

近红外技术在模拟盗窃案件中嫌疑确认的实证研究

王 贤^{1,3} 夏何伟² 殷 明^{1,3}

1. 江苏警官学院, 南京;

2. 泰州市公安局海陵分局, 泰州;

3. 江苏省微表情智能感知与安防工程研究中心, 南京

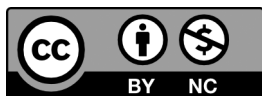
摘 要 | 本研究探讨了近红外技术在模拟盗窃案件中的嫌疑确认的可行性, 基于功能性近红外光谱技术, 设计模拟盗窃案件实验, 实验选取30名志愿者, 分为犯罪组、知情组与无辜组, 模拟犯罪真实讯问场景, 使用犯罪情节测试法编制问题, 测量犯罪嫌疑人说谎与诚实回答时的脑区激活程度以及血氧浓度变化。研究发现, 三组被试的光谱图谱都具有其特征, 犯罪组被试前额叶和左侧颞叶部分脑区显著激活, 且血氧含量浓度也同时上升; 知情组被试脑区激活程度部分激活并有血氧含量浓度上升情况; 无辜组被试脑区无激活, 血氧浓度趋于平稳, 无明显波动。基于这一特性, 近红外技术能准确识别出模拟盗窃案件的犯罪嫌疑人, 展现出了极高的准确率和稳定性, 为警方在确定嫌疑人身份方面提供了有力的支持。

关键词 | 功能性近红外光谱技术; 模拟盗窃; 犯罪情节测试

Copyright © 2024 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



1 引言

功能性近红外光谱技术 (functional NearInfrared Spectroscopy, fNIRS) 是第三项由神经医学引入刑事司法领域的又一新技术, 它利用大脑神经活动导致的局部血液动力学变化和脑组织中

的氧合血红蛋白 (Oxyhemoglobin) 和脱氧血红蛋白 (Deoxyhemoglobin) 对600–900nm不同波长的近红外光吸收率的差异特性, 获得大脑活动时氧合血红蛋白和脱氧血红蛋白的变化情况, 进而观察人们做出决策时的脑部神经活动, 进而间接推

基金项目: 2021年度江苏警官学院哲学社科一般项目 (编号: 2021SJYSK06); 2023年江苏省高校哲学社会科学研究一般项目 (2023SJYB0473); 2022年江苏警官学院教育教学改革研究项目“新文科视域下‘讯问学’课程的教学改革研究”; 2024年度江苏省高校社科联发展专项课题“跨学科视域下侦查讯问人才培养研究”。

通讯作者: 殷明, 江苏警官学院教授, 研究方向: 心理学、讯问学。

文章引用: 王贤, 夏何伟, 殷明. 近红外技术在模拟盗窃案件中嫌疑确认的实证研究 [J]. 中国心理学前沿, 2024, 6 (11): 114–124.

<https://doi.org/10.35534/pc.0611014>

测说谎时的大脑神经活动,判断出被试者有无说谎^[1]。基于弗朗西斯卡(Lisofsky)、克里斯蒂娜(Christ)等人的fMRI研究,也证实了说谎是需要临场调动、消耗认知资源的神经活动^[2],颞上沟和颞顶联合区显著激活与说谎有明显正相关性,这其中包括抑制诚实反馈、编造谎言输出、监控自己的行为并推测他人的想法等复杂过程。尼约卡(Nioka)与Li Fang团队借助功能性近红外光谱(fNIRS)技术发现,个体在说谎过程中,大脑前额叶皮层的相关区域,如额下回、额中回及额上回等,在活动性上呈现不同程度的增强(表现为oxy-Hb水平上升)^[3,4]。通过模拟犯罪实验探究fNIRS在测谎领域内的应用有效性,研究将参与者分为模拟犯罪组及空白对照组。模拟犯罪组成员在完成如盗窃等模拟犯罪行为后,接受一系列关于模拟犯罪的讯问,同时进行fNIRS监测,通过采用支持向量机(SVM)和线性判别分析(LDA)等算法处理fNIRS信号,从中提炼出反映说谎行为的脑波特征,并成功地将说谎与诚实反应区分开,准确率约为80%左右^[5]。此项研究不仅拓展了fNIRS技术在法医心理学领域的应用,也为未来基于生物标志物的测谎技术发展提供了重要的科学依据。

正是基于对近红外技术在模拟盗窃案件中嫌疑确认的重要性和应用潜力的认识,本研究立足于开展实证研究,基于功能性近红外光谱技术对模拟盗窃案件中犯罪嫌疑人的犯罪嫌疑进行确认,深入探究其在嫌疑确认过程中的效果和提升空间,为实际应用提供科学依据和技术支持。

2 近红外技术在模拟盗窃案件中的实证研究

2.1 研究方法

采用犯罪情节测试法对不同组的被试进行提问,通过功能性近红外光谱技术探究不同组被试的脑区激活情况,验证fNIRS技术犯罪识别能力。

2.1.1 被试

在某高校通过志愿招募本科学生30名,平均年龄21.3岁,纳入标准为:身体健康,无精神疾病,右利手。为下一阶段实验考虑,所有被试在实验完成后也均不得透露实验内容。

2.1.2 实验任务

本研究采用模拟犯罪任务,包含模拟犯罪和犯罪事实测试两个阶段^[6],模拟犯罪阶段会让犯罪组的被试进行模拟盗窃(本次模拟盗窃钱包),在测试阶段,会设计一组和犯罪信息直接相关/无关的问题,被试只要做出“否”的回答,而犯罪组被试的否定回答就是在欺骗,这种测试的范式也被称为犯罪情节测试^[7]。该任务与侦查讯问比较类似,同时易于操控,是实验室研究测谎的“黄金标准”^[8]。

