

· 发展与教育 ·

# 正负数混合呈现对负数 SNARC 效应的影响\*

潘 运\*\* 戴隆农 赵竹君 陈 衍 陈 加 赵守盈  
(贵州师范大学心理学院, 贵阳, 550025)

**摘 要** 采用数字大小判断任务, 探讨正负数混合呈现对负数 SNARC 效应的影响。结果发现, 在负数单独呈现条件下, 负数出现反转的 SNARC 效应; 在正负数混合呈现且只对负数反应条件下, 负数出现反转的 SNARC 效应; 在正负数混合呈现且对正负数都反应条件下, 负数出现反转的 SNARC 效应而正数没有出现 SNARC 效应; 有无加号正数和负数混合不会影响负数的 SNARC 效应。说明负数空间表征受其绝对值大小的影响, 绝对值较小的负数表征在心理数字线左侧, 绝对值较大的负数表征在数字线右侧, 且不能向心理数字线左侧延伸。

**关键词** 负数 数字-空间联结 SNARC 效应 心理数字线

## 1 引言

数字-空间联结的一个重要现象是 Dehaene, Bossini 和 Giraux (1993) 发现的数字-空间联合反应编码 (spatial-numerical association of response codes, SNARC) 效应, 即被试对数字奇偶做判断时, 左手对小数字反应更快, 而右手对大数字反应更快。自从 SNARC 效应被发现以来已被研究者在不同刺激类型, 如阿拉伯数字、数字词 (Kopiske et al., 2016; Shaki, Petrusic, & Leth-Steensen, 2012); 不同实验任务, 如大小判断任务、方位判断任务 (Fischer & Shaki, 2016; Leth-Steensen & Citta, 2016); 不同反应形式, 如手指、眼动和全身反应 (Fischer et al., 2016; Schiller, Eloka, & Franz, 2016) 上得到验证。对于该效应, 研究者通常使用心理数字线来解释 (Gibson & Maurer, 2016; Shaki & Fischer, 2014), 即认为小数字被表征在数字线左侧, 大数字被表征在右侧。此外, 还有研究者提出了效应的其它解释, 如极性理论 (Proctor & Cho, 2006)、工作记忆解释 (van Dijck

& Fias, 2011)、空间参照框架 (Viaraouge, Hubbard, & Dehaene, 2014) 等。

目前, 关于 SNARC 效应的研究较多集中在正数上, 但也有少数研究探讨了负数 SNARC 效应。如 Fischer (2003) 在实验中使用 -9 到 9 的数字进行配对, 要求被试对数字对进行大小比较, 结果发现了 SNARC 效应。而 Nuerk, Iversen 和 Willmes (2004) 的实验采用一位正数、负数、德文数字词和罗马数字符号作为材料, 任务是数字奇偶判断, 结果在负数的错误率中观察到反转的 SNARC 效应。关于负数 SNARC 效应的解释, 研究者们还存在着争论。这种争论焦点在于负数是否能延伸至心理数字线左侧。如 Fischer 和 Roitmann (2005) 以正数 (0 到 9)、负数 (-9 到 0) 和混合数字 (-4 到 5) 为实验材料, 要求被试对数字进行奇偶判断, 结果只在负数材料条件下发现反转的 SNARC 效应。对此, 研究者认为负数的空间表征容易受其绝对值大小的影响, 且不能延伸至心理数字线左侧。但 Shaki 和 Petrusic (2005) 以一位负数和正数作为实验材料并对

