

引用:付裕,孙彦敏,张妤琳,吴嫣艳,庞庆林.电喷雾检测器与蒸发光散射检测器在中药分析中应用对比研究进展[J].中医导报,2025,31(6):146-149,169.

# 电喷雾检测器与蒸发光散射检测器 在中药分析中应用对比研究进展

付 裕,孙彦敏,张妤琳,吴嫣艳,庞庆林  
(江苏省食品药品监督检验研究院,江苏 南京 210000)

[摘要] 中药成分复杂,为实现化合物的纯化分离及新化合物的发现,分析检测方法需具备多样性。蒸发光散射检测器(ELSD)和电喷雾检测器(CAD)是质量型检测器,均适用于半挥发性或非挥发性物质的检测,可作为其他液相检测器的有力补充。虽然两者在中药分析领域中应用逐步广泛,在中药质量控制中也发挥着重要作用,但在中药分析领域中两者则存在一定的差异性。ELSD的应用更具广泛性,而CAD在重复性、灵敏度等方面更有优势。

[关键词] 电喷雾检测器;蒸发光散射检测器;中药分析;质量控制;综述

[中图分类号] R284.1 [文献标识码] A [文章编号] 1672-951X(2025)06-0146-04

DOI: 10.13862/j.cn43-1446/r.2025.06.025

## Comparative Research Progress on the Application of Charged Aerosol Detector and Evaporative Light Scattering Detector in Traditional Chinese Medicine Analysis

FU Yu, SUN Yanmin, ZHANG Yulin, WU Yanyan, PANG Qinglin

(Jiangsu Institute for Food and Drug Control, Nanjing Jiangsu 210000, China)

[Abstract] Traditional Chinese medicine (TCM) exhibits complex chemical compositions, necessitating diverse analytical methods to achieve compound purification, separation, and discovery of novel constituents. As mass-sensitive detectors, both the evaporative light scattering detector (ELSD) and charged aerosol detector (CAD) are suitable for semi-volatile or non-volatile compounds, serving as powerful complements to other liquid chromatography detectors. Although these two detectors have been increasingly applied in TCM analysis and play significant roles in quality control, notable differences exist between them in this field. ELSD demonstrates broader applicability, whereas CAD exhibits superior performance in reproducibility and sensitivity.

[Keywords] charged aerosol detector; evaporative light scattering detector; traditional Chinese medicine analysis; quality control; review

紫外检测器(ultraviolet detector, UVD)因其易于使用、灵敏度高、梯度兼容性和低成本等优点<sup>[1]</sup>,目前仍是《中华人民共和国药典》中用于中药分析最广泛的检测方法。但当需要同时检测多种分析物时,方法的开发可能具有一定的挑战性。例如当药物含有弱发色团或不发色团时,化合物则无法被检测到。虽然有研究<sup>[2]</sup>发现可以使用衍生化技术对弱发色团的药物使用紫外检测,但其存在样品制备过程非常复杂且耗时的缺点。此外,质谱检测器虽具有高特异性、高灵敏度及检测信息丰富的特点,但使用的高成本导致其仍无法在药物

制剂常规质量控制中得到广泛应用<sup>[3]</sup>。因此,非紫外线吸收检测器的开发具有非常重要的意义。

蒸发光散射检测器(evaporative light scattering detector, ELSD)和电喷雾检测器(charged aerosol detector, CAD)均能在很大程度上弥补紫外检测方法的不足,并已广泛应用于医药、食品、化工等行业的检测。这两种检测器既有相似点,也存在一定的差异性。本文主要从蒸发光散射检测器和电喷雾检测器的工作原理及性能、在中药分析中的应用以及二者的应用前景和当前存在的问题作对比进行综述。

