

富血小板血浆在肩袖损伤中的应用

麦麦提江·艾热提^{1*}, 祖力皮喀尔·艾则孜¹, 伊力哈木·托合提^{2#}

¹新疆医科大学第二附属医院, 新疆 乌鲁木齐

²新疆医科大学第七附属医院, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2024年3月25日; 录用日期: 2024年4月19日; 发布日期: 2024年4月25日

摘要

肩关节是参与上肢关节活动中重要的一个关节, 肩袖在维持盂肱关节稳定性的同时, 可以辅助肩关节进行广泛的活动。国内外专家学者对肩袖损伤的诊疗已研究多年, 自从富血小板血浆进入临床应用起, 因为其富含纤维蛋白和高浓度生长因子在创伤方面具有很好的治疗作用, 所以在肩袖损伤的多种治疗方式中, 富血小板血浆的使用脱颖而出并越来越受欢迎。目前, 临床上对于PRP在肩袖损伤治疗中的应用暂无统一的规范及流程, 本文通过肩袖损伤的发病机制、体格检查、影像检查、分型、治疗, PRP的制备、作用机制、PRP的临床应用等相关研究进展进行综述, 为今后研究PRP治疗肩袖损伤的临床医师及科研工作者提供参考。

关键词

富血小板血浆, 肩袖损伤, 临床应用, 作用机制

Application of Platelet-Rich Plasma in Rotator Cuff Injuries

Maimaitijiang Aireti^{1*}, Zulipikaer Aizezi¹, Yilihamu Tuoheti^{2#}

¹The Second Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang

²The Seventh Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang

Received: Mar. 25th, 2024; accepted: Apr. 19th, 2024; published: Apr. 25th, 2024

Abstract

The shoulder is an important joint involved in the joint movements of the upper extremity. The rotator cuff aids in a wide range of shoulder motion while maintaining glenohumeral stability.

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 麦麦提江·艾热提, 祖力皮喀尔·艾则孜, 伊力哈木·托合提. 富血小板血浆在肩袖损伤中的应用[J]. 临床医学进展, 2024, 14(4): 1899-1907. DOI: 10.12677/acm.2024.1441242

Experts and scholars at home and abroad have been studying the diagnosis and treatment of rotator cuff injury for many years. Since platelet-rich plasma (PRP) has entered clinical application, because of its excellent therapeutic effect in trauma with rich fibrin and high concentration of growth factors, the use of PRP stands out and becomes more and more popular among various treatment modalities for rotator cuff injury. At present, there is no uniform specification and process for the clinical application of PRP in the treatment of rotator cuff injury. In this paper, we review the pathogenesis, physical examination, imaging examination, typing and treatment of rotator cuff injury, the preparation of PRP, its mechanism of action, the clinical application of PRP and other related research progress. It will provide a reference for clinicians and researchers to study the treatment of rotator cuff injury with PRP in the future.

Keywords

Platelet-Rich Plasma, Rotator Cuff Injury, Clinical Application, Mechanism of Action

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 肩袖

肩关节指上肢与躯干连接的部分,包括臂上部、腋窝、胸前区及肩胛骨所在的背部区域等部分。肩关节属于自由上肢骨连结,由肱骨近端的肱骨头、肩胛骨的关节盂和锁骨的肩峰三部分形成支架,再加上关节囊、韧带、肌腱、血管、神经、皮肤等组织构成[1]。其中,由肩胛骨关节盂和肱骨头形成的盂肱关节属于典型的多轴球窝关节。盂肱关节可作三轴运动,即冠状轴上的屈和伸,矢状轴上的收和展,垂直轴上的旋内、旋外及环转运动。盂肱关节为全身最灵活的关节,而这种高灵活性是建立在牺牲关节稳定性的基础上换来的[2]。肩袖(Rotator Cuff, RC)是肩关节内的一组肌肉,在维持盂肱关节稳定性的同时,可以进行广泛的活动。肩袖由冈上肌、冈下肌、肩胛下肌、小圆肌等四个短肌组成的腱性部分组成的鞘状结构[3],各肌腱起止点不一,包绕盂肱关节、肱骨头、关节囊,形似袖口状,故名肩袖,也称旋转袖,具有保持盂肱关节稳定、维持上臂各种姿势和完成各种运动的功能。

