



聋人的共情特点研究: 来自眼动和脑电的证据

武向慈¹, 赵凯宾³, 杨春英², 贾会宾^{1*}, 王恩国^{1*}, 晋争^{3*}

1. 河南大学心理学院, 开封 475004

2. 郑州师范学院特殊教育学院, 郑州 450044

3. 郑州师范学院心理学(行为与认知科学)国际联合实验室, 郑州 450044

* 联系人, E-mail: huibin_jia@foxmail.com; enguowang@126.com; zhjin@ucdavis.edu

2024-04-01 收稿, 2024-05-23 修回, 2024-07-15 接受, 2024-08-30 网络版发表

国家社会科学基金(20FJKB005)、河南省自然科学基金(242300421311)、河南省科技攻关项目(242102321087)、河南省国际科技合作重点项目(241111520300)、河南大学研究生教育创新与质量提升计划(SYLYC2022039)及中国博士后科学基金(2022M721016)资助

摘要 以往研究发现聋人存在共情能力降低现象. 本研究分别通过问卷调查和社会排斥共情范式评估了聋人的特质和状态共情, 旨在探究聋人的共情能力及其共情信息加工中的视觉注意特点与神经机制. 问卷调查发现: 与听人相比, 聋人个体在共情量表的共情关注和想象维度得分显著更低, 这提示聋人存在较低水平的特质情绪共情和特质认知共情能力. 在社会排斥共情任务中, 与听人相比, 聋人个体具有显著更高的N1、P3和LPC波幅. 这表明聋人个体表现出显著更强的状态情绪共情反应, 并在刺激分类评估中付出更多的心理加工资源. 上述晚期成分(即P3和LPC)结果可能与聋人个体相对更低的目标人物面部平均注视时间有关. 本研究还发现在听人组, 社会接纳和社会排斥图片诱发的P3/LPC波幅无显著差异; 在聋人组, 社会排斥图片诱发的P3/LPC波幅显著高于社会接纳图片. 这可能与聋人个体独特的视觉注意特点密切相关, 即聋人个体面部注视次数百分比显著高于听人个体. 该视觉注意特点可能导致聋人对社会排斥图片判断时更难从面部注视中解离, 且需要付出更多的心理加工资源. 相关研究成果不仅加深了我们对聋人社会性疼痛共情能力和特点的理解, 也有助于为改善聋人群体的心理健康和社会功能提供理论依据.

关键词 聋人, 共情, 视觉注意, 眼动-脑电同步技术

聋人个体由于听力缺失的原因难以发展出流畅的有声言语, 这制约了聋人与他人的沟通和交往, 进而导致聋人人际交往与社会适应能力得不到锻炼与发展. 共情作为人类情感经历和社会交互的重要成分, 是影响个体社交能力的一个重要因素^[1,2]. 因此, 了解聋人个体的共情特点对于改善其人际交往、维持其良好的社会关系具有重要的意义.

共情是指通过观看或者想象能够感知、理解他人的处境, 能对他人的处境产生相似的情绪反应, 并对导致这种情绪状态的来源有清楚认识的一种能力^[3,4]. 研

究者普遍认为共情包括情绪共情和认知共情两个成分^[5-8], 前者强调的是个体对他人处境的自动化情绪性反应^[9], 而后者指的是个体对他人情绪状态的识别和理解^[3,7,10]. 针对聋人个体的共情能力, 前人使用问卷法和行为观察法一致地发现: 与听人(指听力健全个体)相比, 聋人具有相似的情绪共情水平, 但是认知共情能力水平相对较低^[1,2,11-14]. 相关研究初步揭示了聋人共情的特点. 然而无论是在研究方法上还是在研究内容上, 前人研究均具有一定局限性. 首先, 在研究方法上, 已有研究使用的问卷法和行为观察法主观性强且难以揭

引用格式: 武向慈, 赵凯宾, 杨春英, 等. 聋人的共情特点研究: 来自眼动和脑电的证据. 科学通报, 2025, 70: 1091-1102

Wu X C, Zhao K B, Yang C Y, et al. The characteristic of empathy in deaf individuals: evidence from hybrid eye tracking-EEG (in Chinese). Chin Sci Bull, 2025, 70: 1091-1102, doi: [10.1360/TB-2024-0356](https://doi.org/10.1360/TB-2024-0356)

示聋人共情反应的认知和神经机制。其次,在研究内容上,已有研究不但未能将共情的情绪成分和认知成分区分开来^[15,16],也没有很好地区分特质共情和状态共情^[13]。特质共情强调共情是个体的一项比较稳定的心理特征,是个体对他人的情绪状况产生共鸣的一种能力^[17];状态共情强调共情是个体在想象或者观察到他人所处的情境或情绪情感状态后产生的一种情感反应,是一种即时且暂时性的共情状态^[6,18,19]。特质共情主要通过自评或他评量表进行评估^[20]。随着研究的具体和深入,一些神经影像学研究开始采用疼痛共情任务考察个体在特定情况下的状态共情反应^[21~23],并发现特质共情和状态共情不总是相一致的^[24,25],两者还存在一定的分离^[6,23,26]。

考虑到以往研究的不足之处,本研究的第一个目的是采用问卷法和实验法,并借助ERP技术从特质和状态两个层面全面考察聋人的共情特点以及二者之间的关联。问卷法可用于考察聋人个体的特质情绪共情和特质认知共情。实验法通过社会排斥共情任务对聋人的状态共情进行考察,并明确聋人个体状态共情反应的神经生理机制。聋人由于听力缺失,需要依据视觉来感知外部环境,从而形成其独特的视觉习惯和视觉注意特点^[27]。例如相关研究发现,相对于听人而言,聋人在社交场景中过多的注意面孔。这一特点可能导致聋人个体缺乏对社交信息整体和较全面的把握,从而导致他们歪曲或者误解对方所要表达的信息,增加他们在社交过程中的困难^[28,29]。因此,本研究的第二个目的是探讨聋人社会性疼痛共情信息加工过程中是否存在独特的视觉注意特点(如把更多的视觉注意分配到情绪面孔上)?进一步来说,聋人独特的视觉注意特点是否与聋人个体的共情反应存在某种关联?

为实现上述两个研究目的,本研究综合使用问卷法(中文版人际反应指针量表, Interpersonal Reactivity Index-C, IRI-C)和实验法(社会排斥共情任务),并借助眼动-脑电同步采集技术^[30]系统地考察聋人的共情能力及与之相关的视觉注意特点和神经电生理机制。脑电(electroencephalography, EEG)研究中的高时间分辨率事件相关电位(Event-Related Potential, ERP)技术不仅可以客观地考察聋人的状态共情反应,还可以明确差异性共情反应发生的心理加工阶段。例如,以往研究发现,ERP波形中的早期成分(如N1和N2)反映了共情早期的情绪分享过程,而晚期成分(如P3和LPC)反映了对他人疼痛的晚期认知评估过程^[31~33]。另一方面,同步

