



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107080521 A

(43)申请公布日 2017.08.22

(21)申请号 201710130264.2

(22)申请日 2017.03.07

(71)申请人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381号

申请人 广州军区广州总医院

(72)发明人 李远清 王斐 虞容豪 瞿军
谢秋幼 何艳斌

(74)专利代理机构 广州市华学知识产权代理有
限公司 44245

代理人 罗观祥

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/16(2006.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种基于脑机接口辅助CRS-R量表交流评估
的方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于脑机接口辅助CRS-R量表交流评估的方法，包括步骤：1)设计脑机接口系统和实验过程贴近临床CRS-R量表的交流子项；2)信号采集；3)检测过程；4)数据处理；5)统计结果与评估。本发明使用脑机接口辅助CRS-R量表评估交流能力，比起临幊上单纯量表评估更敏感、更客观。同时系统采用视听觉刺激，提高了系统的性能，比单视觉和单听觉的系统更有效。本发明不但可以辅助量表进行评估诊断，还可以用于观察意识障碍患者的意识状态、康复效果和治疗疗效等，增加临幊评估方法的多样性和敏感度。

刚才我有没有摸耳朵？

一直看着答案，
默数答案的闪烁次数



是 否

1. 一种基于脑机接口辅助CRS-R量表交流评估的方法，其特征在于，包括以下步骤：

1) 设计脑机接口系统和实验过程贴近临床CRS-R量表的交流子项

选用基于情景指向问题、“是/否”作为刺激素材的方案，情景指向问题包括：“刚才我有没有摸耳朵？”、“刚才我有没有摸鼻子？”和“刚才我有没有拍手？”，为了提高脑机接口系统的性能，选用视听觉刺激，问题位于界面的正上方，两个汉字“是”和“否”随机呈现在图形用户界面的左边和右边，受试者需要带上耳机；每次刺激出现时，视觉刺激是按键的闪烁，即屏幕上的汉字按键的底色从黑色变成绿色，而按键上汉字从白色变成黑色，听觉刺激是该汉字的女声录音，听觉刺激与视觉刺激同时同一侧出现；

2) 信号采集

受试者在被确认觉醒的情况下，带上脑电采集帽，并面对显示器，显示器高度与视线持平，脑电采集放大器的采样频率为250Hz，并在0.1至30Hz的范围内进行带通滤波；实验采用除采集眼电信号的“HEOG”和“VEOG”之外的所有30个通道的脑电信号；所有通道的脑电信号均以右耳突为参照，脑电采集过程中，所有电极的阻抗值皆为 $5k\Omega$ 以下；

3) 检测过程

每一个受试者需要做至少2次测试，每次测试需要完成至少6个选择任务，第一次测试的数据用于训练模型，而后面的测试将用于得到最终的检测结果；

每一个选择任务的过程如下：

①提出情景指向问题

在开始的时候，系统在屏幕上方出现实验任务的情景指向问题和指导语，同时两个汉字“是”和“否”，分别随机地展示在图形用户界面的左边和右边；而实验员需要根据界面上的问题随机做动作，实验员动作完成之后，指导语在两侧耳机播放；

②刺激呈现，指导语播完后，两张汉字按键进行随机的闪烁，每个汉字按键闪烁5次后下一个按键闪烁5次，每一次选择任务中每个按键闪烁十次，而轮流的次序随机，每次闪烁的时间至少为300毫秒，两次闪烁的间隔为700-1500毫秒；

③闪烁完成后，系统把数据实时处理后，把结果呈现在屏幕中央，持续至少2秒，如果正确，则出现一个“√”，并出现选择的答案，同时喇叭中播放鼓掌声，如果错误，则出现“×”，并出现选择的答案，喇叭不播放声音；

④结果呈现后，受试者休息；

4) 数据处理

刺激呈现完成后，采集设备把采集到的数据实时发送给计算机进行实时处理，处理的详细过程如下：

信号首先进行一个带通滤波，滤波范围为0.1-20Hz；把所有通道刺激出现后0-600毫秒时间段的数据提取出来；然后将所有数据单元做一个去基线处理，即数据单元的每个值减去所对应刺激出现前100毫秒数据的平均值；再进行1/5下采样；然后，把所有30个通道的数据单元连接起来，并通过平均所有10个round的闪烁，从而构造对应每个汉字按键的特征向量；把这些特征向量输入到使用训练数据生成的SVM分类器中，得到分别对应“是”和“否”的2个分数；最大的SVM分数所对应的按键就是受试者所选择的答案；

