



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109717837 A

(43)申请公布日 2019.05.07

(21)申请号 201910002952.X

(22)申请日 2019.01.02

(71)申请人 宋兴荣

地址 510623 广东省广州市天河区金穗路9号

(72)发明人 宋兴荣

(74)专利代理机构 广州胜沃园专利代理有限公司 44416

代理人 张帅

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

权利要求书1页 说明书8页

(54)发明名称

一种麻醉深度监测方法

(57)摘要

本发明公开了一种麻醉深度监测方法,其通过检测患者呼出的异戊二烯含量监测麻醉深度。通过检测患者呼出的异戊二烯含量,所建立的实时无创的麻醉深度监测方法,从实用性角度来讲,方便程度远优于脑电监测。脑电监测时必须将脑电极片贴于患者相应脑区的体表处,因此颅脑手术、颜面部手术无法通过脑电监测了解麻醉深度。而呼出端异戊二烯监测适用于任何患者,因为手术过程无论是自主呼吸还是机控呼吸,气相色谱分析手段均可从患者的呼吸中提取气体样本进行呼吸,因此,不受手术种类、患者年龄等条件限制。

1. 一种麻醉深度监测方法,其特征在于,通过检测患者呼出的异戊二烯含量监测麻醉深度。

2. 如权利要求1所述的麻醉深度监测方法,其特征在于,所述异戊二烯含量监测为实时监测。

3. 如权利要求1所述的麻醉深度监测方法,其特征在于,患者呼出的异戊二烯含量与麻醉深度呈线性负相关。

4. 如权利要求1所述的麻醉深度监测方法,其特征在于,所述异戊二烯含量的检测方式为气相色谱-质谱联用法。

5. 如权利要求4所述的麻醉深度监测方法,其特征在于,所述异戊二烯含量的检测方式为标准曲线外标对照法。

6. 如权利要求4所述的麻醉深度监测方法,其特征在于,所述气相色谱-质谱联用法的色谱条件为,气相色谱条件:(35%-苯基)-甲基聚硅氧烷毛细管色谱柱,载气为氦气;质谱条件:电离方式为电子轰击,扫描方式:选择性离子法。

7. 如权利要求6所述的麻醉深度监测方法,其特征在于,所述气相色谱-质谱联用法的色谱条件为,气相色谱:HP35MS (30m*0.25mm,0.25micron) 毛细管柱,初始温度22℃,无升温,时间3min:进样口温度100℃:载气流速1.0mL/min,无分流进样。质谱条件:电离方式为电子轰击(EI),轰击电子能量也是70eV,总激发能量是2000eV:离子源温度230℃,四极杆温度是150℃:扫描方式:选择性离子法(SIS),选择离子的质荷比(m/z)为28、32、35、36、42、43、44、53、67、76。

一种麻醉深度监测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种麻醉深度监测方法。

背景技术

[0002] 术中知晓,就是在全麻过程中发生意识的恢复,发生术中知晓可引起严重的情感和精神(心理)健康问题,30%~50%术中知晓患者出现创伤性应激后紊乱(post-traumatic stress disorder,PTSD),其表现为心理和行为异常,睡眠障碍,焦虑多梦以及精神失常,其症状可持续数月或数年。术中知晓的发生率约为0.1%~0.4%,高危人群(心脏手术、产科手术、急诊手术和休克患者手术等)可高达1%以上,基于每年巨大的全麻手术量,特别是对于高危人群,术中知晓发生的实际数量应该引起麻醉科医师高度重视,全麻期间镇静深度监测可预防术中知晓的发生,利于改善转归,有助于实现精确化麻醉。