准备棕色钱包一个,用便签贴纸进行标号。塑胶手套一副,用于“犯罪组”被试模拟盗窃时使用,以及讯问过程中物证的出示,同时准备与现场钱包类似的照片4张,与现场钱包的照片混杂,用于模拟讯问时使用。

2.1.3 数据采集

本研究大脑活动的收集使用NIRSCOUTXP16*16设备记录被试在任务过程中大脑的含氧血红蛋白(Oxyhemoglobin, oxy-Hb)、脱氧血红蛋白(Deoxyhemoglobin, deoxy-Hb),以及总血红蛋白(Total Oxyhemoglobin & Deoxyhemoglobin)浓度变化量,光源发射器(Source)和接收器(Detector)数量为7*8,每位被试的光极点主要有7个发射器和8个探测器,共形成19个通道,探测器和发射器之间的距离均为3厘米左右。每个探测器和发射器的放置是基于国际10-20系统的NIRS-EEG兼容帽(Easycap, Herrsching, Germany)确定下来的^[9]。

根据以往相关研究脑区的定位,研究结果一致认为颞顶联合区(temporoparietal junction, TPJ),尤其是右侧颞顶联合区(right Temporoparietal Junction, rTPJ)、前额叶皮层(prefrontal cortex, PFC)对决策过程起到重要的作用^[10-16]。本研究主要关注的脑区为双侧前额皮层(prefrontal cortex, PFC)和右侧颞顶联合皮层(rTPJ)。双侧前额叶区域活动的通道参照点为AFZ,共有12个记录通道(通道1-通道12),而右侧颞顶联合区的通道参照点为P6,共有7个记录通道(通道13-通道19),如图1所示。由探头中的发射器和接收器发射和接受785nm和830nm两种近红外光,实时反馈血液中氧合血红蛋白与脱氧血红蛋白的集中变化。发射器和探测器之间的放置距离均为3厘米左右,仪器的数

据采样率为7.81Hz。本研究中每个光极点的坐标采用NIRSsite软件计算，使用的模板是基于ICBM152模板。

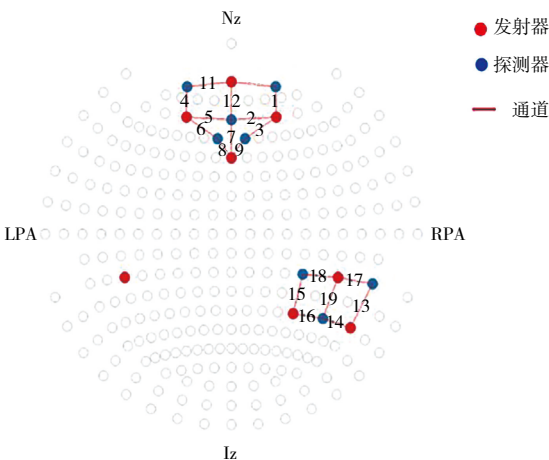


图 1 双侧前额与右侧颞顶通道示意图

Figure 1 Bilateral frontal and right temporoparietal channels

每个探头和每个通道对应的脑区位置坐标如表1和表2所示。近红外数据在记录过程中发射器和探测器没有出现过饱和的现象，各个通道下的数据质量较好。

表 1 各个光极点的位置

Table 1 Schematic diagram of bilateral frontal and temporal parietal channels

通道	空间坐标			Brodmann 分区	
	X	Y	Z	脑区	概率
发射器 1	35.3	79	16.4	10-Frontopolar area	1.000
发射器 2	-35.6	78.8	16.1	10-Frontopolar area	1.000
发射器 3	-0.2	62.4	65.5	8-Includes Frontal eye fields	0.992
发射器 4	0.2	89.2	-7.8	10-Frontopolar area	0.940
发射器 5	74.4	-74.6	-7	19-V3	0.512
发射器 6	58.1	80.5	57	7-Somatosensory Association CorteX	0.638
发射器 7	82.8	-46	28.5	40-Supramarginal gyrus part of Wernicke's area	1.000
探测器 1	29.2	85.2	14.2	10-Frontopolar area	0.880
探测器 2	-29.2	85.2	-13.8	10-Frontopolar area	0.838
探测器 3	0	83.4	31.7	10-Frontopolar area	0.813
探测器 4	-12.9	74.5	48.1	9-Dorsolateral prefrontal cortex	0.814
探测器 5	84.5	-45.1	-12.3	21-Middle Temporal gyrus	0.634
探测器 6	69	-46.9	66.4	40-Supramarginal gyrus part of Wernicke's area	0.992
探测器 7	71.1	-77.7	26.4	39-Angular gyrus, part of Wernicke's area	0.977
探测器 8	12.5	74.6	48.2	9-Dorsolateral prefrontal cortex	0.817

表 2 各个通道的空间位置

Table 2 The spatial positions of each channel

通道	MNI 坐标			Brodmann 分区	
	X	Y	Z	脑区	概率
通道_01	30	68	8	10-Frontopolar area	1.000
通道_02	17	67	26	10-Frontopolar area	0.971
通道_03	21	62	32	10-Frontopolar area	0.554
通道_04	-24	70	8	10-Frontopolar area	1.000
通道_05	-13	67	26	10-Frontopolar area	0.979
通道_06	-16	62	32	10-Frontopolar area	0.592
通道_07	2	55	42	9-Dorsolateral prefrontal corteX	0.770
通道_08	-4	51	48	8-Includes Frontal eye fields	0.705
通道_09	8	50	50	8-Includes Frontal eye fields	0.782
通道_10	15	73	-2	10-Frontopolar area	0.876
通道_11	-11	73	-2	10-Frontopolar area	0.822
通道_12	3	69	17	10-Frontopolar area	1.000
通道_13	65	-60	-1	37-Fusiform gyrus	0.552
通道_14	57	-73	15	39-Angular gyrus, part of Wernicke's area	0.536
通道_15	49	-59	55	40-Supramarginal gyrus part of Wernicke's area	0.736
通道_16	50	-73	15	39-Angular gyrus, part of Wernicke's area	0.635
通道_17	70	-47	14	22-Superior Temporal Gyrus	0.842
通道_18	62	-47	48	40-Supramarginal gyrus part of Wernicke's area	1.000
通道_19	61	-61	31	40-Supramarginal gyrus part of Wernicke's area	0.470