通信作者:庞庆林,女,副主任药师,研究方向为中药学

## 1 CAD与ELSD简介

1.1 工作原理对比 CAD于2002年由DIXON R W和PETERSON D S首次提出,并由美国ESA公司于2004年推出新型HPLC检测器<sup>[4]</sup>。ELSD于1978年由CHARLESWORTH J M首次提出,并于20世纪80年代商业化<sup>[5]</sup>。CAD和ELSD均是蒸发光溶胶探测器,原理的共同点在于都是将洗脱液雾化成细液滴气溶胶,然后对具有挥发性的流动相进行蒸发,产生干燥的气溶胶颗粒,从而进行检测。不同点在于ELSD是通过引导光束穿过颗粒,并用光度计测量散射的光,而CAD使用带电的氮气流对颗粒进行充电,并用静电计测量颗粒所携带的电荷。

1.2 性能对比 研究<sup>[6]</sup>发现,许多样品无论是否具有UV发色团,它们均具有ELSD和CAD响应。ELSD和CAD均被认为是非挥发性物质依赖性检测器,在检测半挥发性和非挥发性物质方面均优于UV检测器。此外,二者也是质量型检测器,与反应物的物理化学性质无关。当然,它们也存在一定的局限性,例如不能检测挥发性化合物,线性范围有限且浓度与峰面积非线性,计算复杂,在流动相的选择上均不能与非挥发性缓冲盐兼容等。与ELSD相比,CAD使用的优点在于其具有较高的精密性、灵敏度和宽动态范围,检测限往往低于ELSD,并且操作简单方便,仪器受环境影响小,具有较高的稳定性,可用已知化合物的线性曲线定量未知化合物,纯度分析所得的数据更接近样品的真实组成,而且很多ELSD无法检测到的杂质,在CAD上具有较好的响应<sup>[7]</sup>。但CAD可调控的参数较少,面对复杂性化合物使用存在一定的局限性;对流动相梯度变化敏感,在流动相的有机相比比例增加、响应增大时,用逆梯度补偿进行修正,方可响应一致<sup>[8]</sup>。CAD和ELSD工作原理、性能优缺点和应用局限性对比见表1。

## 2 CAD与ELSD在中药分析中的应用

中药化学成分复杂,目前最常用的检测方法仍然是HPLC-UV,该方法可以覆盖绝大部分的中药含量测定和特征图谱。然而,随着研究的深入,对于不含紫外吸收或者仅在紫外末端有吸收,成分复杂且无法分离的干扰,HPLC-UV法则无法满足中药成分的检测。与此同时,对于UV无法检测的中药成分,其存在一定的生理和药理活性,对于疾病的治疗具有重要的研究意义,并且在中药质量控制上,也是重要的指标性成分,是不容忽视的。因此,新型检测方法的研究亟需引入,弥补紫外检测器在这方面使用的缺陷,包括中药中糖类、皂苷类、生物碱类、萜类等化合物的分析。ELSD最早在2005年版《中华人民共和国药典》中对中药地肤子、路路通、黄芪的

有效成分进行了定量检测,且该方法使用非常成熟。2020年版《中华人民共和国药典》在高效液相色谱法中也首次补充了CAD检测方法,并且在中药配方颗粒标准制定里也引入了CAD。由此可见,CAD与ELSD在中药分析中发挥了重要的作用,两者不仅仅存在着共性,也具有差异性,均为中药化学成分分析提供了新的研究方法与新思路。

