

藏区治疗药物监测的现状与展望

向巴班宗

昌都市人民医院，西藏自治区，854000；

摘要：目的：本研究旨在全面阐述藏区治疗药物监测（Therapeutic Drug Monitoring, TDM）的现状，深入探讨其在藏区临床实践中的应用情况、存在问题及挑战。方法：通过文献综述的方式，广泛收集国内外关于藏区 TDM 的研究资料，结合藏区医疗环境特点、TDM 实施现状以及现有应对策略，对相关数据和信息进行系统整理与分析。结果：研究发现，藏区 TDM 整体水平与内地发达地区存在较大差距，藏区 TDM 的实施受到多方面因素的影响，包括医疗资源分布不均、专业技术人员匮乏、文化差异导致和医患可度低等因素。此外，藏医药的独特性也为 TDM 的推广带来了标准化监测难题等特殊挑战。结论：藏区 TDM 的发展需要综合考虑医疗资源优化配置、专业人才培养、文化适应性改进以及藏医药现代化等多方面因素。未来应加强政策支持与资金投入，提升藏区医疗机构的 TDM 能力；开展针对藏区医护人员和患者的健康宣讲，提高其对 TDM 的认知和认可度；同时，结合藏医药特色，探索适合藏区的 TDM 模式和技术创新路径。通过多学科协作与跨区域合作，逐步提升藏区 TDM 水平，为藏区患者提供更安全、有效的临床用药保障，推动藏医药现代化进程。

关键词：藏区；治疗药物监测；现状；展望

DOI：10.69979/3029-2808.25.11.006

治疗药物监测(TDM)通过多学科交融,进行药物治疗个体化研究和应用的临床药学分支学科,其目的是根据临床药理学、生物药剂学和药物治疗学理论,结合药物分析学、分子生物学和流行病学原理,使用现代化测试手段,测定生物样本中药物及其代谢产物浓度,确定有效浓度范围,应用药动—药效学原理调整给药方案,提高治疗效果;此外,治疗药物疗效与药物在作用部位浓度呈正相关,而作用部位浓度与血药浓度呈平行关系,因此通过测定血药浓度可以衡量药物在作用部位浓度,评价治疗效果,指导临床合理用药^[1, 2]。在藏区,由于独特的地理环境、民族文化和医疗体系,临床用药既包含现代医学的各类药物,也有历史悠久的藏药,而藏区居民的遗传背景、生活习惯、饮食结构等因素也可影响药物的体内过程^[3, 4]。因此,开展 TDM 对于藏区临床精准用药、降低药物不良反应发生率、提高医疗质量具有重要意义。同时,藏区 TDM 的发展也面临着诸多特殊的挑战,如何在现有条件下推进 TDM 工作,是藏区医疗卫生领域亟待解决的问题。

1 藏区医疗环境特点

1.1 地理与人口分布

藏区地域辽阔,平均海拔较高,地形复杂,气候条件恶劣。青藏高原部分地区年平均气温低,氧气含量少。

人口分布极为分散,许多偏远地区交通不便,医疗资源难以有效覆盖^[5]。据统计,部分偏远县的人口密度每平方公里不足 10 人,这使得患者获取医疗服务的难度增大,也给医疗信息的收集和反馈带来困难。

1.2 医疗资源现状

藏区医疗卫生事业近年来虽取得显著进步,但整体医疗资源仍相对匮乏。医疗机构数量不足,尤其是基层医疗机构的基础设施落后,设备陈旧,缺乏先进的检验检测仪器,无法开展复杂的实验室检测项目。在专业人才方面,存在医生数量不足、学历层次偏低、业务能力有限等问题^[6]。藏区 TDM 主要集中在拉萨、昌都等中心城市的三级医院,配备高效液相色谱(HPLC)等基础设备。但高原地区地广人稀,基层医疗机构普遍缺乏 TDM 设备与技术,偏远牧区患者需长途转运至中心医院检测^[7]。特别是在一些偏远乡镇卫生院,执业医师稀缺,难以满足当地居民的医疗需求。国家通过“组团式”医疗援藏项目,近年来为藏区引入质谱联用技术(LC-MS)等先进设备,但专业人才短缺仍是核心瓶颈。

