

基于脑电技术自我相关信息注意加工机制研究

——在军人选拔中的探索应用与前景分析

冯廷炜, 孙凯文, 毋琳, 张玉婷, 曾令伟, 高云涛, 郭亚宁, 申洋洋, 梁淑怡, 韩媛媛, 王秀超, 刘旭峰, 王卉

中国人民解放军空军军医大学军事医学心理学系, 陕西 西安

收稿日期: 2024年3月27日; 录用日期: 2024年5月15日; 发布日期: 2024年5月31日

摘要

目的: 随着国家对心理评估越来越重视, 自我相关信息加工优势为军人心理选拔、心理筛查等领域提供了一项重要的理论基础。本研究探讨出生地信息作为自我相关信息的认知加工过程。方法: 本研究采用脑电时频域技术, 实验选取35名军校学员, 自变量为不同相关度城市名称(高、中、低)。结果: 在朝向注意中, Delta与Beta2频段三组SRI差异具有统计学意义($p < 0.05$)。高SRI幅值高于中、低SRI ($p < 0.05$)。结论: SRI的注意加工神经机制在频域结果中差异显著, 高SRI幅值高于中、低SRI, 且主要在颞叶与额叶分布。

关键词

朝向注意, 自我相关信息, 事件相关电位, 时频域

Investigation of Attention Processing Mechanisms for Self-Relevant Information Based on EEG Technology

—Exploring Applications and Prospects in Military Selection

Tingwei Feng, Kaiwen Sun, Lin Wu, Yuting Zhang, Lingwei Zeng, Yuntao Gao, Yaning Guo, Yangyang Shen, Shuyi Liang, Yuanyuan Han, Xiuchao Wang, Xufeng Liu, Hui Wang

Department of Military Medical Psychology, PLA Air Force Military Medical University, Xi'an Shaanxi

Received: Mar. 27th, 2024; accepted: May 15th, 2024; published: May 31st, 2024

Abstract

Objective: With increasing national emphasis on psychological assessment, the processing advan-

文章引用: 冯廷炜, 孙凯文, 毋琳, 张玉婷, 曾令伟, 高云涛, 郭亚宁, 申洋洋, 梁淑怡, 韩媛媛, 王秀超, 刘旭峰, 王卉(2024). 基于脑电技术自我相关信息注意加工机制研究. *心理学进展*, 14(5), 383-393. DOI: 10.12677/ap.2024.145325

tage of self-relevant information provides a critical theoretical foundation for areas such as psychological selection and screening among military personnel. This study explores the cognitive processing of birthplace information as a component of self-relevant information. Method: Employing electroencephalography (EEG) in the time-frequency domain, the experiment involved 35 military academy cadets, with the independent variable being the relevance of city names (high, medium, low). Results: In the domain of attention orientation, statistically significant differences were observed in the Delta and Beta2 frequency bands among the three groups of Self-Relevance Index (SRI) ($p < 0.05$). High SRI amplitudes were higher than those of medium and low SRI ($p < 0.05$). Conclusion: The neural mechanisms underlying attention processing of SRI exhibit significant differences in frequency domain results, with high SRI amplitudes surpassing those of medium and low SRI, primarily distributed in the temporal and frontal lobes.

Keywords

Orienting Attention, Self-Relevant Information, Event-Related Potentials, Time-Frequency Domain

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

自我相关信息(self-related information, SRI)是与自我相关而和他人无关的信息(Jankowski et al., 2023)。SRI 具有个体意义和社会性价值,表现出不同于他人的加工特征(Żochowska et al., 2023)。长期以来,心理学家们一直争论 SRI 加工方式的本质(Cheng et al., 2022)。自我相关性不仅影响高阶功能,还激活感知、情感和奖励等基本功能(Zhang et al., 2022a)。从 60 多年前“鸡尾酒会效应”被提出至今(Lin & Liang, 2021),许多研究证实人具有自我加工“偏向”现象。SRI 可被快速可靠地获取,甚至遗忘症患者的 SRI 也优于他人(Savostyanov et al., 2020a; Savostyanov et al., 2020b)。SRI 存在注意朝向的优势,使个体更迅速地把注意力转移到自我信息(Mao et al., 2017)。研究发现, SRI 在捕获注意上存在朝向优势,有限的注意资源被优先分配给 SRI,优先进入意识加工(Scholz et al., 2023)。无论是刺激相关还是无关任务条件下, SRI(自我面孔、名字甚至网名)都比其他信息占用更多的注意资源,能够被更快、更准确地识别出来(Jelić, 2022)。在搜索或配对实验中, SRI 的搜索或配对反应时更快、准确率更高(Ten et al., 2023; Li et al., 2022)。当 SRI 作为分心物出现时会更自动地吸引注意,从而引起任务绩效的下降(Dignath et al., 2022)。

近年来,选拔合适的应征青年进入部队是当代军事心理学自诞生之日起一直以来的重要课题,如何进一步提高选拔的准确性是现代军事心理测量领域尚需破开的瓶颈。随着我军遂行多样化任务日益增加,军人心理选拔评估的研究越来越深入、应用越来越广泛、要求也越来越精准,这都对军人心理选拔评估技术提出了更高标准和要求。本研究以军人心理选拔中涉及的不同程度的 SRI 为研究对象,以脑电时域、频域等技术的交叉验证为结合点,用不同指标不同视角依次对 SRI 加工进行了注意朝向加工研究、注意分配特征研究和该注意加工机制在军人心理选拔过程中的实验研究,以期找到 SRI 加工时注意的脑电特征, SRI 加工优势的研究成果为开辟一条提高军人心理选拔评估准确性的道路提供了坚实的理论基础。本研究从 SRI 的认知加工角度出发,采用组内设计认知实验范式,探讨 SRI 的注意自动化加工神经机制,从而探讨在军人心理选拔人格评估中应用的可行性。