2.1 皂苷类成分的分析 皂苷类成分在中药植物中广泛存在,且研究<sup>[9]</sup>发现皂苷具有抗肿瘤、抗炎等活性,在治疗癌症、糖尿病等诸多疾病上具有显著疗效。但大部分皂苷类成分不存在紫外吸收,或者仅仅在末端存在吸收,分离困难。近年来有许多采用HPLC-CAD和HPLC-ELSD对皂苷类进行分析的报道。EOM H Y等<sup>[10]</sup>通过分析10种具有抗炎特性的柴胡皂苷,对CAD和ELSD检测器进行了比较。在这项研究中,CAD比ELSD在宽范围内具有更好的线性和重现性。此外,所获得的结果也表明,CAD提供了比ELSD更灵敏的10种柴胡皂苷的分析。黄芪甲苷在使用UV检测时需要进行衍生化处理,操作过程复杂且耗时长,ELSD可以更好地检测黄芪甲苷,目前也是最常用的方法。刘蓬蓬等<sup>[11]</sup>采用HPLC-CAD分析黄芪甲苷提取过程中黄芪皂苷类成分动态变化,证明了黄芪皂苷 I 和黄芪皂苷 II 可转化成黄芪甲苷,并与ELSD作对比分析,发现CAD较ELSD具有更高的灵敏度,最低检测限达到1 ng/LI G等<sup>[12]</sup>开发了一种涉及去乙酰基化的制备方法,并将该方法与UHPLC-CAD定量方法相结合,用于分析绞股蓝中的含量,CAD简化了测定步骤,还提高了重复性和灵敏度(绞股蓝皂苷XLIX和绞股蓝皂苷A的检测限分别为1.40 ng和2.41 ng,定量限分别为7.77 ng和14.46 ng)。王源源等<sup>[13]</sup>采用了HPLC-UV-ELSD串联指纹图谱法测定绞股蓝中槲皮素、芦丁、绞股蓝皂苷A和绞股蓝皂苷XLIX 4种指标性成分,建立了指纹图谱并进行了含量测定,便于全面评价绞股蓝药材的质量。目前,相较于ELSD而言,CAD在皂苷类检测中应用更广泛,这得益于其较好的分离能力、操作简单性及其高灵敏度和重复性。

2.2 糖类成分的分析 单糖、多糖广泛存在于中药中,其中人参、黄芪、灵芝、葛根、石斛等中药中富含大量糖类成分,具有强大的药用功效,是中药药效重要的活性成分。糖类物质因缺乏紫外吸收、强极性和复杂的结构特点,导致其检测存在一定的难度,往往需要对其进行柱前衍生化。常用的检测器有UV、DAD和FLD,但其灵敏度较低,梯度洗脱能力差且极易受流动相影响,致使糖类物质多组分分离效果不佳,且重复性和稳定性差。ELSD和CAD不受光学吸收和结构的影响,

表1 CAD和ELSD工作原理、性能优缺点和应用局限性对比

检测器	工作原理	性能优势	性能劣势	应用局限性
CAD	基于雾化-气溶胶原理,与待测物颗粒质量有关	样品不含紫外生色团,高精密度和灵敏度,宽动态范围,低检测限,受温度影响小,可进行梯度洗脱,日常维护简单	不能用于挥发性样品检测,浓度与峰面积非线性,在流动相的选择上不能与非挥发性缓冲盐兼容,仪器调控的参数较少	应用于中药皂苷类和糖类成分检测颇多,在生物碱类和萜类应用较少,高灵敏度,低检测限,可检测低水平化合物杂质
ELSD	基于雾化-气溶胶原理,将光信号转化为电信号进行检测	样品不含紫外生色团,受温度影响小,可进行梯度洗脱	不能用于挥发性样品检测,浓度与峰面积非线性,计算复杂,在流动相的选择上均不能与非挥发性缓冲盐兼容,重复性差,线性范围窄	应用于中药皂苷类、糖类、生物碱类和萜类等,无法检测到低水平化合物杂质

能很好地实现中药中糖类成分的分离。当然,二者在糖类成分检测中也存在差异。ELSD广泛应用于糖类成分的分析,包括不同炮制品糖类成分变化<sup>[14]</sup>、糖类代谢产物检测<sup>[15]</sup>、结构鉴定<sup>[16]</sup>及质量控制<sup>[17]</sup>等,同时也是2020年版《中华人民共和国药典》中中药糖类成分分析最常用的方法,但其重现性、灵敏度和定量分析的准确性存在很多不确定性。CAD比ELSD具有更高的灵敏度,已被应用于低聚糖类定性定量分析<sup>[18]</sup>,但随着检测浓度增加,呈现非线性响应,这也限制了其在分析应用中的通用性。WU L等<sup>[19]</sup>在HPLC-CAD法测定芪参益气滴丸中糖类的研究中,利用幂函数值和幂律的协同优化,拓宽了标准曲线的线性范围,开发了一种多组分定量HPLC-CAD方法。目前,ELSD仍然是中药分析中糖类成分检测的主要方式,该方法具有很好的普适性和可行性,在糖类分析中仍然至关重要。