肩袖损伤是指由于退行性变或外力等因素导致肩袖发生病变及受损,进而导致肩关节局部疼痛、活动受限及功能障碍等一系列临床症状的疾病[4]。想要认识并有效预防和治疗肩袖损伤,必须清楚肩袖损伤的发病机制、临床表现、检查、分级和治疗。

1.1. 流行病学

通常,比起年轻患者,肩袖损伤在老年人中更频繁地发生[5]。多发生于40岁以上的患者,平均发病年龄为55岁[6]。而投掷运动员较其他运动员或者一般患者更易发生肩袖损伤[7]。因为部分患者的症状并不明显,所以并未引起患者的足够重视,据统计,每15个肩袖损伤的患者中,只有1人因疼痛或功能受限而主动就医,4人为无症状患者,10人虽有症状但不会就医,而是选择吃止痛药拖延等。

1.2. 发病机制

肩袖损伤的致病因素众多。可分为肩袖外部因素(撞击、人口统计学因素)和肩袖内部因素(年龄相关的增生、血管减少、炎症和氧化应激等)。自人民生活水平提高后,喜爱运动的人群数量也大幅度增加,错误的或者高强度的活动则会带来身体受伤的风险,比如需要肩关节上举外展的反复运动:棒球、自由

泳、仰泳和蝶泳、举重、球拍运动等。创伤则是青少年发生肩袖损伤的主要原因。

目前,普遍认为肩袖损伤的病因与肩关节慢性撞击性损伤和缺血退变相关[8] [9] [10]。Neer CS [11]认为约 95%的肩袖撕裂是因肩峰下撞击造成的,肩关节外展上举时,肩袖尤其是冈上肌肌腱会和肩峰前缘发生撞击,肩袖长期受到肩峰和喙肩弓反复的、微小的拉伸和撞击,导致肩峰前下方形成骨赘,使肩袖被撞击,并发生充血水肿、变性甚至冈上肌腱断裂。Neer CS [12]提出继发性撞击,由于肩袖的独特解剖结构,肩关节不稳定或者过度张力,肩关节活动受限、功能废用,导致盂肱关节软骨萎缩和肱骨头软骨下骨骨质疏松。会导致肱骨头向上移位,引起肩峰下撞击,最终侵蚀肩峰前部和肩锁关节。Kannus 和 Jozsa [13]通过观察 891 条肌腱,发现 97%的肌腱发生了退化性变化。肌腱中与年龄相关的变化包括细胞性丧失、血管性丧失和肌腱插入部位的纤维软骨量丧失。

1.3. 临床诊断

1.3.1. 体格检查

肩痛患者在医院门诊或者住院接受诊疗时,医师为短时间内准确的判断病情,会选择具有代表性的肩关节查体动作来进行快速查体。肩袖损伤患者一般可出现以下特殊体征[14]: 1) 肩峰撞击试验: Neer 试验[15]、Hawkins 试验[16]; 2) 冈上肌抗阻实验: Jobe 试验[17]、落臂试验; 3) 肩胛下肌实验: Lift off 试验[18]、Napoleon 试验[19]; 4) 冈下肌、小圆肌肌力检查: 外旋抗阻试验、吹号征[20]。

1.3.2. 影像检查

除去体格检查外,能帮助医师诊断治疗的还有影像学检查,对肩袖损伤患者一般有以下检查: 1) X 线检查[21]: 用于评估肩峰形态,肱骨头和肩盂的关系,以及其他疾病; 2) MRI 检查[22]: MRI 目前是诊断肩袖疾病中最常用的检查,可以直观的观察肩袖肌腱,包括肩袖肌腱的质量、撕裂的大小、肌腱退缩的程度等; 3) CTA [23]: CTA 适用于有 MRI 禁忌证的患者,影像学表现为肩峰下间隙内可见造影剂漏出或者肩袖处可见造影剂填充。4) 超声检查[24]: 超声检查是一种无创、经济且准确性较高的检查方法,可以同时检查双侧肩关节,但其准确性对操作者的经验和技术及检查仪器的灵敏度和分辨率要求较高。