2. 研究方法

2.1. 研究对象

共招募空军某部战士 35 人, 其中 30 名男性, 5 名女性, 年龄 18~25 (20.09 ± 1.85) 岁, 军龄 1~5 年, 均为右利手。所有被试均自愿参加实验, 裸眼或矫正视力正常, 心理健康状况正常。所有研究对象签署知情同意书并发放相应报酬。

2.2. 实验程序与材料

实验材料是双字的城市名。首先请每名被试列出包含出生地在内的 25 个城市名称, 共得到 161 个城市名称, 编制《城市相关度与熟悉度调查表》; 然后请每名被试对这些城市的自我相关度和熟悉度进行评定, 均为 1~7 分评价(从不熟悉到非常熟悉)。所有 35 名被试的出生地共包含 12 个城市, 分别为日照、句容、安阳、镇江、济南、无锡、南京、泰州、盐城、延安、丹阳、广安。

视觉失匹配负波(visual mismatch negativity, vMMN)实验采用经典的 Oddball 范式, 中自我相关为标准刺激, 呈现 360 个 trials, 呈现概率 75%, 高 SRI 为偏差刺激, 各呈现 60 个 trials, 呈现概率均为 12.5%。为了建立感觉记忆模板, Oddball 序列的前 10 个 trial 为标准刺激, 之后连续出现的偏差刺激之间不少于两个标准刺激。每个 trial 为一对刺激(AB), 刺激 A 为呈现在视野中央的“+”和位于屏幕四个象限角(上左、上右、下左、下右)的城市名称组成的图片, 刺激 B 为呈现在视野中央的“+”。刺激 A 呈现 150 ms, 刺激 B 呈现 450 ms, 图片视角为 $7.36^\circ \times 4.90^\circ$ 。实验中, 要求被试注意刺激 A 视野中央的“+”, 当“+”发生大小变化时, 尽快准确地按“/”键, “+”大小不变化则不需要按键(实验流程示意图见图 1)。正式实验前, 被试完成一个由 24 个 trial 组成的练习序列, 这些刺激在正式实验中不使用。使用 E-Prime 3.0 软件编程。被试在实验开始前均先签署了知情同意书, 并进行了头皮清洁和头发吹干; 阅读指导语, 待其理解后进入练习, 正式实验约需 5 min。

根据本实验的目的与假设以及实验范式的要求, 需要 6 个标准刺激和 2 个偏差刺激。其中 1 个偏差刺激为出生地城市名称, 另一个偏差刺激为与出生地熟悉度相近且自我相关度相对较低的城市名称, 而标准刺激均为熟悉度相近且自我相关度均低于偏差刺激的城市名称。因此, 除了每名被试的出生地以外, 最终选出 7 个非出生地的城市名称, 分别为西安、东莞、喀什、锦州、武威、周口和琼海。

出生地自我相关度最高, 与其它城市自我相关度差异均具有统计学意义($F = 124.92, p < 0.001$), 为“高 SRI”; 西安自我相关度居中, 与出生地之外城市的自我相关度差异均具有统计学意义($F = 50.54, p < 0.001$), 定义为“中 SRI”。同时, 三类自我相关城市的熟悉度差异均具有统计学意义($F = 126.35, p > 0.05$)。见表 1。

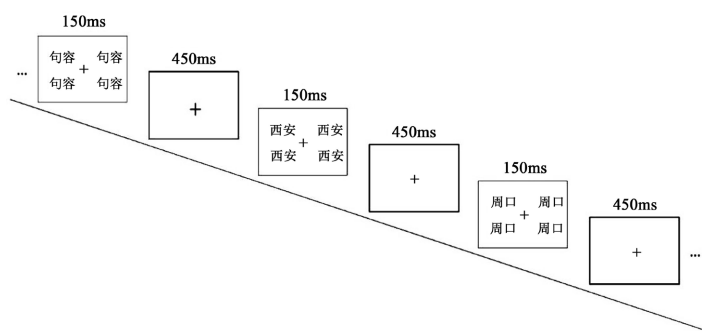


Figure 1. Schematic diagram of the experimental procedure

图 1. 实验流程示意图

Table 1. Assessment results of urban autocorrelation and familiarity
表 1. 城市自我相关度和熟悉度评定结果

序号	城市名称	自我相关度	熟悉度	自我相关度分类
1	出生地	6.62 ± 0.50	4.59 ± 0.59	高自我相关
2	西安	4.61 ± 1.20	4.46 ± 0.75	中自我相关
3	东莞	1.77 ± 1.23	4.26 ± 0.74	中自我相关
4	喀什	1.43 ± 0.95	4.23 ± 0.73	中自我相关
5	周口	1.46 ± 1.01	4.31 ± 0.79	中自我相关
6	锦州	1.60 ± 1.21	4.34 ± 0.76	中自我相关
7	琼海	1.40 ± 0.74	4.26 ± 0.88	中自我相关
8	武威	1.40 ± 0.85	4.23 ± 0.81	中自我相关

2.3. 实验设备

脑电设备采集为 MitSar 系统,采用 10-20 系统标准 Ag/AgCl 电极帽记录了 34 个电极位置(FP1、FP2、AFz、F7、F3、Fz、F4、F8、FP3、FPz、FP4、T3、C3、Cz、C4、T4、CP3、CPz、CP4、P3、Pz、P4、P7、P8、PO7、PO3、POz、PO4、PO8、O1、Oz、O2、M1 和 M2)。参考电极为左右乳突平均,实验中各电极的阻抗保持在 5 K Ω 以下。采样率 1000 Hz, DC 采集,带宽 0.01~100 Hz。

