

提高强制隔离戒毒人员主观幸福感的三方演化博弈模型

陈李双^{1,2}, 姚颖³, 熊明生^{1,4*}

¹武汉体育学院心理学系, 湖北 武汉

²广西第一强制隔离戒毒所, 广西 南宁

³广西师范大学漓江学院, 广西 桂林

⁴运动训练监控湖北省重点实验室, 湖北 武汉

收稿日期: 2024年5月6日; 录用日期: 2024年6月18日; 发布日期: 2024年6月29日

摘要

目的: 在司法行政戒毒工作中, 提高戒毒人员的主观幸福感是提升戒断率的重要方式。方法: 在厘清戒毒所和戒毒人员、戒毒人员家属三方之间管理逻辑的基础上, 构建戒毒所、戒毒人员和戒毒人员家属的演化博弈模型, 分析戒毒所、戒毒人员及其家属的博弈决策, 求解博弈均衡稳定点, 探究各参与主体的均衡选择, 利用Matlab进行数值仿真。结果: 研究发现, 在满足约束条件时, 三方的演化博弈存在平衡状态。结论: 在此状态下, 因戒毒人员选择配合策略后不应投入更多的个人成本, 戒毒人员家属选择参与策略后不应投入过多的成本, 为此可加大对戒毒所采取不支持策略的惩罚力度, 限制戒毒所采取支持策略付出的成本, 促使戒毒所采取更积极的支持策略。据此, 为提高戒毒人员的主观幸福感促使其产生戒毒的内生动力提出政策建议。

关键词

主观幸福感, 演化博弈, 戒毒所, 戒毒人员, 戒毒人员家属

Tripartite Evolutionary Game Model for Enhancing the Subjective Well-Being of Drug Addicts

Lishuang Chen^{1,2}, Ying Yao³, Mingsheng Xiong^{1,4*}

¹Department of Psychology, Wuhan Sports University, Wuhan Hubei

²Guangxi First Compulsory Rehabilitation Center, Nanning Guangxi

³Lijiang College of Guangxi Normal University, Guilin Guangxi

*通讯作者。

⁴Sports Training Monitoring Key Lab of Hubei Province, Wuhan Hubei

Received: May 6th, 2024; accepted: Jun. 18th, 2024; published: Jun. 29th, 2024

Abstract

Objective: In the judicial administration of drug rehabilitation work, improving the subjective well-being of drug addicts is an important way to improve the abstinence rate. **Methods:** On the basis of clarifying the management logic among drug rehabilitation centers, drug addicts and family members of drug addicts, an evolutionary game model of drug rehabilitation centers, drug addicts and family members of drug addicts was constructed. The game decision of drug rehabilitation centers, drug addicts and their families was analyzed, the equilibrium stable point of the game was solved, and the equilibrium choice of each participant was explored. Matlab was used for numerical simulation. **Results:** The study found that when the constraints are met, the evolutionary game of the three parties has a balanced state. **Conclusion:** In this state, the drug addicts should not invest more personal costs after choosing the cooperation strategy, and the family members of the drug addicts should not invest too much cost after choosing the participation strategy. Therefore, we can increase the punishment of the non-support strategy adopted by the drug rehabilitation center, limit the cost of the support strategy adopted by the drug rehabilitation center, and promote the drug rehabilitation center to adopt a more active support strategy. Accordingly, policy recommendations are proposed to improve the subjective well-being of drug addicts to promote their endogenous motivation for detoxification.

Keywords

Subjective Well-Being, Evolutionary Game, Drug Rehabilitation Center, Drug Addicts, Family Members of Drug Addicts

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

复发性药物使用, 是指在成功戒断后, 药物成瘾者重新寻求毒品的行为(许书萍等, 2021)。《2021年中国毒情形势报告》表明, 复吸人数显著超过当年新识别的药物使用者(国家禁毒委员会办公室, 2022)。目前, 高复吸率已经成为戒毒干预的主要挑战。如何有效提升戒断成功率并减少复吸风险呢? 研究显示, 药物使用者经历的神经系统损伤、认知功能衰退(曹华等, 2022), 以及社会功能的退化和社会支持的不足(邓平等, 2022), 这些因素不仅是吸毒的负面后果, 同时也是复吸行为的促动因素。大部分干预措施都聚焦于修复神经损伤、恢复心理状态以及重建社会支持体系。只有在这些条件得到满足后, 药物使用者才可能成功地重新融入社会。一项研究从性别差异、社会支持、教育水平、吸毒历史长度、使用环境和职业状态等六个维度探讨了保持戒断和降低复吸率的关键因素(邓平等, 2022)。例如, 缺乏社会支持的个体复吸倾向更高, 尤其是在婚姻状况不佳或职业不稳定的情况下(邓平等, 2022)。另一方面, 文化素质较高的个体显示出较低的复吸率(陈振彩等, 2022), 而多次戒断尝试和长期吸毒历史的个体则倾向于复吸(邓平等, 2022)。此外, 编程技术在研究中被应用于发现, 相比男性, 女性的心理依赖触发水平显著更高(曹

生兵等, 2015)。总体而言, 社会支持和个体差异共同影响着药物使用者的复吸动机。

在药物成瘾治疗领域, 根本的问题是, 药物使用者为了实现什么目标而选择接受隔离治疗、替代疗法、心理咨询和团体辅导, 以及努力重建人际关系? 相对于吸毒时的极端愉悦感, 他们的戒断动机可能源自于什么? 积极心理学提出, 研究应当不仅仅关注心理功能的机制, 而应更多地探究个体的积极特质和潜能, 以促进个人及社会的整体福祉(卡尔, 2008)。有研究支持, 幸福感可能是驱动药物使用者积极戒断的关键(刘妍, 2018; 唐凡等, 2020)。幸福感的积极体验不仅连接个体与社会的桥梁, 而且通常药物使用者的幸福感较低(赵建新, 赵锋, 2003)。无论是通过培养心理资本(许荣, 2020)、提升生命意义感(刘杨等, 2020; 杨宝琰等, 2021)、增强戒断动机(何赟等, 2020)、重建社会支持(朱海燕等, 2020), 还是通过团体辅导(唐凡等, 2020)和正念训练(姜慧丽, 2019)等方法, 其核心目的在于激发戒断者追求幸福的内在动力。因此, 当药物使用者感受到幸福时, 他们更倾向于坚持戒断; 反之, 则可能复吸。

什么是幸福? 幸福是由积极情绪、投入、人际关系、意义、成就五个元素组成的一个构建概念(卡尔, 2008)。戒毒人员的社会支持、受教育程度、吸毒年限、吸毒环境和职业工作等影响复吸倾向的特点中, 也与幸福五元素有密切关系。如社会支持与人际关系密切相关, 受教育程度、职业工作与意义和成就明显相关, 吸毒年限长和高危吸毒环境则代表其较低的社会支持、人际关系, 已婚戒毒人员比已婚离异戒毒人员复吸率更高, 也说明对家庭的投入产生了积极情绪。因此, 探讨如何培养戒毒人员的幸福感, 是戒毒所实现降低复吸率的关键。