1.4. 分型

肩袖损伤有多种分类方法,根据肩袖损伤的深度、肩袖撕裂的大小、肌腱的质量等因素进行分类,本文列出的肩袖分型为常见分型方法及新兴方法。

1.4.1. Ellman 分型

1990 年 Ellman H [25]提出在磁共振斜冠状位影像上根据肩袖撕裂的深度将部分撕裂分为 A: 关节面侧撕裂和 B 滑囊侧部分撕裂; 分为 3 级, 1 级: 撕裂深度小于 3 mm (或者小于 25%肌腱尺寸); 2 级: 撕裂深度 3~6 mm (25%~50%肌腱的尺寸); 3 级: 撕裂深度大于 6 mm (大于 50%肌腱的尺寸)。

1.4.2. Patte 分型

Patte D [26]于 1990 年基于肩袖撕裂的程度、矢状面、冠状面、撕裂肌腱的形态质量、肱二头肌长头腱状态提出 Patte 分型系统, Patte 分型在冠状面上同 Ellman 分型一样分为三级,第一级冈上肌肌腱撕裂伴少许回缩,撕裂近端靠近骨性附着点; 第二级撕裂伴回缩至肱骨头切迹内侧,但没到关节盂; 第三级撕裂伴回缩至关节盂水平。

1.4.3. Snyder 分型

美国南加州骨科研究所的 Stephen J. Snyder 医生[27]将肩袖撕裂的完全撕裂和部分撕裂又进一步细化。

业界将其分型称为 Snyder 分型。肩袖部分撕裂的 Snyder 分型：0 型：肌腱正常，滑膜和滑囊无异常；1 型：滑囊或滑膜刺激性改变或轻微的关节囊磨损样改变，大小范围通常 $< 1\text{ cm}$ ；2 型：一些肩袖纤维出现明显磨损样改变或一些肩袖纤维断裂，并且滑膜、滑囊或关节囊存在损伤；范围通常 $< 2\text{ cm}$ ；3 型：更加严重的肩袖损伤。肩袖纤维出现磨损和碎裂，通常范围 $< 3\text{ cm}$ 。4 型：肌腱组织的磨损和断裂，并且经常可见一个以上的肌腱出现一定大小的撕裂。肩袖完全撕裂的 Snyder 分型分为 5 型：1 型：小的完全撕裂。2 型：中等大小的完全撕裂(通常 $< 2\text{ cm}$)。并且只涉及到一根肩袖肌腱，无肌腱末端的回缩；3 型：大的完全撕裂(通常 $3\sim 4\text{ cm}$)，撕裂边缘的轻度回缩；4 型：巨大的肩袖撕裂。包括至少 2 根肌腱。通常伴有撕裂肌腱末端的明显回缩，包括不可修复的撕裂。

1.4.4. ISAKOS 分型

ISAKOS (The International Society of Arthroscopy, Knee Surgery and Orthopaedic Sports Medicine)即“国际关节镜、膝关节外科和骨科运动医学协会”基于之前发布的分类，为肩袖撕裂开发了一个新的综合分类系统[28]。新系统旨在以全面并直截了当的方式描述所有肩袖撕裂，该系统包含的肩袖撕裂的五个基本特征是模式(P)、延伸(E)、脂肪萎缩(A)、收缩(R)和位置(L)，符合首字母缩略词“PEARL 珍珠”。Calvo E 等[28]通过观察、测量及分析，证实了 ISAKOS 肩袖撕裂分类系统为外科医生之间的沟通和汇集临床研究数据提供了足够的观察者间可靠性。

