

无人机操作员注意相关心理品质特点及提升策略研究进展

胡锦涛¹, 慕家兴¹, 陈旭义², 李雄³, 王振国²

¹武警后勤学院研究生大队, 天津

²武警特色医学中心研究部, 天津

³中国人民解放军第32148部队, 河南 驻马店

收稿日期: 2024年5月21日; 录用日期: 2024年7月15日; 发布日期: 2024年7月22日

摘要

无人机在现代局部战争当中的作用越来越重要,而直接决定无人机军事行动成败的关键是无人机操作员。相关研究显示,无人机操作员在执行任务时面临巨大的注意压力,其注意强度大、分配杂、干扰重,这些会影响无人机系统作战效能。提升操作员的注意能力、降低其注意资源的消耗,是无人机在战场顺利执行任务的关键。本文对无人机操作员注意相关心理品质研究现状、特点及提升策略进行综述。

关键词

无人机操作员, 心理品质, 人员训练

Research Progress on the Characteristics and Improvement Strategies of Attentional Psychological Qualities of UAV Operators

Jinlong Hu¹, Jiaxing Qi¹, Xuyi Chen², Xiong Li³, Zhenguo Wang²

¹Graduate Brigade, Logistics University of PAP, Tianjin

²Research Department, Characteristic Medical Center of Chinese People's Armed Police Force, Tianjin

³The 32148th Unit of the Chinese People's Liberation Army, Zhumadian Henan

Received: May 21st, 2024; accepted: Jul. 15th, 2024; published: Jul. 22nd, 2024

Abstract

The role of drones in modern local wars is becoming increasingly important, and the key to the

文章引用: 胡锦涛, 慕家兴, 陈旭义, 李雄, 王振国(2024). 无人机操作员注意相关心理品质特点及提升策略研究进展. 心理学进展, 14(7), 422-429. DOI: 10.12677/ap.2024.147497

success of drone military operations directly depends on the drone operators. Relevant research indicates that drone operators face immense attentional pressure during missions, characterized by high intensity, complex distribution, and significant interference. These factors can affect the operational effectiveness of drone systems. Enhancing the attentional capabilities of operators and reducing the consumption of their attentional resources are crucial for the successful execution of drone missions on the battlefield. This paper reviews the current research status, characteristics, and improvement strategies related to the attentional psychological qualities of drone operators.

Keywords

UAV Operators, Psychological Quality, Personnel Training

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

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

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



Open Access

1. 引言

随着无人机技术在军事领域的迅猛发展，无人机操作员的心理品质对作战任务的成功与否起着至关重要的作用，他们负责无人机的飞行、传感器操作以及武器投放，是行动的直接执行者。现代战争中的无人机不仅用于侦察与监视，还承担着打击和支援任务，无人机操作员需要有极好的专注力和警觉性，以确保在复杂环境下注意力能够高度集中，这些直接关系到安全有效地执行战场任务(陆勇, 2021)。无人机因人为操作不当而坠毁，致使地面人员受伤甚至丧命的情况时有发生(Li et al., 2019)，这不仅影响任务进展，更可能危及战场上友军和无辜人员的生命安全，所以深入研究无人机操作员的注意相关心理品质及其提升策略非常必要。通过科学的心理品质提升策略，能够显著提高无人机操作的安全性和效率，减少因操作失误带来的损失和伤亡，不仅可以优化无人机操作员的培训和管理，更有助于提升部队整体的综合战斗力。

本文对无人机操作员注意相关心理品质的研究现状进行了简要总结，分析探讨无人机操作员注意心理品质的特点，总结无人机操作员注意品质提升策略，为无人机部队建设提供了借鉴。

2. 无人机操作员注意相关心理品质研究现状

2.1. 基本概念

注意是无人机操作员执行任务时的核心资源，影响着决策和操作的准确性。无人机操作员注意相关心理品质在态势感知(Situation Awareness, SA)研究中得到重视, SA 是指在复杂环境中对关键信息的感知、理解和预测的心理过程(Endsley, 1988a)，对无人机的安全和有效操作至关重要。无人机系统在执行任务时，操作员需要在动态的任务环境中处理大量的传感器信息、数据链路信息，理解任务态势从而做出正确的决策。因此，操作员如何保持良好的 SA 水平，是无人机系统整体效能提升的关键。