5) 统计结果与评估

对测试结果进行统计，并通过准确率来评估被试的交流能力；

准确率评估标准:准确率是由正确的任务数目除以全部任务的数目而得来,为了衡量准确率是否在统计意义上高于随机水平,根据下列公式计算不同的任务数所对应的统计显著的随机水平:

$$\lambda = \left\{ a + \frac{2(N-2m)z\sqrt{0.5}}{2N(N+3)} \right\} + z\sqrt{\frac{a(1-a)}{N+2.5}}$$

式中,N表示完成的任务个数,m是大量实验下随机命中的个数,a是大量实验下随机命中的准确率,λ为所求的达到显著所需的准确率,z是标准正太分布中的z值;

如果受试者命中率为100%,则该受试者在交流子项能够给2分;如果没有全部命中但命中率高于所计算的随机准确率,那么该受试者应该具有残余的交流能力,该受试者在交流子项能够给1分;否则该受试者不具有使用本系统交流的能力,给0分。

一种基于脑机接口辅助CRS-R量表交流评估的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及脑机接口与意识障碍CRS-R量表评估的技术领域,尤其是指一种基于脑机接口辅助CRS-R量表交流评估的方法。

背景技术

[0002] 昏迷恢复量表(CRS-R)是临幊上常用来对严重脑损伤病人神经行为响应水平的一个标准化检测量表。它也可以用来对严重脑损伤病人治疗效果和康复进展进行评价。CRS-R包含六个分项和一个总的得分,其中六个大项又包含25小项,每一项评价病人对某种外在刺激的神经行为反应。但是CRS-R量表是一种基于行为反应的量表,一些严重运动能力损伤的病人无法在评估过程中提供行为响应或者无法保持稳定的状态。其中,病人交流能力的评估更加困难,因为它需要很高等级的行为响应。临幊上对交流能力评估是向病人提出情景指向问题,如果病人对所有问题都有清楚、可辨别、准确的反应,则可以得到两分;如果对其中两个问题有清晰、可辨别的反应,则可以得到一分;否则,只有零分。很多意识障碍病人无法保持稳定的状态给出相应的点头或者摇头反应。一些研究表明误判率在37%-43%。

[0003] 考虑到行为量表的缺陷,脑机接口(brain computer interface,BCI)系统作为一种不依赖于行为响应只需通过检测脑电信号来与外界交流的工具,不仅可以用于检测病人的意识状态,也可以作为辅助诊断工具。脑机接口最主要的优点是不需要任何行为响应,因此可以得到相对更客观的评估结果。

[0004] 目前用于意识障碍患者的脑机接口基本上是用来检测患者的意识状态或者评估患者残余的认知水平。有一些用于评估病人较低级行为响应能力的脑机接口,并且是采用单视觉或者单听觉模态,系统性能不高。本发明设计的就是采用视听觉脑机接口来辅助CRS-R量表评估意识障碍患者的交流能力。

[0005] 本发明仿照CRS-R量表交流子项的操作,基于情景指向问题,使用视听觉的汉字“是/否”作为刺激语义素材,设计出辅助CRS-R量表交流评估的视听觉脑机接口。而采用视觉刺激用来提高脑机接口的性能,例如,分类准确率,从而增强辅助评估的准确性。

[0006] 本发明的难点在于设计适合辅助量表的视听觉脑机接口,尽量与CRS-R量表交流子项相似,才能更好的辅助诊断;同时采用的视听觉刺激为同方位同时出现的语义匹配的刺激,来提高系统的性能,从而得到较好的评估准确性。

发明内容

[0007] 本发明针对现有临幊诊断昏迷恢复量表(CRS-R)交流子项对病人的行为响应要求较高、主观性太强以及单视觉或单听觉脑机接口检测准确率太低的缺陷,提供了一种基于脑机接口辅助CRS-R量表交流评估的方法,该方法采用视听觉脑机接口辅助诊断后,比单临幊量表和经验检测更准确。

[0008] 为实现上述目的,本发明所提供的技术方案为:一种基于视听觉脑机接口辅助CRS-R量表交流评估的方法,包括以下步骤:

[0009] 1) 设计脑机接口系统和实验过程贴近临床CRS-R量表的交流子项

[0010] 选用基于情景指向问题、“是/否”作为刺激素材的方案。情景指向问题包括：“刚才我有没有摸耳朵？”、“刚才我有没有摸鼻子？”和“刚才我有没有拍手？”；为了提高脑机接口系统的性能，选用视听觉刺激，问题位于界面的正上方，两个汉字“是”和“否”随机呈现在图形用户界面的左边和右边，受试者需要带上耳机，每次刺激出现时，视觉刺激是按键的闪烁，即屏幕上的汉字按键的底色从黑色变成绿色，而按键上汉字从白色变成黑色，听觉刺激是该汉字的女声录音，听觉刺激与视觉刺激同时同一侧出现；

[0011] 2) 信号采集

[0012] 受试者在一个安静的房间内进行测试，受试者在被确认觉醒的情况下，带上脑电采集帽，坐在距离显示器约1m的舒适椅子中，显示器高度与视线持平，脑电采集放大器的采样频率为250Hz，并在0.1至30Hz的范围内进行带通滤波，实验采用除了采集眼电信号的“HEOG”和“VEOG”之外的所有30个通道的脑电信号，所有通道的脑电信号均以右耳突为参照，脑电采集过程中，所有电极的阻抗值皆为 $5k\Omega$ 以下；

[0013] 3) 检测过程

[0014] 每一个受试者需要做至少2次测试，每次测试需要完成至少6个选择任务，第一次测试的数据用于训练模型，而后面的测试将用于得到最终的检测结果；

[0015] 每一个选择任务的过程如下：

[0016] ①提出情景指向问题

[0017] 在开始的时候，系统在屏幕上方出现实验任务的情景指向问题和指导语，同时两个汉字“是”和“否”，分别随机地展示在图形用户界面的左边和右边，而受试者需要根据界面上的问题随机做动作；比如显示的问题是“刚才我有没有摸鼻子？”，则实验员在病人面前随机选择摸鼻子或者不摸鼻子，然后向病人提问，实验员动作完成之后，指导语在两侧耳机播放。

[0018] ②刺激呈现，指导语播完后，两张汉字按键进行随机的闪烁，每个汉字按键闪烁5次后下一个按键闪烁5次，每一次选择任务中每个按键闪烁十次，而轮流的次序随机，每次闪烁的时间至少为300毫秒，两次闪烁的间隔为700–1500毫秒；

[0019] ③闪烁完成后，系统把数据实时处理后，把结果呈现在屏幕中央，持续至少2秒，如果正确，则出现一个“√”，并出现选择的答案，同时喇叭中播放鼓掌声，如果错误，则出现“×”，并出现选择的答案，喇叭不播放声音；

[0020] ④结果呈现后，受试者休息；

[0021] 4) 数据处理

[0022] 刺激呈现完成后，采集设备把采集到的数据实时发送给计算机进行实时处理，处理的详细过程如下：

[0023] 信号首先进行一个带通滤波，滤波范围为0.1–20Hz；把所有通道刺激出现后0–600毫秒时间段的数据提取出来；然后将所有数据单元做一个去基线处理，即数据单元的每个值减去所对应刺激出现前100毫秒数据的平均值；再进行1/5下采样；然后，把所有30个通道的数据单元连接起来，并通过平均所有10个round的闪烁，从而构造对应每个汉字按键的特征向量；把这些特征向量输入到使用训练数据生成的SVM分类器中，得到分别对应“是”和“否”的2个分数；最大的SVM分数所对应的按键就是受试者所选择的答案；

[0024] 5) 统计结果与评估

[0025] 对测试结果进行统计,并通过准确率来评估被试的交流能力;

[0026] 准确率评估标准:准确率是由正确的任务数目除以全部任务的数目而得来。为了衡量准确率是否在统计意义上高于随机水平,根据下列公式计算不同的任务数所对应的统计显著的随机水平:

$$[0027] \lambda = \left\{ a + \frac{2(N-2m)z\sqrt{0.5}}{2N(N+3)} \right\} + z\sqrt{\frac{a(1-a)}{N+2.5}}$$

[0028] 式中,N表示完成的任务个数,m是大量实验下随机命中的个数,a是大量实验下随机命中的准确率(这里是0.5), λ 为所求的达到显著所需的准确率,z是标准正太分布中的z值;对于单边检测,当置信度为0.05时,z值为1.65,使用上式,可以计算出在置信度为0.05时,50次任务达到显著的随机准确率为61.4%;