1.4.5. 3D 卷积神经网络分型

在诊断肩袖撕裂时，熟练的骨科医生能直观地解读磁共振成像(MRI)影像。为了自动准确诊断肩袖撕裂，Shim E 等[29]提出了一种使用深度学习的基于全 3D 卷积神经网络(CNN)的方法。该方法可自动识别并确定五个类别(无、部分、小、中、大到巨大)的肩袖撕裂大小，在与临床专家的竞争中，此方法也在诊断时间、敏感度、特异度、准确率各方面优于对方。从理论上讲，我们可以期望在未来的某一天 3D CNN 在数据预处理、标记、特征提取和解读结果方面能帮助人类快速判断病情。

1.5. 治疗

1.5.1. 保守治疗

对于怀疑有肩袖损伤的老年患者或活动量小、病程短、肩袖部分撕裂的患者，早期多主张进行保守治疗[30]，包括 1) 休息、非甾体类抗炎药物(NSAIDs)；2) 肩峰下类固醇激素注射；3) 物理治疗，包括离子导入、超声透疗、神经电刺激、冷热敷、推拿和减少活动；4) 改变生活方式，器械治疗等。治疗同时配合肩关节功能锻炼，可获得良好疗效。在我国具有特色的中医药文化中，中医药治疗肩袖损伤的方法有很多种。刘璐洁等[31]通过对中医药疗法治疗肩袖损伤的相关文献统计分析得出，其中以针灸推拿治疗肩袖损伤的应用最为广泛，其次是中药外用与口服也取得了显著的疗效，而对于针刀、拔罐等辅助治疗方法，临床上有一定的疗效[32]。

1.5.2. 手术治疗

如保守治疗 3~6 个月，病情无好转，或完全肩袖损伤的患者则考虑手术治疗，其目的是阻断病理过程、解除疼痛、恢复肩关节稳定功能。手术治疗的发展主要分为三个时期：第一代是 20 世纪初，Codman 提出“开放式肩袖修补术”[33]，正式开启了手术治疗肩袖损伤的时代，在关节镜出现前，此方法一度成为治疗肩袖损伤的金标准。第二代是 1990 年 Levy 提出“关节镜辅助下小切口修补术”，该技术先行关节镜探查明确诊断，再行开放手术，是开放手术逐渐向全关节镜手术的重要转变。经过关节镜的大量普及，临床常用术式也从关节镜辅助下小切口修补术演变为“全关节镜下肩袖修补术”，此为第三代。Liu 等[34]通过比较两种关节镜手术，得出结论提示两种关节镜手术在治疗后 1 年功能、疼痛、活动范围和并

发症方面无显著差异,两种均能降低患者术后早期疼痛,但全关节镜下肩袖修补术具有微创及术后恢复更快的优点。随着肩关节镜技术的快速发展,根据肩袖损伤的不同类型,可以选择不同的修补方法,如单排、双排、跨骨修复[35]。目前手术方式包括开放或关节镜下修复,肩袖部分撕裂清创或修复,肩峰下减压,肌腱转位、补片技术及上关节囊重建,反肩置换术等。

2. PRP

Kingsley 等人于 1954 年首次使用“富含血小板的血浆”一词来指代用于输液的标准血小板浓缩物,距今已有近 70 年的历史[36]。PRP 是通过将全血离心,将血小板与红细胞和白细胞分离。血小板高度集中并悬浮于少量血浆中的一种浓缩物,其血小板浓度从 $150 \times 10^3/\text{dL}$ 到 $400 \times 10^3/\text{dL}$,比基线水平高出数倍[37]。

2.1. PRP 的制备

目前为止,国内外仍没有标准的 PRP 制备方法或指南。临床应用的首选方法是采集外周静脉血液后使用血细胞离心机离心得到分层的血液,抽取富含血小板的血浆并用作治疗用途。2021 年中国输血协会临床输血管理专业委员会颁布了《自体富血小板血浆制备技术专家共识》[38],概述了开展 PRP 采集制备所需的条件、制备过程及方法,为开展 PRP 治疗研究的临床科室和科研工作者提供指导性参考意见,提供最基本的技术支撑建议。

