

富血小板血浆注射治疗勃起功能障碍的研究进展

李家晓 张 迅* 梁季鸿 赵利伟

(广西医科大学第一附属医院男性学科,广西南宁市 530021)



张迅,主任医师,硕士研究生导师。从事男性生殖与性医学疾病诊治工作20余年,擅长门诊男科手术。在牢固掌握泌尿男科疾病专业知识基础上,从营养学、代谢内分泌学、心血管病学、精神心理学、泌尿外科及生殖医学等系统整体角度诊治男性生殖与性医学疾病,精准把握男科疾病病因病理。2018年提出“温阳疗法”诊治男科疾病,2019在广西医师协会年会上推广该理念并获得“中国男科强基层燎原工程(百色站)技术指导与授课专家”荣誉称号。2020年承担国家级课题“广西地区电生理适宜技术诊治男科疾病”,引领该技术用于男科疾病诊断及促进男科学科建设。积极参与男科科普讲座近百场,连续2年获医院“互联网+医疗先进个人”荣誉称号,获2023年度“两广”(广东、广西)电生理诊断和治疗典型病例大赛三等奖。参与编写《男科疾病诊断治疗指南(2022版)》等标准,以及国家级教科书和专业书籍9本,其中《性健康教育学》被选入广西医科大学教改班本科教学教材。主持国家级课题1项、省部级课题1项、市厅级课题3项,获发明专利2项、实用新型专利2项。发表学术论文48篇(第一作者26篇),其中SCI 2篇、北大中文核心8篇。曾到北京大学及中山大学附属第三医院学习和研修。主要社会任职:中国性学会医药科普分会第一届委员会常务委员、中国中医药研究促进会疑难杂症分会常务理事、广西医学会男科学分会常务委员、广西医师协会首届男科医师分会副主任委员、中国中西医结合学会男科专业委员会首届青年学术委员会委员、广西中西医结合学会第八届男科专业委员会常务委员、中国中药协会男科药物研究专业委员会委员、广西优生优育协会电生理技术临床应用分会副会长、广西优生优育协会不孕不育中西医结合诊治分会副会长、广西亚健康科学技术研究会副会长、《微创医学》编委。

【提要】 富血小板血浆(PRP)富含细胞因子和生长因子,是一种新颖的、具有潜在恢复性的勃起功能障碍(ED)疗法,近年来泌尿男科领域发表了较多关于PRP治疗ED的高质量研究,但目前关于其临床疗效和潜在副作用的数据仍较有限。文章对近5年来有关使用PRP治疗ED的动物研究和临床研究进行综述,对阐述PRP治疗ED的作用和安全性具有一定意义。

【关键词】 勃起功能障碍;富血小板血浆;生长因子;综述

【文章编号】 1673-6575(2024)01-0007-05

DOI:10.11864/j.issn.1673.2024.01.02

勃起功能障碍(erec-tile dysfunction, ED)是指持续无法达到或维持令人满意的阴茎勃起而影响正常性交的男性性功能障碍^[1]。ED与年龄增长、抑郁、肥胖、缺乏运动、糖尿病、高血压、血脂异常、心血管疾病以及与良性前列腺增生相关的下尿路症状有关^[2-3]。ED的治疗方式众多,包括5型磷酸二酯酶抑制剂(phosphodiesterase type 5 inhibitors, PDE5)、海绵体内注射、冲击波疗法、激素疗法、心理性治疗等^[3-4]。

富血小板血浆(platelet rich plasma, PRP)是一种新颖的、具有潜在恢复性的ED疗法,PRP富含细胞因子和生长因子,其可能通过新生血管生成和阴茎干细胞激活逆转ED的潜在病理^[5]。

血小板在凝血和促进损伤后伤口愈合中具有重要作用,其含有各种生长因子如成纤维细胞生长因子、血小板衍生生长因子、血管内皮生长因子(vascular endothelial growth factor, VEGF)等,这些生长因子负责再生功能,包括募集干细胞、调节炎症反应和刺激血管生成。因此,理论上可以使用富含血小板的浓

