

## 人工耳蜗技术对汉语语音处理效果的评价

张道行

首都医科大学附属北京友谊医院耳鼻喉科

嗓音与艺术嗓音研究室

听觉言语及人工耳蜗临床研究室

人工耳蜗植入使数以万计的聋人受益,人工耳蜗植入术后的听觉言语康复效果,有着很大的个体差异。大量的临床经验已经证实:对于语前聋患者来说,年龄愈小,人工耳蜗术后的听觉语言康复效果愈好。但是在同年龄段人工耳蜗植入患者中仍存在着个体差异。汉语普通话言语的语音存在哪些特性,是否与英语言语的语音特性相同?人工耳蜗的言语处理的特点是否适合汉语普通话?是我们探讨的目标。

我们使用美国 Kay CSL-4150 声学检测分析软件对正常 20~50 岁男女的单韵母、单声母、四声声调的检测和分析。检测分析目的:找出能覆盖汉语普通话所有言语音声特点的具有代表性的音声元素,进行声学特性的分析,从而找出汉语普通话言语音声特性的规律。我们得到了一些汉语语音中的频率、时间、能量特性在各言语音声元素中的表现特点,从而去解释人工耳蜗植入患者在言语语音识别中的识别现象与汉语声学特点的关系。通过各人工耳蜗植入者的言语识别效果,评价人工耳蜗植入对汉语普通话言语语音的听觉效果。

### 1. 对汉语普通话单声母、韵母、四声的声学研究与结果

1.1 材料与方**法**:选出无噪音疾病的正常 20~50 岁男女共 6 人,其中男 4 名、女 2 名。该 6 人均参与对人工耳蜗植入患者言语识别效果评估人员。

检测声样:选择汉语普通话中的单声母、单韵母 (/a/、/e/、/i/; /b/、/p/、/m/、/f/、d/、/t/、/n/、/l/、/g/、/k/、/h/、/j/、/q/、/x/、/z/、/c/、/s/、/zh/、/ch/、/sh/)。

检测设备:美国声学检测分析软件 (Kay-CSL Model4150)

根据对声学采样中的不同分析目的,在该分析软件中选择了以下几种软件系统进行采样和分析 (1:CSL Main Program 2:MDVP 3:MDVP Advanced 4:Real-Time pitch)

采样的环境:在声场中进行,声场的噪音条件在 35dB 以下。

### 1.2 声学检测结果分析

#### 1.2.1 元音/a/:

(1) 元音/a/对时间的变化无声学意义。

(2) 高音/a/男与女的基频 F0、F1、F3、F4 有差异,F0 的差异最为明显。

(3) 同一个体/a/,音高不同 F0 的变化明显,F0 随音高有规律地变化。元音 e、i 与 a 有同样的以上三个特点。

#### (4) /a/语谱规律

男: c F0=100 F1=800 F2=1250 F3=2850 F4=3600

♂ F0=250 F1=780 F2=1160 F3=2950 F4=3680

女: c F0=200 F1=982 F2=1280 F3=3060 F4=3884

ɸ F0=450 F1=820 F2=1320 F3=3100 F4=3950

(5) /e/语谱规律

男: F0=100 F1=500 F2=980 F3=2850 F4=3800 F5=4350

女: F0=200 F1=720 F2=1300 F3=3000 F4=4200

(6) /i/语谱规律

男: F0=90 F1=290 F2=2180 F3=3090 F4=3650

女: F0=192 F1=370 F2=2800 F3=3300 F4=4250

1.2.2 辅音

(1) 辅音的/b/、/p/、/m/; /f/、/d/、/t/、/n/、/l/、/g/、/k/、/h/为同一后续元音[e]组, /j/、/q/、/x/为后续元音[i]/组。/z/、/c/、/s/为后续元音[iə]组, zh、ch、sh为后续元音[rə]组。

(2) 以上辅音的声学特性非常复杂,在频率、时程、强度三个能量元素中各表现不同。

辅音的声学特性受时程影响的有: /b/、/p/; /g/、/k/、/h/; /d/、/t/; /j/、/q/、/x/; /z/、/c/、/s/; /zh/、/ch/、/sh/。

