

“路怒症”发生的生理心理机制

袁佳雯, 江琦

西南大学心理学部, 重庆
Email: 1229789194@qq.com

收稿日期: 2020年10月16日; 录用日期: 2020年11月6日; 发布日期: 2020年11月13日

摘要

“路怒症”是汽车时代的一种普遍社会现象,对道路交通安全具有重要影响。通过对相关研究进行梳理,“路怒症”的生理机制为高生理唤醒水平和大脑皮层高级功能区抑制所致,根据不同理论审视心理机制,“路怒症”可能为状态-特质愤怒、挫折情境以及两者交互作用所影响。在此基础上综合生理指标设计辅助系统和心理治疗方法进行有效干预。未来研究仍需要创新科学研究方法,关注抑制该现象的综合干预。

关键词

“路怒症”, 驾驶愤怒, 生理机制, 心理机制

The Physiological and Psychological Mechanism of Road Rage

Jiawen Yuan, Qi Jiang

Department of Psychology, Southwest University, Chongqing
Email: 1229789194@qq.com

Received: Oct. 16th, 2020; accepted: Nov. 6th, 2020; published: Nov. 13th, 2020

Abstract

Road rage is a common social phenomenon in the automobile age and has an important impact on road traffic safety. Through sorting out related researches, the physiological mechanism of road rage is caused by high physiological arousal level and the inhibition of advanced functional areas of the cerebral cortex. Looking at the psychological mechanism according to different theories,

road rage may be affected by the state-trait anger, frustration situation, and the interaction of the two. On this basis, comprehensive physiological indicators design auxiliary systems and psychological treatment methods for effective intervention. Future research still needs to innovate scientific research methods and focus on comprehensive interventions to suppress this phenomenon.

Keywords

Road Rage, Driving Anger, Physiological Mechanism, Psychological Mechanism

Copyright © 2020 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

“路怒症”顾名思义是汽车驾驶员带着愤怒情绪驾驶汽车,具体表现为粗鄙的手势、言语侮辱、故意用不安全或威胁安全的方式驾驶车辆,或实施威胁(Deffenbacher, Lynch, Oetting, & Swaim, 2002)。在美国一项 9282 名司机的调查报告中,有 5%~7%是“路怒症”的肇事者(NHTSA, 2007)。在我国,2014 年中科院的《城市拥堵与司机驾驶焦虑调研》报告中也显示超 35%受访驾驶人认为自己是“路怒族”。采用修订后的中文版的 19 项驾驶愤怒量表调查了 132 名职业驾驶员,数据分析出驾驶员在中国产生了四类引起怒气的情况:不礼貌,交通阻塞,非法驾驶和缓慢驾驶(Liu, Lu, Feng et al., 2016)。调查结果表明 270 名司机中有 89%的人承认在遭遇交通堵塞、他人粗鲁行为等道路环境时偶尔会有侵犯他人的行为,比如追逐其他汽车,表示对其他司机的敌意,或发出号角以表示对其他司机的恼怒(Liu, Lu, Fen et al., 2016)。所以“路怒症”发生率高,是预测道路危险驾驶的主要因素之一。研究者通过采用实验诱导法发现愤怒情绪影响驾驶行为(钟铭恩,洪汉池,袁志群,2011),现有采用汽车驾驶模拟器的研究也发现愤怒会降低驾驶性能(Stephens, Trawley, Madigan et al., 2013),也就是说驾驶时的愤怒可能会对注意力、知觉、信息处理和运动表现产生足够的干扰,从而导致驾驶性能的严重下降,直接或间接地提高发生事故的可能性,并且与其他干扰类型相比,例如身体分心和认知分心等,愤怒会导致驾驶性能下降的程度更多,甚至更多驾驶愤怒(Sterkenburg & Jeon, 2020)。由此可见,“路怒症”作为世界范围内道路交通驾驶的通病,是与危险行为驾驶相关的一个重要因素,而且易导致更高的交通事故发生率(Precht, Keinath, & Krems, 2017)。因此努力理解“路怒症”的发生机制并进行有效干预具有十分重要的现实意义。尽管研究者们已围绕着汽车驾驶愤怒的现状、表现和影响因素等方面进行了初步探索,但是缺乏对“路怒症”的发生机制的梳理,这在一定程度上制约了“路怒症”的科学干预与未来研究。基于此,本文从生理和心理两个角度出发对“路怒症”的发生机制进行系统的梳理,以期对未来研究和干预方案提供启示。