*通信作者

缩物促进受损组织恢复。20世纪80年代起,PRP逐步应用于整形外科、耳鼻喉科、骨关节科、神经外科、皮肤科、心胸外科、牙科、美容科等。近年来,泌尿男科领域发表多篇关于应用PRP治疗ED的高质量研究。本文对近5年来有关使用PRP治疗ED的动物研究和临床研究进行综述,并提出展望。

1 实验动物研究

共有4项研究通过大鼠模型(糖尿病相关ED模型、年龄相关ED模型、高脂血症相关ED模型以及大鼠海绵体神经损伤修复相关ED模型),从海绵体内压、组织学、电镜超微结构学等角度探讨PRP治疗ED的机制,为PRP治疗ED临床研究提供实验基础。

1.1 PRP治疗糖尿病ED大鼠模型研究 Liao等^[6]利用链脲佐菌素诱导大鼠糖尿病,并使糖尿病大鼠的血糖水平维持在 >300 mg/dL,研究结果表明,PRP治疗可以提高大鼠勃起功能的相关参数,促进有髓神经的再生并减轻海绵体平滑肌的萎缩,显著提高糖尿病ED大鼠术后的存活率。这提示PRP治疗在延缓糖尿病患者的损伤和预防术后并发症方面具有一定的益处,由此推测PRP是糖尿病ED患者的一种新型治疗策略。

1.2 PRP治疗年龄致ED大鼠模型研究 年龄引起的ED是一种复杂的医学病症,在老年病症下恢复勃起功能非常复杂。Tai等^[7]探讨PRP治疗对老年ED大鼠勃起功能恢复的效果,其把雄性大鼠按年龄分为老年组(40周龄,20只)和青年组(8周龄,10只),青年组接受生理盐水处理,老年组接受海绵体内PRP治疗和生理盐水处理,青年组大鼠于第9周和第10周治疗,老年ED大鼠于第41周和42周治疗,并分别于第12周对青年组、第44周对老年组进行勃起反应、免疫荧光染色和电子显微镜分析。实验结果显示,海绵体内PRP治疗可以有效减少前列腺增生,勃起反应表明PRP治疗可以使老年ED大鼠的关键勃起功能参数显著增加,通过大鼠阴茎的中央区域收集勃起组织样本,发现PRP治疗后大鼠僵硬的阴茎背动脉外膜开始修复,阴茎背神经空泡和神经外膜结构膨胀减少,Masson三色和免疫染色结果证实接受PRP治疗大鼠的海绵体中 α -平滑肌肌动蛋白表达升高。超微结构研究结果表明,PRP可以有效地修复退行性神经,保留内皮细胞和海绵体平滑肌的黏附连接,并通过上调神经丝H的表达恢复轴突支架,且PRP可以通过增强老年ED大鼠的轴突髓鞘再生过程增强神经稳定性。由上述研究结果推测,PRP治疗可以恢复老年ED大鼠的勃起功能,是一种安全、新颖、

