

视觉搜索任务中直视探测优势的眼动研究*

胡中华¹ 赵光¹ 刘强¹ 李红^{1,2}

(¹ 认知与人格教育部重点实验室, 西南大学心理学院, 重庆 400715)

(² 辽宁师范大学心理发展与教育研究中心, 大连 116029)

摘要 已有研究发现在视觉搜索任务中对直视的探测比斜视更快且更准确, 该现象被命名为“人群中的凝视效应”。大多数研究者将该效应的产生归因于直视会捕获更多的注意。然而, 直视条件下对搜索项的匹配加工更容易也有可能对直视的探测比斜视快。此外, 已有研究还发现头的朝向会影响对注视方向的探测, 但对于其产生原因缺乏实验验证。本研究采用视觉搜索范式, 运用眼动技术, 把注视探测的视觉搜索过程分为准备阶段、搜索阶段和反应阶段, 对这两个问题进行了探讨。结果显示: 对直视的探测优势主要表现在搜索阶段和反应阶段; 在搜索阶段直视的探测优势获益于搜索路径的变短和分心项数量的变少以及分心项平均注视时间的变短; 头的朝向仅在搜索阶段对注视探测产生影响。该结果表明, 在直视探测中对搜索项的匹配加工比在斜视探测中更容易也是导致“人群中的凝视效应”的原因之一; 头的朝向仅仅影响了对注视方向的搜索并没有影响对其的确认加工。

关键词 人群中的凝视效应; 注视方向; 头的朝向; 注意捕获; 匹配加工; 搜索阶段; 反应阶段

分类号 B842

1 引言

在日常生活中, 当我们注视他人的眼睛时往往会出现两种情况: 他(她)看着你或不看你, 前者是两个人在眼神上的接触(eye contact)称之为直视, 而后者为斜视。直视作为一种特殊的注视方向, 可以传递许多非言语信息(Ellsworth & Carlsmith, 1973; Kleinke, 1986; Wirth, Sacco, Hugenberg, & Williams, 2010), 如友好、亲密、愤怒和攻击等等。对被他人直视的觉察将有利于我们获得社会信息以及有效逃避即将发生的伤害, 这对于人类的生存和社会交流有重要意义。研究发现, 在分心注视中探测直视比探测斜视更快, 这种现象被称为“人群中的凝视效应”(the stare-in-the-crowd effect)。例如, von Grünau 和 Anston (1995)的研究, 采用视觉搜索范式, 以绘画眼睛图片为刺激材料, 让成人在 4、8、12 三种刺激阵列中判断是否有目标刺激。刺激图片分为直视、左斜视和右斜视三张, 将其中一张定义

为目标刺激剩余两张为分心刺激, 所有试次中 50% 有目标刺激 50% 没有。结果发现, 在分心刺激中探测直视比探测斜视更快更准确, 并且对直视的这种探测优势不受刺激阵列大小的影响。利用相同的实验范式以及实验材料, Senju, Hasegawa 和 Tojo (2005)在以儿童为被试的实验中也获得同样的结果。另外, 为了切合真实的注视探测情景, 研究者们采用真实的面孔图片(Doi, Ueda, & Shinohara, 2009a; Doi & Ueda, 2007; Senju et al., 2005)和眼睛图片(Conty, Tijus, Hugueville, Coelho, & George, 2006; Senju, Kikuchi, Hasegawa, Tojo, & Osanai, 2008)作为刺激材料也发现对直视的探测比斜视快。

对于“人群中的凝视效应”产生的原因, 目前比较一致的理论解释是, 直视比斜视捕获了更多的注意。这一观点得到大量研究结果的支持。例如, Senju 和 Hasegawa (2005)让被试探测出现在注视点左边或右边的目标刺激, 并在目标刺激呈现

收稿日期: 2011-07-04

* 国家自然科学基金(81171289)、卫生部公益性行业专项(20100200)资助。

通讯作者: 李红, E-mail: lihong@swu.edu.cn

的同时,中央视野会呈现直视或者斜视的面孔图片。结果发现,当中央视野面孔图片为直视时被试对目标刺激的探测速度比中央视野面孔图片为斜视时慢。这说明直视确实比斜视捕获了更多的注意,从而延迟了对目标刺激的探测反应时。Conty, N'Diaye, Tijus 和 George (2007)的 ERP 研究也发现在观看直视面孔图片时诱发了比斜视更大的 N170 波幅,而 N170 波幅跟注意的投入大小有关,更大的波幅说明直视比斜视吸引了更多的注意资源。在 Doi, Ueda 和 Shinohara (2009b)的 ERP 研究中,采用视觉搜索范式让被试在一个由 4 张面孔图片组成的刺激阵列中探测是否有一张面孔图片的眼睛注视方向跟其他不一样。结果发现,不一样的面孔图片为直视时比其为斜视时诱发更大的 N2pc 波幅。N2pc 是一个反映注意定向的重要脑电成分,直视诱发更大的 N2pc 说明直视比斜视捕获了更多的注意。

尽管大量研究表明直视确实比斜视捕获了更多的注意,但 Ghorashi, Zuvic, Visser 和 Di Lollo (2003)提出在视觉搜索任务中对目标刺激的搜索不仅受注意的影响,同时也受对分心刺激项排除加工的影响。在视觉搜索任务中,对注视的探测是序列加工的,被试根据指导语的要求在大脑中形成目标刺激的表征,并用这一表征与刺激项逐个进行对比。如果匹配就确定是目标刺激并做出反应,如果不匹配就放弃并继续搜索。分心刺激项的排除过程即是被试确定搜索项是否和任务目标相匹配的过程。如果对分心刺激项的匹配加工越容易那么对目标刺激的探测反应时就会越快。而作为一种典型的注视方向,对直视的记忆会比斜视更容易(Daury, 2009; Farroni, Massaccesi, Menon, & Johnson, 2007; Mason, Hood, & Macrae, 2004; Smith, Hood, & Hector, 2006),这势必会导致对直视的表征更具体更清晰。而以往研究发现,对目标刺激的表征越具体,对其的匹配加工就越容易(Malcolm & Henderson, 2009)。由此可推出,在视觉搜索任务中,对分心刺激项的匹配加工在直视条件下可能比斜视条件下更容易更快。如果这一推理成立,那么该因素将也会对“人群中的凝视效应”产生贡献。

然而,以往研究多以反应时和正确率为指标,这些行为指标只能笼统地反映出对两种注视方向的探测在整个加工过程上的差异,并不能细致深入地揭示这种差异产生的具体原因。因此,本研究将尝试采用眼动技术,对此问题进行探讨。眼动作为一种敏感且时效性高的行为指标与反应时和正确