\* 本研究得到国家自然科学基金项目 (31860281, 31260234) 和贵州省科学技术基金项目 (黔科合 J 字 [2013]2210 号) 的资助。

\*\* 通讯作者: 潘运。E-mail: panyun129@163.com

DOI:10.16719/j.cnki.1671-6981.20190509

材料随机进行两两配对,任务是数字对大小比较,结果观察到负数的 SNARC 效应。为此,研究者认为负数的空间表征容易受其实际值大小的影响,可延伸至心理数字线左侧。

尽管已有研究探讨了负数的 SNARC 效应,但还存在有待探讨的问题。如有研究者要求被试对负数进行奇偶判断,结果发现反转的 SNARC 效应 (Fischer & Roitmann, 2005)。但也有研究者要求被试对正数和负数都做数字对大小比较任务,结果发现负数的 SNARC 效应 (Shaki & Petrusic, 2005)。那么,负数单独呈现和负数与正数混合呈现是否会对负数的 SNARC 效应产生不同影响呢?目前该问题尚不清楚。而且有研究者要求被试对 -9 到 9 进行数字对大小比较任务,结果发现负数的反转 SNARC 效应 (Tzelgov, Ganor-Stern, & Maymon-Schreiber, 2009),但也有研究者在实验中要求被试对负数(如 -1、-2)和正数(如 +8、+9)进行点探测任务,结果没有发现负数的 SNARC 效应 (Dodd, 2011)。那么,有无加号正数和负数混合是否会对负数 SNARC 效应产生不同的影响呢?此外,有研究者将负数和正数一起呈现但要求被试只对负数反应,结果负数出现了反转的 SNARC 效应 (高在峰等, 2009),但也有研究者将负数和正数一起呈现要求被试对正负数都反应,结果却发现了负数的 SNARC 效应 (张宇, 游旭群, 2012)。那么,只对负数反应和对正负数都反应是否会对负数 SNARC 效应产生不同的影响呢?可见,上述这些问题都值得进一步探讨。

综上所述,本研究拟采用数字大小判断任务,探讨负数单独呈现和正负数混合呈现,有无加号正数与负数混合呈现以及只对负数反应和对正负数都反应对负数 SNARC 效应的影响,这有助于进一步理解负数 SNARC 效应的认知机制。基于上述讨论,本研究提出如下假设:第一,负数单独呈现条件下,出现反转的 SNARC 效应;第二,正负数混合呈现且只对负数反应条件下,负数出现反转的 SNARC 效应;第三,正负数混合呈现且对正负数都反应条件下,负数出现反转的 SNARC 效应而正数没有 SNARC 效应。

## 2 实验 1

### 2.1 研究目的

以一位负数为材料,探讨负数单独呈现条件下的 SNARC 效应。

## 2.2 方法

### 2.2.1 被试

33 名在校大学生(女 17 名),年龄  $20.22 \pm 1.21$  岁,均为右利手,未参加过类似实验,视力或矫正视力正常。实验后有一定报酬。

### 2.2.2 材料

以数字 -1 到 -9 (除 -5) 为材料,其中 -5 为标准刺激。每个刺激大约 1.8 厘米宽,2.7 厘米高 ( $1.5^\circ \times 2.8^\circ$  视角)。所有刺激均为黑色,实验背景为白色。采用 E-Prime 2.0 进行编程。材料呈现在 15 英寸显示器,分辨率为  $1366 \times 768$ ,刷新率 60Hz。

### 2.2.3 设计

采用 2(数字大小:  $>-5$ 、 $<-5$ )  $\times$  2(反应手:左、右)被试内设计,因变量是反应时。实验有 2 个 block,各个 block 中每个负数刺激都呈现 20 次,正式实验前有 16 个练习试次,共 352 个试次。block1 被试的按键方式是左手食指按“d”键对小于 -5 的负数进行反应,右手食指按“k”键对大于 -5 的负数进行反应;block2 的按键方式与 block1 相反。2 个 block 在实验中随机呈现。

### 2.2.4 程序

被试坐在离电脑屏幕 68cm 的椅子上。首先通过指导语告诉被试按键方式,接着在屏幕中央呈现“#”500ms,然后呈现目标刺激 1000ms 直到被试作出反应,之后呈现 500ms 空白屏开始下个试次。实验过程和 block 间被试均有自由休息时间。

## 2.3 结果

实验共采集 33 个被试数据,剔除被试的错误反应数据,剔除率为 6%。被试各条件下平均反应时见图 1。

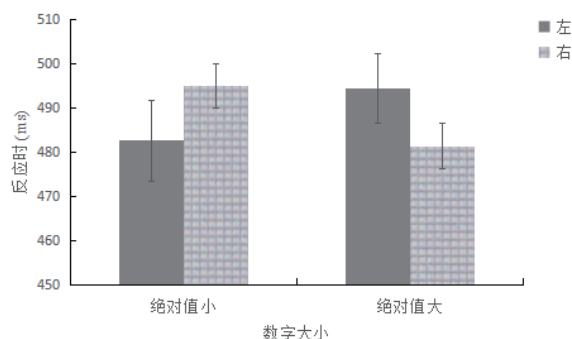


图 1 各条件下反应时

对反应时进行 2(数字大小:  $>-5$ 、 $<-5$ )  $\times$  2(反应手:左、右)的重复测量方差分析,结果发现:数字大小与反应手交互作用显著,  $F(1, 32) =$

4.551,  $p < .05$ ,  $\eta^2 = .125$ 。简单效应分析表明, 对于绝对值较大的负数被试的右手反应 (481ms) 比左手 (495ms) 更快,  $F(1, 32) = 4.176$ ,  $p < .05$ 。其他主效应均不显著。