2.2 实验步骤

步骤一：将30名被试进行抽签分组，分为犯罪组、知情组、无辜组，分别10名被试。

步骤二：引导犯罪组10名被试分别依次实施第一阶段模拟犯罪情景，按照要求进入室内盗取钱包，模拟盗窃案件。知情组在旁观察上述犯罪组的模拟盗窃案件犯罪全过程，充当目击者。无辜组则对上犯罪组的实验任务毫不知情，不清楚犯罪事件的发生也不知晓相关细节。三组被试之间也不允许相互沟通各自任务内容与细节。

步骤三：采用犯罪情节测试法编制问题，对三组被试分别进行提问，同时使用fNIRS记录其脑区活动情况，模拟案发后的侦讯活动。在头戴近红外脑功能仪的情况下由两名实验员进行讯问，讯问时长在10分钟左右。采用犯罪情节测试法编制问题进行提问，由实验员两人分别讯问和观察、记录、分析脑功能仪数据。

具体实施如下：

实验前，为被试提供知情同意书，在自愿的情

况下签署,要求其知晓实验的过程、大概内容、实验目的,以及需要被试如何配合等问题。随后将所有被试采用奇偶抽签方式随机分成无辜组、知情组、犯罪组三组,各10人。

第一阶段实验开始后,犯罪组10名被试在实验员的引导下,依次进入犯罪现场,按照确定的犯罪过程实施模拟犯罪,统一对钱包实施盗窃。在实验员说明要求后详细阅读犯罪流程并按照如下步骤完成一系列操作:

(1) 进入现场

经过指引自行进入现场。

(2) 搜寻发现钱包

带上蓝色塑胶手套,仔细搜寻,发现位于桌子抽屉中的钱包。

(3) 盗取钱包

盗取抽屉中的钱包并带出现场。

(4) 处理钱包和手套

将钱包和手套藏于后门旁、桌子下第一个柜子里,关上柜门。

(5) 离开现场

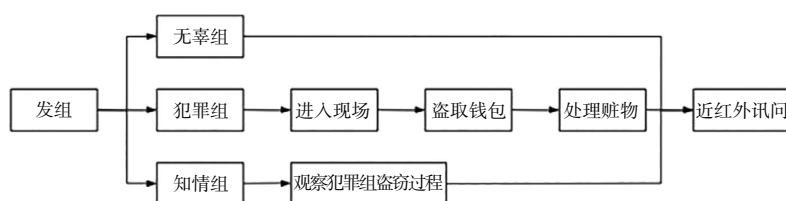


图 2 模拟盗窃案件流程图

Figure 2 Simulated theft case flowchart

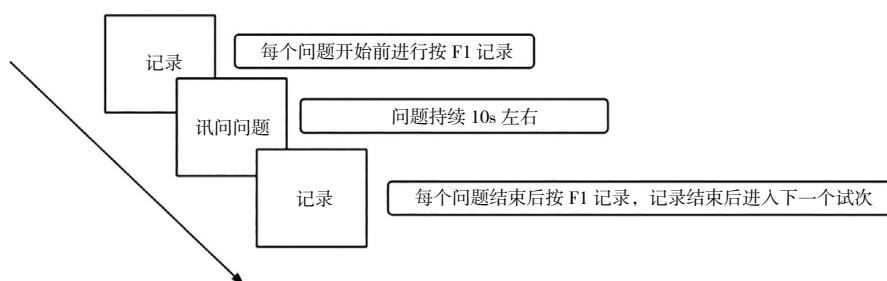


图 3 近红外实验流程图

Figure 3 fNIRS experimental flowchart

2.3 数据分析

数据分析使用了NIRSLAB对近红外光谱信号进行定量分析,并用于计算氧合血红蛋白(oxy-Hb)浓度变化。主要探究三个任务中,个体的前额叶区和颞顶联合区的激活程度的差异。具体步骤如下:

(1) 在NIRSLAB操作环境下,对已经通过Beer-Lambert计算过的信号进行预处理。

(2) 首先采用血液动力学响应函数(hemodynamic response function, HRF)和离散余弦变换(discrete cosine transform, DCT)进行高通滤波和低通滤波^[17]。

(3) 再进行GLM(General Linear Model)模型

的参数估计,得到每个任务条件下对应的 β 值(激活程度)。

(4) 分析比较三个任务下,兴趣区所对应的 β 值的差异,进而得出个体在不同任务下的脑区激活情况。

3 结果

实验进行顺利,30名被试基本均能按照实验要求配合进行近红外测谎讯问实验任务,是为有效结果。犯罪组、知情者和无辜组被试均能带入角色,1名犯罪组被试、1名无辜组被试因近红外数据采集不完整被排除,其余28名被试均为有效数据。