2. “路怒症”的定义

“路怒症”的定义从道路交通角度看,上个世纪 90 年代美国国家公路交通安全管理局将路怒定义为司机对其他驾驶员采取危害他人的不安全驾驶行为。从心理学角度看,不同的是其更多的关注“路怒症”所产生的愤怒情绪。比如在 1994 年提出的“路怒症”是在状态-特质理论框架中发展出来的,它把“路怒症”概念化为一种与特质愤怒相关的人格特质(Deffenbacher, Oetting, & Lynch, 1994),但相对于特质愤怒反映在各种情况下更频繁和更强烈地体验愤怒的广泛倾向(Spielberger, 1988)而言,“路怒症”是一种

更窄的、更多的情境或语境约束的愤怒。因此在最初研究中“路怒症”也被定义为驾驶汽车时体验到更频繁、更强烈的愤怒情绪。然而该定义更多的强调特质性和稳定性, 而忽略了特定情境诱发的状态愤怒对其影响。所以又有研究者将“路怒症”定义为一种特定情境的情绪结构, 由开车时发生的与愤怒相关的感觉和想法组成(Nesbit, Conger, & Conger, 2007)。其定义则是根据特定的情境, 强调了此时此地情境产生的情绪的影响, 突出情绪状况的作用, 另一方面却忽略了行为表现。正如上述所言, “路怒症”的定义不同, 其影响机制也会存在差异, 所以从单一角度对其进行定义是不全面的。综合上述定义, 本文认为“路怒症”不只包含愤怒情绪, 还包含在特定情境下, 产生的愤怒情绪并且在道路交通上表现出不当危险行为。

3. “路怒症”的生理基础

带着愤怒驾驶的司机体验的核心是高情绪和生理唤醒水平。而愤怒总是伴随着生理上的反应, 其中标志性的反应就是自主神经的激活, 包括肌肉紧张状态, 心率, 呼吸加快与血压的升高(Deffenbacher, Oetting, Thwaites et al., 1996), 愤怒可能通过增加生理唤醒而影响驾驶性能(Deffenbacher, Lynch, Oetting, & Swaim, 2002)。驾驶人在驾驶过程中不断地感知外界的信息, 这些特定激怒情境信息传入大脑的中枢神经系统, 在中枢神经系统经过一系列复杂的信息认知加工过程, 并产生愤怒情绪, 对驾驶人的正常行为决策产生一定的影响, 导致驾驶性能的下降(Dahlen, Martin, Ragan et al., 2005)。另外一方面, 司机在面对交通堵塞、其他人不友好的驾驶行为等交通环境时, 自身时间、工作等方面的压力加上迎面的迫近运动目标激发了人身体的战斗或逃跑反应(Davis & Whalen, 2001), 引发一系列的生理反应, 进入警觉状态, 以应对可能的危险。同时司机的压力和愤怒情绪也会改变精神状态, 大脑皮层高级功能区域被抑制, 使人失去理性、失控, 容易被激怒, 做出不理智决策, 引发暴力驾驶行为(Abdu, Shinar, & Meiran, 2012)。但是愤怒对驾驶员状况意识的影响, 目前的研究没有直接测量(Jeon, Walker, & Gable, 2015)。