不受时程影响的有: m、n、l; f。

以上辅音均具备各自的共振峰的动态变化特点。

(3) 几种声母辅音部分的语音时程:

d=0.03237 秒 t=0.08478 秒 n=0.10621 秒 g=0.03163 秒 k=0.10863 秒 h=0.18021 秒

j=0.07402 秒 q=0.19468 秒 x=0.28027 秒 z=0.09285 秒 c=0.1875 秒 zh=0.09304 秒

b=0.05066 秒 p=0.10463 秒 m=0.11742 秒 f=0.45722 秒 s=0.37303 秒 sh=0.39983 秒

ch=0.16195 秒 l=0.11117 秒

1.2.3 汉语普通话四声的声学检测结果

通过对/a/、/i/的四声语音实时分析结果为:

(1) /a/、/i/四声的语音表现为基频F0的实时频率与强度的变化,共振峰未见变化。

(2) 男性普通发声状态下(发i音的中音C调)时,四声中的阴平声的变化在142~151Hz,阳平声的变化在130~196Hz,上声的变化在99~115Hz,去声的变化在100~196Hz。

2. 对人工耳蜗植入患者的单韵母、单声母、四声的言语识别评估

2.1 材料与方法

2.1.1 材料

从300例人工耳蜗植入患者中,提取有主观配合能力人工耳蜗植入2年以上,4名患者。年龄7~44岁,其中7.5岁3名语前聋,44岁1名语后聋。使用Cochlear CI24M Speak编码策略1名,ACE编码策略2名,使用Medel Combi40+CIS编码策略1名。对该4名患者从人工耳蜗使用1年以上、纯音听力水平在45dB为好进行评估。

2.1.2 方法

每位患者与检测评估人员平行坐下,在声场环境噪声<45dB的条件下,进行半开放式单韵母(/a/、/i/、/e/)、单声母(/b/、/p/、/m/、/f/、/d/、/t/、/n/、/l/、/g/、/k/、/h/、/j/、/q/、/x/、/z/、/c/、/s/、/zh/、/ch/、/sh/)、四声的言语识别评估。

将评估50次以上的结果进行统计学计算。

(1) 韵母平均言语识别率为 94%。

(2) 声母

b=80.9%, p=82.8%, m=80.2%, f=78.5%, d=79.2%, t=73.6%, n=84.7%, l=79.3%, g=75.2%, k=84.2%, h=80.1%, j=91.7%, q=81.3%, x=66.0%, zh=75.0%, ch=68.8%, sh=85.5%。识别率较差的声母依次为, x (66.0%), ch (68.8%), t (73.6%), zh (75.0%)。错辨率在 5% 以上的声母为, x 错辨为 (29.0%), q 错辨率为 x (15.3%), f 错辨为 b (8.3%), l 错辨为 h (7.8%), ch 错辨为 zh (6.2%), zh 错辨为 ch (6.0%), h 错辨为 k (5.2%), m 错辨为 b (5.0%)。

(3) 四声的平均识别率为: 78.6%, 其中平声为 81.8%, 扬声为 53.3%, 上声为 79.2%, 去声为 74.1%。

### 3. 人工耳蜗的最新编码

#### 3.1 听觉感受的耳蜗过程和机制

听觉过程包括: 机械—电—化学—神经冲动—中枢信息处理。

机械过程: 从外耳的集声至耳蜗基底膜的运动及毛细胞纤毛的倾斜属机构过程或称声学过程。

生理过程(电、化学、神经冲动): 毛细胞受刺激后, 引起包括离子通道激活的一系列电变化, 继而是化学递质的释放, 突触兴奋和听神经冲动发放, 经多次突触转换传至各级中枢后, 则是一连串信息加工、处理、整合与感知等复杂的神经活动, 属于生理过程。

部位编码: 在传声过程中, 中耳的杠杆作用使声音得到加强, 基底膜的选择特性把复杂的声音分解成不同的频率成分, 并使之分别作用于不同部位的感受细胞, 为频率信息的部位编码提供了基础。

时间编码: 耳蜗的生理环节包括机械—电、电—机械的换能, 导致化学递质的释放和神经兴奋, 通过主动的反馈调控, 使耳蜗在灵敏度、分辨率、动态范围等多方面的功能都得到大大地提高。从基底膜的运动神经冲动的发放, 每一环节的活动都能跟随声波的周期, 并成一定的锁相关系, 这为频率信息的时间编码提供了基础。