2.2. PRP 的应用

PRP 具有刺激和加速组织愈合的能力,包括伤口愈合,近年来在再生医学领域中备受关注[39]。1999 年,Anitua 描述了在血浆置换过程中使用 PRP 增强骨再生的情况。在观察到治疗的效果后,随后的论文报告了这部分血液对骨科运动损伤、肌腱愈合、牙科植入物、慢性皮肤溃疡的影响[40]。随着研究的深入,业界学者逐渐发现了 PRP 在多个医学领域中的作用。

2.2.1. PRP 在牙科中的应用

近年来,PRP 在再生牙科领域使用非常广泛,并取得了积极的结果,这其中包括再生根管学、牙周病学以及口腔和颌面外科[41]。因为 PRP 的特殊机制,在损伤部位使用 PRP 可能能够促进伤口愈合和牙周软组织的再生。此外,这些因素通过增加成骨细胞的有丝分裂和组织血管来加速骨修复的能力可能有助于治疗骨下缺损。PRP 可应用于种植体周围时最终达到骨结合,发挥促进骨再生的作用[42]。

2.2.2. PRP 在皮肤科中的应用

PRP 在皮肤病学中体现出强大的前景,特别是医疗美容和整形外科方向尤为突出。其主要应用于减少脱发、头发再生、皮肤美容、修复粉刺疤痕等领域[43] [44] [45] [46]。此外,将 PRP 与激光疗法、微针、真皮填充物和自体脂肪移植的结合使用,可以产生协同效应,从而改善美学效果。未来的研究应该标准化特定适应症的 PRP 治疗方案。PRP 在皮肤病学方面有很大的希望,治疗应用继续扩大[47]。

2.2.3. PRP 在妇科中的应用

PRP 的再生能力使得 PRP 在妇科中得到了重视[48] [49]。Fanning J 等[50]对 55 名妇女进行了为期 6 个月前瞻性研究,得出结论提示在妇科手术中在手术部位使用 PRP,患者没有明显的不良反应且疼痛感显著减轻。为评估 PRP 在良性宫颈外切开术中的应用效果,Hua X 等[51]进行了随机对照试验,结果显示 PRP 组的切口愈合时间较激光治疗组短,不良反应发生率更低。在生殖医学方面,卵巢过早衰竭(POF)是指卵巢在 40 岁之前失去正常功能,通过 White YA [52]等的动物实验和 Pantos K [53]等的临床研究,验

证了 PRP 的使用可以使卵巢再度年轻化, 恢复生育能力。

2.2.4. PRP 在泌尿外科中的应用

Yaiza Maria 等[54]报道 PRP 在泌尿科疗效方面也取得了积极的结果。但仍有必要进行大型、安慰剂对照的研究, 以确认 PRP 的有效性, 然后才能用于泌尿科疾病。Matz EL 等[55]同样指出 PRP 可以改善多种泌尿系统疾病, 如勃起功能障碍(ED)、佩罗尼病(PD)和应激性尿失禁(SUI), 但关于 PRP 在治疗泌尿系统疾病中的安全性或有效性的数据很少。因为 PRP 制备和使用简单, 如若能在泌尿系统疾病中的安全性有效性方面有更高等级的证据, 这对使用 PRP 治疗泌尿系统疾病有很好的指导意义。

2.2.5. PRP 在肩袖损伤中的应用

在国外, Leong HT 等[56]提出在肩袖撕裂的非手术治疗中应用富血小板血浆的结果尚不清楚, 通过对照注射富血小板血浆与安慰剂或糖皮质激素, 得出“富血小板血浆治疗部分肩袖撕裂在改善肩关节功能和缓解疼痛方面具有积极作用”的结论。A Hamid MS 等[57]通过回顾比较 PRP 注射与常规治疗在成人肩袖疾病中的临床效果的随机对照试验, PRP 注射对肩袖损伤患者的长期疼痛控制和肩关节功能是安全有效的干预措施。