由于汽车提供的生理障碍所对应司机的匿名性(Ellison-Potter, Bell, & Deffenbacher, 2010), 所以针对实际交通环境中的驾驶愤怒的生理指标的研究也是非常重要的。研究者开发了一个身体传感器网络来收集 θ 中的平均功率谱(θ), δ , α 和 β 波以及 EDA, 通过 Logistic 回归来识别驾驶过程中的情绪状态, 包括疲劳和压力(Rebolledo-Mendez, Reyes, Paszkowicz et al., 2014)。通过汽车驾驶模拟装置, 开发生理检测装置, 比如在中国武汉进行道路真实情景实验, 通过显著性分析, 确定心率、皮肤电导、呼吸频率、 θ 相对能量谱和脑电图 β 谱带五个生理特征是驾驶愤怒识别的有效方法, 根据 ROC 操作特性曲线分析确定的五个特征的最优阈值, 提出了识别驾驶愤怒的线性判别模型, 为开发基于生理特征的驾驶愤怒检测装置提供了理论依据(Wan, Wu, Lin, & Ma, 2017)。另外在模拟驾驶情景实验研究通过事件相关电位记录驾驶员的内部生理数据, 结果发现愤怒影响驾驶的表现和注意力, 引起横向变化增加, 同时降低视觉 N1 峰值的幅度(Techer, Jallais, Fort, & Corson, 2015)。以上研究在以后检测驾驶员的内部状态提供了相对应的帮助。我们可以发现以往研究更多的是用情境报告或者调查问卷方法探讨“路怒症”, 但是近几年随着生理技术的发展, 各种技术的研究可以更为深入的从多个方面多角度系统研究, 比如研究“路怒症”发生时肾上腺素的变化, 以及采用 EEG 和事件相关电位的技术研究神经电生理变化, 有利于探讨“路怒症”的内质问题。

4. “路怒症”的心理机制

“路怒症”作为近年来研究者广泛关注的一个新兴话题, 除了生理机制的探讨, 心理机制的作用也引起了许多学者的兴趣, 本部分从不同的理论出发(状态-特质理论、一般攻击模型和挫折-攻击理论), 对“路怒症”的心理作用机制进行分析和阐述, 以期帮助人们更为深入、系统地理解“路怒症”的产生过程。

4.1. 状态 - 特质理论

状态 - 特质理论首先由 *Cattell 等人(1961)*提出, 该理论认为, 情感体验可以通过两种方式表现: 个体可能经历一种情绪, 或者是一种短暂的情绪状态(标记为“状态”), 或者是一种更慢性、更稳定的人格维度(“特质”)。根据 *Spielberger (1988)*的愤怒理论, 从特质和状态两个角度对愤怒进行描述。状态愤怒是指个人在特定事件面前所经历的愤怒情绪。特质愤怒则被描述为一种性格特征, 其特征是倾向于频繁体验愤怒。并且特质水平的情绪(即愤怒)可以预测状态、情绪的觉醒和行为的增加。由此可见该理论可以解释开车时个体不同的愤怒情绪水平会影响汽车驾驶攻击性行为的出现。另外研究者也认为驾驶愤怒是愤怒的情境具体化表现, 既包含特质也包含了状态成分(*Deffenbacher, Oetting, Thwaites et al., 1996*)。愤怒的倾向是预测攻击性驾驶的重要因素, 在此理论基础上“路怒症”是由特定情境下产生的状态愤怒还是由于本身的特质愤怒情绪主导的仍然是有待探讨。根据元分析结果认为特质愤怒可以存在而不与驾驶愤怒联系在一起, 但是另一方面驾驶愤怒可能是特质愤怒的结果(*Bogdan, Mairean, & Havarneanu, 2016*)。所以可以认为有时候的驾驶愤怒, 可能是特定情境下状态愤怒情绪引发的“路怒症”。

4.2. 挫折 - 攻击理论

挫折 - 攻击理论(*Dollard et al., 1939*), 也称挫折 - 攻击假说, 认为挫折与攻击行为之间存在着因果关系, 以挫折为前提条件, 攻击是挫折的后果。挫折 - 攻击理论强调了环境在攻击行为发生过程中的作用。基于此理论假设, 驾驶前进道路受阻(拥堵、鸣喇叭等)诱发挫折情绪, 易产生攻击性驾驶的后果(*Fitzpatrick, Samuel, & Knodler, 2017*)。研究也证明, 驾驶员在经历他人驾驶时的冒险行为, 如超速和鲁莽的驾驶产生的冲突情境时更容易产生汽车驾驶愤怒, 易频繁出现攻击性驾驶行为(*Abdu, Shinar, & Meiran, 2012*)。挫折 - 攻击理论可以直观的解释“路怒症”由挫败感而产生, 但是也存在明显的缺陷, 如过于强调交通受阻情境产生的挫折感, 忽略了驾驶员的认知和人格的影响, 正如驾驶员生活中产生的压力、焦虑情绪也会加强汽车驾驶愤怒(*Dula, Adams, Miesner, & Leonard, 2010*)。