采集的眼动信号有助于揭示聋人共情信息加工中的视觉注意特点及其与聋人共情反应之间的关系。本研究预期:(1)如果聋人的特质共情能力水平较低,那么聋人被试人际反应指针量表相关维度得分应显著低于听人;(2)如果聋人状态共情反应存在困难,那么聋人个体在社会排斥共情任务中的行为表现应显著更差(如反应时显著更长、正确率显著更低);聋人个体ERP早期或晚期成分波幅应与听人存在显著差异(如更低的N1/N2波幅、更高的P3/LPC波幅);(3)如果聋人存在独特的视觉注意特点,那么聋人个体对社会排斥共情任务中社会接纳/排斥图片的注视时间、注视次数、平均注视时间、面部注视次数百分比等眼动指标应与听人存在差异;(4)如果特质和状态共情之间以及聋人独特的视觉注意特点与聋人个体的共情反应之间存在某种关联,那么IRI-C量表的各个指标、眼动指标以及脑电指标N1/N2/P3/LPC波幅之间存在显著相关。

1 材料和方法

1.1 被试选取

本研究使用G*Power 3软件估计所需样本量。在G*Power 3软件中,本研究设置统计检验方式为F检验,类型为2×2重复测量方差分析(组间、组内各一个因素),统计显著性为 $\alpha=0.05$,统计检验力为0.80,效应量为 $f=0.25$,经估算两组(即听人组和聋人组)所需样本量应不少于34人。

在实验实施中,本研究的听人组被试为来自郑州师范学院和河南大学的35名听力健全本科生(男性19名;年龄:20.60±1.38岁),聋人组被试为来自郑州师范学院的35名聋人本科生(男性18名;年龄:21.59±1.39岁)。所有聋人组被试均为重度双耳听力损失(>90 dB),并使用中国手语(Chinese Sign Language, CSL)作为他们的主要交流手段。两组被试均为右利手,视力正常或矫正视力正常,智力正常且无精神疾病史。本实验经由河南大学人类研究伦理委员会(编号:20230428002)批准同意,并根据《赫尔辛基宣言》的原则进行。被试本人在实验前签署知情同意书,实验结束后均获得一定报酬。

1.2 实验材料

本研究的实验材料为选自亚洲青年人社会接纳/排斥图片库(image database of social inclusion/exclusion in

young Asian adults, ISIEA)的社会接纳图片(51张)和社会排斥图片(59张)^[34]。这两类图片分别描述了社会接纳和社会排斥两类人际互动场景。所有图片大小均为1200×800像素(300 dpi)。两类图片的色调、亮度和对比度等物理特征无显著差异。本研究对图片进行了编辑,即绘制一个椭圆将目标人物圈起来。

1.3 实验程序

实验在一个温度恒定为25℃、静音且灯光微暗的实验室内进行。被试坐在一台24英寸的彩色液晶显示屏前,且距离屏幕约60 cm。

在正式实验开始之前,所有被试均需要填写中文版人际反应指针量表(IRI-C)。IRI-C是Davis(1983)编制的IRI量表的中文修订版,具有良好的信度和效度^[20,35]。该量表包括共情关注(empathic concern)、个人痛苦(personal distress)、观点采择(perspective taking)和想象(fantasy)4个维度,其中共情关注和和个人痛苦两个维度测量的是个体的情绪共情,而观点采择和想象两个维度测量的是个体的认知共情。量表采用5点计分法,分数越高表示个体的特质共情能力水平越高。

实验中每个试次(trial)的流程如下:首先在黑色屏幕中央呈现一个500 ms的白色注视点(“+”),之后呈现一个持续时间在500~1000 ms之间随机变化的黑色空屏。此黑色空屏可保证ERP分析时基线是平稳的。黑色空屏结束后,会在屏幕的中央呈现一张社会排斥和社会接纳图片。被试需要又快又准确地判断图片中的目标人物心理是否难受,并通过按下键盘上的“F”或“J”键做出反应。被试按键或图片持续时间达到3000 ms时图片会从屏幕上消失。两个连续试次之间的间隔为1500 ms。

在正式实验之前,被试需要进行练习以便熟悉实验流程。练习阶段包括8个试次(4个试次呈现社会接纳图片、4个试次呈现社会排斥图片)。这8个试次中的图片在正式实验中不再出现,剩余的47张社会接纳图片和55张社会排斥图片用作正式实验中的刺激材料。在正式实验中,每张图片只出现一次,即共进行了102个试次(社会接纳和社会排斥各为47个和55个试次)。所有这些图片按随机顺序呈现。刺激的呈现通过E-Prime 3.0软件进行控制。

1.4 脑电数据采集

本研究通过安装在actiCHamp系统(Brain Products

GmbH)上的按国际10-20系统扩展的64导Ag-AgCl头皮电极采集被试的脑电活动。在线记录参数如下:(1)在线滤波DC~280 Hz;(2)采样率1000 Hz;(3)在线参考电极Fz;(4)接地电极FPz;(5)记录过程中所有电极的阻抗均 ≤ 10 k Ω 。

1.5 眼动数据记录

本实验使用瑞典Tobii Technology公司制造的Tobii Pro Spectrum 1200型眼动仪记录被试实验过程中的眼动轨迹及相关指标。双眼采样率为1200 Hz。实验中被试双眼与显示器屏幕的距离保持在60 cm左右。眼动校准采用9点校准。若多次校准失败,则剔除该被试。

1.6 行为数据分析

首先,计算每名被试在每种条件(即“社会接纳”和“社会排斥”条件)下反应时(Reaction Time, RT)和正确率(Accuracy Rate, ACC)。如果某个试次的反应时超出了该被试试次间平均反应时 ± 2 倍标准差或者反应错误/无反应,则在计算相应条件反应时时排除该试次。

其次,对于每种行为学指标(即RT和ACC),我们分别进行一个两因素重复测量方差分析。自变量包括一个组间变量(组别:听人组/聋人组)和一个组内变量(图片类型:社会接纳/社会排斥图片)。

1.7 眼动数据分析

本研究使用Tobii Pro Lab软件^[36]中的椭圆形工具以目标人物的面部作为感兴趣区(Area of Interest, AOI),进而导出每张图片面部AOI区域的眼动指标。所有图片的AOI区域大小相同。眼动原始数据的过滤方式为Tobii I-VT Fixation Filter,稳定在以35像素为半径的区域内并且持续时间至少为100 ms的一个点被视为注视点。眼动数据处理中发现两名听人组被试和一名聋人组被试的有效数据率低于50%。上述3名被试不纳入后续分析。

本研究关注面部AOI区域的如下6个常用眼动指标:(1)总注视时间(total duration of fixations);(2)平均注视时间(average duration of fixations);(3)注视次数(number of fixations);(4)首次注视前时间(time to first fixation);(5)首次注视持续时间(duration of first fixation);(6)瞳孔直径(pupil diameter)。需注意,为降低图片呈现时间试次间变异对眼动指标的影响,对社会排斥和社会接纳图片的面孔总注视时间和注视次数分别除

以该图片的呈现时间(即被试的RT),得到标准化后的总注视时间和注视次数。

为考察被试对社交情境中不同信息(如目标人物面部和背景信息)的注意分配和偏向特点,本研究计算了如下两个指标:(1)面部总注视时间百分比(即面部总注视时间/整幅图片总注视时间);(2)面部注视次数百分比(即面部注视次数/整幅图片注视次数)。

与行为数据相似,对于每种眼动指标,我们分别进行一个两因素重复测量方差分析:组间变量(组别:听人组/聋人组)和组内变量(图片类型:社会接纳/社会排斥图片)。

1.8 脑电数据分析

本研究的脑电数据使用基于MATLAB平台(MathWorks, Natick, MA)的开源工具箱EEGLAB进行预处理^[37]。具体预处理流程汇总如下:

(i) 对原始脑电数据进行0.5~30 Hz的带通滤波,并以双侧乳突均值作为参考;

(ii) 以图片呈现时刻为时间零点进行分段。每个脑电分段长度为3000 ms,含图片呈现前1000 ms和呈现后2000 ms,并以图片呈现前的1000 ms为基线进行基线校正;

(iii) 删除反应时异常试次(即反应时超出了该被试试次间平均反应时 ± 2 倍标准差的试次)、无反应和错误反应的分段;

(iv) 使用球形样条插值算法进行坏电极插补;

(v) 使用独立成分分析(Independent Component Analysis, ICA)矫正脑电数据中的伪迹(如眨眼、眼飘、肌电和心电伪迹);

(vi) 删除电压值超出 $\pm 100 \mu\text{V}$ 的脑电分段。

两名听人组被试脑电数据记录中设备出现故障,导致脑电数据不可用。为保证脑电和眼动数据分析的一致性,这两名被试的数据不再进行分析。预处理后剩余试次数目(均值 $\pm$ 标准差)如下:听人组社会接纳试次为 38.81 ± 4.97 ;听人组社会排斥试次为 45.25 ± 6.01 ;聋人组社会接纳试次为 37.21 ± 4.53 ;聋人组社会排斥试次为 42.06 ± 9.61 。

为进行ERP波形分析,截取图片呈现前200 ms和呈现后1000 ms的脑电数据,并以图片呈现前200 ms为基线进行基线校正。将各个被试社会接纳和社会排斥条件下的脑电分段分别进行分段间叠加平均,得到该被试两个条件下的单被试水平(single-level)ERP波形。进

一步,将两组所有被试的ERP波形进行被试间叠加平均,得到社会接纳和社会排斥条件下组水平(group-level)ERP波形。

通过观察组水平ERP波形和地形图,本研究识别出五个ERP成分,即P1、N1、N2、P3和晚期正成分(Late Positive Component, LPC)。这些ERP成分的头皮分布具有如下特点:(1) N2成分在额中央电极上波幅最大;(2) P1、N1、P3和LPC在顶枕电极上波幅最大。根据本研究中组水平ERP波形图、地形图及相关文献,P1成分波幅被定义为其感兴趣电极(Electrodes of Interest, EOI)PO3、PO4、POz、O1、O2和Oz在80~120 ms的平均波幅值,N1成分波幅被定义为其感兴趣电极POz和Oz在120~150 ms的平均波幅值,N2成分波幅被定义为其感兴趣电极F3、F4、Fz、FC3、FC4和FCz在220~290 ms的平均波幅值,P3成分波幅被定义为其感兴趣电极P3、P4、Pz、PO3、PO4和POz在300~450 ms的平均波幅值,LPC成分波幅被定义为其感兴趣电极P3、P4、Pz、PO3、PO4和POz在500~700 ms的平均波幅值。

在每个ERP成分波幅值的统计分析中,本研究进行2(组别:听人组/聋人组) $\times$ 2(图片类型:社会接纳/社会排斥)的重复测量方差分析。如果交互作用显著,进行简单效应分析。

2 结果

2.1 IRI-C量表结果

表1为两组被试在IRI-C量表的四个维度得分的均值和标准误(standard error, SE)。

由于3名被试(听人组2人、聋人组1人)眼动有效数据率过低(低于50%)、2名听人组被试脑电数据质量较差,实际有效数据为65人(听人组31人、聋人组34人)。

对两组被试4个IRI-C维度得分的独立样本 t 检验发现:(1)聋人组被试共情关注维度得分显著低于听人组, $t(63)=-3.903$, $P<0.001$;(2)聋人组被试和听人组被试的个人痛苦维度得分无显著差异, $t(63)=0.097$, $P=0.923$;(3)聋人组被试和听人组被试的观点采择维度得分无显著差异, $t(63)=-1.417$, $P=0.161$;(4)聋人组被试想象维度得分显著低于听人组, $t(63)=-3.050$, $P=0.003$ 。

2.2 行为指标结果

表2为两组被试在社会接纳和社会排斥条件的行

表 1 IRI-C量表4个维度得分的平均值±标准误

Table 1 The mean±SE of the scores of four dimensions in the IRI-C scale

	共情关注	个人痛苦	观点采择	想象
听人(N=31)	3.45±0.08	3.08±0.13	3.42±0.09	3.31±0.10
聋人(N=34)	2.97±0.09	3.09±0.11	3.23±0.09	2.88±0.10

表 2 听人组和聋人组被试行为指标的平均值±标准误

Table 2 The mean±SE of the behavioral metrics of hearing individuals and deaf individuals

		RT (ms)	ACC (%)
听人(N=31)	社会接纳	868.75±32.58	92.50±0.66
	社会排斥	898.15±34.74	91.38±1.26
聋人(N=34)	社会接纳	805.62±32.30	90.47±1.53
	社会排斥	805.13±29.46	90.48±1.37

为指标(即RT和ACC)均值和标准误(SE). 对反应时(RT)的方差分析发现: (1) 组别主效应不显著, $F(1,63)=3.049$, $P=0.086$, $\eta_p^2=0.046$; (2) 图片类型主效应不显著, $F(1,63)=2.318$, $P=0.133$, $\eta_p^2=0.035$; (3) 组别和图片类型的交互作用不显著, $F(1,63)=2.479$, $P=0.120$, $\eta_p^2=0.038$. 对正确率(ACC)的方差分析发现: (1) 组别主效应不显著, $F(1,63)=1.027$, $P=0.315$, $\eta_p^2=0.016$; (2) 图片类型主效应不显著, $F(1,63)=0.297$, $P=0.588$, $\eta_p^2=0.005$; (3) 组别和图片类型的交互作用不显著, $F(1,63)=0.306$, $P=0.582$, $\eta_p^2=0.005$.

2.3 眼动指标结果

两组被试在社会接纳和社会排斥条件下各个眼动指标的均值±标准误及统计检验的结果见图1及表3.

由表3可见, 平均注视时间和面部注视次数百分比两个指标的组别主效应显著: 听人组被试的平均注视时间显著大于聋人组, 听人组被试的面部注视次数百分比显著小于聋人组. 另一方面, 除去平均注视时间外, 剩余7个眼动指标的图片类型主效应显著. 进一步分析发现: (1) 被试对社会接纳图片的标准化总注视时间、标准化注视次数、瞳孔直径、面部总注视时间百分比及面部注视次数百分比显著大于社会排斥图片; (2) 被试对社会接纳图片的首次注视前时间、首次注视持续时间显著小于社会排斥图片.

2.4 ERP成分波幅结果

两组被试在社会接纳和社会排斥条件下每个ERP

成分的EOI电极ERP波形、波幅(均值±标准误)、地形图及统计检验结果见图2.

对P1成分的方差分析发现: (1) 组别主效应不显著, $F(1,63)=0.002$, $P=0.963$, $\eta_p^2<0.001$; (2) 图片类型主效应不显著, $F(1,63)=0.818$, $P=0.369$, $\eta_p^2=0.013$; (3) 组别和图片类型的交互作用不显著, $F(1,63)=3.011$, $P=0.088$, $\eta_p^2=0.046$.