**2.3 生物碱类成分的分析** 贝母、藜芦、龙葵都是常用中药,其主要的药效成分是生物碱。研究<sup>[20]</sup>发现生物碱具有抗菌、抗炎、抗肿瘤等药理作用。生物碱因其峰拖尾和低紫外响应导致其在检测上存在一定的困难。尽管柱前衍生法已经被开发用于一些生物碱的检测,但是对于一些结构无法衍生的生物碱来说具有一定的局限性,因此,柱前衍生法无法成为生物碱检测的通用型方法。ELSD能克服柱前衍生带来的不足,并且能同时测定几种不同的生物碱。李珊等<sup>[21]</sup>建立了HPLC-ELSD法测定舞阳贝母中3种生物碱类成分(贝母辛、贝母素甲、贝母素乙)的含量,以乙腈和0.1%三氟乙酸为流动相,漂移管温度105℃,载气流速2.5 mL/min,加样回收率RSD均≤1.9%,操作简便,准确度高,专属性强。当然,也有研究发现ELSD检测6种不同生物碱,其灵敏度较低(LOD>0.63 ppm),日间再现性差(RSD>10%),精密度差(RSD=5%),需要定期校准。CAD具有高灵敏度、线性范围宽、稳定性好等优点。LONG Z等<sup>[22]</sup>采用HPLC-CAD非衍生方法定量分析贝母中的异甾体生物碱,通过对比CAD和ELSD性能,发现CAD的灵敏度不仅仅比ELSD高30~55倍,可以测量ELSD无法检测到的低水平参考化合物

杂质,而且CAD显示出良好的重现性,峰面积RSD小,可测得贝母甲素和贝母乙素高达4个数量级(0.06~44.00 mg/L)的线性动态范围。

**2.4 萜类成分的分析** 萜类化合物是天然存在的次生代谢物,是一种大类异戊二烯衍生物,具有抗氧化、降糖降压、保护神经等药理作用<sup>[23]</sup>。银杏叶、泽泻、雷公藤、豨莶草等都是含有萜类的中药,临床上主要用于治疗高血压、高血糖等疾病。萜类内酯是其主要的活性成分,广泛存在于中药银杏叶中,研究<sup>[24]</sup>发现萜类内酯含量很低并且紫外吸收很弱,普通的紫外检测器无法精确检测。LIANG H等<sup>[25]</sup>为了提高银杏叶中药成分的溶出度和生物利用度,制备了一种新型银杏叶纳米晶固体分散体,同时基于CAD技术,建立了一种同时检测银杏叶中药成分中8种成分的便捷色谱方法,为新型抗高血压药物的开发提供支持。丘建芳等<sup>[26]</sup>基于HPLC-DAD-ELSD技术,测定泽泻药材中4种三萜类成分(23-乙酰泽泻醇C、泽泻醇A、泽泻醇B、23-乙酰泽泻醇B)含量,该方法简便、快捷、准确,可用于泽泻药材的多成分定量分析,有效综合评价泽泻的质量。ZHANG C N等<sup>[26]</sup>采用CAD和ELSD法测定川楝子中川楝素的含量,评估CAD和ELSD的灵敏度,发现CAD法测得的川楝素检测限和定量限均低于ELSD。尽管与ELSD相比,CAD检测萜类成分具有高灵敏度、重复性好等优点,但是作为中药新兴的检测手段,其仍然存在一定的局限性。反观ELSD的分析方法已经有大量文献对其进行报道,目前已经相对成熟。因此,将CAD和ELSD两种检测手段相结合,应用于中药萜类成分的检测,可为中药质量的综合评价提供全面的合理有效评估。CAD和ELSD在中药皂苷类、糖类、生物碱类、萜类中应用情况总结见表2。