经济有效的恢复老年ED患者勃起功能的策略。但该研究中老年大鼠所用的PRP取自8周龄大鼠,临床中使用的是自体PRP,因此仍需更多的研究证实自体PRP的疗效。

1.3 PRP治疗高脂血症大鼠ED模型的研究 高脂血症与内皮损伤介导的ED风险增加相关。Huang等^[8]研究自体PRP治疗对改善高脂血症相关ED大鼠模型中阴茎血流动力学的效果。研究者在30只2月龄雄性Sprague-Dawley大鼠中随机抽取10只作为N组,另外20只大鼠高脂饮食喂养5个月后随机分为H组(10只)和H+PRP组(10只)。N组和H组大鼠每周接受海绵体注射自体全血离心后的上层血液制品,1次/周,200 μ L/次,持续4周;H+PRP组大鼠每周接受PRP海绵体注射(血小板浓度为 $1.5 \times 10^6/\mu$ L),1次/周,200 μ L/次,持续4周。第4次注射后7 d,所有大鼠进行勃起功能测试,然后安乐死。通过测量海绵体内压和平均动脉压来评估勃起功能,收集血清和阴茎组织分别用于代谢变量评估和组织化学检查。研究结果显示,H+PRP组的胰岛素样生长因子-1、脑源性神经营养因子和血管内皮生长因子水平明显高于N组和H组。与N组和H+PRP组相比,H组内皮细胞、海绵体神经元一氧化氮合酶、血管内皮一氧化氮合酶的表达水平较低,体内氧化应激和细胞凋亡指数明显升高。研究者由此认为,海绵体内注射自体PRP可以部分逆转高脂血症大鼠的阴茎组织学和血流动力学,自体PRP注射在此动物模型中安全有效。

1.4 PRP对大鼠海绵体神经损伤ED修复效应的研究 丁协刚等^[9]将24只SD雄性大鼠随机分成假手术组、双侧海绵体神经钳夹损伤组(简称损伤组)及损伤后PRP治疗组(简称治疗组),探讨PRP对大鼠海绵体神经损伤的修复效应。给予大鼠腹腔麻醉后,取下腹正中切口至阴茎根部,在手术显微镜下于两侧前列腺背外侧找到盆神经节及海绵体神经,假手术组仅游离海绵体神经以避免损伤;损伤组用显微血管夹嵌夹海绵体神经2 min,制作挤压损伤模型;治疗组在造成损伤后立即在损伤局部应用中激活的PRP,每侧200 μ L。术后3个月,通过电刺激观察海绵体内压的变化来反映其勃起功能,随后取海绵体神经干进行甲苯胺蓝染色观察有髓鞘轴突的数目变化,并取阴茎组织行烟酰胺嘌呤二核苷酸磷酸染色检测一氧化氮合酶阳性神经纤维数目来反映神经再生情况。研究结果显示,术后3个月,假手术组、治疗组、损伤组大鼠的最大海绵体内压依次降低,有髓鞘轴突个数依次减少;治疗组阴茎背神经一氧化氮合

酶阳性神经纤维数目少于假手术组,但多于损伤组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。由此得出结论,局部应用PRP能明显促进受损海绵体神经的修复和勃起功能的恢复,但PRP与其他单一因子对海绵体神经修复效应的差别有待后续研究进一步论证。

2 临床研究

检索到相关临床研究11项,其中有9项研究认为PRP治疗ED安全有效,1项研究表明PRP注射治疗ED的效果与安慰剂无明显差异,1项研究表明不同ED患者中PRP生长因子成分有差异。这些临床研究为PRP治疗ED的安全性和有效性提供了有力的证据,对推动PRP治疗ED的临床研究具有一定意义,但部分研究存在缺乏对照实验、研究样本数量少、随访时间不够长等局限。

2.1 PRP治疗ED的回顾性/前瞻性单臂研究 理论上,PRP可以治疗多种泌尿系统疾病,例如ED、佩罗尼氏病和压力性尿失禁,然而PRP容易外渗,有学者认为这种情况可以通过将PRP转化为富含血小板的纤维蛋白基质来避免^[10]。为了评估富含血小板的纤维蛋白基质治疗ED、佩罗尼氏病及压力性尿失禁的安全性和可行性,Matz等^[10]纳入接受富含血小板的纤维蛋白基质治疗的17例患者进行分析,均于注射PRP后立即观察患者的并发症和耐受性,每位患者平均接受2.1次注射,其中3名男性出现术后轻微不良事件,包括注射部位轻微疼痛和轻微阴茎瘀伤,随访期间无其他并发症,富含血小板的纤维蛋白基质治疗后患者的国际勃起功能指数(International Index of Erectile Function, IIEF)评分平均提高4.14分。这项研究显示富含血小板的纤维蛋白基质可能是泌尿系统疾病患者安全可行的治疗方式,但该研究为回顾性研究且研究样本的代表性欠佳,可能无法代表一般人群,今后需要开展进一步的安慰剂对照试验。

