

• 研究构想(Conceptual Framework) •

医疗决策中的概率忽视：内在机制及干预^{*}

邢 采¹ 刘志飞¹ 曹福娴² 苗 萌³ 鲁宇涛¹ 丁晓彤¹ 付祝师^{1,3}

(¹中国人民大学心理学系; ²中国人民大学医院; ³中国人民大学财政金融学院, 北京 100872)

摘 要 随着人口老龄化的加剧, 医疗决策的复杂性和风险性日益增加, 尤其是对于老年人和慢性病患者。在医疗决策中, 概率忽视现象普遍存在, 即个体在医疗决策时对副作用的严重程度给予了过高关注, 而忽略了副作用发生的概率信息, 从而做出非理性决策。本研究通过聚焦医疗决策中的概率忽视, 分析其背后的情绪机制, 利用眼动技术、Mouselab 程序、多模态生理指标、情绪调节策略和经颅直流电刺激(tDCS)等方法, 检验概率忽视现象背后的认知过程, 并探究老年人和慢性病患者在医疗决策中如何受到情绪反应的影响。此外, 本研究还将探索基于大数据分析和自我知觉理论的助推策略, 通过引导患者改善情绪调节过程, 从而减少概率忽视现象, 帮助他们在医疗决策中做出更加理性和考虑全面的选择。我们期望通过一系列实证研究, 填补情绪与概率忽视现象之间关系的研究空白, 并为老年人和慢性病患者提供有效的助推干预方案, 以优化医疗决策过程并提高决策质量。

关键词 医疗决策, 概率忽视, 人口老龄化, 情绪, 助推

分类号 B849: C91

1 问题提出

医疗健康问题是重要的民生问题, 关系到国家和社会的发展。以习近平总书记为核心的党中央自党的十八大以来, 已将“保障人民健康”放在优先发展的战略地位。国务院陆续印发的《“健康中国 2030”规划纲要》、《“十三五”卫生和健康规划》、《“十四五”全民医疗保障规划》等重要文件, 彰显了国家对医疗健康事业的重视, 旨在增进民生福祉, 维护社会的和谐稳定。与此同时, 随着国民经济的发展, 我国居民对医疗健康问题的重视程度也在不断提高, 医疗保健意识日益增强。国家统计局发布的《中国统计年鉴 2024》显示, 我国居民的人均医疗保健消费支出持续增长。

医疗风险决策是每个年龄段群体都无法避免的经历。在做出医疗决策时, 我们选择某种药物、保健品或治疗方案的同时, 也意味着放弃了其他

选项, 并需承担相应的风险或代价。因此, 做出合适的决策对于个体健康保障和疾病治疗至关重要。然而, 大量研究表明, 人们在医疗决策过程中往往存在明显的偏差(Carpenter & Niedenthal, 2017; Kalichman & Coley, 1995; McNeil et al., 1982; Meyerowitz & Chaiken, 1987; O'Connor et al., 2005; Rothman et al., 1999, 2006; Ubel et al., 2005)。这些偏差可能导致个体做出不理智的决策, 进而带来严重后果。现实中, 因不恰当的医疗决策而导致延误病情、浪费金钱, 甚至付出生命代价的案例不胜枚举。

与此同时, 人口老龄化进程的加剧也给医疗保健事业带来更大的压力。最新数据显示, 截至 2024 年末, 我国 60 岁及以上人口首次突破 3 亿大关, 达到 31031 万人, 其中 75% 的人至少患有一种慢性病, 43% 的人有多病共存; 不仅如此, 我国人均预期寿命也在不断攀升, 2024 年人均预期寿命已达 79 岁(国家统计局, <https://www.stats.gov.cn/>; 国家卫生健康委员会, <https://www.nhc.gov.cn/>)。随着年龄的不断增长, 身心健康每况愈下, 老年人通常比年轻人更加频繁地面对疾病, 需要做出医

收稿日期: 2025-04-30

^{*} 国家自然科学基金面上项目(72473144)资助。

通信作者: 邢采, E-mail: cxing@ruc.edu.cn

疗决策,且决策的复杂程度和风险程度往往较高。遗憾的是,尽管相对于年轻人,医疗决策对老年人而言更为熟悉且更加重要(Moye & Marson, 2007),但他们胜任医疗决策的能力却不容乐观。现实中诸如“退休老人痴迷购买保健品,20年花费上百万”的新闻层出不穷。相比于正规的医学治疗,老年人有时似乎更青睐高价但效果有限的保健品。国家统计局艾媒数据中心(<https://data.iimedia.cn/>)显示,2017至2024年,中国保健品市场规模保持稳步增长,2025年市场规模有望达3775亿元。此外,老年人把保健品当药吃,延误病情不幸去世的新闻也屡见不鲜。这些事件和数据反映出医疗决策的复杂性和风险性,也体现出医疗决策对人民的生命健康产生的重要作用。尤其是在人口老龄化的背景下,伴随着慢性病患者的持续增加,医疗决策不仅直接关系到老年人和慢性病患者群体的生存状况,还会带来巨大的经济影响。人民健康是民族昌盛和国家富强的重要标志,本研究构想致力于在以往研究的基础上,从减少老年人及慢性病患者群体的医疗决策偏差这一现实需求出发,聚焦于医疗决策中的概率忽视现象(probability neglect)。

2 研究现状

2.1 概率权重偏差与概率忽视

经典的风险决策理论基于“无限理性”假设,并遵循期望值最大化(expectation-maximization)的核心框架。该理论认为,在决策过程中,人们会整合结果函数及其概率函数,加权计算以获得期望值或效用值,并选择期望值或效用值最大的选项(期望价值理论, expected value, EV; Bernoulli, 1954; 期望效用理论, expected utility, EU; Von Neumann & Morgenstern, 1945)。这一过程遵循补偿性(compensatory)规则,即在决策时权衡选项各属性的优劣,若某一属性存在劣势,则可用另一属性的优势加以补偿,从而综合评估各选项的整体价值(Anderson, 2003)。然而,前景理论(Prospect Theory; Kahneman & Tversky, 1979)指出,人类在概率信息的表征和理解上存在局限,个体往往无法在复杂环境中获得正确的概率信息(Foster et al., 2018),通常会对事件发生的概率赋予主观权重,导致概率权重偏差(probability weighting bias)。累积前景理论(Cumulative prospect theory, CPT;

Tversky & Kahneman, 1992)和双参数理论(Double parameters theory; Gonzalez & Wu, 1999)在前景理论的基础上进一步探讨了人们对客观概率进行的非线性主观加权,通过分析人们在不同概率下的选择,推演出了概率权重偏差的两个特征(孙庆洲等, 2019):一是概率权重的辨别力偏差,即人们主观感知到的事件发生概率的变化不同于客观概率的变化,并表现为“倒S”形的概率权重函数,其中小概率被高估而大概率被低估;二是概率信息的吸引力偏差,即个体对事件发生的期待与事件发生的客观概率不一致,常反映了个体差异。

然而,众多研究表明,期望值最大化并不能捕捉个体真实的风险决策行为,人们在认知加工过程中常采用简单启发式策略进行决策(Brandstätter et al., 2006; 刘洪志等, 2022),遵循“有限理性”假设并采用简化的非补偿性(non-compensatory)规则,无需整合选项所有维度的信息,仅基于选项中的某一关键属性做出判断(Anderson, 2003)。相关的启发式理论假设,个体会首先识别选项维度,并在多个维度间进行比较,最后基于关键的单一维度的差异进行决策。例如,齐当别模型(Equate-to-differentiate model; 李纾, 2005)认为,个体会关注维度内效用差异最大的维度,并选择在此维度上获益更大的选项;而极大极大(Maximax)策略和极小极大(Minimax)策略则分别是选择在最好可能结果维度上获益更大的选项和最差可能结果维度上损失最小的选项(Savage, 1951),而概率忽视作为这两种策略的具体体现,指的是个体在决策中仅通过比较“结果”维度进行决策而忽视相应的“概率”维度(Pachur et al., 2014)。在提出概率忽视现象伊始,该现象即被视为一种偏差,不仅影响个体决策,同时对政策和法规的制定有重要的意义(Sunstein, 2002)。进一步的研究表明,概率忽视主要发生在涉及情感的决策任务中,人们在决策过程中对某个结果发生的概率信息忽视,导致个体的决策偏离期望效用值(Araña & León, 2012; Kahneman et al., 2021; McGraw et al., 2011)。