3 局限性与应用前景对比

中药成分复杂,越来越多的新成分成为研究的热点。UV已经远远不能满足中药中成分的分析。低紫外响应成分以及曾经被误认为“杂质”的物质已经越来越得到研究者的关注,ELSD与CAD凭借其可以检测低紫外吸收物质的特点而备受

表 2 CAD 和 ELSD 在中药皂苷类、糖类、生物碱类、萜类中应用情况

中药成分类型	检测成分	CAD、ELSD检测方法	参考文献
皂苷类	柴胡皂苷、黄芪甲苷、黄芪皂苷 I、黄芪皂苷 II、绞股蓝皂苷 XLIX、绞股蓝皂苷 A	CAD 提供了比 ELSD 更灵敏的 10 种柴胡皂苷的分析;ELSD 可以更好地检测黄芪甲苷,目前也是最常用的方法;CAD 分析证明了黄芪皂苷 I 和黄芪皂苷 II 可转化成黄芪甲苷,并具有高的灵敏度和低检测限;CAD 和 ELSD 均适用于绞股蓝皂苷 XLIX 和绞股蓝皂苷 A 的检测,CAD 简化了测定步骤,提高了重复性和灵敏度	[10-13]
糖类	单糖、多糖	ELSD 是糖类成分检测的主要方式,用于检测糖类成分变化、糖类代谢产物、结构鉴定和质量控制等,具有很好的普适性和可行性;CAD 应用于低聚糖类定性定量分析,有较好的灵敏度和宽线性范围	[14-19]
生物碱类	贝母素甲、贝母素乙	CAD 的灵敏度比 ELSD 高 30~55 倍,具有良好的重现性,峰面积 RSD 小,可测得贝母甲素和贝母乙素高达 4 个数量级的线性动态范围	[21-22]
萜类	萜类内酯、23-乙酰泽泻醇 C、泽泻醇 A、泽泻醇 B、23-乙酰泽泻醇 B、川楝素	CAD 提供了检测银杏叶中萜类内酯方法;ELSD 法测定泽泻药材中 4 种三萜类成分(23-乙酰泽泻醇 C、泽泻醇 A、泽泻醇 B、23-乙酰泽泻醇 B)含量,方法简便、快捷、准确,能有效综合评价泽泻的质量;CAD 和 ELSD 法测定川楝子中川楝素的含量,CAD 法测得的川楝素检测限和定量限均低于 ELSD	[25-27]

青睐。但二者均存在一定的局限性,在实验过程中遇到的问题也呈现出来。ELSD易受环境温度的影响,导致其重现性和稳定性受影响;流动相必须完全蒸发以避免不挥发物沉积在检测器中<sup>[27]</sup>;具有比较窄的线性范围,在较低浓度和较高浓度时,浓度与峰面积为非线性;基线噪音比较大;因低灵敏度无法准确定量微量杂质;计算相比于UV比较繁琐。CAD难以检测挥发性物质;响应受流动相组成的影响,无法使用磷酸盐,但可以用逆浓度梯度补偿法来解决;计算繁琐。虽然ELSD和CAD检测器均具有一定的局限性,但可以作为其他检测器的有力补充,在中药成分分析中有着不可替代的地位。随着多谱联用技术的发展,CAD与ELSD扩大了其应用范围,可以与质谱、波谱及其他色谱联合使用,弥补检测器之间的局限性,起到相互补充的作用。GRANICA S等<sup>[28]</sup>采用HPLC-DAD-CAD-MS检测器联用,对仙鹤草中多酚进行定性和定量分析,同时也证明了黄酮是仙鹤草中的第二大成分。此外,中药中成分的光学结构和化学结构存在差异,导致同时检测多种成分存在难度,且使用单一的检测器检测单一的中药成分来评估中药质量存在一定的片面性,无法全面地评价中药的质量,多谱联用恰好能弥补此方面的不足。朱雅琴等<sup>[29]</sup>根据华佗救心丸中成分紫外吸收波长的差异性,采用HPLC-DAD-ELSD联用,同时测定华佗救心丸中皂苷类、蟾蜍甾烯类和胆酸类13种成分的含量,对华佗救心丸整方进行全面、准确的质量控制。中药制剂中添加剂的非法添加检测至关重要,目前的分析方法多为单个检测器检测,无法满足大批量样品、多类成分的同时测定。王亚琼等<sup>[30]</sup>基于HPLC-DAD-CAD双检测器联用定量筛查清热解毒口服液中6个甜味剂及8个防腐剂共计14个添加剂成分。该方法简单易行,灵敏度高,分析结果准确可靠,可以同时对口服液中14个有限量的成分进行筛查,为中药非法添加多组分同时定量测定提供了新的思路。由此可见,ELSD和CAD的局限性并不会阻碍它们的发展,相反,二者在中药分析中均具有非常好的应用前景。