对N1成分的方差分析发现: (1) 组别主效应显著, $F(1,63)=5.804$, $P=0.019$, $\eta_p^2=0.084$. 聋人组的N1波幅显著比听人组更负; (2) 图片类型主效应不显著, $F(1,63)=0.071$, $P=0.790$, $\eta_p^2=0.001$; (3) 组别和图片类型的交互作用不显著, $F(1,63)=0.161$, $P=0.689$, $\eta_p^2=0.003$.

对N2成分的方差分析发现: (1) 组别主效应不显著, $F(1,63)=1.249$, $P=0.268$, $\eta_p^2=0.019$; (2) 图片类型主效应不显著, $F(1,63)=0.017$, $P=0.895$, $\eta_p^2<0.001$; (3) 组别和图片类型的交互作用不显著, $F(1,63)=0.072$, $P=0.790$, $\eta_p^2=0.001$.

对P3成分的方差分析发现: (1) 组别主效应显著, $F(1,63)=4.089$, $P=0.047$, $\eta_p^2=0.061$. 聋人组的P3波幅显著比听人组更正; (2) 图片类型主效应显著, $F(1,63)=8.696$, $P=0.004$, $\eta_p^2=0.121$. 社会排斥图片诱发的P3波幅显著比社会接纳图片更正; (3) 组别和图片类型的交互作用边缘显著, $F(1,63)=3.540$, $P=0.065$, $\eta_p^2=0.053$. 进一步的简单效应分析发现: 在听人组, 社会接纳和社会排斥图片诱发的P3波幅无显著差异; 在聋人组, 社会排斥图片诱发的P3波幅显著高于社会接纳图片.

对LPC成分的方差分析发现: (1) 组别主效应不显

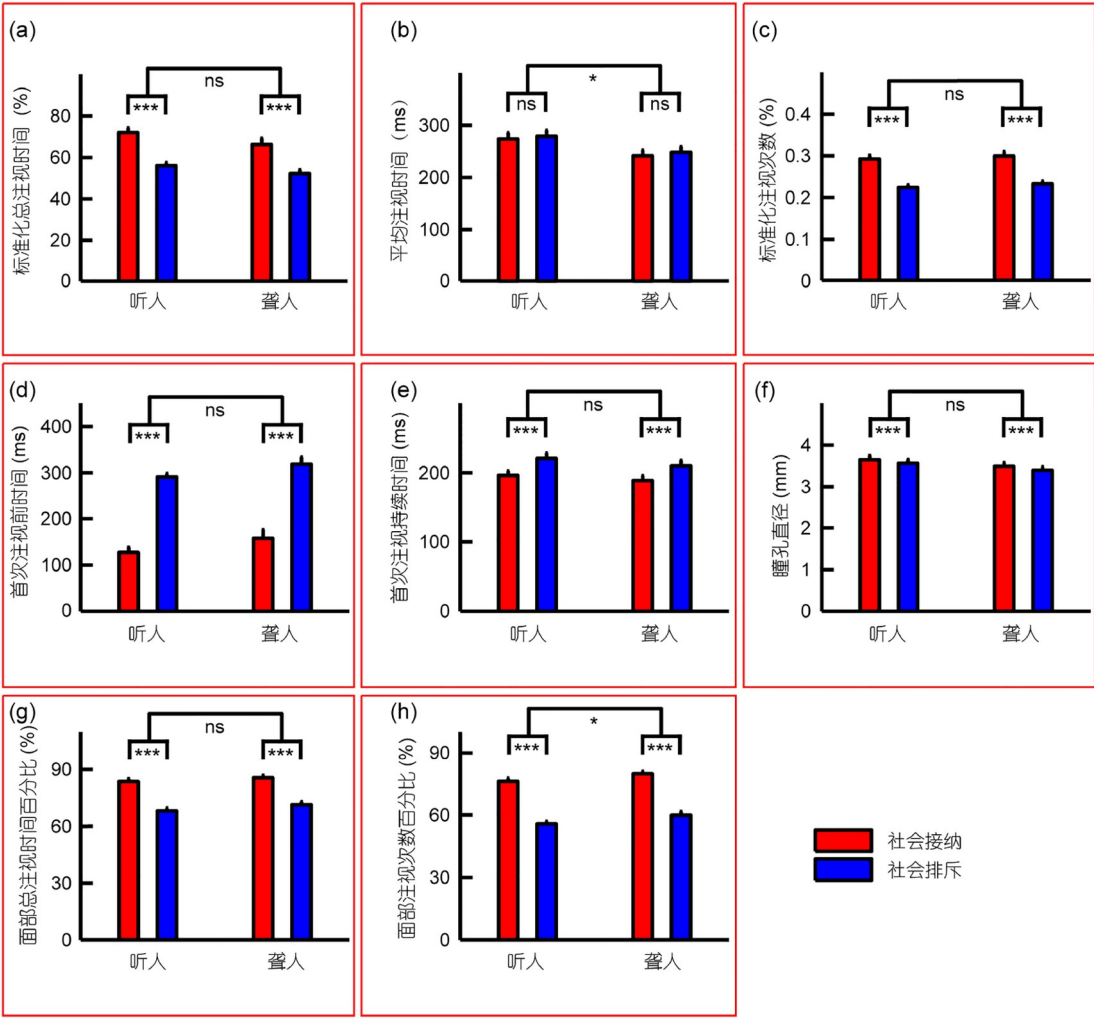


图 1 各个眼动指标的均值±标准误差及统计检验的结果. ***: $P<0.001$; *: $P<0.05$; ns: 不显著
Figure 1 The mean±SE of all the eye-tracking measures and related statistical results. ***: $P<0.001$; *: $P<0.05$; ns: non-significant

表 3 眼动指标统计分析结果

Table 3 The statistical results of eye-tracking measures

	组别主效应			图片类型主效应			组别与图片类型交互作用		
	$F_{(1, 63)}$	P	η_p^2	$F_{(1, 63)}$	P	η_p^2	$F_{(1, 63)}$	P	η_p^2
标准化总注视时间	2.561	0.115	0.039	165.911	0.001	0.725	0.611	0.438	0.010
平均注视时间	4.359	0.041	0.065	1.271	0.264	0.02	0.024	0.876	0.001
标准化注视次数	0.539	0.466	0.008	237.841	0.001	0.791	0.009	0.925	0.001
首次注视前时间	2.388	0.127	0.037	690.443	0.001	0.916	0.065	0.799	0.001
首次注视持续时间	0.975	0.327	0.015	21.953	0.001	0.258	0.119	0.731	0.002
瞳孔直径	1.666	0.201	0.026	72.090	0.001	0.534	0.352	0.555	0.006
面部总注视时间百分比	2.213	0.142	0.034	175.946	0.001	0.736	0.327	0.570	0.005
面部注视次数百分比	4.655	0.035	0.069	366.537	0.001	0.853	0.098	0.755	0.002

著, $F(1,63)=1.346$, $P=0.250$, $\eta_p^2=0.021$; (2) 图片类型主效应显著, $F(1,63)=5.516$, $P=0.022$, $\eta_p^2=0.081$. 社会排斥图片诱发的LPC波幅显著比社会接纳图片更正; (3) 组别和图片类型的交互作用显著, $F(1,63)=5.526$, $P=0.022$, $\eta_p^2=0.081$. 进一步简单效应分析发现: ① 在听人组, 社会接纳和社会排斥图片诱发的LPC波幅无显著差异; 在聋人组, 社会排斥图片诱发的LPC波幅显著

高于社会接纳图片. ② 两组被试的社会接纳图片诱发的LPC波幅无显著差异, 但是聋人组被试社会排斥图片诱发的LPC波幅显著高于听人组.