3.1 脑区激活程度数据结果与讨论

采用犯罪情节测试的出题方法，设计8组问题，每组有5个题目，其中每组只有1个目标问题与模拟盗窃案件有关，也就是共计32个无关问题和8个有案件有关的目标问题。对比分析三组被试在32个无关问题的脑区平均激活程度和8个目标问题的脑区平均激活程度。

3.1.1 无辜组脑区激活程度结果与讨论

结果1：无辜组氧合血红蛋白浓度趋于稳定，未出现脑区激活的情况。

根据实验设计与研究假设，无辜组被试由于对案件并不知情，因此无论对于哪一类问题都做出的是诚实回答，因而最终波形应当不会产生明显的oxy-Hb升高即代表构造谎言的高波峰。

无辜组被试对涉及现场与被盗钱包细节相关问题均不知晓，所以对8组无关问题的否定回答并未说谎；其并未参与模拟犯罪过程，对作案情节问题均不存在紧张、恐惧等害怕情绪，也不存在作案的情节记忆，所以对8组中的8个目标问题进行辩白时也属于坦诚回答。

实验结果表明，A组被试的血氧波形基本平稳，呈现整体略低于基线或在基线问题波形值附近的样态。以A组3号被试为例，如图4和图5所示，整个实验过程中，A组氧合血红蛋白浓度趋于稳定，未出现脑区激活的情况，提示其并未说谎。

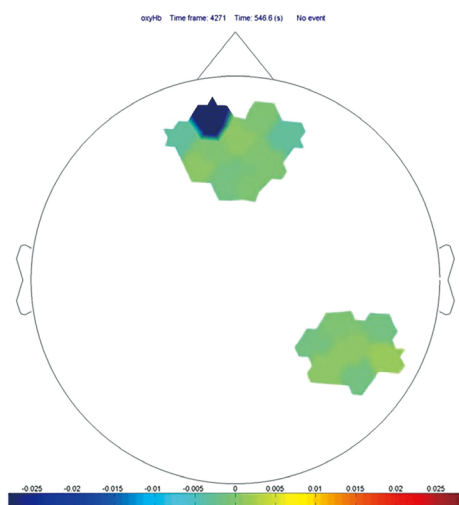


图4 无辜组3号无关问题被试通道激活

Figure 4 Innocent group activated in irrelevant subject channel

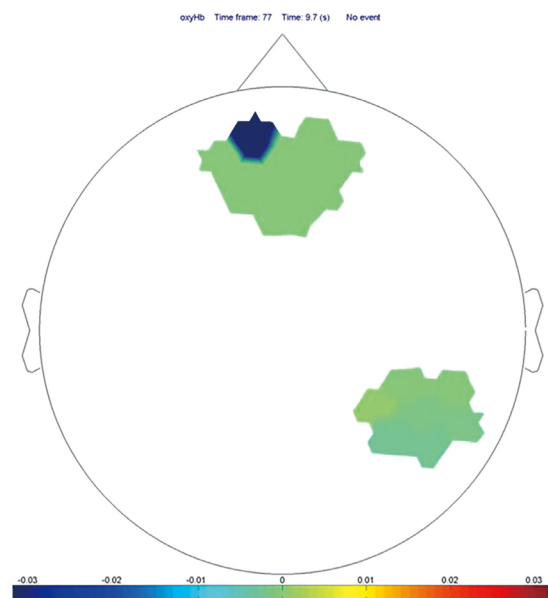


图5 无辜组3号目标问题被试通道激活

Figure 5 Innocent group activated in the target problem subject channel

3.1.2 知情组被试脑区激活程度结果与讨论

结果2：知情组回答无关问题时，其前额叶和左侧颞叶部分激活均不明显；作出说谎回答时，其前额叶较为活跃，且左侧颞叶部分也有部分激活。

根据实验设计与研究假设，知情组只是作为目击者，在现场门外对钱包被盗的过程进行观察，由于距离较远，知情组被试只能看清部分过程，对于模拟盗窃者的细节，如钱包内的物品并不知悉，其并未参与模拟犯罪过程。因此知情组被试在回答其在案件发生现场观察到的细节的问题时，是为说谎回答，血氧波形明显升高，产生明显的oxy-Hb升高；在回答其无法知悉的细节问题时，是为坦诚回答，血氧波形基本平稳。

实验结果表明，B组被试在回答无关问题时，其血氧波形基本平稳，呈现整体略低于基线或在基线问题波形值附近的样态；在回答目标问题作出说谎回答时，出现明显的oxy-Hb升高即代表构造谎言的高波峰。以知情组被试1号为例，当他回答无关问题时，其前额叶和左侧颞叶部分激活均不明显，如图6所示；回答目标问题作出说谎回答时，其前额叶较为活跃，且左侧颞叶部分也有部分激活，如图7所示。