#### 4 结 语

中药是中华民族宝贵的医疗财富,要想真正地让中药走向国际,得到世界的认可,在基于中医药理论的基础上,对其质量进行标准化也是不可或缺的。然而,大多数中药的作用机制不清楚,效应成分不明确,UV检测器已经不能满足复杂的成分分析。ELSD和CAD能弥补UV检测器的不足,拓宽中药分析方法,作为UV检测器的有力补充,可在中药物质基础和质量控制方面发挥至关重要的作用。总体来看,ELSD目前在中药成分分析中应用更为广泛,检测方法已经非常成熟。CAD目前在中药皂苷类和糖类成分研究中颇多,在生物碱类和萜类研究报道较少。但是,与ELSD相比,CAD具有高灵敏度、高重现性、宽线性范围等优点。当然,ELSD和CAD均存在一定的缺陷,二者均对流动相敏感,浓度和峰面积为非线性,计算复杂等。尽管如此,ELSD和CAD仍然是通用型检测器,在中药配方颗粒、中药复方制剂、中药杂质分析、中药辅料评价方面等具有很大的应用范围。总而言之,ELSD和CAD在中药应用领域仍需进一步深入研究,需要不断完善检测方法,让中药质量标准更加完善。

#### 参考文献

- [1] JALALUDIN I, KIM J. Comparison of ultraviolet and refractive index detections in the HPLC analysis of sugars[J]. Food Chem, 2021, 365: 130514.
- [2] SOBOLEWSKA E, BIESAGA M. High-performance liquid chromatography methods for determining the purity of drugs with weak UV chromophores-A review[J]. Crit Rev Anal Chem, 2024: 1-15.
- [3] SIRIWARDANE D A, WANG C G, JIANG W L, et al. Quantification of phospholipid degradation products in liposomal pharmaceutical formulations by ultra performance liquid chromatography-mass spectrometry (UPLC-MS)[J]. Int J Pharm, 2020, 578: 119077.
- [4] DIXON R W, PETERSON D S. Development and testing of a detection method for liquid chromatography based on aerosol charging[J]. Anal Chem, 2002, 74(13): 2930-2937.
- [5] CHARLESWORTH J M. Evaporative analyzer as a mass detector for liquid chromatography[J]. Analytical Chemistry, 1978, 50(11): 1414-1420.
- [6] ZHANG K, KURITA K L, VENKATRAMANI C, et al. Seeking universal detectors for analytical characterizations[J]. J Pharm Biomed Anal, 2019, 162: 192-204.
- [7] HUANG Y W, LU H, LI Z, et al. Development of HPLC-CAD method for simultaneous quantification of nine related substances in ursodeoxycholic acid and identification of two unknown impurities by HPLC-Q-TOF-MS[J]. J Pharm Biomed Anal, 2023, 229: 115357.
- [8] OUYANG L F, WANG Z L, DAI J G, et al. Determination of total ginsenosides in ginseng extracts using charged aerosol detection with post-column compensation of the gradient[J]. Chin J Nat Med, 2014, 12(11): 857-868.
- [9] 王楠, 马建福, 王豆, 等. 中药皂苷类成分治疗帕金森病药理机制研究进展[J]. 江苏中医药, 2022, 54(12): 79-82.
- [10] EOM H Y, PARK S Y, KIM M K, et al. Comparison between evaporative light scattering detection and charged aerosol detection for the analysis of saikosaponins[J]. J Chromatogr A, 2010, 1217(26): 4347-4354.
- [11] 刘蓬蓬, 鞠成国, 林桂梅, 等. HPLC-CAD分析黄芪甲苷提取过程中黄芪皂苷类成分动态变化[J]. 中国中医药信息杂志, 2022, 29(11): 92-96.
- [12] LI G, LU P X, LIANG H Z, et al. An effective and high-throughput sample preparation method involving demalonylation followed by an ultrahigh-performance liquid chromatography-charged aerosol detector for analyzing gypenoside XLIX and gypenoside A in *Gynostemma longipes*[J]. J Pharm Biomed Anal, 2023, 230: 115393.
- [13] 王源源, 丁鹏. 基于HPLC-UV-ELSD指纹图谱法同时测定绞股蓝中4种成分及不同产地药材(下转第169页)