2.2. 国外研究现状

国外对 SA 的研究始于 1988 年，为了有效评估飞行员的 SA 水平，研究者开发了一系列方法。其中，SAGAT (Situation-Awareness Global Assessment Technique)是通过客观题问卷对飞行人员在执行任务过程中的 SA 水平进行评估(Endsley, 1988b)。而 SART (Situation Awareness Rating Technique)是对注意资源的

需求、供应和对 SA 的综合理解的主观评价技术(Taylor, 2017)。尽管这些方法在评估 SA 方面取得了一定的成果,但它们也存在一定的局限性,如实验干扰和主观性等问题。近年来,基于绩效和生理指标的间接方法受到了广泛关注。2005 年 Wickens 等人从注意力分配的角度提出 A-SA 模型,探究了人从获取信息到进行 SA 的整个过程,解释了注意力和 SA 水平间的关联,并根据飞行员的实验进行了验证(Taylor, 2017)。

虽然飞行员 SA 领域研究丰富,但针对无人机操作员 SA 的研究仍有限,多数为理论和定性研究。1998 年, Barnes 和 Matz 通过无人机仿真实验证实 SA 水平缺失与无人机事故有关(Barnes et al., 1998)。2001 年, Mouloua 等人探讨了 SA、认知负荷及团队对军用无人机任务的影响(Mouloua et al., 2001)。2013 年, Frische 等人开发了 SA-Tracer 工具,专门评估无人机群操作员的 SA 水平。它通过正式模型和行为分析提供准确评估,提升操作员态势感知,优化任务执行(Frische & Lüdtke, 2013)。2021 年, Igonin 等人提出 SA 编队对无人机行为控制至关重要,它通过分析预测环境物体行为和视觉信息,为无人机在复杂环境中实现智能决策和精确控制提供关键支持(Igonin et al., 2021)。2023 年 Hai 等人针对无人机群系统的分布式 SA 一致性挑战,提出创新解决方案,包括优化分布式共识模型、双环决策框架和协调算法,并通过仿真验证其有效性和优越性,为无人机群决策提供新途径(Hai et al., 2023)。

2.3. 国内研究现状

尽管国内对飞行员和无人机操作员的 SA 研究起步相对较晚,但近年来已积累了一定的研究成果。2008 年,中国科学院心理所张侃、中国民航大学杨家忠等人以评价飞行员认知负荷和 SA 水平为目的,结合主、客观实验测量方法,深入开展了雷达控制模拟任务中的 SA 研究(杨家忠等, 2008)。2013 年,中国民航大学倪萌等人以眼动数据揭示眼动与 SA 内在联系的方式,并对空中交通管制员的 SA 相关理论和方法进行了深入探讨(王琛玮, 倪萌, 2013)。2014 年, Shuang 等人结合人的认知特性和贝叶斯条件概率理论,在 Hooey 模型的基础上,提出了基于注意资源分配的 SA 模型,为 SA 提供了量化评估和求解的新方法(Shuang et al., 2014)。同年,薛书骥提出了基于模糊认知图和条件概率的 SA 建模方法,通过模糊熵和正向云模型参数化方法,构建了 SA 模型并进行了验证,为操作员的训练标准、界面设计以及减少人为失误提供了理论支持(薛书骥等, 2014)。西北工业大学航天学院易华辉等人通过无人机仿真器的数据收集与问卷调查相结合的方式,深入研究了无人机操作员的 SA 水平和主观 SA 分级(易华辉等, 2007)。2017 年,国防科技大学的牛轶峰等人提出了一种以传感器采集的生理数据为基础,结合人工神经网络评估无人机操作员 SA 实时状态的方法(牛轶峰等, 2017)。2019 年,北京邮电大学的曹国熙等人创新性地将贝叶斯网络和梯度提升树算法应用于 SA 评估领域,建立了基于这两种算法的无人机操作员 SA 水平分析评估方法(曹国熙, 2019)。