2.4. 数据分析

2.4.1. 脑电数据处理

使用 WinEEG 软件离线分析脑电数据。将 EDF 格式数据导入 Matlab 2013b。用 EEGLab12.0 软件对脑电数据预览导入数据,电极定位,剔除无用电极,再重参考,双侧乳突平均做参考,后滤波(30 Hz 低通滤波,高通滤波 1 Hz),消除 50 Hz 工频干扰,再做分段(-200 ms, 800 ms)后做基线校正,剔除坏段和插值坏导,接着再做独立成分分析(independent component analysis, ICA):记录垂直眼电(vertical electrooculogram, VEOG)、水平眼电(horizontal electrooculogram, HEOG)、心电图(electrocardiogram, ECG)和肌电图(electromyography, EMG)。最后叠加平均。其中每类刺激至少包括 40 个试次。以 2 s 为 1 个时间单位,将任务状态下的脑电数据分段;预处理后的脑电原始信号采用傅里叶变换进行频域分析,得到脑电各频带的功率谱(单位: μV^2)。

2.4.2. 离线分析

数据结果高和中 SRI 的 P3a 并未表现出显著的不同,即均未诱发与朝向注意相关的 P3a。因此,本实验重点分析反映了早期加工的颞枕区分布的 N170 和 P2。N170 峰值和潜伏期的测量电极包括 P3、P4、P7、P8、O1 和 O2 共 6 个导联,测量时间窗为刺激后 120~200 ms。由于 P2 在每个被试中并未表现出清晰的波峰,因此对 P2 仅进行平均波幅的测量和分析,测量时间窗为刺激后 230~280 ms。对上述测量结果均进行分析:相关度(高、中度 SRI) \times 脑区(左侧和右侧) \times 电极位置(P3/4、P7/8、O1/2)。必要时进行自由度 G-G 矫正。

2.4.3. 统计分析

数据使用 SPSS 25.0 统计软件进行分析。采用 Shapiro-Wilk 法进行正态性检验,计量资料符合正态分布的以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,两组间比较采用 t 检验,多组间比较采用方差分析;不符合正态分布的资料采用中位数(四分位间距) [M (Q1, Q3)]表示,采用 Wilcoxon signed-rank 检验。对数据结果进行相

关性分析,符合正态性假设的数据采用 Pearson 相关方法,不符合正态性假设的数据采用 Spearman 相关方法。显著性水平 $\alpha = 0.05$ 。

3. 结果

3.1. 时域结果

本研究探讨了自我相关信息注意加工的脑电机制,得到三个主要结果:高自我相关信息诱发出的 vMMN ($-0.76 \mu\text{V}$)显著高于中自我相关信息($0.08 \mu\text{V}$; $F = 5.51, p < 0.05$)。电极主效应显著, ($F = 6.84, p < 0.01$),以颞枕区 P7/8 位置的 vMMN 幅值最大($-0.53 \mu\text{V}$)。其他效应均不显著。

不同程度自我相关信息均诱发出了明显的反映早期知觉加工颞枕区分布的 N170 和 P2 以及晚期 P3,但与低自我相关信息相比,高和中自我相关信息的 P3 并未表现出显著的不同,即均未诱发与朝向注意相关的 P3a。高自我相关信息诱发右侧颞枕叶 N170 成分,而中自我相关信息诱发左侧颞枕叶 N170 成分;自我相关主效应显著($F = 5.09, p < 0.05, \eta^2 = 0.15$),中自我相关信息诱发的 P2 平均波幅($7.10 \mu\text{V}$)显著高于高自我相关信息诱发的 P2 ($5.46 \mu\text{V}$)。

高自我相关信息($437.12 \pm 45.24 \text{ ms}$)的反应时显著小于中自我相关信息($466.74 \pm 46.92 \text{ ms}, p < 0.05$)和低自我相关信息($492.01 \pm 50.07 \text{ ms}, p < 0.05$),且中自我相关信息反应时显著小于低自我相关信息($p < 0.05$);高自我相关信息诱发的 N2 平均波幅($-0.78 \mu\text{V}$)显著高于中自我相关信息($0.87 \mu\text{V}, p < 0.01$)和低自我相关信息($0.31 \mu\text{V}, p = 0.04$),中自我相关信息和低自我相关信息的 N2 没有显著差异;高自我相关信息诱发的 P3 平均波幅($6.21 \mu\text{V}$)显著高于中自我相关信息($5.06 \mu\text{V}, p < 0.05$)和低自我相关信息($3.17 \mu\text{V}, p < 0.001$),而中自我相关信息 P3 显著高于低自我相关信息 P3 ($p < 0.01$)。

Table 2. The average amplitude of vMMN induced by high and medium self correlation information is 180~300 ms ($n = 35$)
表 2. 高、中 SRI 诱发的 vMMN 平均波幅 180~300 ms ($n = 35$)

电极位置	高SRI(μV)	中SRI(μV)
F3	-2.22 ± 0.45	-0.57 ± 0.45
Fz	-2.55 ± 0.48	-0.65 ± 0.54
F4	-1.50 ± 0.52	-0.08 ± 0.04
C3	-1.14 ± 0.54	-0.76 ± 0.49
Cz	-1.65 ± 0.60	-0.67 ± 0.55
C4	-0.38 ± 0.58	-1.50 ± 0.54
P7	-0.88 ± 0.68	-1.77 ± 0.58
Pz	-0.47 ± 0.62	-1.99 ± 0.57
P8	-0.90 ± 0.67	-2.29 ± 0.64