概率权重偏差与概率忽视的差异可以反映在个体的信息加工模式上(汪祚军, 李纾, 2012)。决策者在进行信息搜索时的方向有两种:一是基于维度转换(dimension-wise),即个体在信息搜索时是在同一维度内的不同选项间完成的;二是基于

选项转换(alternative-wise), 即信息搜索是在同一个选项内部的不同维度间进行转换。基于期望值最大化的补偿性规则假设, 个体需要通过加权计算概率和结果来获得每个选项的期望价值或效用, 因此在这一模式下, 决策者主要在选项内部进行信息搜索; 而非补偿性规则假定, 个体会在不同属性之间进行比较, 例如两个选项的最差结果、最好结果及其相应概率, 这意味着个体更多在属性内完成信息搜索。以往研究验证了这一差异, 发现与采用非补偿性规则相比, 个体采用补偿性规则进行决策时, 更频繁地使用了基于选项的转换(Brandstätter et al., 2006; Johnson et al., 2008)。

2.2 医疗决策中的概率忽视

2.2.1 医疗决策的界定

与现有决策研究更多涉及到的经济决策不同, 医疗决策作为与个体生命健康息息相关的一类决策, 往往涉及到保健产品、药物处方、治疗方案或医院医生等选择(张力元等, 2015)。根据决策的主体不同, 医疗决策可以划分为患者自主决策模式, 患者和医生共同决策模式以及家长式决策模式(Davies & Parker, 2022; Kassirer et al., 2020)。医疗决策尽管在过往多以医生为主导, 但是研究表明, 患者正越来越多地参与其中(Morrison et al., 2022; Ozdemir et al., 2023; Thomas et al., 2021), 并且已经有国家(如, 荷兰)颁布了要求医患共同做出医疗决策的法规(WGBO)。现实生活中, 当老年人和慢性病患者面临病痛困扰的时候, 往往需要患者自己或与家人一起在就诊前后做出和医疗相关的一系列决定。

此外, 医疗决策通常涉及风险评估和复杂的权衡。医疗决策方案一般会涉及到多种属性特征, 决策中的备选方案通常包含着相互冲突的属性, 需要患者在进行决策时权衡疗效与相应的风险问题。研究者们普遍认为, 医疗风险有狭义和广义之分。狭义的医疗风险从患者角度出发, 指“在医疗服务的过程中, 发生因为医疗过失导致的病人死亡、躯体组织、生理功能和心理健康受到损害等不安全事件的风险”; 而广义的医疗风险则不仅包括治疗对患者的潜在伤害, 还涵盖了可能给医院及医疗卫生体系带来的经济损失和市场份额的减少(李泉, 2006)。本研究构想参考了狭义医疗风险的概念, 将医疗决策界定为, 在治疗带给个体获益且有可能造成伤害的情况下, 个体在具有

不同伤害概率的治疗方案间做出选择的行为。

2.2.2 医疗决策概率忽视

过往研究发现, 人们在进行医疗决策和经济决策时, 会在决策方式上表现出系统性差异, 个体在经济决策中更多结合结果和概率信息, 基于期望效用值进行决策, 采用最大化期望效用值的策略(Von Neumann & Morgenstern, 1945), 而在医疗决策中出现了明显的偏差, 即偏离期望效用值。Pachur 等人(2014)发现, 在经济决策中, 73%的被试的选择符合基于期望效用值所做出的预测, 而在医疗决策中, 76%的被试所做出的选择符合极小极大策略, 即被试只对结果信息进行了加工而忽略了概率信息。由于基于累积前景理论所做出的预测对极端概率的差异具有极高的敏感性, 而基于极小极大策略所做出的预测对概率差异不敏感, Suter 等人(2015)进一步在药物选择任务中, 同时采用了包含中等概率的选项以及包含极小和极大概率的选项(如, 0.003 或 0.98), 通过这种方法可以对两种决策任务的决策策略进行更加细致的对比。结果表明, 在经济决策任务中, 95%的被试采用的策略符合累积前景理论, 而在医疗决策任务中, 只有 29%的被试采用的策略符合累积前景理论。这一结果进一步验证了个体在进行医疗决策时存在偏差, 且这一偏差是由概率忽视所致。另一基于经验决策的研究表明, 被试进行医疗决策时对决策结果的抽样频率远低于经济决策, 即相比于经济决策, 医疗决策中被试更加关注结果信息本身, 而忽视其出现的概率(Lejarraga et al., 2015)。

上述有关医疗决策概率忽视的研究可以在一定程度上解释为什么部分患者会偏好保健产品而规避正规的治疗或药物。在接受正规治疗或服用药物之前, 患者会通过医生告知或自行查阅说明书了解可能出现的风险或副作用; 而保健产品通常宣称几乎没有风险或副作用。因此, 相较于正规治疗或药物, 选择保健产品往往显得更具吸引力。可见, 医疗决策中的概率忽视偏差不仅可能损害个体生命健康、降低生活质量, 还会导致人们购买疗效欠佳的保健品作为治愈手段, 在加重个人经济负担的同时, 还可能因延误治疗导致病情恶化, 进而增加医保支出压力。并且, 患者由于担心正规治疗中可能出现的小概率副作用, 甚至可能对推荐正规治疗的医生产生抵触情绪, 从而

加剧医患矛盾。

2.2.3 医疗决策概率忽视的内在机制

有研究者将医疗决策和经济决策之间的差异命名为情感间距(affect gap; Pachur et al., 2014), 提出情绪是导致医疗决策概率忽视的主要驱动力(Figner et al., 2009; Luce et al., 1997, 1999)。在情感丰富的决策中, 个体对概率信息的敏感性有所降低(Hsee & Rottenstreich, 2004)。医疗决策通常会引发强烈的情绪反应(Pachur et al., 2014; Suter et al., 2015), 已有研究发现, 在不提示任何概率信息的情况下, “副作用”一词本身就足以激发强烈的负面情绪反应(Izadi et al., 2017)。例如, 在决定是否接种疫苗以预防疾病时, 尽管科学证据充分证明了疫苗的有效性及其对公共健康的益处, 一些人仍因低概率的副作用而担忧害怕, 选择不接种疫苗。这可能部分解释了为什么全球新冠疫苗接种意愿仅为 66.01% (Nehal et al., 2021)。

根据“情绪即信息”假设(feelings as information; Clore et al., 1994; Schwarz, 2012), 情绪在信息处理中发挥了重要作用, 个体在决策时会将自己当前的情绪状态作为一种信息来使用(Bodenhausen et al., 1994; Mackie & Worth, 1989; Schwarz et al., 1991; Tiedens & Linton, 2001)。情绪作为评估风险的重要线索, 直接影响个体的决策(De Vries et al., 2010)。Johnson 和 Tversky (1983)的研究发现, 情绪化的新闻报道使被试高估了各种死亡原因的风险, 这表明富含情绪的信息可能会放大人们的感知风险, 使人们在医疗决策时倾向于规避含有带来更多负面情绪的结果的选项, 而忽略其发生的概率。此外, Epstein (1994)提出了两种认知处理方式: 启发式和直觉性的体验系统, 以及系统化和审慎性的理性系统。在医疗情境中, 由于强烈的情绪反应, 个体更倾向于依赖体验系统(Epstein, 1994), 并基于具体且生动的结果信息做出决策, 因为这些信息比抽象的概率信息更容易理解(Sun et al., 2019)。情绪还起到了聚焦的作用, 引导个体关注特定类型的信息(Peters, 2006)。在不确定和风险环境中, 结果信息作为显著的情绪线索, 更容易吸引注意力(Slovic et al., 2005)。这类信息会被选择性关注、优先处理, 并在记忆中保留更长时间(Rivers et al., 2008)。由于对结果信息和概率信息的敏感性与注意力分配的差异有关, 更多的注意力集中在结果信息上会相应减少对概率信息的

