于其它脑区。例如将下丘脑与其它脑区游离，结果下丘脑中 TRH 含量下降 75%，而其他脑区含量不变。此外在无甲状腺的低等动物脑内也有 TRH，因此其功能绝不限于通过垂体控制甲状腺，而可能是一种神经递质。现在这些释放激素活性已受到人们的注意^[4]。

TRH 全身或脑室内注射有兴奋作用，使动物活动增加，士的宁抽搐时间延长，对抗利血平降温作用及催眠药引起的睡眠，在利血平预处理的动物导致头一尾旋转活动，说明激活了黑质纹状体的多巴胺系统。采用微电泳技术见 TRH 抑制大脑神经原放电，兴奋底下丘脑神经原放电，引起脊髓运动神经原缓慢去极化并增强其它兴奋性物质的效应。由于 TRH 表现出广泛的兴奋效应，而且能对抗利血平的抑制作用，后者常被用作忧郁症的模型，因此有人试用于忧郁症。在离体培养的视网膜细胞中也发现有 TRH，其含量随光照及黑暗交替而升降，但延后几小时，这提示 TRH 对调节视网膜的兴奋性有关^[5]。

GRIH 的提纯是由于最初发现下丘脑有一种对抗生长激素释放激素的活性的启发。它存在于中枢各部及胰脏、肠道等处。它对动物有镇静安定作用，加强巴比妥的催眠作用，对抗士的宁的惊厥。微电泳对下丘脑、脑干及皮层单位放电有抑制作用。

LRH 除下丘脑外，亦存在于副嗅皮层及杏仁核。微量注射于去卵巢大鼠视前区引起动情行为，于雄性大鼠引起跨背及射精，因此与性行为调节有关。微电泳则发现 TRH 能引起兴奋的单位，LRH 往往起抑制作用。

MRIH 相当于催产素的最后三肽，由于促黑激素加重巴金森氏症，因此联想到 MRIH 可能减轻之。实验证明有效并拮抗氧化震颤素引起的震颤。全身给药可透过血脑屏障。

表 1

试 验	TRH	LRH	GRIH	MRIH
协同多巴	+++	+	+	++++
拮抗5-TH	-	-	-	-
协同5-TH	++++	-	-	-
拮抗震颤素	-	-	-	+++

脑-消化道肽

已知许多递质同时存在于肠及脑中。例如 5-羟色胺既存在于肠内嗜银细胞，也存在于脑内 5-羟色胺神经原内。这种现象在神经肽方面

更加突出, P 物质就是一个典型例子,现在这种肽的数目还在扩大。从发生来看,这两部分的细胞都起源于属于上胚层(Epiblast)的神经节嵴。Pearse^[6] 将这类细胞看成是胺前体摄取及

表 2

	脑	消化道
P 物质, 11 肽 (Substance P)	皮层, 黑质, 背根神经节, 外周神经, 脊髓罗氏胶质区	肠嗜铬细胞
胃泌素, 17 肽 (Gastrin)	皮 层	胃窦 G 细胞, 十二指肠
生长抑素, 14 肽 (Somatostatin)	皮层, 室周核, 神经垂体, 松果体, 脊髓罗氏胶质区	胰岛及胃肠 D 细胞
血管活性肠肽, 28 肽 (Vasoactive Intestinal Peptide, VIP)	皮层, 下丘脑	十二指肠, 大肠 H 细胞, 肠内 VIP 神经纤维
胆囊收缩素, 17 肽 (Cholecystokinin, CCK)	皮层, 除 CCK 外尚有 CCK-8 (羧基端 8 肽)	十二指肠
神经降压肽, 13 肽 (Neurotensin, NT)	伏隔核, 视前区, 下丘脑	肠 N 细胞

脱羧系统(Amine Precursor Uptake & Decarboxylation, APUD), 因为它们也有摄取生物胺前体及使之脱羧的功能。这一概念对寻找神经肽具有指导意义。它提示可以从结构比较简单的消化道着手。另一方面在中枢神经系统以外发现的肽,应该探讨脑内是否也存在。

