

# 地磁活动影响心血管疾病的作用机制

陈新利 丁永丽 邓杨林 常伟宇 董亮 吴晖

**【摘要】** 研究表明地磁活动对心血管疾病产生重要影响,地磁暴可能会促进心肌梗死、稳定型心绞痛、急性冠状动脉综合征等心血管疾病的发生发展,使心血管疾病患者的不良心血管事件发生风险增加。地磁活动可使褪黑素水平降低,心率变异性降低,血液黏度增加,血压升高,对心血管疾病产生影响。该文介绍地磁活动对心血管疾病影响及机制的相关研究进展,为地磁爆发时心血管疾病的预防和临床治疗提供参考。

**【关键词】** 地磁活动;心血管疾病;褪黑素;作用机制

doi: 10.3969/j.issn.1673-6583.2022.02.010

研究表明,心血管疾病的发病除了受年龄、饮食习惯、体力活动、机体自身状况等内在因素影响外,还可能与自然界的一些突发事件如太阳活动及其引起的地磁场干扰等外界因素有关<sup>[1-2]</sup>。地球磁场是生命的屏障,生物的生长、发育和迁徙都需要地磁场,人类活动与地球磁场有着密不可分的联系<sup>[3]</sup>。地磁活动对人体健康的影响是新兴的研究领域,由于地磁活动具有长期性和不可感知性,该领域的探索显得尤为重要。

## 1 地磁活动对心血管疾病的影响

太阳是距离地球最近的恒星,通过微波、红外线、可见光、紫外线等源源不断地向地球输送能量,影响人类的生产生活<sup>[4-5]</sup>。早在 20 世纪六七十年代,科学家就对地磁活动与心血管疾病的关系做了探索性研究。Malin 等<sup>[6]</sup>发现 1967 年至 1972 年,印度地区地磁活动强度与医院心脏病房每天收治的急诊患者人数呈明显相关性( $P<0.05$ )。1 项回顾性研究对立陶宛连续 25 年间(1989 年至 2013 年)的人口死亡分布进行统计分析,发现缺血性心脏病的死亡分布时间与地磁活动有关<sup>[7]</sup>。地磁暴可能会影响心肌梗死、稳定性心绞痛、急性冠状动脉综合征、心律失常等的发生发展,导致不良心血管事件发生风险增加。

## 1.1 地磁活动对心肌梗死的影响

Samsonov 等<sup>[8]</sup>回顾性分析了 1992 年至 2001 年约 14.5 万份救护车医疗服务病历,发现地磁活动与心肌梗死发病率具有一定的相关性。与太阳活动极小年(1998 年)相比,太阳活动极大年(1992 年)的心脏病发作次数超过极小年的 1.5 倍。Vencloviene 等<sup>[9]</sup>分析了立陶宛考纳斯市 2005 年至 2006 年 1 979 例心血管疾病患者的临床数据,发现地磁爆发 2 d 后,ST 段抬高型心肌梗死发病率会增加 1.5 倍。本课题组也发现地磁活动后 2~3 d 内心肌梗死等阻塞性心脑血管疾病的发病率有明显上升趋势<sup>[4]</sup>。Jaruševičius 等<sup>[10]</sup>分析了 2016 年 1 月至 12 月被诊断为心肌梗死的 435 例男性和 268 例女性患者,发现地磁活动与每周 ST 段抬高型心肌梗死的发病数量有关。1 项对美国 263 个城市进行的大规模流行病学调查研究发现,地磁活动 KP 指数每增加 1 个标准差,心肌梗死等心血管疾病死亡人数在冬季会增加 0.54% ( $P=0.000\ 5$ ;95%CI: 0.23~0.84),秋季会增加 0.46% ( $P=0.000\ 01$ ;95%CI: 0.23~0.7)<sup>[11]</sup>。

Dorman 等<sup>[12]</sup>观察心肌梗死等心血管疾病可地磁活动强度和时间变化的关系,发现地磁活动强度越强,心肌梗死的发病率越高,提示地磁活动的强弱和时间与心血管事件发病率密切相关。