3. 无人机操作员注意心理品质相关理论与特点

3.1. 理论基础

3.1.1. 注意力控制理论

Broadbent 认为注意力系统像一个过滤器,从大量感觉信息中选择并集中于某些信息,忽略其他不相关的信息,而 Kahneman 指出注意力是一种有限的资源,需要合理分配以应对多任务环境中的各种挑战,复杂任务需要更多的注意力资源,而简单任务则较少(Broadbent, 2013; Kahneman, 1973)。无人机操作员在复杂的多任务环境中,需高效整合来自视觉监控、听觉指令及环境噪声等多源信息,并根据任务的核心需求,精准聚焦关键信息,同时巧妙排除无关信息的干扰。在执行飞行监控、指令处理及导航调整等任务时,操作员必须合理分配有限的注意力资源,要优先处理对任务完成至关重要的信息,以最大化任务

执行的准确性和效率。注意力的相关理论能够为操作员提供指导,帮助他们提升注意力管理能力,并优化资源分配策略,从而显著增强其任务表现,确保飞行过程的安全与稳定。

3.1.2. 多任务处理理论

Wickens 认为人类的认知资源是多维度的,分布在不同的感知和认知通道中,并提出了四维模型,用于解释多任务环境下的任务干扰和资源分配,强调在不同任务中使用不同认知资源时,时间分配效率会更高(Wickens, 2008; Wickens et al., 2021)。多任务处理能力对于无人机操作员来说尤为重要,无人机操作员在飞行控制、信息处理与判断决策时,需要在视觉、听觉和运动控制等多种任务之间进行切换,使用不同的认知资源完成不同的任务,可以显著提高无人机操作员时间分配效率,减少任务干扰和认知负荷。2021年, Richards 等人使用近红外光谱技术监测无人机操作员的脑活动,发现随着熟练度的提高,任务执行效率会增加、前额叶皮层的脑活动会减少,揭示了在不同任务条件下无人机操作员的心理负荷和警觉性,表明其需要有效管理认知资源以保持高效绩效(Richards et al., 2017)。

3.1.3. 情绪影响理论

高唤醒水平的情绪状态(如焦虑、兴奋)会导致注意力范围的缩窄,即集中注意力于与情绪相关的少数信息,而忽略其他外围信息,这种现象被称为“注意隧道效应”(Easterbrook, 1959)。2005年, Beal 等人通过理论分析和文献回顾提出了情感对绩效影响的过程模型,发现情感状态通过影响注意力分配进而影响绩效,不同情感调节策略对认知资源和调节资源有不同影响(Beal et al., 2005)。2019年, Drigas 等人通过理论分析和文献回顾构建了底层和顶层注意力模型,强调了自上而下和自下而上因素的互动,指出情绪作为强大的顶层因素显著影响注意力分配(Drigas & Karyotaki, 2019)。2018年, Chappelle 等人对 74 名 RPA 操作员进行了半结构化访谈分析其情感反应及关联因素发现,尽管 RPA 操作员地理上远离战场,但在任务过程中和之后仍会经历复杂的情感反应,感受到情感参与(Chappelle et al., 2018)。

3.2. 注意特点

3.2.1. 人机分离, 注意强度大

无人机操作员与无人机不在同一空间中,无需与无人机一同执行高难度动作,也无需面对身体的挑战,这使得他们能够专注于操作和任务执行。但无人机操作员所处的环境是“感觉隔离”,没有物理、生物等反馈信息,只能通过各种仪器数据判断(童小明, 2014)。而且无人机需要对地面目标进行长时间持续监视,最长任务执行时间可达十几小时(王鹤等, 2020)。地面站长时间监视操控和实时注意大量数据,内容单调枯燥,极易使无人机操作员产生疲劳倦怠感,增加操作失误和事故发生的概率,这对操作人员的长时间注意能力提出很高要求。

3.2.2. 任务多样, 注意分配杂

在执行任务时,操作员不仅需要面对多项参数监控的压力,更要判断无人机战场环境情况。当无人机遭受敌方攻击时,无人机操作员通过精准的注意力分配来降低潜在风险,对于确保任务继续执行至关重要,典型的事件有 2011 年美国 RQ-170 哨兵无人机被伊朗通过电子战技术成功俘获(丁达理等, 2020)。无人机操纵员可以操纵一架或多架无人机,单靠一人甚至完成多轮次、高强度、大编队作战,而这些对只能驾驶一架飞行器的飞行员来说,是不可能达到的(张煌等, 2015)。这些都说明了,无人机操作员要具备优秀的注意力分配能力,能够迅速而准确地处理多个信息源,并在必要时做出快速决策。