目前认为信息的部位(空间)编码及时间编码是呈互补关系的。

耳蜗的声学过程和生理过程完成了两个结果, 1) 声波被分解为其组成的频率成分, 不同的频率刺激不同的感受细胞(内毛细胞), 虽然每一内毛细胞可受多根传入神经纤维支配, 但是每一根纤维只支配一个细胞, 因而只传输一种频率的信息。内毛细胞的调谐特性和这种一对一的专用通道传输关系, 使耳蜗得以完成声波按频谱分解和传输, 称谓频域分析, 作为声音的部位(空间)编码的依据。2) 听神经纤维在基底膜波动周期的特定相位发放冲动, 声波的频率及其它时间特征因而能以锁相发放的形式被传输, 称谓时域分析, 其结果为时间编码提供依据。

#### 3.2 人工耳蜗对蜗性耳聋的听觉产生原理

人工耳蜗的麦克把接收的外界声音通过言语处理器过滤, 按时间或空间过程进行编码、分割, 通过感应线圈传送到体内植入电极串的对号通道, 刺激绕耳蜗轴分布的听神经纤维, 传入大脑听中枢, 产生听觉。

##### 3.2.1 九十年代以来的人工耳蜗最新编码策略

###### 3.2.1.1 SPEAK、CIS、ACE 策略。

###### 3.2.1.2 SPEAK、CIS、ACE 最新编码策略的工作原理

人工耳蜗的程序编码是在言语处理器中进行的, 言语处理器主要由专用电路芯片构成, 通过芯片将麦克接受的声音信号变为模拟电信号进行预处理, 然后进入滤波网络分离各频率信号, 采用数字信号处理方式, 按耳蜗的生理模式进行部位(空间)编码或时间编码, 将抽取的语言特征信号按定位谱

测试结果 (MAPPING) 编码为刺激脉冲, 选择不同的通道按相应部位、速率、强度刺激沿耳蜗轴分布的听神经纤维。

人工耳蜗将听觉信息转换成电信息后进行编码, 编码策略以刺激址、刺激率、刺激强度三大要素来考虑。

(1) 刺激址 (PLACE INFORMATION) 一耳蜗螺旋器上的音位排列结构特性提供址信息, 址信息能传送言语的基本特性和音高变量。变化刺激址就能传送言语变量。

(2) 刺激率 (RATE OF STIMULATION) 一为某址的刺激率。同一时间内耳蜗可有数个信息址, 信息址以力学形式同时出现是不会相互干扰的。电刺激形式的信息址, 在同一时间内出现, 会出现彼此的干扰, 只能以最快允许速度 (率) 顺序出现。

(3) 刺激强度 (INTENSITY OF STIMULATION) 一所有人工耳蜗都能表达声响。电刺激强度愈高, 被电重振的神经纤维也愈多, 感受到的听觉就愈响。

对各通道刺激, 配置到特定的滤波器, 就可将听信号的各特定谱成分安置到电刺激中, 实现编码的部署。

### 3.2.2 电极 (电极串或通道)

目前具有代表性的四种人工耳蜗的电极或通道的设计为:

(1) NUCLEUS 22、24 澳大利亚 COCHLEAR 生产, 电极串长为 17mm, 直径 0.4~0.6mm, 22 只铂电极间距 0.77mm, 共 22 个刺激址可开 20 条通道。NUCLEUS22 采用 Speak 编码方案, NUCLEUS24 采用 Speak、ACE 编码方案。

(2) CLARION (美国) 有 8 个刺激址, 可开 8 条通道, 直径 0.7~1.0mm, 采用 CIS 编码方案。

(3) COMBI40+ (奥地利) 有 12 个刺激址, 可开 12 条通道, 直径 0.5~0.6mm, 长 26mm, 可植入 30mm, 采用 CIS 编码方案。