率相比具有以下三方面的优势:第一,眼动技术可以实时记录被试在任务加工过程中的眼动轨迹,动态地反映出视觉搜索的加工过程,并且注视点的位置能更为直接地反映注意的分配;第二,运用眼动技术可以保持每个刺激呈现时被试的注意焦点都已回到屏幕中央的“十”字,从而保证每次视觉搜索的出发点一致。第三,最重要的是采用眼动指标来划分视觉搜索的不同加工阶段并以此来探讨不同加工阶段特点的方法是非常有效的(CaStelhano, Pollatsek, & Cave, 2008; Malcolm & Henderson, 2009)。例如, CaStelhano 等(2008)采用眼动技术,以“搜索到目标刺激”为时间节点把整个视觉搜索过程分为了搜索阶段和确认阶段, Malcolm 和 Henderson (2009)则在此基础上以“首次眼跳潜伏期”和“搜索到目标刺激”这两个眼动指标把视觉搜索的过程分为了开始扫描、搜索阶段和确认阶段三个部分。因此,本研究采用视觉搜索范式,依据 Malcolm 和 Henderson (2009)研究中采用的眼动指标将整个视觉搜索过程分为三个加工阶段:准备阶段、搜索阶段和反应阶段。目的在于探讨在视觉搜索任务中,直视探测优势主要表现在哪个加工阶段,以及除直视更吸引注意之外,在直视为目标刺激的条件中对分心项的匹配加工更容易是否也是产生“人群中的凝视效应”的原因之一。由于这三个阶段所包含的加工过程和影响因素有所不同,因此我们对此做了如下定义:

准备阶段,以首次眼跳潜伏期为指标,即从刺激呈现至首次眼跳触发前的时间间隔。该阶段主要反映形成激活地图以及选择第一次眼跳位置所需的时间(Malcolm & Henderson, 2009)。如果目标刺激具有突出特征的话,其在激活地图上的激活值就会很高,而激活地图就会快速引导第一次眼跳到目标刺激的位置(Shen, Reingold, & Pomplun, 2000),同时表现为首次眼跳潜伏期的相对变短以及首次眼跳位置与目标刺激距离的相对接近。然而,我们并不预期在该阶段对直视的探测会比斜视更快,因为以往研究发现在斜视分心刺激中的直视并不具有 pop-out 效应。

搜索阶段,以首次眼跳之后至搜索到目标刺激的时间段为指标。该阶段主要反映在注意引导下对目标刺激的系列搜索(Wolfe, 1994)。搜索时间主要反映对目标刺激的搜索速度。分心项的数量和搜索路径主要反映目标刺激对注意的吸引。而对每个分心项的平均注视时间主要反映对分心项的排除加

工(Malcolm & Henderson, 2009), 即对分心项的匹配加工。由于直视比斜视吸引了更多注意, 因此我们预期对直视的搜索时间比斜视快, 并且主要表现在对直视目标刺激的搜索路径比对斜视目标刺激的搜索路径短以及搜索直视目标刺激需要排查的分心项数量也比搜索斜视目标刺激需要排查的分心项数量少。如果对分心项的匹配加工因素确实对“人群中的凝视效应”产生贡献的话, 那么我们将能够观察到在直视条件下分心项的平均注视时间比斜视条件下更短。

反应阶段, 以搜索到目标刺激到按键响应的时间段为指标。该阶段主要反映被试在搜索到目标刺激之后进行的确证(CaStelhamo et al., 2008; Malcolm & Henderson, 2009)。

此外, 已有研究还发现头的朝向会影响对注视的加工(Conty et al., 2006; Langton, Honeyman, & Tessler, 2004; Langton, 2000; Pageler et al., 2003)。在 Pageler 等(2003)的研究中, 让被试在头为正面和侧面两种条件下判断面孔图片的注视方向是否为直视(是否看着自己)。结果发现头的朝向会影响注视判断的反应时, 在正面条件下对注视的判断快于侧面条件, 并且头与注视方向的一致性会促进对注视的加工, 主要表现为对正面直视的判断反应时最快。同样, Langton 等(2004)也发现头的朝向与注视方向的一致性会促进对注视判断的正确率, 而不会干扰对注视的判断。然而, Ricciardelli 和 Driver (2008)以面孔图片和眼睛图片为实验材料, 探讨在有时间压力 and 没有时间压力两种条件下头的朝向对注视判断的影响, 发现在两种实验条件下头与注视方向的不一致都促进了对眼睛图片的注视判断。虽然头的朝向对注视判断的影响在不同实验材料以及实验任务中的表现有所不同, 但大量研究都发现头的朝向的确会影响注视加工。并且 Conty 等(2006)发现在视觉搜索任务中头的朝向也会影响对注视的加工。他们首次在采用视觉搜索范式探讨直视探测优势的研究中引入了“头的朝向”这一变量, 让被试在正面和侧面两种条件下探测直视和斜视, 结果发现头与注视方向的不一致促进了对正面斜视的探测加工, 使得正面直视和正面斜视的探测反应时没有差异, 即头的朝向导致正面条件下直视的探测优势消失了。虽然, Conty 等(2006)证实在视觉搜索任务中头的朝向确实会影响对注视的探测, 但是他们并没有揭示出头的朝向是如何影响对注视方向的探测。鉴于此, 本研究借鉴 Conty

等(2006)的实验范式, 设置了两种头的朝向: 正面(0°)和侧面(30°), 进一步探讨头的朝向如何影响对注视方向的探测以及这种影响主要表现在视觉搜索的哪个阶段。

综上, 本研究将采用视觉搜索范式, 以真实的眼睛图片为实验材料, 在考察反应时和正确率的同时, 利用眼动追踪技术记录被试在整个视觉搜索过程中的眼动轨迹。研究从以下两个方面进行: (1) 探讨对直视的探测优势主要发生在视觉搜索的哪个阶段, 并进一步分析除直视更吸引注意之外, 在直视为目标刺激的条件对分心项的匹配加工更容易是否也是直视探测优势产生的原因。(2) 探讨头的朝向如何影响对注视方向的探测以及这种影响主要表现在视觉搜索的哪个阶段。

2 方法

2.1 被试

16 名大学本科生参与本次实验, 其中男性 6 名, 女性 10 名, 平均年龄 21.38 ± 1.15 岁, 视力正常, 均为右利手, 实验结束之后给予一定报酬。

2.2 实验仪器

利用 EyeLink 1000 eyetracker (SR Research) 记录被试的眼动轨迹。采样率为 500 Hz, 即每 2 ms 记录一次眼动位置。刺激在一个 19 英寸的 CRT 显示器上呈现, 空间分辨率为 1280×1024 , 刷新频率 85Hz。整个实验过程中要求被试将下颌放在颌托上, 固定被试眼睛与屏幕之间的距离为 60 cm。