表 2 展示出高、中 SRI 诱发的 vMMN 平均波幅,对 180~300 ms 中晚期成分的中线电极(Fz、Cz、Pz)平均波幅进行方差分析,结果发现:

另外,为进一步确定 vMMN 诱发的可能性,将左侧 P7 和右侧 P8 颞枕区的 vMMN 分别合并为左侧 vMMN 和右侧 vMMN,对高自我相关信息和中自我相关信息的 vMMN 平均幅值进行 T 检验,验证诱发 vMMN 的可能性。中线 vMMN 平均波幅:180~300 ms 时间窗的平均波幅:高自我相关信息($1.14 \pm 0.48 \mu\text{V}$)诱发的 vMMN 显著高于中自我相关信息($-0.76 \pm 0.57 \mu\text{V}; F = 5.51, p < 0.05, \eta^2 = 0.02$)。电极主效应显著($F = 6.84, p < 0.01, \eta^2 = 0.026$)以前额叶 Fz 位置的 vMMN 幅值最大($-2.55 \pm 0.48 \mu\text{V}$),且额叶 Fz ($-2.55 \pm 0.48 \mu\text{V}$) > 中央区 Cz ($-1.65 \pm 0.60 \mu\text{V}$) > 顶叶 Pz ($-0.47 \pm 0.62 \mu\text{V}$)。前额叶激活最强,在颞枕叶区出现 vMMN。其他效应均不显著(见图 2)。

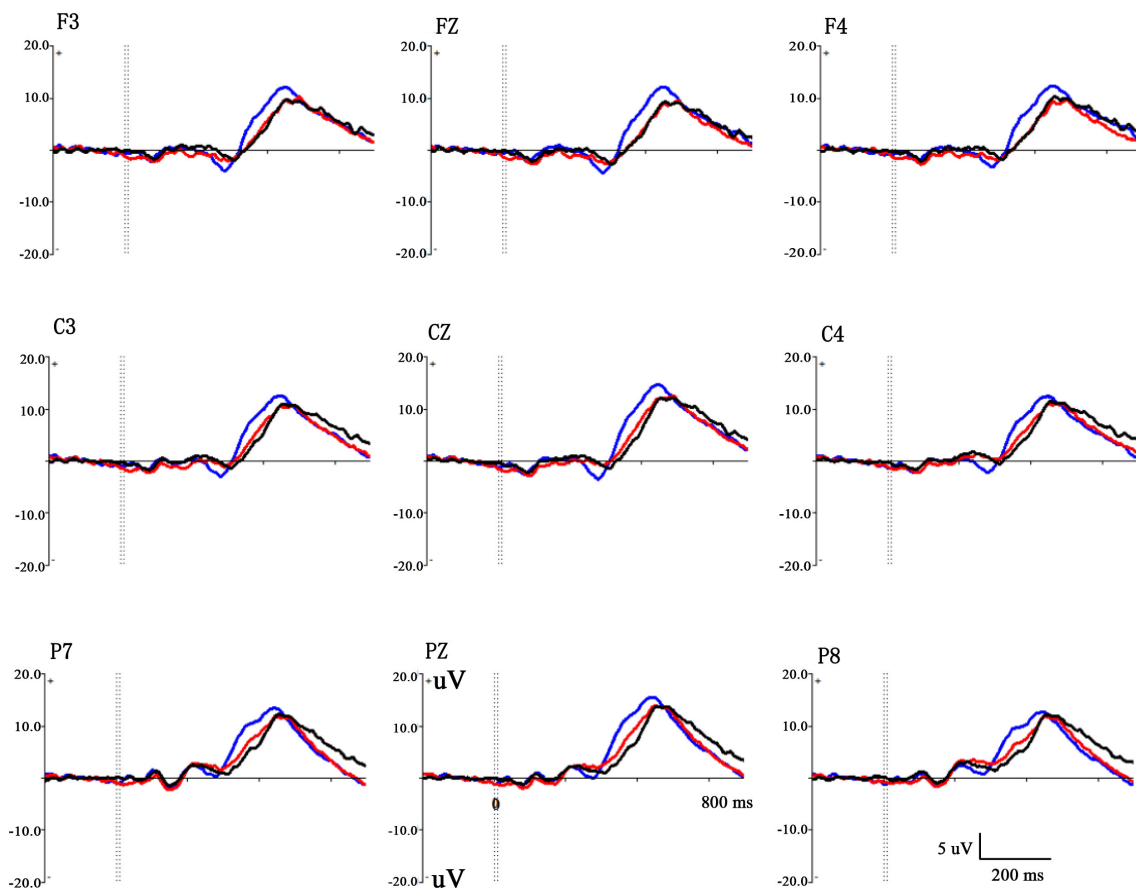


Figure 2. The overall average graph of ERPs induced by different degrees of self related information
图 2. 不同程度自我相关信息诱发的 ERPs 总平均图