P 物质是最早发现的神经肽, 由于在背根中含量显著较腹根高而被认为是初级传入纤维的递质。免疫荧光见含 P 物质的无髓鞘纤维, 刺激颌下神经引起牙髓 P 物质释放, 这提示和伤害的感受有关。脊髓 Lissaur 束及背角特别是罗氏胶质区含量亦高支持这一观点。脑内黑质, 纹状体 P 物质含量亦高。在缰核曾找到含 P 物质的胞体。在脊髓三叉神经核离体培育液中加入钾离子可引起 P 物质释放, 用吗啡及脑啡肽可阻止这种释放, 说明吗啡的镇痛作用可能一部分是使痛觉冲动刚传入就被阻滞^[7]。免疫荧光见 P 物质纤维丰富的区域, 脑啡肽能纤

维也特别多, 唯 P 物质神经原在背根神经节而脑啡肽能神经原在脊髓内。以上结果说明 P 物质和脑啡肽有极密切的相互作用。另一方面有人发现脑室内或全身注射 P 物质有镇痛作用。P 物质尚能导致流唾液, 下丘脑 P 物质的发现与此有关。微电泳见 P 物质对大脑皮层神经原、运动神经原、脊髓背角神经原都有缓慢而持久的兴奋效应, 其作用强度按克分子浓度计算都远较已知神经递质为强。

神经降压肽(Neurotensin)是首先从牛下丘脑分泌出的一种新肽^[8], 作用强而广泛, 除降压外, 还使血管通透性增加, 致痛, 释放 ACTH、FSH 及 LH 等垂体激素, 并使血糖升高和加深巴比妥的抑制作用。免疫荧光^[9]见中枢分布与 P 物质及脑啡肽相似, 可看到含神经降压肽的纤维及细胞, 受体结合试验证明脑内有特异受体。

此外与血压调节有关的血管紧张肽(Angiotensin)最近亦在脑和肠内找到。

垂 体 神 经 肽^[10]

这里包括垂体前叶的 ACTH、促黑激素(MSH)及垂体后叶的催产素及加压素。把它们称为神经肽有双重含义: 1. 在分布方面包括前叶的 ACTH 在内, 都在脑内或脑脊液中找到。此外后叶与脑直接相连, 催产素与加压素均系脑的产物然后输送至后叶。含有催产素与加压素的返回性侧枝纤维也终止在下丘脑。2. 在效应方面对神经系统都有明显的作用, 特别是在学习记忆等行为方面。

注射 ACTH 可使去垂体动物条件反射不易建立与建立后易消退的现象得到恢复。地塞美松无效, 可见并非续发于肾上腺皮质激素的作用。ACTH 是三十九肽, ACTH₁₋₁₀ 这一小段的七肽就有效, ACTH₁₁₋₂₄ 无效。ACTH₄₋₁₀ 无激素活性。第 7 位上苯丙氨酸用 D 型取代则作用相反, 可见第 7 位苯丙氨酸是关键。将微量 ACTH₄₋₁₀ 或 ACTH₁₋₁₀ 注射到中脑丘脑特别是束旁核可以防止防御性条件反射的消退, 注入其他脑区无效, 损毁束旁核则条件反射也

容易消退,因此 ACTH 行为效应的作用部位可能在此。ACTH 脑室内注射还大大增加动物的舔毛(Grooming)行为,引起伸懒腰和打呵欠(Stretching & Yawning)综合症,并激活性行为。

加压素对行为的作用与 ACTH 不同。如去后叶并不影响条件反射的建立,但已经建立的条件反射容易消退,注射加压素则使条件反射巩固,因此加压素与记忆有关。先天性尿崩症大鼠(Brattleboro 种大鼠)不易形成条件反射,这种动物不能合成加压素,注射加压素可使之恢复。正常大鼠脑室内注射加压素抗血清则条件反射也不巩固。加压素与 ACTH 作用的持续时间也不同,加压素作用长达三星期以上,而 ACTH 只维持数天。结构与加压素相近的催产素效应极弱,说明加压素的作用有特异性。对性刺激强化的条件反射也有效。有意义的是对动物注射嘌呤霉素,吸入 CO₂ 或电休克引起的遗忘,加压素都有保护作用。脱去加压素最后一位的甘氨酸胺,不再有激素活性,但仍保留加强记忆的效力,因而有利于试验或应用。脑室内注射加压素仅需全身给药剂量的二百分之一,脑脊液又有加压素存在,因此加压素除通过垂体后叶释放到血液中发挥激素效应外,同时又从脑释放到脑脊液发挥行为效应。加压素的生理功能比原来理解的更为广泛。

