

「 百科文艺 」

音药协同：探索音乐风格对药物吸收的创新影响与机制解析

孙令晔

上海音乐学院
上海 200031

摘要：音乐风格能够通过多层面生理与心理机制对药物吸收和代谢的潜在协同作用。研究表明，音乐通过调节内分泌与免疫系统（如降低皮质醇、稳定心率），优化体内代谢环境，间接提升药物吸收效率。快节奏音乐可刺激肾上腺素分泌增强生理活性，而舒缓音乐则平衡药物吸收动态。血流动力学研究发现，特定风格（如摇滚乐）能短暂开放血脑屏障，为中枢神经药物递送提供新策略，尤其在纳米药物领域潜力显著。此外，音乐直接缓解胃肠痉挛、促进胃排空，并通过脑-肠轴调节肠道菌群，可能提高口服药物生物利用度。临床应用中，音乐辅助治疗在2型糖尿病管理（如降低餐后血糖）和术后恢复（稳定情绪、减少炎症标志物）中展现出协同增效作用，同时增强患者依从性。未来，通过人工智能结合患者偏好开发个性化音乐疗法能够优化疗效并改善医疗体验，推动精准医疗发展。

关键词：音乐疗法；药物吸收；血脑屏障；脑-肠轴**中图分类号：**R454.3 **文献标识码：**A

随着音乐疗法在医疗领域的深入应用，音乐对药物吸收的潜在影响被逐渐重视。本文旨在通过探索音乐风格、人体生理反应与药物吸收之间的联系，探讨不同音乐风格如何影响药物吸收，以期为音乐辅助药物递送提供理论依据。

一、音乐对内分泌与免疫系统调节作用及其对药物吸收的影响

多项研究都证实了音乐对人体内分泌系统和免疫系统的调节效果，这一过程不仅对改善心理健康有帮助，而且可能同样对代谢和吸收药物的作用带来明显影响。具体而言，音乐干预间接地增强了免疫系统的功能，通过调节心率、运动机的能量和大脑的刺激，

进而可能促进更有效地吸收药物^①。首先，音乐可以调节心率，这对维持体内环境平衡和免疫系统正常运转至关重要，当音乐节奏与人的心跳同步时，可以提高心率的变异性，提高心脏的自主调节能力。其次，音乐激发的运动机可以改善血液循环，促进免疫细胞的流动，增强免疫系统的监控能力和防御能力，因此，音乐激发的运动机可以起到很好的而且音乐直接作用于大脑，特别是情绪调节区域，降低焦虑和压力，

通讯作者：孙令晔 **邮箱：**sly@shcmusic.edu.cn**收稿日期：**2025-04-25 **录用日期：**2025-05-21**DOI:** <https://doi.org/10.12414/sha.250529>^① Rebecchini, L. Music, mental health, and immunity. 2021, Brain Behav Immun Health, 2, 100076.

Type of music activities	Peripheral markers	Brain regions
Listening to relaxing/pleasant music(Fancourt et al., 2014; Leardi et al., 2007; Brown et al., 2004; Jeffries et al., 2003; Koelsch et al., 2006)	Increased levels of: - salivary Immunoglobulin A (s-IgA) Decreased levels of: - cortisol - epinephrine - norepinephrine	Activation of: - ventral striatum: nucleus accumbens (NAc) - opioid-rich midbrain nuclei - anterior superior insula - Rolandi operculum Deactivation of: - amygdala - hippocampus - parahippocampal gyrus - temporal poles ¹
Listening to techno music (Gerra et al., 1998)	Increased levels of: - plasma cortisol - adrenocorticotrophic hormone - prolactin - growth hormone - norepinephrine levels	-
Active participation in musical activity (playing, singing) (Kuhn, 2002; Jeffries et al., 2003)	Increased level of: - salivary Immunoglobulin A (s-IgA)	Activation of: - ventral striatum: nucleus accumbens (NAc)

图 1. (图 片 来 源: Effects of music intervention on inflammatory markers in critically ill and post-operative patients: a systematic review of the literature.)