参考 Lorch 和 Myers (1990) 的方法进一步考察 SNARC 效应, 即建立每位被试的各个负数刺激与  $drt$  ( $drt = \text{右手} - \text{左手}$  的平均反应时) 的回归方程。 $drt$ s 回归结果发现, 平均回归系数为 4.883, 与零差异显著 ( $B = 24.504$ ;  $t(32) = 4.718$ ,  $p < .001$ ), 表明存在反转的 SNARC 效应。

## 2.4 讨论

实验 1 结果发现负数的反转 SNARC 效应, 表明负数的空间表征受其绝对值大小的影响, 且不会延伸至心理数字线左侧。这与已有研究结果有相似之处。如 Nuerk 等 (2004)、Fischer 和 Roitmann (2005) 的研究结果均发现负数的反转 SNARC 效应, 认为在数字奇偶判断任务中, 被试可能会忽略与数字加工任务无关的负号, 导致负数的空间表征易受其绝对值大小影响。

负数由负号和数值组成。实验 1 是主试在实验之前通过指导语告知被试是对负数进行反应, 这时被试可忽略负号信息而只需对数值进行加工就可完成数字大小判断任务。但 Shaki 和 Petrusic (2005) 在实验中将正负数混合呈现, 任务是对数字对进行大小比较, 结果发现负数的 SNARC 效应, 表明负数的空间表征受其实际值大小影响。那么, 在数字大小判断任务中将正数和负数混合呈现是否同样会引发负数的空间表征向心理数字线左侧延伸呢? 因此在接下来的 4 个实验, 我们将采用数字大小判断任务探讨在正负数混合呈现条件下, 有无加号正数和负数混合以及只对负数反应和对正负数都作反应的负数 SNARC 效应。

## 3 实验 2

### 3.1 研究目的

以负数和无加号正数为材料, 探讨无加号正数和负数混合呈现且只对负数作反应条件下的负数 SNARC 效应。

### 3.2 方法

#### 3.2.1 被试

30 名在校大学生 (女 24 名), 年龄  $19.87 \pm 1.147$  岁, 均为右利手, 未参加过类似实验, 视力或矫正视力正常。

### 3.2.2 材料

以数字 -9 到 9 (除 -5、0、5) 为材料。其它同实验 1。

### 3.2.3 设计

除每个 block 中各个负数出现 22 次以及各个正数出现 11 次, 其他同实验 1。

### 3.2.4 程序

除要求被试不对呈现的正数做反应, 其它同实验 1。

## 3.3 结果

实验共采集 30 个被试数据, 剔除被试的错误反应数据, 剔除率为 5%。被试各条件下平均反应时见图 2。

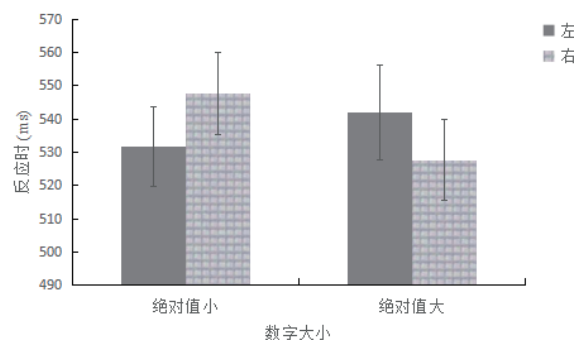


图 2 各条件下反应时

对反应时进行  $2$  (数字大小:  $>-5$ 、 $<-5$ )  $\times 2$  (反应手: 左、右) 的重复测量方差分析, 结果发现: 数字大小与反应手的交互作用显著,  $F(1, 29) = 4.493$ ,  $p < .05$ ,  $\eta^2 = .134$ 。简单效应分析表明, 对于绝对值较小的负数被试左手反应 (532ms) 比右手 (548ms) 更快, 且边缘显著,  $F(1, 29) = 3.585$ ,  $p = .068$ 。其他主效应均不显著。

参考 Lorch 和 Myers (1990) 方法进一步考察 SNARC 效应,  $drt$ s 回归结果发现, 平均回归系数为 5.251, 与零差异显著 [ $B = 21.956$ ;  $t(29) = 4.073$ ,  $p < .001$ ], 表明存在反转的 SNARC 效应。

### 3.4 讨论

实验 2 结果发现负数的反转 SNARC 效应, 表明负数的空间表征易受其绝对值大小影响。这与已有研究结果有相似之处。如高在峰等 (2009) 在无加号正数和负数混合且只对负数反应条件下, 也发现了负数的反转 SNARC 效应。实验 2 中负数有负号而正数没有加号, 那么有无加号正数是否会影响负数的 SNARC 效应呢? 如 Dodd (2011) 在实验中将加号正数和负数混合, 要求被试执行点探测任