4.3. 一般攻击模型

一般攻击模型(*Bushman & Anderson, 2002*)关注特定情境下攻击行为的发生过程, 从三个方面对攻击行为的产生进行了阐述, 即输入变量、过程和结果。输入变量包括个体因素和情境因素。个体因素包括人格特征(如, 特质、信念、态度、价值观、长期目标等)和生理素质(如, 基因、激素等); 情境是当前情境中触发或抑制攻击行为的各种条件, 包括攻击性线索、挑衅、挫折、疼痛与不适、酒精或药物、诱因等。过程输入变量通过改变个体的内在状态而影响最终的行为结果, 内在状态包括认知、情绪和唤醒水平三个过程, 相互作用。根据这一理论, 我们认为“路怒症”的发生是由个体因素和情境因素共同作用的结果, 内部状态的生理唤醒和对情境不恰当的认知评价水平(比如敌意认知)的情况下, 通常导致攻击性驾驶, 比如具有特质愤怒的个体在他人的鲁莽驾驶或者交通拥挤等不利的交通环境下更容易发生“路怒症”倾向(*Blankenship, Nesbit, Sundé, & Murray, 2013; Albentosa, Stephens, & Sullman, 2018*)。所以根据这一模型, 我们认为个人特定的倾向性和情境性因素才能够产生生理唤醒和愤怒情绪相结合, 导致汽车驾驶员进一步产生具体的有意识的敌意性评价和攻击性驾驶行为。但是一般攻击模型考察的都是攻击行为发生过程中的自动化过程, 忽略了个体的主观能动性在攻击行为发生过程中的作用, 如对他人行为的敌意归因的影响(*Britt & Garrity, 2006*), 如果个体的自我控制能力强, 可以避免发生攻击性驾驶行为。

5. “路怒症”的干预

考虑到驾驶愤怒与事故风险的密切相关性, 它对公共安全构成了严重威胁。因此, 针对减少驾驶愤

怒的治疗方案和干预策略是必要的。

首先从交通工程学角度, 针对“路怒症”的干预分为软干预和硬干预两种形式。从软干预来说, 可以根据反映在 ROC 曲线上的转折点来确定驾驶愤怒过渡状态的具体生理特征范围, 基于最优阈值和生理特征的过渡范围, 当某一生理特征的值接近于最优的愤怒状态阈值时, 多模态情感汽车接口可以采取释放放松音乐或人机交互等软干预(Wan, Wu, Lin, & Ma, 2017)。有研究者提出基于语音的干预措施也可以减轻驾驶者的愤怒并提高道路安全性, 发现正面和负面评论都可以减少愤怒状态, 并改善驾驶性能, 提高道路安全性(Li, Zhang, Zhang et al., 2020)。此外, 包括对驾驶环境的描述和对驾驶员的评论的正面评价比负面评论干预更为有效, 此结果可为驾驶行为干预的车载智能语音的设计提供实际意义。另一方面, 与基于某一生理特征的最优阈值和语音的软干预不同, 在高级驾驶辅助系统中, 当使用综合判别模型检测驾驶愤怒时, 应由机器进行一些硬干预, 包括方向盘或加速度/制动踏板助力或控制(Tsuchida, Tokoro, Fujinami, & Usami, 2007)。所以说识别驾驶愤怒模型这些结果对于司机培训和交通管理部门的预防技术和政策制定更为有用。有研究认为愤怒可能会对警报网络效率产生积极影响(Techer, Jallais, Fort, & Corson, 2015), 因此在驾驶时使用提供警报提示的先进驾驶辅助系统时可能会很有用。

另外还可以从心理治疗角度, 利用心理治疗技术对司机驾驶员进行愤怒管理培训的方式。比如研究者选取出租车司机进行对照干预, 发现在干预效果上, 正念认知团体训练优于认知行为团体治疗来降低驾驶愤怒和攻击性驾驶和增加驾驶愤怒的适应性行为表达(Kazemeini, Ghanbari-E-Hashem-Abadi, & Sa-farzadeh, 2013)。通过对 306 位驾驶员问卷调查的结果也发现正念训练可能为倾向于驾驶愤怒和攻击驾驶的司机提供有希望的干预(Stephens, Koppel, Young et al., 2018)。通过对 54 名男性公交车司机对比认知干预和宽恕干预在驾驶时减少愤怒和攻击性表情的效果, 结果显示认知和宽恕干预均导致驾驶愤怒和身体攻击性表达行为指标显著降低, 并且导致驾驶愤怒的适应表达和控制愤怒的能力显著提高。并且认知干预组尤其是在交通阻塞因素的愤怒以及消极的认知策略方面的改善优于宽恕干预组(Feng, Zhan, Ma et al., 2018)。

