

啮齿动物 ^{18}F -FDG脑摄取影响因素的分析

Analysis of the influencing factors of ^{18}F -FDG uptake in the brain of rodents

Zhao Jingxu, Cui Caozhe, Hu Yiyi, Wu Zhifang

引用本文:

赵京序, 崔曹哲, 胡奕奕, 等. 啮齿动物 ^{18}F -FDG脑摄取影响因素的分析[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2022, 46(9): 561-564. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202205007-00220

Zhao Jingxu, Cui Caozhe, Hu Yiyi, et al. Analysis of the influencing factors of ^{18}F -FDG uptake in the brain of rodents[J]. *International Journal of Radiation Medicine and Nuclear Medicine*, 2022, 46(9): 561-564. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202205007-00220

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202205007-00220>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

^{18}F -FDG注射残留放射性活度影响因素的分析

Analysis of factors affecting the residual radioactive activity of injection of ^{18}F -FDG

国际放射医学核医学杂志. 2018, 42(6): 491-494 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2018.06.003>

^{18}F -FDG PET/CT显像中肝脏弥漫性摄取增高的鉴别诊断

Differential diagnosis of hepatic diseases with diffuse hepatic uptake increased in ^{18}F -FDG PET/CT imaging

国际放射医学核医学杂志. 2020, 44(10): 655-660 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-201906019-00076>

^{18}F -FDG PET/CT心肌代谢显像图像质量影响因素的研究进展

Current status of studies on factors affecting myocardial metabolism imaging quality of ^{18}F -FDG PET/CT

国际放射医学核医学杂志. 2020, 44(2): 114-118 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2020.02.008>

22例结节型肺隐球菌病 ^{18}F -FDG PET/CT显像的回顾性分析

Retrospective analysis of ^{18}F -FDG PET/CT imaging in 22 cases of nodular type pulmonary cryptococcosis

国际放射医学核医学杂志. 2020, 44(1): 37-44 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2020.01.009>

^{18}F -FDG PET/CT显像在肾上腺转移瘤中的诊断价值和预测分析

^{18}F -FDG PET/CT diagnostic value and predictive analysis in adrenal metastasis lesions

国际放射医学核医学杂志. 2018, 42(4): 307-311, 327 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2018.04.003>

肺神经内分泌肿瘤的CT与 ^{18}F -FDG PET/CT显像特征的分析

Analysis of CT and ^{18}F -FDG PET/CT imaging features of pulmonary neuroendocrine tumors

国际放射医学核医学杂志. 2021, 45(9): 561-569 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202006026-00083>

·综述·

啮齿动物¹⁸F-FDG 脑摄取影响因素的分析

赵京序 崔曹哲 胡奕奕 武志芳

山西医科大学第一医院核医学科, 太原 030001

通信作者: 武志芳, Email: wuzhifang01@163.com

【摘要】 小动物¹⁸F-氟脱氧葡萄糖(FDG)PET 脑显像是脑科学基础研究的重要手段。在动物实验中, 饮食、麻醉、显像剂的给药途径、温度及光照等实验条件均会影响其脑部活动, 使脑灌注和代谢显像出现整体偏倚, 进而影响对脑认知功能的判断。笔者就啮齿动物显像研究中不同实验条件对¹⁸F-FDG 脑摄取的影响进行综述, 为动物显像研究提供指导。

【关键词】 氟脱氧葡萄糖 F18; 正电子发射断层显像术; 啮齿目; 脑显像

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202205007-00220](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202205007-00220)

Analysis of the influencing factors of ¹⁸F-FDG uptake in the brain of rodents

Zhao Jingxu, Cui Caozhe, Hu Yiyi, Wu Zhifang

Department of Nuclear Medicine, the First Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China

Corresponding author: Wu Zhifang, Email: wuzhifang01@163.com

【Abstract】 ¹⁸F-fluorodeoxyglucose (FDG) micro-PET brain imaging is an important means of basic research in brain science. In animal experiments, brain activity is affected by experimental conditions such as diet, anesthesia, administration route of imaging agents, temperature and light. As a result, there will be deviation in cerebral perfusion and metabolic imaging, which will affect the evaluation of brain cognitive function. The authors review the effects of different experimental conditions on the brain uptake of ¹⁸F-FDG in rodent imaging studies, and provide guidance for animal imaging research.