## 1.2 地磁活动对急性冠状动脉综合征的影响

1 项回顾性研究分析了立陶宛考纳斯市的 1 548 例急性冠状动脉综合征患者的临床数据,发现在糖尿病和代谢综合征患者中,地磁暴与急性冠脉综合征的发生风险存在相关性;且代谢综合

基金项目:国家自然科学基金(41964007),云南省内设研究机构科技计划项目(2018NS0158)

作者单位:650032 昆明医科大学第一附属医院药剂科(陈新利,丁永丽,邓杨林,常伟宇,吴晖);650001 昆明,中国科学院云南天文台(董亮)

通信作者:吴晖, E-mail: kyz\_ggxy@163.com

征患者发生急性冠脉综合征的风险与地磁暴的持续天数以及地磁暴前后 1~2 d 相关 (OR=1.31, 95% CI: 1.00~1.73)<sup>[13]</sup>。曾治权等<sup>[1]</sup>对北京地区 70 万人中冠状动脉粥样硬化心脏病 (冠心病) 急性发作与某些地磁活动因子间的关系进行研究, 证实地磁活动具有诱发冠心病急性发作的风险。

### 1.3 地磁活动对稳定型心绞痛的影响

据报道, 地磁暴之后的 2 d, 伴有心肌梗死病史的患者发生稳定型心绞痛的风险更高 (OR=1.53, 95% CI: 1.05~2.04), 同样对于伴有稳定型心绞痛病史的患者, 地磁暴会使其 ST 段抬高型心肌梗死的发生风险增加, 结果提示地磁暴会增加心血管病患者的稳定型心绞痛发生风险<sup>[9]</sup>。

### 1.4 地磁活动对心律失常的影响

地磁活动与心律失常的发生率呈负相关<sup>[14-16]</sup>, 弱地磁活动会使心律失常的发生风险增加。一项大规模队列研究显示, 地磁活动水平越高, 使用植入式心律转复除颤器治疗的频率也越低<sup>[17]</sup>。

## 2 地磁活动对心血管疾病的影响机制

由于地磁活动对心血管疾病的影响是多方面的, 且二者间作用机制较为复杂, 目前尚未明确。研究表明, 地磁活动会改变褪黑素水平、心率变异性、血压以及血黏度等, 进而影响心血管疾病的发生发展。

### 2.1 褪黑素

褪黑素在改善睡眠、延缓衰老、调节免疫及多种心血管疾病中起着重要作用。研究显示在心肌梗死和 (或) 猝死风险较高的患者中, 褪黑素水平显著降低<sup>[18]</sup>。近年来, 国内外学者对褪黑素进行了深入研究, 发现地磁活动会影响人体褪黑素的水平。Vencloviene 等<sup>[9]</sup>报道了地磁爆发会使褪黑素水平降低。Warille 等<sup>[19]</sup>发现, 不同频率的磁场对激素和酶活性有影响。随着磁场的增强, 人体褪黑素及其代谢产物水平均显著下降。Bartsch 等<sup>[20]</sup>通过动物实验发现地磁爆发能刺激交感神经, 从而影响松果体及其 5-羟色胺-N-乙酰基转移酶 (褪黑素重要合成酶) 的活性; 若地磁爆发的强度进一步增加, 则能够影响 N-乙酰血清素-O-甲基转移酶 (褪黑素重要合成酶) 的活性, 导致动物体内褪黑素水平改变。本课题组的研究也证实了该观点, 地磁辐射组大鼠的褪黑素水平 [(396.47±27.77) pg/mL] 明显低于地磁屏蔽组 [(594.62±42.84) pg/mL] 和普通环境组 [(546.54±23.47) pg/mL,  $P<0.01$ ],