由此可见提供对愤怒的更全面了解, 并根据生理指标协助制定干预策略以消除怒气的不利影响, 利用正念技术、自我控制训练、宽恕(Fredrickson & Joiner, 2002; Denson, 2015)等角度学会管理愤怒情绪, 从内部本身预防“路怒症”具有一定的意义。

6. 研究展望

近年来, “路怒症”受到了越来越多研究者的关注, 并且取得了许多有价值的研究结果, 比如吴超仲和雷虎(2010)及冯忠祥等人(2016)对汽车驾驶愤怒情绪的研究现状与展望进行详细讨论, 促进对驾驶愤怒的理解, 但“路怒症”心理和生理机制也较为复杂, 同时受多重因素的影响, 相关对路怒的研究和干预技术的发展也变得尤为重要, 对此还需进一步的分析和探讨, 未来对“路怒症”研究中仍有以下问题需要思考和探讨。

1) 早期已有的研究更多地将“路怒症”定义为与特质愤怒相关, 但是愤怒与攻击驾驶行为之间的关系是基于个体特质还是针对交通情况而有所不同。例如有研究者发现愤怒与攻击驾驶行为之间存在正相关关系, 并且对于特质愤怒使得这种关系更强(Bogdan, Mairean, & Havarneanu, 2016), 相反另外有研究者提出对于驾驶愤怒的研究应专注于特定的情绪状态——愤怒(Jeon, Walker, & Yim, 2014)。所以特质愤怒和状态愤怒对其“路怒症”的影响及心理活动过程是怎样的, 是否有差异?

2) 根据理论模型认为, 由愤怒转为攻击行为的过程会因个性因素而受到影响, 许多研究都集中在驾驶员的人格特征以及这些特征如何促使驾驶员倾向于进行攻击性行为方面而言。但是个体间由愤怒到攻击行为的差异的研究相对较少, 未来的研究中应深入了解愤怒到行为个体差异机制, 需要对状态引发愤

怒进行进一步的研究。

3) 从已有的技术层面来讲,对“路怒症”的研究还缺乏足够的神经生理方面证据,未来在这方面的研究应该着重利用先进的技术方法进行研究,不断更新诱导和操作情绪的方法,除了自我报告外,考虑使用更为客观的交通事故测量方法,考虑其他诱导方法,比如使用生理传感器和神经人体工程学设备来检验驾驶员的状态,为预防和减少“路怒症”的发生提供更加科学有效的证据。

