· 学术探讨 ·

基于 PET-CT 技术的针刺治疗中风病试验设计分析

何昭璇[1] 侯 键[2] 王福民[1] 熊 静[1] 曾 芳[1]

摘要 目的 基于 PET-CT 技术的针刺机制研究在研究方法尤其是扫描流程的设计上存在显著差异，在一定程度上影响了研究结果的可重复性。本文从扫描中针刺介入与否、针刺介入的时机对基于 PET-CT 技术的针刺治疗中风病机制研究试验设计进行分类概述，分析其特点，以期为今后的研究提供参考与借鉴。

关键词 针刺；脑病；正电子发射计算机断层显像；试验设计

Analysis of Study Design of Acupuncture Treatment for Encephalopathy Based on PET-CT

HE Zhao-xuan[1]，HOU Jian[2]，WANG Fu-min[1]，XIONG Jing[1]，and ZENG Fang[1] *1 College of Acu-moxibustion and Tuina*，*Chengdu University of Traditional Chinese Medicine*，*Chengdu*（*610075*）；*2 Imaging Department*，*The Affiliated Hospital of Chengdu University of Traditional Chinese Medicine*，*Chengdu*（*610075*）

ABSTRACT There are significant differences in the research methods of acupuncture mechanism based on PET-CT technology，especially the design of the scanning process，which affects the repeatability of the research results. This article classifies and summarizes the experimental design of acupuncture treatment of stroke based on PET-CT technology from the scanning process whether acupuncture intervention or not，the timing of acupuncture intervention，and analyzes its characteristics in order to provide reference for future research.

KEYWORDS acupuncture；encephalopathy；proton emission tomography-computed tomography；study design

中风病是以猝然昏扑，不省人事，伴口眼歪斜，半身不遂，言语不利等为主症的一种疾病，是中医脑病学的重要内容，相当于现代医学的“脑卒中”。研究表明，中风病为当今社会严重威胁人类生命健康的重大疾病之一，具有发病率高、病死率高、致残率高且并发症多的特点[1,2]。大多数中风病患者有不同程度的神经功能障碍，严重影响了患者的生活质量，加重了中风后康复和护理的医疗负担，中风病已成为当今社会的重大公共卫生问题[3]。

针灸治疗中风病相关症状历史悠久且疗效肯定。如《灵枢·热病》记载：“偏枯，身偏不用而痛……巨针取之，益其不足，损其有余，乃可复也”。现代临床研究也证实，针刺可有效改善中风偏瘫、中风失语、中风抑郁患者的临床症状[4-6]。此外，世界卫生组织（World Health Organization，WHO）在 1980 年和 1996 年就已分别将中风后轻度瘫痪、偏瘫或其他脑病后遗症归入针灸适宜症。可见，以中风病为代表的脑疾病是针灸治疗的优势病种。

近年来，以正电子发射型计算机断层显像（positron emission tomography-computed tomography，PET-CT）为代表的脑功能成像技术在针刺机制研究中的运用为科学阐释针刺效应的中枢机制提供了无创性、可视化的研究手段。PET-CT 融合了功能代谢成像和解剖结构成像，代表了当前核医学影像技术的最高水平[7-9]。在过去的 20 年中，研究运用 PET-CT 技术观察了针刺引起的中枢活动变化，为针刺治疗中风、抑郁症等疾病提供了可视化证据[10-12]。

然而，基于 PET-CT 技术的针刺机制研究在研究方法尤其是扫描流程的设计上有着显著差异，有研究者认为研究方法学的差异是导致针刺脑功能成像研究结果分歧的重要原因[13]。这些差异限制了 PET-CT