注意和敏感性(Pachur et al., 2018)。

然而, 以往研究并未直接检验情绪在概率忽视中的作用。具体而言, 已有研究更多关注医疗和经济情境下决策策略和认知过程的差异(Lejarraga et al., 2015; Pachur et al., 2014, 2018; Pachur & Galesic, 2012; Suter et al., 2015)。同时, 已有研究尽管强调了医疗情境引发的情绪反应比经济情境更为强烈(Pachur et al., 2014; Suter et al., 2015), 但是并未深入探索情绪的作用, 缺乏实证证据证明这些增强的情绪反应是如何导致概率忽视的。并且, 已有的对概率忽视的研究均来自健康成年人, 尚未有基于慢性病患者和老年人群体的研究。相比于健康成年人, 这两个群体更经常地面对需要做出医疗相关决定的情景。根据社会情绪选择理论(socioemotional selectivity theory, SST; Carstensen, 2006), 未来时间知觉的变化会导致目标选择也相应变化, 当未来时间知觉减少时, 人们会优先考虑情绪调节的目标(Carstensen & Hershfield, 2021)。大量文献证实这一目标选择的变化会促使个体根据情绪目标对信息进行加工(Carstensen & Mikels, 2005; Mather & Carstensen, 2005; Wei et al., 2013; Williams & Drolet, 2005), 做出决策(Chen et al., 2023; Löckenhoff & Carstensen, 2004)。一方面, 老年人因年龄增长而导致其未来时间知觉的缩短, 患者会因为健康状况变差而降低对剩余生命长度的预期(Carstensen, 2006; Segerstrom et al., 2019); 另一方面, 概率忽视与医疗决策结果引发的更高的负面情绪有关(Pachur et al., 2014; Suter et al., 2015), 根据情绪目标进行决策的偏好也会进一步导致决策中更多地依赖情绪加工。因此, 聚焦慢性病患者和老年人的医疗决策过程并关注过程中出现的概率忽视现象是十分必要且具有现实意义的。

3 研究构想

综上所述, 本研究构想旨在深入探讨医疗决策中的概率忽视现象及其内在机制, 并开展实证研究, 重点关注情绪反应与情绪调节在这一现象中的作用。基于机制研究的成果, 我们将进一步开展助推研究, 探究如何有效纠正概率忽视, 并改善医疗决策, 以期帮助个体在面临医疗决策时做出更优选择。尽管已有大量研究提出了改进风险决策的方法, 但这些研究大多集中在经济决策

领域, 由于医疗决策与经济决策存在显著差异, 我们不能简单地将经济决策的规律应用于医疗决策中(McGraw et al., 2010)。虽然一些研究已通过改进个体对概率信息的理解来优化健康相关决策(Garcia-Retamero & Cokely, 2013), 但调节情绪加工来改善医疗决策的方法尚未得到充分重视。因此, 本研究构想将探索通过情绪调节降低概率忽视的助推方案, 并针对老年人和慢性病患者进行实地干预。助推, 作为一种非强制性干预策略, 旨在通过优化决策情境的设计(如改变选项呈现方式或设置默认选项), 在不限选择自由的前提下引导个体做出更理性的决策, 从而提升个人与社会福祉(何贵兵 等, 2018; Thaler & Sunstein, 2008)。这一策略已经在行为决策领域受到了广泛关注(樊亚凤 等, 2019; Gigerenzer, 2015)。研究医疗决策中的概率忽视, 不仅能帮助患者做出理性决策, 还能促进医护人员与患者之间更顺畅的沟通, 减少医患矛盾。为了实现上述研究目标, 本研究计划开展 4 组研究。

3.1 研究 1——检验医疗决策中概率忽视现象的普遍性及特点

作为本研究构想的起点, 研究 1 旨在全面检验医疗决策中概率忽视现象的普遍性与特点, 为随后深入剖析其情绪机制并设计针对性的助推干预策略提供坚实的基础。已有研究在检验医疗决策中的概率忽视现象时, 尚存在若干不足。首先, 现有研究主要以健康成年人为被试, 较少涉及慢性病患者和老年人群体。然而, 慢性病患者和老年人常面临更复杂的医疗决策, 需要在不同药物、治疗方案或保健产品之间做出选择。因此, 检验这些群体是否也会出现概率忽视现象, 具有重要的现实意义。其次, 过去的研究通常通过价值评估任务中得到的支付意愿(willingness to pay, WTP)中位数建构实验材料, 以对比医疗决策和经济决策, 但一定程度上忽略了个体差异。例如, Pachur 等人(2014)发现, 不同个体对副作用的支付意愿差异较大, 如对失忆副作用的支付意愿从 400 瑞士法郎到 9 瑞士法郎不等。这种差异可能会影响研究结果的稳定性。第三, 已有研究虽然关注了决策结果和决策策略的分析, 但缺乏更直接的证据来检验在决策过程中的概率忽视。

针对上述不足, 本研究构想设计了 4 个实验来检验医疗决策中的概率忽视现象, 采用被试内

设计, 以排除被试间差异的干扰。实验 1 和实验 2 分别检验慢性病患者和老年人群体在医疗决策中是否表现出概率忽视现象。在正式实验前开展价值评估任务, 要求被试回答相对于一定会产生某种特定副作用的药物, 愿意为没有副作用的药物额外支付多少钱。通过此方式获得被试对一系列副作用严重程度评估, 即各个副作用的 WTP 值。在构建药物选择(医疗决策)任务时, 使用药物副作用 WTP 值的中位数作为标准, 为每个副作用匹配发生概率, 以确保副作用更严重(拥有更高副作用 WTP 值)的药物具有更吸引人的期望值。在构建经济决策时, 药物选择任务中的副作用被其相应的 WTP 值中位数所替代。正式实验中, 所有被试需要完成药物选择和经济决策任务, 分别要求被试在副作用严重程度与发生概率不同的药物和在资产损失金额与发生概率不同的投资方案中进行抉择, 最后通过统计分析被试的选择行为判断是否忽略了概率信息。我们预期在实验 1 和实验 2 中, 相比于经济决策, 慢性病患者和老年人群体均在药物选择任务中表现出概率忽视, 即更倾向于选择副作用轻微但发生概率更高的药物。

实验 3 和实验 4 则进一步排除个体差异对研究结果的干扰, 不再使用各类副作用的 WTP 值中位数, 而是根据每名被试对副作用严重程度的评估来构建个性化定制的药物选择任务和经济决策任务。实验 3 和实验 4 在实验流程和任务情境上与实验 1 和实验 2 无异, 但在决策任务呈现和概率忽视测量方面有所不同。具体来说, 实验 3 决策任务中的概率信息和结果信息以屏幕中点为圆心等距均匀排布, 以便使用眼动技术追踪被试的眼动轨迹, 记录被试对各类信息的注视次数和注视时间, 分析其对概率和结果信息的关注程度, 并结合情绪反应(效价和唤醒度)与瞳孔扩张数据, 探讨情绪反应在概率忽视中的潜在作用。实验 4 则采用 Mouselab 程序呈现决策任务, 每个选项的概率和结果信息被隐藏在可以用鼠标单击打开的“盒子”中, 记录被试打开不同类型信息“盒子”的次数和时长, 并进一步计算 SM 指数(search measure)以检验个体的信息搜索方向。SM 指数被定义为选项转换和维度转换之间差值的函数(Böckenholt & Hynan, 1994), SM 指数越高代表个体更多地采用基于选项转换的信息搜索模式, 反之则说明越可能在决策过程中发生了概率忽视。

我们预期,在实验3和实验4中使用个性化的决策任务的被试同样会在药物选择任务中表现出概率忽视,选择更多副作用轻微但发生概率更高的药物,表现出对结果信息的注意偏好。并且在实验3中,被试会报告更负性和更强烈的情绪反应,同时具有更大的瞳孔扩张,暗示更强的情绪唤醒(Mathôt, 2018),为后续研究2深入探索情绪机制提供初步线索。

3.2 研究2——医疗决策中的概率忽视的内在机制:情绪的作用

基于研究1对概率忽视现象普遍性及特点的验证,研究2将进一步探究概率忽视背后的情绪机制,深化对医疗决策概率忽视的理解。以往关于情绪在概率忽视中的作用机制的实证研究较为缺乏,特别是在医疗决策情境下。如果概率忽视与情绪相关,那么情绪唤醒的强度可能会影响到概率忽视的程度;此外,通过情绪调节的策略减少对情绪的依赖,应该会减轻概率忽视现象(Kinner et al., 2017; Knight & Ponzio, 2013)。为了探究情绪在概率忽视中的作用,研究2将通过3个实验进行检验。