[0029] 如果受试者命中率为100%,则该受试者在交流子项可以给2分;如果没有全部命中但命中率高于所计算的随机准确率,那么该受试者应该具有残余的交流能力,该受试者在交流子项可以给1分;否则该受试者不具有使用本系统交流的能力,给0分。

[0030] 本发明与现有技术相比,具有如下优点与有益效果:

[0031] 1、本发明使用脑机接口辅助CRS-R量表评估交流能力,比起临幊上单纯量表评估更敏感、更客观。同时系统采用视听觉刺激,提高了系统的性能,比单视觉和单听觉的系统更有效。

[0032] 2、本发明不但可以辅助量表进行评估诊断,还可以用于观察意识障碍患者的意识状态、康复效果和治疗疗效等,增加临幊评估方法的多样性和敏感度。

附图说明

[0033] 图1为本发明所述基于脑机接口辅助CRS-R量表交流评估方法的界面示意图。

[0034] 图2为本发明所述基于脑机接口辅助CRS-R量表交流评估方法的刺激编排示意图。

具体实施方式

[0035] 下面结合具体实施例对本发明作进一步说明。

[0036] 本实施例所述的基于脑机接口辅助CRS-R量表交流评估方法,其具体情况如下:

[0037] 1) 设计脑机接口系统和实验过程贴近临床CRS-R量表的交流子项

[0038] 选用基于情景指向问题、“是/否”作为刺激素材的方案,情景指向问题包括:“刚才我有没有摸耳朵?”、“刚才我有没有摸鼻子?”和“刚才我有没有拍手?”。本发明所使用的图形用户界面(GUI)如图1所示。界面呈现时中央正上方为情景指向问题(例如图1中刚才我有没有摸耳朵?),同时汉字“是”和“否”随机地放置在GUI的左边和右边。两个按键的大小都是7厘米×9厘米,两个汉字按键的水平距离是4厘米。头戴式耳机舒适地戴在受试者头上。每次刺激出现时,视觉刺激是按键的闪烁,即屏幕上的按键的底色从黑色变成绿色,而按键上汉字从白色变成黑色,听觉刺激是闪烁的汉字的女声录音,听觉刺激与视觉刺激同时同一侧出现。

[0039] 2) 信号采集

[0040] 我们采用Neuroscan公司的SynAmps2放大器来记录头皮脑电信号。在信号采集过

程中,受试者头戴LT37型的脑电采集帽,就坐于刺激端显示器前,与显示器的距离大约为1m,显示器高度调至平视水平。脑电采集放大器的采样频率为250Hz,并在0.1至30Hz的范围内进行带通滤波。实验采用除了采集眼电信号的“HEOG”和“VEOG”之外的所有30个通道的脑电信号。所有通道的脑电信号均以右耳突为参照,脑电采集过程中,所有电极的阻抗值皆为5kΩ以下。

[0041] 3) 检测过程

[0042] 受试者需要做至少2次测试,在本实施例中具体做6次,每次测试需要完成至少6个选择任务,在本实施例中具体完成12次。第一次测试的数据用于训练模型,而后5次的测试将用于得到最终的检测结果。

[0043] 每一个选择任务的过程如图2,其情况如下:

[0044] ①提出情景指向问题并播放指导语。在开始的时候,系统从三个情景指向问题中任意选择一个呈现在屏幕中央上方和下面紧跟着指导语,同时两个汉字“是”和“否”,分别随机地展示在图形用户界面的左边和右边。而实验员需要根据界面上的问题随机做动作。如图2中“刚才我有没有摸耳朵?”,则实验员在病人面前随机选择摸耳朵或者不摸耳朵(图2中摸了耳朵),然后向病人提问。实验员动作完成之后,指导语在两侧耳机播放。指导语为“一直看着答案,默数答案的闪烁次数”。

[0045] ②刺激呈现,指导语播完后,两张汉字按键进行随机的闪烁,每个汉字按键闪烁5次后下一个按键闪烁5次,每一次选择任务中每个按键闪烁十次,而轮流的次序随机,每次闪烁的时间至少为300毫秒,两次闪烁的间隔为700–1500毫秒。