【Key words】 Fluorodeoxyglucose F18; Positron-emission tomography; Rodentia; Brain imaging

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202205007-00220](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202205007-00220)

小动物 PET 可在临床前显像研究中无创、序贯分析活体动物的功能和生理过程。¹⁸F-FDG 是 PET 最常用的显像剂, 脑对¹⁸F-FDG 的摄取依赖于脑神经元的功能状态^[1], 并受血糖的竞争性抑制等因素影响, 各脑区的放射性活度与该区的葡萄糖摄取和代谢呈正相关。啮齿动物 PET 脑显像获取的特定疾病信息与图像数据的可靠性密切相关, 显像期间的实验条件(如动物的饮食、麻醉、显像剂的给药途径、温度和光照等)可能会影响 PET 图像质量^[2]。因此, 解决因动物实验条件控制不当而导致的图像质量不佳以使显像程序标准化至关重要。

1 动物饮食的影响

因为啮齿动物的体积较小, 体表面积与体积的比值高

于人类, 其皮肤水分流失量相对更高, 因此在显像前准备期间不应对动物禁水^[3]。啮齿动物的进食行为与光暗周期有关, 其通常在夜间进食频繁^[4], Levine 和 Saltzman^[5]观察到夜间禁食的大鼠出现了体重和肝脏重量减轻、肝糖原耗竭、血糖水平下降及糖异生导致氨基酸缺乏等现象。同时, 脑对¹⁸F-FDG 的摄取与脑组织代谢的能量底物相关, 饮食构成不同会引起脑组织能量底物浓度的改变, 从而使脑对¹⁸F-FDG 的摄取发生变化^[6]。短暂的饥饿诱导可引起脑对能量平衡的调节^[7], 表现为大鼠脑内不同区域¹⁸F-FDG 摄取的改变, 因此, 饮食对¹⁸F-FDG 脑摄取的影响很复杂。

¹⁸F-FDG PET 显像的啮齿动物模型通常会禁食 6~8 h 以降低血糖水平, 避免葡萄糖与¹⁸F-FDG 竞争性摄取^[8]。付占立等^[9]发现糖负荷小鼠 [血糖浓度(11.98±3.01) mmol/L] 的

SUV 显著低于对照组小鼠 [血糖浓度(3.95±1.11) mmol/L]。Wong 等^[10]研究了禁食对小鼠¹⁸F-FDG 脑摄取动力学参数的影响,结果显示,隔夜禁食状态下的小鼠脑 PET 显像 SUV 及葡萄糖净内流常数 K_i 均显著高于自由摄食状态下的小鼠,而葡萄糖代谢率(metabolic rate of glucose, MRGlu)在 2 种饮食条件下则无明显差异。

控制显像研究前动物的禁食时长和具体时间段,使实验方案标准化,可确保显像研究的可重复性。常规方法为在显像前一晚撤去动物饲料,对其隔夜禁食(可自由饮水);在开始纵向研究前,应规范啮齿动物的日常饮食构成,排除部分饲料可能导致的非特异性影响。

2 显像剂给药途径的影响

常用的显像剂给药途径包括静脉推注和腹腔注射。静脉推注的优势是显像剂摄取均匀,但在进行尾静脉注射时常需固定动物,这种固定操作会成为实验动物的应激源,且已被证实会引起相关神经元的激活,造成代谢改变^[11]。腹腔注射是将显像剂注射到腹腔,通过腹膜壁被动扩散到毛细血管进入血流,因此,这种给药途径要求显像剂为生理性 pH 值,并且载体仅限于盐水或水^[3]。同时,腹腔注射也存在一定局限性,其不适用于通过肝脏排泄的显像剂,且存在将显像剂错误注射入腹腔脏器的风险^[12]。

Wong 等^[10]通过腹腔注射¹⁸F-FDG 来评估小鼠的葡萄糖代谢,结果表明,经腹腔注射的显像剂摄取较慢,小鼠脑组织的放射性摄取在注射后 60 min 内达到了与静脉推注给药相当的程度,但 2 种给药途径下小鼠葡萄糖净内流常数 K_i 和 MRGlu 之间的差异并无统计学意义。Schiffer 等^[13]观察到经腹腔注射显像剂的小鼠在注射后 30 min 达到了与经静脉推注后 10 min 相同的显像剂脑摄取水平,即脑对显像剂的摄取在静脉推注和腹腔注射 2 种给药途径间表现出不同的代谢速率,但随着时间的延长可达到相同水平。国内研究者探讨了尾静脉注射与腹腔注射 2 种给药途径对 SD 大鼠¹⁸F-FDG 代谢的影响,结果显示,在 50、70 min 这 2 个时间点,2 种给药途径对 SD 大鼠¹⁸F-FDG 脑摄取产生的影响没有差异^[14-15],这表明两者可以相互替代。