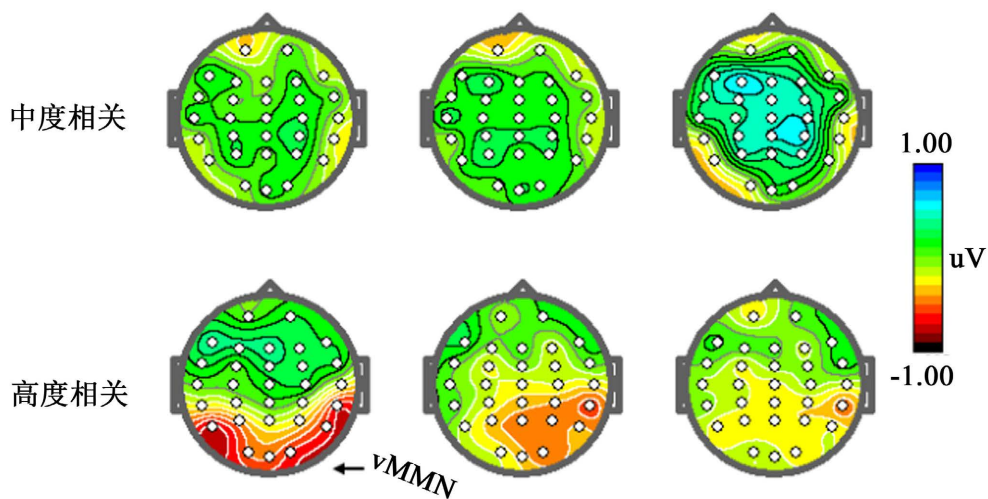


Figure 3. The overall average graph of ERPs induced by different degrees of self related information
图 3. 不同程度 SRI 诱发的 ERPs 总平均图

左右脑区 vMMN 平均波幅：高自我相关信息在左侧 P7 ($-0.88 \pm 0.68 \mu\text{V}$; $T = -3.10$, $p < 0.01$)和右侧 ($-0.90 \pm 0.67 \mu\text{V}$; $T = -2.78$, $p = 0.01$)颞枕区均诱发出显著的 vMMN。而在中自我相关信息在左侧 P7

($-1.77 \pm 0.58 \mu\text{V}$)、右侧 P8 ($-2.29 \pm 0.64 \mu\text{V}$) 颞枕区诱发的平均波幅均无显著差异, 即没有 vMMN 产生(见图 2), 脑电地形图(见图 3)。vMMN 主要出现在左右颞枕叶区, 高自我相关信息在全程均出现明显的脑区激活效应, 而在中自我相关信息的激活度相对较弱, 或未出现 vMMN 成分。

3.2. 频域结果

频域分析又叫功率谱密度分析。通过傅里叶变换把基线为 $-200\sim 0\text{ ms}$ 的信号转换成频率范围的频谱, 对于每一个被试每一个条件每一个电极的脑电信号矩阵做傅里叶变换, 时域转换成频域。预处理后的脑电原始信号采用傅里叶变换进行频域分析, 得到脑电各频带的功率谱(单位: μV^2)。脑电图包含不同生理意义的特定频段, 不同频段的特征对于表征不同大脑活动具有十分重要的意义。本研究将脑电预处理后的信号定义为六个频段。分别为: delta ($1\sim 3\text{ Hz}$)、theta ($4\sim 7\text{ Hz}$)、alpha1 ($8\sim 10\text{ Hz}$)、alpha2 ($10\sim 12\text{ Hz}$)、beta1 ($14\sim 20\text{ Hz}$)和 beta2 ($20\sim 30\text{ Hz}$)。

为了深入了解整体脑区频域 FFT 的变化, 进一步平均了六个频段 16 个电极的 FFT 值(见图 4)。分别采用传统 ANOVA 的方式与数据驱动的对点 t 检验两种方法进行统计分析, 见表 2。

频域结果表明, Alpha1 频段组内主效应差异显著($T = 7.40, p < 0.001, d = -10.25$), 高自我相关(6.16 ± 0.61) μV 高于低自我相关(5.22 ± 0.73) μV 。Alpha2 频段组间主效应差异显著($t = 21.77, p < 0.001, d = -14.89$), 高自我相关(2.25 ± 0.07) μV 高于低自我相关(2.23 ± 0.08) μV 。Beta1 频段组内主效应差异显著($T = 10.29, p < 0.001, d = -11.52$), 高自我相关(1.16 ± 0.02) μV 高于低自我相关(1.14 ± 0.01) μV 。Beta2 频段组内主效应差异显著($T = 4.01, p < 0.01, d = -7.89$), 高自我相关(0.85 ± 0.03) μV 高于低自我相关(0.81 ± 0.01) μV 。结果: ① 在 Delta 与 Beta2 频段两组自我相关信息 FFT 幅值差异显著。其他频段 FFT 的变化趋势相似, 且组内差异不显著。② 在 delta 频段, 高自我相关信息 FFT 值大于中低自我相关信息。③ 脑区 delta 频段在额叶(FP1, FP2; F3, F4, F7, F8)和颞叶(T3, T4, T5, T6)。