用。合用柴枳桃红四物汤,去生地黄,加丹参、当归行气活血以祛瘀养血。改海金沙为蒲公英有清火补血之效。

#### 4 结 语

病毒性肝炎是危害最大的一类肝病,目前西医治疗具有易耐药、疗程长、不良反应多等缺点,有进展为肝硬化、肝癌的风险,且后期可能出现消化道出血、肝硬化腹水等难治并发症。袁长津教授应用中医药治疗病毒性肝炎经验丰富,基于水火气血阴阳理论治疗病毒性肝炎,疗效明显。

#### 参考文献

- [1] 杨瑞锋,陈红松.《2022—2030年全球卫生部门关于艾滋病、病毒性肝炎和性传播疾病行动计划》在病毒性肝炎领域的要求:解读及临床实践[J].中华检验医学杂志,2023,46(1):12-18.
  - [2] 刘博文,武越,李晓斌,等.中药治疗慢性乙型病毒性肝炎用药规律及作用机制研究[J].浙江中医药大学学报,2024,48(8):1017-1032.
  - [3] 白峻竹,游姝萌,张馨,等.2006—2020年中国丙型病毒性肝炎发病趋势及年龄-时期-队列分析[J].现代预防医学,2024,51(14):2497-2500,2534.
  - [4] 方碧陶.《2022年我国卫生健康事业发展统计公报》发布[J].中医药管理杂志,2023,31(19):116.
  - [5] 孙雨洁,黄雅真,薛凝雨,等.中医药治疗慢性乙型病毒性肝炎的研究近况[J].医学信息,2024,37(8):188-192.
  - [6] 许姗姗,仇丽霞,柳雅立,等.丙型肝炎持续病毒学应答后肝癌发生的危险因素及预测模型[J].临床肝胆病杂志,2024,40(6):1259-1263.
  - [7] 封晓洁,于俊杰,隋营营,等.中药治疗病毒性肝炎研究进展[J].中国实验方剂学杂志,2024,30(13):289-298.
  - [8] 蔡铁如,袁梦石.袁长津辨证论治实录[M].北京:中国中医药出版社,2014.
  - [9] 唐宗海.血证论[M].魏武英,李仨,整理.北京:人民卫生出版社,2023.
  - [10] 王丽佳,江宇泳,王鹏,等.戊型病毒性肝炎相关性再生障碍性贫血3例及文献复习[J].胃肠病学和肝病杂志,2013,22(10):1046-1050.
  - [11] 梁金元,李银杰.病毒性肝炎并发溶血性贫血56例临床分析[J].实用全科医学,2006,4(2):175.
  - [12] 肖日央.病毒性肝炎非消化道出血性贫血的原因探讨[J].国际医药卫生导报,2013,19(14):2150-2151.
  - [13] 周方,权冰洁.13例儿童肝炎相关性再生障碍性贫血临床特征分析[C]//全国疑难及重症肝病攻关协作组(CNSLD),北京肝胆相照公益基金会(BIF),北京医药科学技术发展协会(BMA),等.第12届全国疑难及重症肝病大会论文汇编,2023.
  - [14] 陆光生,景晔,徐和福,等.肝炎肝硬化患者血常规和骨髓祖细胞造血功能的改变[J].解放军预防医学杂志,2013,31(5):421-424.
  - [15] 蒋卉男.乙型肝炎病毒抑制不同发育阶段巨核细胞分化成熟导致血小板生成障碍的机制研究[D].沈阳:中国医科大学,2022.
  - [16] 肖成钢,田度玉,明全.慢性丙型肝炎与血细胞减少之间的关系分析[J].贵州医药,2018,42(6):747-749.