4) 另外在进行干预之外,应该进一步地研究如何对驾驶员的培训,以及在特殊的驾驶职业的选拔签约方面更多注意驾驶员的内部特征方面的考察,以减少“路怒症”的发生率。

参考文献

- 冯忠祥, 雷叶维, 张卫华, 王锐(2016). 汽车驾驶愤怒研究进展. *中国安全科学学报*, 26(1), 15-21.
- 吴超仲, 雷虎(2010). 汽车驾驶愤怒情绪研究现状与展望. *中国安全科学学报*, 20(7), 3-8.
- 钟铭恩, 洪汉池, 袁志群(2011). 愤怒情绪对驾驶行为影响的实验. *重庆理工大学学报: 自然科学版*, 37(10), 10-15.
- Abdu, R., Shinar, D., & Meiran, N. (2012). Situational (State) Anger and Driving. *Transportation Research Part F Psychology & Behaviour*, 15, 575-580. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2012.05.007>
- Albentosa, J., Stephens, A. N., & Sullman, M. J. M. (2018). Driver Anger in France: The Relationships between Sex, Gender Roles, Trait and State Driving Anger and Appraisals Made While Driving. *Transportation Research Part F Traffic Psychology and Behaviour*, 52, 127-137. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2017.11.019>
- Blankenship, K. L., Nesbit, S. M., & Murray, R. A. (2013). Driving Anger and Metacognition: The Role of Thought Confidence on Anger and Aggressive Driving Intentions. *Aggressive Behavior*, 39, 323-334. <https://doi.org/10.1002/ab.21484>
- Bogdan, S. R., Mairean, C., & Havarneanu, C. E. (2016). A Meta-Analysis of the Association between Anger and Aggressive Driving. *Transportation Research Part F Traffic Psychology & Behaviour*, 42, 350-364. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.05.009>
- Britt, T. W., & Garrity, M. J. (2006). Attributions and Personality as Predictors of the Road Rage Response. *British Journal of Social Psychology*, 45, 127-147. <https://doi.org/10.1348/014466605X41355>
- Bushman, B. J., & Anderson, C. A. (2002). Violent Video Games and Hostile Expectations: A Test of the General Aggression Model. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 28, 1679-1686. <https://doi.org/10.1177/014616702237649>
- Cattell, Raymond, B. S., Ivan, H., & Jackson, D. D. (1961). The Meaning and Measurement of Neuroticism and Anxiety. *Journal of Nervous & Mental Disease*, 135, 370. <https://doi.org/10.1097/00005053-196210000-00013>
- Dahlen, E. R., Martin, R. C., Ragan, K., & Kuhlman, M. M. (2005). Driving Anger, Sensation Seeking, Impulsiveness, and Boredom Proneness in the Prediction of Unsafe Driving. *Accident Analysis & Prevention*, 37, 341-348. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2004.10.006>
- Davis, M., & Whalen, P. J. (2001). The Amygdala: Vigilance and Emotion. *Molecular Psychiatry*, 6, 13-34. <https://doi.org/10.1038/sj.mp.4000812>
- Deffenbacher, J. L., Lynch, R. S., Oetting, E. R., & Swaim, R. C. (2002). The Driving Anger Expression Inventory: A Measure of How People Express Their Anger on the Road. *Behaviour Research & Therapy*, 40, 717-737. [https://doi.org/10.1016/S0005-7967\(01\)00063-8](https://doi.org/10.1016/S0005-7967(01)00063-8)
- Deffenbacher, J. L., Oetting, E. R., & Lynch, R. S. (1994). Development of a Driving Anger Scale. *Psychological Reports*, 74, 83. <https://doi.org/10.2466/pr0.1994.74.1.83>
- Deffenbacher, J. L., Oetting, E. R., Thwaites, G. A. et al. (1996). State-Trait Anger Theory and the Utility of the Trait Anger Scale. *Journal of Counseling Psychology*, 43, 131-148. <https://doi.org/10.1037/0022-0167.43.2.131>
- Denson, T. F. (2015). Four Promising Psychological Interventions for Reducing Reactive Aggression. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 3, 136-141. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2015.04.003>
- Dollard, J., Doob, L. W., Miller, N. E., Mowrer, O. H., Sears, R. W., & Faris, E. (1939). Frustration and Aggression. *American Journal of Sociology*, 92, 1654-1667. <https://doi.org/10.1037/10022-000>
- Dula, C. S., Adams, C. L., Miesner, M. T., & Leonard, R. L. (2010). Examining Relationships between Anxiety and Dangerous Driving. *Accident Analysis & Prevention*, 42, 2050-2056. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.06.016>
- Ellison-Potter, P., Bell, P., & Deffenbacher, J. (2010). The Effects of Trait Driving Anger, Anonymity, and Aggressive Stimuli on Aggressive Driving Behavior. *Journal of Applied Social Psychology*, 31, 431-443. <https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.2001.tb00204.x>