务, 结果没有发现负数的 SNARC 效应。但张宇和游旭群 (2012) 将无加号正数和负数混合, 同样要求被试做点探测任务, 结果却发现负数的 SNARC 效应。可见, 在任务相同实验材料不同的情况下出现了不一致的结果, 这可能是由于有无加号正数和负数混合呈现对负数的 SNARC 效应产生了影响。

## 4 实验 3

### 4.1 研究目的

以负数和有加号正数为材料, 探讨有加号正数和负数混合呈现且只对负数作反应条件下的负数 SNARC 效应。

### 4.2 方法

#### 4.2.1 被试

33 名在校大学生 (女 23 名), 年龄  $22.08 \pm 2.07$  岁, 均为右利手, 未参加过类似实验, 视力或矫正视力正常。其中 4 个被试在正式实验中的正确率不到 75%, 不进入实验处理。

#### 4.2.2 材料

以数字 -9 到 +9 (除 -5、0、+5) 为材料。其他同实验 1。

#### 4.2.3 设计

实验设计同实验 2。

#### 4.2.4 程序

实验程序同实验 2。

### 4.3 结果

实验共采集 29 个被试数据, 剔除被试的错误反应数据, 剔除率为 6%。被试各条件下平均反应时见图 3。

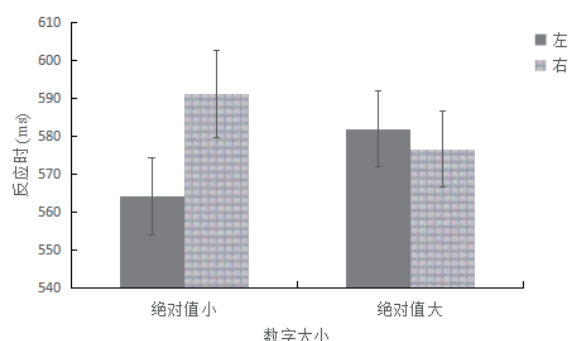


图 3 各条件下反应时

对反应时进行 2 (数字大小: >-5、<-5)  $\times$  2 (反应手: 左、右) 的重复测量方差分析, 结果发现: 反应手主效应显著,  $F(1, 28) = 6.331, p < .05, \eta^2 = .184$ ; 数字大小与反应手的交互作用显著,  $F(1,$

$28) = 4.823, p < .05, \eta^2 = .147$ 。简单效应分析表明, 对于绝对值较小的数字被试左手反应 (564ms) 比右手 (582ms) 更快,  $F(1, 28) = 5.560, p < .05$ 。其他主效应不显著。

参考 Lorch 和 Myers (1990) 方法进一步考察 SNARC 效应, drts 回归结果发现, 平均回归系数为 5.890, 与零差异显著 ( $B = 31.561; t(28) = 4.643, p < .001$ ), 表明存在反转的 SNARC 效应。

### 4.4 讨论

与实验 2 结果一致, 实验 3 结果也发现了负数的反转 SNARC 效应, 说明在只对负数作反应条件下, 有无加号正数和负数混合呈现并不会对负数的 SNARC 效应产生影响。这与已有研究结果有着相似之处。如 Tzelgov 等 (2009) 的研究结果发现负数的反应时间并不受有无加号正数的影响, 有无加号正数与负数混合呈现不会影响负数的加工。

实验 2、3 探讨了正负数混合呈现且只对负数作反应条件下的负数 SNARC 效应, 这样被试对正数的加工可能只是激活了概念信息而忽略了其大小信息, 但根据心理数字线特点, 这条线主要表征的是数字大小信息。因此, 实验 2、3 结果都出现负数的反转 SNARC 效应, 可能是正数的大小信息没有得到激活而不能引发负数的空间表征向心理数字线左侧延伸。对此, 接下来的实验 4 和实验 5 将探讨正负数混合呈现且对正负数都作反应下的负数 SNARC 效应。

## 5 实验 4

### 5.1 研究目的

以负数和无加号正数为材料, 探讨正负数混合且对正负数都作反应条件下的负数 SNARC 效应。

### 5.2 方法

#### 5.2.1 被试

34 名在校大学生 (女 15 名), 年龄  $22.32 \pm 2.122$  岁, 均为右利手, 未参加过类似实验, 视力或矫正视力正常。其中 3 个被试在正式实验中的正确率不到 75%, 因此不进入实验处理。