[0003] 脑电监测作为现有最常用的麻醉深度测试技术,具有一定的缺点,如脑电监测时必须将脑电极片贴于患者相应脑区的体表处,因此颅脑手术、颜面部手术无法通过脑电监测了解麻醉深度。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是提供一种应用方便,不受手术种类、患者年龄等条件限制的麻醉深度监测方法。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明公开了一种麻醉深度监测方法,其通过检测患者呼出的异戊二烯含量监测麻醉深度。本发明所公开的麻醉深度监测方法,所述异戊二烯含量监测为实时监测,患者呼出的异戊二烯含量与麻醉深度呈线性负相关。

[0006] 其中异戊二烯含量的检测方式为标准曲线外标对照的气相色谱-质谱联用法。气相色谱-质谱联用法的色谱条件为,气相色谱条件:(35%-苯基)-甲基聚硅氧烷毛细管色谱柱,载气为氦气;质谱条件:电离方式为电子轰击,扫描方式:选择性离子法。优选条件为:气相色谱:HP35MS(30m*0.25mm,0.25micron)毛细管柱,初始温度22℃,无升温,时间3min:进样口温度100℃:载气流速1.0mL/min,无分流进样。质谱条件:电离方式为电子轰击(EI),轰击电子能量也是70eV,总激发能量是2000eV:离子源温度230℃,四极杆温度是150℃:扫描方式:选择性离子法(SIS),选择离子的质荷比(m/z)为28、32、35、36、42、43、44、53、67、76。

[0007] 可通过测定患者麻醉前,麻醉起始,深度镇静等状态下异戊二烯含量,得出异戊二烯含量与麻醉深度的线性曲线,术中通过检测异戊二烯含量随时监控麻醉深度,预防术中知晓的发生。

[0008] 异戊二烯,又名2-甲基-1,3-丁二烯,作为体内脂肪酸氧化的代谢产物,在人们呼吸时会向空气中释放,本发明的研究人员意外发现,呼出端异戊二烯含量与麻醉深度保持良好的线性相关,即麻醉深度越深,呼出端异戊二烯含量越少。异戊二烯可作为一种信号气体分子成为麻醉深度的标志,通过检测患者呼出的异戊二烯含量,所建立的实时无创的麻醉深度监测方法,从实用性角度来讲,方便程度远优于脑电监测。脑电监测时必须将脑电极

片贴于患者相应脑区的体表处,因此颅脑手术、颜面部手术无法通过闹点监测了解麻醉深度。而呼出端异戊二烯监测适用于任何患者,因为手术过程无论是自主呼吸还是机控呼吸,气相色谱分析手段均可从患者的呼吸中提取气体样本进行呼吸,因此,不受手术种类、患者年龄等条件限制。

具体实施方式

[0009] 以下通过具体实施例再对本发明的上述内容作进一步的详细说明。但不应将此理解为本发明上述主题的范围仅局限于以下的实施例。在不脱离本发明上述技术思想的情况下,根据本领域普通技术知识和惯用手段做出的各种替换或变更,均应包括在本发明的范围内。

[0010] 为阐述本发明,我们使用食蟹猴构建损伤模型来对本发明所公开的方法作进一步的说明。

[0011] 模型构建

[0012] 健康雄性食蟹猴5至10岁共5只,体重5-10kg,采用膨化饲料,动物自由饮水。动物由广州元曦生物科技有限公司提供。实验动物麻醉:实验猴称重,肌肉注射氯胺酮5mg/kg进行基础麻醉,模拟临床病人麻醉过程:将3~5ml七氟烷倒在纱布块上盖在食蟹猴口鼻上诱导镇静后常规监护血氧饱和度,脉搏,血压,心率。于右上肢肘关节内侧消毒,经贵要静脉建立静脉通路,持续滴注生理盐水20滴/分钟,静脉注射丙泊酚2mg/kg,长托宁0.1mg/kg,顺式阿曲库铵0.5mg/kg,纳布啡0.5mg/kg诱导后选取4.5#气管导管在普通喉镜直视下进行气管插管,插管深度16~18cm,以猴的下颌为支撑点固定气管导管,接呼吸机进行机械通气,调节潮气量8~10ml/kg,频率15~18次/分钟,如产生自主呼吸,呼吸机采用辅助通气模式保证实验动物通气量,术中用输注泵静脉泵注丙泊酚维持。