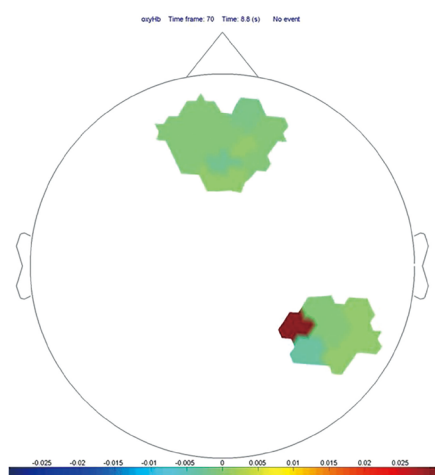


图 6 知情组1号无关问题被试通道激活

Figure 6 The informed group activated in irrelevant subject channel

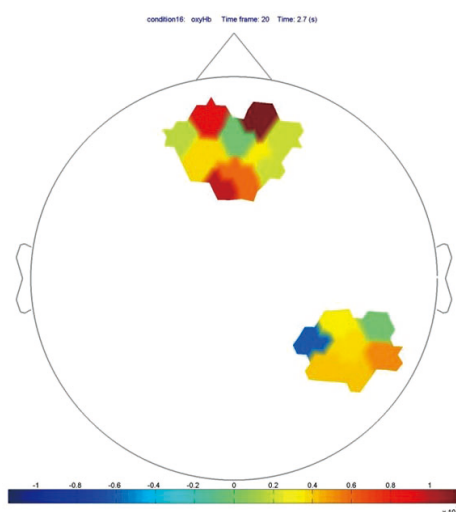


图 7 知情组1号目标问题被试通道激活

Figure 7 The informed group activated in the target problem subject channel

3.1.3 犯罪组脑区激活程度结果与讨论

结果3: 前额叶和左侧颞叶部分激活显著, 颜色明显变深。

根据实验设计与研究假设, 犯罪组是模拟盗窃案件的实施者, 在无关问题回答时为诚实回答, 在目标问题回答时均为谎言, 因而最终波形应当在其说谎的问题对应的时间之后出现明显的oxy-Hb升高即代表构造谎言的高波峰, 各犯罪组被试均在8组测试问题中不同程度地出现了oxy-Hb突然上升或

远高于基线水准的高波峰, 代表模拟盗窃实验过程中犯罪人脑中留下了对其有触动的、给其留下深刻印象的情节, 才能促使犯罪组被试的谎言或隐藏暴露。以犯罪组的4号被试为例, 如图8所示, 其在回答8组32个无关问题时, 前额叶和左侧颞叶部分没有明显变化, 代表模拟盗窃实验过程中犯罪组被试没有留下与无关问题相关的记忆与情感; 在回答8组目标问题时前额叶和左侧颞叶部分激活显著, 颜色明显变深, 如图9所示。

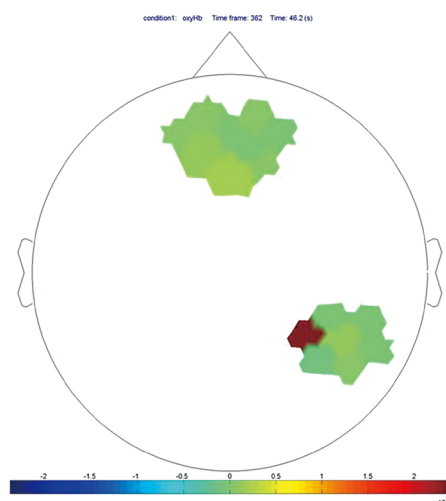


图 8 犯罪组4号无关问题被试通道激活

Figure 8 The criminal group activated in irrelevant subject channel

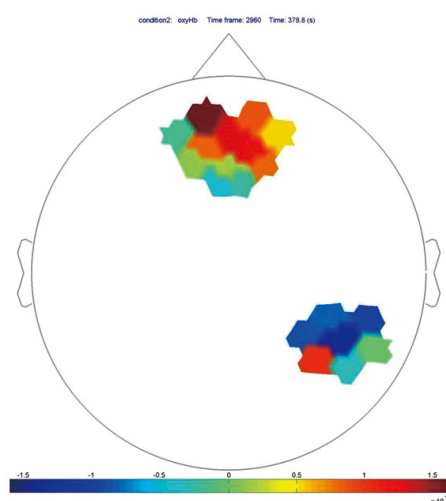


图 9 犯罪组4号目标问题被试通道激活

Figure 9 The criminal group activated in the target problem subject channel

3.2 血氧浓度含量差异性检验

3.2.1 血氧浓度含量结果

如表3所示，通过实验过程对仪器的实时观察和记录，无辜组、犯罪组和知情组的控制条件说真

话时，各通道间单位时间段（点）血氧浓度含量在 $\pm 0.25 \mu\text{mol/L}$ 附近波动，不超过 $+0.5 \mu\text{mol/L}$ ，而犯罪组实验条件下说谎时各通道间单位时间段（点）血氧浓度含量上升至 $+0.5 \sim +1.5 \mu\text{mol/L}$ 左右，差异非常明显。

表 3 血氧浓度含量

Table 3 Blood oxygen concentration content

组别	MARK1	MARK2	MARK3	MARK4	MARK5	MARK6	MARK7	MARK8
A1	0.1	0.3	0.1	0	0.2	0.1	0	0.2
A2	0.2	0.1	0	0	0.2	0	0.1	0.4
A3	0.1	0	0.1	0.2	0.1	0.2	0	0.2
A4	0.1	0.4	0.1	0	0.3	0.1	0.1	0.2
A5	0.5	0.6	0.3	0.1	0.2	0	0.2	0.1
A6	0.1	0.1	0.2	0	0.2	0	0	0.1
A7	0.1	0.1	0	0	0.2	0.2	0.3	0.3
A8	0.2	0.2	0.2	0.1	0.4	0	0	0
A9	0.3	0.1	0	0	0.1	0	0.1	0.2
A10	0	0.15	0.1	0	0.1	0.1	0	0.5
B1	0.3	0.4	0.8	0.34	0.5	0.7	0.8	0.3
B2	0.35	0.2	0.7	0.3	1	0.5	0.2	1
B3	0.4	0.6	0.7	0.2	0.7	1	0.1	0
B4	0.4	0.3	0.5	0.7	0.4	0.4	0.3	0.1
B5	0.36	0.8	0.6	1	1.3	1	0.7	0.3
B6	0.39	0.5	0.6	0.4	0.8	0.6	0.33	0
B7	0.29	0.4	0.9	0.8	0.5	0.4	0.2	1
B8	0.4	0.4	1.2	0.3	0.9	1	0.2	0
B9	0.4	0.3	1	0.1	0.5	1.1	0.1	0.1
B10	0.44	0.2	0.7	0.1	1	1	0.2	0.5
C1	0.4	0.6	0.55	0.5	0.6	1	0.9	1.1
C2	0.4	0.5	1	0.2	0.9	0.7	0.5	0.7
C3	0.6	0.5	0.7	0.4	0.3	2	1.3	1.1
C4	0.3	1	0.7	1.5	1	0.8	0.6	0.3
C5	0.2	0.5	0.9	0.4	0.5	1.5	1.2	0.7
C6	0.4	0.3	1	0.5	1.1	1	0.8	0.54
C7	0.2	0.1	0.5	0.3	0.9	1.3	0.5	1.1
C8	0.6	0.2	0.7	0.2	1.4	0.6	0.1	0.8
C9	0.1	0.5	0.8	1	0.7	0.8	0.4	1
C10	0.8	0.4	1.5	1	0.8	0.4	0.1	0.7