1.3 民族文化与用药习惯

藏民族拥有独特的文化和传统医学体系——藏医学。藏医药是藏医学的重要组成部分,是藏族人民在长期与疾病斗争中积累的经验总结,具有独特的理论体系。

其核心理论包括“龙”“赤巴”“培根”三大因素的平衡，以及“寒症”与“热症”的分类。藏医药的用药原则是根据疾病性质选择相应“寒性”或“热性”的药物进行治疗^[8]。藏药常使用多种天然药材和矿物质，如珊瑚、珍珠、玛瑙等，这些成分赋予了藏药独特的药性和疗效。藏药多以丸剂为主，便于携带和服用，且药力较强。藏药的服用时间、剂量和疗程都有严格规定^[9]。藏药在藏区居民的医疗保健中占据重要地位，其用药理论、药物炮制方法和方剂配伍与现代医学有很大差异^[10]。藏区居民对藏药的信任度高，在疾病治疗中常常首选藏药，或者将藏药与西药联合使用，这种用药习惯对 TDM 工作提出了特殊要求。

2 藏区治疗药物监测实施现状

2.1 监测药物种类

2.1.1 西药监测情况

在藏区的一些大型医院，已逐步开展对部分西药的治疗药物监测，主要包括以下几类^[11-15]：1. 抗结核药物：藏区结核病发病率相对较高，抗结核药物如异烟肼、利福平等的血药浓度监测对于优化治疗方案、减少耐药菌株的产生具有重要意义。2. 抗菌药物：由于藏区部分地区医疗条件有限，感染性疾病仍较为常见。万古霉素等抗菌药物的血药浓度监测在重症感染患者中应用较为广泛。3. 心血管药物：藏区高海拔地区，心血管疾病发病率较高，地高辛等药物的血药浓度监测对于避免中毒反应至关重要。4. 免疫抑制剂（他克莫司）、抗癫痫药（卡马西平）等与全国监测目录一致，但受高原低氧环境影响，药物代谢动力学参数需特别校正。例如高原环境下环孢素 A 的生物利用度可能提高 15%-20%。但总体而言，西药 TDM 的覆盖范围相对较窄，许多基层医疗机构由于技术和设备限制，尚未开展常规的西药 TDM 工作。

2.1.2 藏药监测现状

藏药在藏区应用广泛，藏药的成分复杂，其药代动力学特征复杂，大多为复方制剂，有效成分和作用机制尚不明确，这给藏药的治疗药物监测带来极大困难，藏药在治疗心血管疾病、消化系统疾病、风湿性疾病等方面有显著疗效，尤其在藏区，超过 30% 的患者使用藏药^[16, 17]，60% 以上患者同时使用西药联合藏药，如七十味珍珠丸与华法林联用可能增强抗凝效应。目前，藏药的 TDM 研究尚处于起步阶段，仅有少数科研机构 and 医院针对个别藏药品种开展了初步探索。对某些具有肝毒性的藏

药进行体内药物浓度与肝功能指标相关性研究，但距离建立完善的藏药 TDM 体系还有很长的路要走。然而藏药活性成分复杂，缺乏标准检测方法，目前主要通过 HPLC-MS 对已知成分（如红景天苷、獐牙菜苦苷）进行探索性监测。

2.2 监测技术与方法

2.2.1 仪器设备应用

在开展 TDM 的医疗机构中，主要采用高效液相色谱-质谱联用仪（HPLC - MS/MS）、荧光偏振免疫分析法（FPIA）、酶联免疫吸附测定法（ELISA）等先进技术和设备进行药物浓度检测。然而，这些仪器设备价格昂贵，维护成本高，对操作人员的技术要求也较高，在藏区基层医疗机构难以普及。部分基层医院仅能开展简单的生化检测项目，无法满足 TDM 的技术需求。