基金项目：国家自然科学基金优秀青年基金项目（No. 81622052）；国家“万人计划·科技创新领军人才”专项基金（No. w02020509）

作者单位：1. 成都中医药大学针灸推拿学院（成都 610075）；2. 成都中医药大学附属医院影像科（成都 610075）

通讯作者：曾 芳，Tel：028-87689918，E-mail：zeng_fang@126.com

DOI：10. 7661/j. cjim. 20210108. 001

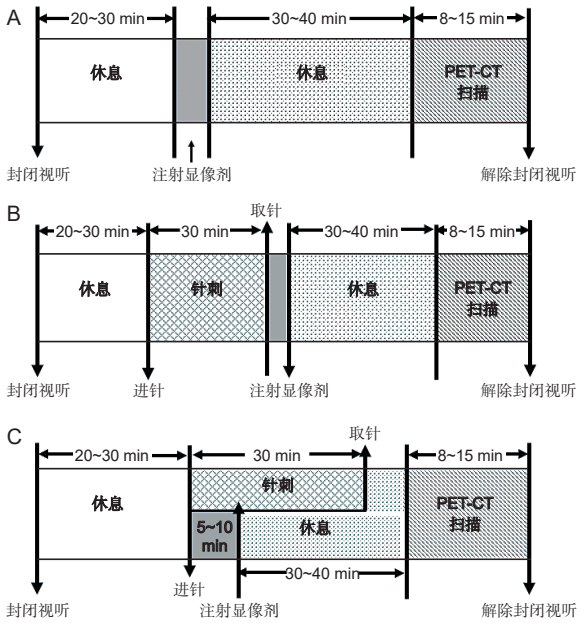
中国中西医结合杂志

技术在针刺机制研究中的进一步应用，影响了研究结果的可重复性和可靠性。因此，本文拟对针刺治疗中风病 PET-CT 研究的试验设计进行分析，以期为今后针刺治疗脑病的 PET-CT 研究提供相对统一、规范的扫描流程。

1　针刺治疗中风病 PET-CT 扫描流程分类　针刺前（基线状态）的 PET-CT 扫描流程基本一致，即按照“静息—注射—静息—扫描”的常规流程进行。而由于不同的试验条件、目的和方法，针刺治疗后的 PET-CT 扫描过程存在差异。对针刺治疗中风病的 PET-CT 研究进行分析发现，针刺治疗后的 PET-CT 扫描主要存在 3 种不同的方案（图 1）。根据扫描当天有无针刺刺激，将扫描流程分为 2 类，即扫描当天未进行针刺刺激（图 1A）[11,14] 和扫描当天有针刺刺激（图 1B、1C）。在扫描当天有针刺刺激的情况下，又根据针刺与显像剂注射的时间不同而分为以下 2 种情况：针刺治疗结束后注射显像剂，即按照“进针—取针—注射—扫描”的流程进行（图 1B）[15,16]；针刺治疗过程中注射显像剂，即按照“进针—注射—取针—扫描”的流程进行（图 1C）[17-19]。

2　不同类型扫描流程的特征分析　研究目的决定针刺刺激和 PET-CT 扫描是否在同一天进行。方案 A（图 1A）的特征是扫描当天不进行针刺，其遵循常规的扫描流程，扫描过程中干扰较少。此类扫描方案适宜于探讨针刺长期效应的机制研究，因此针刺治疗前后的 2 次扫描往往间隔一定的疗程。如有研究分别在针刺治疗 1、3 周后评价针刺对中风病患者脑葡萄糖代谢的影响 [11,14]。方案 B（图 1B）和方案 C（图 1C）的特征在于扫描当天要进行针刺。PET-CT 扫描在针刺刺激后进行，可以获得由针刺引起的明显的脑功能活动变化，因此更适于研究针刺治疗的即时效应。如有研究观察不同穴位组合即时针刺对脑梗死患者局部脑葡萄糖代谢的影响 [17]。