为了更加贴近现实生活中的医疗决策,实验5将医疗决策情境进一步扩展到保健品选择,以老年人和慢性病患者为被试完成对药物和保健品所带副作用的价值评估任务、药物选择任务、保健品选择任务与经济决策任务,检验医疗决策中的概率忽视现象,并在最后完成情绪评估任务,评估副作用和经济损失带来的情绪反应,以分析情绪在概率忽视中的作用。我们预期,相比于经济决策任务,被试无论在药物选择任务还是保健品选择任务中都会在决策时表现出概率忽视,并报告更强烈、更负性的情绪反应。实验6将进一步检验被试在药物和保健品选择上的差异,并纳入副作用持续时间作为新的变量,要求被试完成对持续时间长或持续时间短的药物或保健品的副作用价值评估任务,并完成相应的4种医疗决策任务和对每种任务的情绪反应评估。我们预期,被试在药物选择时或当副作用持续时间较长时会表现出更强的概率忽视和情绪反应;同时我们预期二者存在着显著的交互作用,在保健品选择时,当副作用的持续时间增加,被试的概率忽视倾向及情绪反应强度会有更显著的增加,这可能是由于人们普遍认为保健品应当比药物更加安全,具

有更少的副作用(Chiba & Tanemura, 2022),当保健品的副作用持续时间增加时,可能会给被试带来更大的情绪唤醒。为了进一步检验情绪反应的作用机制,实验7将采用中介变量操控设计(Pirlott & MacKinnon, 2016),通过操控情绪调节策略来检验情绪反应在概率忽视中的中介作用。实验7在流程、任务内容和呈现方式上与实验4保持一致,不同之处在于,实验7将被试随机分配接受情绪为中心、情绪抑制和无情绪调节策略三种水平来操纵中介变量,并形成不同的操纵结果:(1)医疗/经济决策+情绪为中心策略形成强化操纵;(2)医疗/经济决策+情绪抑制策略形成阻断操纵;(3)医疗/经济决策+无策略作为控制对照组。我们预期,情绪为中心策略将凸显情绪反应的存在,强化个体对情绪反应的依赖,不仅在医疗情境中对概率信息有更多的忽视,在经济情境中同样会因此表现出概率忽视;而情绪抑制策略将降低个体对情绪反应的依赖,个体在两种情境下都会均衡搜索概率和结果信息并做出决策。

3.3 研究3——情绪在医疗决策的概率忽视中的作用:来自神经生理水平的证据

在研究2揭示情绪在概率忽视中的关键作用后,研究3将从神经生理水平提供更为客观的线索和直接有效的干预措施,以进一步验证情绪的影响。以往的研究以及本文研究2的共同不足在于,情绪反应的评估通常是在任务结束后进行的。具体而言,在实验的最后,研究者会要求被试回想决策任务的情境,并根据李克特量表对每种副作用或每笔金钱损失的负性情绪进行评分。然而,这种评估方法存在两个问题。首先,依赖自我报告的情绪评估容易受到被试主观期望的干扰;其次,情绪反应是在完成决策后通过回忆任务情景来评估的,而不是在决策过程中即时测量。这种方式本质上是基于结果的,只能从预期情绪(anticipated emotions)的角度去理解情绪,而忽视了即时情绪(immediate emotions)的作用。事实上,情绪即信息假设(Clore et al., 1994)和风险即感受模型(Loewenstein et al., 2001)都强调了即时情绪在风险决策中的重要性(Schlösser et al., 2011)。此外,虽然以往的研究更多关注离散情绪(如,愤怒和恐惧)对决策的影响,但这些实验往往局限于控制特定情绪的实验室情境,未必能准确反映现实生活中复杂的情绪反应(Ferrer et al., 2016)。为了

弥补这一不足, 研究 3 将通过神经生理学测量实时的情绪反应, 并在决策过程中干预情绪加工相关的脑区, 进一步探讨情绪在医疗决策概率忽视中的作用。

实验 8 将通过测量被试的生理指标, 实时反映其情绪反应。研究表明, 情绪反应与生理唤醒水平密切相关(Cacioppo et al., 1997)。相比自我报告的情绪测量, 生理指标能够避免被试主观期望的影响, 并且可以在不打断实验任务的情况下实时记录情绪反应。尽管不同情绪的生理反应可能有所重叠, 但使用生理指标来衡量情绪反应的强度已经得到广泛认可(Barrett, 2006; Mauss & Robinson, 2009)。实验 8 在流程、任务内容和呈现方式上与实验 4 一致, 区别在于我们还将测量被试在医疗决策和经济决策任务中的心率(heart rate, HR)和皮肤电(skin conductance level, SCL), 以便能够分析生理唤醒水平的差异是否能解释概率忽视现象。我们预期, 与表现出的概率忽视现象相符合, 在实验 8 中被试进行医疗决策时会有更高的生理唤醒水平。实验 9 同样将采用中介变量操控设计(Pirlott & MacKinnon, 2016), 通过 tDCS 干预情绪加工相关的脑区, 直接检验情绪反应在概率忽视中的作用。tDCS 是一种非侵入性脑刺激技术, 能够通过调节特定脑区的活动来影响情绪和认知加工(Iyer et al., 2005; Priori et al., 1998)。实验 9 与实验 7 均采用干预中介变量情绪反应的方法检验情绪反应在医疗决策概率忽视中的作用, 两个实验的区别在于实验 7 通过指导语引导被试采用不同的情绪调节策略, 改变进行决策任务时对情绪反应的依赖, 而实验 9 通过对参与情绪加工的脑区进行功能干预, 改变进行决策任务时情绪加工脑区的激活水平。我们预期, 实验 9 的结果同实验 7 一致, 加强情绪加工相关脑区的激活能够增加医疗决策时的概率忽视, 而抑制相关脑区会减少概率忽视的出现。

3.4 研究 4——纠正概率忽视: 基于情绪调节的助推研究

医疗决策中的概率忽视偏差可能导致的一个现实问题是, 当个体面对病痛时会为了规避正规治疗中可能出现的小概率副作用, 而选择其他声称没有副作用的“治疗”, 如各类保健药物及用品, 甚至求助于怪力乱神, 不仅延误治疗, 还徒增经济负担。甚至有人因为选择了无效的治疗方法而

付出了生命的代价, 例如广为人知的魏则西案例。助推干预的前提是要建立在心理学对非理性行为机制的深入理解上(何贵兵 等, 2018)。基于前 3 个研究对概率忽视及情绪机制的深入剖析, 研究 4 将在此基础上设计并实施助推方案, 以纠正医疗决策中的概率忽视偏差, 提升医疗决策质量。

实验 10 中将尝试两套助推方案。第一套助推方案将采用大数据分析技术, 注重创新以及和现实的结合。基于我们目前获得的超过 110 万人的微博数据, 通过已掌握的模型筛选出与情绪相关的数据; 然后通过词频分析技术提取适用于情绪调节的日常行为; 再使用面板分析技术, 通过分析个体和时间两个维度的数据辨别日常行为和情绪调节的因果关系, 最终得到反映了民众在日常生活中实际使用并且行之有效的情绪调节助推方案。第二套方案注重扎实的理论基础, 以自我知觉理论(self-perception theory; Bem, 1972)为依据。自我知觉理论指出, 人们有时会通过观察自己的行为来推断自己的属性。大量基于自我知觉理论的经典研究发现(Fazio et al., 1981; Jones et al., 1981; Swann & Ely, 1984), 在实验中要求被试完成不同的自我评价任务可以导致被试的自我概念发生改变, 并体现在后续的自我评价中。此外, 基于虚拟脑电测量的操纵范式也表明(Goldstein & Cialdini, 2007), 个体也会通过观察他人的行为来推断自己的属性, 并导致在现实中的行为发生相应的改变。因此, 实验 10 中还将模拟虚拟脑电测量的范式, 使用更加简便易操作的虚拟 AI 的任务, 要求被试在线下或线上完成和虚拟 AI 的对答, 通过虚拟 AI 给被试的反馈评价操纵被试的自我概念, 使其认为自己在做出决策时是不易受情绪影响的。

两套操纵方案均要求被试在为期一周的时间内坚持完成助推干预, 预计每天耗时不超过 10 分钟, 采用线上打卡的方式提醒被试记录每天完成的助推任务。被试负担小, 完成难度低, 符合助推研究提出的“轻轻推一下”的理念。同时, 实验 10 还将包括一组没有接受任何助推的控制组, 以及一组接受了基于指导语的情绪调节干预实验组(同实验 7 的情绪抑制策略)作为对照。综上, 实验 10 共包括 4 个实验组: 控制组、情绪抑制组、网络大数据助推组和自我知觉助推组。在开始实验前和完成一周的助推后, 被试分别需要完成医疗