表明处于强地磁辐射的环境中, 褪黑素的分泌显著降低; 处于无地磁干预的环境中, 褪黑素的分泌则显著增加<sup>[21]</sup>。

### 2.2 心率变异性

心率变异性是评价自主神经系统功能的重要标志, 也是心源性猝死的预测指标<sup>[22]</sup>。据报道, 在没有心血管病史的人群中, 较低的心率变异性可能会增加 32%~45% 的首发心血管事件发生风险<sup>[23]</sup>, 并且是心源性猝死的预测因子<sup>[24]</sup>。据报道, 地磁活动与心率变异性降低有关<sup>[9,25-26]</sup>。McCraty 等<sup>[27]</sup>监测了 10 名健康志愿者在连续 31d 内的心率变异性, 发现志愿者每天的自主神经系统活动会随着地磁活动的变化产生同步效应。李冠羲等<sup>[22]</sup>研究发现, 在地磁变化前后对照组心率变异性指标无显著性差异, 而冠心病患者心率变异性指标中的平均正常 RR 间期的标准差 (SDNN)、三角指数 (TRI)、相邻正常 RR 间期平均值标准差 (SDANN) 均低于地磁宁静期 ( $P<0.05$ ), 表明地磁变化仅对冠心病患者的心率变异性有影响, 会诱发心脏自主神经功能损害加重, 提示地磁活动可能诱导冠心病急性发作。

### 2.3 血黏度

血流动力学指标如血黏度在预测、诊疗心血管疾病方面具有重要的临床价值。当血液黏度增高时, 血液流动性降低, 易引发心血管疾病<sup>[28]</sup>。地磁活动会使血液黏度升高<sup>[9]</sup>。苏文华等<sup>[29]</sup>研究发现, 地磁活动时稳定型心绞痛组和非冠心病组的低剪切力全血黏度、高剪切力全血黏度均高于地磁宁静时 ( $P<0.05$ ), 提示无论生理或病理状态下, 太阳活动引起地磁场变化可导致血黏度升高, 可能会增加心血管疾病的发生风险。

### 2.4 血压

1 项研究监测了 86 名健康志愿者在地磁活动当天及前后 3 d 内的血压变化, 结果显示, 地磁活动极强组的平均收缩压和舒张压显著升高, 且在地磁暴前 2 d 开始, 一直持续到地磁暴后 2 d<sup>[30]</sup>。其他研究也得到相似结论, 即地磁活动会导致血压明显升高<sup>[9,31-32]</sup>。

## 3 小结

由于地磁爆发具有短时性、间歇性及随机性, 使得大量的研究只能是患病率统计和人体生理指标变化的相关性分析, 难以进行发病机制的深入探究。未来的研究应重点关注地磁活动对心血管疾