PET-CT 显像剂不同的代谢特点影响着针刺与显像剂注射时机的安排。18 氟标记的脱氧葡萄糖（luorine-18 fluorodeoxyglucose，^{18}F-FDG）是目前 PET-CT 检查中应用最广泛的非特异性正电子放射性药物，可用于痴呆、癫痫、脑血管疾病、抑郁症等疾病的鉴别诊断，也可用于观察局部脑功能与糖代谢之间的关系，是针刺 PET-CT 机制研究最常选用的显像剂 [20,21]。^{18}F-FDG 的半衰期为 109.8 min，其在脑内的代谢在 35~40 min 趋于稳定，有研究推荐在显像剂注射后 30~60 min 内进行 PET-CT 数据采集 [22]。因此，在注射 ^{18}F-FDG 后的 35~40 min 内进行针刺刺激是最适宜的时机，这可以使大脑中针刺信号的响应过程基本上与 ^{18}F-FDG 在脑内代谢趋于稳定的过程一致，方案 C（图 1C）基本符合这一特点。此外，有研究者认为在针刺过程中进行注射，注射显像剂导致的疼痛易对针刺治疗产生干扰，从而影响脑功能活动，对疼痛性疾病的针刺效应机制的研究应尤其重视注射疼痛对结果的影响 [23]。因此，综合上述两方面因素，有研究者观察针刺对偏头痛患者脑葡糖代谢活动的影响时采用了“注射—进针—取针—扫描”的扫描方案，既符合 ^{18}F-FDG 的代谢特点，又避免了针刺过程中的注射疼痛对脑功能活动产生影响 [24,25]。



注：A 为针刺与 PET-CT 扫描未在同日进行；B 为针刺治疗结束后注射显影剂；C 为针刺治疗过程中注射显影剂

图 1　3 种针刺治疗后的 PET-CT 扫描方案

在某些针刺 PET-CT 机制研究中，扫描和针刺是同时进行的，即针刺负荷状态下进行扫描，在扫描结束后取针。这种扫描流程往往取决于参与者的身体状况，潜在风险和干扰因素的综合评估。目前采用这类扫描方法的针刺 PET-CT 研究，其受试者主要为健康人或抑郁症患者 [26-29]。相对于中风病患者，这两类受试者综合评估风险较低，在扫描过程中进行针刺刺激相对安全。

综上，PET-CT 是针刺中枢机制研究的常用技术手段，而中风病是针灸临床运用最为广泛的优势病种之一。本文重点分析了针刺治疗中风病 PET-CT 研究及其与其他针刺 PET-CT 研究中扫描流程的设计问题，发现基于 PET-CT 技术的针刺治疗中风病试验设计中扫描流程缺乏规范，尤其是针刺、显像剂注射二

中国中西医结合杂志

者在试验设计中的先后顺序缺乏统一的标准。扫描当天是否进行针刺刺激，针刺与显像剂注射先后顺序安排成为困扰研究者的两个关键问题。而解决这些问题的关键在于：（1）明晰研究目的。关注针刺即时疗效者，可选择在扫描当天/期间进行针刺刺激；关注针刺累积效应者，可根据受试者依从性考虑扫描当天是否进行针刺刺激。（2）符合显像剂的代谢特点。可根据显像剂的半衰期，合理安排针刺、注射、扫描三者的顺序。

利益冲突：所有作者不存在潜在利益冲突。

参 考 文 献

［1］ 王陇德，刘建民，杨弋，等 . 我国脑卒中防治仍面临巨大挑战——《中国脑卒中防治报告 2018》概要［J］. 中国循环杂志，2019，34（2）：105–119.

［2］ 刘禹，周鸿飞 . 中医药治疗中风后便秘的规范化建议［J］. 实用中医内科杂志，2020，34（12）：52–56.

［3］ Virani SS，Alonso A，Benjamin EJ，et al. Heart disease and stroke statistics 2020 update：A report from the American Heart Association［J］. Circulation，2020，141（9）：e139–e596.

［4］ 杜树辉 . 分期针刺治疗中风偏瘫患者的临床效果观察［J］. 中国医药指南，2020，18（6）：230.