2.3 实验材料和刺激呈现方式

刺激材料来自于同一位女性模特, 用 Photoshop 图像处理软件截取了眼睛部分的四张彩色图片, 并且通过镜像技术获得了相反注视朝向的四张图片, 一共八张眼睛图片, 2 (注视方向: 直视、斜视) $\times$ 2 (头的朝向: 正面、侧面) $\times$ 2 (注视朝向: 左、右)。所有眼睛图片依据是否看着相机镜头, 分为直视(注视相机镜头)和斜视(水平方向上偏转 30°), 依据头是否朝向相机镜头, 分为正面(正对着相机镜头)和侧面(水平方向上偏转 30°)。实验刺激阵列由八张眼睛图片组成, 围成一个圈, 背景为白色。在目标刺激存在的条件下, 其中一张为目标刺激, 其余七张为分心刺激, 目标刺激会随机出现在八张图片所在的任一位置; 在目标刺激缺失的条件下, 八张都为分心刺激。刺激阵列的视角为水平 21.33° 垂直 18.18° , 每张眼睛图片的大小为 160×62 像素, 视角为水平 4.39° 垂直 1.72° 。

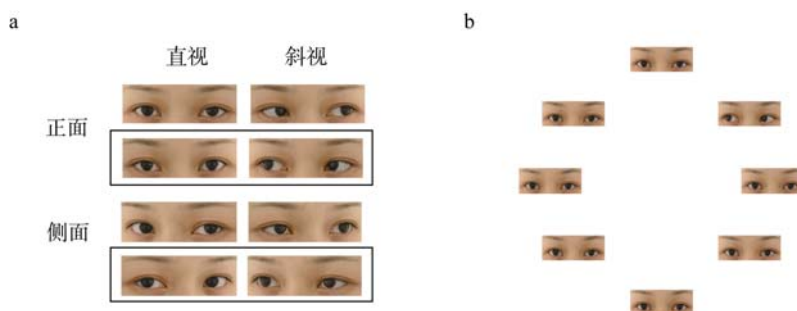


图1 实验材料(a) (注: 黑色方框部分的图片是其上方图片的镜像图片); 刺激呈现方式(b)

2.4 实验设计和程序

两因素实验设计, 2 (注视方向: 直视、斜视) $\times$ 2 (头的朝向: 正面、侧面)。实验采用视觉搜索范式, 正面或侧面条件下同种注视朝向的直视和斜视为一个配对, 其中一个为目标刺激那么另外一个为分心刺激, 反之亦然。实验共有 8 个 block, 2 (注视方向: 直视、斜视) $\times$ 2 (头的朝向: 正面、侧面) $\times$ 2 (注视朝向: 左、右), 每种条件单独为一个 block, 8 个 block 的呈现顺序在被试间平衡。每个 block 有 64 个试验, 其中 50% 有目标刺激, 50% 没有目标刺激。每个被试总共完成 512 个试验。

在实验开始之前让被试识别实验中涉及的八张眼睛图片, 确保被试能够正确辨别两种注视方向。之后进行一个包含 16 次试验的练习实验让被试熟悉实验任务。被试的任务是判断刺激阵列中有没有目标刺激, 如果有目标刺激按“1”键, 没有按“2”键, 要求在保证正确的情况下越快反应越好。在每个 block 之前有单独的指导语告诉被试要求探测的目标刺激是直视还是斜视。在每次试验中, 刺激呈现之前会先呈现一个注视点, 同时主试进行注视点漂移矫正, 矫正通过之后出现刺激图片, 呈现 3000ms 或者被试反应之后消失, 接着呈现下一个注视点。记录正确率、反应时以及眼动数据。

2.5 数据处理

在统计分析中, 将每张眼睛图片呈现的位置定义为兴趣区, 兴趣区的长宽超出刺激图片的长宽 33% 和 50%。剔除没有注视目标刺激图片却做出正确反应的数据 (占正确反应数据的 1.9%), 以确保被试是基于真正探测到目标刺激而做出的正确反应, 排除猜测反应对实验结果的影响。剔除第一次注视点没有在刺激阵列中央位置的数据, 以确保每次试验注视点的起始位置一致 (占正确反应数据的 1.9%)。此外, 由于存在注视点多次进入兴趣区才将

其正确识别为目标刺激的情况, 而多次识别可能会影响在反应阶段对目标刺激的确认, 因此在统计分析中剔除了注视点有 3 次及其以上进入兴趣区才正确反应的试次 (占正确反应数据的 1%), 以确保反应阶段的加工不受污染。

3 结果

3.1 行为结果

对注视方向和头的朝向在正确率上的差异进行重复测量方差分析。结果显示 (见图 2b): 注视方向的主效应显著, $F(1,15)=54.988$, $p<0.001$, 对直视探测的正确率比斜视高; 头朝向的主效应显著, $F(1,15)=14.932$, $p<0.01$, 探测正面注视方向的正确率比侧面更高; 头朝向和注视方向在正确率上的交互作用显著, $F(1,15)=49.509$, $p<0.001$ 。进一步简单效应分析表明, 在头为侧面的情况下, 直视的正确率显著高于斜视, $F(1,15)=129.64$, $p<0.001$; 而头为正面的情况下, 二者没有显著差异, $F(1,15)=0.72$, $p>0.05$; 直视探测的正确率在正面和侧面条件下存在显著差异, $F(1,15)=7.03$, $p<0.05$, 探测侧面直视的正确率比探测正面直视更高; 斜视探测的正确率在正面和侧面条件下也存在显著差异, $F(1,15)=39.68$, $p<0.001$, 斜视在正面条件下的正确率比在侧面条件下更高。

对注视方向和头的朝向在反应时的差异进行重复测量方差分析。结果显示 (见图 2a): 注视方向主效应显著, $F(1,15)=21.458$, $p<0.001$, 对直视的探测比斜视快; 头朝向主效应显著, $F(1,15)=5.750$, $p<0.05$, 探测正面的目标刺激比探测侧面的目标刺激更快; 头朝向和注视方向的交互作用显著, $F(1,15)=35.798$, $p<0.001$ 。进一步简单效应分析发现, 在头为侧面的情况下, 直视的反应时显著快于斜视, $F(1,15)=66.79$, $p<0.001$; 而头为正面的情况下, 直视与斜视在反应时上没有显著差异, $F(1,15)=0.70$,

$p>0.05$; 直视探测的反应时在正面和侧面条件下存在显著差异, $F(1,15)=9.29$, $p<0.01$, 直视在侧面条件下的反应时比正面条件下更快; 对斜视的探测在