[0013] 术中监测

[0014] 在麻醉后使用飞利浦监护仪对食蟹猴进行心电图、血氧饱和度无创血压及体温进行监测。使用脑电监护仪对食蟹猴术中脑电活动进行实时监测。使用气相色谱-质谱联用仪对食蟹猴机械通气时呼气相异戊二烯浓度进行实时监测。行为学分析其心率增快、皱眉、面部抽搐、咧嘴、咬牙、握拳、抬头、上肢摆动、下肢摆动、转体等10项指标,每项指标阳性记1分,阴性记0分,总分合计0-10分之间,其中0分为无反应,1-3分为轻度反应,4-6分中度反应,7-10分为重度反应,以分析食蟹猴试验期间的行为状态。

[0015] 异戊二烯的检测方式如下:

[0016] 实验条件气相色谱:HP35MS (30m*0.25mm,0.25micron) 毛细管柱,初始温度22℃,无升温,时间3min:进样口温度100℃:载气为He,流速1.0mL/min,无分流进样。质谱条件:电离方式为电子轰击(EI),轰击电子能量也是70eV,总激发能量是2000eV:离子源温度230℃,四极杆温度是150℃:扫描方式:选择性离子法(SIS),选择离子的质荷比(m/z)为28、32、35、36、42、43、44、53、67、76。

[0017] 实验方法进样:进样量5mL,采用5mL一次性注射器进样。定性和定量分析:首先将戊烷、异戊二烯和二硫化碳标准品空气稀释后进行GC/MS全扫描分析(m/z 0~100),得到3种物质的质谱图。根据选择离子窗口越小,灵敏度越高的原则,我们选择m/z为43、53、76的离子分别作为戊烷、异戊二烯和二硫化碳的特征性离子,并参照标准品的保留时间来对其

进行定性;用特征性离子峰的高度来定量。

[0018] 异戊二烯标准气(1ppm)采购自大连大特气体有限公司。使用99.999%的高纯氮气把1ppm的异戊二烯标准品分别稀释为浓度为0.5、1.0、2.0、4.0、6.0ppb的标准品各50ml,使用气相色谱-质谱联用仪进行检测。检测条件:①气相色谱:载体为氦气(99.999%),进样口温度150℃,进样方式为不分流,进样时间5min;色谱柱(GC-GasProplot毛细管色谱柱,0.32mm*30m,Agilent公司,美国)柱箱温度200℃,采用程序升温方法;②质谱:电离方式为电子轰击,电子能量70eV,离子源温度200℃,检测器温度200℃,扫描方式为离子选择扫描,选择的异戊二烯离子碎片质子量为27、39、53和67。检测后测定相应浓度的峰面积并制作异戊二烯标准曲线,建立标准曲线方程。

[0019] 试验1:在麻醉诱导后不给予电刺激情况下,调节镇静药物丙泊酚的含量,观察食蟹猴脑电变化、呼出异戊二烯浓度的变化及行为学变化

[0020] 分别静脉给予实验动物8~16mg/(kg*h)的丙泊酚进行麻醉,当给予8mg/(kg*h)的丙泊酚麻醉时脑电图显示食蟹猴处于中度睡眠轻度镇静状态,此时行为学指标发现此状态下食蟹猴有轻度反应存在,此时呼气端异戊二烯分泌量较高。当给予10mg/(kg*h)丙泊酚麻醉时脑电受到抑制,提示此时实验动物处于深度睡眠深度镇静状态,行为学方面偶有轻度反应发生,此时呼出异戊二烯含量较前一状态有所下降。12~16mg/(kg*h)丙泊酚静脉持续输注后脑电显示实验动物处于深度麻醉状态,脑电大幅受到抑制,但其抑制程度12、14和16mg/(kg*h)之间脑电所显示的受抑制程度差异不大,提示当脑电分析用于深度麻醉监测时其灵敏度不高,行为学方面记录丙泊酚输注麻醉时实验动物均无任何体动反应,同时呼气端异戊二烯含量逐层次下降,提示与脑电所示麻醉深度变化保持一致,同时其所测得数值与丙泊酚浓度变化存在较好的负相关效应。结论显示:在未给与伤害性刺激时,脑电和行为学检测指标证明呼出端异戊二烯含量与麻醉深度保持良好的线性相关,即麻醉深度越深,呼出端异戊二烯含量越少。