幸福的本质是什么? 根据学术界的定义, 幸福由五大核心要素构成: 积极情绪、参与度、人际互动、生活的意义和个人成就(卡尔, 2008)。在戒毒人员这一特定群体中, 复吸行为的影响因素——如社会支持、教育水平、吸毒历史、环境与职业状况, 与这些幸福要素紧密相关。社会支持和良好的人际互动息息相关, 高教育水平和稳定职业则与生活意义和成就感有直接联系。长期吸毒及处于高风险吸毒环境的个体往往体现出较低的社会支持和人际联系。在复吸行为方面, 已婚而未离异的戒毒人员表现出较低的复吸率, 反映了他们较强的家庭投入和由此产生的积极情绪。因此, 提升戒毒人员的幸福感是降低其复吸率的关键因素。主观幸福感受到家庭和环境变化的影响(党云晓等, 2014), 在戒毒所的环境和社会支持的双重作用下, 这一感受往往受到限制并主要体现在个体的主观体验上。隔离措施导致戒毒人员与社会、家庭的隔绝, 社会与家庭支持不足进一步影响了他们的心理健康(尹露等, 2022)。戒毒人员、戒毒所及其家属之间的冲突频发, 引发了一系列复杂的伦理困境(王单, 2019)。隔离不仅引发了戒毒人员的失败感、挫折感和被压迫感, 未经妥善处理, 还可能演化为对抗、倦怠和焦虑, 从而削弱其幸福感。在应对这些负面心理状态的同时, 如何平衡积极情绪的获得, 是影响戒毒人员主观幸福感的关键(孟新雨等, 2022)。元分析显示, 心理资本与主观幸福感存在显著相关性, 它能正向预测个体的幸福水平(Luthans & Youssef, 2004)。作为个体在工作与生活中展现的积极心理状态, 心理资本包括自我效能、乐观、韧性和希望等要素, 对个体的态度、情绪和行为表现产生积极影响(Luthans et al., 2007)。因此, 探索戒毒人员通过获取心理资本来提升幸福感的方法具有实际意义。

在心理学领域的实践中, 对于经历强制隔离的戒毒人员而言, 寻求戒毒中心的支持成为获取心理资本的关键渠道。戒毒中心通过提供尊重、情感和就业机会等支持, 关键性地促进了戒毒人员的主观幸福感提升。在现行的统一戒毒模式中, 虽然戒毒中心通常实行教育矫治与心理矫正的并行策略, 但主要依靠场所稳定的管理措施有时并不充分满足戒毒人员心理资本的需求。从演化博弈理论的视角看, 个体心理状态的稳定性由个体自我意识和外部影响因素之间的动态博弈过程决定(马骊等, 2021)。戒毒人员的主观幸福感受到其与戒毒中心的互动、所处环境、家庭冲突等多方面因素的影响。戒毒人员的心理与行为变化, 依赖于包括个人与心理资源、投入成本的博弈, 以及与戒毒中心及家庭成员之间的相互作用。先前研究关于戒毒人员复吸问题, 主要关注其影响因素及作用机制。从演化理论视角出发, 关注戒毒人员

幸福感的动态均衡,提出通过这一新视角来探索解决复吸问题的可能途径。

2. 问题描述和假设提出

2.1. 问题描述

研究表明,在中国文化背景下,个体的心理资本对其主观幸福感具有显著的正面影响(孟新雨等, 2022)。在强制戒毒期间,戒毒人员所感受到的支持——无论是来自戒毒所还是家庭成员,以及他们所积累的心理资本均会影响他们的主观幸福感。因此,通过采取多方策略,可以有效地介入和调整戒毒人员的幸福感,这些策略的选择和实施本质上是一个涉及戒毒所、戒毒人员及其家庭的动态博弈过程。

提升戒毒人员的主观幸福感可以促进他们对戒毒所提供的教育和矫治措施的接受度,同时抑制他们产生消极的抵抗意向。由于增强幸福感需要消耗心理资源,戒毒人员在决定其合作或对抗的态度时,需要在个人心理资本的消耗与从戒毒所及家庭获得的支持之间做出权衡。

由于戒毒所、戒毒人员及其家庭在信息和决策上的不对称性,戒毒人员无法完全控制其他两方的策略选择。戒毒所是否支持增强戒毒人员的幸福感、戒毒人员是否愿意提升幸福感、家庭成员是否参与支持等因素在隔离期间可能变化不定。戒毒所、戒毒人员及其家庭在提升戒毒人员幸福感的过程中,由于需要耗费各自的资源,因此需要进行复杂的策略选择和博弈。戒毒所在提供教育、医疗和心理支持方面虽有成本,但通过战略决策支持戒毒人员的主观幸福感,可能会增加戒毒人员及其家庭的支持,从而提高治疗的整体效果。

2.2. 假设提出

在本研究中,将戒毒所为戒毒人员提供组织支持定义为采取支持策略,不提供组织支持定义为不支持策略。将戒毒人员投入心理资本定义为采取配合策略,不投入心理资本定义为采取对抗策略。将戒毒人员家属加入教育矫治定义为参与策略,不加入教育矫治定义为不参与策略。据此提出下述前提假设:

假设 1:戒毒所、戒毒人员及其家属均为有限理性,在强制隔离戒毒过程中,三方会趋向选择能实现最大化自身利益的策略,且策略选择随时间推进会逐渐演化稳定于最优策略。

假设 2:戒毒所的策略空间 $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2) = \{\text{支持策略}, \text{不支持策略}\}$,并以 x 的概率选择 α_1 ,以 $(1-x)$ 的概率选择 α_2 , $x \in [0,1]$;戒毒人员的策略空间为 $\beta = (\beta_1, \beta_2) = \{\text{配合策略}, \text{对抗策略}\}$,其选择 β_1 的概率为 y ,选择 β_2 的概率为 $(1-y)$, $y \in [0,1]$;戒毒人员家属的策略空间 $\gamma = (\gamma_1, \gamma_2) = \{\text{参与策略}, \text{不参与策略}\}$,并以 z 的概率选择 γ_1 ,以 $(1-z)$ 的概率选择 γ_2 , $z \in [0,1]$ 。

假设 3:戒毒所采取支持策略付出的资源成本 C_1 ,价值收益(如上级绩效奖励) R ,采取不支持策略的惩罚成本(如上级绩效扣减) C 。另外,在戒毒人员家属采取参与策略时,戒毒所采取不支持策略所节约的资源成本 M 。

假设 4:戒毒人员选择配合策略时的个人投入成本 E ,戒毒人员选择配合策略时获得的心理资本 F ,戒毒人员因戒毒所与家属共同配合所获得的心理资本 D 。此外,戒毒人员因戒毒所支持获得的幸福系数 s ,戒毒人员因受其家属参与获得的幸福系数 p 。

假设 5:戒毒人员家属采取参与策略付出的资源成本 C_2 ,戒毒人员家属采取不参与策略带来的额外损失(更多的投入成本由戒毒所代付) H ,家属因受戒毒人员幸福系数提高获得的心理资本收益 K 。