Zaghloul等^[11]纳入34名对5型磷酸二酯酶(phosphodiesterase 5, PDE5)抑制剂不敏感的ED患者(其中50%为吸烟者),研究海绵体内注射PRP治疗ED患者的效果。给予患者每周海绵体内注射PRP 1次,持续2个月,所有患者在PRP治疗后均服用PDE5抑制剂1个月。结果显示,对PDE5抑制剂不敏感的患者,经海绵体内注射PRP治疗后,对PDE5的反应和IIEF评分获得改善。这提示,体内注射PRP可能是一种有效治疗ED的方式,尤其适用于对PDE5抑制剂不敏感的患者。

Taş等^[12]纳入31名ED患者作为研究对象,探讨自体PRP治疗代谢综合征患者ED的有效性。给予

患者海绵体内自体PRP注射3次,每次注射间隔15 d,治疗后1、3、6个月评价IIEF和不良事件发生情况。结果显示,治疗后患者性满意度评分高于治疗前,IIEF值有所增加,但其中值仍处于轻度ED至中度ED分类范围内(17~21)。值得注意的是,患者在第3次注射后,于阴茎干中部腹侧可见直径约4 mm的纤维化斑块,原因不明。虽然该研究取得较好的结果,但仍然缺乏安慰剂组以及剂量分析并且对患者的随访时间较短,今后还需进行更大规模的研究以及安慰剂对照研究。

为了评估血管源性ED患者海绵体内PRP注射的耐受性和有效性。Schirmann等^[13]对15名患有血管性ED且对PDE5和/或前列腺素E治疗无反应的患者进行研究,所有患者间隔15 d进行1次海绵体内PRP注射,共注射3次。结果显示,研究期间所有患者均未出现疼痛、血肿、发烧、局部脓肿或阴茎异常勃起,治疗后IIEF评分均获得改善,但性不适评分在治疗后第1个月才获得明显改善,治疗后的勃起硬度评分没有明显改善。研究者由此认为,海绵体内注射PRP治疗血管性ED的疗效不明显,单独海绵体内注射PRP并不能改善勃起硬度评分。目前PRP的最佳剂量和代谢时间尚未清楚,相关研究的样本量较少、随访时间较短,今后还需要更大规模的临床研究了解这种治疗策略的有效性。

2.2 PRP联合其他疗法治疗ED的回顾性/前瞻性研究 Geyik等^[14]比较单独使用低强度体外冲击波疗法(low-intensity extracorporeal shock wave therapy, Li-SWT)及其与PRP联合治疗ED的疗效,结果显示, Li-SWT与PRP联合治疗可以延长阴道内射精潜伏时间,治疗有效、安全。Saltzman等^[15]评估PRP联合LiSWT治疗轻度至中度ED患者的安全性和有效性,开始治疗前制备自体PRP,治疗组第1周接受海绵体内注射PRP和体外LiSWT联合治疗,第2、3、4周仅接受LiSWT治疗,第5周接受PRP和LiSWT联合治疗。对照组遵循相同的时间表,但仅接受安慰剂(盐水)注射和假LiSWT治疗。结果显示,该疗法可行且安全,可促进血管生成,是治疗ED的有效选择。

Zaghloul等^[16]纳入48名对口服PDE5无反应的ED患者,将其中24名合并糖尿病的患者作为糖尿病ED组,其他24名非合并糖尿病患者作为非糖尿病ED组,评估海绵体内注射PRP的治疗效果。研究期间,所有患者每日按需服用他达拉非5 mg,伐地那非20 mg,均于第1、5、9周接受海绵体内注射PRP。结果显示,两组患者的勃起硬度评分和IIEF-5评分均升高;进一步将糖尿病ED组根据糖尿病控制情况分为