正面和侧面条件下也存在显著差异, $F(1,15)=20.57$, $p<0.001$, 斜视在正面条件下的反应时比侧面条件下更快。

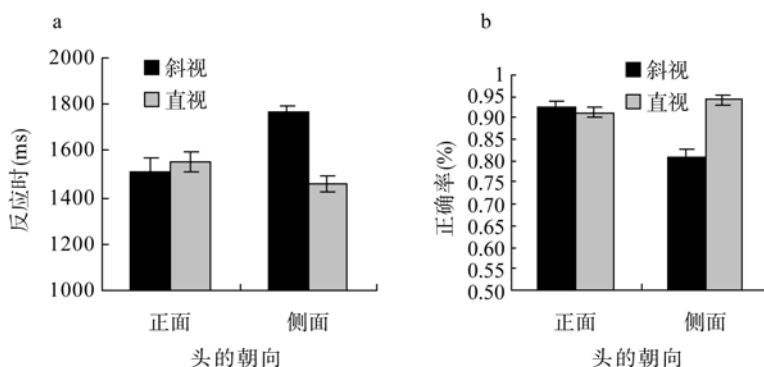


图2 在正面和侧面条件下探测直视和斜视的反应时(a)和正确率(b)

以上结果说明, 在视觉搜索任务中对直视的探测比斜视更快更准确, 即出现了“人群中的凝视效应”。头的朝向对注视探测有显著影响, 直视的探测优势仅仅表现在侧面条件下, 正面条件下二者没有差异。头对注视探测的影响表现为头与注视方向的不一致提高了注视探测的反应时和正确率, 即正面斜视的反应时比侧面斜视的更快并且正确率更高, 而侧面直视的反应时比正面直视的更快并且正确率更高。但头的朝向对直视的影响比斜视要小。

3.2 眼动结果

3.2.1 总注视时间和总注视次数的分析 对总注视时间和总注视次数进行 2(注视方向) $\times$ 2(头的朝向)的重复测量方差分析。

在总注视时间上(见图 3a), 注视方向的主效应显著, $F(1,15)=20.598$, $p<0.001$; 头朝向的主效应也显著, $F(1,15)=5.466$, $p<0.05$; 注视方向和头朝向的

交互作用显著, $F(1,15)=36.053$, $p<0.001$ 。进一步简单效应分析发现, 正面条件下, 直视和斜视的总注视时间差异不显著, $F(1,15)=0.57$, $p>0.05$; 侧面条件下, 直视和斜视的总注视时间差异显著, $F(1,15)=59.80$, $p<0.001$, 直视探测的总注视时间短于斜视。

在总注视次数上(见图 3b), 注视方向的主效应显著, $F(1,15)=10.558$, $p<0.01$; 头朝向的主效应不显著, $F(1,15)=1.132$, $p>0.05$; 注视方向和头朝向的交互作用显著, $F(1,15)=17.875$, $p<0.01$ 。进一步简单效应分析发现, 正面条件下, 直视和斜视的总注视次数差异不显著, $F(1,15)=2.67$, $p>0.05$; 侧面条件下, 直视和斜视的总注视次数差异显著, $F(1,15)=26.11$, $p<0.001$, 直视的总注视次数比斜视少。

从以上结果可以看出, 眼动结果与行为反应时的结果保持高度一致, 说明眼动结果是有效的。

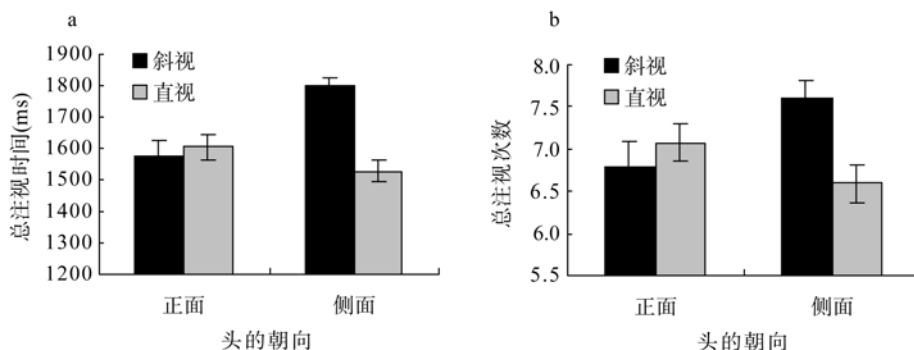


图3 在正面和侧面条件下探测直视和斜视的总注视时间(a)和总注视次数(b)

3.2.2 阶段分析 在目标刺激的搜索过程中, 由于存在注视点多次进入兴趣区才将其正确识别为

目标刺激的情况。因此, 我们把注视点最后一次进入兴趣区的时间作为“搜索到目标刺激”的眼动指

标。整个注视探测的眼动过程以首次眼跳潜伏期、首次眼跳之后到搜索到目标刺激的时间段、搜索到目标刺激之后到按键响应的时间段为指标,分为准备阶段、搜索阶段和反应阶段。

对整个视觉搜索过程的加工时间进行了 3 (加工阶段) $\times$ 2 (注视方向) $\times$ 2 (头的朝向) 的重复测量方差分析。结果显示(见图 4): 加工阶段的主效应显著, $F(2,14)=231.36$, $p<0.001$; 注视方向主效应显著, $F(1,15)=21.26$, $p<0.001$; 头的朝向主效应显著, $F(1,15)=5.16$, $p<0.05$; 加工阶段与注视方向的交互作用显著, $F(2,14)=10.13$, $p<0.001$ 。进一步简单效应分析发现, 在准备阶段, 对两种注视方向的加工时间差异不显著, $F(1,15)=0.01$, $p>0.05$; 在搜索阶段, 对直视的搜索时间显著快于斜视, $F(1,15)=21.61$, $p<0.001$; 在反应阶段, 对直视的加工时间显著比斜视快, $F(1,15)=5.88$, $p<0.05$ 。加工阶段与头的朝向交互作用边缘显著, $F(2,14)=3.12$, $p=0.059<0.09$ 。进一步简单效应分析发现, 在准备阶段和反应阶段, 正面目标刺激的加工时间与侧面目标刺激的加工时间都没有显著差异, $F(1,15)=0.05$, $p>0.05$, $F(1,15)=0.21$, $p>0.05$; 在搜索阶段, 对正面目标刺激的搜索时间显著快于侧面, $F(1,15)=5.21$, $p<0.05$ 。头朝向与注视方向的交互作用也显著, $F(1,15)=34.19$, $p<0.001$ 。进一步简单效应分析发现, 在正面

条件下, 对直视的探测时间与斜视没有显著差异, $F(1,15)=0.67$, $p>0.05$; 在侧面条件下, 对直视的探测时间显著快于斜视, $F(1,15)=58.77$, $p<0.001$; 并且对正面直视的探测要显著慢于对侧面直视的探测, $F(1,15)=9.67$, $p<0.01$; 对正面斜视的探测显著快于对侧面斜视的探测, $F(1,15)=19.06$, $p<0.001$ 。加工阶段、注视方向和头的朝向三者交互作用也显著, $F(2,14)=21.36$, $p<0.001$ 。简单交互效应分析发现, 在准备阶段和反应阶段, 注视方向和头的朝向的简单交互效应都不显著, $F(1,15)=0.04$, $p>0.05$, $F(1,15)=0.00$, $p>0.05$; 在搜索阶段, 注视方向和头的朝向的简单交互效应显著, $F(1,15)=26.18$, $p<0.001$ 。进一步的简单简单效应分析发现, 在搜索阶段的正面条件下, 对斜视的搜索时间快于直视达到边缘显著, $F(1,15)=3.89$, $p=0.067<0.09$; 在搜索阶段的侧面条件下, 对直视的搜索时间显著快于斜视, $F(1,15)=47.13$, $p<0.001$ 。