2.2.2 检测方法局限性

目前的检测方法住主要包括高效液相色谱法（HPLC）和免疫分析法^[18, 19]，HPLC 是藏区目前应用较为广泛的 TDM 检测方法，其准确性高、专属性强，适用于多种药物的血药浓度测定。但由于藏区部分基层医院设备条件有限，HPLC 的普及程度仍需提高。免疫分析法包括荧光偏振免疫法（FPIA）和酶免疫法（EMIT）等免疫分析方法操作简便、快速，适合于基层医院开展^[20, 21]。但由于试剂成本较高且易受样本中内源性物质干扰，其应用范围受到一定限制。现有的药物浓度检测方法在藏药监测中存在诸多局限性，由于藏药成分复杂，干扰物质多，传统检测方法难以准确测定其中的有效成分或活性代谢产物浓度。此外，缺乏针对藏药的标准化检测方法和质量控制体系，不同实验室之间的检测结果可比性差，影响了藏药 TDM 的准确性和可靠性。

2.3 临床应用与实践

目前，临床上需要进行 TDM 的药物的临床应用主要包括^[22, 23]：(1) 治疗窗窄的药物；(2) 同一剂量可能出现较大血药浓度差异的药物；(3) 具有非线性药动学特征的药物；(4) 肝肾功能不全的患者服用主要经肝脏代谢或主要经肾脏清除的药物；(5) 怀疑药物中毒，但药物中毒与药物剂量不足的症状相似，临床无更客观的诊断及鉴别诊断指征的药物；(6) 药动学个体差异大的药物；(7) 联合用药易产生相互作用而影响疗效的药物；(8) 需长期使用但患者依从性差的药物；(9) 长期使用易产生耐

药性的药物。常见的需要进行 TDM 的药物种类主要包括抗癫痫和抗惊厥药、抗心律失常药、强心苷类药物、抗抑郁药、抗精神病药、免疫抑制剂、抗菌药物、抗真菌药、抗病毒药和抗肿瘤药物等。

2.3.1 藏区西药 TDM 指导用药情况

西药 TDM 主要针对治疗窗窄、个体差异大或易产生毒副作用的药物,通过监测血药浓度优化剂量方案^[24, 25]。目前重点监测的品种包括:免疫抑制剂(如他克莫司、环孢素),用于器官移植后抗排斥治疗,血药浓度需维持在 4-12ng/mL(高原地区需调整至更低范围)以避免肝、肾毒性;抗癫痫药(如卡马西平、丙戊酸),安全范围窄,浓度过高可能引发抽搐,需根据基因多态性(如 CYP2C19*2 等位基因)调整剂量;抗菌药物(如万古霉素、阿米卡星),万古霉素谷浓度需控制在 8-15 $\mu\text{g/mL}$ (高原地区),以减少肾毒性风险;抗肿瘤药(如甲氨蝶呤),需结合亚叶酸钙解救治疗,通过 TDM 避免骨髓抑制等毒性。在藏区开展西药 TDM 的医院,临床医生会根据监测结果和实际临床应用调整用药剂量和方案,以提高治疗效果和减少药物不良反应。例如,通过监测环孢素血药浓度,调整器官移植患者的用药剂量,有效降低了排斥反应的发生率。但由于部分藏区医生对 TDM 的认识不足,以及临床工作繁忙等原因,在实际应用中,仍存在不参考 TDM 结果随意用药的情况。

2.3.2 藏药 TDM 的临床探索

藏药多由复方组成(如三果汤含余甘子、诃子等),活性成分(如红景天苷、獐牙菜苦苷)的药动学特征不明确,需建立定量分析方法。约 35%患者同时使用藏药与西药(如华法林),藏药中的鞣质可能竞争血浆蛋白结合位点,导致游离药物浓度升高。目前,藏药 TDM 在临床实践中的应用较少,主要是因为缺乏足够的临床研究数据支持。一些藏医尝试结合传统藏医药理论和现代医学知识,通过观察患者的症状、体征和实验室指标等综合信息来调整藏药用药方案,但尚未形成科学规范的藏药 TDM 临床路径。