控制良好、一般和不良组,与控制不良组相比,海绵体内注射PRP治疗糖尿病控制良好和一般组患者的效果更显著。研究者由此认为,海绵体内注射PRP可以提高对按需口服PDE5无反应ED患者的IIEF-5评分并可能改善PDE5的治疗效果,尤其是对于糖尿病控制良好的ED患者,其治疗效果可能更好,但今后仍需更详细的研究确定此类患者的最佳治疗方案和PRP制备方法,以及更长时间的治疗后随访以观察患者可能出现的不良反应。

2.3 PRP治疗ED的安慰剂对照研究 Shaher等^[17]为了评估PRP注射对轻度至中度ED患者的安全性和有效性,将100例轻度至中度ED患者分为PRP组(50例)和生理盐水(安慰剂)组(50例)进行研究。PRP组海绵体内注射自体PRP 3 mL,共注射3次,每次间隔15 d;安慰剂组海绵体内注射生理盐水6 mL,治疗后持续随访6个月,并于治疗前和治疗后第1、3、6个月统计相关指标。结果显示,在整个随访过程中,参与者均没有出现血肿、瘀伤、瘀斑、纤维斑块或阴茎畸形等并发症;安慰剂组治疗前后的各项参数均没有明显变化,与安慰剂组相比,PRP组患者的所有参数均获得明显改善,但第6个月的治疗效果相对于第1、3个月略有下降。研究者认为海绵体内注射PRP是一种安全且有前景的治疗轻度至中度ED的方法,但该研究仅进行单一中心的短期随访,且缺乏组织学或病理学研究,存在一定局限性,建议进行多中心、更大样本量研究进一步验证所得结论。

Poulios等^[18]和Masterson等^[19]分别评估PRP注射治疗轻中度ED患者的疗效和安全性,Poulios等^[18]的结果显示PRP注射治疗轻中度ED患者的疗效和安全性较好,Masterson等^[19]的研究结果显示PRP注射治疗轻中度ED患者的安全性较好但疗效与安慰剂组差异不明显。以上两项研究结果不同,这可能与各项研究均存在一定缺陷有关,如前者的研究样本量相对较少、随访时间较短、失访患者较多导致研究结果可能存在偏倚,今后仍需要进行高质量研究进一步评估PRP注射治疗轻中度ED患者的疗效和安全性。

2.4 PRP生长因子成分变异性的研究 PRP是一种富含生长因子和细胞因子的新型疗法,但目前尚不清楚PRP中生长因子的组成是否存在个体差异。基于此,Khodamoradi等^[5]评估男性ED患者中PRP生长因子成分的变异性,结果显示,与健康男性相比,ED患者的VEGF表达水平较低,不同ED患者PRP中粒细胞-巨噬细胞集落刺激因子、转化生长因子- β 和VEGF的表达存在明显差异,且VEGF与年龄呈负相关,但该研究无法确定粒细胞-巨噬细胞集落刺激因子、转化生长因子- β 与年龄之间的关联性,PRP治疗

ED可能需要针对患者进行个性化治疗,具体取决于个体生长因子浓度。但该研究样本量较小,其研究结论仍有待进一步验证。

3 小结与展望

目前,国外已经将PRP注射治疗ED推向市场。Thomas等^[20]通过在线网站目录系统搜索发现,已有多家诊所提供PRP治疗。Scott等^[21]搜索PubMed和Embase数据库发现,PRP应用于治疗ED的技术目前已获得专利,全球共有683家注册诊所。Shahinyan等^[22]研究美国采用PRP注射治疗ED的情况,结果显示有多家诊所为ED患者提供PRP注射治疗,使用者包括泌尿科医师和内科医师,治疗持续时间从1次到无限次注射不等,但尚无标准化方案或有效性评估。Dietrich等^[23]对147家提供ED治疗的诊所进行审查,其中84家(57.1%)提供PRP疗法。Britt等^[24]发现加拿大有19家提供PRP注射的厂商,每次注射的平均费用为1 777加元,但没有提供PRP注射的厂商隶属于学术机构,且其临床专业和培训领域各不相同。