如上所述, “人群中的凝视效应”主要表现在搜索阶段和反应阶段, 头的朝向对注视探测的影响仅仅表现在了搜索阶段。

除此之外, 对首次眼跳与目标刺激之间的距离、搜索路径、分心项的数量、分心项的平均注视时间分别进行了 2 (注视方向) $\times$ 2 (头的朝向) 的重复测量方差分析, 结果显示(见图 5)。

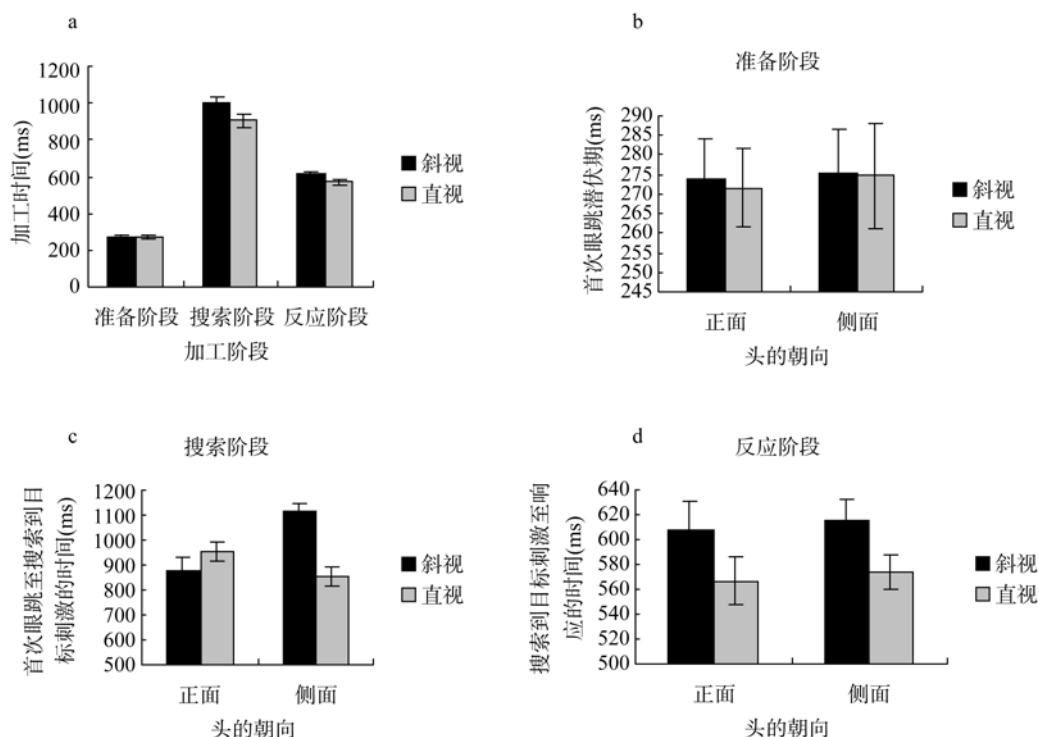


图 4 对直视和斜视的探测在三个加工阶段上的差异

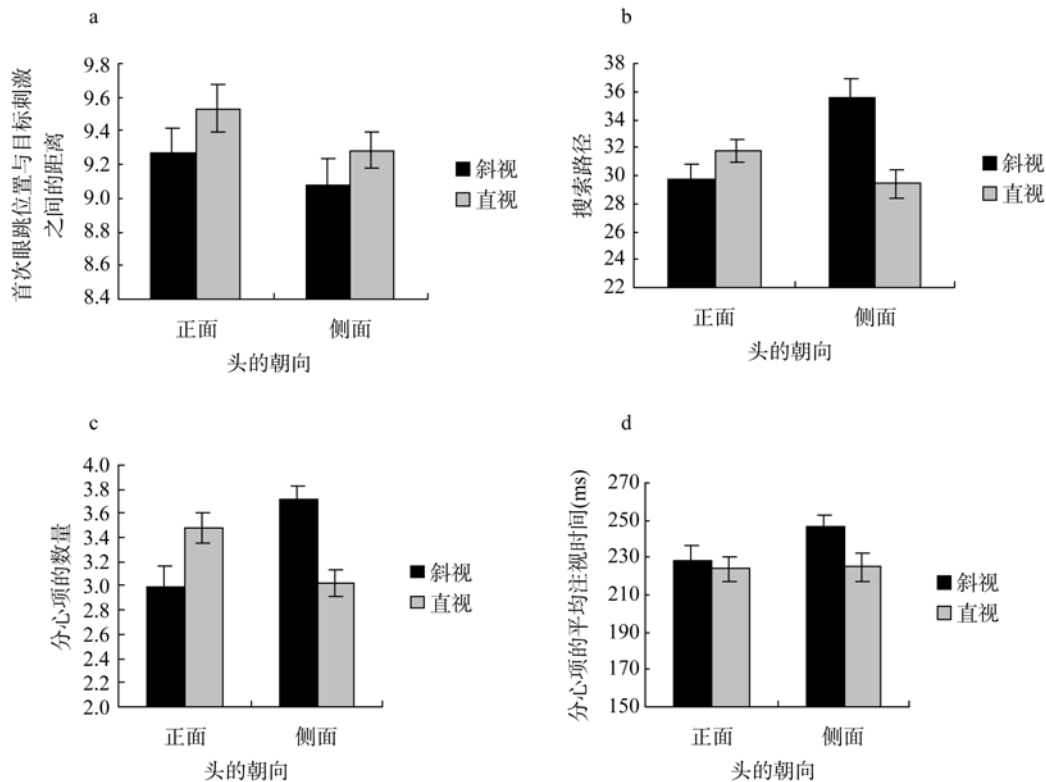


图 5 在正面和侧面条件下对直视和斜视的探测在首次眼跳位置与目标刺激之间的距离(a)、搜索路径(b)、分心项的数量(c)和分心项的平均注视时间(d)上的差异

在首次眼跳与目标刺激之间的距离上(见图 5a), 注视方向的主效应不显著 $F(1,15)=3.72, p>0.05$ 。头的朝向主效应不显著, $F(1,15)=2.78, p>0.05$ 。交互作用不显著, $F(1,15)=0.04, p>0.05$ 。