决策和匹配的经济决策任务,通过比较两个时间点完成医疗决策任务时的概率忽视的变化,检验并比较几个助推方案降低概率忽视的效果。实验11将开展以老年人和慢性病患者为被试的助推研究,并完成追访,检验助推研究在更长时间维度上的效果和变化的规律。我们将结合实验10的结果,征求被试的建议,进一步优化完善助推方案。在被试同意的情况下对访谈内容进行录音,访谈者根据事先拟定的半开放式的访谈提纲进行提问,记录访谈对象的回复内容,并对关键性问题进行追问。我们预期,在实验10和实验11中,相比于控制组和情绪抑制对照组,两种助推方案均能够有效降低被试在医疗决策时的概率忽视,降低医疗决策时的情绪反应,使得被试在医疗决策时更加理性,从而优化医疗决策。

4 理论构建和未来展望

本研究聚焦医疗决策中的概率忽视现象,重点关注老年人和慢性病患者群体。一方面通过行为实验,探究个体在决策时的认知过程,另一方面通过生理指标,检验情绪在该决策偏差中的作用。

用,旨在充分揭示医疗决策概率忽视的内在机制,为探索有效的助推干预方案奠定坚实的理论基础,帮助人们更好地调节情绪,纠正医疗情境下的决策偏差,从而做出更理性的医疗决策(见图1)。

本研究构想创新之处在于对概率忽视现象及其机制进行了全面和深入地探索,尤其是在医疗决策的背景下。尽管以往在风险决策领域已有关于概率忽视的研究,但主要集中在非医疗决策的范畴,或未能充分考虑情绪因素对决策行为的作用。因此,本研究构想巧妙结合了多种技术手段,搭配精妙的研究设计,采用与现实紧密结合的医疗决策材料,科学准确地探究个体在加工医疗决策信息过程中的偏差,并全方位揭示情绪在医疗决策概率忽视现象中的作用。此外,本研究构想结合了多种技术(如眼动技术和 Mouselab 程序)成功还原医疗决策中在注意阶段对概率信息和结果信息的加工偏好,直接回答概率忽视在决策过程中的“自上而下”或“自下而上”加工模式;通过收集得到的多模态生理指标(如,心率、皮肤电、瞳孔扩张等)测量医疗决策过程中的即时情绪,检验其对决策的影响,摆脱以往医疗决策研究中

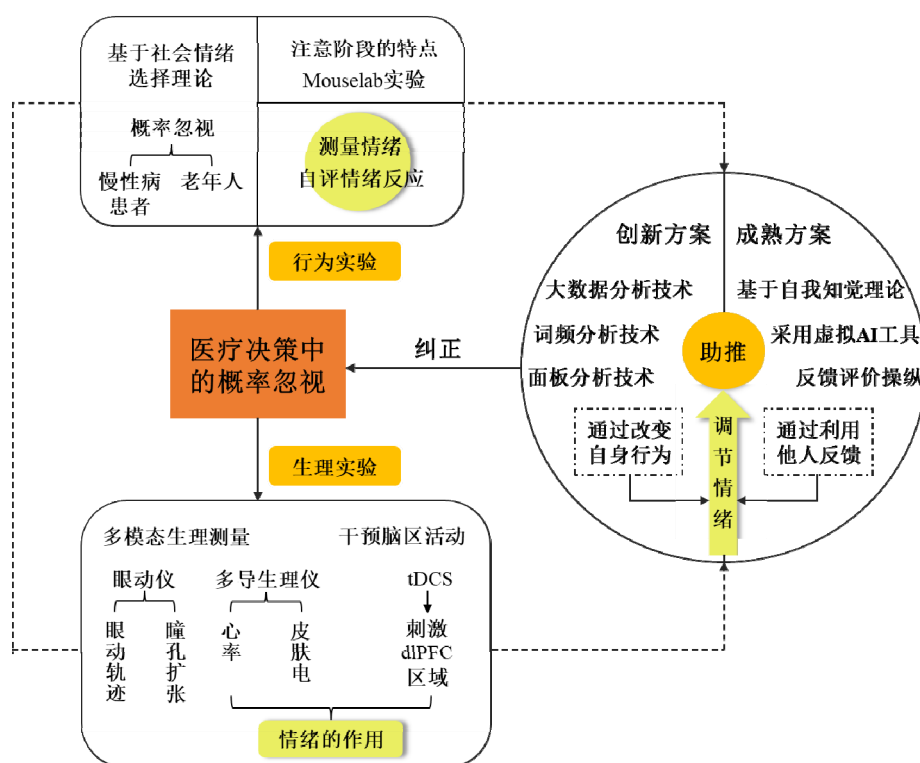


图1 本研究模型框架图

依赖问卷测量情绪的局限,同时排除被试主观期望对研究结果的影响。本研究构想所使用的tDCS技术能够暂时性增强或阻断特定脑区的功能,提供直观且确凿的研究证据,是检验脑区和特定行为关系的“金标准”。

本研究构想还有助于完善现有的医疗决策模型。当前的医疗决策模型大致可分为规范性和描述性两类。规范性模型多基于期望效用理论,例如Pauker和Kassirer(1980)提出的治疗阈值模型(therapeutic threshold models),用于描述理想条件下理性决策者的最优选择;描述性模型则用于解释现实中的非理性行为,但相关研究相对匮乏。Djulgovic等人(2012)提出的医疗决策的双重加工模型(Dual System Model of Medical Decision-Making, DSM-M)是首个将双系统理论引入医疗决策的描述性框架。该模型指出,情境框架、信息模糊、时间压力和过往经验等因素会影响决策者在直觉驱动的系统I与分析驱动的系统II之间进行权衡。DSM-M模型特别强调,当决策结果伴随强烈情感时,系统I的主导作用会显著增强(Djulgovic et al., 2012)。本研究主要关注概率忽视现象背后的情绪机制。概率忽视是系统I主导的简单启发式决策策略在医疗情境中的具体表现(Kahneman & Tversky, 1979)。通过行为实验结合眼动追踪、Mouselab 信息搜索、生理唤醒(心率、皮肤电、瞳孔扩张)和经颅直流电刺激等多模态测量与干预,我们将系统检验负性情绪与概率忽视程度之间的关系,为DSM-M模型中的情感路径提供实证支持,并在此基础上设计情绪调节助推方案,尝试校正概率忽视偏差,进一步丰富并完善DSM-M模型。

本研究构想不仅为理论研究提供了新视角,也具有具有重要的实际应用意义。在明确情绪在概率忽视现象中的重要作用后,本研究构想结合大数据分析 and 自我知觉理论,提出两种助推方案,通过自身行为的改变和他人的反馈,优化情绪调节过程,引导老年人和慢性病患者做出更加理性且符合最佳临床实践的医疗决策。通过“轻轻推一下”的方式,本研究构想中的助推方案将为个体提供有效的医疗决策策略,帮助其在未来的医疗决策中持续克服情绪的干扰,减少决策偏差,从而推动社会整体健康水平的提升,为“健康中国行动”国家重大发展战略提供有力支持,助力全

民健康目标的实现。

在未来的医疗决策领域,本研究构想所揭示的概率忽视情绪机制同样具有潜在的应用价值。远程医疗作为一种创新的医疗服务模式,跨越地理限制,为患者提供非现场的诊断、治疗和健康管理服务支持,从而提升诊疗水平、降低医疗成本并满足大众的保健需求(牟岚,金新政,2012)。各国政府和医疗服务提供者正逐渐将远程医疗作为应对医疗需求激增和系统容量受限的关键策略(Pappas et al., 2018),因此,结合远程医疗的特征,寻找能够提高患者远程医疗决策质量的方法变得至关重要。本研究揭示了情绪在医疗决策概率忽视中的重要作用,鉴于此,未来可在远程医疗终端中集成面部表情识别驱动的情绪监测模块(Sariyanidi et al., 2014),实时捕捉患者在关键决策节点的情绪唤醒水平和效价。当检测到患者的决策是处于高唤醒负性情绪状态下做出时,系统将自动进行筛选,并由专业的医疗服务提供者介入和干预,以提高患者的医疗决策质量。