3.2.2 血氧浓度差异性检验

利用SPSS的LSD对三组被试的血氧浓度数据进行差异显著性分析，如表4所示，问题组1、2、3分别表示无辜组、知情组和犯罪组，其中平均值差值

的显著性水平为0.05，低于0.05则表示两组实验被试之间有明显差异，大于0.05则表示两组实验被试之间无明显差异，其中存在差异显著的则使用*进行标注。

表 4 多重比较

Table 4 Multiple comparative analysis

检验 LSD							
因变量	(I) 组别	(J) 组别	平均值差值(I-J)	标准误	显著性	95% 置信区间	
						下限	上限
问题组 1	1	2	-0.20300*	0.06786	0.006	-0.3422	-0.0638
		3	-0.23000*	0.06786	0.002	-0.3692	-0.0908

续表

因变量	检验 LSD						
	(I) 组别	(J) 组别	平均值差值(I-J)	标准误	显著性	95% 置信区间	
						下限	上限
问题组 1	2	1	0.20300*	0.06786	0.006	0.0638	0.3422
		3	-0.027	0.06786	0.694	-0.1662	0.1122
	3	1	0.23000*	0.06786	0.002	0.0908	0.3692
		2	0.027	0.06786	0.694	-0.1122	0.1662
问题组 2	1	2	-0.20500*	0.09211	0.035	-0.394	-0.016
		3	-0.25500*	0.09211	0.01	-0.444	-0.066
	2	1	0.20500*	0.09211	0.035	0.016	0.394
		3	-0.05	0.09211	0.592	-0.239	0.139
	3	1	0.25500*	0.09211	0.01	0.066	0.444
		2	0.05	0.09211	0.592	-0.139	0.239
问题组 3	1	2	-0.66000*	0.09585	0	-0.8567	-0.4633
		3	-0.72500*	0.09585	0	-0.9217	-0.5283
	2	1	0.66000*	0.09585	0	0.4633	0.8567
		3	-0.065	0.09585	0.503	-0.2617	0.1317
	3	1	0.72500*	0.09585	0	0.5283	0.9217
		2	0.065	0.09585	0.503	-0.1317	0.2617
	1	2	-0.38400*	0.13695	0.009	-0.665	-0.103
		3	-0.56000*	0.13695	0	-0.841	-0.279
问题组 4	2	1	0.38400*	0.13695	0.009	0.103	0.665
		3	-0.176	0.13695	0.21	-0.457	0.105
	3	1	0.56000*	0.13695	0	0.279	0.841
		2	0.176	0.13695	0.21	-0.105	0.457
	1	2	-0.38400*	0.13695	0.009	-0.665	-0.103
		3	-0.56000*	0.13695	0	-0.841	-0.279
问题组 5	2	1	0.38400*	0.13695	0.009	0.103	0.665
		3	-0.176	0.13695	0.21	-0.457	0.105
	3	1	0.56000*	0.13695	0	0.279	0.841
		2	0.176	0.13695	0.21	-0.105	0.457
	1	2	-0.56000*	0.11353	0	-0.7929	-0.3271
		3	-0.62000*	0.11353	0	-0.8529	-0.3871
问题组 6	2	1	0.56000*	0.11353	0	0.3271	0.7929
		3	-0.06	0.11353	0.601	-0.2929	0.1729
	3	1	0.62000*	0.11353	0	0.3871	0.8529
		2	0.06	0.11353	0.601	-0.1729	0.2929
	1	2	-0.233	0.12617	0.076	-0.4919	0.0259
		3	-0.56000*	0.12617	0	-0.8189	-0.3011
问题组 7	2	1	0.233	0.12617	0.076	-0.0259	0.4919
		3	-0.32700*	0.12617	0.015	-0.5859	-0.0681
	3	1	0.56000*	0.12617	0	0.3011	0.8189
		2	0.32700*	0.12617	0.015	0.0681	0.5859
	1	2	-0.11	0.12808	0.398	-0.3728	0.1528
		3	-0.58400*	0.12808	0	-0.8468	-0.3212
问题组 8	2	1	0.11	0.12808	0.398	-0.1528	0.3728
		3	-0.47400*	0.12808	0.001	-0.7368	-0.2112
	3	1	0.58400*	0.12808	0	0.3212	0.8468
		2	0.47400*	0.12808	0.001	0.2112	0.7368

注：* 平均值差值的显著性水平为 0.05。

3.2.3 血氧差异显著性结果与讨论

(1) 问题组1中, 无辜组血氧浓度显著低于知情组, 显著性水平为0.006; 无辜组的血氧浓度显著低于犯罪组, 显著性水平为0.002; 犯罪组与知情组血氧浓度差异不显著。因此, 问题组1能够有效区分无辜组, 但不能区分知情组与犯罪组。