在搜索路径上(见图 5b), 注视方向的主效应显著 $F(1,15)=8.50, p<0.05$ 。头的朝向主效应显著, $F(1,15)=6.115, p<0.05$ 。注视方向与头的朝向的交互作用显著, $F(1,15)=17.62, p<0.01$ 。进一步简单效应分析显示, 在正面条件下, 对斜视的搜索路径短于直视达到边缘显著, $F(1,15)=4.13, p=0.06<0.09$; 在侧面条件下, 对直视的搜索路径显著短于斜视, $F(1,15)=20.24, p<0.001$ 。

在分心项的数量上(见图 5c), 注视方向的主效应不显著 $F(1,15)=1.75, p>0.05$ 。头的朝向主效应不显著, $F(1,15)=2.03, p>0.05$ 。注视方向与头的朝向的交互作用显著, $F(1,15)=20.09, p<0.001$ 。进一步简单效应分析发现, 在正面情况下, 目标刺激为斜视时需要扫视的分心刺激项显著少于目标刺激为直视时, $F(1,15)=8.80, p<0.05$; 在侧面情况下, 目标刺激为直视时需要扫视的分心刺激项显著少于目标刺激为斜视时, $F(1,15)=25.06, p<0.001$ 。

在分心项的平均注视时间上(见图 5d), 注视方

向的主效应显著, $F(1,15)=13.63, p<0.01$ 。头的朝向主效应显著, $F(1,15)=3.11, p>0.05$ 。注视方向与头的朝向交互作用显著, $F(1,15)=5.14, p<0.05$ 。进一步简单效应分析显示, 在正面条件下, 对直视和斜视的探测加工中对分心项的平均注视时间没有显著差异, $F(1,15)=0.70, p>0.05$; 在侧面条件下, 在直视的探测加工中对分心项的平均注视时间显著短于斜视, $F(1,15)=17.17, p<0.001$ 。

以上结果可以看出, “人群中的凝视效应”不仅表现在对注意的吸引上同时也表现在对分心项的匹配加工更容易上。

4 讨论

本研究采用视觉搜索范式, 以反应时、正确率以及眼动为指标, 试图在前人研究的基础之上进一步探讨(1)对直视的探测优势主要发生在视觉搜索的哪个阶段, 并进一步分析除直视更吸引注意之外, 对分心项的匹配加工更容易是否也是直视探测优势产生的原因。(2)头的朝向如何影响对注视方向的探测以及这种影响主要表现在视觉搜索的哪个阶段。

行为分析发现, 在不考虑头朝向的情况下对直

视的探测反应时比斜视更快并且正确率更高(见图2),出现了“人群中的凝视效应”,这重复了前人的研究结果(Doi et al., 2009a; Conty et al., 2006; Doi & Ueda, 2007; Senju et al., 2005; von Grünau & Anston, 1995)。von Grünau 和 Anston (1995)的研究中以绘画眼睛图片为实验材料,发现在斜视分心刺激中探测直视比在直视分心刺激中探测斜视更快更准确。Senju 等(2005, 实验一、二)以及 Dio 等(2007)的研究都采用真实面孔图片为实验材料也发现在分心注视中探测直视比斜视快。而 Conty 等(2006)和 Dio 等(2009a)的研究中也发现对直视的探测比斜视快。

在不考虑头朝向的情况下,进一步的眼动分析发现,在准备阶段,直视和斜视的加工时间没有差异(见图 4a)。该阶段以首次眼跳的潜伏期为指标,主要反映不受注意影响的早期视觉加工,对具有突显性特征的刺激进行快速加工。对直视的探测在首次眼跳潜伏期(见图 4b)以及首次眼跳位置到目标刺激的距离(见图 5a)上并没有表现出优势,说明直视并不具有 pop-out 效应。该推论获得了前人研究的支持,在 von Grünau 和 Anston (1995)和 Conty 等(2006)的研究中,采用与本实验相同的实验任务,让被试在三种刺激阵列(4、8、12)条件下探测注视方向,发现对直视的探测反应时会随着刺激阵列的增大而增长,即对直视的探测会受到刺激数目的影响。说明被试并没有依据直视的某种特征快速地进行加工反应,即直视不存在 pop-out 效应。

在搜索阶段,对直视的搜索时间比斜视更快(见图 4a),即表现出了直视的探测优势。搜索阶段主要反映在注意的引导下对目标刺激的搜索。对该阶段的搜索路径和分心项数量分析发现,搜索直视需要的搜索路径显著比斜视短,并且需要排查的分心项数量也比斜视少。这两个眼动指标主要反映的是注意对搜索的影响。搜索路径短以及分心项数量少表明注意能够被快速引导至目标刺激所在的位置,说明直视比斜视吸引了更多的注意。这一结果与以往研究结果一致。此外,值得注意的是,对两种注视方向的搜索差异不仅表现在了搜索路径和分心项数量上,还表现在分心项的平均注视时间(见图 5b)上。直视条件下,分心项的平均注视时间快于斜视。分心项的平均注视时间反映的是对分心项的匹配加工,因此说明在直视条件下对刺激项的匹配加工快于斜视。Malcolm 和 Henderson (2009)的研究发现,目标刺激的表征越具体在搜索中对刺

激项的匹配加工就越容易。而作为一种典型的注视方向,对直视的记忆比斜视更容易(Daury, 2009; Farroni et al., 2007; Mason et al., 2004; Smith et al., 2006)势必会使得对其的表征更具体更清晰,从而导致直视条件下对刺激项的匹配加工比斜视更容易更快。因此我们认为,对直视目标刺激的表征比斜视更具体更清晰可能是导致直视条件下匹配加工更快的原因。如上所述,通过对搜索阶段眼动指标的分析我们证实在视觉搜索任务中对直视的探测优势来自于两方面的原因:一方面是直视比斜视吸引了更多的注意;另一方面是目标刺激为直视时对刺激项的匹配加工比目标刺激为斜视时更容易,而直视在匹配加工上的优势可能跟直视更容易记忆和表征有关。

直视的探测优势也表现在了反应阶段。由于反应阶段主要反映的是对目标刺激的匹配确认加工,而这一加工与搜索阶段的对分心项的排除加工是类似的。只不过搜索阶段对分心刺激的匹配加工的结果是拒绝,而反应阶段对目标刺激的匹配加工的结果是接受。因此,由搜索阶段结果所得出的直视条件下对刺激项匹配加工更快的结论可以部分解释该阶段的直视加工优势,但并不能完全解释在反应阶段对直视的加工时间快于斜视这一结果。因为在本研究中反应阶段包含了两个加工过程:一是对目标刺激的确认,二是按键响应。本研究的实验设计不能把这两个加工过程很好的区分开来。所以,尽管我们能够通过搜索阶段的结果得出“对直视目标刺激的确认加工比斜视快”这一推论。但并不能确定按键响应是否也对反应阶段的直视加工优势有贡献。因此,有待于以后研究对反应阶段两个加工过程的有效区分以及对直视在该阶段加工优势原因的深入探讨。