医疗新兴技术的发展与社会环境的变化也为本研究构想的应用与干预方案的实施带来了机遇与挑战。尽管人工智能已在多个领域得到了应用,然而在医疗场景下,人们普遍对人工智能抱有抗拒态度(Yokoi et al., 2020),阻碍了医疗人工智能的发展。不过,由于人工智能具有客观性的特点,相比于人类医疗决策时存在的概率忽视偏差,医疗人工智能在决策时不会受到情绪的影响,能够权衡各种信息做出决策(Isaac et al., 2024)。因此,未来在进行医疗人工智能推广和普及时,可以凸显本研究构想所探究的情绪对概率忽视现象的影响,强调人工智能客观和理性的优势,提高人们对医疗人工智能的接受程度。此外,随着老年人在当前人口结构中的比重逐渐增大,帮助他们做出更理性的医疗决策变得愈发重要,也为我们构建行之有效的干预方案带来了挑战。本研究构想中提出的基于微博大数据分析的创新方案,力图从人们的现实生活中挖掘出切实可行的情绪调节助推手段。然而,不同年龄段的个体,尤其是老年人和年轻人在调节自身情绪时使用的方法有所不同(Martins et al., 2018),同一套助推方案在各年龄群体中的效果可能参差不齐。因此,如何在大数据分析时按照年龄段进行细分并为各年龄层,特别是慢性病发病率较高的老年人群体制定有效

的情绪调节方案,是未来研究亟待解决的关键问题。

参考文献

- 樊亚凤,蒋晶,崔稳权. (2019). 网络公益平台默认选项设置对个人捐赠意愿的影响及作用机制. *心理学报*, 51(4), 415-427.
- 何贵兵,李纾,梁竹苑. (2018). 以小拨大: 行为决策助推社会发展. *心理学报*, 50(8), 803-813.
- 李泉. (2006). 我国现阶段医院医疗风险管理机制研究 [硕士学位论文]. 山东大学.
- 李纾. (2005). 确定、不确定及风险状态下选择反转: “齐当别”选择方式的解释. *心理学报*, 37(4), 427-433.
- 刘洪志,李兴珊,李纾,饶俐琳. (2022). 基于期望值最大化的理论何时失效: 风险决策中为自己——为所有人决策差异的眼动研究. *心理学报*, 54(12), 1517-1531.
- 牟岚,金新政. (2012). 远程医疗发展现状综述. *卫生软科学*, 26(6), 506-509.
- 孙庆洲,郭青洲,张静,江程铭,赵雷,胡凤培. (2019). 风险决策的概率权重偏差: 心理机制与优化策略. *心理科学进展*, 27(5), 905-913.
- 汪祚军,李纾. (2012). 对整合模型和占优启发式模型的检验: 基于信息加工过程的眼动研究证据. *心理学报*, 44(2), 179-198.
- 张力元,毕研玲,张宝山,陈璐. (2015). 老年人行为决策: 领域现状与挑战. *心理科学进展*, 23(5), 858-870.
- Anderson, C. J. (2003). The psychology of doing nothing: Forms of decision avoidance result from reason and emotion. *Psychological Bulletin*, 129(1), 139-166. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.129.1.139>
- Araña, J. E., & León, C. J. (2012). Scale-perception bias in the valuation of environmental risks. *Applied Economics*, 44(20), 2607-2617. <https://doi.org/10.1080/00036846.2011.566188>
- Barrett, L. F. (2006). Are emotions natural kinds? *Perspectives on Psychological Science*, 1(1), 28-58. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6916.2006.00003.x>
- Bem, D. J. (1972). Self-perception theory. In L. Berkowitz (Ed.), *Advances in experimental social psychology* (pp. 1-62). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/s0065-2601\(08\)60024-6](https://doi.org/10.1016/s0065-2601(08)60024-6)
- Bernoulli, D. (1954). Exposition of a new theory on the measurement of risk. *Econometrica*, 22(1), 23-36. <https://doi.org/10.2307/1909829>
- Böckenholt, U., & Hynan, L. S. (1994). Caveats on a process-tracing measure and a remedy. *Journal of Behavioral Decision Making*, 7(2), 103-117. <https://doi.org/10.1002/bdm.3960070203>
- Bodenhause, G. V., Sheppard, L. A., & Kramer, G. P. (1994). Negative affect and social judgment: The differential impact of anger and sadness. *European Journal of Social Psychology*, 24(1), 45-62. <https://doi.org/10.1002/ejsp.2420240104>
- Brandstätter, E., Gigerenzer, G., & Hertwig, R. (2006). The priority heuristic: Making choices without trade-offs. *Psychological Review*, 113(2), 409-432. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.113.2.409>
- Cacioppo, J. T., Gardner, W. L., & Berntson, G. G. (1997). Beyond bipolar conceptualizations and measures: The case of attitudes and evaluative space. *Personality and Social Psychology Review*, 1(1), 3-25. https://doi.org/10.1207/s15327957pspr0101_2
- Carpenter, S. M., & Niedenthal, P. M. (2017). Emotional processes in risky and multiattribute health decisions. *Psychology and Health*, 33(1), 58-76. <https://doi.org/10.1080/08870446.2017.1314478>
- Carstensen, L. L. (2006). The influence of a sense of time on human development. *Science*, 312(5782), 1913-1915. <https://doi.org/10.1126/science.1127488>
- Carstensen, L. L., & Hershfield, H. E. (2021). Beyond stereotypes: Using socioemotional selectivity theory to improve messaging to older adults. *Current Directions in Psychological Science*, 30(4), 327-334. <https://doi.org/10.1177/09637214211011468>
- Carstensen, L. L., & Mikels, J. A. (2005). At the intersection of emotion and cognition: Aging and the positivity effect. *Current Directions in Psychological Science*, 14(3), 117-121. <https://doi.org/10.1111/j.0963-7214.2005.00348.x>
- Chen, Y., Xu, J., & Xing, C. (2023). Framing effects in older adults' medical decision-making: Social distance matters. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 78(1), 82-86. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbac152>
- Chiba, T., & Tanemura, N. (2022). Differences in the perception of dietary supplements between dietary supplement/medicine users and non-users. *Nutrients*, 14(19), 4114. <https://doi.org/10.3390/nu14194114>
- Clare, G. L., Schwarz, N., & Conway, M. (1994). Affective causes and consequences of social information processing. In R. S. Wyer Jr. & T. K. Srull (Eds.), *Handbook of social cognition: Basic processes; applications* (2nd ed., pp. 323-417). Lawrence Erlbaum Associates.
- Davies, B., & Parker, J. (2022). Doctors as appointed fiduciaries: A supplemental model for medical decision-making. *Cambridge Quarterly of Healthcare Ethics*, 31(1), 23-33. <https://doi.org/10.1017/S096318012100044X>
- De Vries, M., Holland, R. W., Corneille, O., Rondeel, E., & Witteman, C. L. (2010). Mood effects on dominated choices: Positive mood induces departures from logical rules. *Journal of Behavioral Decision Making*, 25(1), 74-81. <https://doi.org/10.1002/bdm.716>
- Djulgovic, B., Hozo, I., Beckstead, J., Tsalatsanis, A., & Pauker, S. G. (2012). Dual processing model of medical decision-making. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 12, Article 94. <https://doi.org/10.1186/1472-6947-12-94>
- Epstein, S. (1994). Integration of the cognitive and the