3 藏区治疗药物监测面临的挑战

3.1 专业人才匮乏

藏区从事 TDM 工作的专业人才严重短缺,既懂临床药理学又熟悉 TDM 技术的复合型人才更是稀缺。由于地理位置偏远、工作环境艰苦、待遇相对较低等原因,难以吸引和留住高素质人才。同时,藏区本地的药学教育相

对滞后,人才培养体系不完善,无法满足 TDM 快速发展的需求。许多医疗机构的药师缺乏系统的 TDM 培训,对药物浓度检测结果的分析 and 解读能力不足,难以有效地为临床提供用药指导。

3.2 基础设施薄弱

藏区基层医疗机构的基础设施建设滞后,缺乏开展 TDM 所需的先进仪器设备和实验室条件。检测设备的缺乏使得许多医疗机构无法开展药物浓度检测工作,只能将标本送往上级医院或外地检测机构,这不仅增加了检测成本和时间,还可能影响检测结果的及时性和准确性。此外,部分医疗机构的信息化建设水平较低,无法实现 TDM 数据的有效管理和共享,制约了 TDM 工作的规范化和标准化发展。

3.3 经济因素制约

藏区经济发展相对落后,居民收入水平较低,医疗保障体系尚不完善。开展 TDM 需要投入大量资金用于设备购置、试剂消耗、人员培训等方面,这对于许多藏区医疗机构和患者来说是一笔不小的负担。部分患者因经济原因无法承担 TDM 费用,导致无法及时获得个体化的用药指导。同时,医疗机构也因资金有限,难以大规模开展 TDM 工作,限制了 TDM 技术在藏区的推广应用。

3.4 文化差异与认可度低

藏区独特的民族文化和传统观念对 TDM 的接受程度存在一定影响。部分藏区居民对现代医学的 TDM 理念和方法了解甚少,更倾向于依赖传统藏医药的经验用药。藏区部分患者缺乏基本的医学知识和健康教育,对 TDM 的重要性缺乏认识,在治疗过程中可能不遵循医嘱,导致 TDM 工作难以实施。此外,一些藏医和临床医生对 TDM 的认知不足,认可度较低,认为凭借传统的诊疗经验即可满足临床需求,对 TDM 的重要性认识不足,对开展 TDM 工作积极性不高。这种文化差异和认知不足在一定程度上阻碍了 TDM 在藏区的普及和推广。

4 藏区治疗药物监测的应对策略

4.1 人才培养与引进

加强与内地高校和科研机构的合作,建立人才定向培养机制,为藏区输送专业的 TDM 人才。可通过联合培养研究生、进修生等方式,提高藏区药学人员的专业水平。同时,制定优惠政策,吸引外地优秀人才到藏区从

事 TDM 工作, 改善人才结构。此外, 定期在藏区开展 TDM 相关培训课程和学术讲座, 提高当地医务人员对 TDM 的认识和实践能力, 形成多层次、多渠道的人才培养体系。

4.2 基础设施建设与资源整合

加大对藏区基层医疗机构的投入, 改善基础设施条件, 配备必要的 TDM 仪器设备。建立区域 TDM 中心, 整合资源, 实现设备共享和技术支持。例如, 以藏区大型医院为核心, 辐射周边基层医疗机构, 通过远程医疗等技术手段, 为基层提供 TDM 检测服务和技术指导。同时, 加强医疗机构信息化建设, 建立 TDM 数据库和信息管理系统, 实现数据的快速传输、存储和分析, 提高 TDM 工作效率和质量。

4.3 经济支持与政策扶持

政府应加大对藏区 TDM 工作的资金投入, 设立专项基金, 用于设备购置、人才培养、科研项目等方面。同时, 完善医疗保障体系, 将 TDM 费用纳入医保报销范围, 减轻患者经济负担。此外, 出台相关政策, 鼓励企业和社会力量参与藏区 TDM 工作, 如对开展 TDM 服务的医疗机构给予税收优惠、对研发藏药 TDM 技术的企业提供资金支持等, 促进藏区 TDM 事业的可持续发展。