在国内, 刘中阳等[58]通过总结近几年 PRP 在肌腱和肩袖损伤的基础和临床方面的研究来讨论 PRP 治疗肩袖损伤的有效性。胡方委等[59]提出, 目前制备 PRP 的方法很多, 而制备的 PRP 中白细胞的含量可影响其疗效。因此, 在 PRP 治疗肩袖损伤的研究中应注意白细胞含量的差异。另外, 同种异体 PRP 的制备流程和最终成分可控, 未来有可能成为 PRP 标准化制备的关键。李亘等[60]系统阐述不同研究间的差异, 揭示不同成分、给药形式对 PRP 治疗肩袖损伤疗效的影响, 为其在肩袖损伤治疗中的合理应用提供参考。

3. 小结与展望

肩袖损伤的患病率随年龄增加而增高, 肩袖损伤患病人群多为老人, 随着社会人口老龄化进展, 患病人数将随之增加[61]。患者在发生肩袖损伤后未重视, 处理措施错误, 就医时间延后, 这使得病情加重, 病情严重程度进一步扩大, 使得原本可修复的肩袖进展成巨大甚至不可修复的损伤, 严重时甚至致残。2019年3月美国骨科医师协会(American Academy of Orthopaedic Surgeons, AAOS)发布了关于肩袖损伤的临床实践指南[62], 指南中提到对肩袖损伤患者行关节镜下肩袖修补术是目前比较普遍的做法, PRP 可以使用但并不作推荐。后有研究提出, PRP 在促进再生修复方面有很好的前景, 但 PRP 在肩袖损伤中的应用如 PRP 的浓度、用量、疗程、使用禁忌症等并未有明确的标准。随着临床医师和科研工作者对此的深入研究, 有望在未来出版完整详细的 PRP 治疗肩袖损伤的应用指南。

参考文献

- [1] 丁文龙, 刘学政. 系统解剖学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2018.
- [2] May, T. and Garmel, G.M. (2022) Rotator Cuff Injury. StatPearls Publishing, Treasure Island.
- [3] Maruvada, S., Madrazo-Ibarra, A. and Varacallo, M. (2022) Anatomy, Rotator Cuff. StatPearls Publishing, Treasure Island.
- [4] 周天心, 朱慧芳, 熊道海, 等. 肩袖损伤的发病机制、诊断及保守治疗进展[J]. 按摩与康复医学, 2023, 14(5): 35-40.
- [5] Abdelwahab, A., Ahuja, N., Iyengar, K.P., et al. (2021) Traumatic Rotator Cuff Tears—Current Concepts in Diagnosis and Management. *Journal of Clinical Orthopaedics & Trauma*, **18**, 51-55. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2021.04.013>
- [6] Bartoszewski, N. and Parnes, N. (2018) Rotator Cuff Injuries. *JAAPA*, **31**, 49-50. <https://doi.org/10.1097/01.JAA.0000531046.74384.c7>