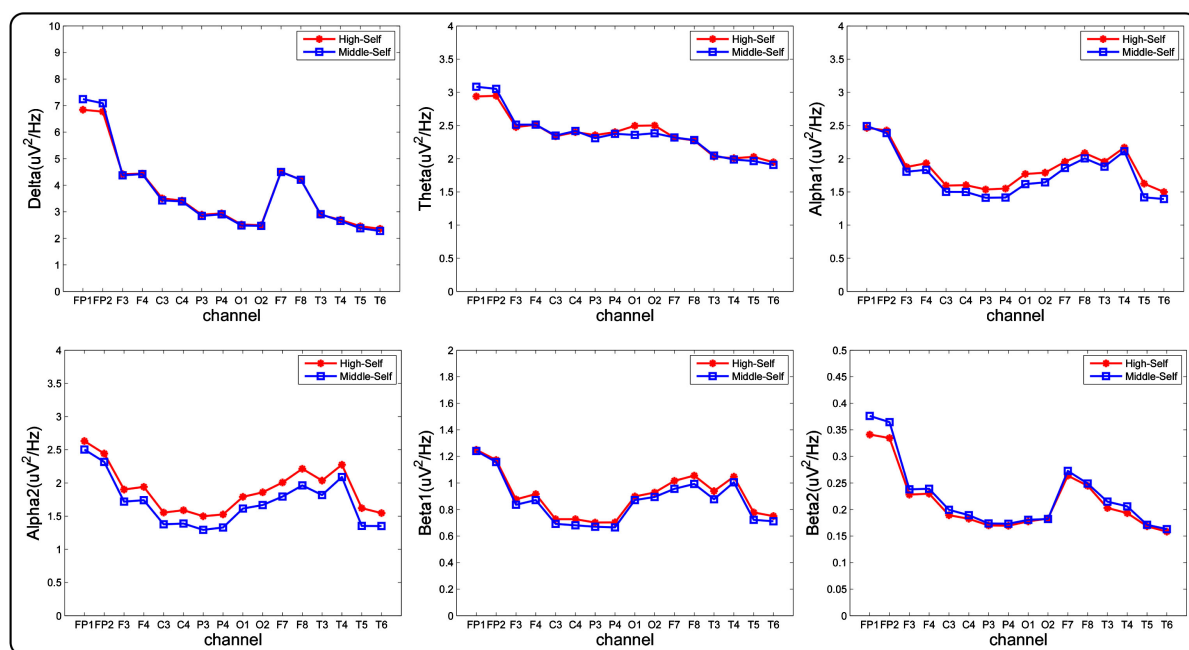


Figure 4. Distribution of FFT frequency domain in different frequency bands of electrodes induced by different degrees of self-relevant information

图 4. 不同程度自我相关信息诱发的 FFT 频域在不同频段电极分布图

Table 2. FFT amplitude test results for six frequency bands between three different self-correlation messages (μV , $\bar{x} \pm s$, $n = 35$)**表 2.** 三种不同自我相关信息之间六个频段 FFT 幅值 t 检验结果(μV , $\bar{x} \pm s$, $n = 35$)

频段Hz	高SRI	低SRI	T值	p值
Delta (1~3 Hz)	7.23 \pm 0.53	6.82 \pm 0.28	5.15	0.038*
Theta (4~7 Hz)	3.20 \pm 0.19	3.15 \pm 0.26	4.45	0.052
Alpha1 (8~10 Hz)	6.16 \pm 0.61	5.22 \pm 0.73	2.281	0.152
Alpha2 (10~12 Hz)	2.25 \pm 0.07	2.23 \pm 0.08	1.219	0.287
Beta1 (14~20 Hz)	1.16 \pm 0.02	1.14 \pm 0.01	1.881	0.190
Beta2 (20~30 Hz)	0.85 \pm 0.03	0.81 \pm 0.01	11.521	< 0.001***

注: * $p < 0.05$; *** $p < 0.001$ 。

4. 讨论

非注意条件下, 相对于低自我相关信息形成的感觉记忆模板, 高自我相关信息可以诱发出显著的颞枕区分布的 vMMN, 表明高自我相关信息可以得到有效的前注意自动加工。已有研究表明, 听觉 MMN 可以作为自我相关信息的敏感性指标, 相较陌生和熟悉信息, 自我相关信息(如自我声音、自我名字)在前注意阶段自动捕获注意, 诱发了波幅更大的 MMN (Potvin et al., 2019), 与本研究结果一致。本研究发现, 虽然高自我相关信息可诱发 vMMN, 但中自我相关信息并没有产生明显的 vMMN, 表明中度相关的熟悉城市刺激没有得到有效的基于记忆比较的前注意自动化加工。可能是由于涉及自我相关信息的刺激在生物进化上具有重要的意义, 因此会自动的吸引注意。出生地是高自我相关城市, 包含了指向自我概念的信息, 会引起注意的自动化加工, 而其他中、低自我相关城市的自我相关程度不够, 因此不能引起注意的自动化加工。也有研究发现, 熟悉的名字或声音也可诱发 MMN, 这可能与人们对听觉信息变化的觉察相对于视觉更为敏感有关。研究发现(Xia et al., 2021), 人们往往最先搜索到自己的面孔, 且自我面孔将对他人面孔的搜索造成干扰。研究者将自我名字作为线索提示目标出现位置(Zhang et al., 2022b), 发现自我相关信息具有很高的提示效应, 且这种提示效应在非随意注意条件下也会发生。自我相关信息可以影响注意的定位, 自我名字的出现可导致偏向名字出现定位错误, 证明了自我相关信息在注意捕获过程中是自动化加工的。自我相关信息在捕获注意力上潜力惊人, 优先进入意识阶段。以自我名字作为无意识的启动刺激在目标出现之前呈现, 发现自我名字可对后面名字的识别起到易化作用(Zhang et al., 2022c)。发现自我面孔作为分心物时会更加吸引注意力, 影响后面的任务(Tortora et al., 2021; Xu et al., 2022)。以上提示, 自我相关信息在视觉加工过程中可被自动化加工, 具有优先性和凸显特征。

本研究结果发现加工高自我相关信息在 Alpha 与 beta 频段的功率变异性高于低自我相关信息, 表明高自我相关信息加工过程在低频带 EEG 产生更强的活动性, 在高频段 EEG 产生较低的活动性, 这与神经元同步放电以低频频段功率增高和高频频段功率降低的 EEG 特征相吻合。不同波段的 EEG 功率反映了特定的认知加工过程, 而在变化趋势上, 高低自我相关信息得功率皆随静息态时间的延长而降低, 下降趋势相同。