学习与记忆在人类三大革命中有重要意义,为提高人类学习和记忆的效率,大大增进工作能力和延长工作时间,寻找增强学习记忆的药物因而具有重要的意义。而神经肽正是寻找这类药物的一条重要的途径。Ungar 等^[14]认为条件反射建立过程中脑内会产生一些肽——记忆物质,通过这些物质可以把条件反射转移到未建立条件反射的动物。每一种条件反射有一种特殊的记忆肽。他们报道已经找到五种:避暗素(Scotophobin),Ameletin,避蓝趋绿素(BG-Chromodioposin),避绿趋蓝素(GB-Chromodioposin)及 Catabathmophobin。其中避暗素(十五肽)及 Ameletin(六肽)已合成。这方面争论很多,不少人对“一种行为一种肽”的概念持怀疑

态度,但也有人证明这些物质能加强条件反射使之不易消退。

睡 眠 肽

1910 年就有人发现将失眠犬脑脊液注入正常犬脑池内引起后者睡眠,因此可能有一种睡眠因子;在长期失眠的情况下这种物质含量增加。Pappenheimer 等^[21]灌流失眠羊的脑室系统,从大量的灌流液中分离到一种肽“Sleep Promoting Substance”具有催眠作用,但结构迄今未阐明。

瑞士学者 Hess 发现电刺激丘脑某区使动物睡眠,Monnier 继承这一工作,并收集处于这种睡眠状态下动物的颈静脉血液,从血清中分离到一种九肽,注入正常动物脑室可导致脑电图上以 delta 波为主的睡眠,因此命名为产生 delta 睡眠肽(delta-sleep inducing peptide, DSIP)。这种肽的结构要求甚严密,人工合成的类似物稍微改变一两个氨基酸或缩短肽链则作用消失^[33]。

日本学者内苑^[41]从电刺激强迫不给睡眠的大鼠脑中分离出一些肽能抑制甲壳类腹神经节放电,输入脑室引起睡眠脑电波及运动减少,但结构未阐明。

以上三个实验室获得的不相同的睡眠肽,由于都是脑本身的产物,引起的睡眠更接近正常睡眠。探讨其作为催眠药物的可能性是吸引人的。

内源性吗啡样肽(内啡肽)

三年前发现的内啡肽是当前神经生物学中研究极其热烈而涉及学科面很广的新领域。吗啡是一种强效镇痛药,但易成瘾,为寻求较理想的药物于是合成了数以千计的类似物,积累了大量吗啡类药物结构与疗效有关系的资料,找到了比吗啡强一万倍的镇痛药埃托啡和纯拮抗剂纳络酮。由于吗啡类药物具备高效、立体特异性、具有特异性拮抗剂三个条件,说明它们是和受体相结合而发挥作用的。1973 年 Pert 等^[15]用高比度同位素标记吗啡类药物与脑匀浆培育,

冲洗后发现结合较牢的立体特异性部分,从而证实阿片受体的存在;受体不会为外源性药物设置,必然有其内源性配基。两年后 Hughes 等^[4]首先从猪脑分离出两种五肽具有吗啡样活性,命名为亮氨酸脑啡肽及甲硫氨酸脑啡肽,其氨基酸排列顺序为:

H-酪-甘-甘-苯丙-亮-OH; H-酪-甘-甘-苯丙-甲硫-OH。Hughes 同时指出后者相当于 β -脂酸释放激素(β -Lipotropin)的61—65片段,引起研究垂体肽学者的注意,因而很快地从垂体找到了数种内啡肽:

β -内啡肽(β -LPH 61—69, 垂体, 脑内少量)

α -内啡肽(β -LPH 61—76, 垂体, 脑内少量)

γ -内啡肽(β -LPH 61—77, 垂体, 脑内少量)

有人认为 α -、 γ -内啡肽可能是分离过程中的断裂的片段,因此已知内啡肽至少有三种。

两种脑啡肽脑室内注射都有镇痛效应,但弱而短暂, β -内啡肽镇痛作用强而持久。脑啡肽容易为蛋白酶水解,生物半衰期很短, β -内啡肽则较稳定。

脑内存在内源性吗啡样物质使神经系统具有内在抗痛机制的设想和研究更为活跃。阿片受体集中在杏仁核、尾核、下丘脑、脑室及导水管周围灰质等属于边缘系统的部位以及脊髓的背角罗氏胶质区。脑啡肽的分布与之有很密切的平行关系,说明脑啡肽与痛觉的调制和情绪活动有关,而吗啡仅拟似脑啡肽而发挥作用。最近有人证明电刺激脑镇痛和针刺镇痛都可能是激活了脑啡肽能神经原释放脑啡肽的结果。