- [7] Abrams, J.S. (1991) Special Shoulder Problems in the Throwing Athlete: Pathology, Diagnosis, and Nonoperative Management. *Clinical Journal of Sport Medicine*, **10**, 839-861. [https://doi.org/10.1016/S0278-5919\(20\)30587-1](https://doi.org/10.1016/S0278-5919(20)30587-1)
- [8] Bhavya, K.G. and George, M.J. (2021) Rotator Cuff Tendon Injury—An Ayurveda Management with Jaloukavacarana. *International Ayurvedic Medical Journal*, **9**, 1293-1298. <https://doi.org/10.46607/iamj2309062021>
- [9] Pandey, V. and Jaap Willems, W. (2015) Rotator Cuff Tear: A Detailed Update. *The Asia-Pacific Journal of Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation and Technology*, **2**, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.asmart.2014.11.003>
- [10] Eajazi, A., Kussman, S., LeBedis, C., et al. (2015) Rotator Cuff Tear Arthropathy: Pathophysiology, Imaging Characteristics, and Treatment Options. *AJR American Journal of Roentgenology*, **205**, W502-W511. <https://doi.org/10.2214/AJR.14.13815>
- [11] Neer, C.S. and Poppen, N.K. (1987) Supraspinatus Outlet. *Journal of Orthopaedic Translation*, **11**, 234.
- [12] Neer, C.S. (1983) Impingement Lesions. *Clinical Orthopaedics and Related Research*®, **173**, 70-77. <https://doi.org/10.1097/00003086-198303000-00010>
- [13] Kannus, P. and Józsa, L. (1991) Histopathological Changes Preceding Spontaneous Rupture of a Tendon. A Controlled Study of 891 Patients. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, **73**, 1507-1525. <https://doi.org/10.2106/00004623-199173100-00009>
- [14] Itoi, E. (2013) Rotator Cuff Tear: Physical Examination and Conservative Treatment. *Journal of Orthopaedic Science*, **18**, 197-204. <https://doi.org/10.1007/s00776-012-0345-2>
- [15] Neer, C.S. (1972) Anterior Acromioplasty for the Chronic Impingement Syndrome in the Shoulder: A Preliminary Report. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, **54**, 41-50. <https://doi.org/10.2106/00004623-197254010-00003>
- [16] Hawkins, R.J. and Kennedy, J.C. (1980) Impingement Syndrome in Athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, **8**, 151-158. <https://doi.org/10.1177/036354658000800302>
- [17] Jobe, F.W. and Moynes, D.R. (1982) Delineation of Diagnostic Criteria and a Rehabilitation Program for Rotator Cuff Injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, **10**, 336-339. <https://doi.org/10.1177/036354658201000602>
- [18] Gerber, C. and Krushell, R.J. (1991) Isolated Rupture of the Tendon of the Subscapularis Muscle. Clinical Features in 16 Cases. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, **73**, 389-394. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.73B3.1670434>
- [19] Gerber, C., Hersche, O. and Farron, A. (1996) Isolated Rupture of the Subscapularis Tendon. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, **78**, 1015-1023. <https://doi.org/10.2106/00004623-199607000-00005>
- [20] Walch, G., Boulahia, A., Calderone, S., et al. (1998) The “Dropping” and “Hornblower’s” Signs in Evaluation of Rotator-Cuff Tears. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, **80**, 624-628. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.80B4.0800624>
- [21] Xin Ooi, M.W., Fenning, L., Dhir, V., et al. (2021) Rotator Cuff Assessment on Imaging. *Journal of Clinical Orthopaedics & Trauma*, **18**, 121-135. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2021.04.004>
- [22] Chaipat, L. and Palmer, W.E. (2006) Shoulder Magnetic Resonance Imaging. *Clinical Journal of Sport Medicine*, **25**, 371-386. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2006.03.002>
- [23] Lecouvet, F.E., Simoni, P., Koutaïssoff, S., et al. (2008) Multidetector Spiral CT Arthrography of the Shoulder. Clinical Applications and Limits, with MR Arthrography and Arthroscopic Correlations. *European Journal of Radiology*, **68**, 120-136. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2008.02.025>
- [24] Lenza, M., Buchbinder, R., Takwoingi, Y., et al. (2013) Magnetic Resonance Imaging, Magnetic Resonance Arthrography and Ultrasonography for Assessing Rotator Cuff Tears in People with Shoulder Pain for Whom Surgery Is Being Considered. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, **2013**, CD009020. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009020.pub2>
- [25] Ellman, H. (1990) Diagnosis and Treatment of Incomplete Rotator Cuff Tears. *Clinical Orthopaedics and Related Research*®, **254**, 64-74. <https://doi.org/10.1097/00003086-199005000-00010>
- [26] Patte, D. (1990) Classification of Rotator Cuff Lesions. *Clinical Orthopaedics and Related Research*®, **254**, 81-86. <https://doi.org/10.1097/00003086-199005000-00012>
- [27] Snyder, S.J., Pachelli, A.F., Del Pizzo, W., et al. (1991) Partial Thickness Rotator Cuff Tears: Results of Arthroscopic Treatment. *Arthroscopy*, **7**, 1-7. [https://doi.org/10.1016/0749-8063\(91\)90070-E](https://doi.org/10.1016/0749-8063(91)90070-E)
- [28] Calvo, E., Rebollón, C., Itoi, E., et al. (2022) Reliable Interobserver and Intraobserver Agreement of the International Society of Arthroscopy, Knee Surgery and Orthopaedic Sports Medicine (ISAKOS) Classification System of Rotator Cuff Tears. *Journal of ISAKOS*, **7**, 56-61. <https://doi.org/10.1016/j.jisako.2021.12.004>
- [29] Shim, E., Kim, J.Y., Yoon, J.P., et al. (2020) Automated Rotator Cuff Tear Classification Using 3D Convolutional