从而减少分泌压力荷尔蒙（如皮质醇），维持荷尔蒙平衡，对免疫系统的正常运作有一定的帮助。音乐干预通过这些生理和心理机制，间接地增强了免疫系统的功能，为可能提高药物治疗效果的药物创造了一个良好的体内环境，使药物的代谢和吸收得到良好的改善。但这一进程的具体机理，还有待于科学的进一步探索。此外，在音乐节奏上，快节奏音乐可以刺激肾上腺素的分泌，导致心率和血压升高，而慢节奏音乐对于药物代谢和吸收有潜在的积极作用的平衡变化^②。

在临床治疗中，音乐的应用显示出其对重症患者和术后患者炎症标志物的影响，有可能降低对这些患者抗炎药物的需求，降低耐药风险^③。此外，音乐通过神经化学途径，包括奖赏、动机、愉悦感、压力和唤醒程度，以及免疫系统功能等，都会对人的心理状态产生影响。这样的效果可以帮助减轻压力对体内药物吸收效率可能提高的免疫系统的负面影响^④。（图 1）

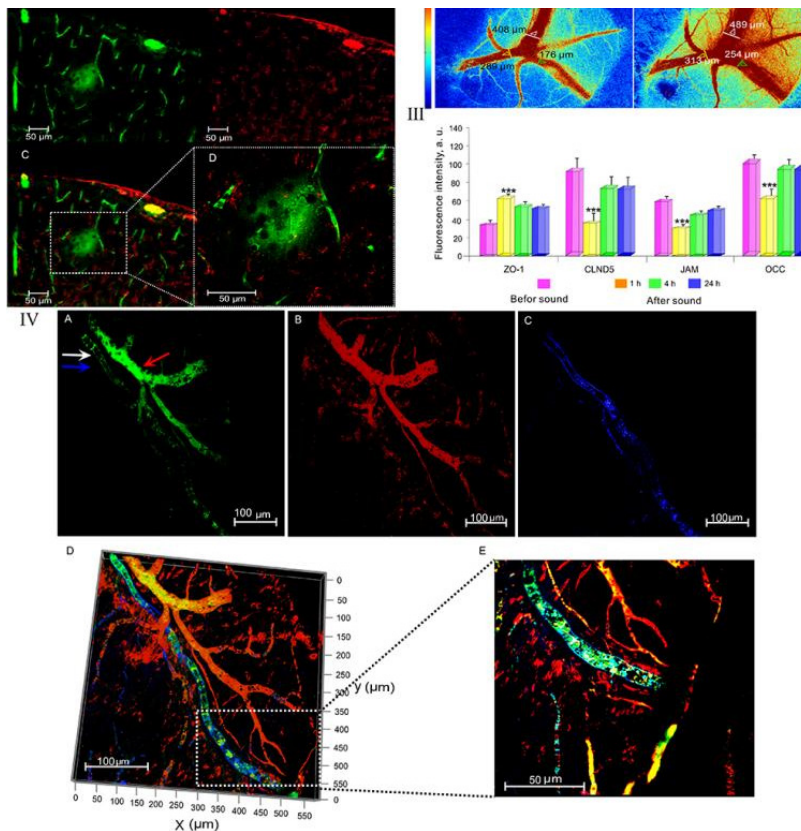


图 2. (图片来源: Phenomenon of Music-Induced Opening of the Blood-Brain Barrier in Healthy Mice.)

二、音乐对血流动力学与血脑屏障 (BBB) 的影响及其在药物分布中的作用

音乐在调节人体血流动力学和血脑屏障方面的潜在作用，为理解其如何影响药物分布和吸收提供了新的研

② Khalfa, S., et al. Music and immune system: An overview. 2002, Annals of the New York Academy of Sciences, 930(1):211-219.

③ Khan, S.H., et al. Effects of music intervention on inflammatory markers in critically ill and post-operative patients: a systematic review of the literature. 2018, Heart Lung, 47(5): 422-429.

④ Chanda, M.L., & Levitin, D.J. (2013). The neurochemistry of music. Trends in Cognitive Sciences, 17(4), 179-193. Chanda, M.L., & Levitin, D.J. The neurochemistry of music. 2013, Trends in Cognitive Sciences, 17(4):179-193.