### 3.2.3 Speak 编码方案 (空间编码方案)

从听域频率中获得尽可能多的信息, 且能动态地刺激耳蜗内的不同的址。NUCLEUS22、24 此编码方案 (空间编码方案)。

言语处理器主要由两块专用单片集成电路 (SAPEAK 和 DSP 芯片) 构成, 来完成将声信号变为电刺激脉冲信号的处理工作。包括: 前端声信号的模拟预处理, 滤波网络分离各频段信号, 最大峰信号检波, 采用数字信号处理方式抽取语音特征, 将特征信号按定位谱测试 (Mapping) 结果编码为刺激脉冲。模拟预处理通过前置放大器将增益在 30dB, 频率范围在 150~10,000Hz 的声信号放大, 该信号经过 AGC 对前端增益进行控制, 使得输入信号的最大幅度保持在门限值范围, 将其分成两路, 一路输入到语音特征提取单元, 取出 F0、F1、F2 等特征信号, 另一路经 250~10,000Hz 的滤波网络分离获得各频段的最大峰频率值, 这两路信号进入编码单元, 进行信息编码处理。

#### (1) (Speak)

是利用抽取滤波网络中最大峰信号的方法来提取语音特征的, 共有 20 个带通滤波器分割信号的频谱, 频率范围在 150~10,000Hz。SAPEAK 芯片不间断地测量每一个通道的峰信号的输出, 从中选出若干个输出较大强度的信息组成最大峰阵列, 按各阵列频率分布特性刺激相同频率特性的通道, 按顺序地由高频到低频地刺激 (按顺序地从电极串的近端开始至远端)。刺激的速率为:  $N \cdot R = 14,400$  次/秒, (N: 通道, R: 刺激速度), 因此 Speak 的最大刺激速率为: 14,400 次/秒, 如果 20 个通道全部开放,

平均每一个通道的刺激速率为 250Hz, 刺激速率要依据最大峰阵列的大小、刺激强度、病人定位谱测试结果而定。宽带信号刺激频率址, 因相对多而刺激速率低。窄带信号刺激频率址因相对少, 则可自动提高刺激速率, 因而刺激速率高。刺激速率与听阈、舒适阈有关, 如果舒适阈过高, 就需要较多的刺激脉冲, 使得信息传输的时间加长, 导致刺激速率降低。

#### (2) MPEAK

除提取 F0、F1 (280~1000Hz)、F2 (800~4000Hz) 以外, 还特地使用 7 个滤波器分析 2000~6000Hz 的高频部分信号, 从中按输出峰能大小筛选出两个信号用于激活耳蜗近端处的七个极阵通道中的两个。与 MSP 中的 MPEAK 策略不同。

#### (3) F0/F2

F0 作为刺激速率, F2 (800~4000Hz) 决定刺激电极, 每次刺激时只有一个通道被激活。

#### (4) F1/F2

刺激速率为 F1 (280~1000Hz), F2 (800~4000Hz) 选择刺激频率址, 任何时候只有一个通道工作, 其刺激速率高于 F0/F2。

#### (5) F0/F2/F5

如输入信号为清音, 以随机速率刺激由 F2 (800~4000Hz) 和 F5 (3800~6000Hz) 共同选择的频率址。如输入信号为浊音, 就以 F0 刺激速率刺激 F2 决定的频率址。

#### (6) F0/F1/F2

输入为清音, 刺激速率为随机。若为浊音, 则为 F0。F1、(280~1000Hz)、F2 (800~4000Hz) 分别选择远端和近端刺激频率址。

#### (7) F0/F1/F2/F5

如输入为清音, F1 (280~1000Hz)、F2 (800~4000Hz)、F5 (3800~6000Hz) 选定的频率址以随机速率由近至远顺序激活。若为浊音, 以 F0 速率顺序刺激由 F1、F2 决定的通道。

编码策略与工作电极数目的对应关系:

SPEAK、MPEAK > 10 (工作电极数目), SPEAK、F0/F1/F2/F5、F0/F1/F2、F0/F2/F5 5~9 (工作电极数目), SPEAK、F0/F2、F1/F2 < 5 (工作电极数目)。

#### 3.2.4 CIS 编码方案 (高速率编码策略)

CIS 编码方案的特点是, 刺激址固定, 选择固定的通道以时间的高速变化的刺激表达声信息的特征。CIS 方案的刺激速率较 Speak 方案的刺激速率高, 可达到 800PPS, 最大刺激速率可达 18000PPS。被 Clarion 和 Combi40+ 所采用。

CIS 策略利用数码滤波后快速抽样提取信号将提取的信号按定位谱 (Mapping) 测试结果, 送入确定的通道。CIS 策略可使用 4~12 个通道, 通过高频率刺激来提供短暂信息, 随声音特性的需要可提供全频率范围刺激脉冲的宽度与刺激频率, 确保刺激脉冲不被忽略, 因为这样可能产生预期不到的频率间的相互作用和一些光谱信息丢失。