病的影响机制。

### 参 考 文 献

- [1] 曾治权, 王明远, 夏国辉, 等. 北京地区冠心病和脑卒中发病与太阳、地磁活动关系的探讨[J]. 地理研究, 1995, 14(3):88-96.
- [2] Stoupe E. Cosmic ray (neutron) activity and air pollution nanoparticles – cardiovascular disease risk factors-separate or together?[J] J Basic Clin Physiol Pharmacol, 2016, 27:493-496.
- [3] 滕吉文. 磁场与地球生命的关系[EB/OL]. [2022-02-08] <http://idea.cas.cn/viewconf.action?docid=49620>.
- [4] 李雪松, 张寰波, 杨龙, 等. 论在空间灾害性天气条件下低频太阳射电观测在预警心脑血管事件中的作用[J]. 天文研究与技术, 2014, 11(2):201-208.
- [5] 苏文华, 李雪松, 董亮, 等. 急性心肌梗死与太阳及地磁活动相关性的研究进展[J]. 中华心血管病杂志, 2015, 43(4):363-364.
- [6] Malin SR, Srivastava BJ. Correlation between heart attacks and magnetic activity—a retraction[J]. Nature, 1980, 283:111.
- [7] Stoupe E, Petrauskienė J, Kaledienė R, et al. Space weather and human deaths distribution: 25 years' observation (Lithuania, 1989-2013)[J]. J Basic Clin Physiol Pharmacol, 2015, 26(5):433-441.
- [8] Samsonov SN, Manykina VI, Kleimenova NG, et al. The HELIO-geophysical storminess health effects in the cardiovascular system of a human in the middle and high latitudes[J]. Wiad Lek, 2016, 69(3):537-541.
- [9] Vencloviene J, Babarskienė R, Slapikas R, et al. The association between phenomena on the Sun, geomagnetic activity, meteorological variables, and cardiovascular characteristic of patients with myocardial infarction[J]. Int J Biometeorol, 2013, 57(5):797-804.
- [10] Jaruševičius G, Rugelis T, McCraty R, et al. Correlation between changes in local Earth's magnetic field and cases of acute myocardial infarction[J]. Int J Environ Res Public Health, 2018, 15(3):399.
- [11] Zilli Vieira CL, Alvares D, Blomberg A, et al. Geomagnetic disturbances driven by solar activity enhance total and cardiovascular mortality risk in 263 U.S. cities[J]. Environ Health, 2019, 18(1):83.
- [12] Dorman LI. Space weather and dangerous phenomena on the Earth: principles of great geomagnetic storms forecasting by online cosmic ray data[J]. Annales Geophysicae, 2005, 23(9): 2997-3002.
- [13] Vencloviene J, Babarskienė RM, Kiznys D. A possible association between space weather conditions and the risk of acute coronary syndrome in patients with diabetes and the metabolic syndrome[J]. Int J Biometeorol, 2016, 61(1):1-9.
- [14] Stoupe E, Kusniec J, Mazur A, et al. Timing of life-threatening arrhythmias detected by implantable cardioverter-defibrillators in relation to changes in cosmophysical factors[J]. Cardiol J, 2008, 15(5):437-440.
- [15] Stoupe E, Kusniec J, Mazur A, et al. Temporal relationship of implantable cardioverter defibrillator discharges and environmental physical activity[J]. Pacing Clin Electrophysiol, 2005, 28(8):777-781.
- [16] Stoupe E. Cardiac arrhythmia and geomagnetic activity[J]. Indian Pacing Electrophysiol J, 2006, 6(1):49-53.
- [17] Ebrille E, Konecny T, Konecny D, et al. Correlation of geomagnetic activity with implantable cardioverter defibrillator shocks and antitachycardia pacing[J]. Mayo Clin Proc, 2015, 90(2):202-208.
- [18] Dominguez-Rodriguez A, Abreu-Gonzalez P, Sanchez-Sanchez JJ, et al. Melatonin and circadian biology in human cardiovascular disease[J]. J Pineal Res, 2010, 49(1):14-22.
- [19] Warille AA, Altun G, Elamin AA, et al. Skeptical approaches concerning the effect of exposure to electromagnetic fields on brain hormones and enzyme activities[J]. J Microsc Ultrastruct, 2017, 5(4):177-184.
- [20] Bartsch C, Bartsch H, Seebald E, et al. Modulation of pineal activity during the 23rd sunspot cycle: melatonin rise during the ascending phase of the cycle is accompanied by an increase of the sympathetic tone[J]. Indian J Exp Biol, 2014, 52(5):438-447.
- [21] Wu H, Chang W, Deng Y, et al. Effect of simulated geomagnetic activity on myocardial ischemia/reperfusion injury in rats[J]. Braz J Cardiovasc Surg, 2019, 34(6):674-679.
- [22] 李冠羲. 地磁活动与云南地区冠心病患者心率变异相关性研究[D]. 昆明: 昆明医科大学, 2019.
- [23] Hillebrand S, Gast KB, De Mutsert R, et al. Heart rate variability and first cardiovascular event in populations without known cardiovascular disease: meta-analysis and dose-response meta-regression[J]. Europace, 2013, 15(5):742-749.
- [24] Sessa F, Anna V, Messina G, et al. Heart rate variability as predictive factor for sudden cardiac death[J]. Aging, 2018, 10(2):166-177.
- [25] Otsuka K, Cornelissen G, Kubo Y, et al. Anti-aging effects of long-term space missions, estimated by heart rate variability[J]. Sci Rep. 2019, 9(1):8995.
- [26] Cornelissen Guillaume G, Gubin D, Beaty LA, et al. Some near- and far-environmental effects on human health and disease with a focus on the cardiovascular system[J]. Int J Environ Res Public Health, 2020, 17(9):3083.
- [27] McCraty R, Atkinson M, Stolc V, et al. Synchronization of human autonomic nervous system rhythms with geomagnetic activity in human subjects[J]. Int J Environ Res Public Health, 2017, 14(7):770.
- [28] Yu S, Yue SW, Liu Z, et al. Yerba mate (Ilex paraguariensis) improves microcirculation of volunteers with high blood viscosity: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial[J]. Exp Gerontol, 2015, 62:14-22.