#### 5.2.2 材料

以数字 -9 到 9 (除 -5、0、5) 为材料, 其中 -5 和 5 作为实验的标准刺激。其它同实验 1。

#### 5.2.3 设计

采用 2 (数字类型: 正、负)  $\times$  2 (数字绝对值大小: 绝对值 <5、绝对值 >5)  $\times$  2 (反应手: 左、右) 被试

内设计, 因变量是反应时。实验有 2 个 block, 各个 block 每个正数和负数刺激都呈现 20 次, 正式实验前有 32 个练习试次, 共 704 个试次。block1 被试的按键方式是左手食指按“d”键对小于 -5 的负数和小于 5 的正数进行反应, 右手食指按“k”键对大于 -5 的负数和大于 5 的正数进行反应; block2 的按键方式与 block1 相反。2 个 block 在实验中随机呈现。

#### 5.2.4 程序

除了将反应时间增加到 1500ms 以及如果呈现的是负数只与 -5 进行大小比较, 是正数则只与 5 进行大小比较外, 其它程序同实验 1。

#### 5.3 结果

实验共采集 31 个被试数据, 剔除三个标准差之外和错误的数据, 剔除率为 9.5%。被试各条件下平均反应时见图 4。

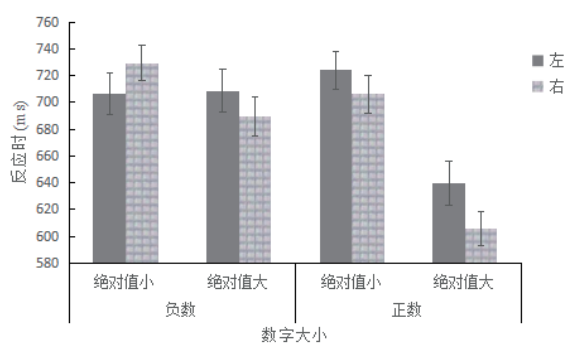


图 4 各条件下反应时

参考 Fischer 和 Shaki (2017) 方法对反应时进行 2 (数字绝对值大小: 绝对值 < 5、绝对值 > 5) × 2 (反应手: 左、右) 的重复测量方差分析, 分别考察正数和负数的 SNARC 效应。结果发现: 在正数条件下, 数字绝对值大小主效应显著,  $F(1, 30) = 116.067, p < .05, \eta^2 = .795$ ; 反应手主效应显著,  $F(1, 30) = 19.895, p < .05, \eta^2 = .399$ ; 但交互作用不显著。在负数条件下, 数字绝对值大小主效应显著,  $F(1, 30) = 4.947, p < .05, \eta^2 = .142$ ; 数字绝对值大小与反应手的交互作用显著,  $F(1, 30) = 4.990, p < .05, \eta^2 = .147$ 。简单效应分析表明, 对于绝对值较小的负数被试左手反应 (706ms) 比右手 (730ms) 更快,  $F(1, 30) = 4.435, p < .05$ 。其他主效应不显著。

参考 Lorch 和 Myers (1990) 方法分别考察正数和负数的 SNARC 效应, drts 回归结果发现: 正数的平均回归系数为 -2.91, 与零没有差异显著 [ $B = -11.55; t(30) = -1.518, p > .05$ ], 表明没有出现 SNARC

效应; 负数的平均回归系数为 7.285, 与零差异显著 [ $B = 38.774; t(30) = 3.896, p < .05$ ], 表明存在反转的 SNARC 效应。

#### 5.4 讨论

实验 4 结果发现负数的反转 SNARC 效应, 但正数没有出现 SNARC 效应。这与已有研究结果并不完全一致。如 Shaki 和 Petrusic (2005) 在研究中发现负数和正数都出现了 SNARC 效应。分析其原因可能是, Shaki 和 Petrusic (2005) 采用的是数字对大小比较任务且主要考察数字的语义一致性效应。因为实际值较小的负数在语义上被表征为小的, 与心理数字线左侧空间表征小数字一致; 实际值较大的负数在语义上被表征为大的, 与心理数字线右侧空间表征大数字一致, 因此在该实验条件下负数出现了 SNARC 效应。但 SNARC 效应主要探讨反应手与数字空间位置的一致性, 因此用语义一致性来解释 SNARC 效应有局限性。本实验 4 的任务是要求被试对正数和负数分别作大小判断, 这与 Shaki 和 Petrusic (2005) 的任务不一样。因此实验任务不同也可能会对负数的空间表征产生不同的影响。

虽然实验 2 和实验 3 在只对负数作反应条件下, 表明有无加号正数和负数混合不会对负数的 SNARC 效应产生影响, 但该结果能否适用于对正负数都作反应呢? 为此, 实验 5 将进一步探讨有加号正数和负数混合呈现且对正负数都作反应条件下的负数 SNARC 效应。