[0046] ③闪烁完成后,系统把数据实时处理后,把结果呈现在屏幕中央,持续至少2秒,在本实施例中具体是4秒。如果正确,则出现一个“√”,并出现选择的答案,同时喇叭中播放鼓掌声。如果错误,则出现“×”,并出现选择的答案,喇叭不播放声音。

[0047] ④结果呈现后,受试者可以休息至少10秒。

[0048] 4) 数据处理

[0049] 刺激呈现完成后,采集设备把采集到的数据实时发送给计算机进行实时处理,处理的详细过程如下:

[0050] 信号首先进行一个带通滤波,滤波范围为0.1–20Hz;把所有通道刺激出现后0–600毫秒时间段的数据提取出来;然后将所有数据单元做一个去基线处理,即数据单元的每个值减去所对应刺激出现前100毫秒数据的平均值;再进行1/5下采样;然后,把所有30个通道的数据单元连接起来,并通过平均所有10个round的闪烁,从而构造对应每个汉字按键的特征向量;把这些特征向量输入到使用训练数据生成的SVM分类器中,得到分别对应“是”和“否”的2个分数;最大的SVM分数所对应的按键就是受试者所选择的答案。

[0051] 5) 统计结果与评估

[0052] 我们把5次测试结果统计,并通过准确率来评估被试的交流能力。

[0053] 准确率评估标准:准确率是由正确的任务数目除以全部任务的数目而得来。为了衡量准确率是否在统计意义上高于随机水平,根据下列公式计算不同的任务数所对应的统计显著的随机水平:

$$[0054] \lambda = \left\{ a + \frac{2(N-2m)z\sqrt{0.5}}{2N(N+3)} \right\} + z\sqrt{\frac{a(1-a)}{N+2.5}}$$

[0055] 式中,N表示完成的任务个数,m是大量实验下随机命中的个数,a是大量实验下随机命中的准确率(这里是0.5), λ 为所求的达到显著所需的准确率,z是标准正太分布中的z值。对于单边检测,当置信度为0.05时,z值为1.65。使用上式,可以计算出在置信度为0.05时,60次任务达到显著的随机准确率为60.4%。即在60个任务中,受试者需要达到至少37个正确响应。

[0056] 如果受试者命中率为100%,则该受试者在交流子项可以给2分;如果没有全部命中但命中率高于所计算的随机准确率,那么该受试者应该具有残余的交流能力,该受试者在交流子项可以给1分;否则该受试者不具有使用本系统交流的能力,给0分。