3 麻醉的影响

在常规的显像实验中,常使用麻醉剂使动物达到图像采集时的静止要求^[2]。不同的麻醉剂对啮齿动物的生理功能有不同的影响,包括降低体温、抑制葡萄糖代谢、减慢心率和呼吸频率等^[2],并可通过作用于脑皮质的特定靶点,造成意识丧失和脑功能的改变^[16]。麻醉剂对不同脑区摄取¹⁸F-FDG 有不同程度的影响,这些影响常常被全脑分析时整体的改变所掩盖,但也可以利用这一特性,通过选择合适

的麻醉剂来加强特定脑区的摄取。啮齿动物实验中常用的注射性全麻剂为水合氯醛和氯胺酮;吸入性麻醉剂的麻醉持续时间和深度容易控制,并可及时调整麻醉剂的浓度,其中异氟烷是首选。

在 Bascuñana 等^[17]的研究中,氯胺酮联合赛拉嗪麻醉和水合氯醛麻醉均引起小鼠全脑摄取¹⁸F-FDG 减低,脑皮质、海马及小脑的¹⁸F-FDG 摄取也随之发生变化,水合氯醛有明显的升血糖作用,会导致全脑摄取¹⁸F-FDG 的 SUV 减低,水合氯醛麻醉组小鼠的脑皮质对¹⁸F-FDG 的摄取高于异氟烷麻醉组,而小脑的摄取则低于异氟烷麻醉组;此外,水合氯醛麻醉组小鼠的 MRGlu 较异氟烷麻醉组高,且与血糖水平呈正相关;氯胺酮联合赛拉嗪麻醉引起的血糖水平升高程度高于水合氯醛,且更加显著地降低了全脑对¹⁸F-FDG 的摄取;氯胺酮联合赛拉嗪麻醉组小鼠不同脑区的放射性摄取与水合氯醛麻醉组一致,即脑皮质的 SUV 较异氟烷麻醉组高,小脑的 SUV 较异氟烷麻醉组低;氯胺酮联合赛拉嗪麻醉组小鼠的葡萄糖净内流常数 K_i 减低,且与血糖水平呈负相关,MRGlu 升高,且与血糖水平呈正相关。Schiffer 等^[13]评估了小鼠分别在清醒状态下和氯胺酮联合赛拉嗪麻醉下注射¹⁸F-FDG 后 4 个不同时间点的脑 SUV,发现在各个时间点清醒小鼠的脑 SUV 均高于麻醉小鼠。此外,Bascuñana 等^[17]的研究结果表明,清醒状态下小鼠的全脑¹⁸F-FDG 摄取与异氟烷麻醉下的小鼠没有差异。而 Mizuma 等^[18]发现,异氟烷麻醉组小鼠的大脑皮层、纹状体、丘脑和小脑的 MRGlu 分别比清醒组小鼠低 66%、59%、60% 和 22%,这可能与大脑在清醒状态与麻醉状态下脑血流量的差异有关。因此,在图像采集期间应监测动物的心率、呼吸和体温变化,通过调整或标准化麻醉剂剂量,确保动物的生理状态保持一致。

4 温度的影响

在 PET 显像过程中,为保持动物静止而使用的麻醉剂同时会抑制体温调节^[18],脱毛或酒精消毒等准备工作也会使动物体温降低,且 PET 图像采集过程较长,啮齿动物的代谢率及体表面积与体积的比值均较高^[19],故在采集过程中易出现体温过低的情况,从而严重干扰代谢功能,并有一定概率导致死亡,因此,维持稳定的体温十分重要。

Mizuma 等^[18]通过头托固定的方式对清醒状态下的小鼠行全脑¹⁸F-FDG PET 显像,显像过程中温度探头每隔 10 min 记录一次直肠温度,保温组小鼠在显像时被放置于加热垫上维持体温,对照组小鼠则处于室温(18℃),对采集到的图像手动勾画 ROI,获得不同脑区(脑皮质、纹状体、丘脑及小脑)的 SUV,结果表明,保温组小鼠的全脑 SUV 比对照组小鼠高 20%(特别是丘脑),同时观察到保温组小鼠的