目前国内尚无应用PRP治疗ED的常规临床实践。尽管国外许多诊所应用PRP进行治疗,但尚未见有研究报告基于证据建立PRP治疗ED的风险效益模型,鉴于其临床疗效和潜在有害副作用的数据有限,以及治疗费用相对高昂,PRP未成为ED标准治疗方案之前,仍需要进行适当的临床试验来进一步检验其作用^[21]。

本文回顾近5年来关于PRP注射治疗ED的研究,结果显示PRP作为ED治疗的新策略,国外已开展一定数量的初步实验,其临床效果也已得到初步证实。但尚需更多多中心、标准化方案的随机对照试验来证明其疗效,并进行长期随访,进一步提高PRP制备质量,验证其应用效果^[25-28]。

参 考 文 献

- [1] Pastuszak AW. Current diagnosis and management of erectile dysfunction[J]. *Curr Sex Health Rep*, 2014, 6(3): 164-176.
- [2] McMahon CG. Current diagnosis and management of erectile dysfunction[J]. *Med J Aust*, 2019, 210(10): 469-476.
- [3] Langarizadeh MA, Salary A, Tavakoli MR, et al. An overview of the history, current strategies, and potential future treatment approaches in erectile dysfunction: a comprehensive review[J]. *Sex Med Rev*, 2023, 11(3): 253-267.
- [4] Alonso-Isa M, García-Gómez B, González-Ginel I, et al. Conservative non-surgical options for erectile dysfunction [J]. *Curr Urol Rep*, 2023, 24(2): 75-104.