### 6 实验 5

#### 6.1 研究目的

以负数和有加号正数为材料, 探讨正负数混合且对正负数都作反应条件下的负数 SNARC 效应。

#### 6.2 方法

##### 6.2.1 被试

33 名在校大学生 (女 19 名), 年龄  $23.10 \pm 1.426$  岁, 均为右利手, 未参加过类似实验, 视力或矫正视力正常。其中 3 个被试在正式实验中的正确率不到 75%, 不进入实验处理。

##### 6.2.2 材料

以数字 -9 到 +9 (除 -5、0、+5 外) 为材料。其他同实验 4。

##### 6.2.3 设计

实验设计同实验 4。

##### 6.2.4 程序

实验程序、任务安排同实验 4。

### 6.3 结果

实验共采集 30 个被试数据,剔除三个标准差之外和错误的数据,剔除率 11%。被试各条件下平均反应时见图 5。

对反应时进行 2 (数字绝对值大小: 绝对值 <5、绝对值 >5) × 2 (反应手: 左、右) 的重复测量方差分析,分别考察正数和负数的 SNARC 效应。结果发现: 在正数条件下, 数字绝对值大小主效应显著,  $F(1, 29) = 42.932, p < .05, \eta^2 = .597$ ; 其他主效应和交互作用均不显著。在负数条件下, 数字绝对值大小与反应手的交互作用显著,  $F(1, 29) = 4.331, p < .05, \eta^2 = .13$ 。简单效应分析表明, 对于绝对值较小的数字被试左手反应 (695ms) 比右手 (728ms) 更快,  $F(1, 29) = 6.621, p < .05$ 。其他主效应均不显著。

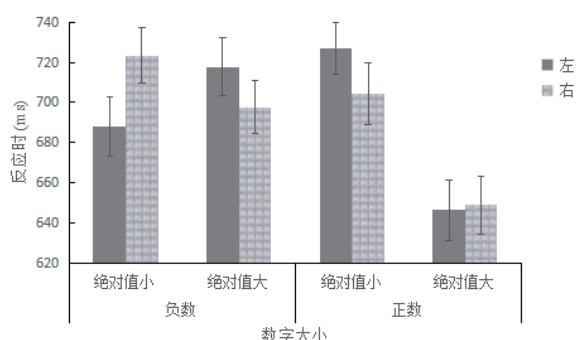


图 5 各条件下反应时

参考 Lorch 和 Myers (1990) 方法进一步分别考察正数和负数的 SNARC 效应, drts 回归结果发现, 正数的平均回归系数为 2.552, 与零没有差异显著 [ $B = -22.891; t(29) = 1.495, p > .05$ ], 表明没有出现 SNARC 效应。负数的平均回归系数为 8.839, 与零差异显著 [ $B = 51.504; t(29) = 4.403, p < .05$ ], 表明存在反转的 SNARC 效应。

### 6.4 讨论

实验 5 结果发现负数的反转 SNARC 效应, 但正数没有 SNARC 效应。这与已有研究结果并不完全一致。如韩萌、毛新瑞、蔡梦彤、贾茜和郭春彦 (2017) 的研究结果发现负数 SNARC 效应的出现伴随左额叶的激活, 而正数 SNARC 效应的出现伴随右额叶的激活。对此, 研究者认为负数的空间表征能延伸至心理数字线左侧。分析其原因可能是韩萌等 (2017) 在研究中采用修正数字大小判断任务, 这样在以 +5 为基线时被试对负数的反应只需对负号

进行加工就能完成实验任务; 相反, 在以 -5 为基线时被试对正数的反应只需对加号进行加工就能完成实验任务。但根据极性理论观点 (Proctor & Cho, 2006), 负号和正号是相对的两个概念, 如果正号被表征为右, 那么负号就被表征为左, 为此负数与空间的表征能延伸至心理数字线左侧可能是由于被试只对正负号进行加工导致的。