研究发现高自我相关信息在 Alpha 频段功率显著增高, Alpha 和 Beta 波段功率分别反映了注意朝向内部和外部的不同过程, 而静息态过程中 Alpha 功率的增高与注意力朝向内部自我相关(Vuoriainen et al., 2022; Martínez et al., 2020)。冥想过程中, 顶叶部位的 Alpha 功率反映了自我意识, Alpha 功率在做自我相关的冥想时更高, Fz 和 Pz 之间的 Alpha 相干性也更高。并且那些以具体的认知和行为来冥想自己的个

体表现出较低的 Alpha 和较高的 Beta 功率,而那些用一种抽象的、独立的、潜在自我意识冥想自己的个体,表现出较高的 Alpha 和 Beta 能力。高自我相关信息 Alpha 功率显著高于低自我相关信息,说明高自我相关信息在加工时的思维意识较低自我相关信息而言更朝向于自我内部世界,这或许与先占观念有关,说明内在产生的思维导致的内向体验使患者的现实定向和适应能力受损。

既往研究表明, Beta1 频段具有跨状态、跨样本量的稳定性。Beta 频段的增强与自我相关有一定相关性(Smith & Bulman-Fleming 2005),本研究的结果与其一致。Beta 频段功率降低,表明 Beta 频段与安静且注意资源集中的任务相关,此结果同样符合高频频段与高级认知任务相关的总体规律。本研究属于高级认知任务,需要被试稳定地利用注意力资源完成 Eprime 实验,与 Beta1 频段所反映的认知活动相符。研究指出,在完成 oddball 范式时, Broca 区处的 Beta1 频段可以作为诊断注意力缺陷/多动症的诊断指标(Shah et al., 2018)。美国食品药品监督管理局将 Cz 电极作为采集 Beta 频段脑电诊断注意力缺陷/多动症的标准电极(Chien et al., 2019)。低频慢速振荡与高频快速振荡的耦合可能反映皮层下的相互作用。

结果表明,不论是低频功率的增高还是高频功率的降低,高自我相关信息显示出较快的适应性特征,本研究的样本量较小,由于多种担忧造成心理压力、认知负荷较重,使得 EEG 信号受到其他心理因素的影响。最后,本研究能够在征兵心理检测前加入 30 s 的静息态 EEG 检测,若将指标投入应用,需扩大被试结合机器学习等研究方法进行辅助诊断。

实验结果还发现,高自我相关信息诱发的 vMMN 成分发生源主要位于左侧颞枕区。研究表明,人对文字材料的加工主要在左侧颞枕区,而对面孔的加工在右侧颞枕区(Glim et al., 2023)。验证 MMN 的产生是基于感觉记忆的记忆痕迹假说,即当一个刺激作用于机体后,会在脑内形成记忆痕迹,不同刺激的记忆痕迹不同(Sawada et al., 2019),记忆产生的最主要区域是在颞枕区,而我们的研究结果也为这一假说提供了证据。

5. 结论

本研究通过对不同相关度的时频域进行分析,结果发现,在 Delta 与 Beta2 频段三组自我相关信息 FFT 幅值差异显著。高自我相关信息幅值高于中低自我相关信息。且主要在颞叶与额叶分布。说明频域结果为本实验提供新的依据与指标。本研究以军人心理选拔中涉及的不同程度的自我相关信息为研究对象,采用经典的 Oddball 范式,以脑电时频域等技术的交叉验证为结合点,用不同指标不同视角依次对自我相关信息加工进行了注意朝向加工研究,以期找到自我相关信息加工时注意的脑电特征,为军人心理选拔与评估技术提供技术检验指标、为心理选拔提供理论和技术支撑。

总结与展望:出生地作为自我相关信息的实验研究很少,出生地对于国人来说有着特殊的意义,研究发现是否具有普适意义还需要进一步的比较验证。二是刺激材料的选择,除了面孔、人名、城市名外,应尝试逐步将各类不同的自我相关信息纳入实验研究范畴,进一步验证自我相关信息加工的独特优势。三是在研究对象上,选取全部是军校学员和战士,以便于本研究在军人心理选拔的应用,被试身份具有重叠性,被试的选择上可适当拓宽范围。四是在自我相关信息与熟悉度上还有一定程度的混淆,可对两者进行加工机制的差异进行深入研究,有助于系统地理解人类对注意加工的脑机制。

参考文献

- Cheng, S., Li, X., Zhan, Q. et al. (2022). Processing Self-Related Information under Non-Attentional Conditions Revealed by Visual MMN. *Frontiers in Human Neuroscience*, 16, Article ID: 782496. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.782496>
- Chien, Y. L., Hsieh, M. H., & Gau, S. S. (2019). P50-N100-P200 Sensory Gating Deficits in Adolescents and Young Adults with Autism Spectrum Disorders. *Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry*, 95, Article ID: 109683. <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2019.109683>