假设 6:无论戒毒人员是否配合,在戒毒人员家属参与下,戒毒所采取支持策略就可以获得的收益 U_1 (产生于戒毒所与戒毒人员家属通过协作所减少的人力获取资源的成本);无论戒毒人员是否配合,在戒毒所支持下,戒毒人员家属只要参与都会获得的收益 U_2 ;戒毒人员因戒毒所与家属共同配合所节约的心理资本收益 U_3 。令戒毒人员对抗、家属不参与,戒毒所不支持、戒毒人员对抗以及三方均不合作的情

况对戒毒人员提高主观幸福感的收益为 0。基于上述假设，可以得到戒毒所、戒毒人员及其家属三方博弈的收益矩阵，见表 1。

Table 1. Benefits matrix of the tripartite game for rehabilitation center, drug addicts and their families
表 1. 戒毒所、戒毒人员及其家属三方博弈的收益矩阵

		戒毒人员	戒毒人员家属	
			参与(z)	不参与($1 - z$)
戒毒所	支持(x)	配合(y)	$U_1 + R - C_1$	$U_1 + R - C_1$
			$pU_3 - E + D + sF$	$sF - E$
			$U_2 - C_2 + K$	$K - H$
			$U_1 + R - C_1$	$R - C_1$
	对抗($1 - y$)	$D + pU_3$	0	
		$U_2 - C_2$	$-H$	
	不支持($1 - x$)	配合(y)	$M - C$	$-C$
			pF	$F - E$
			$-C_2$	$K - H$
			$M - C$	$-C$
对抗($1 - y$)		0	0	
		$-C_2$	$-H$	

3. 演化博弈模型分析

3.1. 三方演化博弈的稳定策略

3.1.1. 戒毒所采取支持或不支持的期望收益以及平均期望收益分别为： f_{11} 、 f_{12} 、 \bar{f}_1

戒毒所采取支持策略的期望收益为：

$$f_{11} = yz(U_1 + R - C_1) + y(1-z)(U_1 + R - C_1) + (1-y)z(U_1 + R - C_1) + (1-y)(1-z)(R - C_1) \quad (1)$$

戒毒所采取不支持策略的期望收益为：

$$f_{12} = yz(M - C) + y(1-z)(-C) + (1-y)z(M - C) + (1-y)(1-z)(-C) \quad (2)$$

因此，戒毒所的平均期望收益为：

$$\begin{aligned} \bar{f}_1 &= xf_{11} + (1-x)f_{12} \\ &= xC - C - xC_1 + zM + xR - xzM + xyU_1 + xzU_1 - xyzU_1 \end{aligned} \quad (3)$$

则，戒毒所采取应对策略的复制动态方程为：

$$\begin{aligned} F_{(x)} &= \frac{dx}{dt} = x(f_{11} - \bar{f}_1) = x(1-x)(f_{11} - f_{12}) \\ &= x(1-x)[yz(U_1 + R - C_1 - M + C) + y(1-z)(U_1 + R - C_1 + C) \\ &\quad + (1-y)z(U_1 + R - C_1 - M + C) + (1-y)(1-z)(R - C_1) + C] \end{aligned} \quad (4)$$

3.1.2. 戒毒人员采取配合或对抗的期望收益以及平均期望收益分别为： f_{21} 、 f_{22} 、 \bar{f}_2

戒毒人员采取配合策略的期望收益为：

$$f_{21} = xz(pU_3 - E + D + sF) + x(1-z)(sF - E) + (1-x)z(pF) + (1-x)(1-z)(F - E) \quad (5)$$

戒毒人员采取对抗策略的期望收益为:

$$f_{22} = xz(D + pU_3) + 0 \quad (6)$$

因此, 戒毒人员的平均期望收益为:

$$\begin{aligned} \bar{f}_2 &= yf_{21} + (1-y)f_{22} \\ &= -y[(E-F)(x-1)(y-1) - x(E-sF)(z-1) - xz(D-E+sF+pU_3) \\ &\quad + zpF(x-1)] - xz(D+pU_3)(y-1) \end{aligned} \quad (7)$$

则, 戒毒人员采取应对策略的复制动态方程为:

$$\begin{aligned} F_{(y)} &= \frac{dy}{dt} = y(f_{21} - \bar{f}_2) = y(1-y)(f_{21} - f_{22}) \\ &= y(1-y)[xz(sF-E) + x(1-z)(sF-E) + (1-x)z(pF) + (1-x)(1-z)(F-E)] \end{aligned} \quad (8)$$

3.1.3. 戒毒人员家属采取参与或不参与的期望收益以及平均期望收益分别为: f_{31} 、 f_{32} 、 f_3

戒毒人员家属采取参与策略的期望收益为:

$$f_{31} = xy(U_2 - C_2 + K) + x(1-y)(U_2 - C_2) + (1-x)y(-C_2) + (1-x)(1-y)(-C_2) \quad (9)$$

戒毒人员家属采取不参与策略的期望收益为:

$$f_{32} = xy(K - H) + x(1-y)(-H) + (1-x)y(K - H) + (1-x)(1-y)(-H) \quad (10)$$

因此, 戒毒人员家属的平均期望收益为:

$$\bar{f}_3 = zf_{31} + (1-z)f_{32} = zH - zC_2 - H + yK - yzK + xzU_2 + xyzK \quad (11)$$

则, 戒毒人员家属采取应对策略的复制动态方程为:

$$\begin{aligned} F_{(z)} &= \frac{dz}{dt} = z(f_{31} - \bar{f}_3) = z(1-z)(f_{31} - f_{32}) \\ &= z(1-z)[xy(U_2 - C_2 + H) + x(1-y)(U_2 - C_2 + H) \\ &\quad + (1-x)y(H - C_2 - K) + (1-x)(1-y)(H - C_2)] \end{aligned} \quad (12)$$

通过联立戒毒所式(4)、戒毒人员式(8)及其家属式(12)三方的复制动态方程, 得到复制动态系统方程(13)如下:

$$\begin{cases} F_{(x)} = \frac{dx}{dt} = x(f_{11} - \bar{f}_1) = -(2x-1)(C-C_1+R-zM+yU_1+zU_1-yzU_1) \\ F_{(y)} = \frac{dy}{dt} = y(f_{21} - \bar{f}_2) = (2y-1)(E-F+xF-zE+zF-zpF-xsF+xzE-xzF+xzpF) \\ F_{(z)} = \frac{dz}{dt} = z(f_{31} - \bar{f}_3) = -(2z-1)(H-C_2-yK+xU_2+xyK) \end{cases} \quad (13)$$