[0021] 详见表一:

[0022] 表一

[0023]

动物编号	丙泊酚用量	脑电变化	行为学评分	异戊二烯量
1 号	8 mg/(kg*h)	睡眠纺锤波、枕区尖样波、 δ 波	3	0.65
	10 mg/(kg*h)	枕区尖样波、 δ 波	1	0.53
	12 mg/(kg*h)	弥漫性 δ 和 θ 活动增多	0	0.46
	14 mg/(kg*h)	弥漫性 δ 和 θ 活动增多、偶见棘波混杂	0	0.41
	16mg/(kg*h)	高幅度 δ 活动	0	0.34
2 号	8 mg/(kg*h)	睡眠纺锤波、枕区尖样波、 δ 波	2	0.66
	10 mg/(kg*h)	枕区尖样波、 δ 波	1	0.59
	12 mg/(kg*h)	弥漫性 δ 和 θ 活动增多	0	0.42
	14 mg/(kg*h)	弥漫性 δ 和 θ 活动增多、偶见棘波混杂	0	0.40
	16 mg/(kg*h)	高幅度 δ 活动	0	0.38
3 号	8 mg/(kg*h)	睡眠纺锤波、枕区尖样波、 δ 波	3	0.68
	10 mg/(kg*h)	枕区尖样波、 δ 波	1	0.55
	12 mg/(kg*h)	弥漫性 δ 和 θ 活动增多	0	0.45
	14 mg/(kg*h)	弥漫性 δ 和 θ 活动增多、偶见棘波混杂	0	0.39
	16 mg/(kg*h)	高幅度 δ 活动	0	0.37
4 号	8 mg/(kg*h)	睡眠纺锤波、枕区尖样波、 δ 波	2	0.62
	10 mg/(kg*h)	枕区尖样波、 δ 波	2	0.60

[0024]

	12 mg/(kg*h)	弥漫性 δ 和 θ 活动增多	0	0.47
	14 mg/(kg*h)	弥漫性 δ 和 θ 活动增多、 偶见棘波混杂	0	0.40
	16 mg/(kg*h)	高幅度 δ 活动	0	0.38
5 号	8 mg/(kg*h)	睡眠纺锤波、枕区尖样 波、 δ 波	2	0.59
	10 mg/(kg*h)	枕区尖样波、 δ 波	0	0.52
	12 mg/(kg*h)	弥漫性 δ 和 θ 活动增多	0	0.48
	14 mg/(kg*h)	弥漫性 δ 和 θ 活动增多、 偶见棘波混杂	0	0.47
	16 mg/(kg*h)	高幅度 δ 活动	0	0.40