［5］ 王好函，郭琪，马乐，等 . 针灸治疗中风后失语的研究进展［J］. 新疆中医药，2019，37（3）：130–133.

［6］ 李大雷，赵灿伟 . 针刺治疗脑卒中后抑郁疗效研究［J］. 陕西中医，2020，41（10）：1489–1491.

［7］ 王瑞，耿建华 . PET 空间分辨率及其影响因素的研究进展［J］. 中国医学装备，2019，16（5）：128–131.

［8］ Townsend DW，Carney JPJ，Yap JT，et al. PET/CT today and tomorrow［J］. J Nucl Med，2004，45（1）：4S–14S.

［9］ 张鹏，张璞，孙劼，等 . PET-CT 性能检测技术的研究进展［J］. 中国医疗设备，2019，34（11）：11–15.

［10］ 黄泳，李东江，唐安戊，等 . 头针对抑郁症患者脑葡萄糖代谢的影响［J］. 中国中西医结合杂志，2005，25（2）：119–122.

［11］ Fang Z，Ning J，Xiong C，et al. Effects of electroacupuncture at head points on the function of cerebral motor areas in stroke patients：A PET study［J］. Evid Based Complement Alternat Med，2012，2012：902413.

［12］ Huang Y，Tang C，Wang S，et al. Acupuncture regulates the glucose metabolism in cerebral functional regions in chronic stage ischemic stroke patients—a PET-CT cerebral functional imaging study［J］. BMC Neurosci，2012，13（1）：75.

［13］ Beissner F，Henke C. Methodological problems in FMRI studies on acupuncture：a critical review with special emphasis on visual and auditory cortex activations［J］. Evid Based Complement Alternat Med，2011，2011：607637.

［14］ 申鹏飞，石学敏 . 醒脑开窍针刺对脑梗死患者脑葡萄糖代谢影响的穴位特异性研究［J］. 中华中医药学刊，2010，28（2）：258–260.

［15］ 石现，左芳 . 针灸治疗对脑卒中患者糖代谢影响的观察［J］. 中国临床康复，2006，10（3）：130–132.

［16］ 石现，左芳，田嘉禾 . 针刺头穴对中风患者大脑运动功能区糖代谢的影响［J］. 针刺研究，2005，30（3）：167–170.

［17］ 张向宇，高硕，赵建国，等 . 不同穴位组合对脑梗死患者脑葡萄糖代谢的影响——PET 研究［J］. 中国针灸，2007，27（1）：26–30.

［18］ 刘恩涛，王淑侠，黄泳，等 . 针刺外关穴对脑梗死患者脑内葡萄糖代谢的影响［J］. 中国中西医结合杂志，2013，33（10）：1345–1351.

［19］ 孙曌，赖新生，沈巍 . 运用 PET 脑功能成像对针刺脑梗塞患者外关穴的研究［J］. 时珍国医国药，2012，23（12）：3145–3147.

［20］ 郭秋蕾，刘清国，杨芳媛，等 . PET 技术在针刺研究中的应用进展［J］. 中国针灸，2019，39（3）：337–341.

［21］ 邓虞娇，朱华，杨志，等 . 中枢神经系统临床用 PET 显像剂的研究进展［J］. 同位素，2020，33（4）：250–262.

［22］ Varrone A，Asenbaum S，Vander Borght T，et al. EANM procedure guidelines for PET brain imaging using ^{18}F-FDG，version 2［J］. Eur J Nucl Med Mol Imaging，2009，36（12）：2103–2110.

［23］ 刘迈兰，兰蕾，曾芳，等 . 以正电子发射型计算机断层显像技术研究针刺作用机制试验过程的质量控制［J］. 针刺研究，2010，35（1）：67–70.

［24］ Yang M，Yang J，Zeng F，et al. Electroacupuncture stimulation at sub-specific acupoint and non-acupoint induced distinct brain glucose metabolism change in migraineurs：a PET-CT study［J］. J Transl Med，2014，12（1）：351.