方程求解, 令 $F_{(x)} = 0$, $F_{(y)} = 0$, $F_{(z)} = 0$, 即系统策略选择的变化率为 0 时, 可以获得复制动态系统方程的 14 个均衡点, 其中 $B_1(0,0,0)$, $B_2(1,0,0)$, $B_3(0,1,0)$, $B_4(0,0,1)$, $B_5(1,1,0)$, $B_6(1,0,1)$, $B_7(0,1,1)$, $B_8(1,1,1)$, $B_9[(C_2-H)/U_2, 0, (C-C_1+R)/(M-U_1)]$, $B_{10}[(C_2-H+K)/(K+U_2), 1, (C-C_1+R+U_1)/M]$, $B_{11}[-(E-F)/(F-sF), -(C-C_1+R)/U_1, 0]$, $B_{12}[0, -(C_2-H)/K, (E-F)/(E-F+pF)]$ 有数学意义。 B_1 , B_2 , B_3 , B_4 , B_5 , B_6 , B_7 , B_8 , 构成了演化博弈域的边界 $\{(x, y, z) | x = 0, 1; y = 0, 1; z = 0, 1\}$ 。虽然 B_9 , B_{10} , B_{11} , B_{12} 也是其方程的均衡点, 但在本研究中稳定解为严格纳什均衡, B_9 , B_{10} , B_{11} , B_{12} 不是渐进稳定状态, 因此只需探讨 B_1 , B_2 , B_3 , B_4 , B_5 , B_6 , B_7 , B_8 的渐进稳定性。

Friedman 指出通过求解复制动力系统的 Jacobian 矩阵的局部稳定性, 可以得到复制动力系统的演化稳定均衡解(Friedman, 1991)。根据式(13)可得 Jacobian 矩阵如式(14)所示:

$$J = \begin{bmatrix} J_1 & J_2 & J_3 \\ J_4 & J_5 & J_6 \\ J_7 & J_8 & J_9 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial F_{(x)}}{\partial x} & \frac{\partial F_{(x)}}{\partial y} & \frac{\partial F_{(x)}}{\partial z} \\ \frac{\partial F_{(y)}}{\partial x} & \frac{\partial F_{(y)}}{\partial y} & \frac{\partial F_{(y)}}{\partial z} \\ \frac{\partial F_{(z)}}{\partial x} & \frac{\partial F_{(z)}}{\partial y} & \frac{\partial F_{(z)}}{\partial z} \end{bmatrix}$$
$$= \begin{bmatrix} -(2x-1)(C-C_1+R-zM+yU_1+zMU_1-yzU_1) & xU_1(x-1)(z-1) & x(x-1)(M-U_1+yU_1) \\ y(y-1)(F-sF+yE-zF+zf) & (2y-1)(E-F+xF-zE+zF-zpF-xzF-xzE-xzF+xzpF) & y(x-1)(y-1)(E-F+pf) \\ -z(U_2+yK)(z-1) & -Kz(x-1)(z-1) & -(2z-1)(H-C_2-yK+xU_2+xyK) \end{bmatrix} \quad (14)$$

3.2. 均衡点分析

针对戒毒所、戒毒人员及其家属三方博弈的情景，利用 Lyapunov 法则对其三阶矩阵进行均衡点分析。首先，均衡点 $B_1(0,0,0)$ 下复制动力系统的 Jacobian 矩阵如下：

$$J_{B1} = \begin{bmatrix} R+C-C_1 & 0 & 0 \\ 0 & F-E & 0 \\ 0 & 0 & H-C_2 \end{bmatrix}$$

可得均衡点 $B_1(0,0,0)$ 下复制动力系统的 Jacobian 矩阵 J_{B1} 的特征值为 $\lambda_1 = R+C-C_1$ ； $\lambda_2 = F-E$ ； $\lambda_3 = H-C_2$ 。在 Jacobian 矩阵上将 $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6, B_7, B_8$ 分别代入并计算特征值。Jacobian 矩阵的所有特征值均具有负实部，则均衡点为渐进稳定点；Jacobian 矩阵的特征值至少有一个具有正实部，则均衡点为鞍点。按照结合假设 6 和现实情况，设 $C_1-C+M-R-U_1 < 0$ ， $E-sF < 0$ ， $C_2-H-U_2 < 0$ ，进而分析各均衡点的稳定性。如表 2 所示。

Table 2. Equilibrium point stability analysis
表 2. 均衡点稳定性分析

均衡点	Jacobian 矩阵特征值		稳定性
	$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$	实部符号	
$B_1(0,0,0)$	$R+C-C_1, F-E, H-C_2$	$(+, \times, +)$	鞍点
$B_2(1,0,0)$	$C_1-C-R, E-sF, H-C_2+U_2$	$(-, -, +)$	鞍点
$B_3(0,1,0)$	$C-C_1+R+U_1, E-F, H-C_2-K$	$(+, \times, +)$	鞍点
$B_4(0,0,1)$	$C-C_1-M+R+U_1, pF, C_2-H$	$(+, +, -)$	鞍点
$B_5(1,1,0)$	$C_1-C-R-U_1, E-sF, H-C_2+U_2$	$(-, -, +)$	鞍点
$B_6(1,0,1)$	$C_1+M-R-C-U_1, sF-E, C_2-H-U_2$	$(-, +, -)$	鞍点
$B_7(0,1,1)$	$C-C_1-M+R+U_1, -pF, C_2-H+K$	$(+, -, -)$	鞍点
$B_8(1,1,1)$	$C_1-C+M-R-U_1, E-sF, C_2-H-U_2$	$(-, -, -)$	ESS
$B(x^*, y^*, z^*)$	鞍点或不确定		

注：×表示符号不确定。

由此可知，当 $C_1-C+M-R-U_1 < 0$ ， $E-sF < 0$ ， $C_2-H-U_2 < 0$ ，复制动态方程仅有 $B_8(1,1,1)$ 一个稳定点，即演化稳定策略为三方均采取“积极”的策略{支持，配合，参与}，也是三方博弈系统的帕累托最优状态，且其约束条件为 $M+C_1 < U_1+R+C$ ， $E < sF$ ， $C_2 < H+U_2$ 。

4. 仿真分析

在博弈策略演化稳定点分析的基础上,根据约束条件和复制动态方程,运用 Matlab 2021a 对戒毒所、戒毒人员及其家属三方博弈进行数值仿真,在分析相关参数变动对交互行为演化过程的影响。为便于分析,假定戒毒所采取支持策略付出的资源成本 C_1 为 1,价值收益(上级绩效奖励) R 为 1,采取不支持策略的惩罚成本(上级绩效扣减) C 为 1。另外,在戒毒人员家属采取参与策略时,戒毒所采取不支持策略所节约的资源成本 M 为 1。戒毒人员选择配合策略时的个人投入成本 E 为 1,戒毒人员选择配合策略时获得的心理资本 F 为 1。此外,戒毒人员因戒毒所支持获得的幸福系数 s 为 2,戒毒人员因受其家属参与获得的幸福系数 p 为 1.2。戒毒人员家属采取参与策略付出的资源成本 C_2 为 1,戒毒人员家属采取不参与策略带来的额外损失(投入更多成本由戒毒所代付) H 为 1.5,家属因受戒毒人员幸福系数提高获得的心理资本收益 K 为 1。无论戒毒人员是否配合,在戒毒人员家属参与下,戒毒所采取支持策略就可以获得的收益 U_1 为 2;无论戒毒人员是否配合,在戒毒所支持下,戒毒人员家属只要参与都会获得的收益 U_2 为 2.2。上述初始条件同时满足 $M + C_1 < U_1 + R + C$, $E < sF$, $C_2 < H + U_2$ 的参数条件,此时复制动态系统有且仅有 $B_8(1,1,1)$ 一个演化稳定策略。