[0025] 实验2:在镇静药物丙泊酚浓度稳定后,给予不同幅度的电刺激,观察食蟹猴脑电变化、呼出异戊二烯浓度的变化及行为学变化

[0026] 上一实验中已证实12mg/(kg*h) 丙泊酚在给与伤害性刺激时可以使实验动物达到深度麻醉状态,因此在本实验中仍采用12mg/(kg*h) 丙泊酚这一剂量给食蟹猴静脉持续输注30分钟,使其血浆内丙泊酚含量保持稳定,随后使用20V、40V、60V、70及80V等不同电压的电刺激,刺激食蟹猴眉弓眼睑部皮肤伤害模拟性损伤。结果显示发现20V和40V电压刺激时实验动物脑电提示其仍处于深度麻醉状态,未对此幅度的伤害性刺激产生兴奋性脑电活动,行为学指标也证实此两种强度的电刺激不会造成实验动物产生体动反应,此时呼出端异戊二烯含量保持低位稳定。当采用60V电刺激时脑电提示实验动物神经电活动兴奋性增强,麻醉深度和伤害性刺激保持平衡,行为学指标显示此时实验动物仍无体动性反应存在,呼出端异戊二烯较之前两种刺激有所上升,三项指标一致性提示此时麻醉深度与外界伤害性刺激达到平衡,实验动物存在自主脑电调控反射,但不出现体动反应,为麻醉的理想状态。当给予70V电刺激时实验动物脑电进一步活跃,体动反应明显增加,提示70V以上的电刺激强于12mg/(kg*h) 丙泊酚所产生的麻醉深度,此时呼出端异戊二烯浓度进一步升高。当给予80V电刺激时实验动物脑电活动增加明显且处于兴奋状态,即对此种伤害性刺激以可明显感知,同时行为学指标显示实验动物体动反应剧烈,而此时呼出端异戊二烯含量也较之前四种刺激强度下的含量有明显增高。结论证实:当麻醉深度保持一定但伤害性刺激逐级增加时呼出端异戊二烯的含量也随之增加,并保持良好的一致性,提示当异戊二烯含量用于麻醉深度监测时不仅可以静态提示当时患者的麻醉深度,还可以动态反应出麻醉深度与当时所受伤害性刺激的平衡关系。

[0027] 详见表二:

[0028] 表二

[0029]

动物编号	电刺激强度	脑电变化	行为学评分	异戊二烯量
1 号	20 V	弥漫性 δ 和 θ 活动增多	0	0.53
	40 V	弥漫性 δ 和 θ 活动增多	0	0.64
	60 V	准双相慢波、节律性 θ 活动	1	0.69
	70 V	多棘-慢波综合、慢棘-慢波综合	5	0.83
	80 V	持续性高波幅慢波、节律性快波	7	1.08
2 号	20 V	弥漫性 δ 和 θ 活动增多	0	0.49
	40 V	弥漫性 δ 和 θ 活动增多	0	0.52
	60 V	准双相慢波、节律性 θ 活动	1	0.58
	70 V	多棘-慢波综合、慢棘-慢波综合	4	0.79
	80 V	持续性高波幅慢波、节律性快波	7	0.96
3 号	20 V	弥漫性 δ 和 θ 活动增多	0	0.59
	40 V	弥漫性 δ 和 θ 活动增多	0	0.68
	60 V	准双相慢波、节律性 θ 活动	2	0.70
	70 V	多棘-慢波综合、慢棘-慢波综合	5	0.82
	80 V	持续性高波幅慢波、节律性快波	6	0.95
4 号	20 V	弥漫性 δ 和 θ 活动增多	0	0.51
	40 V	弥漫性 δ 和 θ 活动增多	0	0.58
	60 V	准双相慢波、节律性 θ 活动	1	0.66
	70 V	多棘-慢波综合、慢棘-慢波综合	4	0.80
	80 V	持续性高波幅慢波、节律性快波	7	1.01
5 号	20 V	弥漫性 δ 和 θ 活动增多	0	0.53
	40 V	弥漫性 δ 和 θ 活动增多	0	0.61
	60 V	准双相慢波、节律性 θ 活动	2	0.77
	70 V	多棘-慢波综合、慢	4	0.89

[0030]