最近发现 β -内啡肽能引起血清催乳素及生长激素含量增加,降低黄体刺激素及促甲状腺素,说明它参与了内分泌的调节。此外脑啡肽对动物条件反射有明显影响,可防止 CO_2 等引起的遗忘。内啡肽还可以用于治疗精神分裂症,因此其生理功能远远超出痛觉调节范围。目前这方面的资料正在积累之中。

根据 1. 脑啡肽分布在神经原上; 2. 亚细胞分布集中在突触部份; 3. 电刺激可以使回肠神经丛释放脑啡肽,缺少钙离子就不能释放; 4. 容易破坏,生物半衰期短; 5. 受体分布与脑啡肽能神经原很接近,提示它主要发挥局部作用等特点来看,脑啡肽很象是一种神经递质。 β -内啡肽等垂体肽较稳定,血液中又有来自垂体的内啡肽,因此很象激素。最近有人^[17]发现垂体中 ACTH 及 β -脂酸释放激素原来是同一个分子的两个部分。在应激状态下,这一较大分子一切为二,释放出 ACTH,产生代谢和躯体方面的适应,同时 β -脂酸释放激素又转化为 β -内啡肽释放出来,产生神经和行为方面的适应。因此 ACTH 及 β -内啡肽都是在应激状态下释放的激素,在作用上也是互补的。另一方面脑内也有 β -内啡肽能神经原,脑脊液中又有内啡肽,因此它们影响的范围较递质为广泛,说明 β -内啡肽等较稳定的吗啡样肽在脑内可能起神经调制物质(Neuromodulator)的作用。

到目前为止内啡肽的数目已达三种以上。许多已知递质往往每一种有几种受体,即受体亚型,如去甲肾上腺素已知有 α_1 、 α_2 、 β_1 、 β_2 四种受体。现知内啡肽有许多种,而受体不分亚型是难以理解的。事实上根据各种生物测定标本对各种内啡肽进行平行检定时看到它们的作用强度不同,提示阿片受体应分成亚型。Martin^[18]及 Lord^[19]已提出了有 μ 、 κ 、 σ 及 δ 四种阿片受体,受体各自又有相应的内源性配基,行使的生理功能也不尽相同。这样或许可以解释为何体内有好几种内啡肽。

内啡肽是神经肽的一个新的研究领域,进展十分迅速,人们将以极大的兴趣注意它的发展。

其他神经肽

一些先天性代谢疾病患者小便中可以分离出一些肽类物质,注射到正常动物可以引起同样的疾病。这些肽是下丘脑产生的^[20],例如先天性全身脂肪营养不良(Congenital generalized Lipodystrophy),患者小便中找到分子量约为一

千的小肽,注入小鼠引起攻击行为、高胰岛素血糖糖尿病及脂肪退化。这种作用可用神经药物 Fenfluramine 阻断。从神经性厌食动物中找到一种小肽,注入正常动物导致体重下降和食量减少。从代谢性肥胖症患者中找到一种多肽,可使动物肥胖。上述资料说明神经肽还参与了某些代谢性疾病的发病过程。

还有数目很大(目前已知有四十六种)的一大类神经肽为无脊椎动物所特有^[21]。如 Proctolin 是一种从昆虫心侧体(Corpora Cardiac)中分离出来的五肽,结构为精-酪-亮-丙-苏-OH, $10^{-9}M$ 即可引起离体蟑螂后肠肌收缩。去神经对活性无影响,提示受体位于肌纤维膜上,它被认为可能是直肠神经肌肉接头处的一种兴奋性神经递质。