4.1. 三方演化博弈的演化路径

如图 1 所示,本研究的三方博弈系统的演化路径, X、Y、Z 轴分别表示戒毒所选择支持策略的比例,戒毒人员选择配合策略的比例,戒毒人员家属选择参与策略的比例,取值范围为 0 到 1 之间。可以发现,博弈系统朝着 $B_8(1,1,1)$ 的帕累托最优状态进行演进。即在上述初始值的条件下,这验证了稳定性分析的结果,博弈系统的演化路径与各主体的策略比例大小有关。在以戒毒所为关键影响者的现实前提下,只要约束条件满足 $M + C_1 < U_1 + R + C$, $E < sF$, $C_2 < H + U_2$,各主体无论采取何种初始策略的策略,则各主体的举措均会收敛到均衡稳定点 $B_8(1,1,1)$,这表明在戒毒人员幸福感的三方博弈系统中,随着时间的推进各主体选择“积极”策略的比例越高,其博弈系统就越朝着帕累托最优状态进行演化,如图 2 所示。

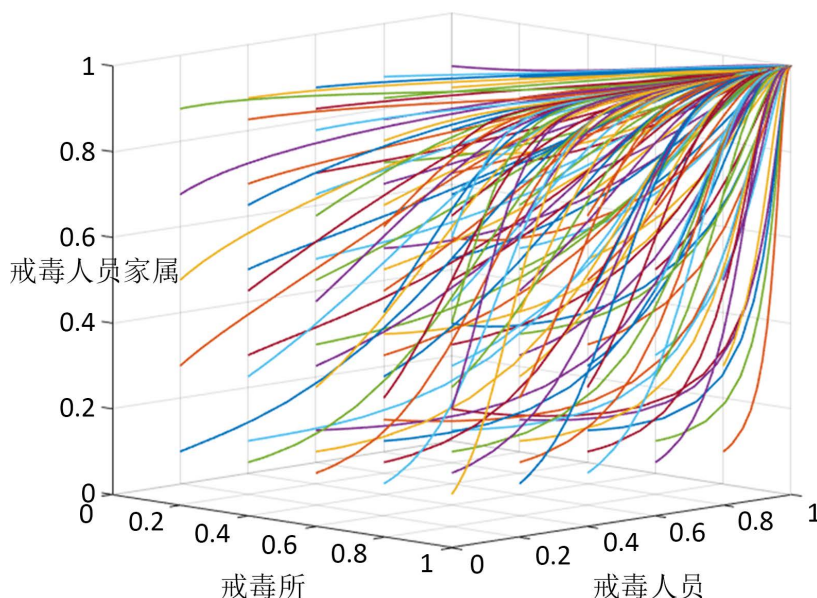


Figure 1. Three-party evolutionary game path diagram

图 1. 三方演化博弈路径图

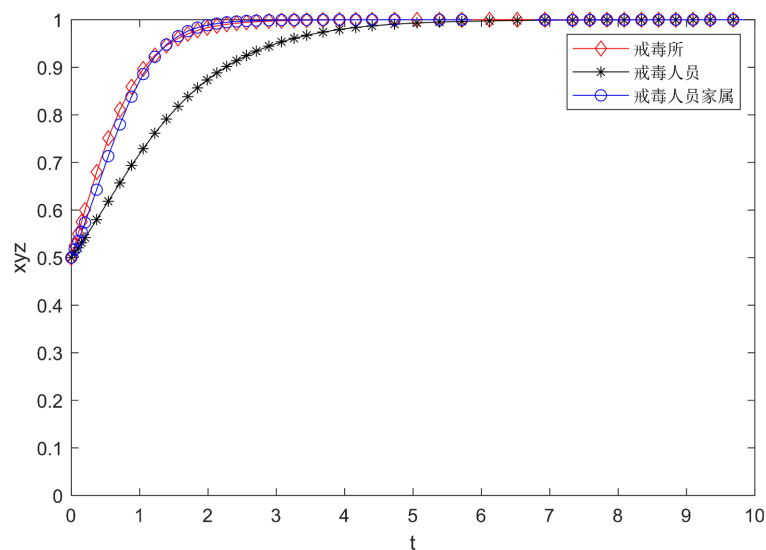


Figure 2. Schematic of the two-dimensional time evolution of the three-party game

图 2. 三方博弈的二维时间演化示意图

4.2. 各参数对博弈系统演化的影响

4.2.1. 戒毒所的惩罚成本和资源成本 C 、 C_1 的影响

在上述初始值保持不变的情况下，进一步数值仿真分析惩罚成本和资源成本 C 、 C_1 对其博弈系统的具体影响。假定主体初始策略比例为(0.5, 0.5, 0.5)，戒毒所采取不支持策略的惩罚成本 C 对三方的影响如图 3(a)~(c)所示，可知随着惩罚力度 C 的增大，戒毒所和戒毒人员家属趋近于 1 的速率加快，即更快采取支持、参与策略，而惩罚力度 C 对戒毒人员没有显著影响。这说明，加大对戒毒所采取不支持策略的惩罚成本可以令戒毒所、戒毒人员家属更加主动地采取“积极”策略{支持，参与}。

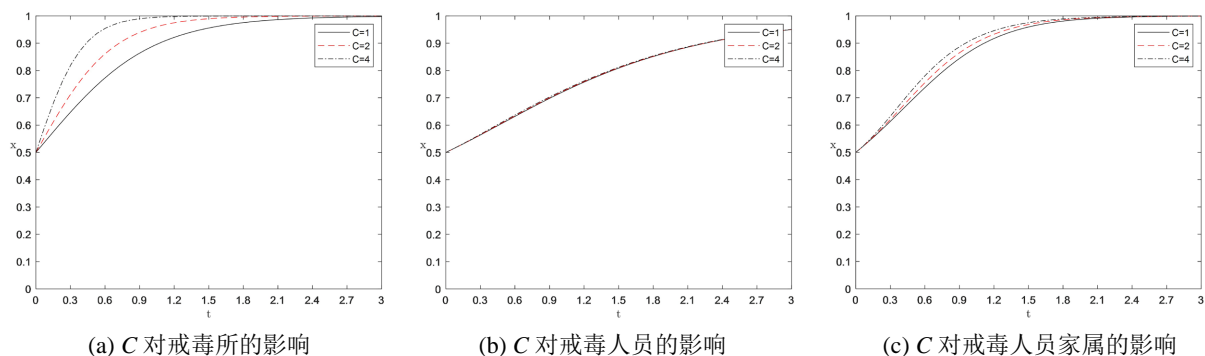


Figure 3. Impact of punishment costs C of a non-supportive strategy in drug rehabilitation centers on triangulation