CIS 策略可及时地刺激任意一个单独的电极, 据说可减少频道间的相互作用 (干扰)。Combi40+ 可达到 18000PPS 的刺激速率, 如果开放 4 个通道, 平均每个通道的刺激速率可达 45000PPS。

#### 3.2.5 ACE 编码策略

ACE 编码策略是结合了位置 (空间) 和时间 (速度) 两种编码策略。既, 结合了 Speak 与 CIS 的特

点, 含有 Speak 与 CIS 的优势。ACE 将言语中的对识别有重要意义的频率和时间信息加以编码。具有较大的编码策略的灵活性, 以适应不同个体的不同需求。可以使用的刺激址从 1~22, 可使用的通道为 2~22, 最大刺激速率为 144000PPS。

CIS 编码策略由美国设计, 1993 年推出, Clarion、Medel 使用。

Speak 编码策略由澳大利亚设计, 1994 年推出, Cochlear 使用在 CI22M、CI24M 言语处理器。

ACE 编码策略由澳大利亚设计, 1998 年推出, Cochlear 使用在 CI24M 言语处理器。

### 3.2.6 高分辨率方案 (Hi-Resolution)

这是近年来由美国 BIONICS 公司使用的高分辨率处理方案。它可将声音转化为数字信号, 通过一组 16 个范围在 250~8000Hz 的带通滤波器组经滤波和包络检测, 处理后的经调制的脉冲刺激按滤波频带的不同, 仿照人耳的音位映射关系输送到相应的 16 个电极位点, 按照由蜗底到蜗尖的序列刺激。Hi-Resolution 处理器更加突出了高采样速率和高刺激速率的特性, 能够在 16 个滤波器上表达高达 2800Hz 的时域变化。因此系统还原原始信号中时域信息的速度比以往快几个数量级, 从而能够提供“精细结构”信息。而其 16 个刺激电极采用单个脉冲和窄脉宽刺激时每个通道可达到 2900 脉冲/秒, 而如果使用成对刺激序列可达到 5100 脉冲/秒。

### 4. 人工耳蜗植入对汉语语音特点的听觉效果

我们使用美国 KAY 公司 CSL4150 软件分析后的语谱特点显示: 以上各组中声母的后续因素语谱特征完全相同, 初始阶段的语谱各有不同。对比了四组声母的识别率和错辨率, 发现组间声母的错辨率明显低于组内声母的错辨率。这个现象也与英语中元音、辅音的特点相似。元音由声带周期性振动产生, 具有明显的基频和共振峰, 无噪音性的辅音如摩擦音或爆破音是由气道紧张时气流通过一个狭窄区域后突然释放的气流产生, 共振峰特性不明显。而且他们不能像元音一样出现一个能量集聚稳定段, 而是在很短的时间内爆发出来。这个语谱特点与汉语普通话声母发音的初始阶段的语谱特征相似。也就是说汉语中的声母其实包括了无噪音性的辅音和有噪音性的元音两个因素, 每组内元音音素在各声母之间相同, 对言语识别不起决定性作用, 起决定性作用是声音起始阶段的辅音音素。但辅音音素的时程非常短, 因此包括采集、信号还原、包络信息输送到刺激位点刺激时, 都需要很高的速率才能更精确地表达原始信号的波形。只有声母初始阶段的信号被很好地接受和感知, 才能减少声母间的错误识别。音高 (F0) 的变化模式具有词汇意义时, 这种音高模式就是声调。汉语普通话有四个声调分别是阴平、阳平、上声和去声。在语言交流过程中, 四声的发声声调均落在每个组成实际意义单字、词的元音上。四声的变化规律主要表现是基频 F0 的音高的变化。从艺术嗓音的角度来看: 歌唱演员从男低音到女高音的基频音高在 64~2048Hz。男性普通发声状态下 (发 i 音的中音 C 调) 时, 四声中的阴平声的变化在 142~151Hz, 阳平声的变化在 130~196Hz, 上声的变化在 99~115Hz, 去声的变化在 100~196Hz。如果人工耳蜗对基频 F0 的细微变化的处理达不到要求, 或植入者对人工耳蜗信号的接受和识别达不到要求, 将会带为一些严重的语言理解错误。例如: 我埋红薯、我买红薯、我卖红薯。

