

## 鼾症自动诊断及其算法的设计\*

王博亮 刘希顺

(国防科技大学电子技术系 长沙 410073)

**摘要** 鼾症是一种常见疾病,但其准确诊断往往要借助于必要的仪器设备。本文介绍一种鼾症的计算机全自动诊断的原理,建立了相应的数学模型和GKD-405A六导睡眠监测仪中诊断算法的设计以及临床应用情况。

**关键词** 自动诊断, 鼾症, 算法

**分类号** TN399 TN99

## Automatic Diagnosis and Algorithm Design for Obstructive Sleep Apnea Syndrome

Wang Boliang Liu Xishun

(Department of Electronic Technology, Changsha, 410073)

**Abstract** OSAS (Obstructive Sleep Apnea Syndrome) is a common disease, but its accurate diagnosis needs some extra instruments. This paper puts forward the principle of computer-based automatic diagnosis for OSAS, constructs the mathematical model, and designs the diagnostic algorithm for "GKD-405A six-channel Sleep Monitor", and finally introduces its clinical application.

**Key words** automatic diagnosis, obstructive sleep apnea syndrome, algorithm

鼾症,医学上称之为“阻塞性睡眠呼吸暂停综合症”(Obstructive Sleep Apnea Syndrome-OSAS)。我国医学界80年代才开始进行研究,至今已取得一定成果。对鼾症的病因、发病机制、分型、检查手段及治疗方法都有了一定的认识。一般成年男性中3%以上患有鼾症。鼾症有不同类型之分,通常有阻塞型,中枢型和混合型三种。目前国内能对其客观、可靠地进行检测的手段不多。至今国外进口的多导睡眠记录仪(polysomnography)仍

\* 获部级科技进步二等奖项目  
1995年10月6日收稿

为最权威的检测仪器，但其价格昂贵，只有极少数大医院才有。针对这种情况，我们在北京协和医院耳鼻喉科、上海瑞金医院、湖南医科大学附属第二医院等医院的专家的协助下，对鼾症诊断的标准进行规范化，并建立相应的数学模型，研制出国内首台适合我国国情的鼾症诊断仪 GKD-405A 六导睡眠监测仪。该机能实时同步监测、显示、存储患者睡眠时的心电、鼾声、口鼻腔气流、胸腹呼吸运动、无创血氧饱和度及心率等波形参数，并能对鼾症进行自动诊断分型和用于评价手术治疗效果等。在临床使用中已得到良好应用。

## 1 鼾症分型

鼾症在医学上分为阻塞型、中枢型和混合型三种。其主要特征为出现呼吸暂停现象。通常口、鼻腔连续时间达10s以上无气流呼吸定义为一次呼吸暂停，病人夜间7h呼吸暂停次数超过30次以上定义为有呼吸暂停症（鼾症患者）。鼾症病人夜间呼吸暂停次数一般可达数十次到五、六百次，平均每次持续时间20到60s。

阻塞型（Obstructive Sleep Apnea）常因呼吸道阻塞而引起，但胸、腹部仍有呼吸运动。由于阻塞，空气不能进出肺部，导致呼吸暂停。

中枢型（Central Apnea）是夜间睡眠期间中枢神经对肺部呼吸运动的控制减弱或丧失，呼吸道和胸腹呼吸作用停止，导致呼吸暂停。

混合型（Mixed Apnea）为阻塞型和中枢型两者同时发生时的情况。

据此，本文通过六导睡眠监测仪检测和记录口、鼻腔呼吸气流和胸腹部呼吸运动情况的波形数据，结合相应的数学模型来进行鼾症诊断分型。

睡眠呼吸暂停使血中含氧量降低，久之呈低血氧症，将导致呼吸性酸中毒，发生肺源性心脏病；呼吸性酸中毒可使血压升高，低血氧亦影响心脏血流供应，继发心血管疾病。所以研究中增加无创血氧饱和度、心电和心率的测试，并记录其波形数据，供分析诊断用。

## 2 数学模型

根据定义，结合测试的波形数据，建立了如下相应的数学模型：

在口、鼻腔气流波形中，当幅度  $F_v$  近似为零，且持续时间大于10s时，记为一次阻塞型呼吸暂停，如图1示。

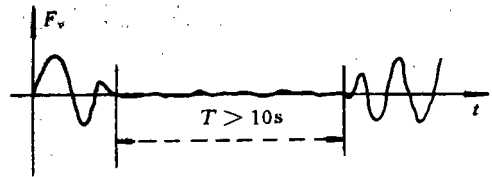


图 1

在胸腹部呼吸运动波形中，当幅度  $R_v$  近似为零，且持续时间大于10s同时伴随口鼻腔气流暂停超过10s时，记为一次中枢型呼吸暂停，如图2示。

在气流波形中，当幅度下降到正常呼吸峰值的50%以内，且伴随血氧饱和度下降近4%以上时，这段时间记为低通气时间（扣除呼吸暂停时间） $T_{LP}$ 。如图3示。

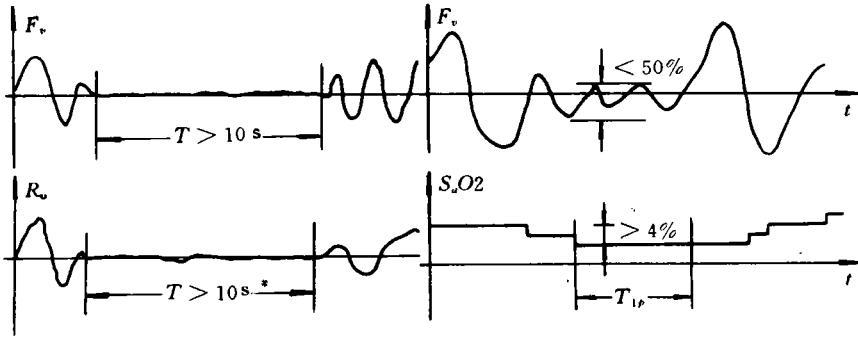


图 2

图 3

鼾症分型:

阻塞型: {夜间7h 呼吸暂停  $F_{AP}$  达30次以上};

中枢型: {夜间7h 有胸腹部呼吸运动暂停超过10s 以上};

混合型: 阻塞型兼有中枢型。

衡量鼾症轻重程度的常用指数:

呼吸暂停指数  $AI = [7h \text{ 总呼吸暂停次数} \div 7h]$

低通气指数  $HI = [7h \text{ 总低通气次数} \div 7h]$

呼吸紊乱指数  $AHI = AI + HI$

### 3 临床应用

为了长时间连续监测记录各参数的波形数据,作者研制了国内首台鼾症诊断仪。它能全息记录存储病人夜间8h的口、鼻腔呼吸气流,胸、腹部呼吸运动,血氧饱和度,鼾声、心电和心率等多种波形数据。采用上述建立的数学模型,对鼾症进行自动诊断分型及评估手术效果等。

经北京协和医院耳鼻喉科、301医院耳鼻喉科、湖南医科大学附属第二医院耳鼻喉科等两年多的临床使用,证明具有很高的临床实用价值,达到如下效果。

#### 1) 提供鼾症分析数据

经过六导睡眠监测仪对患者在夜间7h睡眠中全自动监测显示,记录心电、口鼻腔气流、鼾声、胸腹呼吸运动、血氧饱和度及心率的数据,并全息信息存储于硬盘中。次晨通过约15min的回放、全自动统计分析、报告出病人的四大类型重要参数,包括:

(1) 总心搏次数、平均心率、最高心率及其发生时间、最低心率及其发生时间;

(2) 总呼吸停止次数、最长呼吸停止长度以及发生时间、最短呼吸停止长度及发生时间、总停止时间、总低通气时间、呼吸暂停指数、低通气指数和呼吸紊乱指数;

(3) 胸、腹呼吸运动停止总次数、最长停止长度及发生时间、最短停止长度及发生时间;

(4) 最低血氧饱和度及其发生时间、最高血氧饱和度及发生时间。

经过自动综合分析,系统给出患者的鼾症分型诊断意见。另外,该系统可以详细地开

列出每次呼吸暂停的持续长度及所出现的时刻,并以统计直方图的形式,给出呼吸暂停时间按10s长度分布所出现的暂停次数,以及血氧饱和度按每10%分段分布的直方图。该系统为开展对鼾症的研究提供了有力的工具。

## 2) 鼾症分型

鼾症分为阻塞型、中枢型和混合型三种。

阻塞型睡眠呼吸暂停综合症(OSAS)是手术的适应症,其它两种需保守治疗,手术效果不佳。作者的诊断报告直接给出自动分型的结果,为手术治疗提供了科学依据。

## 3) 判断鼾症严重程度

根据分析计算出的呼吸暂停次数、呼吸暂停指数、低通气指数、呼吸紊乱指数和血氧饱和度值变化情况,可判断鼾症的轻重程度。根据北京协和医院耳鼻喉科张连山教授等研究,做悬雍垂咽腭成形术(UPPP)502例中,9例实行了预防性气管切开术,从而总结出重症OSAS的诊断标准,作为预防性气管切开术的适应症。该诊断标准最主要的两条是:

(1)夜间睡眠期最低血氧饱和度( $\text{SaO}_2$ ) $<50\%$ ; (2)呼吸紊乱指数(AHI) $>50$ 。

结合其他综合判断,六导睡眠监测仪能自动检测统计报告包括AHI和最低 $\text{SaO}_2$ 在内的多种参数,对判断OSAS的重症提供了有力的临床依据,有效地避免了手术中致死性并发症的发生。

## 4) 评估手术效果

对手术前后所测试的波形数据分别进行分析计算,通过对比两次的分析报告结果,可有效地评价手术治疗情况。

## 4 结 语

在建立诊断标准及研制鼾症诊断仪的过程中,先后得到了北京协和医院耳鼻喉科张连山教授、湖南医科大学附属第二医院耳鼻喉科卢永德教授、上海医科大学附属瑞金医院耳鼻喉科孙济治教授的大力帮助,在此表示谢意。鼾症是一种常见疾患,但在我国普及这方面的诊治才刚刚开始,这主要在于以往广大患者对鼾症的认识不足,医院又缺少必要的诊断工具。随着我国人民生活水平的不断提高,对鼾症,特别是其对自身健康的危害性,将引起人们的更大关注。医学界对其研究的进一步深入,临床上有效诊断仪器的发展使用,必将更加提高对鼾症的研究和诊治水平,为解除广大患者的疾苦做出更大贡献。

## 参 考 文 献

- 1 Jack B. Mayer, Rodney C. Knudson. The Sleep Apnea Syndrome. Part I: Diagnosis. The Journal of Prosthetic Dentistry, 62: 675~679
- 2 Frank Perez-Guerra, Obstructive Sleep Apnea, The BOCGroup. Inc. 1988
- 3 孙济治. 鼾症. 中华耳鼻咽喉科杂志, 1988, 23(5)
- 4 张连山等. 重症阻塞性睡眠呼吸暂停综合症术前预防气管切开的适应症. 中华耳鼻咽喉科杂志, 1995, 30(3)
- 5 卜国铨等. 鼾症和阻塞性睡眠呼吸暂停综合症. 中华耳鼻咽喉科杂志, 1995, 30(3)

(责任编辑 潘 生)