棕色脂肪组织和骨骼肌的 SUV 比对照组小鼠降低 60%，即环境温度的升高增加了大脑对¹⁸F-FDG 的摄取，同时减少了因寒冷引起的棕色脂肪组织和骨骼肌对¹⁸F-FDG 的摄取。上述结论与 Haman 等^[20]的研究结果一致，即在环境温度降低时，肌糖原和脂肪组织被激活供能，用以维持体温。国内有研究者分别设置了 30℃ 保温组、25℃ 保温组和 20℃ 室温组来观察不同温度对荷瘤小鼠不同器官¹⁸F-FDG 摄取的影响，发现不同温度下脑组织对¹⁸F-FDG 摄取的差异无统计学意义^[21]，这可能与 2 项研究所设置的温度不同有关。

5 光照的影响

啮齿动物的大部分活动(如环境识别、觅食、进食、警觉等)都在夜间进行^[22]，这与其某些脑区的脑活动增加有关，并且会诱导这些脑区的葡萄糖代谢升高。de Francisco 等^[23]的研究结果表明，小鼠海马、伏隔核、中脑、后脑和小脑在黑暗条件下对¹⁸F-FDG 的摄取高于光照条件，这提示在动物¹⁸F-FDG PET 脑显像中不同光照条件会对结果产生重要影响。因此，应控制光照条件以确保啮齿动物的¹⁸F-FDG PET 脑显像结果更可靠、可重复性更强。

6 小结与展望

小动物¹⁸F-FDG PET 显像可以动态、无创、可重复地实现活体动物脑内代谢的定性和定量分析。动物的饮食、麻醉、显像剂的给药途径、温度和光照等均被证实能够影响¹⁸F-FDG 的脑摄取，因此，在同一脑显像研究中，为减少所需实验动物的数量，实现多个研究组之间较高的可重复性和可比性，显像前和显像过程中标准化的动物准备是实验成功的关键。但上述实验条件所继发的改变，比如麻醉继发的低体温、黑暗环境继发的觅食行为和反应能力变化、饥饿诱导的血糖水平变化等会如何影响¹⁸F-FDG 的脑摄取，以及不同疾病模型之间、不同品系的啮齿动物之间各脑区观察所需的标准化动物麻醉方案尚需要进一步探究。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 赵京序负责文献的收集、综述的撰写；崔曹哲、胡奕奕负责文献的收集与整理；武志芳负责综述的审阅

参 考 文 献

[1] 杨凡慧, 杨朝鲜, 张春银. ¹⁸F-FDG micro-PET/CT 在活体大鼠脑出血模型中的诊断价值[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2021, 45(4): 231-236. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202003023-00045.
Yang FH, Yang CX, Zhang CY. Diagnostic value of ¹⁸F-FDG micro-PET/CT in rat models of intracerebral hemorrhage *in vivo*[J]. *Int J Radiat Med Nucl Med*, 2021, 45(4): 231-236. DOI:

10.3760/cma.j.cn121381-202003023-00045.
[2] Mannheim JG, Kara F, Doorduyn J, et al. Standardization of small animal imaging-current status and future prospects[J]. *Mol Imaging Biol*, 2018, 20(5): 716-731. DOI: 10.1007/s11307-017-1126-2.
[3] Vanhove C, Bankstahl JP, Krämer SD, et al. Accurate molecular imaging of small animals taking into account animal models, handling, anaesthesia, quality control and imaging system performance[J/OL]. *EJNMMI Phys*, 2015, 2(1): 31[2022-05-09]. <https://ejnmiphys.springeropen.com/articles/10.1186/s40658-015-0135-y>. DOI: 10.1186/s40658-015-0135-y.
[4] Jensen TL, Kiersgaard MK, Mikkelsen LF, et al. Fasting of male mice — effects of time point of initiation and duration on clinical chemistry parameters and animal welfare[J]. *Lab Anim*, 2019, 53(6): 587-597. DOI: 10.1177/0023677218824373.
[5] Levine S, Saltzman A. Feeding sugar overnight maintains metabolic homeostasis in rats and is preferable to overnight starvation[J]. *Lab Anim*, 2000, 34(3): 301-306. DOI: 10.1258/002367700780384735.
[6] 缪蔚冰, 王荣福, Blaufox MD, 等. 不同含量碳水化合物饮食对大鼠心脏和脑¹⁸F-FDG 摄取的影响[J]. 中国医学影像技术, 2009, 25(7): 1276-1278. DOI: 10.3321/j.issn:1003-3289.2009.07.044.
Miao WB, Wang RF, Blaufox MD, et al. Effects of different carbohydrate diets on cardiac and brain uptake of ¹⁸F-FDG in Wistar rats[J]. *Chin J Med Imaging Technol*, 2009, 25(7): 1276-1278. DOI: 10.3321/j.issn:1003-3289.2009.07.044.
[7] Inutsuka A, Inui A, Tabuchi S, et al. Concurrent and robust regulation of feeding behaviors and metabolism by orexin neurons[J]. *Neuropharmacology*, 2014, 85: 451-460. DOI: 10.1016/j.neuropharm.2014.06.015.
[8] Buschiazio A, Cossu V, Bauckneht M, et al. Effect of starvation on brain glucose metabolism and ¹⁸F-2-fluoro-2-deoxyglucose uptake: an experimental *in-vivo* and *ex-vivo* study[J/OL]. *EJNMMI Res*, 2018, 8(1): 44[2022-05-09]. <https://ejnmires.springeropen.com/articles/10.1186/s13550-018-0398-0>. DOI: 10.1186/s13550-018-0398-0.
[9] 付占立, 林景辉, 王荣福, 等. 血糖浓度对荷瘤小鼠¹⁸F-FDG 体内分布的影响[J]. 同位素, 2003, 16(2): 88-91. DOI: 10.3969/j.issn.1000-7512.2003.02.006.
Fu ZL, Lin JH, Wang RF, et al. The influence of blood glucose level on distribution of ¹⁸F-FDG in mice with tumor[J]. *J Isot*, 2003, 16(2): 88-91. DOI: 10.3969/j.issn.1000-7512.2003.02.006.
[10] Wong KP, Sha W, Zhang XL, et al. Effects of administration route, dietary condition, and blood glucose level on kinetics and uptake of ¹⁸F-FDG in mice[J]. *J Nucl Med*, 2011, 52(5): 800-807. DOI: 10.2967/jnumed.110.085092.
[11] Busnardo C, Crestani CC, Scopinho AA, et al. Nitregic neurotransmission in the paraventricular nucleus of the hypothalamus modulates autonomic, neuroendocrine and behavioral responses to acute restraint stress in rats[J]. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*, 2019, 90: 16-27. DOI:

- 10.1016/j.pnpbp.2018.11.001.
- [12] Laferriere CA, Pang DS. Review of intraperitoneal injection of sodium pentobarbital as a method of euthanasia in laboratory rodents[J]. *J Am Assoc Lab Anim Sci*, 2020, 59(3): 254–263. DOI: 10.30802/AALAS-JAALAS-19-000081.
- [13] Schiffer WK, Mirrione MM, Dewey SL. Optimizing experimental protocols for quantitative behavioral imaging with ^{18}F -FDG in rodents[J]. *J Nucl Med*, 2007, 48(2): 277–287.
- [14] 周丽娜, 高凯, 李小颖, 等. 实验动物准备对裸鼠移植瘤模型 microPET 显像的影响[J]. *中国比较医学杂志*, 2014, 24(2): 57–62, 69. DOI: 10.3969/j.issn.1671.7856.2014.002.013.
- Zhou LN, Gao K, Li XY, et al. Effects of animal preparation on the microPET imaging in nude mouse tumor xenografts[J]. *Chin J Comp Med*, 2014, 24(2): 57–62, 69. DOI: 10.3969/j.issn.1671.7856.2014.002.013.
- [15] 安备, 杜湘珂, 霍天龙, 等. SD 大鼠腹腔注射及尾静脉注射 ^{18}F -FDG PET/CT 成像对比研究[J]. *医学研究杂志*, 2013, 42(5): 48–52. DOI: 10.3969/j.issn.1673-548X.2013.05.015.
- An B, Du XK, Huo TL, et al. Comparison of Intraperitoneal Injection and Intravenous Injection of ^{18}F -FDG PET/CT Imaging in SD Rats[J]. *J Med Res*, 2013, 42(5): 48–52. DOI: 10.3969/j.issn.1673-548X.2013.05.015.
- [16] Moody OA, Zhang ER, Vincent KF, et al. The neural circuits underlying general anesthesia and sleep[J]. *Anesth Analg*, 2021, 132(5): 1254–1264. DOI: 10.1213/ANE.0000000000005361.
- [17] Bascuñana P, Thackeray JT, Bankstahl M, et al. Anesthesia and preconditioning induced changes in mouse brain [^{18}F]FDG uptake and kinetics[J]. *Mol Imaging Biol*, 2019, 21(6): 1089–1096. DOI: 10.1007/s11307-019-01314-9.
- [18] Mizuma H, Shukuri M, Hayashi T, et al. Establishment of *in vivo* brain imaging method in conscious mice[J]. *J Nucl Med*, 2010, 51(7): 1068–1075. DOI: 10.2967/jnumed.110.075184.
- [19] Tremoleda JL, Macholl S, Sosabowski JK. Anesthesia and monitoring of animals during MRI studies[M]//Martín MLG, Larrubia PL. Preclinical MRI: methods and protocols. New York: Humana, 2018: 423–439.
- [20] Haman F, Péronnet F, Kenny GP, et al. Effect of cold exposure on fuel utilization in humans: plasma glucose, muscle glycogen, and lipids[J]. *J Appl Physiol*, 2002, 93(1): 77–84. DOI: 10.1152/jappphysiol.00773.2001.
- [21] 涂清强. 温度对乳腺癌小鼠棕色脂肪 ^{18}F -FDG Micro-PET/CT 成像的影响[J]. *中山大学学报: 医学科学版*, 2020, 41(4): 558–562. DOI: 10.13471/j.cnki.j.sun.yat-sen.univ(med.sci).2020.0073.
- Tu QQ. Effects of temperature on ^{18}F -FDG Micro-PET/CT imaging of brown adipose tissue in tumor mice[J]. *J Sun Yat-sen Univ: Med Sci*, 2020, 41(4): 558–562. DOI: 10.13471/j.cnki.j.sun.yat-sen.univ(med.sci).2020.0073.
- [22] Bailoo JD, Murphy E, Boada-Saña M, et al. Effects of cage enrichment on behavior, welfare and outcome variability in female mice[J/OL]. *Front Behav Neurosci*, 2018, 12: 232[2022-05-09]. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnbeh.2018.00232/full>. DOI: 10.3389/fnbeh.2018.00232.
- [23] de Francisco A, Sierra-Palomares Y, Felipe M, et al. Effect of illumination level [^{18}F]FDG-PET brain uptake in free moving mice[J/OL]. *PLoS One*, 2021, 16(5): e0251454[2022-05-09]. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0251454>. DOI: 10.1371/journal.pone.0251454.

(收稿日期: 2022-05-10)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

关于论文的摘要

1. 论著类文章摘要的内容应包括研究目的、研究方法、主要发现(包括关键性或主要的数据)和主要结论,一般应写成四段式结构式摘要:“目的(Objective)”、“方法(Methods)”、“结果(Results)”和“结论(Conclusions)”。临床试验研究论著结构式摘要的小标题也可以扩展,例如“背景”(Background)包括提供背景资料和研究目的(Objective),“方法”可包括研究设计(Design)、附属机构(Setting)、患者或研究对象(Patients or participants)、干预措施(Interventions)、主要结果测定(Main outcome measures)等,“结论”包括研究最终结论、应用前景和优缺点等。

2. 综述类文章的摘要,应包括综述的主要目的、资料来源、综述时所选择的文献量和依据、数据提炼的规则和应用方法、数据综合得出的结果和结论。可以结构式形式写出:背景(Background);数据来源(Data sources);结果(Results);结论(Conclusions)。也可写成指示性或报道指示性摘要。

3. 中文摘要一般使用第三人称撰写,不列图、表,不引用文献,不加评论。除了公知公认者外,摘要中首次出现的缩略语、代号等须注明全称或加以说明。新术语或尚无合适汉语译名的术语,可使用原文或在译名后括号中注明原文。

4. 中文摘要一般 250–400 字,英文摘要与中文摘要内容原则上相对应,但考虑到国外读者的需要,可更详细。