2.5 各种指标的相关性分析结果

本研究分别对聋人组和听人组被试考察各种指标之间的相关性. 具体来说, 我们考察了如下指标之间的

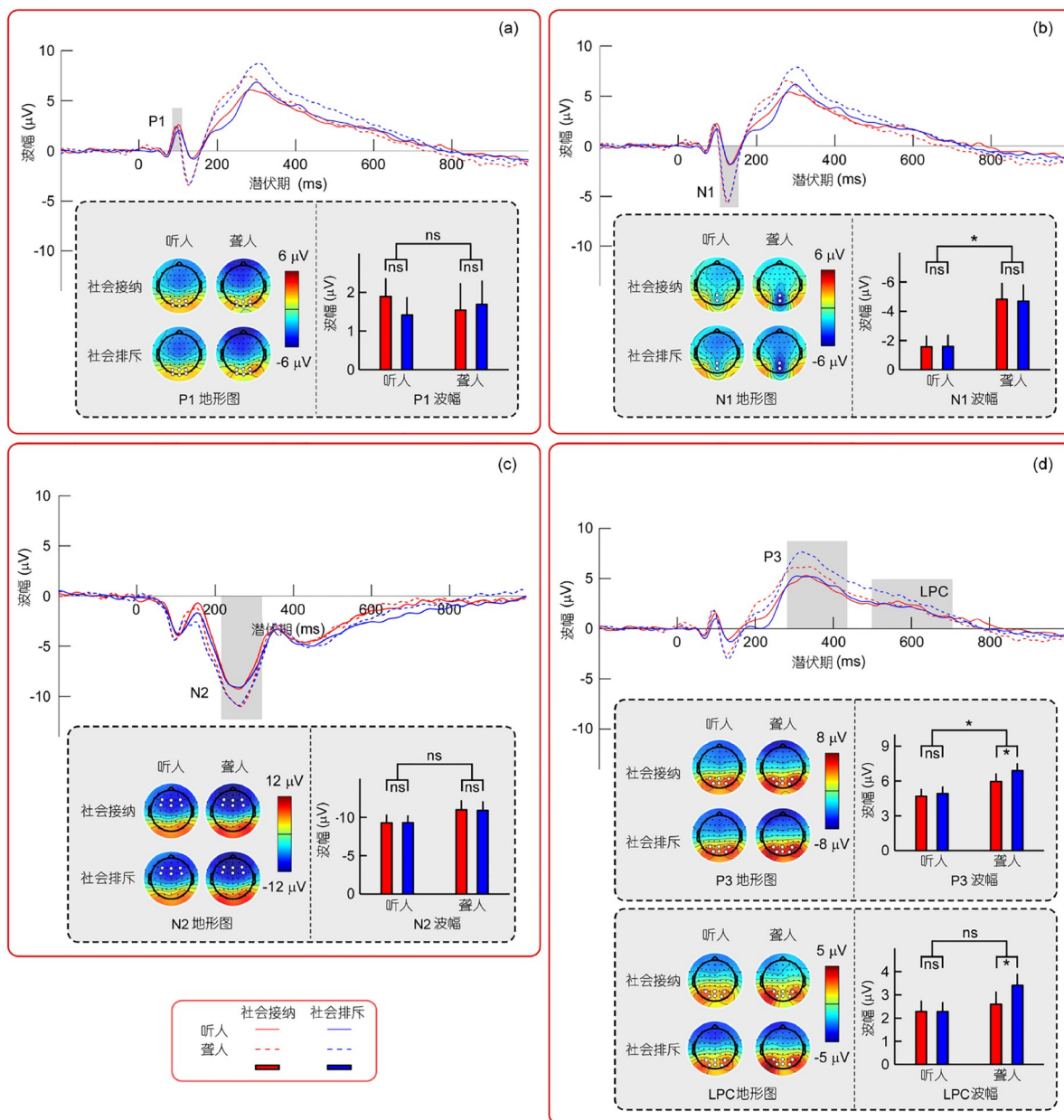


图2 每个ERP成分. P1成分(a)、N1成分(b)、N2成分(c)、P3和LPC成分(d)在其感兴趣电极的波形图、潜伏期范围内的地形图以及对其波幅进行统计分析的结果(ns: 不显著; *: $P < 0.05$). 白色突出显示的电极为其感兴趣电极

Figure 2 The ERP waveforms averaged across EOIs, topographical maps and the statistical results of each ERP component (P1 (a), N1 (b), N2 (c), P3 and LPC (d)). The white highlighted electrodes are the EOIs (ns: non-significant; *: $P < 0.05$)

相关性: (1) IRI-C量表4个维度得分与社会接纳/排斥条件下行为指标的相关性; (2) IRI-C量表4个维度得分与社会接纳/排斥条件下眼动指标的相关性; (3) IRI-C量表4个维度得分与社会接纳/排斥条件下ERP成分波幅的相关性; (4) 社会接纳/排斥条件下行为指标与相应条件下ERP成分波幅的相关性; (5) 社会接纳/排斥条件下眼动指标与相应条件下ERP成分波幅的相关性。

聋人组被试指标相关性分析发现: (1) 社会排斥图片AOI的平均注视时间与P3和LPC波幅值负相关显著($P3: r=-0.412, P=0.015$; $LPC: r=-0.422, P=0.013$); (2) 社会排斥图片AOI的首次注视持续时间与P3和LPC波幅值负相关显著($P3: r=-0.374, P=0.029$; $LPC: r=-0.391, P=0.022$); (3) 社会排斥图片呈现时被试的瞳孔直径与IRI-C量表个人痛苦维度得分正相关显著($r=0.440, P=0.009$); (4) 社会接纳图片AOI的平均注视时间与P3波幅值负相关显著($r=-0.365, P=0.034$); (5) 社会接纳图片呈现时被试的瞳孔直径与IRI-C量表个人痛苦维度得分正相关显著($r=0.448, P=0.008$); (6) 社会接纳图片的正确率与IRI-C量表共情关心维度得分正相关显著($r=0.395, P=0.021$); (7) 社会排斥图片的面部注视时间百分比与P3和LPC波幅值正相关显著($P3: r=0.440, P=0.009$; $LPC: r=0.559, P<0.001$); (8) 社会排斥图片的面部注视次数百分比与P3和LPC波幅值显著正相关($P3: r=0.556, P<0.001$; $LPC: r=0.676, P<0.001$)。

听人组被试指标相关性分析发现: (1) 社会排斥图片AOI的首次注视前时间与IRI-C量表观点采择维度得分负相关显著($r=-0.384, P=0.033$); (2) 社会接纳图片的正确率与IRI-C量表想象维度得分正相关显著($r=0.393, P=0.029$)。

3 讨论

3.1 聋人的特质共情

借助IRI-C量表, 本研究对聋人的特质共情进行了考察。结果发现, 聋人组被试共情关注和想象两个维度的得分均显著低于听人组被试。这表明, 与听人相比, 聋人个体的情绪共情和认知共情能力水平均显著低于听人。前人开展的几个研究一致地发现聋人个体的认知共情水平显著较低, 但是在情绪共情上却表现出与听人相似的水平^[1,2,12]。本研究结果与以往研究相比, 在情绪共情上存在不一致性。造成不一致性的原因可能是多方面的: (1) 研究方法和工具的差异性。例如,