图 3. 戒毒所采取不支持策略的惩罚成本 C 对三方的影响

此外，如图 4(a)~(c)所示，戒毒所采取支持策略付出的资源成本 C_1 对三方的影响。可知随着戒毒所付出的支持成本 C_1 更大时，戒毒所采取选择的策略会发生改变，逐渐偏向不支持策略。 C_1 对戒毒人员家属也有影响，当 C_1 不断增加时，戒毒人员家属反而也会倾向采取不参与策略。 C_1 对戒毒人员群体没有明显影响。这说明，戒毒所采取支持策略付出的成本要控制在合理的范围内，否则将会导致戒毒所、戒毒人员家属均采取“消极”策略{不支持，不参与}。

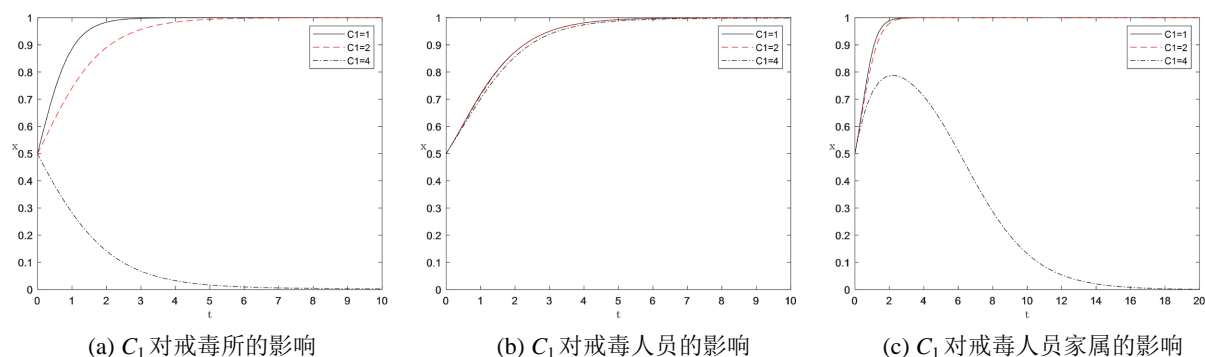


Figure 4. Impact of resource costs C_1 Paid by drug rehabilitation centers for adopting support strategies on the three parties
图 4. 戒毒所采取支持策略付出的资源成本 C_1 对三方的影响

4.2.2. 戒毒人员家属的资源成本 C_2 的影响

如图 5(a)~(c)所示, 戒毒人员家属采取参与策略付出的资源成本 C_2 对三方的影响。假定其他参数值不变可知, C_2 的变化对戒毒所、戒毒人员没有显著影响, 而戒毒人员家属会因为其投入的资源成本 C_2 过多, 从选择参与策略快速转变到不参与策略。这说明, 戒毒人员家属在选择参与策略时不需要投入过多的资源成本, 成本越低越有利于戒毒人员家属选择参与策略。

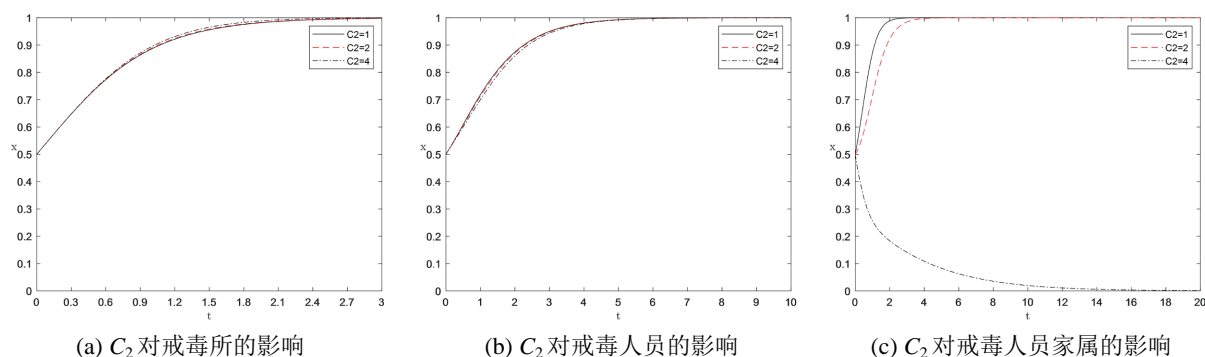


Figure 5. Impact of resource costs C_2 for families of drug addicts adopting participation strategies on the three parties
图 5. 戒毒人员家属采取参与策略付出的资源成本 C_2 对三方的影响

4.2.3. 戒毒人员投入成本 E 的影响

在前文的分析中可知, 戒毒人员因戒毒所与家属共同配合所获得的心理资本 D 对博弈系统没有直接影响, 仅有戒毒人员选择配合策略时的个人投入成本 E 和选择配合策略时获得的心理资本 F 进入到复制动态方程, 因此从戒毒人员投入的成本 E 了解其对三方的影响, 如图 6(a)~(c)所示。假定其他参数值不变, E 仅对戒毒人员有直接作用, 随着 E 的增大, 戒毒人员选择配合策略的概率越低。这说明, 戒毒人员选择配合策略后不应当投入更多的个人成本, 不然会使戒毒人员采取不配合策略。

4.2.4. 戒毒人员幸福系数 s , p 的影响

如图 7(a)~(c)所示, 戒毒人员因戒毒所支持获得的幸福系数 s 只对戒毒人员产生显著影响。假定其他参数值不变, 随着幸福系数 s 的上升, 戒毒人员采取配合策略的概率快速趋近于 1, 说明 s 对戒毒人员采取配合策略的影响十分明显。同理, 如图 8(a)~(c)所示, 戒毒人员因受其家属参与获得的幸福系数 p 对戒毒人员的采取配合策略行为决策有影响。这说明, 戒毒人员幸福系数 s 、 p 均对戒毒人员采取配合策略有明显增益, 而来自戒毒所支持而产生幸福感远大于来自家属参与的幸福。

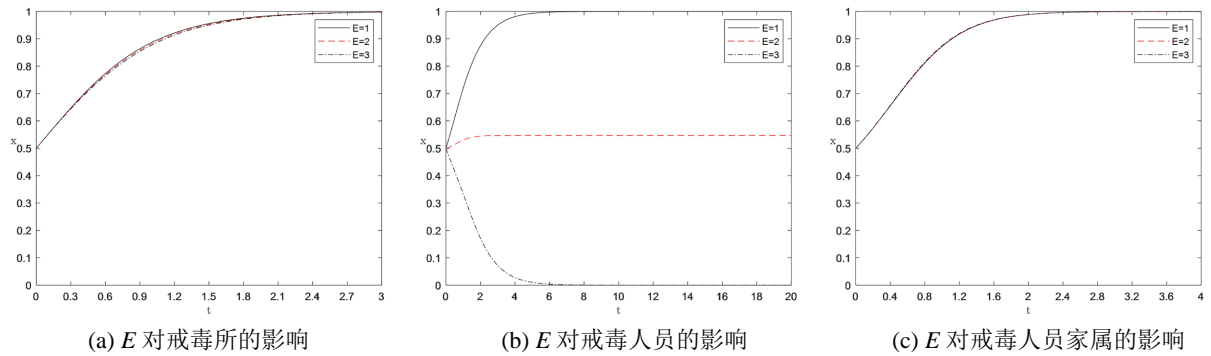


Figure 6. Impact of individual input costs E on triangulation when drug addicts choose fit strategies