(下转第 102 页)

- ejection fraction[J]. *Heart*, 2022, 108(5):353-359.
- [21] Tromp J, MacDonald MR, Tay WT, et al. Heart failure with preserved ejection fraction in the young[J]. *Circulation*, 2018, 138(24):2763-2773.
- [22] Suthahar N, Meijers WC, Ho JE, et al. Sex-specific associations of obesity and N-terminal pro-B-type natriuretic peptide levels in the general population[J]. *Eur J Heart Fail*, 2018, 20(8):1205-1214.
- [23] Barsheshet A, Brenyo A, Goldenberg I, et al. Sex-related differences in patients' responses to heart failure therapy[J]. *Nat Rev Cardiol*, 2012, 9(4):234-242.
- [24] Whitley HP, Smith WD. Sex-based differences in medications for heart failure[J]. *Lancet*, 2019, 394(10205):1210-1212.
- [25] Rossello X, Ferreira JP, Pocock SJ, et al. Sex differences in mineralocorticoid receptor antagonist trials: a pooled analysis of three large clinical trials[J]. *Eur J Heart Fail*, 2020, 22(5):834-844.
- [26] Gillis AM. Atrial fibrillation and ventricular arrhythmias: sex differences in electrophysiology, epidemiology, clinical presentation, and clinical outcomes[J]. *Circulation*, 2017, 135(6):593-608.
- [27] Zerbo S, Perrone G, Bilotta C, et al. Cardiovascular implantable electronic device infection and new insights about correlation between pro-inflammatory markers and heart failure: a systematic literature review and meta-analysis[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2021, 8:602275.
- [28] Chatterjee NA, Borgquist R, Chang Y, et al. Increasing sex differences in the use of cardiac resynchronization therapy with or without implantable cardioverter-defibrillator[J]. *Eur Heart J*, 2017, 38(19):1485-1494.
- [29] Hess PL, Hernandez AF, Bhatt DL, et al. Sex and face/ethnicity differences in implantable cardioverter-defibrillator counseling and use among patients hospitalized with heart failure: findings from the Get With The Guidelines-Heart Failure Program[J]. *Circulation*, 2016, 134(7):517-26.
- [30] Zusterzeel R, Curtis JP, Caños DA, et al. Sex-specific mortality risk by QRS morphology and duration in patients receiving CRT: results from the NCDR[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2014, 64(9):887-894.
- [31] Meyer S, van der Meer P, Massie BM, et al. Sex-specific acute heart failure phenotypes and outcomes from PROTECT[J]. *Eur J Heart Fail*, 2013, 15(12):1374-1381.
- [32] Taylor RS, Walker S, Smart NA, et al. Impact of exercise rehabilitation on exercise capacity and quality-of-life in heart failure: individual participant meta-analysis[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2019, 73(12):1430-1443.
- [33] Whitelaw S, Sullivan K, Eliya Y, et al. Trial characteristics associated with under-enrolment of females in randomized controlled trials of heart failure with reduced ejection fraction: a systematic review[J]. *Eur J Heart Fail*, 2021, 23(1):15-24.
- (收稿:2021-07-10 修回:2022-01-24)
- (本文编辑:程雪艳)

=====

(上接第 98 页)

- [29] 苏文华, 霍倩, 董亮, 等. 日冕物质抛射引起地磁场变化对稳定型心绞痛患者血液流变学的影响[J]. *中国全科医学*, 2017, 20(35):4383-4386.
- [30] Dimitrova S, Mustafa FR, Stoilova I, et al. Possible influence of solar extreme events and related geomagnetic disturbances on human cardio-vascular state: results of collaborative Bulgarian-Azerbaijani studies[J]. *Adv Space Res*, 2009, 43(4):641-648.
- [31] Dimitrova S, Stoilova I, Cholakov I, et al. Influence of local geomagnetic storms on arterial blood pressure[J]. *Bioelectromagnetics*, 2004, 25(6):408-414.
- [32] Vencloviene J, Babarskiene RM, Dobozinskas P, et al. Effects of weather and heliophysical conditions on emergency ambulance calls for elevated arterial blood pressure[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2015, 12(3):2622-2638.
- (收稿:2021-08-27 修回:2022-03-04)
- (本文编辑:丁媛媛)