(2) 问题组2中, 无辜组血氧浓度显著低于知情组, 显著性水平为0.035; 无辜组的血氧浓度显著低于犯罪组, 显著性水平为0.01; 犯罪组与知情组血氧浓度差异不显著。因此, 问题组2能够有效区分无辜组, 但不能区分知情组与犯罪组。

(3) 问题组3中, 无辜组血氧浓度显著低于知情组, 显著性水平为0; 无辜组的血氧浓度显著低于犯罪组, 显著性水平为0; 犯罪组与知情组血氧浓度差异不显著。因此, 问题组3能够有效区分无辜组, 但不能区分知情组与犯罪组。

(4) 问题组4中, 无辜组血氧浓度显著低于知情组, 显著性水平为0.009; 无辜组的血氧浓度显著低于犯罪组, 显著性水平为0; 犯罪组与知情组血氧浓度差异不显著。因此, 问题组4能够有效区分无辜组, 但不能区分知情组与犯罪组。

(5) 问题组5中, 无辜组血氧浓度显著低于知情组, 显著性水平为0.009; 无辜组的血氧浓度显著低于犯罪组, 显著性水平为0; 犯罪组与知情组血氧浓度差异不显著。因此, 问题组5能够有效区分无辜组, 但不能区分知情组与犯罪组。

(6) 问题组6中, 无辜组血氧浓度显著低于知情组, 显著性水平为0; 无辜组的血氧浓度显著低于犯罪组, 显著性水平为0; 犯罪组与知情组血氧浓度差异不显著。因此, 问题组6能够有效区分无辜组, 但不能区分知情组与犯罪组。

(7) 问题组7中, 无辜组与知情组血氧浓度差异不显著; 无辜组的血氧浓度显著低于犯罪组, 显著性水平为0; 知情组的血氧浓度显著低于犯罪组, 显著性水平为0.015。因此, 问题组7能够有效区分犯罪组, 但不能区分无辜组与知情组。

(8) 问题组8中, 无辜组与知情组血氧浓度差异不显著; 无辜组的血氧浓度显著低于犯罪组, 显著性水平为0; 知情组的血氧浓度显著低于犯罪组, 显著性水平为0.001。因此, 问题组8能够有效区分犯罪组, 但不能区分无辜组与知情组。

综上所述, 问题组1、2、3、4、5、6的目标问

题为知情组被试在实验过程中可以得知的信息, 后两个问题组的目标问题知情组被试无法得知, 所以前六个问题组中知情组血氧浓度含量与犯罪组相似, 但是无辜组血氧浓度显著低于知情组、犯罪组, 并且达到显著性水平; 问题组7和问题组8中犯罪组、知情组血氧浓度含量与无辜组相似, 无明显差异。知情组被试在实验过程中无法得知后两个问题组的目标问题的答案, 没有在被试大脑中留下关于目标问题情节的记忆与情感, 所以知情组被试在面对讯问时, 没有表现出紧张、焦虑的情绪, 表现与无辜组无异, 作出的回答均是诚实回答。

4 研究结论

总结论1: 近红外技术可以区分出模拟盗窃案件中的无辜组。

总结论2: 近红外技术无法区分出模拟盗窃案件中的知情组与犯罪组。

在本次实验中, 犯罪组在对目标问题说谎话时, 出现前额叶和颞叶同时出现激活情况, 且血氧含量浓度信号也同时上升, 属于构造谎言与回忆伴随的情形。fNIRS在模拟盗窃案件中能够有效识别无辜组, 但无法区分知情组和犯罪组。

fNIRS应用于讯问活动, 能够密切关注犯罪嫌疑人的在讯问过程中, 因讯问问题或策略变化而反馈的情绪情感、行为倾向等情况来快速抓取影响其供述或辩解的认知关键点、情绪敏感点、拒供薄弱点, 进行心理接触的同时, 围绕这些关键点进行问题设计寻求突破。功能性近红外光谱技术在犯罪侦查中的应用具有显著的优势, 可以有效帮助警方快速确认嫌疑人身份, 提高案件破案率在嫌疑确认中的准确率远高于传统的调查方法, 为司法机关提供了一种新的技术手段。

5 近红外光谱技术应用于测谎的经验与展望

欺骗是一种有意误导他人的行为, 是一种复杂的社会认知活动, 包含了与欺骗准备、欺骗执行、结果反馈三个过程^[18]。在讯问活动中, 犯罪嫌疑人对抗侦查人员, 就是互动情景中主动欺骗过程的神经机制, 以博弈论为基础创造了一个人际互动的一个情境。

红外光谱技术已经被广泛用于测谎领域, 其中

功能性近红外光谱技术 (fNIRS) 作为一种新兴的测谎方法受到了研究者的关注。fNIRS技术通过测量大脑皮层的血氧含量变化来研究嫌疑人的认知过程, 从而判断其是否在撒谎。在实验中, 研究人员通常会让被试者进行一系列任务, 例如回答问题或者描述某一事件, 并利用fNIRS技术来监测他们大脑活动的变化。

经过多项研究表明, fNIRS技术在测谎领域有着独特的优势。首先, fNIRS技术可以实现实时监测, 能够准确捕捉被试者大脑活动的变化。其次, fNIRS技术具有较高的安全性和隐蔽性, 被试者在接受测试时不会感到过于紧张或不舒服, 有利于获得真实的生理反应数据。此外, fNIRS技术还能够提供多参数数据, 可以更全面地反映被试者的认知过程。