Dirks等人^[2]和Ketelaar等人^[1]采用的都是观察法。尽管Netten等人^[12]采用的是问卷法, 但是其采用的儿童青少年共情量表的维度与IRI-C量表不同。 (2) 研究对象人口统计学信息、听力损失程度、听力辅助设备使用情况等方面的差异性。在未来研究中, 研究者需要综合考虑上述因素对聋人特质共情的影响。

3.2 聋人的状态共情

借助社会排斥共情任务及眼动-脑电同步采集技术, 本研究对聋人的状态共情进行了考察。行为学指标分析发现: 无论是在反应时上, 还是在正确率上, 聋人和听人均不存在显著组间差异。首先, 这可能与任务本身的难度有关。本研究中的社会排斥共情任务对于听人和聋人大学生而言, 均较为简单。其次, 这可能与聋人存在对社交情境独特的视觉注意特点有关。本研究的 eye-tracking 结果发现, 聋人组被试面部注视次数百分比显著高于听人组被试。这意味着与听人相比, 聋人更多地通过目标人物的面部表情获得社会互动信息。这与龙细连等人^[29]的眼动研究结果相一致。在一些社交情境中(特别是社会接纳情境中), 我们恰恰可以通过人物的面部表情判断其内心状态。聋人的上述视觉注意特点使得其尽管特质共情能力相对较低, 但行为表现与听人相比无显著差异。

对眼动数据的分析还发现, 与聋人组被试相比, 听人组被试对目标人物面部的平均注视时间显著更长。这提示我们, 与听人相比, 聋人被试在每次注视图片时加工深度显著更浅, 而这可能导致聋人在刺激分类评估阶段需要付出更多的心理资源。与此推断相一致, 聋人组被试的P3波幅显著比听人组被试更正, 并且聋人组被试社会排斥图片诱发的LPC波幅显著高于听人组被试。对眼动指标与ERP成分波幅的相关性分析也支持我们的上述推断: (1) 聋人被试对社会排斥图片AOI的平均注视时间与刺激分类评估相关的P3和LPC成分波幅负相关显著; (2) 聋人被试对社会接纳图片AOI的平均注视时间与P3波幅值负相关显著。

本研究借助具有高时间分辨率的ERP技术考察了聋人共情信息加工的时间进程信息。对ERP早期成分N1的分析发现: 聋人组的N1波幅显著比听人组更负。N1成分被认为是共情信息加工中最早的ERP成分, 反映的是共情早期的自动化情绪分享过程^[32]。因此, 该结果表明聋人被试在社会接纳/排斥图片呈现后表现出更高水平的自动化情绪唤醒, 即聋人表现出更强的状态

情绪共情反应。

对ERP晚期成分P3和LPC的分析发现:首先,社会排斥图片诱发的P3和LPC波幅显著比社会接纳图片更正。P3和LPC成分的潜伏期、地形分布虽然存在一定差异性,但是它们均被认为反映了疼痛共情中的晚期认知评估阶段,与认知共情存在紧密联系^[22,33]。社会接纳情境下目标人物的面部表情比较单一(如微笑等正性情绪),因此被试对此类图片进行判断时较为迅速、直接。与之相反,社会排斥情境下目标人物的面部表情相对复杂,因此被试对此类图片进行判断时不仅需要依据目标人物的面部表情,还需要依据背景信息(如目标人物与其他人物的空间距离、其他人物的面部表情和肢体动作等)。这必然使得被试需要付出更多的心理资源才能有效完成对此类图片的判断。其次,在听人组,社会接纳和社会排斥图片诱发的P3/LPC波幅无显著差异;在聋人组,社会排斥图片诱发的P3/LPC波幅显著高于社会接纳图片。上述结果提示听人个体对两类图片进行判断时调用了相似的心理资源量(即对听人个体具有相近难度水平),但是与社会接纳图片相比,聋人个体需要付出相对更多的心理资源量才能完成对社会排斥图片的判断。如前所述,与听人相比,聋人更多地依据目标人物的面部表情来完成任务。该视觉注意特点可能导致聋人对社会排斥图片判断时更难从面部注视中解离,且需要付出更多的心理加工资源,这进而导致上述实验效应(即聋人组被试社会排斥图片诱发的P3/LPC波幅显著高于社会接纳图片)。与之相反,听人被试对社会排斥图片判断时相对更易从面部注视中解离,这导致听人组被试社会排斥和社会接纳图片诱发的P3/LPC波幅差异未达到统计学显著水平。聋人被试面部注视时间百分比、面部注视次数百分比两个眼动指标与P3和LPC波幅的相关性分析结果可从一个侧面对我们的上述推断提供支持。我们发现:聋人组被试对社会排斥图片的面部注视时间百分比和面部注视次数百分比均与其P3和LPC波幅值正相关显著。

3.3 综合讨论

首先,在认知共情成分上,聋人被试特质共情和状态共情具有一定程度上的关联。针对特质共情的研究发现,聋人被试认知共情相关维度(即想象维度)得分显著低于听人被试,这提示聋人个体特质认知共情能力相对较低。一些研究者认为,聋人较低的认知共情是因为他们对他人的微妙刺激反应较差,这似乎主要依赖

于社会学习而不是模仿^[1,13]。聋人因为听力缺失,使他们经常遇到语言和沟通的问题,而这些沟通上的困难可能会导致其社会学习的机会减少,进而造成认知共情能力水平较低^[12]。在社会排斥共情任务中,聋人组被试的P3波幅显著比听人组被试更正,并且聋人组被试社会排斥图片诱发的LPC波幅显著高于听人组被试。这些结果提示聋人个体在判断他人心理是否难受时需要付出更多的心理资源。虽然这并不意味着聋人状态认知共情能力一定相对更差,但确实可能显著影响其在特定情境下认知共情相关行为和神经响应。综合上述结果,这可能意味着聋人个体相对更差的特质认知共情导致其在实时共情信息加工中需要付出更多的心理资源。

其次,在情绪共情成分上,聋人个体在特质和状态共情上存在不同的表现。针对特质共情的研究发现,聋人被试情绪共情相关维度(即共情关注)得分显著低于听人被试,这提示聋人被试特质情绪共情能力显著更差。另一方面,在社会排斥共情任务中,聋人组被试的N1波幅比听人组被试显著更负,这可能意味着聋人表现出更强的状态情绪反应。在前人的研究中也发现了情绪共情成分上特质与状态共情的分离。例如,有研究发现被试在IRI-C量表情绪共情维度得分在某些情况下可能与其观察他人疼痛时的早期ERP响应、疼痛信息加工脑区的血氧水平依赖(Blood Oxygenation Level Dependent, BOLD)信号无显著关联^[4,23,38]。造成本研究中特质情绪共情和状态情绪共情结果分歧的原因可能包括如下几个方面。首先,特质共情和状态共情依赖于不同的认知加工进程。IRI-C量表情绪共情维度题目中包含的情绪信息不具备直接感染性,需要调用认知资源推断加工才能产生情绪共情。社会排斥共情任务中的图片具有直接感染性,不需有意识心理加工便可自动化产生情绪共情^[19]。其次,聋人在加工图片过程中表现出来的视觉注意特异性可以部分解释上述N1成分的结果。相比于听人,聋人更多地通过目标人物的面部表情获得社交信息,这导致聋人在加工社交情境图片时有相对更多的、无意识情绪模拟和情绪唤醒。针对其他特殊群体的研究,也发现视觉注意特点与其社交信息加工存在紧密关联^[39]。最后,N1成分不仅与自动化的情绪感染有关,也与视觉加工和注意密切相关。已有研究表明,聋人个体长期的听觉剥夺会显著影响视觉皮层的激活及视觉相关ERP成分(如C1、P1和N1成分)的波幅^[40,41]。例如,Neville & Lawson (1987)发现,注视