此外,研究结果还发现头的朝向会影响对注视方向的探测加工。反应时分析显示,在头为侧面的条件下对直视的探测反应时比斜视快,这与以往研究一致(Doi et al., 2009b; Doi & Ueda, 2007; Senju et al., 2005),在正面条件下二者没有差异(见图 2a),这重复了 Conty 等(2006)的研究结果。眼动分析发现,头的朝向对注视探测的影响仅仅表现在了搜索阶段(见图 4c)。在侧面条件下直视的搜索时间显著快于斜视,而在正面条件下对直视的搜索时间却显著慢于斜视。为什么在正面条件下对斜视的搜索反而比直视更快呢?分析其原因可能有以下两种:第一,头的方向与注视方向的不一致可能会强调眼睛

注视的意图性(Conty et al., 2006),而这种不寻常的眼睛注视方向可能会吸引更多的注意,使得正面条件下,对斜视的搜索比直视快。第二,正面条件下被试可能采用了基于刺激特征的搜索策略(Senju et al., 2008)。头与注视方向的不一致使得正面斜视的眼黑和眼白形成了强烈的对比,具有突出的物理特征(Kobayashi & Kohshima, 2001),而被试可能正是依据眼白这一突出的刺激特征来快速加工斜视,从而导致其搜索更快。此外,对搜索阶段的搜索路径、分心项数量以及分心项平均注视时间的分析发现,在正面条件下,斜视的搜索路径比直视短并且分心项数量也比直视少,但是斜视在分心项的平均注视时间上却并没有比直视快。搜索路径和分心项数量主要反映目标刺激对注意的吸引,分心项的平均注视时间则主要反映对分心项的匹配加工。这说明在正面条件下头的朝向提高了斜视对注意的吸引但并没有促进其对分心项的匹配加工。

值得注意的是,以往的部分研究在头为正面的条件下发现了直视的探测反应时也快于斜视。(Doi et al., 2009a; Senju et al., 2005; Senju et al., 2008; von Grünau & Anston, 1995),这与我们当前的行为研究结果以及 Conty 等(2006)的研究结果不一致。我们认为造成不一致结果的原因可能有以下三种:其一,分心刺激设置上的不同可能导致了研究结果的不一致。在 von Grünau 和 Anston (1995)、Senju 等(2005)和 Senju 等(2008)的研究中采用的是混合的分心刺激设置,即在目标刺激为直视时,分心刺激只有斜视(朝左和朝右),而目标刺激为斜视的时,分心刺激既有直视也有斜视(朝左或者朝右),这样不对等的分心刺激设置可能会导致研究结果的不真实。在目标刺激为斜视时,由于斜视的分心刺激与斜视的目标刺激具有相同的类别特征,这可能会增加探测的难度使得反应时间延长;而在目标刺激为直视时,两种斜视(朝左、朝右)分心刺激在朝向上的抵消可能会突出直视两眼对称的特征,从而易化对其的探测反应。而本研究 and Conty 等(2006)的研究中则采用了单一的分心刺激设置,即目标刺激为直视时,要么分心刺激为朝右的斜视要么为朝左的斜视;分心刺激为直视时,目标刺激要么为朝右的斜视要么为朝左的斜视。其二,实验材料上的差异。本研究和 Conty 等(2006)的研究都采用的是真实的眼睛图片为实验材料,然而在 von Grünau 和 Anston (1995) 以及 Senju 等(2005, 实验三)的研究中采用的是绘画眼睛图片,在他们的刺激图片中直

视眼睛图片上的高亮点非常明显,这种无关的突出特征可能会易化对直视的探测加工,从而影响研究结果。其三,头和眼睛偏转角度的差异。在本研究中,头和眼睛都分别为 0° 和向左或向右偏转 30° ,而在 Doi 等(2009a)的研究中,头和眼睛都分别为 0° 和向左或向右偏转 15° 。眼睛和头的偏转角度的大小会影响对注视方向的判断(Todorović, 2009)。比较小的偏转角度可能会使得在正面条件下对斜视的判断更难,而对直视不会有影响,因此在 Doi 等(2009a)的研究中直视的探测优势依然存在。

如上所述,头的朝向对注视方向探测的影响主要表现为头与注视方向的不一致易化了对注视方向的搜索。在正面条件下,头朝向与注视方向的不一致易化了对斜视的加工,而在侧面条件下,头朝向与注视方向的不一致易化了对直视的加工,因此在正面条件下头的朝向干扰了直视的探测优势,而在侧面条件下则促进了直视的探测优势。虽然受到头朝向的影响,本研究和 Conty 等(2006)的研究都没有在行为反应时发现正面条件存在直视的探测优势,但通过眼动分析发现头的朝向仅仅影响了对直视的搜索优势,并没有影响对直视的确认优势,在反应阶段正面条件下依然存在直视的加工优势。之所以在行为反应时上观察不到正面条件下的直视探测优势,是因为头的朝向导致搜索阶段出现了斜视优势而这正好与反应阶段的直视优势相抵消,从而表现为正面条件下二者在行为反应时上没有差异。这说明头朝向对注视探测的影响是有限的,仅仅影响了直视的部分易化作用,并没有完全抵消对直视的加工优势。

5 结论

本研究结果表明,“人群中的凝视效应”表现为对直视的搜索加工优势和对直视的确认加工优势的共同作用,并且除直视更吸引注意之外,对分心项的匹配加工更容易也是直视探测优势产生的原因之一。而直视条件下对分心项的匹配优势主要跟直视的记忆更容易和表征更具体有关;头的朝向会影响对注视的探测,但这种影响是有限的,头的朝向仅仅影响了对注视方向的搜索并没有影响对其的确认加工。

参 考 文 献

- CaStelhano, M. S., Pollatsek, A., & Cave, K. R. (2008). Typicality aids search for an unspecified target, but only in identification and not in attentional guidance. *Psychonomic*