究视角。研究发现，不同音乐风格对心率、血压等血流动力学参数有着不同的影响，这些变化可能对药物在体内的分布和吸收产生显著影响。例如，有研究显示，特定类型的音乐，如摇滚乐，能够在健康小鼠中暂时诱导血脑屏障的开放，这可能会增强药物对中枢神经系统的作用效果^⑤。（图2）

在这项研究中，低于安全阈值的摇滚乐被用来促进血脑屏障的开放，从而为药物更有效地进入大脑提供了途径。这种音乐诱导的血管变化，特别是血管扩张，可能对于提高药物递送效率具有重要作用，尤其是对于纳米药物的递送。

因此，通过对血流动力学参数不同音乐风格的影响（如古典、Rock、Electronics等），能够确定特定音乐模式对药物靶向分布的优化效果，这为构建音乐辅助的精准给药系统提供了新思路，尤其在中枢神经系统疾病治疗中具有转化应用前景。

三、音乐对胃肠道功能及肠道菌群的调节与药物吸收关联探讨

音乐对胃肠道功能的影响可以分为两个主要途径：一是直接作用于胃

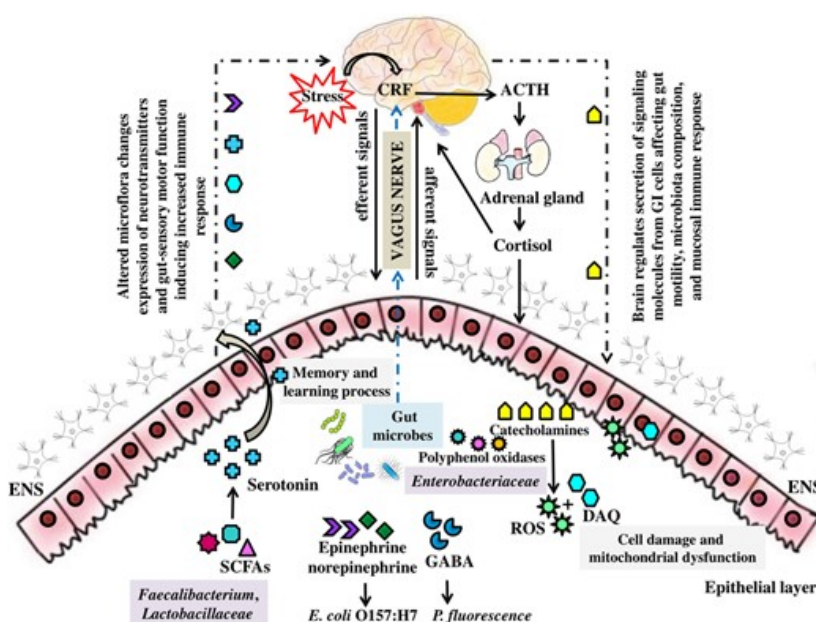


图3。（图片来源：《Letters in Applied Microbiology》）

肠道，二是通过影响心理情绪进而对肠道菌群产生影响。

1、音乐对胃肠道的直接影响

音乐具有降低皮质醇水平和心率的能力，通过减少压力的方式，间接影响胃肠运动和血液流动，这可能会对药物吸收产生一定的正面作用^⑥。根据Khalfa等人的研究，他们发现音乐在人承受压力后能对生理反应产生明显的影响。实验中，音乐对照组的参与者在体验了压力情境后，唾液中的皮质醇水平明显下降，同时心率也下降^⑦。对维持体内环境稳定至关重要的皮质醇水平降低，意味着身体的应激反应有所

缓解；而心率的降低，则对减轻心脏负担、畅通血液循环都有帮助。上述这些生理上的改变，都能够间接地影响肠胃的运动，从而提供更有利的环境，使身体内的药物能够被更快速地吸收。因此，由于胃肠运动和血液流动是药物吸收的关键因素，音乐的这种调节作用可能有助于提高药物的生物利用度和治疗效果。（图3）

在缓解胃肠紧张、促进药物吸收等方面，音乐的作用更为显著。音乐的舒缓作用能够体现在胃肠内窥镜检查当中，使得病人的焦虑程度明显降低^⑧，这种焦虑的减缓作用通过缓解

⑤ Semyachkina-Glushkovskaya, O., Esmat, A., Bragin, D., Bragina, O., Shirokov, A.A., Navolokin, N., Yang, Y., Abdurashitov, A., Khorovodov, A., Terskov, A., et al. Phenomenon of Music-Induced Opening of the Blood-Brain Barrier in Healthy Mice. 2020, Proc. R. Soc. B Biol. Sci.

⑥ Khalifa, S., et al. Effect of music on salivary cortisol and heart rate following stress. 2003, Annals of the New York Academy of Sciences, 999:516-518.