- [5] Khodamoradi K, Dullea A, Golan R, et al. Platelet rich plasma (PRP) growth factor concentration varies in men with erectile dysfunction[J]. *J Sex Med*, 2022, 19(9): 1488–1493.
- [6] Liao CH, Lee KH, Chung SD, et al. Intracavernous injection of platelet-rich plasma therapy enhances erectile function and decreases the mortality rate in streptozotocin-induced diabetic rats[J]. *Int J Mol Sci*, 2022, 23(6): 3017.
- [7] Tai HC, Tsai WK, Chang ML, et al. Intracavernous injection of platelet-rich plasma reverses erectile dysfunction of chronic cavernous nerve degeneration through reduction of prostate hyperplasia evidence from an aging-induced erectile dysfunction rat model[J]. *FASEB J*, 2023, 37(4): e22826.
- [8] Huang YC, Wu CT, Chen MF, et al. Intracavernous injection of autologous platelet-rich plasma ameliorates hyperlipidemia-associated erectile dysfunction in a rat model[J]. *Sex Med*, 2021, 9(2): 100317.
- [9] 丁协刚, 李世文, 郑新民, 等. 富血小板血浆对大鼠海绵体神经损伤的修复效应[J]. *现代泌尿外科杂志*, 2016, 21(1): 59–62.
- [10] Matz EL, Pearlman AM, Terlecki RP. Safety and feasibility of platelet rich fibrin matrix injections for treatment of common urologic conditions[J]. *Investig Clin Urol*, 2018, 59(1): 61–65.
- [11] Zaghoul AS, Mahmoud ElNashar AER, GamalEl Din SF, et al. Smoking status and the baseline international index of erectile function score can predict satisfactory response to platelet-rich plasma in patients with erectile dysfunction: a prospective pilot study[J]. *Andrologia*, 2021, 53(9): e14162.
- [12] Taş T, Çakıroğlu B, Arda E, et al. Early clinical results of the tolerability, safety, and efficacy of autologous platelet-rich plasma administration in erectile dysfunction [J]. *Sex Med*, 2021, 9(2): 100313.
- [13] Schirmann A, Boutin E, Faix A, et al. Pilot study of intra-cavernous injections of platelet-rich plasma (P-shot®) in the treatment of vascular erectile dysfunction [J]. *Prog Urol*, 2022, 32(16): 1440–1445.
- [14] Geyik S. Comparison of the efficacy of low-intensity shock wave therapy and its combination with platelet-rich plasma in patients with erectile dysfunction [J]. *Andrologia*, 2021, 53(10): e14197.
- [15] Saltzman RG, Molina ML, Ledesma BR, et al. Rationale and design for the COCKTAIL trial: a single-center, randomized, double-blind, sham-controlled study combining shockwave therapy and platelet-rich plasma for erectile dysfunction[J]. *Eur Urol Focus*, 2023, 9(1): 8–10.
- [16] Zaghoul AS, El-Nashaar AM, Said SZ, et al. Assessment of the intracavernosal injection platelet-rich plasma in addition to daily oral tadalafil intake in diabetic patients with erectile dysfunction non-responding to on-demand oral PDE5 inhibitors[J]. *Andrologia*, 2022, 54(6): e14421.
- [17] Shaher H, Fathi A, Elbashir S, et al. Is platelet rich plasma safe and effective in treatment of erectile dysfunction? randomized controlled study[J]. *Urology*, 2023, 175: 114–119.
- [18] Poullos E, Mykoniatis I, Pyrgidis N, et al. Platelet-rich plasma (PRP) improves erectile function: a double-blind, randomized, placebo-controlled clinical trial[J]. *J Sex Med*, 2021, 18(5): 926–935.
- [19] Masterson TA, Molina M, Ledesma B, et al. Platelet-rich plasma for the treatment of erectile dysfunction: a prospective, randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial[J]. *J Urol*, 2023, 210(1): 154–161.
- [20] Thomas J, Sencaj M, Ghomeshi A, et al. Stem-cell, shockwave, and platelet rich plasma therapy for the treatment of erectile dysfunction and peyronie's disease: a survey of clinics across the USA[J]. *Urology*, 2023, 178: 83–90.
- [21] Scott S, Roberts M, Chung E. Platelet-rich plasma and treatment of erectile dysfunction: critical review of literature and global trends in platelet-rich plasma clinics[J]. *Sex Med Rev*, 2019, 7(2): 306–312.
- [22] Shahinyan GK, Weinberger JM, Shahinyan RH, et al. Analysis of direct-to-consumer marketing of platelet-rich plasma for erectile dysfunction in the US[J]. *JAMA Netw Open*, 2022, 5(5): e2214187.
- [23] Dietrich PN, Doolittle J, Brink S, et al. An online investigation into direct-to-consumer men's health clinics: the who, what, and where[J]. *Urology*, 2023, 174: 135–140.
- [24] Britt D, Blankstein U, Lenardis M, et al. Availability of platelet-rich plasma for treatment of erectile dysfunction and associated costs and efficacy: a review of current publications and Canadian data[J]. *Can Urol Assoc J*, 2021, 15(6): 202–206.
- [25] Manfredi C, Castiglione F, Fode M, et al. News and future perspectives of non-surgical treatments for erectile dysfunction[J]. *Int J Impot Res*, 2023, 35(8): 699–705.
- [26] Campbell JD, Milenkovic U, Usta MF, et al. The good, bad, and the ugly of regenerative therapies for erectile dysfunction[J]. *Transl Androl Urol*, 2020, 9(Suppl 2): S252–S261.
- [27] Epifanova MV, Gvasalia BR, Durashov MA, et al. Platelet-rich plasma therapy for male sexual dysfunction: myth or reality?[J]. *Sex Med Rev*, 2020, 8(1): 106–113.
- [28] Yáñez-Castillo YM, Arrabal-Polo MÁ. Applications of platelet rich plasma in urology[J]. *Arch Esp Urol*, 2022, 75(8): 669–683.

(收稿日期:2023-09-23 修回日期:2023-12-02)