又如 χ 物质是从腹足纲软体动物神经节和心脏中提取出来的多肽物质。在葡聚糖凝胶 G-15 上有四个峰(A,B,C,D), B、C 的作用与 5-羟色胺相似,具有兴奋心脏活动性,唯作用更持久。这种活性能被蛋白水解酶所失活,说明在低等动物神经肽起着极其重要的作用。无脊椎动物的神经肽参与器官形成、蜕皮、皮肤变色、心脏及消化道运动、血糖及代谢的调节。无脊椎动物的脑结构比较简单,而神经原很大,便于分析活性物质的生理作用,因此在神经肽研究中有很重要的意义。

结 语

控制垂体前叶的下丘脑释放激素的发现,促使人们探讨肽类物质作为脑内其他部位神经细胞之间信使的可能性。下丘脑释放激素广泛分布于脑内各区,消化道的一些肽激素后来亦在脑中找到。如 VIP、CCK、胃泌素等。而首先发现于脑的 P 物质、生长抑素、神经降压肽及脑啡肽最后亦在肠中找到。最近发现外周神经系统比原来了解的更复杂,除经典的胆碱能和肾上腺素能神经外,还有肽能神经原和纤维,如 VIP、神经降压肽、脑啡肽、血管紧张肽等,因此有人提出除躯体感觉运动系统和自主神经系统外,还存在肽能的第三分支,它们有各自相应的

中枢和外周部份。根据无脊椎动物神经肽的生理功能推测,哺乳动物的肽能神经原的特征可能介于腺体细胞及经典的神经原之间。总之,由于神经肽的发现,人们对神经系统的理解正面临着重大的改变,特别由于近年来发现内源性吗啡样肽使神经肽研究领域更加活跃,这对神经药理学的影响将是十分巨大的。

但是神经肽的研究还处于幼年时期,对它们的分布了解较多,对于其功能知道较少,对于其生物合成代谢和灭活等机制了解更少,神经肽是脑内新神经递质的主要候选对象。但是这种递质的作用规律必然与已知的单胺类递质不尽相同,例如其开始作用时间较长,而持续时间较久。肽与其他神经递质的相互关系的研究也已经提到日程上来。当前尚未发现能够选择性干扰各种神经肽合成,释放和灭活的药物。由于神经肽和学习,记忆,睡眠,痛觉的调制等较复杂神经活动有关,具有实际意义,因此神经肽的研究具有广阔的前途。

附 录

神经肽结构一览

- TRH 焦谷-组-脯-NH₂
- LRH 焦谷-组-色-丝-酪-甘-亮-精-脯-甘-NH₂
- GIF 丙-甘-半胱-赖-门酰-苯丙-苯丙-色-赖-苏-苯丙-苏-丝-半胱
- MIF 脯-亮-甘-NH₂
- P 物质 精-脯-赖-脯-谷酰-谷酰-苯丙-苯丙-甘-亮-甲硫-NH₂
- 胃泌素 酪-甘-脯-色-亮-谷-谷-谷-谷-谷-丙-酪-甘-色-甲硫-门冬-苯丙-NH₂
- VIP 组-丝-门冬-丙-缬-苯丙-苏-门冬-门酰-酪-苏-精-亮-精-赖-谷酰-甲硫-丙-缬-赖-赖-酪-亮-门酰-丝-异亮-亮-门酰-NH₂
- CCK 酪-甘-脯-色-亮-谷-谷-谷-谷-酪-甲硫-甘-色-甲硫-门酰-苯丙-NH₂
- 神经降压肽 焦谷-亮-酪-谷-门酰-赖-脯-精-精-脯-酪-异亮-亮-OH
- ACTH (猪) 丝-酪-丝-甲硫-谷-组-苯丙-精-色-甘-赖-脯-缬-甘-赖-赖-精-精-脯-缬-赖-缬-酪-脯-门酰-甘-丙-谷-门冬-谷-亮-丙-谷-丙-苯丙-脯-亮-谷-苯丙-OH

赖-加压素 半胱-酪-苯丙-谷酰-门酰-半胱-脯-赖-甘-NH₂
 精-加压素 半胱-酪-苯丙-谷酰-门酰-半胱-脯-精-甘-NH₂
 催产素 半胱-酪-异亮-谷酰-门酰-半胱-脯-亮-甘-NH₂
 避暗素 (Scotophobin) 丝-门冬-门酰-门酰-谷酰-谷酰-甘-赖-丝-丙-谷酰-谷酰-甘-甘-酪-NH₂
 Ameletin 焦谷-丙-甘-酪-丝-赖-OH
 DSIP 色-丙-甘-甘-门冬-丙-丝-甘-谷
 亮-脑啡肽 酪-甘-甘-苯丙-亮-OH
 甲硫-脑啡肽 酪-甘-甘-苯丙-甲硫-OH
 β -内啡肽 酪-甘-甘-苯丙-甲硫-苏-丝-谷-赖-丝-谷酰-苏-脯-亮-缬-苏-亮-苯丙-赖-门酰-丙-异亮-赖-门酰-丙-酪-赖-赖-甘-谷-OH