- psychodynamic unconscious. *American Psychologist*, 49(8), 709–724. <https://doi.org/10.1037/0003-066x.49.8.709>
- Fazio, R. H., Effrein, E. A., & Falender, V. J. (1981). Self-perceptions following social interaction. *Journal of Personality and Social Psychology*, 41(2), 232–242. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.41.2.232>
- Ferrer, R. A., Padgett, L., & Ellis, E. M. (2016). Extending emotion and decision-making beyond the laboratory: The promise of palliative care contexts. *Emotion*, 16(5), 581–586. <https://doi.org/10.1037/emo0000175>
- Figner, B., Mackinlay, R. J., Wilkening, F., & Weber, E. U. (2009). Affective and deliberative processes in risky choice: Age differences in risk taking in the Columbia Card Task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35(3), 709–730. <https://doi.org/10.1037/a0014983>
- Foster, G., Frijters, P., Schaffner, M., & Torgler, B. (2018). Expectation formation in an evolving game of uncertainty: New experimental evidence. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 154, 379–405. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2018.07.013>
- Garcia-Retamero, R., & Cokely, E. T. (2013). Communicating health risks with visual aids. *Current Directions in Psychological Science*, 22(5), 392–399. <https://doi.org/10.1177/096372141349157>
- Gigerenzer, G. (2015). On the supposed evidence for libertarian paternalism. *Review of Philosophy and Psychology*, 6(3), 361–383. <https://doi.org/10.1007/s13164-015-0248-1>
- Goldstein, N. J., & Cialdini, R. B. (2007). The spyglass self: A model of vicarious self-perception. *Journal of Personality and Social Psychology*, 92(3), 402–417. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.92.3.402>
- Gonzalez, R., & Wu, G. (1999). On the shape of the probability weighting function. *Cognitive Psychology*, 38(1), 129–166. <https://doi.org/10.1006/cogp.1998.0710>
- Hsee, C. K., & Rottenstreich, Y. (2004). Music, pandas, and muggers: On the affective psychology of value. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(1), 23–30. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.133.1.23>
- Isaac, M. S., Wang, R. J., Napper, L. E., & Marsh, J. K. (2024). To err is human: Bias salience can help overcome resistance to medical AI. *Computers in Human Behavior*, 161, Article 108402. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2024.108402>
- Iyer, M. B., Mattu, U., Grafman, J., Lomarev, M., Sato, S., & Wassermann, E. M. (2005). Safety and cognitive effect of frontal DC brain polarization in healthy individuals. *Neurology*, 64(5), 872–875. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000152986.07469.e9>
- Izadi, S., Pachur, T., Wheeler, C., McGuire, J., & Waters, E. A. (2017). Spontaneous mental associations with the words “side effect”: Implications for informed and shared decision-making. *Patient Education and Counseling*, 100(10), 1928–1933. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2017.05.029>
- Johnson, E. J., Schulte-Mecklenbeck, M., & Willemsen, M. C. (2008). Process models deserve process data: Comment on Brandstätter, Gigerenzer, and Hertwig (2006). *Psychological Review*, 115(1), 263–272. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.115.1.263>
- Johnson, E. J., & Tversky, A. (1983). Affect, generalization, and the perception of risk. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45(1), 20–31. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.45.1.20>
- Jones, E. E., Rhodewalt, F., Berglas, S., & Skelton, J. A. (1981). Effects of strategic self-presentation on subsequent self-esteem. *Journal of Personality and Social Psychology*, 41(3), 407–421. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.41.3.407>
- Kahneman, D., Sibony, O., & Sunstein, C. R. (2021). *Noise: A flaw in human judgment*. Hachette Book Group USA.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47(2), 263–292. <https://doi.org/10.2307/1914185>
- Kalichman, S. C., & Coley, B. (1995). Context framing to enhance HIV-antibody-testing messages targeted to African American women. *Health Psychology*, 14(3), 247–254. <https://doi.org/10.1037/0278-6133.14.3.247>
- Kassirer, S., Levine, E. E., & Gaertig, C. (2020). Decisional autonomy undermines advisees’ judgments of experts in medicine and in life. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(21), 11368–11378. <https://doi.org/10.1073/pnas.1910572117>
- Kinner, V. L., Kuchinke, L., Dierolf, A. M., Merz, C. J., Otto, T., & Wolf, O. T. (2017). What our eyes tell us about feelings: Tracking pupillary responses during emotion regulation processes. *Psychophysiology*, 54(4), 508–518. <https://doi.org/10.1111/psyp.12816>
- Knight, M., & Ponzio, A. (2013). The effects of emotion regulation on explicit memory depend on strategy and testing method. *Emotion*, 13(6), 1041–1054. <https://doi.org/10.1037/a0033533>
- Lejarraga, T., Pachur, T., Frey, R., & Hertwig, R. (2015). Decisions from experience: From monetary to medical gambles. *Journal of Behavioral Decision Making*, 29(1), 67–77. <https://doi.org/10.1002/bdm.1877>
- Löckenhoff, C. E., & Carstensen, L. L. (2004). Socioemotional selectivity theory, aging, and health: The increasingly delicate balance between regulating emotions and making tough choices. *Journal of Personality*, 72(6), 1395–1424. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.2004.00301.x>
- Loewenstein, G. F., Weber, E. U., Hsee, C. K., & Welch, N. (2001). Risk as feelings. *Psychological Bulletin*, 127(2), 267–286. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.127.2.267>
- Luce, M. F., Bettman, J. R., & Payne, J. W. (1997). Choice processing in emotionally difficult decisions. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 23(2), 384–405. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.23.2.384>
- Luce, M. F., Payne, J. W., & Bettman, J. R. (1999). Emotional

- trade-off difficulty and choice. *Journal of Marketing Research*, 36(2), 143–159. <https://doi.org/10.2307/3152089>
- Mackie, D. M., & Worth, L. T. (1989). Processing deficits and the mediation of positive affect in persuasion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 57(1), 27–40. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.57.1.27>
- Martins, B., Sheppes, G., Gross, J. J., & Mather, M. (2018). Age differences in emotion regulation choice: Older adults use distraction less than younger adults in high-intensity positive contexts. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 73(4), 603–611. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbw028>
- Mather, M., & Carstensen, L. L. (2005). Aging and motivated cognition: The positivity effect in attention and memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(10), 496–502. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.08.005>
- Mathôt, S. (2018). Pupillometry: Psychology, physiology, and function. *Journal of Cognition*, 1(1), 1–16. <https://doi.org/10.5334/joc.18>
- Mauss, I. B., & Robinson, M. D. (2009). Measures of emotion: A review. *Cognition and Emotion*, 23(2), 209–237. <https://doi.org/10.1080/02699930802204677>
- McGraw, A. P., Shafir, E., & Todorov, A. (2010). Valuing money and things: Why a \$20 item can be worth more and less than \$20. *Management Science*, 56(5), 816–830. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1100.1147>
- McGraw, A. P., Todorov, A., & Kunreuther, H. (2011). A policy maker's dilemma: Preventing terrorism or preventing blame. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 115(1), 25–34. <https://doi.org/10.1016/j.obhdp.2011.01.004>
- McNeil, B. J., Pauker, S. G., Sox, H. C., & Tversky, A. (1982). On the elicitation of preferences for alternative therapies. *New England Journal of Medicine*, 306(21), 1259–1262. <https://doi.org/10.1056/nejm198205273062103>
- Meyerowitz, B. E., & Chaiken, S. (1987). The effect of message framing on breast self-examination attitudes, intentions, and behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, 52(3), 500–510. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.52.3.500>
- Morrison, T., Foster, E., Dougherty, J., & Barton, J. (2022). Shared decision making in rheumatology: A scoping review. *Seminars in Arthritis and Rheumatism*, 56, Article 152041. <https://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2022.152041>
- Moye, J., & Marson, D. C. (2007). Assessment of decision making capacity in older adults: An emerging area of practice and research. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 62(1), 3–11. <https://doi.org/10.1093/geronb/62.1.p3>
- Nehal, K. R., Steendam, L. M., Ponce, M. C., Van Der Hoeven, M., & Smit, G. S. A. (2021). Worldwide vaccination willingness for COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *Vaccines*, 9(10), Article 1071. <https://doi.org/10.3390/vaccines9101071>
- O'Connor, D. B., Ferguson, E., & O'Connor, R. C. (2005). Intentions to use hormonal male contraception: The role of message framing, attitudes and stress appraisals. *British Journal of Psychology*, 96(3), 351–369. <https://doi.org/10.1348/000712605x49114>
- Ozdemir, S., Lee, J. J., Yeo, K. K., Sim, K. L. D., Finkelstein, E. A., & Malhotra, C. (2023). A prospective cohort study of medical decision-making roles and their associations with patient characteristics and patient-reported outcomes among patients with heart failure. *Medical Decision Making*, 43(7–8), 863–874. <https://doi.org/10.1177/0272989X231201609>
- Pachur, T., & Galesic, M. (2012). Strategy selection in risky choice: The impact of numeracy, affect, and cross-cultural differences. *Journal of Behavioral Decision Making*, 26(3), 260–271. <https://doi.org/10.1002/bdm.1757>
- Pachur, T., Hertwig, R., & Wolkewitz, R. (2014). The affect gap in risky choice: Affect-rich outcomes attenuate attention to probability information. *Decision*, 1(1), 64–78. <https://doi.org/10.1037/dec0000006>
- Pachur, T., Schulte-Mecklenbeck, M., Murphy, R. O., & Hertwig, R. (2018). Prospect theory reflects selective allocation of attention. *Journal of Experimental Psychology: General*, 147(2), 147–169. <https://doi.org/10.1037/xge0000406>
- Pappas, Y., Vseteckova, J., Mastellos, N., Greenfield, G., & Randhawa, G. (2018). Diagnosis and decision-making in telemedicine. *Journal of Patient Experience*, 6(4), 296–304. <https://doi.org/10.1177/2374373518803617>
- Pauker, S. G., & Kassirer, J. P. (1980). The threshold approach to clinical decision making. *New England Journal of Medicine*, 302(20), 1109–1117. <https://doi.org/10.1056/nejm198005153022003>
- Peters, E. (2006). The functions of affect in the construction of preferences. In S. Lichtenstein & P. Slovic (Eds.), *The construction of preference* (pp. 454–463). Cambridge University Press.
- Pirlott, A. G., & MacKinnon, D. P. (2016). Design approaches to experimental mediation. *Journal of Experimental Social Psychology*, 66, 29–38. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2015.09.012>
- Priori, A., Berardelli, A., Rona, S., Accornero, N., & Manfredi, M. (1998). Polarization of the human motor cortex through the scalp. *Neuroreport*, 9(10), 2257–2260. <https://doi.org/10.1097/00001756-199807130-00020>
- Rivers, S. E., Reyna, V. F., & Mills, B. (2008). Risk taking under the influence: A fuzzy-trace theory of emotion in adolescence. *Developmental Review*, 28(1), 107–144. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2007.11.002>
- Rothman, A. J., Bartels, R. D., Wlaschin, J., & Salovey, P. (2006). The strategic use of gain- and loss-framed messages to promote healthy behavior: How theory can inform practice. *Journal of Communication*, 56(Suppl. 1), S202–S220. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.2006.00290.x>
- Rothman, A. J., Martino, S. C., Bedell, B. T., Detweiler, J. B., & Salovey, P. (1999). The systematic influence of gain-