4.4 文化融合与健康宣讲

加强对藏区居民和医务人员健康宣讲, 普及 TDM 知识, 提高对 TDM 重要性的认可。结合藏民族文化特点, 采用通俗易懂的方式, 如举办藏医药与 TDM 知识讲座、发放藏汉双语宣传资料、利用藏区传统媒体和新媒体平台进行宣传等, 让更多医护和患者了解 TDM 的意义、作用及具体操作方法, 提高医患对 TDM 的认可度。同时, 促进藏医药与现代医学的融合发展, 将 TDM 理念融入藏医药临床实践中, 探索适合藏药的 TDM 方法和模式, 推动藏医药现代化进程。

5 藏区治疗药物监测的展望

5.1 技术创新与发展

随着科技的不断进步, 新的检测技术和方法将不断涌现, 为藏区 TDM 带来新的机遇。目前, 微流控芯片技术、生物传感器技术等具有检测速度快、灵敏度高、样本用量少等优点, 可在藏区 TDM 中推广和应用。同时, 人工智能、大数据等技术与 TDM 的结合, 将实现对大量

TDM 数据的深度挖掘和分析, 为临床用药提供更精准的指导。此外, 针对藏药成分复杂的特点, 研发新型的分离分析技术和检测方法, 建立藏药质量控制标准, 将推动藏药 TDM 的深入开展。

5.2 藏药 TDM 体系的完善

未来, 藏药 TDM 将成为研究的重点和热点。通过深入研究藏药的化学成分、药理作用机制、药代动力学特征等, 建立完善的藏药 TDM 体系。明确藏药的有效成分和活性代谢产物, 确定其治疗窗和安全范围, 制定科学合理的 TDM 方案。加强藏药 TDM 的标准化建设, 统一检测方法和质量控制标准, 提高不同实验室之间检测结果的可比性。同时, 开展藏药与西药联合使用时的 TDM 研究, 为临床合理用药提供依据。

5.3 临床应用的拓展

随着 TDM 技术的不断发展和完善, 其在藏区临床的应用范围将不断拓展。除了现有的西药和部分藏药监测外, 将逐步覆盖更多的药物品种和疾病领域。可在藏区常见的心血管疾病、呼吸系统疾病、神经系统疾病等治疗中, 通过 TDM 指导用药, 提高治疗效果, 减少药物不良反应。同时, 将 TDM 应用于藏区慢性病管理、预防保健等领域, 实现从疾病治疗到健康管理的转变, 提高藏区居民的整体健康水平。

5.4 国际合作与交流

积极开展国际合作与交流, 借鉴国外先进的 TDM 经验和技术, 促进藏区 TDM 的发展。与国际知名科研机构 and 医疗机构合作, 开展藏药 TDM 的联合研究项目, 提升藏药在国际上的认可度和影响力。参与国际 TDM 学术会议和交流活动, 分享藏区 TDM 的研究成果和实践经验, 加强与国际同行的沟通与合作, 推动藏区 TDM 与国际接轨。

6 结论

藏区治疗药物监测对于提高临床用药安全性和有效性、促进藏医药现代化发展具有重要意义。尽管目前藏区 TDM 面临着专业人才匮乏、基础设施薄弱、经济因素制约、文化差异与认知不足等诸多挑战, 但通过采取加强人才培养与引进、基础设施建设与资源整合、经济支持与政策扶持、文化融合与宣传教育等应对策略, 以及展望未来在技术创新、藏药 TDM 体系完善、临床应用

拓展、国际合作与交流等方面的发展,藏区TDM有望取得突破性进展。在未来的发展中,需要政府、医疗机构、科研机构、企业和社会各界的共同努力,推动藏区TDM事业不断前进,为藏区居民的健康福祉提供有力保障。