参 考 文 献

- [1] Hökfelt, T.: *Brain Res.*, 22, 147, 1970.
- [2] von Euler, U. S. and Gaddum, J. H.: *J. Physiol.*, 72, 74, 1931.
- [3] Gainer, H. (Ed.): *Peptides in Neurobiology*, Plenum Press, N. Y. 1977.
- [4] Plotnikoff, N. P. and Kastin, A. J.: *Biochem. Pharmac.*, 25, 363, 1976.
- [5] Schaeffer, J. M. et al.: *Proc. Nat. Acad. Sci. U. S. A.*, 74, 3579, 1977.
- [6] Pearse, A. G. E.: *Nature*, 262, 92, 1976.
- [7] Jessell, T. M. et al.: *Nature*, 268, 549, 1977.

- [8] Carraway, R. and Leeman, S.: in *Peptides: Chemistry, Structure & Biology*, P. 679, Ed. Walter, R. and Meinhof, J., Ann. Arbor Sci. Publishers, 1975.
- [9] Uhl, G. R. et al.: *Proc. Nat. Acad. Sci. U. S. A.*, 74, 4059, 1977.
- [10] de Wied, D. et al.: in *Peptides. Chemistry, Structure and Biology*, P. 635.
- [11] Ungar, G. et al.: in *Peptides: Chemistry, Structure & Biology*, P. 673.
- [12] Pappenheimer, J. R. et al.: *J. Neurophysiol.*, 38, 1299, 1975.
- [13] Schoenenberger, G. A. and Monnier, M.: *Proc. Nat. Acad. Sci. U. S. A.*, 74, 1282, 1977.
- [14] Uchizono, K. et al.: *Proc. Japan Acad.*, 59, 141, 1974.
- [15] Pert, C. B. and Snyder, S. H.: *Science*, 179, 1011, 1973.
- [16] Hughes, J. et al.: *Nature*, 258, 577, 1975.
- [17] Guillemin, R. et al.: *Science*, 197, 1367, 1977.
- [18] Martin, W. R. et al.: *J. Pharmac. Exp. Ther.*, 197, 517, 1976.
- [19] Lord, J. A. H. et al.: *Nature*, 267, 495, 1977.
- [20] Reichelt, K. L. et al.: *Acta Pharmac. Tox.*, 41, Suppl. IV, 27, 1977.
- [21] Frontali, N. and Gainer, H.: in *Peptides in Neurobiology*, P. 259.

[本文于 1978 年 12 月 13 日收到]

研究视觉特征察觉的生理学的和行为的途径

奥弗·瑞*

(澳大利 亚拉特洛布大学)

摘 要

视觉空间知觉的许多方面似乎与视皮层细胞的感受性、调谐和其它一些反应特性紧密联系。这些细胞在皮层中起着描述外界空间的察觉器(detector)或滤波器(filter)的作用。在人类和非人类的视觉系统中,对于诸如方位、空间频率、图象运动和双眼视差等特征敏感的察觉器,可以用心理物理学方法确认出来。为着这个目的,特别地使用了如视锐度(acuity),后效和掩蔽等一些测量。从心理物理学的途径所获得的关于脑功能的信息是与微电极直接记录皮层所

确立的编码原则一致的。例如,在早期经验中,异常刺激对视觉的有害影响与由它引起的脑功能的改组是相配合的。在视觉系统中,生理学的研究和行为的研究相辅相成。把二者结合起来比单独进行研究对于信息从眼到脑的传递规律要揭露得更为透彻。

自从 Hubel 和 Wiesel 发现在猫的视皮层里,用边条(edge)要比用点或漫射光更能激发

* 奥弗·瑞是在中国科学院心理研究所短期工作的澳籍专家,此文是他送在本刊发表的一篇学术演讲摘要,原为英文,现译出发表。