中国中西医结合杂志

[25] Yang J，Zeng F，Feng Y，et al. A PET-CT study on the specificity of acupoints through acupuncture treatment in migraine patients[J]. BMC Complement Altern Med，2012，12（1）：123.

[26] Schlunzen L，Vafaee MS，Cold GE. Acupuncture of LI-4 in anesthetized healthy humans decreases cerebral blood flow in the putamen measured with positron emission tomography[J]. Anesth Analg，2007，104（2）：308–311.

[27] 邵广瑞，宋磊，张伟. 针灸足三里穴中枢调节机制的 PET/CT 脑功能成像的实验研究 [J]. 实用放射学杂志，2007，23（7）：890–892.

[28] 邵广瑞，马蕾，柳澄，等. 针刺委中穴正电子发射计算机体层摄影/CT 脑功能成像的观察 [J]. 中国中西医结合杂志，2006，26（11）：969–972.

[29] 邵广瑞，陈莹，闫镔，等. 针刺委中穴与足三里穴 PET/CT 脑功能显像研究 [J]. 中华核医学杂志，2006，26（1）：54–56.

（收稿：2019–11–23　在线：2021–02–20）

责任编辑：赵芳芳

《中国中西医结合杂志》第九届编委会名单

总 编 辑　陈可冀

副总编辑　王文健　史大卓　吕爱平　肖培根　吴伟康　雷　燕

顾　问　王永炎　吴咸中　辛育龄　张伯礼　陈香美　陈凯先　陈维养　唐由之　黄璐琦　曹洪欣　屠呦呦　韩济生

编辑委员

于德泉　王一涛　王卫霞　王　伟　王　阶　王拥军（上海）　王拥军（北京）　王　舒　毛　威
卞兆祥　方邦江　方敬爱　邓跃毅　叶文才　田金洲　史载祥　白彦萍　吕志平　朱立国　朱　兵
朱明军　危北海　刘瓦利　刘龙涛　刘　平　刘　良　刘建平　刘建勋　刘保延　刘鲁明　齐清会
安冬青　阮新民　孙汉董　孙　燕　阳　晓　花宝金　苏　励　李大金　李军祥　李国栋　李国勤
李　恩　李焕荣　杨任民　杨宇飞　连　方　吴大嵘　吴万垠　吴正治　吴泰相　吴根诚　吴　烈
张大钊　张卫东　张允岭　张永贤　张永祥　张荣华　张俊华　张亭栋　张敏州　张敏建　陆付耳
陈士林　陈士奎　陈小野　陈立典　林志彬　林　谦　林瑞超　郁仁存　果德安　季　光　郑国庆
赵一鸣　赵伟康　赵芳芳　胡义扬　胡晓梅　胡镜清　段金廒　侯凡凡　饶向荣　洪传岳　夏城东
栗原博（日本）　徐凤芹　徐　浩　凌昌全　高瑞兰　郭　军　郭　姣　郭　艳　郭赛珊　唐旭东
黄光英　梅之南　崔　红　麻　柔　梁　春　梁挺雄　梁晓春　梁繁荣　董竞成　董福慧　谢竹藩
谢明村　谢　恬　蔡定芳　蔡　晶　裴正学　廖福龙　衡先培　魏　玮　Ye-meng CHEN（意大利）
Yung-chi CHENG（美国）　Jia-lang HE（美国）　Yong-ming LI（美国）　Sheng-xing MA（美国）
Qun-hao ZHANG（美国）　Joseph ZHOU（美国）Mian-sheng ZHU（法国）

（以上名单按姓氏笔画为序，编委工作单位信息在本刊网站首页“下载专区”公布，网址：http://www.cjim.cn/zxyjhcn/zxyjhcn/ch/index.aspx）

中国中西医结合杂志