在未来的研究中, 我们可以进一步探讨fNIRS技术在测谎领域的应用策略选择, 例如结合其他生理指标进行多模态监测, 或者开发更多的任务类型以提高测谎准确性。同时, 也需要加强与法律实践的结合, 探讨fNIRS技术在司法领域的应用前景, 为案件侦破提供更多的科学证据支持。总之, fNIRS技术在测谎领域的经验积累将为未来的研究和应用提供重要参考。

参考文献

- [1] 白学军, 章鹏, 张琪涵, 等. 功能性近红外光谱技术在说谎研究中的应用 [J]. 心理科学进展, 2019, 27 (1): 160-170.
- [2] Francesca M, Cristina S, Emanuele T, et al. The guilty brain: the utility of neuroimaging and neurostimulation studies in forensic field [J]. Reviews in the neurosciences, 2017, 28 (2): 161-172.
- [3] Niioka K, Uga M, Nagata T, et al. Cerebral Hemodynamic Response During Concealment of Information About a Mock Crime: Application of a General Linear Model With an Adaptive Hemodynamic Response Function [J]. Japanese Psychological Research, 2018, 60 (4): 311-326.
- [4] Fang L, Huilin Z, Jie X, et al. Lie Detection Using fNIRS Monitoring of Inhibition-Related Brain Regions Discriminates Infrequent but not Frequent Liars [J]. Frontiers in Human Neuroence, 2018 (12): 71.
- [5] Niioka K, Uga M, Nagata T, et al. Cerebral Hemodynamic Response During Concealment of Information About a Mock Crime: Application of a General Linear Model With an Adaptive Hemodynamic Response Function [J]. Japanese Psychological Research, 2018, 60 (4): 311-326.
- [6] Sai L, Zhou X, Ding X P, et al. Detecting concealed information using functional near-infrared spectroscopy [J]. Brain Topography, 2014, 27 (5): 652.
- [7] Farah M J, Hutchinson J B, Phelps E A, et al. Functional MRI-based lie detection: scientific and societal challenges [J]. Nature Reviews Neuroscience, 2014, 15 (2): 123-131.
- [8] Ben-Shakhar G, Elaad E. The validity of psychophysiological detection of information with the guilty knowledge test: a meta-analytic review [J]. Journal of Applied Psychology, 2003, 88 (1): 131-151.
- [9] 雷震, 毕蓉, 莫李澄, 等. 外显和内隐情绪韵律加工的脑机制: 近红外成像研究 [J]. 心理学报, 2021, 53 (1): 15-25.
- [10] Fletcher P. Other minds in the brain: a functional imaging study of "theory of mind" in story comprehension [J]. Cognition, 1995 (57).
- [11] Gallagher H, Happé F, Brunswick N, et al. Reading the mind in cartoons and stories: an fMRI study of "theory of mind" in verbal and nonverbal tasks [J]. Neuropsychologia, 2000, 38 (1): 11-21.
- [12] R S, N K. People thinking about thinking people. The role of the temporo-parietal junction in theory of mind [J]. Neuro Image, 2003, 19 (4): 1835-1842.
- [13] Decety J, Jackson L P, Sommerville A J, et al. The neural bases of cooperation and competition: an fMRI investigation [J].

- Neuroimage, 2004, 23 (2) : 744–751.
- [14] Cui X, Bryant M D, Reiss L A . NIRS-based hyperscanning reveals increased interpersonal coherence in superior frontal cortex during cooperation [J] . Neuro Image, 2012, 59 (3) : 2430–2437.
- [15] Tao L, Matthew P. Clarifying the interaction types in two-person neuroscience research. [J] . Frontiers in human neuroscience, 2014, 8 (1) : 8276.
- [16] Tsoi L, Dungan J, Waytz A, et al. Distinct neural patterns of social cognition for cooperation versus competition [J] . Neuro Image, 2016 (137) : 13786–13796.
- [17] Ye C J, Tak S, Jang E K, et al. NIRS-SPM: Statistical parametric mapping for near-infrared spectroscopy [J] . Neuroimage, 2008, 44 (2) : 428–447.
- [18] 章鹏. 互动情景中主动欺骗的神经机制 [D] . 天津师范大学, 2020.

An Empirical Study of Near Infrared Technology for Suspect Confirmation in Simulated Theft Cases

Wang Xian^{1,3} Xia Hewei² Yin Ming^{1,3}

1. Jiangsu Police Institute, Nanjing;

2. Hailing Branch of the Taizhou Public Security Bureau, Taizhou;

3. Jiangsu Province Engineering Research Center of Microexpression Intelligent Sensing and Security Prevention and Control, Nanjing

Abstract: This study explored the feasibility of using functional NearInfrared Spectroscopy to confirm suspects in simulated theft cases. Using functional NearInfrared Spectroscopy technology, a simulated theft case experiment was designed. Thirty volunteers were selected and divided into a criminal group, an informed group, and an innocent group. The experiment simulated a real interrogation scenario of a crime, using Guilty Knowledge Test's method to develop questions. The brain activation levels and blood oxygen concentration changes of the suspects were measured when they lied and answered honestly. The study found that the spectral maps of the three groups of subjects all had unique characteristics. The criminal group showed significant activation in the prefrontal lobe and left temporal lobe regions, accompanied by an increase in blood oxygen concentration; The informed group showed partial activation of brain regions and an increase in blood oxygen content concentration; The brain regions of the innocent group were not activated, and the blood oxygen concentration tended to be stable without significant fluctuations. Based on this characteristic, near-infrared technology can accurately identify the suspect in a simulated theft case, demonstrating high accuracy and stability, providing strong support for the police in determining the suspect's identity.

Key words: Functional near infrared spectroscopy; Simulated theft cases; Guilty knowledge test