		棘-慢波综合		
	80 V	持续性高波幅慢波、 节律性快波	6	1.00

[0031] 实验3:给予60V的稳定强度间断性电刺激,调节镇静药物丙泊酚的浓度,观察食蟹猴脑电变化、呼出异戊二烯浓度的变化及行为学变化上两项实验已证实12mg/(kg*h)丙泊酚输注和60V强度的伤害性电刺激可模拟麻醉深度与伤害刺激平衡的状态,因此,本项实验中仍给予60V强度的伤害性电刺激,丙泊酚用量方面先给予12mg/(kg*h)进行平衡后逐级递增丙泊酚的使用量,以观察增加伤害性电刺激存在加深麻醉时异戊二烯与麻醉深度的关系。相较12mg/(kg*h)丙泊酚输注时,14mg/(kg*h)和16mg/(kg*h)的丙泊酚输注时脑电活动兴奋性受到抑制,体动反应完全消失,呼出端异戊二烯浓度下降,提示伤害性刺激存在时调大麻醉药物用量使麻醉加深,脑电将受到抑制,异戊二烯含量也随之下降。相较12mg/(kg*h)丙泊酚输注时,18mg/(kg*h)和20mg/(kg*h)丙泊酚持续输注脑电出现爆发性抑制,除兴奋性脑电受到抑制外,正常脑电也受到抑制性影响,此时体动反应完全消失,呼出端异戊二烯含量逐级下降。与实验1结果相类似,脑电活动作为现行麻醉深度的指标在受到麻醉药强烈抑制后出现非连续性变化的地板效应,即麻醉过深后脑电完全抑制导致脑电数据与麻醉深度不在存在相关性,而呼出端异戊二烯的含量的测定恰恰解决了这一问题,其与麻醉深度的线性一致性将不受到麻醉深度过深或麻醉深度过浅的限制。详见表三:

[0032] 表三

[0033]

动物编号	丙泊酚用量	脑电变化	行为学评分	异戊二烯量
1号	12 mg/(kg*h)	准双相慢波、节律性 θ 活动	1	0.69
	16 mg/(kg*h)	弥漫性δ和θ活动增 多、偶见棘波混杂	1	0.54
	20 mg/(kg*h)	高幅度δ活动	0	0.37
	24 mg/(kg*h)	单一节律的α或θ 活动	0	0.24
	28 mg/(kg*h)	爆发性抑制活动、低 波幅脑电	0	0.19
2号	12 mg/(kg*h)	准双相慢波、节律性 θ 活动	1	0.58
	16 mg/(kg*h)	弥漫性δ和θ活动增 多、偶见棘波混杂	0	0.50
	20 mg/(kg*h)	高幅度δ活动	0	0.44
	24 mg/(kg*h)	单一节律的α或θ 活动	0	0.35
	28 mg/(kg*h)	爆发性抑制活动、低 波幅脑电	0	0.26
3号	12 mg/(kg*h)	准双相慢波、节律性 θ 活动	2	0.70
	16 mg/(kg*h)	弥漫性δ和θ活动增	1	0.66

[0034]

		多、偶见棘波混杂		
	20 mg/(kg*h)	高幅度 δ 活动	0	0.49
	24 mg/(kg*h)	单一节律的 α 或 θ 活动	0	0.31
	28 mg/(kg*h)	爆发性抑制活动、低波幅脑电	0	0.17
4 号	12 mg/(kg*h)	准双相慢波、节律性 θ 活动	1	0.66
	16 mg/(kg*h)	弥漫性 δ 和 θ 活动增多、偶见棘波混杂	0	0.52
	20 mg/(kg*h)	高幅度 δ 活动	0	0.40
	24 mg/(kg*h)	单一节律的 α 或 θ 活动	0	0.28
	28 mg/(kg*h)	爆发性抑制活动、低波幅脑电	0	0.19
5 号	12 mg/(kg*h)	准双相慢波、节律性 θ 活动	2	0.77
	16 mg/(kg*h)	弥漫性 δ 和 θ 活动增多、偶见棘波混杂	1	0.64
	20 mg/(kg*h)	高幅度 δ 活动	0	0.44
	24 mg/(kg*h)	单一节律的 α 或 θ 活动	0	0.36
	28 mg/(kg*h)	爆发性抑制活动、低波幅脑电	0	0.21