  - [17] 袁长津.中医学防治疾病的理念、方法与原则(二)[J].中医药导报,2011,17(2):1-3.
  - [18] 治便血重在分清寒热[N].中国中医药报,2013-11-25(5).
  - [19] 杨琬卿,刘嘉灏,解秋风,等.基于“异效异标”的大黄质量评价新模式探讨[J].中华中医药学刊,2023,41(8):148-153,273.
  - [20] 王慧,魏睦新.鳖甲煎丸对肝纤维化小鼠肝脏PPAR $\gamma$ 表达的影响[J].中医导报,2023,29(7):19-23.
- (收稿日期:2024-08-12 编辑:时格格)
- 
- (上接第149页)质量评价[J].中医导报,2021,27(5):61-64.
- [14] 陈泽麒,荀维,刘飞,等.HPLC-ELSD同时测定丹参川芎嗪注射液中间体中7种糖类成分[J].中国现代应用药学,2021,38(11):1349-1353.
  - [15] 金钰莹,钟先锋,徐家豪,等.水苏糖及其代谢产物的HPLC-ELSD检测方法研究[J/OL].食品与发酵工业,1-9(2024-03-09)[2024-04-01].<https://doi.org/10.13995/j.cnki.11-1802/ts.038139>.
  - [16] 许歆瑶.糖类化合物分析新方法研究及中药葛根多糖的提取、纯化与结构鉴定[D].上海:上海交通大学,2020.
  - [17] 褚延斌,苏小琴,李德坤,等.基于一测多评法对注射用益气复脉(冻干)中糖类成分的质量控制研究[J].药物评价研究,2018,41(3):451-456.
  - [18] 赵志国,张敏敏,尹郑,等.亲水色谱-蒸发光散射检测器-电喷雾-四级杆-飞行时间串联质谱法测定低聚麦芽糖化学成分[J].食品工业科技,2021,42(6):265-270.
  - [19] 罗妍,杜旭,殷克敬,等.从“三焦一元阳”论脑卒中后偏瘫的针刺治疗[J].中医杂志,2024,65(17):1825-1828,1834.
  - [20] 杨雅琴,卢素宏,潘华山,等.足三里-中脘合募配穴针刺对运动应激性胃溃疡大鼠胃黏膜功能、氧化应激及炎症反应的影响[J].广州中医药大学学报,2024,41(9):2401-2409.
  - [21] 王咪咪,李林.唐容川医学全书[M].2版.北京:中国中医药出版社,2015:22.
  - [22] 王秀,姜蕾,于兴娟,等.从“命门之火—三焦—相火—肾阳”辨治多囊卵巢综合征[J].环球中医药,2024,17(7):1363-1367.
  - [23] 陈立杰,马雨雨,徐威威,等.殷克敬教授滋肾化痰法治疗老年男子乳房发育经验总结[J].中国医药导报,2022,19(29):122-125.
  - [24] 杨育林.医方心悟:杨氏中医临证辨治心法[M].杭州:浙江科学技术出版社,2019:234.
  - [25] 叶锐城,李文珍,唐乐,等.“合谷刺”结合“关刺”治疗慢性腰肌劳损的临床观察[J].广州中医药大学学报,2024,41(8):2069-2074.
- (收稿日期:2024-09-24 编辑:罗英姣)