- and loss-framed messages on interest in and use of different types of health behavior. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 25(11), 1355–1369. <https://doi.org/10.1177/0146167299259003>
- Sariyanidi, E., Gunes, H., & Cavallaro, A. (2014). Automatic analysis of facial affect: A survey of registration, representation, and recognition. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 37(6), 1113–1133. <https://doi.org/10.1109/tpami.2014.2366127>
- Savage, L. J. (1951). The theory of statistical decision. *Journal of the American Statistical Association*, 46(253), 55–67. <https://doi.org/10.1080/01621459.1951.10500768>
- Schlösser, T., Dunning, D., & Fetchenhauer, D. (2011). What a feeling: The role of immediate and anticipated emotions in risky decisions. *Journal of Behavioral Decision Making*, 26(1), 13–30. <https://doi.org/10.1002/bdm.757>
- Schwarz, N. (2012). Feelings-as-information theory. In P. A. M. Van Lange, A. W. Kruglanski, & E. T. Higgins (Eds.), *Handbook of theories of social psychology* (pp. 289–308). Sage Publications. <https://doi.org/10.4135/9781446249215.n15>
- Schwarz, N., Bless, H., Strack, F., Klumpp, G., Rittenauer-Schatka, H., & Simons, A. (1991). Ease of retrieval as information: Another look at the availability heuristic. *Journal of Personality and Social Psychology*, 61(2), 195–202. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.61.2.195>
- Segerstrom, S. C., Kasarskis, E. J., Fardo, D. W., & Westgate, P. M. (2019). Socioemotional selectivity and psychological health in amyotrophic lateral sclerosis patients and caregivers: A longitudinal, dyadic analysis. *Psychology and Health*, 34(10), 1179–1195. <https://doi.org/10.1080/08870446.2019.1587441>
- Slovic, P., Peters, E., Finucane, M. L., & Macgregor, D. G. (2005). Affect, risk, and decision-making. *Health Psychology*, 24(Suppl. 4), S35–S40. <https://doi.org/10.1037/0278-6133.24.4.s35>
- Sun, Q., Wu, Q., Zhang, J., Jiang, C., Zhao, L., & Hu, F. (2019). Probability weighting bias in risky decision-making: Psychological mechanism and optimizing strategies. *Advances in Psychological Science*, 27(5), 905–913. <https://doi.org/10.3724/sp.j.1042.2019.00905>
- Sunstein, C. R. (2002). Probability neglect: Emotions, worst cases, and law. *The Yale Law Journal*, 112(1), 61–107. <https://doi.org/10.2307/1562234>
- Suter, R. S., Pachur, T., & Hertwig, R. (2015). How affect shapes risky choice: Distorted probability weighting versus probability neglect. *Journal of Behavioral Decision Making*, 29(4), 437–449. <https://doi.org/10.1002/bdm.1888>
- Swann, W. B., & Ely, R. J. (1984). A battle of wills: Self-verification versus behavioral confirmation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 46(6), 1287–1302. <https://doi.org/10.1037//0022-3514.46.6.1287>
- Thaler, R. H., & Sunstein, C. R. (2008). *Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness*. Yale University Press.
- Thomas, E. C., Bass, S. B., & Siminoff, L. A. (2021). Beyond rationality: Expanding the practice of shared decision making in modern medicine. *Social Science & Medicine*, 277, Article 113900. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2021.113900>
- Tiedens, L. Z., & Linton, S. (2001). Judgment under emotional certainty and uncertainty: The effects of specific emotions on information processing. *Journal of Personality and Social Psychology*, 81(6), 973–988. <https://doi.org/10.1037//0022-3514.81.6.973>
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1992). Advances in prospect theory: Cumulative representation of uncertainty. *Journal of Risk and Uncertainty*, 5(4), 297–323. <https://doi.org/10.1007/bf00122574>
- Ubel, P. A., Loewenstein, G., Schwarz, N., & Smith, D. (2005). Misimagining the unimaginable: The disability paradox and health care decision making. *Health Psychology*, 24(Suppl. 4), S57–S62. <https://doi.org/10.1037/0278-6133.24.4.s57>
- Von Neumann, J., & Morgenstern, O. (1945). Theory of games and economic behavior. *The Journal of Philosophy*, 42(20), 550–554. <https://doi.org/10.2307/2019327>
- Wei, Y., Donthu, N., & Bernhardt, K. L. (2013). Effects of cognitive age, dispositional time perceptions, and time view manipulations on product attribute evaluations. *Journal of Business Research*, 66(11), 2171–2177. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2012.01.008>
- Williams, P., & Drolet, A. (2005). Age-related differences in responses to emotional advertisements. *Journal of Consumer Research*, 32(3), 343–354. <https://doi.org/10.1086/497545>
- Yokoi, R., Eguchi, Y., Fujita, T., & Nakayachi, K. (2020). Artificial intelligence is trusted less than a doctor in medical treatment decisions: Influence of perceived care and value similarity. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 37(10), 981–990. <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1861763>

Probability neglect in medical decision making: The underlying mechanisms and interventions

XING Cai¹, LIU Zhifei¹, CAO Fuxian², MIAO Meng³, LU Yutao¹,
DING Xiaotong¹, FU Zhushi^{1,3}

(¹ Department of Psychology, Renmin University of China, Beijing 100872, China)

(² Hospital of Renmin University of China, Beijing 100872, China)

(³ School of Finance, Renmin University of China, Beijing 100872, China)

Abstract: With the aging population, the complexity and risks involved in medical decision making have significantly increased, especially for older adults and patients with chronic diseases. Probability neglect is a common phenomenon in medical decisions, characterized by excessive attention to the severity of potential side effects while neglecting their actual probability, leading to irrational choices. This study focuses on probability neglect in medical decision making, examining the emotional mechanisms underlying this phenomenon. By employing eye-tracking technology, the Mouselab program, multimodal physiological indicators, emotion regulation strategies, and transcranial direct current stimulation (tDCS), this research systematically investigates the cognitive processes involved in probability neglect and analyzes how emotional responses influence medical decision making among older adults and chronic disease patients. In addition, the study explores nudge interventions based on big data analytics and self-perception theory to guide patients toward improved emotional regulation, thereby reducing probability neglect and helping individuals make more rational and balanced medical decisions. Through empirical research, this study addresses the existing gap regarding the relationship between emotions and probability neglect, providing effective nudge interventions to optimize medical decision making and improve decision quality for older adults and patients with chronic diseases.

Keywords: medical decision making, probability neglect, aging population, emotions, nudging