参考文献

- [1]程道海,陆华,刘滔滔,等.我国治疗药物监测的现状与展望[J].广西医科大学学报,2016,33(05):910-913.
- [2]管思宇.治疗药物监测研究概述及进展[J].临床合理用药,2024,17(02):177-180.
- [3]孙创斌,叶霄,伍瑞红,等..西藏高原地区全过程巡诊药品保障模式的实践与体会[J].解放军药学报,2023,36(01):73-76.
- [4]汤富彬.藏区牦牛、绵羊泰勒焦虫病防治及中草药研发效果的实验总结——以九龙县牧区为例[J].今日畜牧兽医,2018,34(12):13.
- [5]陈博浩,王欣仪,梁煜烽,等.中医和藏医脉诊比较研究[J].世界中西医结合杂志,2025,20(03):600-606.
- [6]李相韬,杨航,陈敬,等.某藏医医院在地性表达设计探索[J].中国医院建筑与装备,2025,26(02):8-11.
- [7]杨乐.浅谈藏医预防保健之起居[J].中国民族医药杂志,2025,31(01):33-35.
- [8]永藏,三智加.基于藏医“火热学说”谈Uremia(尿毒症)的防治思路[J].中国民族医药杂志,2025,31(03):31-35.
- [9]郑润萍,鲍本育.民族药用植物资源的遗产化进程研究[J].分子植物育种,2025,23(06):2014-2019.
- [10]尕登木塔,格桑顿珠.藏医学七种常见肝病的药物配方探究[J].中国民族医药杂志,2025,31(01):48-50.
- [11]张相林,缪丽燕,陈文倩.治疗药物监测工作规范专家共识(2019版)[J].中国医院用药评价与分析,2019,19(08):897-898+902.
- [12]卜一珊.常用抗真菌药物治疗药物监测研究进展[J].实用器官移植电子杂志,2023,11(01):51-55.
- [13]李晶,高原,蒋俊杰,等.吡仑帕奈的治疗药物监测研究进展[J].现代药物与临床,2025,40(03):801-806.
- [14]孙金成,戴立波,杨宏昕.万古霉素治疗药物监测与个体化给药研究进展[J].中国药物与临床,2024,24(10):676-680.
- [15]吴灵洁,叶珍洁,张晓颖,等.免疫抑制剂治疗药物监测在器官移植领域的应用进展[J].药物评价研究,2022,45(03):583-589.
- [16]兰小中.西藏藏药资源禀赋与资源保障策略探讨[J].西藏发展论坛,2025,(01):104-110.
- [17]张凯悦,李良喜,袁心怡,等.藏药独一味化学成分、药理作用研究进展及质量标志物预测分析[J].中国民族民间医药,2025,34(05):84-91.
- [18]Tuzimski T,Petruczynik A.Review of Chromatographic Methods Coupled with Modern Detection Techniques Applied in the Therapeutic Drugs Monitoring (TDM) [J].Molecules,2020,25(17)
- [19]咎丹娅.薄层色谱法在药物分析中的应用[J].临床医药文献电子杂志,2019,6(47):194-195.
- [20]夏颖,龙佳奕,代浩然,等.LC-MS/MS法测定人血浆中地高辛的浓度及其在儿童患者中的应用[J].中国药科大学学报,2021,52(06):719-724.
- [21]陈璐,边原,涂碎萍,等.EMIT法和FPIA法监测全血环孢素A浓度相关性比较[J].国外医药(抗生素分册),2017,38(01):41-43.
- [22]Megna B W,Vaughn B P.Therapeutic Drug Monitoring in Practice for Inflammatory Bowel Disease[J].Curr Gastroenterol Rep,2022,24(12):191-200.
- [23]Papamichael K,Afif W,Drobne D,et al. Therapeutic drug monitoring of biologics in inflammatory bowel disease: unmet needs and future perspectives[J].Lancet Gastroenterol Hepatol,2022,7(2):171-185.
- [24]李正富,秦霞.临床常用药物的治疗药物监测研究进展[J].中国合理用药探索,2018,15(10):73-76.
- [25]杨冬爱,陈琳琳.治疗药物监测的方法学研究进展[J].中国医药科学,2016,6(08):38-40+113.