3.2.3. 情绪冲击, 注意干扰重

无人机操作员主要通过监视器执行任务,虽然远离战场,但无人机操作员所承受的压力却不容小视(王辰等, 2020),强烈精神冲击的事件容易使操作员产生负面情绪,进而影响他们的注意和决策能力,这

凸显了操作员在应对突发事件时能力的短板。当无人机对目标实施攻击时，惨叫、流血和死亡的场景会在操作员的脑海中不断地勾勒，而这一切都是由于自身的原因造成的，这种精神上受到的冲击，无论在多么舒适的工作环境下都无法抵消(张驰，董磊，2020)。我们需要关注无人机操作员的能力培养，提高他们的抗干扰能力、应对突发事件能力以及心理抗压能力，在关键时刻才能确保他们决策得当、任务完成。

4. 无人机操作员注意相关心理品质提升策略

4.1. 正念训练

正念训练是将注意力集中在目前的感受、情绪和其他觉察状态上的一种有意识的非判断的心理调节方法，可以使个体的注意力层次得到激活和强化，其心理状态和应对挑战的能力(Kabat-Zinn, 2003; Mitchell et al., 2015)。2015年，Jha等人将80名美国陆军现役男性志愿者随机分配到两种不同的正念训练组和一个空白对照组进行实验，发现正念训练在高需求的军事训练期间对注意力表现有显著的保护作用，同时正念训练的内容和方法不同产生的效果也有区别(Jha et al., 2015)。2017年，Rice等人对40名美国现役军人和退伍军人进行正念水平与持续注意力研究发现，正念水平较高的人员在持续注意力中的表现更好，他们不仅任务错误率较低，反应时间的变异性较小(Rice & Liu 2017)。2023年，Roemer等人对24名新西兰皇家海军新招募的初级军官进行为期8周的正念注意力训练(MBAT)发现，MBAT可以在高强度训练条件下保护他们的注意力表现不下降，这表明MBAT可以作为一种有效的干预手段，帮助军人保持高水平的注意力表现(Roemer et al., 2023)。对于无人机操作员而言，正念训练能够有效提高注意力和专注力、增强情绪调节能力、减少心理压力和焦虑，并通过培养其对情绪的觉察和非评判性接纳的能力，帮助操作员更好地管理情绪，维持冷静和理智的操作状态，提高操作效率和飞行安全性，在复杂多变的任务环境中做出正确决策。

4.2. 执行功能训练

执行功能是指个体对自身的意识及行动的有意识调控过程，是确保个体灵活地完成特定目标的高级控制机制，注意和抑制是其核心要素(周艳，2022)。执行功能对无人机操作员至关重要，工作记忆帮助操作员处理多任务提升决策质量、抑制控制能力减少高压环境下的错误、认知灵活性增强任务切换和应急响应能力，执行功能的训练可以显著提升操作员的任务执行效率和准确性。协调运动与认知训练相结合是一种增强执行功能的有效方法，特别是在改善中青年群体的工作记忆与抑制控制能力方面效果显著(Ludyga et al., 2022)。已有研究证实了定向越野、障碍跑、户外跑等运动对执行功能的积极影响(黄荣宝，2018；杨麟超，2020)，这些运动不仅可以帮助操作员提高注意力水平，还可以帮助操作员增强决策能力和解决复杂环境中出现的问题的能力。但不同年龄段的人员在训练的反应上也有差别，例如HIIT(高强度间歇训练)对健康儿童的执行功能有明显的促进作用，但对健康的青少年却没有显著的效果(王俊宇等，2023)。无人机操作员可以结合协调运动与认知训练，如定向越野和障碍跑等，并根据年龄选择适当的训练强度，以显著提升执行功能，从而提高其执行任务的能力。