图 6. 戒毒人员选择配合策略时的个人投入成本 E 对三方的影响

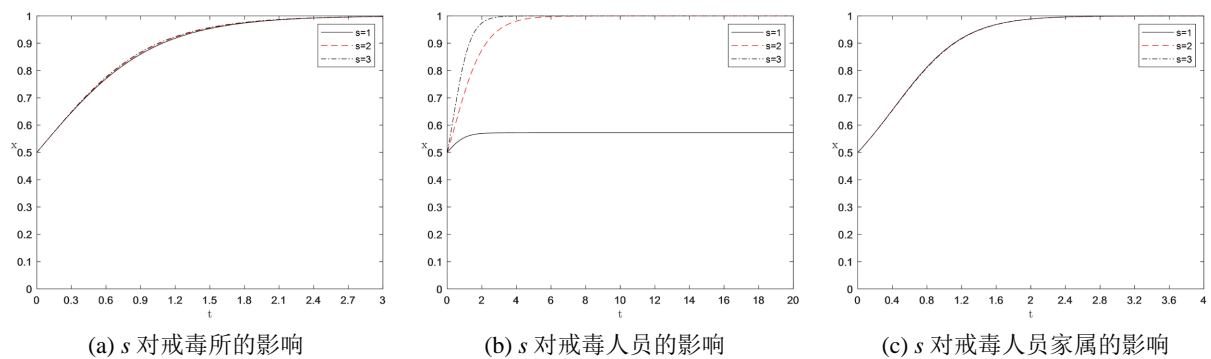


Figure 7. Impact of the coefficient of well-being s obtained by drug addicts as a result of rehab support on tripartite

图 7. 戒毒人员因戒毒所支持获得的幸福系数 s 对三方的影响

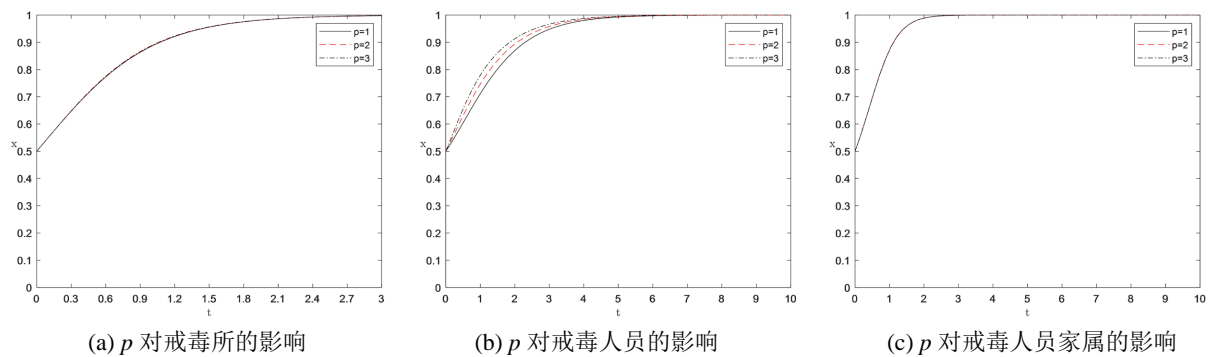


Figure 8. Impact of the coefficient of well-being p obtained by drug addicts as a result of being involved by their family members on the three parties

图 8. 戒毒人员因受其家属参与获得的幸福系数 p 对三方的影响

5. 讨论

研究表明, 在中国的文化背景下, 个体心理资本对主观幸福感有显著的正面效应(孟新雨等, 2022)。在戒毒人员经历为期两年的强制隔离期间, 其对戒毒设施的支持感知、家庭的参与度以及积累的心理资本均对其主观幸福感有所影响。据此, 针对戒毒人员的主观幸福感的动态变化进行干预时, 戒毒设施、本人及其家属需采取多样化策略, 这些策略的选择及执行过程可视为一个三方动态博弈的结果。

在司法行政管理体系中, 戒毒人员的复吸问题成为戒毒机构及其家属急需应对的主要挑战。由于戒毒者面临的是复吸行为的心理冲突, 即对毒品的吸引与回避, 这种心理的双向拉扯使得复吸问题复杂难

解。戒毒过程受到政府、社会和家庭等外部因素的干扰，而戒毒者的主观幸福感显著地影响其戒毒动力(梁贻婷, 2017)。因此，增强戒毒者的主观幸福感对于降低复吸率、提升道德行为标准显得尤为重要。从成本效益的视角分析，戒毒者的幸福感水平是决定其能否有效抵制复吸诱惑的关键因素，重点在于心理资本而非物质条件(孟新雨等, 2022)。在强制隔离戒毒的环境下，涉及的利益相关者包括戒毒所、接受戒毒的个体、其家庭成员以及上级监管机构等。尽管这些利益相关者的目标在某种程度上是一致的，即防止戒毒人员再次吸毒，但它们之间的利益仍有所不同。从社会治安维护和经济角度考虑，戒毒人员的复吸问题具有复杂的多维价值。探讨这些主体在戒毒过程中的互动，并从提升戒毒人员主观幸福感的视角出发，采用博弈论分析以寻求帕累托最优解，为研究提供了创新的分析框架。

戒毒个体在追求主观幸福感的过程中，经历一场多方利益的博弈调整，旨在通过提升戒毒动机来抵御复吸的冲动。这一群体面临多重挑战，包括神经损伤、认知障碍(曹华等, 2022)、低教育水平和较低的社会地位(邓平等, 2022)。在强制隔离的戒毒过程中，他们被要求动用大量的认知资源进行教育性矫治，并在与戒毒所及家属的互动中消耗心理资本。此种生活方式往往难以激发主观幸福感，个体可能因过度追求积极情绪而陷入“幸福悖论”，即可能导致更低的幸福体验(李爱梅等, 2015)。因此，戒毒者在此期间期望获得戒毒所的组织支持，以缓解因强制隔离带来的身心苦痛和修复家庭关系，减少心理资本的损耗。在此基础上，戒毒所及戒毒者的家属需评估支持与不支持的策略，权衡所带来的资源成本和创造的价值。演化博弈和数值仿真分析表明，只有在一定条件下，三方的博弈才会达到最优稳定均衡。这些条件包括：戒毒所的支持策略带来的收益与成本的总和必须超过不支持策略的总和；戒毒者因戒毒所支持获得的幸福系数与其在配合策略中的心理资本的乘积需大于其个人投入成本；以及戒毒者家属在不参与策略中的额外损失与参与收益的总和需超过其在参与策略中的资源成本。在实施此策略时，应通过增强对戒毒中心未采纳支持措施时的惩处力度，以及合理限制支持策略的成本，激励戒毒中心实施更为主动的支援行动。同时，戒毒参与者在选择合作策略后，不应承担额外个人成本；家属在加入此策略时，也不应负担过重成本。重要的是，从戒毒中心得到的支持所带来的幸福感应显著高于家属参与带来的幸福感。为达到这些要求，戒毒中心需承担类似政府机关的角色，进行资源的有效配置，以减少戒毒者及其家属的资源消耗，达到支持、合作、参与的最优策略平衡。