从目前较常使用的言语编码方案的设计可以看出, 各类人工耳蜗都对高刺激速率给予了足够的重视。处理快的速率结合精确的包络提取, 帮助表达的声音信号更逼真, 从而明显提高人工耳蜗使用者的言语识别率。从以下三种人工耳蜗输出带宽可以发现: 各人工耳蜗的软件设计对汉语的声调的要求尚存在一些差距。

Cocheal ACE 系统为: 188~7938Hz;

Med-ed CIS 系统为: 200~8000Hz;

BIONICS HiRes90K 为 200~8000Hz。

这三种人工耳蜗的输出带通在低频均达不到汉语语音声调的要求。

## 5. 结论

5.1 汉语普通话的音声特点与英语有差异。汉语普通话的四声作为音声元素中基频的变化元素, 具有语言的实际意义。

5.2 汉语系的元音与英语无大的差异, 辅音有较大不同。辅音音素中的时程对辅音的实际意义有重要影响。辅音的强频集中区的适时分布模式构成了辅音音素的基本特点。

5.3 人工耳蜗的刺激速率对汉语普通话的言语识别有重要的影响。

5.4 人工耳蜗的言语处理编码技术对汉语普通话语言识别达到了基本需求, 但应加强对 200Hz 以下低频区高识别信号的处理, 以提高对四声的识别水平, 尤其是阳平声(二声)。

## 慢性咳嗽 19 例临床初步分析 (摘要)

马恩明

天津市南开医院耳鼻喉科 (天津 300100)

自 2000 年 6 月~12 月接诊了 19 例慢性咳嗽病人, 均已经过内科治疗或自行口服抗生素治疗, 现就症状、检查、治疗等资料做总结分析并进行讨论。

19 例病人中, 男性 4 例, 女性 15 例, 年龄 17 岁~71 岁, 平均年龄 42 岁, 病程 3 周~20 年。半年以上者 9 例。

全部病例均以咳嗽为主诉, 其它依次为咽喉部痒感 14 例, 咽喉部干燥感 10 例, 无痰或少痰 9 例, 咽喉部轻微疼痛 2 例, 鼻痒、打喷嚏、流鼻涕、鼻塞 2 例, 咽堵、音哑各 1 例。

一般检查所见: 18 例扁桃体 I<sup>0</sup>, 无充血, 1 例扁桃体 II<sup>0</sup>, 稍充血; 8 例咽后壁黏膜轻度充血肿胀或颗粒性增生; 3 例咽后壁粘黏膜淡肿; 4 例鼻黏膜色淡; 1 例鼻黏膜呈轻度萎缩性改变; 2 例舌根淋巴组织增生 90°喉镜检查; 3 例声带轻度红肿, 其中 2 例声带前中 1/3 交界处稍隆起, 2 例喉黏膜淡肿, 2 例未见异常, 12 例未做检查。3 例胸大片检查未见异常。2 例过敏原检查阳性。全部病例均使用过抗生素, 半数病例使用过急支糖浆、止咳糖浆、清肺糖浆等, 效果不理想。根据病人主诉及检查所见, 1 例诊断为萎缩性鼻炎、1 例诊断为鼻咽腔炎、1 例拟诊为更年期综合征(脏燥症)、3 例诊断为慢性咽炎、其余均拟诊为过敏性咽(喉)炎。治疗方法: 7 例单用玄胡桔梗汤, 6 例用玄胡桔梗汤加酮替芬口服, 余 6 例分别予以鼻腔冲洗, 玄胡桔梗汤或酮替芬再加银黄含化片、利咽祛感片、精制黄柏胶囊, 养阴清肺颗粒等治疗。1 例 16 岁男孩曾配合使用雷诺考特喷鼻、喷咽并口服鼻敏宁(院制剂, 玉屏风散加味), 至今已半年咳嗽未再发作, 鼻炎也得到有效控制。

## 讨论

1. 根据症状及有关检查所见, 本组病例基本符合叫做源性咳嗽或过敏性咽(喉)炎的诊断。

2. 喉源性咳嗽介于外感与内伤之间, 病位既非在表, 又未及肺, 因此治疗上有别于一般咳嗽。伏