- Bulletin & Review*, 15(4), 795–801.
- Conty, L., N'Diaye, K., Tijus, C., & George, N. (2007). When eye creates the contact! ERP evidence for early dissociation between direct and averted gaze motion processing. *Neuropsychologia*, 45(13), 3024–3037.
- Conty, L., Tijus, C., Hugueville, L., Coelho, E., & George, N. (2006). Searching for asymmetries in the detection of gaze contact versus averted gaze under different head views: A behavioural study. *Spatial Vision*, 19(6), 529–545.
- Daury, N. (2009). Gaze direction influences awareness in recognition memory for faces after intentional learning. *Percept Mot Skills*, 109(1), 224–234.
- Doi, H., & Ueda, K. (2007). Searching for a perceived stare in the crowd. *Perception*, 36(5), 773–780.
- Doi, H., Ueda, K., & Shinohara, K. (2009a). Relational property between head and eye regions is the primary determinant of the efficiency in search for a deviant gaze. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology (Colchester)*, 62(9), 1723–1737.
- Doi, H., Ueda, K., & Shinohara, K. (2009b). Neural correlates of the stare-in-the-crowd effect. *Neuropsychologia*, 47(4), 1053–1060.
- Ellsworth, P., & Carlsmith, J. M. (1973). Eye contact and gaze aversion in an aggressive encounter. *Journal of Personality and Social Psychology*, 28(2), 280–292.
- Farroni, T., Massaccesi, S., Menon, E., & Johnson, M. H. (2007). Direct gaze modulates face recognition in young infants. *Cognition*, 102(3), 396–404.
- Ghorashi, S. M. S., Zuvic, S. M., Visser, T. A. W., & Di Lollo, V. (2003). Focal distraction: spatial shifts of attentional focus are not required for contingent capture. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 29(1), 78–91.
- Kleinke, C. L. (1986). Gaze and eye contact: A research review. *Psychological Bulletin*, 100(1), 78–100.
- Kobayashi, H., & Kohshima, S. (2001). Unique morphology of the human eye and its adaptive meaning: Comparative studies on external morphology of the primate eye. *Journal of Human Evolution*, 40(5), 419–435.
- Langton, S. R. H. (2000). The mutual influence of gaze and head orientation in the analysis of social attention direction. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 53(3), 825–845.
- Langton, S. R. H., Honeyman, H., & Tessler, E. (2004). The influence of head contour and nose angle on the perception of eye-gaze direction. *Perception & Psychophysics*, 66(5), 752–771.
- Malcolm, G. L., & Henderson, J. M. (2009). The effects of target template specificity on visual search in real-world scenes: Evidence from eye movements. *Journal of Vision*, 9(11), 1–13.
- Mason, M. F., Hood, B. M., & Macrae, C. N. (2004). Look into my eyes: Gaze direction and person memory. *Memory*, 12(5), 637–643.
- Pageler, N. M., Menon, V., Merin, N. M., Eliez, S., Brown, W. E., & Reiss, A. L. (2003). Effect of head orientation on gaze processing in fusiform gyrus and superior temporal sulcus. *Neuroimage*, 20(1), 318–329.
- Ricciardelli, P., & Driver, J. (2008). Effects of head orientation on gaze perception: How positive congruency effects can be reversed. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology (Colchester)*, 61(3), 491–504.
- Senju, A., & Hasegawa, T. (2005). Direct gaze captures visuospatial attention. *Visual cognition*, 12(1), 127–144.
- Senju, A., Hasegawa, T., & Tojo, Y. (2005). Does perceived direct gaze boost detection in adults and children with and without autism? The stare-in-the-crowd effect revisited. *Visual cognition*, 12(8), 1474–1496.
- Senju, A., Kikuchi, Y., Hasegawa, T., Tojo, Y., & Osanai, H. (2008). Is anyone looking at me? Direct gaze detection in children with and without autism. *Brain Cogn*, 67(2), 127–139.
- Shen, J., Reingold, E. M., & Pomplun, M. (2000). Distractor ratio influences patterns of eye movements during visual search. *Perception*, 29(2), 241–250.
- Smith, A. D., Hood, B. M., & Hector, K. (2006). Eye remember you two: Gaze direction modulates face recognition in a developmental study. *Developmental Science*, 9(5), 465–472.
- Todorović, D. (2009). The effect of face eccentricity on the perception of gaze direction. *Perception*, 38(1), 109–132.
- von Grünau, M., & Anston, C. (1995). The detection of gaze direction: A stare-in-the-crowd effect. *Perception*, 24, 1297–1313.
- Wirth, J. H., Sacco, D. F., Hugenberg, K., & Williams, K. D. (2010). Eye gaze as relational evaluation: Averted eye gaze leads to feelings of ostracism and relational devaluation. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 36(7), 869–882.
- Wolfe, J. M. (1994). Guided Search 2.0: A revised model of visual search. *Psychonomic Bulletin & Review*, 1(2), 202–238.

The Detection Superiority of Perceived Direct Gaze in Visual Search Task: Evidence from Eye Movements

HU Zhong-Hua¹; ZHAO Guang¹; LIU Qiang¹; LI Hong^{1,2}

(¹ Key Laboratory of Cognition and Personality, Ministry of Education, School of Psychology, Southwest University,
Chongqing 400715, China)

(² Research Center of Psychological Development and Education, Liaoning Normal University, Dalian 116029, China)

Abstract

Previous studies have reported that a straight gaze target embedded in averted gaze distracters was detected faster and more accurate than an averted gaze target among straight gaze distracters. The phenomenon of detection superiority of perceived direct gaze was termed as “the stare-in-the-crowd effect”. “The stare-in-the-crowd effect” could be explained as that a straight gaze captures visual-spatial attention more effectively than an averted gaze. However, it is also possible that the stimulus items matching process under the direct gaze condition is faster and easier than that under the averted gaze condition. This explanation has not been tested in previous studies.

In addition, head orientation was found to be able to affect the detection of gaze direction. However, it is not clear how head orientation affects the detection of gaze direction. In view of this, we used eye tracking approach and divided the detection of gaze direction into three behavioral epochs: the preparation, search and response epoch. To investigate: (1) in which epoch the detection advantage of the direct gaze occurred, and whether the more effectiveness of stimulus items matching process under the direct gaze condition contributed to the stare-in-the-crowd effect, along with the capture visual-spatial attention of direct gaze. (2) How head orientation affected the detection of gaze direction, and in which visual search epoch this effect was mainly manifested.

We used a visual search task. The experiment consisted of two factors: gaze direction (direct gaze; averted gaze) and head orientation (frontal head; deviated head). Subjects were instructed to detect as accurately and quickly as possible whether the target gaze direction was present or not. Sixteen volunteers participated in the experiment (6 males and 10 females).

Behavioral results showed that the direct gaze targets were detected more rapidly and accurately than the averted gaze targets; Eye movement analysis found: the detection advantage of direct gaze mainly occurred in the search and response epochs; the effect of head orientation on detection of gaze direction was only manifested in search epoch; the direct gaze targets were detected more rapidly than the averted gaze targets in deviated head condition and the direct gaze targets were detected more slowly than the averted gaze targets in the frontal head condition.

The results showed that the detection advantage for direct gaze occurred in both the search and response epochs. The superiority of direct gaze was due to both the more effective capture of visual-spatial attention and the more effectiveness of stimulus items matching process in direct gaze. In addition, the effect of head orientation on the detection of gaze direction was limited, head orientation only affected the search process of gaze direction, but not the confirm process of targets.

Key words the stare-in-the-crowd effect; gaze direction; head orientation; captures attention; matching process; the search epoch; the response epoch