## 7 总讨论

心理数字线假设认为, 人们是根据从左到右的阅读习惯, 将数字按照大小顺序排列在一条类似的物理线上, 小数字在左边, 大数字在右边。目前, 多数研究已证实正数的 SNARC 效应具有稳定性和普遍性 (Fischer et al., 2016; Kopiske et al., 2016)。但关于负数的 SNARC 效应却有两种不同结果: 一是负数的空间表征受其实际值大小影响, 出现 SNARC 效应且能延伸至心理数字线左侧 (Fischer & Roitmann, 2005; Nuerk et al., 2004); 另一是负数表征受其绝对值大小影响, 出现反转的 SNARC 效应且不能延伸至数字线左侧 (Fischer, 2003; Shaki & Petrusic, 2005)。这可能是负数由负号和数值构成, 相比正数更具复杂性, 容易受到任务设置的影响。如 Shaki 和 Petrusic (2005) 在研究中将正负数分成两个 block, 结果发现负数的反转 SNARC 效应; 而将正负数混合在同一个 block, 结果却发现负数的 SNARC 效应。也有研究表明, 负数表征会受到实际任务需求的影响, 既可以是基于绝对值的加工也可以是数字与符号的整体加工 (张宇等, 2012)。但在本研究条件下, 结果都发现负数的反转 SNARC 效应, 说明负数的空间表征并不受任务设置和实际任务需求的影响。此外, 已有研究表明数字集 1 到 9 是数字系统的基础, 而其它数字 (如负数、分数和小数) 都是基于此而衍生 (Tzelgov et al., 2009)。因此, 负数的空间表征与正数相似, 也具有一定的稳定性。

根据心理数字线特点, 这条数字线主要表征数字的大小信息, 而在负数单独呈现条件下, 被试可能会忽略负号而只加工数值信息就可以完成实验任务, 因此在这种情况下也只有其数值部分才被表征在心理数字线上, 这样负数的空间表征就会受其绝对值大小影响, 出现反转的 SNARC 效应且不能延伸至心理数字线左侧。该结论也适用于不同的实验任务, 如奇偶判断 (Nuerk et al., 2004) 和数字对大小



比较 (Shaki & Petrusic, 2005), 负数单独呈现也出现了反转的 SNARC 效应。在正负数混合呈现条件下, 被试可能会先判断呈现数字的正负后再进行数字加工任务, 这样负数的负号和数值信息都会得到加工。但负号并不具有空间性质而数值却有, 所以无论负号是否被加工, 也只有数值信息才会被表征在心理数字线上, 这样对负数的表征就会出现反转的 SNARC 效应。因此, 无论有无加号正数和负数混合以及正数的大小信息是否得到激活, 都不会对负数的 SNARC 效应产生影响。

## 8 结论

在本研究下, 可获得如下结论:

(1) 在单独呈现条件下, 负数的空间表征易受其绝对值大小影响, 出现反转 SNARC 效应。

(2) 在正负数混合呈现条件下, 负数的空间表征同样易受其绝对值大小影响, 不受有无加号正数和负数混合以及只对负数反应和对正负数都反应的影响。

## 参考文献

- 高在峰, 水仁德, 陈晶, 陈雯, 田瑛, 沈模卫. (2009). 负数的空间表征机制. *心理学报*, 41(2), 95-102.
- 韩萌, 毛新瑞, 蔡梦彤, 贾茜, 郭春彦. (2017). 大小判断任务中正负号及其异同对 SNARC 效应的影响. *心理学报*, 49(8), 995-1008.
- 张宇, 游旭群. (2012). 负数的空间表征引起的空间注意转移. *心理学报*, 44(3), 285-294.
- Dehaene, S., Bossini, S., & Giraux, P. (1993). The mental representation of parity and number magnitude. *Journal of Experimental Psychology: General*, 122(3), 371-396.
- Dodd, M. D. (2011). Negative numbers eliminate, but do not reverse, the attentional SNARC effect. *Psychological Research*, 75(1), 2-9.
- Fischer, M. H. (2003). Cognitive representation of negative numbers. *Psychological Science*, 14(3), 278-282.
- Fischer, M. H., & Roitmann, J. (2005). Do negative numbers have a place on the mental number line? *Psychology Science*, 47(1), 22-32.
- Fischer, M. H., & Shaki, S. (2016). Measuring spatial-numerical associations: Evidence for a purely conceptual link. *Psychological Research*, 80(1), 109-112.
- Fischer, M. H., & Shaki, S. (2017). Implicit spatial-numerical associations: Negative numbers and the role of counting direction. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 43(4), 639-643.
- Fischer, U., Moeller, K., Class, F., Huber, S., Cress, U., & Nuerk, H. C. (2016). Dancing with the SNARC: Measuring spatial-numerical associations on a digital dance mat. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 70(4), 306-315.
- Gibson, L. C., & Maurer, D. (2016). Development of SNARC and distance effects and their relation to mathematical and visuospatial abilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, 150, 301-313.
- Kopiske, K. K., Löwenkamp, C., Eloka, O., Schiller, F., Kao, C. S., Wu, C. H., et al. (2016). The SNARC effect in Chinese numerals: Do visual properties of characters and hand signs influence number processing? *PLoS ONE*, 11(9), e0163897.
- Leth-Steensen, C., & Citta, R. (2016). Bad-good constraints on a polarity correspondence account for the spatial-numerical association of response codes (SNARC) and markedness association of response codes (MARC) effects. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 69(3), 482-494.
- Lorch, R. F., & Myers, J. L. (1990). Regression analyses of repeated measures data in cognitive research. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16(1), 149-157.
- Nuerk, H. C., Iversen, W., & Willmes, K. (2004). Notational modulation of the SNARC and the MARC (linguistic markedness of response codes) effect. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 57(5), 835-863.
- Proctor, R. W., & Cho, Y. S. (2006). Polarity correspondence: A general principle for performance of speeded binary classification tasks. *Psychological Bulletin*, 132(3), 416-442.
- Schiller, F., Eloka, O., & Franz, V. H. (2016). Using key distance to clarify a theory on the SNARC. *Perception*, 45(1-2), 196-221.
- Shaki, S., & Fischer, M. H. (2014). Random walks on the mental number line. *Experimental Brain Research*, 232(1), 43-49.
- Shaki, S., & Petrusic, W. M. (2005). On the mental representation of negative numbers: Context-dependent SNARC effects with comparative judgments. *Psychonomic Bulletin and Review*, 12(5), 931-937.
- Shaki, S., Petrusic, W. M., & Leth-Steensen, C. (2012). SNARC effects with numerical and non-numerical symbolic comparative judgments: Instructional and cultural dependencies. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 38(2), 515-530.
- Tzelgov, J., Ganor-Stern, D., & Maymon-Schreiber, K. (2009). The representation of negative numbers: Exploring the effects of mode of processing and notation. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(3), 605-624.
- van Dijck, J. P., & Fias, W. (2011). A working memory account for spatial-numerical associations. *Cognition*, 119(1), 114-119.
- Viarouge, A., Hubbard, E. M., & Dehaene, S. (2014). The organization of spatial reference frames involved in the SNARC effect. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 67(8), 1484-1499.