外周刺激时聋人个体枕区N1成分波幅远高于听人个体^[41]。因此,本研究中的N1结果可能与聋人个体视觉皮层的激活特点密切相关。

最后,在对两组被试特质共情指标(即IRI-C量表各维度得分)与状态共情指标(如行为学、眼动及ERP指标)的相关性分析中发现:(1)听人组被试观点采择维度得分与其社会排斥图片AOI的首次注视前时间负相关显著;(2)听人组被试想象维度得分与其社会排斥图片反应正确率正相关显著;(3)聋人组被试个人痛苦维度得分与社会接纳和社会排斥两类图片呈现时的瞳孔直径正相关显著;(4)聋人组被试共情关心维度得分与其社会接纳图片反应正确率正相关显著。与经典的ERP成分不同,上述行为学及眼动指标反映的是状态情绪共情还是状态认知共情不甚明了。尽管如此,上述结果依旧表明本研究中的特质共情和状态共情结果虽然存在一定的差异性(特别是情绪共情成分上),但两者之间

并非完全孤立的。

4 结论

本研究结合问卷调查和社会排斥共情范式,探讨了聋人的共情能力及与之相关的视觉注意特点和神经电生理机制。相关研究结果加深了我们对聋人社会性疼痛共情能力和特点的理解。首先,聋人个体表现出显著更低的特质情绪共情和显著更高的状态情绪共情反应。上述不一致性可能与特质情绪共情和状态情绪共情依赖于不同的认知加工进程及聋人个体的视觉注意特异性有关。其次,聋人个体表现出显著更低的特质认知共情,而在与状态认知共情相关的刺激认知评价阶段付出了相对更多的心理资源。上述结果表明,聋人个体具有显著更低的特质情绪与认知共情能力,而在共情信息加工上表现为显著更强的自动化情绪反应和更高的心理加工资源付出。

参考文献

- 1 Ketelaar L, Rieffe C, Wierfink C H, et al. Social competence and empathy in young children with cochlear implants and with normal hearing. *Laryngoscope*, 2013, 123: 518–523
- 2 Dirks E, Ketelaar L, van der Zee R, et al. Concern for others: A study on empathy in toddlers with moderate hearing loss. *J Deaf Stud Deaf Educ*, 2017, 22: 178–186
- 3 Fu D, Qi Y Y, Wu H Y, et al. Integrative neurocognitive mechanism of empathy and counter-empathy (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2017, 62: 2500–2508 [付迪, 戚艳艳, 伍海燕, 等. 共情与反共情的整合机制. 科学通报, 2017, 62: 2500–2508]
- 4 Bernhardt B C, Singer T. The neural basis of empathy. *Annu Rev Neurosci*, 2012, 35: 1–23
- 5 Gladstein G A. Understanding empathy: Integrating counseling, developmental, and social psychology perspectives. *J Counsel Psychol*, 1983, 30: 467–482
- 6 Zhang W Y, Zheng Q Q, Guang Y L, et al. Autistic traits influence pain empathy: The mediation role of pain-related negative emotion and cognition (in Chinese). *Acta Psychol Sin*, 2023, 55: 1501–1517 [张文芸, 郑倩倩, 关颖琳, 等. 自闭特质对疼痛共情的影响: 疼痛负性情绪和认知的中介作用. 心理学报, 2023, 55: 1501–1517]
- 7 Ren Q, Lu X, Zhao Q, et al. Can self-pain sensitivity quantify empathy for others' pain? *Psychophysiology*, 2020, 57: e13637
- 8 Wu X, Lu X, Zhang H, et al. Sex difference in trait empathy is encoded in the human anterior insula. *Cerebral Cortex*, 2023, 33: 5055–5065
- 9 Run Q Y, Sun Y M, Lv X J, et al. Researches on empathy: Methodologies and characteristics from a psychophysiological perspective (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2019, 64: 2292–2304 [任巧悦, 孙元森, 吕雪靖, 等. 基于心理生理学视角的共情研究: 方法与特点. 科学通报, 2019, 64: 2292–2304]
- 10 Decety J, Jackson P L. The functional architecture of human empathy. *Behav Cogn Neurosci Rev*, 2004, 3: 71–100
- 11 Bachara G H, Raphael J, Phelan W J. Empathy development in deaf preadolescents. *Am Ann Deaf*, 1980, 125: 38–41
- 12 Netten A P, Rieffe C, Theunissen S C P M, et al. Low empathy in deaf and hard of hearing (pre)adolescents compared to normal hearing controls. *PLoS One*, 2015, 10: e0124102
- 13 Martins A T, Faisca L, Vieira H, et al. Emotional recognition and empathy both in deaf and blind adults. *J Deaf Stud Deaf Educ*, 2019, 24: 119–127
- 14 Tsou Y T, Li B, Wierfink C H, et al. The developmental trajectory of empathy and its association with early symptoms of psychopathology in children with and without hearing loss. *Res Child Adolesc Psychopathol*, 2021, 49: 1151–1164
- 15 Peterson C C. Empathy and theory of mind in deaf and hearing children. *Deafed*, 2016, 21: 141–147
- 16 Wauters L N, Knoors H. Social integration of deaf children in inclusive settings. *J Deaf Stud Deaf Educ*, 2008, 13: 21–36
- 17 Yue T, Huang X T, Fu A G, et al. Trait positive empathy: A high altruistic personality (in Chinese). *J Psychol Sci*, 2021, 44: 754–760 [岳童, 黄希庭, 傅安国, 等. 特质积极共情: 一种高利他性的人格品质. 心理科学, 2021, 44: 754–760]