4.3. 人机界面优化

大约30%的无人机事故与不良的人机界面设计有关(Giese et al., 2013)，无人机系统地面控制站的人机交互界面设计复杂，导致操作员需要投入大量的注意资源来理解和操作界面，增加了操作员在处理多任务时的认知负担，从而提高了人为错误的风险。2021年，Zhang等人通过对三种无人飞行器控制界面效果的对比发现，将自动化透明化作为有助于优化人机交互的设计目标(Zhang et al., 2021)。2022年，Abioye等人对三种无人机控制界面在导航任务中的性能和认知工作量进行了比较，发现改进版的RCJ界

面与 mSVG 界面一样有效,而 mSVG 界面优于标准 RCJ 界面,手势在 mSVG 界面中更常用(Abioye et al., 2022)。2023 年,康乐等人针对反潜无人机指挥控制系统,设计了一种以交互体验为中心的人机界面,并结合用户反馈优化视觉设计(康乐等, 2023)。Chen 等人结合 SEEV 框架和蚁群算法,对无人机地面控制站人机交互界面进行了优化,优化后的界面能显著减少操作员的工作量,提高人机交互的效率(Chen et al., 2023)。人性化的人机交互设计可以减轻无人机操作员的负担、提升其任务效率、增强其情境感知的能力,并提高整体任务的成功率。

5. 展望

随着无人机技术的不断发展,无人机操作员注意相关心理品质的研究已经成为重点课题,为增强操作员的作战效能提供重要指导。未来将着重探讨如何增强操作员注意力的持久性和稳定性等方面的能力,从而提升其执行任务时的表现;如何开展无人机操作员心理训练和适应性训练,以提高其心理承受能力,来应对各种不同任务和环境下的挑战也非常关键;如何利用人工智能技术改善人机交互界面,将无人机控制界面更加智能和人性化,提高操作人员的决策效率和任务执行能力,更是未来研究的重点。

基金项目

国家自然科学基金重点项目(11932013);国家自然科学基金面上项目(82272255);军队后勤科研重点项目(BWJ21J002);国防科技卓越青年科学基金项目(2021-JCJQ-ZQ-035)。

参考文献

- 曹国熙(2019). 无人机操作员态势感知水平分析评估系统的研究. 硕士学位论文,北京:北京邮电大学.
- 黄荣宝(2018). 定向越野运动对大学生执行功能的影响. 硕士学位论文,保定:河北大学.
- 康乐,靳慧亮,傅康平,张波,刘严严(2023). 一种反潜无人机指挥控制人机交互设计研究. *中国电子科学研究院学报*, 18(2), 119-128, 153.
- 陆勇(2021). 民用无人机操作心理负荷测评与预测研究. 硕士学位论文,徐州:中国矿业大学.
- 牛轶峰,钟志伟,尹栋,王祥科,李杰,相晓嘉,贾圣德,王菖(2017). 基于多传感器测量与神经网络学习的无人机操作员状态评估方法. CN201610838299.7, 2017-02-22.
- 童小明(2014). 管窥美军无人机操作员培训. *现代军事*, (6), 68-71.
- 王琛玮,倪萌(2013). 基于眼动测量的空中交通管制员情境意识模糊综合评价研究. *科教导刊*, (7), 189-190.
- 王辰,邢长洋,袁丽君(2020). 无人机飞行员选拔与飞行疲劳研究进展. *空军医学杂志*, 36(2), 173-175.
- 王鹤,刘志强,李晨正,刘冰冰(2020). 基于虚拟现实技术的无人机操作员训练应用. *飞机设计*, 40(4), 17-20.
- 王俊宇,杨永,袁逊,谢婷,庄洁(2023). 高强度间歇训练对健康儿童青少年执行功能效果的系统综述. *中国康复理论与实践*, 29(9), 1012-1020.
- 薛书骥,姜国华,田志强(2014). 用模糊认知图方法构建和分析情境意识的框架模型. 见 *中国空间科学学会空间生命专业委员会第二十届学术研讨会暨中国宇航学会航天医学工程与空间生物医学专业委员会第四届学术研讨会论文集* (pp. 147-147). 中国空间科学学会空间生命专业委员会.
- 杨家忠,曾艳,张侃, Esa, M. Rantanen (2008). 基于事件的空中交通管制员态势感知的测量. *航天医学与医学工程*, 21(4), 321-327.
- 杨麟超(2020). 不同动作技能类型运动对执行功能的影响. 硕士学位论文,天津:天津体育学院.
- 张驰,董磊(2020). 情感事件理论视角下无人机操作员的消极情绪反应及对策. *海军工程大学学报(综合版)*, 17(2), 25-28.
- 张煌,傅中力,林聪榕(2015). “生理·心理·物理”三位一体:美军无人作战装备训练模式解析. *装备学院学报*, 26(3), 6-10.
- 周艳(2022). 执行功能训练和正念训练对注意力的影响. *商丘师范学院学报*, 38(4), 97-100.
- 丁达理,谢磊,王渊(2020). 有人机/无人机协同作战运用及对战争形态影响. *无人系统技术*, 3(4), 1-9.