⑦ Al-Ghamdi, F. M. The effect of music on reducing anxiety in patients undergoing gastrointestinal endoscopy: a randomized controlled study. 2018, Saudi Medical Journal, 39(5):427-431.

⑧ Vincent, A., et al. Music for reducing anxiety and pain in the gastrointestinal endoscopy setting. 2016, Cochrane Database of Systematic Reviews, (11), CD006565.

胃肠道的紧张状态,有提高药物的吸收效率的效果。其途径有以下几个方面:首先,音乐能够降低胃肠道平滑肌的紧张度,改善胃肠道的蠕动和分泌功能,从而调节自律神经,减少交感神经的活动。其次,音乐能够降低胃肠道因焦虑而发生的痉挛,使胃肠道内的药物传递更加顺畅。另外,音乐的放松作用会对肠胃供血、促进药物吸收等方面有所帮助。不过,关于音乐直接提高药物吸收效率的研究证据相对较少。尽管通过上述生理途径可以提示音乐的放松效果可能会影响药物的代谢和吸收,但这些提示仍需更多的临床实验来提供验证。后续,实验室也将就确立“可量化的指标”方面开展进一步研究,以揭示其效应关系。

总而言之,不同风格的音乐能够调节心率、血压和胃肠道活动等生理参数,从而对药物吸收产生不同的影响^⑨。音乐对胃肠道肌电活动的影响与胃肠道运动性的变化相关,这能够调节药物在胃肠道中的吸收速度^⑩。研究表明,音乐能够增加健康成人胃肌电活动的振幅,促进胃运动和刺激胃排空^⑪,这种作用与 5-羟色胺 4 受体激动

剂的效果相似,表明音乐可能通过影响胃肠道的神经调节的方式改善药物吸收^⑩。除此以外,音乐还可能通过诱导分钟通气量的改变,激活迷走神经,进一步改善胃肠道运动情况,从而影响口服的药物吸收^{⑩⑫}。

2、音乐通过心理情绪对肠道菌群的影响

音乐不仅直接影响胃肠道功能,还通过影响心理情绪状态,间接作用于肠道菌群。心理应激和情绪状态的变化可以通过脑-肠轴影响肠道菌群。音乐通过减少焦虑和疼痛,改善情绪状态,这种情绪状态的改善可能通过脑-肠轴对肠道菌群产生积极影响,进而影响药物的代谢和吸收。例如,一项研究报告,在喂食小鼠的同时使用音乐干预,改变了小鼠肠道中乳杆菌和变形菌的丰度,这些肠道菌群的变化提示音乐可能对口服药物的吸收、代谢和生物利用度产生影响^{⑩⑬}。

因此,上海音乐学院人工智能音乐疗愈重点实验室精心创作了一系列音乐疗愈作品,其目的在于通过调节心理情绪状态,改善情绪波动,并通过脑-肠轴机制对肠道菌群产生积极影

响,从而促进药物的代谢与吸收效率。

3、药物治疗中的音乐协同效应

在探讨内分泌系统疾病的治疗中,特定药物的应用与音乐治疗的结合显示出潜在的协同效应。研究显示,音乐辅助治疗效果对 2 型糖尿病患者餐后血糖水平的显著降低和血脂状况的改善十分显著。在一项对比研究中,两组患者的空腹血糖、糖化血红蛋白和餐后血糖水平均有所下降,从长期看来,接受 Agletine 治疗并结合音乐治疗的实验组在 12 周后显示出比仅接受 Agletine 治疗的对照组更低的 2 小时餐后血糖水平,因而可以证实,音乐疗愈作为辅助治疗的手段有着积极的效果。^⑭

此外,通过神经体液调节机制,音乐疗法对手术病人的情绪稳定和术后恢复都有积极改善作用,并且可以帮助患者提高免疫功能。音乐能够使病人的精神状态得到改善,有助于顺利进行辅助检查,促进恢复健康。^⑮上述发现启示我们,配合特定的音乐风格,在药物治疗的同时进行辅助治疗,有望使药物疗效得到改善,使患者的生活质量得到改善。

综合分析表明,在一些疾病的药

⑨ Hartmann, T., et al. Influence of music on gastrointestinal myoelectrical activity. 1998, Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical, 83(1-3):81-88.