[0057] 而在本实施例中,该受试者在60个任务中命中了42个正确响应,远远大于37次,因此该受试者判断为有交流能力,CRS-R交流子项可以给1分。

[0058] 以上所述之实施例子只为本发明之较佳实施例,并非以此限制本发明的实施范围,故凡依本发明之形状、原理所作的变化,均应涵盖在本发明的保护范围内。

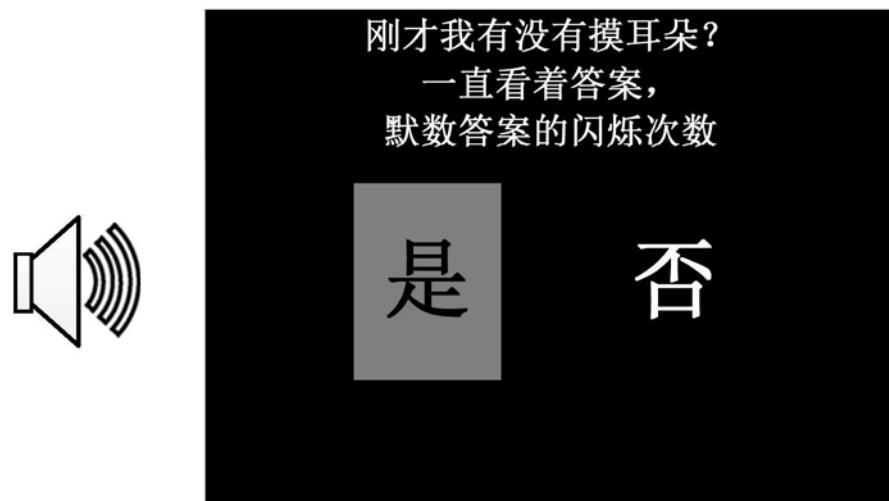


图1

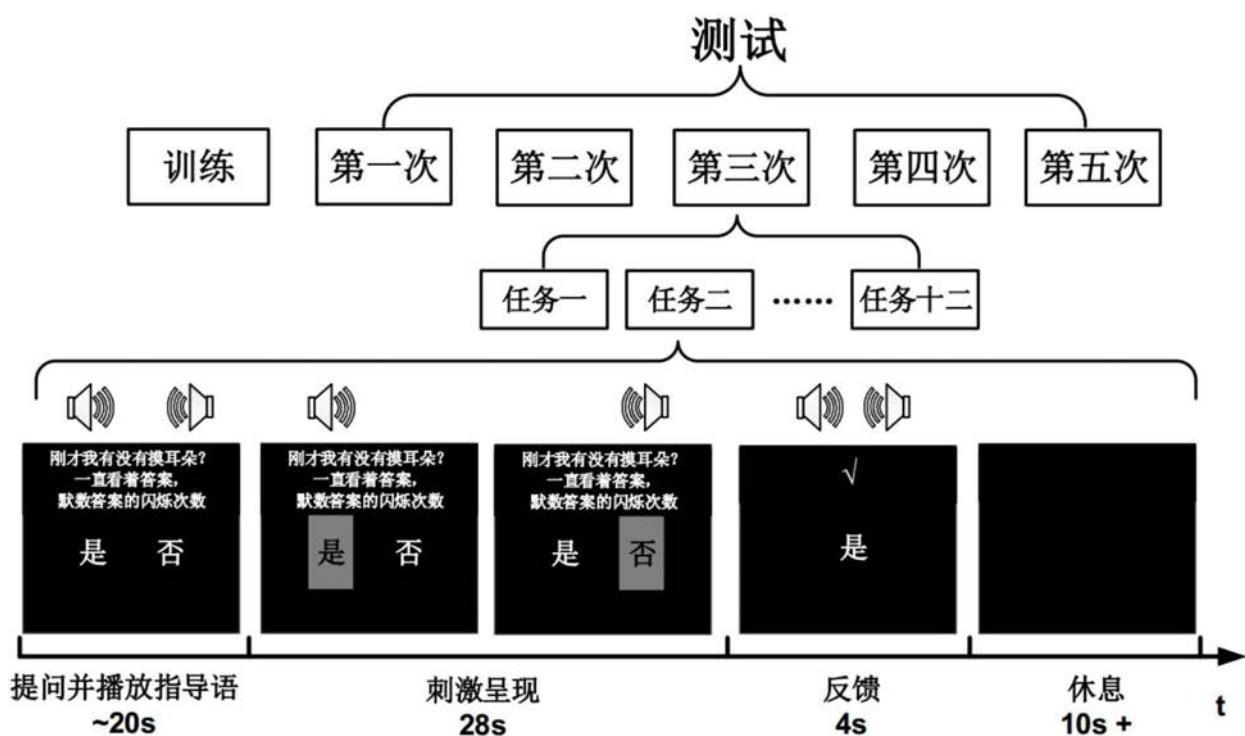


图2

专利名称(译)	一种基于脑机接口辅助CRS-R量表交流评估的方法		
公开(公告)号	CN107080521A	公开(公告)日	2017-08-22
申请号	CN201710130264.2	申请日	2017-03-07
[标]申请(专利权)人(译)	华南理工大学 广州军区广州总医院		
申请(专利权)人(译)	华南理工大学 广州军区广州总医院		
当前申请(专利权)人(译)	华南理工大学 广州军区广州总医院		
[标]发明人	李远清 王斐 虞容豪 瞿军 谢秋幼 何艳斌		
发明人	李远清 王斐 虞容豪 瞿军 谢秋幼 何艳斌		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/16		
CPC分类号	A61B5/4088 A61B5/16		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于脑机接口辅助CRS-R量表交流评估的方法，包括步骤：1)设计脑机接口系统和实验过程贴近临床CRS-R量表的交流子项；2)信号采集；3)检测过程；4)数据处理；5)统计结果与评估。本发明使用脑机接口辅助CRS-R量表评估交流能力，比起临幊上单纯量表评估更敏感、更客观。同时系统采用视听觉刺激，提高了系统的性能，比单视觉和单听觉的系统更有效。本发明不但可以辅助量表进行评估诊断，还可以用于观察意识障碍患者的意识状态、康复效果和治疗疗效等，增加临幊评估方法的多样性和敏感度。