[0035] 经试验验证：在未给与伤害性刺激时，呼出端异戊二烯含量与麻醉深度保持良好的线性相关，即麻醉深度越深，呼出端异戊二烯含量越少；麻醉深度保持一定但伤害性刺激逐级增加时呼出端异戊二烯的含量也随之增加，并保持良好的一致性，提示当异戊二烯含量用于麻醉深度监测时不仅可以静态提示当时患者的麻醉深度，还可以动态反应出麻醉深度与当时所受伤害性刺激的平衡关系；并且通过检测患者呼出的异戊二烯含量监测麻醉深度，其与麻醉深度的线性一致性将不受到麻醉深度过深或麻醉深度过浅的限制，避免了脑电活动作为现行麻醉深度的指标在受到麻醉药强烈抑制后出现非连续性变化的地板效应，即麻醉过深后脑电完全抑制导致脑电数据与麻醉深度不在存在相关性的缺陷。

专利名称(译)	一种麻醉深度监测方法		
公开(公告)号	CN109717837A	公开(公告)日	2019-05-07
申请号	CN201910002952.X	申请日	2019-01-02
[标]申请(专利权)人(译)	宋兴荣		
申请(专利权)人(译)	宋兴荣		
当前申请(专利权)人(译)	宋兴荣		
[标]发明人	宋兴荣		
发明人	宋兴荣		
IPC分类号	A61B5/00		
代理人(译)	张帅		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种麻醉深度监测方法，其通过检测患者呼出的异戊二烯含量监测麻醉深度。通过检测患者呼出的异戊二烯含量，所建立的实时无创的麻醉深度监测方法，从实用性角度来讲，方便程度远优于脑电监测。脑电监测时必须将脑电极片贴于患者相应脑区的体表处，因此颅脑手术、颜面部手术无法通过闹点监测了解麻醉深度。而呼出端异戊二烯监测适用于任何患者，因为手术过程无论是自主呼吸还是机控呼吸，气相色谱分析手段均可从患者的呼吸中提取气体样本进行呼吸，因此，不受手术种类、患者年龄等条件限制。

动物编号	丙泊酚用量	脑电变化	行为学评分	异戊二烯量
1号	8 mg/(kg*h)	睡眠纺锤波、枕区尖样波、δ波	3	0.65
	10 mg/(kg*h)	枕区尖样波、δ波	1	0.53
	12 mg/(kg*h)	弥漫性δ和θ活动增多	0	0.46
	14 mg/(kg*h)	弥漫性δ和θ活动增多、偶见棘波混杂	0	0.41
	16mg/(kg*h)	高幅度δ活动	0	0.34
2号	8 mg/(kg*h)	睡眠纺锤波、枕区尖样波、δ波	2	0.66
	10 mg/(kg*h)	枕区尖样波、δ波	1	0.59
	12 mg/(kg*h)	弥漫性δ和θ活动增多	0	0.42
	14 mg/(kg*h)	弥漫性δ和θ活动增多、偶见棘波混杂	0	0.40
	16 mg/(kg*h)	高幅度δ活动	0	0.38
3号	8 mg/(kg*h)	睡眠纺锤波、枕区尖样波、δ波	3	0.68
	10 mg/(kg*h)	枕区尖样波、δ波	1	0.55
	12 mg/(kg*h)	弥漫性δ和θ活动增多	0	0.45
	14 mg/(kg*h)	弥漫性δ和θ活动增多、偶见棘波混杂	0	0.39
	16 mg/(kg*h)	高幅度δ活动	0	0.37
4号	8 mg/(kg*h)	睡眠纺锤波、枕区尖样波、δ波	2	0.62
	10 mg/(kg*h)	枕区尖样波、δ波	2	0.60