⑩ Lin, H-H, Chang, W-K, Chu, H-C, et al. Effects of music on gastric myoelectrical activity in healthy humans. 2007, International journal of clinical practice, 61(7):1126-1130.

⑪ Bernardi, L, Porta, C, Sleight, P. Cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory changes induced by different types of music in musicians and non-musicians: the importance of silence. 2006, Heart, 92(4):445-452.

⑫ Sharkey, K A, Beck, P L, McKay, D M. Neuroimmunophysiology of the gut: advances and emerging concepts focusing on the epithelium. 2018, Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology, 15(12): 765-784.

⑬ Niu, J, Xu, H, Zeng, G, et al. Music-based interventions in the feeding environment on the gut microbiota of mice. 2023, Scientific Reports, 13(1):6313

⑭ Zhang, X, Han, Y, Huang, W, et al. The influence of the gut microbiota on the bioavailability of oral drugs. 2021, Acta Pharmaceutica Sinica B, 11(7): 1789-1812.

⑮ 李梅欣,郑欣,张晓颖,等.音乐辅助阿格列汀对 2 型糖尿病患者糖脂代谢的影响研究,《中国全科医学》,2022, 25(26): 3275-3280.

⑯ 秦颖,王玫,童瑞,等.音乐疗法的临床研究现状及展望,《解放军医学院学报》,38(2): 190-192.

物治疗中，结合特定音乐风格进行辅助治疗能够提高药物疗效，能够改善患者的生活质量。这种个性化的音乐治疗，在有效增强药物治疗效果的同时，增强病人的治疗依从性，使治疗的整体效果得到全面的改善和提高。未来的研究也将从更为科学的角度，进一步探讨不同音乐风格与药物之间的相互作用，为临床实践提供更多理论依据。

四、总结与展望

通过对音乐风格对药物吸收影响

的数据和相应的生理参数变化的综合分析，涵盖内分泌系统、免疫系统、血液流体力学、胃肠道功能、肠道菌群等多个层面，对音乐如何影响人体功能，进而影响药物的吸收代谢过程进行深入探索。这一跨学科的研究方法为我们揭示了新的研究方向，在确保安全性的同时，开发旨在提升药物疗效的音乐辅助用药奠定了基础。

此外，研究的深入也预示着更加个性化的音乐疗法的实施，这种疗法将充分考虑患者的音乐偏好和文化背景，实现精准化治疗。个性化的音乐

疗法不仅能有效提升药物治疗的效果，还能增强患者的治疗依从性，从而全面提升治疗的整体效果。

总体而言，音乐在药物递送辅助性方面有着巨大的应用前途和应用前景。展望未来，研究工作应持续深化对音乐与药物吸收之间复杂相互作用的理解，并将这些研究成果转化为临床实践，以期开发出更加高效、个性化的治疗方案，为患者带来更优质的医疗体验。

作者简介：

孙令晔 上海音乐学院音乐工程系本科在读，专业方向为音乐科技与艺术，师从刘灏教授。上海音乐学院人工智能音乐疗愈重点实验室成员。

Synergistic Effects of Music and Pharmaceuticals: Exploring the Innovative Influence and Mechanisms of Music Genres on Drug Absorption

Sun Lingye

Abstract: Different musical styles can potentially have a synergistic effect on drug absorption and metabolism through multi-level physiological and psychological mechanisms. Music modulates endocrine and immune functions by reducing cortisol and stabilizing heart rate, indirectly enhancing drug absorption efficiency. Fast-paced music increases physiological arousal via adrenaline, while soothing music balances absorption dynamics. Hemodynamic research reveals that specific genres (e.g., rock) transiently open the blood-brain barrier, offering novel strategies for CNS-targeted drug delivery, particularly for nanomedicine. Additionally, music alleviates gastrointestinal spasms, accelerates gastric emptying, and modulates gut microbiota via the gut-brain axis, potentially improving oral drug bioavailability. Clinically, music-assisted therapy demonstrates synergy in type 2 diabetes management (e.g., reducing postprandial glucose) and postoperative recovery (stabilizing mood and lowering inflammation), while enhancing patient compliance. In the future, the development of personalized music therapy through AI integrated with patient preferences will optimize therapeutic efficacy, enhance medical experiences, and advance precision medicine.

Keywords: Music therapy; Drug absorption; Blood-brain barrier; Gut-brain axis