6. 结论

在司法行政统一戒毒模式中，为促进戒毒人员的主观幸福感，并通过此提高其戒毒的自发动机，进而有效减少复吸可能性，本研究提出以下建议：1) 增强戒毒中心作为政府部门的关键角色，积极支持提升戒毒人员的主观幸福感，戒毒中心应通过较小的资源开支改善戒毒人员的生活条件，既包括物质也包括心理层面，从而提升幸福感并减少家庭成本，确保戒毒人员及其家属采取的策略在资源投入上产生正向收益。2) 强化戒毒中心上级管理机构的作用，实施以奖惩机制为主的政策。首先，强化监督与指导，确保消极策略得到改正；其次，通过绩效奖励等手段表彰积极策略，激励戒毒中心发挥创新精神，促进其为戒毒人员及其家属提供更好的支持。3) 激活戒毒人员幸福感提升的机制，戒毒中心应在控制成本的同时，采用多元化策略如开展教育矫正、团体辅导、心理咨询、正念训练、增强家庭联系和职业技能培训等，以全面增强戒毒过程中的主观幸福感。

基金项目

本研究得到“十四五”湖北省高等学校优势特色学科群“运动与脑科学”(鄂教研函[2021] 5 号)支持。

参考文献

曹华, 赵曼玉, 杨玲, 李玲, 苏红婷, 闫长虎(2022). 海洛因戒断者的无意识抑制控制功能. *中国心理卫生杂志*, 36(7),

563-568.

- 曹生兵, 孙升, 邓平(2015). 强制隔离戒毒人员心瘾测量的探索性研究. *心理技术与应用*, (9), 32-38.
- 陈振彩, 王蕾, 刘灵娇, 蔡恒斌, 朱宇翔, 吴挺云, 冯振军(2022). 强制隔离戒毒人员情感体验对毒品渴求的影响: 学历水平的调节作用. *中国药物滥用防治杂志*, 28(4), 420-426.
- 党云晓, 张文忠, 余建辉, 湛丽, 湛东升(2014). 北京居民主观幸福感评价及影响因素研究. *地理科学进展*, 33(10), 1312-1321.
- 邓平, 马立骥, 吴善龙(2022). 全国统一戒毒模式下戒毒人员复吸问题分析与纾困对策探究. *中国司法*, (5), 91-98.
- 国家禁毒委员会办公室(2022). 2021 年中国毒情形势报告. <https://deppc.swupl.edu.cn/jddt/b65f51e6654745f3ad37c3b17e88ecc4.htm>
- 何赟, 刘宇平, 王豆豆, 张卓, 杨波(2020). 时间洞察力对女性戒毒人员戒毒动机的影响: 非理性信念的中介作用. *中国药物依赖性杂志*, 29(5), 350-356.
- 姜慧丽(2019). 正念训练对女性戒毒人员复吸倾向的干预研究. 硕士学位论文, 南京: 南京师范大学.
- 卡尔(2008). 积极心理学: 关于人类幸福和力量的科学(郑雪, 等译). 中国轻工业出版社.
- 李爱梅, 李晓萍, 高结怡, 彭元, 夏莹(2015). 追求积极情绪可能导致消极后果及其机制探讨. *心理科学进展*, 23(6), 979-989.
- 梁贻婷(2017). 戒毒康复人员社会支持、心理健康与复吸倾向的关系研究. 硕士学位论文, 长沙: 湖南师范大学.
- 刘妍(2018). 女性戒毒人员亲社会行为与幸福感的关系: 调节效应和中介效应的分析. 硕士学位论文, 济南: 山东师范大学.
- 刘杨, 张灏, 张静秋, 钟琴, 胡韬(2020). 艾滋病感染者强制隔离戒毒人员戒毒动机与复吸倾向之间的关系: 自我概念与生命意义感的链式中介效应. *中国药物依赖性杂志*, 29(5), 364-370.
- 马骊, 康永征, 廖启云(2021). 心理契约视域下新生代员工的组织行为选择——基于演化博弈模型的系统分析. *系统科学学报*, 29(3), 97-103.
- 孟新雨, 凌冬莲, 吴旻(2022). 中国背景下心理资本与主观幸福感关系的元分析. *赣南师范大学学报*, 43(5), 135-140.
- 唐凡, 盛健, 张海涛(2020). 团体辅导提高艾滋病吸毒人员心理健康水平的效果. *中国健康心理学杂志*, 28(8), 1152-1157.
- 王单(2019). 戒毒社会工作实务中的伦理困境及应对研究——以青年女性戒毒者社工服务实践为例. 硕士学位论文, 长沙: 湖南师范大学.
- 许荣(2020). 男性戒毒人员积极心理资本对复吸倾向的影响: 戒毒动机的中介作用. *中国药物依赖性杂志*, 29(5), 383-386.
- 许书萍, 张勇, 徐定, 张坤(2021). 强制隔离戒毒人员出所复吸风险评估及干预对策研究. *华东理工大学学报(社会科学版)*, 36(6), 33-46, 56.
- 杨宝琰, 陈芳丽, 刘信芬, 杜军红(2021). 怀旧对戒毒人员复吸倾向的影响: 生命意义感的中介作用. *中国药物依赖性杂志*, 30(6), 455-459.
- 尹露, 孙沛, 李娜, 徐杰, 谷朝峰(2022). 基于正念的团体心理干预对物质成瘾者心理健康状况的改善效果研究. *中国药物依赖性杂志*, 31(2), 142-145.
- 赵建新, 赵锋(2003). 戒毒人员与普通人群幸福感指数对照研究. *云南师范大学学报(哲学社会科学版)*, 35(1), 130-134.
- 朱海燕, 曾天德, 谢康, 王品卿, 吴灿(2020). 社会支持对戒毒人员复吸的影响——多重中介作用. *闽南师范大学学报(自然科学版)*, 33(4), 126-132.
- Friedman, D. (1991). Evolutionary Games in Economics. *Econometrica*, 59, 637-666. <https://doi.org/10.2307/2938222>
- Luthans, F., Avolio, B. J., Avey, J. B., & Norman, S. M. (2007). Positive Psychological Capital: Measurement and Relationship with Performance and Satisfaction. *Personnel Psychology*, 60, 541-572. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.2007.00083.x>
- Luthans, F., & Youssef, C. M. (2004). Human, Social, and Now Positive Psychological Capital Management: Investing in People for Competitive Advantage. *Organizational Dynamics*, 33, 143-160. <https://doi.org/10.1016/j.orgdyn.2004.01.003>