- Feng, Z., Zhan, J., Ma, C., Lei, Y., Liu, J., Zhang, W. et al. (2018). Is Cognitive Intervention or Forgiveness Intervention More Effective for the Reduction of Driving Anger in Chinese Bus Drivers? *Transportation Research Part F Traffic Psychology & Behaviour*, 55, 101-113. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.02.039>
- Fitzpatrick, C. D., Samuel, S., & Knodler, M. A. (2017). The Use of a Driving Simulator to Determine How Time Pressures Impact Driver Aggressiveness. *Accident Analysis & Prevention*, 108, 131-138. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.08.017>
- Fredrickson, B. L., & Joiner, T. (2002). Positive Emotions Trigger Upward Spirals toward Emotional Well-Being. *Psychological Science*, 13, 172-175. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00431>
- Jeon, M., Walker, B. N., & Gable, T. M. (2015). The Effects of Social Interactions with In-Vehicle Agents on a Driver's Anger Level, Driving Performance, Situation Awareness, and Perceived Workload. *Applied Ergonomics*, 50, 185-199. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2015.03.015>
- Jeon, M., Walker, B. N., & Yim, J. B. (2014). Effects of Specific Emotions on Subjective Judgment, Driving Performance, and Perceived Workload. *Transportation Research Part F Psychology & Behaviour*, 24, 197-209. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2014.04.003>
- Kazemeini, T., Ghanbari-E-Hashem-Abadi, B., & Safarzadeh, A. (2013). Mindfulness Based Cognitive Group Therapy vs Cognitive Behavioral Group Therapy as a Treatment for Driving Anger and Aggression in Iranian Taxi Drivers. *Psychology*, 4, 638-644. <https://doi.org/10.4236/psych.2013.48091>
- Li, S., Zhang, T., Zhang, W., Liu, N., & Lyu, G. (2020). Effects of Speech-Based Intervention with Positive Comments on Reduction of Driver's Anger State and Perceived Workload, and Improvement of Driving Performance. *Applied Ergonomics*, 86, Article ID: 103098. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2020.103098>
- Liu, H. C., Lu, S. S., Feng, Z. X. et al. (2016). Driving Anger in China: A Case Study on Professional Drivers. *Transportation research Part F Traffic Psychology and Behaviour*, 42, 255-266.
- Nesbit, S. M., Conger, J. C., & Conger, A. J. (2007). A Quantitative Review of the Relationship between Anger and Aggressive Driving. *Aggression & Violent Behavior*, 12, 156-176. <https://doi.org/10.1016/j.avb.2006.09.003>
- NHTSA (2007). *Traffic Safety Facts 2007: A Compilation of Motor Vehicle Crash Data from the Fatality Analysis Reporting System and the General Estimates System* (pp. 32-43). Washington DC: National Highway Traffic Safety Administration.
- Precht, L., Keinath, A., & Krems, J. F. (2017). Effects of Driving Anger on Driver Behavior—Results from Naturalistic Driving Data. *Transportation Research Part F Traffic Psychology & Behaviour*, 45, 75-92. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.10.019>
- Rebolledo-Mendez, G., Reyes, A., Paszkowicz, S., Domingo, M. C., & Skrypchuk, L. (2014). Developing a Body Sensor Network to Detect Emotions during Driving. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 15, 1850-1854. <https://doi.org/10.1109/TITS.2014.2335151>
- Spielberger, C. D. (1988). *STAXI-2: State-Trait Anger Expression Inventory-2: Professional Manual*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.
- Stephens, A. N., Koppel, S., Young, K. L., Chambers, R., & Hased, C. (2018). Associations between Self-Reported Mindfulness, Driving Anger and Aggressive Driving. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 56, 149-155. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.04.011>
- Stephens, A. N., Trawley, S. L., Madigan, R., & Groeger, J. A. (2013). Drivers Display Anger-Congruent Attention to Potential Traffic Hazards. *Applied Cognitive Psychology*, 27, 178-189. <https://doi.org/10.1002/acp.2894>
- Sterkenburg, J., & Jeon, M. (2020). Impacts of Anger on Driving Performance: A Comparison to Texting and Conversation While Driving. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Article ID: 102999. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.102999>
- Techer, F., Jallais, C., Fort, A., & Corson, Y. (2015). Effects of Driver Anger State on Driving Performance and Attention. *Emotion*, 15, 276-280. <https://doi.org/10.1037/emo0000028>
- Tsuchida, J., Tokoro, S., Fujinami, H., & Usami, M. (2007). *The Advanced Sensor Fusion Algorithm for Pre-Crash Safety System*. SAE Technical Paper 2007-01-0402. <https://doi.org/10.4271/2007-01-0402>
- Wan, P., Wu, C., Lin, Y., & Ma, X. (2017). On-Road Experimental Study on Driving Anger Identification Model Based on Physiological Features by ROC Curve Analysis. *IET Intelligent Transport Systems*, 11, 290-298. <https://doi.org/10.1049/iet-its.2016.0127>