- 18 Su J L, Su Y J. An exploration of the mechanisms of contagious yawning (in Chinese). *J Psychol Sci*, 2023, 46: 1313–1319 [苏金龙, 苏彦捷. 哈欠传染的机制探索. *心理科学*, 2023, 46: 1313–1319]
- 19 Decety J, Moriguchi Y. The empathic brain and its dysfunction in psychiatric populations: Implications for intervention across different clinical conditions. *Biopsychosoc Med*, 2007, 1: 22
- 20 Davis M H. Measuring individual differences in empathy: Evidence for a multidimensional approach. *J Pers Soc Psychol*, 1983, 44: 113–126
- 21 Fan Y, Han S. Temporal dynamic of neural mechanisms involved in empathy for pain: An event-related brain potential study. *Neuropsychologia*, 2008, 46: 160–173
- 22 Meng J, Shen L, Li Z, et al. Top-down effects on empathy for pain in adults with autistic traits. *Sci Rep*, 2019, 9: 8022
- 23 Jackson P L, Meltzoff A N, Decety J. How do we perceive the pain of others? A window into the neural processes involved in empathy. *Neuroimage*, 2005, 24: 771–779
- 24 Singer T, Seymour B, O'Doherty J, et al. Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science*, 2004, 303: 1157–1162
- 25 Van der Graaff J, Meeus W, de Wied M, et al. Motor, affective and cognitive empathy in adolescence: Interrelations between facial electromyography and self-reported trait and state measures. *Cogn Emot*, 2016, 30: 745–761
- 26 Galang C M, Jenkins M, Obhi S S. Exploring the effects of visual perspective on the ERP components of empathy for pain. *Soc Neurosci*, 2020, 15: 186–198
- 27 Smith L B, Quittner A L, Osberger M J, et al. Audition and visual attention: The developmental trajectory in deaf and hearing populations. *Dev Psychol*, 1998, 34: 840–850
- 28 Long X L, Chen S S, Bai X J. Study on the characters of different emotional faces process in hearing-impaired children (in Chinese). *J Jiamusi Univ (Nat Sci Ed)*, 2023, 41: 149–153 [龙细连, 陈顺森, 白学军. 听力障碍儿童对情绪面孔的加工特点研究. *佳木斯大学学报:自然科学版*, 2023, 41: 149–153]
- 29 Long X L, Chen S S, Bai X J. On the features of social scene processing in hearing-impaired children (in Chinese). *Chin J Spec Educ*, 2019, (3): 56–60 [龙细连, 陈顺森, 白学军. 听力障碍儿童社交场景加工特点研究. *中国特殊教育*, 2019, (3): 56–60]
- 30 Chen Q R, Wang M J, Liu H N, et al. Combination of eye movement and ERP methods in language cognition: Theory, method, and application (in Chinese). *Adv Psychol Sci*, 2011, 19: 264–273 [陈庆荣, 王梦娟, 刘慧凝, 等. 语言认知中眼动和ERP结合的理论, 技术路径及其应用. *心理科学进展*, 2011, 19: 264–273]
- 31 Coll M P. Meta-analysis of ERP investigations of pain empathy underlines methodological issues in ERP research. *Soc Cogn Affect Neurosci*, 2018, 13: 1003–1017
- 32 Wu X, Jia H, Zhao K, et al. Group membership modulates empathic neural responses to pain in deaf individuals. *Cerebral Cortex*, 2024, 34: bhae113
- 33 Wu X, Jia H, Zhao K, et al. An ERP investigation of electrocortical responses in pain empathy from childhood through adolescence into adulthood. *Soc Cogn Affect Neurosci*, 2024, 19: nsae020
- 34 Zheng Z, Li S, Mo L, et al. ISIEA: An image database of social inclusion and exclusion in young Asian adults. *Behav Res*, 2022, 54: 2409–2421
- 35 Siu A M H, Shek D T L. Validation of the interpersonal reactivity index in a chinese context. *Res Soc Work Pract*, 2005, 15: 118–126
- 36 Saleem M R, Mayne R, Napolitano R. Analysis of gaze patterns during facade inspection to understand inspector sense-making processes. *Sci Rep*, 2023, 13: 2929
- 37 Delorme A, Makeig S. EEGLAB: An open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *J Neurosci Methods*, 2004, 134: 9–21
- 38 Li W, Han S. Perspective taking modulates event-related potentials to perceived pain. *Neurosci Lett*, 2010, 469: 328–332
- 39 Fan J, Liu Y, Wang S, et al. Difficult speech-on-speech recognition as a behavioral indicator in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Med Plus*, 2024, 1: 100029
- 40 Bottari D, Caclin A, Giard M H, et al. Changes in early cortical visual processing predict enhanced reactivity in deaf individuals. *PLoS One*, 2011, 6: e25607
- 41 Neville H J, Lawson D. Attention to central and peripheral visual space in a movement detection task. III. Separate effects of auditory deprivation and acquisition of a visual language. *Brain Res*, 1987, 405: 284–294

Summary for “聋人的共情特点研究: 来自眼动和脑电的证据”

The characteristic of empathy in deaf individuals: evidence from hybrid eye tracking-EEG

Xiangci Wu¹, Kaibin Zhao³, Chunying Yang², Huibin Jia^{1*}, Enguo Wang^{1*} & Zheng Jin^{3*}

¹ School of Psychology, Henan University, Kaifeng 475004, China

² School of Special Education, Zhengzhou Normal University, Zhengzhou 450044, China

³ Henan International Joint Laboratory of Psychological Data Science, Zhengzhou Normal University, Zhengzhou 450044, China

* Corresponding authors, E-mail: huibin_jia@foxmail.com; guowang@126.com; zhjin@ucdavis.edu

Previous research has found that compared with hearing individuals, deaf individuals have similar level in emotional empathy, but there are significant lower level in cognitive empathy. However, these studies have certain limitations both in terms of research methods and research content. This study assessed the trait and state empathy of deaf individuals through questionnaires and the social exclusion empathy paradigm respectively, aiming to explore the empathy ability of deaf individuals and the visual attention characteristics and neural mechanisms in the processing of empathic information. The questionnaire used the Interpersonal Reactivity Index-C (IRI-C), which can be used to assess the trait empathy. When completing the social exclusion empathy task, participants needed to judge whether the target person in the social inclusion/exclusion pictures was psychologically uncomfortable. During the experiment, their EEG and eye movement data were recorded simultaneously.

The questionnaire survey found that compared with hearing individuals, deaf individuals scored significantly lower on the Empathic Concern and Fantasy dimensions of the IRI-C, which suggests that deaf individuals have significantly lower levels of trait emotional empathy and trait cognitive empathy.

Analysis of eye movement data in the social exclusion empathy task found that: (1) Compared with participants in the hearing group, the average duration of fixations of deaf participants was significantly shorter. This suggests to us that compared with hearing individuals, deaf individuals' processing depth is significantly shallower each time they fixate on a picture; (2) The percentage of facial fixations of deaf participants is significantly higher than that of the hearing participants. This indicated that deaf individuals obtain social interaction information more from the target person's facial expressions than hearing people. Analysis of EEG data in the social exclusion empathy task found that: (1) Deaf individuals have significantly higher N1 and P3 amplitudes compared with hearing individuals; (2) LPC amplitude evoked by social exclusion pictures in deaf participants was significantly higher than that in the hearing individuals. This suggests that deaf individuals exhibit significantly stronger state emotional empathic responses and devote more mental processing resources to stimulus categorization assessments. Moreover, these above-mentioned cortical responses of deaf individuals are closely related to their unique visual attention characteristics which were revealed through the eye-tracking data.

In the current study, we found the following conclusions. Firstly, deaf individuals showed significantly lower trait emotional empathy and higher state emotional empathic responses. The above inconsistency may be related to the fact that trait emotional empathy and state emotional empathy rely on different cognitive processing processes and the visual attention characteristics of deaf individuals. Secondly, deaf individuals showed significantly lower trait cognitive empathy, and spent relatively more psychological resources in the stimulus cognitive evaluation stage related to state cognitive empathy. The above results show that deaf individuals have significantly lower trait emotional and cognitive empathy abilities, and in the processing of empathic information, they show significantly stronger automatic emotional reactions and higher psychological processing resources. These results can not only deepen our understanding of the social pain empathy ability and characteristics of deaf people, but also help improve the mental health and social functions of the deaf group.

deaf individual, empathy, visual attention, hybrid eye tracking-EEG

doi: [10.1360/TB-2024-0356](https://doi.org/10.1360/TB-2024-0356)