# The Impact of Positive and Negative Numbers Mixed Presentation on the SNARC Effect of Negative Numbers

*Pan Yun, Dai Longnong, Zhao Zhujun, Chen Yan, Chen Jia, Zhao Shouying*

(School of Psychology, Guizhou Normal University, Guiyang, 550025)

**Abstract** The SNARC effect (Spatial-Numerical Association of Response Codes) refers to the fact that the left hand responds to small numbers faster than the right hand, while the right hand responds to large numbers faster than the left hand. At present, most studies on the SNARC effect focus on the positive numbers, but few studies have explored the negative numbers. Therefore, there are still many problems in negative numbers which need further discussion. First, some researchers used a way of independently presented negative numbers to observe the spatial representation of negative numbers and found the inverted SNARC effect of negative numbers. However, some researchers have used a way of positive and negative numbers mixed presentation to explore the connection between negative and space, and the traditional SNARC effect of negative numbers was discovered. Did the negative numbers alone or mixed with positive numbers presented have different effects on the SNARC effect of negative numbers? Second, some researchers used a way of the positive numbers with no plus sign mixed with negative numbers, and the reversed SNARC effect of negative numbers was found. However, others have used a way of the positive numbers with plus sign mixed with negative numbers, where no SNARC effect of negative numbers was found. Did the positive numbers without plus sign and the positive numbers which had plus sign mixed with negative numbers have different effects on the SNARC effect of negative numbers? Finally, some researchers asked the participants to respond only to negative numbers under the positive numbers and negative numbers mixed conditions, and the inverted SNARC effect appeared in negative numbers. However, other researchers told the participants to respond to both positive and negative numbers, where a traditional SNARC effect of negative numbers was found. Did responding only to negative numbers and responding to both positive and negative numbers have a different effect on the SNARC effect of negative numbers? Therefore, this study uses a magnitude judgment task to investigate the effect of positive and negative numbers mixed presentation on the negative SNARC effect. The results show that under the condition where negative numbers alone are presented, the reversed SNARC effect is found; under the condition that the negative numbers mixed with the positive only react to the negative numbers, the negative numbers have the inverse SNARC effect; under the condition that the negatives numbers mixed with the positive numbers respond to both positive and negative numbers, the negative numbers have the inverted SNARC effect, while the positive numbers do not show SNARC effect; the presence or absence of a plus sign with positive mixed with negative numbers does not affect the SNARC effect of negative numbers. In general, the spatial representation of negative numbers is affected by the absolute values: the negative numbers with smaller absolute values are represented on the left side of the mental number line, while negative numbers with larger absolute values are represented on the right side of the mental number line.

**Key words** negative numbers, Spatial-Numerical Associations, SNARC effect, mental number line