- 易华辉, 宋笔锋, 王远达(2007). 无人机操作员态势感知的实验研究. *人类工效学*, 13(3), 10-13.
- Abioye, A. O., Prior, S. D., Saddington, P., & Ramchurn, S. D. (2022). The Performance and Cognitive Workload Analysis of a Multimodal Speech and Visual Gesture (mSVG) UAV Control Interface. *Robotics and Autonomous Systems*, 147, Article ID: 103915. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2021.103915>
- Barnes, M. J., & Matz, M. F. (1998). Crew Simulations for Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Applications: Sustained Effects, Shift Factors, Interface Issues, and Crew Size. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 42, 143-147. <https://doi.org/10.1177/154193129804200132>
- Beal, D. J., Weiss, H. M., Barros, E., & MacDermid, S. M. (2005). An Episodic Process Model of Affective Influences on Performance. *Journal of Applied Psychology*, 90, 1054-1068. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.90.6.1054>
- Broadbent, D. E. (2013). *Perception and Communication*. Elsevier.
- Chappelle, W., Skinner, E., Goodman, T., Swearingen, J., & Prince, L. (2018). Emotional Reactions to Killing in Remotely Piloted Aircraft Crewmembers during and Following Weapon Strikes. *Military Behavioral Health*, 6, 357-367. <https://doi.org/10.1080/21635781.2018.1436101>
- Chen, A., Xie, F., Wang, J., & Chen, J. (2023). Intelligent Optimization Method of Human-computer Interaction Interface for UAV Cluster Attack Mission. *Electronics*, 12, Article 4426. <https://doi.org/10.3390/electronics12214426>
- Drigas, A., & Karyotaki, M. (2019). Attention and Its Role: Theories and Models. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 14, 169-182. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i12.10185>
- Easterbrook, J. A. (1959). The Effect of Emotion on Cue Utilization and the Organization of Behavior. *Psychological Review*, 66, 183-201. <https://doi.org/10.1037/h0047707>
- Endsley, M. R. (1988a). Design and Evaluation for Situation Awareness Enhancement. *Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting*, 32, 97-101. <https://doi.org/10.1177/154193128803200221>
- Endsley, M. R. (1988b). Situation Awareness Global Assessment Technique (SAGAT). In *Proceedings of the IEEE 1988 National Aerospace and Electronics Conference* (pp. 789-795). IEEE.
- Frische, F., & Ludtke, A. (2013). SA-Tracer: A Tool for Assessment of UAV Swarm Operator SA during Mission Execution. In *2013 IEEE International Multi-Disciplinary Conference on Cognitive Methods in Situation Awareness and Decision Support (CogSIMA)* (pp. 203-211). IEEE. <https://doi.org/10.1109/cogsima.2013.6523849>
- Giese, S., Carr, D., & Chahl, J. (2013). Implications for Unmanned Systems Research of Military UAV Mishap Statistics. In *2013 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)* (pp. 1191-1196). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ivs.2013.6629628>
- Hai, X., Qiu, H., Wen, C., & Feng, Q. (2023). A Novel Distributed Situation Awareness Consensus Approach for UAV Swarm Systems. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 24, 14706-14717. <https://doi.org/10.1109/tits.2023.3300871>
- Igonin, D. M., Kolganov, P. A., & Tiumentsev, Y. V. (2021). Situational Awareness and Problems of Its Formation in the Tasks of UAV Behavior Control. *Applied Sciences*, 11, Article 11611. <https://doi.org/10.3390/app112411611>
- Jha, A. P., Morrison, A. B., Dainer-Best, J., Parker, S., Rostrup, N., & Stanley, E. A. (2015). Minds “at Attention”: Mindfulness Training Curbs Attentional Lapses in Military Cohorts. *PLOS ONE*, 10, e0116889. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0116889>
- Kabat-Zinn, J. (2003). Mindfulness-based Interventions in Context: Past, Present, and Future. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 10, 144-156. <https://doi.org/10.1093/clipsy.bpg016>
- Kahneman, D. (1973). *Attention and Effort* (Vol. 1063, pp. 218-226). Prentice-Hall.
- Li, K. W., Jia, H., Peng, L., & Gan, L. (2019). Line-of-sight in Operating a Small Unmanned Aerial Vehicle: How Far Can a Quadcopter Fly in Line-of-Sight? *Applied Ergonomics*, 81, Article ID: 102898. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.102898>
- Ludyga, S., Held, S., Rappelt, L., Donath, L., & Klatt, S. (2022). A Network Meta-Analysis Comparing the Effects of Exercise and Cognitive Training on Executive Function in Young and Middle-aged Adults. *European Journal of Sport Science*, 23, 1415-1425. <https://doi.org/10.1080/17461391.2022.2099765>
- Mitchell, J. T., Zylowska, L., & Kollins, S. H. (2015). Mindfulness Meditation Training for Attention-Deficit/hyperactivity Disorder in Adulthood: Current Empirical Support, Treatment Overview, and Future Directions. *Cognitive and Behavioral Practice*, 22, 172-191. <https://doi.org/10.1016/j.cbpra.2014.10.002>
- Mouloua, M., Gilson, R., Kring, J., & Hancock, P. (2001). Workload, Situation Awareness, and Teaming Issues for UAV/UCAV Operations. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 45, 162-165. <https://doi.org/10.1177/154193120104500235>
- Rice, V. J., & Liu, B. (2017). The Relationship between Sustained Attention and Mindfulness among US Active Duty Service Members and Veterans. In *Advances in Social & Occupational Ergonomics: Proceedings of the AHFE 2016 Interna-*