- Dignath, D., Eder, A. B., Herbert, C. et al. (2022). Self-Related Primes Reduce Congruency Effects in the Stroop Task. *Journal of Experimental Psychology. General*, 151, 2879-2892. <https://doi.org/10.1037/xge0001210>
- Glim, S., Körner, A., Härtl, H. et al. (2023). Early ERP Indices of Gender-Biased Processing Elicited by Generic Masculine Role Nouns and the Feminine-Masculine Pair Form. *Brain and Language*, 242, Article ID: 105290. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2023.105290>
- Jankowski, T., Stróžak, P., Zapała, D. et al. (2023). Self-Concept Clarity and Processing Self-Relevant Information: An Event-Related Potential Study. *Social Neuroscience*, 18, 1-15. <https://doi.org/10.1080/17470919.2023.2197258>
- Jelić, M. (2022). How Do We Process Feedback? The Role of Self-Esteem in Processing Self-Related and Other-Related Information. *Acta Psychologica*, 227, Article ID: 103592. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2022.103592>
- Li, B., Hu, W., Hunt, A., & Sui, J. (2022). Self-Related Objects Increase Alertness and Orient Attention through Top-Down Saliency. *Attention, Perception & Psychophysics*, 84, 408-417. <https://doi.org/10.3758/s13414-021-02429-4>
- Lin, H., & Liang, J. (2021). Working Memory Load Reduces the Processing of Outcome Evaluation Involving Others but Not Oneself: Event-Related Potential Evidence. *Psychophysiology*, 58, e13938. <https://doi.org/10.1111/psyp.13938>
- Mao, X., Wang, Y., Wu, Y. et al. (2017). Self-Referential Information Alleviates Retrieval Inhibition of Directed Forgetting Effects—An ERP Evidence of Source Memory. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 11, Article No. 187. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2017.00187>
- Martínez-Horta, S., Horta-Barba, A., Perez-Perez, J. et al. (2020). Impaired Face-Like Object Recognition in Premanifest Huntington's Disease. *Cortex*, 123, 162-172. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2019.10.015>
- Potvin, S., Gamache, L., & Lungu, O. (2019). A Functional Neuroimaging Meta-Analysis of Self-Related Processing in Schizophrenia. *Frontiers in Neurology*, 10, Article No. 990. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00990>
- Savostyanov, A., Bocharov, A., Astakhova, T. et al. (2020a). The Behavioral and ERP Responses to Self- and Other-Referenced Adjectives. *Brain Sciences*, 10, Article No. 782. <https://doi.org/10.3390/brainsci10110782>
- Savostyanov, A., Tamozhnikov, S., Bocharov, A. et al. (2020b). The Effect of Meditation on Comprehension of Statements about One-Self and Others: A Pilot ERP and Behavioral Study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13, Article No. 437. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00437>
- Sawada, R., Toichi, M., & Masataka, N. (2019). Electrophysiological Correlates of the Processing of Different Self-Aspects of Handwritten Names. *Scientific Reports*, 9, Article No. 9432. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45849-x>
- Scholz, C., C Baek, E., & Falk, E. B. (2023). Invoking Self-Related and Social Thoughts Impacts Online Information Sharing. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 18, nsad013. <https://doi.org/10.1093/scan/nsad013>
- Shah, D., Knott, V., Baddeley, A. et al. (2018). Impairments of Emotional Face Processing in Schizophrenia Patients: Evidence from P100, N170 and P300 ERP Components in a Sample of Auditory Hallucinators. *International Journal of Psychophysiology*, 134, 120-134. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2018.10.001>
- Smith, S. D., & Bulman-Fleming, M. B. (2005). An Examination of the Right-Hemisphere Hypothesis of the Lateralization of Emotion. *Brain and Cognition*, 57, 210-213. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2004.08.046>
- Ten Brink, A. F., de Haan, R., Amelink, D. R. et al. (2023). Visuospatial Perception Is Not Affected by Self-Related Information. *Consciousness and Cognition*, 107, Article ID: 103451. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2022.103451>
- Tortora, S., Rubega, M., Formaggio, E. et al. (2021). Age-Related Differences in Visual P300 ERP during Dual-Task Postural Balance. In *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* (pp. 6511-6514). The Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://doi.org/10.1109/EMBC46164.2021.9630088>
- Vuoriainen, E., Bakermans-Kranenburg, M. J., Huffmeijer, R. et al. (2022). Processing Children's Faces in the Parental Brain: A Meta-Analysis of ERP Studies. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 136, Article ID: 104604. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2022.104604>
- Xia, R., Shao, H., Cui, L. et al. (2021). Evidence for Self-Positivity Bias in a Subliminal Self-Cue: An Event-Related Potential Study. *Neuroscience Letters*, 744, Article ID: 135625. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2021.135625>
- Xu, H., Gu, L., Zhang, S. et al. (2022). N200 and P300 Component Changes in Parkinson's Disease: A Meta-Analysis. *Neurological Sciences*, 43, 6719-6730. <https://doi.org/10.1007/s10072-022-06348-6>
- Zhang, J. W., Howell, R. T., Chen, S. et al. (2022a). "I Have High Self-Compassion": A Face-Valid Single-Item Self-Compassion Scale for Resource-Limited Research Contexts. *Clinical Psychology & Psychotherapy*, 29, 1463-1474. <https://doi.org/10.1002/cpp.2714>
- Zhang, Q., Luo, C., Ngetich, R. et al. (2022b). Visual Selective Attention P300 Source in Frontal-Parietal Lobe: ERP and fMRI Study. *Brain Topography*, 35, 636-650. <https://doi.org/10.1007/s10548-022-00916-x>
- Zhang, R., Zhang, M., Sima, J. et al. (2022c). Self-Reference Processing of Fat-Face and Sick-Face in Individuals with Different Disgust Sensitivity: Evidence from Behavioral and Neuroelectrophysiology. *Neuropsychologia*, 175, Article ID:

108368. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2022.108368>

Żochowska, A., Jakuszyk, P., Nowicka, M. M. et al. (2023). The Self and a Close-Other: Differences between Processing of Faces and Newly Acquired Information. *Cerebral Cortex*, 33, 2183-2199. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhac201>