-
- tional Conference on Social and Occupational Ergonomics* (pp. 397-407). Springer International Publishing.
- Richards, D., Izzetoglu, K., & Shelton-Rayner, G. (2017). UAV Operator Mental Workload—A Neurophysiological Comparison of Mental Workload and Vigilance. In *AIAA Modeling and Simulation Technologies Conference* (p. 3670). <https://doi.org/10.2514/6.2017-3670>
- Roemer, A., Sutton, A., Grimm, C., Kimber, S., & Medvedev, O. N. (2023). Mindfulness-Based Attention Training in the Navy: A Feasibility Study. *Psychological Reports*. <https://doi.org/10.1177/00332941231154442>
- Shuang, L., Xiaoru, W., & Damin, Z. (2014). A Quantitative Situational Awareness Model of Pilot. *Proceedings of the International Symposium on Human Factors and Ergonomics in Health Care*, 3, 117-122. <https://doi.org/10.1177/2327857914031019>
- Taylor, R. M. (2017). Situational Awareness Rating Technique (SART): The Development of a Tool for Aircrew Systems Design. In E. Salas (Ed.), *Situational Awareness* (pp. 111-128). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315087924-8>
- Wickens, C. D. (2008). Multiple Resources and Mental Workload. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 50, 449-455. <https://doi.org/10.1518/001872008x288394>
- Wickens, C. D., Helton, W. S., Hollands, J. G., & Banbury, S. (2021). *Engineering Psychology and Human Performance* (5th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003177616>
- Zhang, W., Feltner, D., Kaber, D., & Shirley, J. (2021). Utility of Functional Transparency and Usability in UAV Supervisory Control Interface Design. *International Journal of Social Robotics*, 13, 1761-1776. <https://doi.org/10.1007/s12369-021-00757-x>