- Neural Network. *Scientific Reports*, **10**, Article No. 15632. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72357-0>
- [30] Lin, J.C., Weintraub, N. and Aragaki, D.R. (2008) Nonsurgical Treatment for Rotator Cuff Injury in the Elderly. *Journal of the American Medical Directors Association*, **9**, 626-632. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2008.05.003>
- [31] 刘璐洁, 王圣逸, 刘俊昌, 等. 中医药治疗肩袖损伤的临床文献分析[J]. 新疆中医药, 2022, 40(3): 96-99.
- [32] Zhang, X., Zhou, G., Gu, Z., et al. (2024) Research Progress of TCM Therapy for Rotator Cuff Injury. *Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening*. <https://doi.org/10.2174/0113862073264977240103070432>
- [33] Matsen, F.A. (2011) Commentary on Codman's 1911 Article on Rotator Cuff Repairs. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, **20**, 350-351. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2010.11.022>
- [34] Liu, J., Fan, L., Zhu, Y., et al. (2017) Comparison of Clinical Outcomes in All-Arthroscopic versus Mini-Open Repair of Rotator Cuff Tears: A Randomized Clinical Trial. *Medicine (Baltimore)*, **96**, E6322. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000006322>
- [35] Thangarajah, T., Lo, I.K. and Sabo, M.T. (2021) Rotator Cuff Repair Techniques: Current Concepts. *Journal of Clinical Orthopaedics & Trauma*, **17**, 149-156. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2021.03.006>
- [36] Mościcka, P. and Przyłipiak, A. (2021) History of Autologous Platelet-Rich Plasma: A Short Review. *Journal of Cosmetic Dermatology*, **20**, 2712-2714. <https://doi.org/10.1111/jocd.14326>
- [37] Orban, Y.A., Soliman, M.A., Hegab, Y.H., et al. (2022) Autologous Platelet-Rich Plasma vs Conventional Dressing in the Management of Chronic Diabetic Foot Ulcers. *Wounds*, **33**, 36-42. <https://doi.org/10.25270/wnds/2022.3642>
- [38] 单桂秋, 施琳颖, 李艳辉, 等. 自体富血小板血浆制备技术专家共识[J]. 中国输血杂志, 2021, 34(7): 677-683.
- [39] Helmy, Y., Farouk, N., Ali Dahy, A., et al. (2021) Objective Assessment of Platelet-Rich Plasma (PRP) Potentiality in the Treatment of Chronic Leg Ulcer: RCT on 80 Patients with Venous Ulcer. *Journal of Cosmetic Dermatology*, **20**, 3257-3263. <https://doi.org/10.1111/jocd.14138>
- [40] Cervelli, V., Bocchini, I., Di Pasquali, C., et al. (2013) P.R.L. Platelet Rich Lipotransfert: Our Experience and Current State of Art in the Combined Use of Fat and PRP. *BioMed Research International*, **2013**, Article ID: 434191. <https://doi.org/10.1155/2013/434191>
- [41] Xu, J., Gou, L., Zhang, P., et al. (2020) Platelet-Rich Plasma and Regenerative Dentistry. *Australian Dental Journal*, **65**, 131-142. <https://doi.org/10.1111/adj.12754>
- [42] Feigin, K. and Shope, B. (2019) Use of Platelet-Rich Plasma and Platelet-Rich Fibrin in Dentistry and Oral Surgery: Introduction and Review of the Literature. *Journal of Veterinary Dentistry*, **36**, 109-123. <https://doi.org/10.1177/0898756419876057>
- [43] Cervelli, V., Garcovich, S., Bielli, A., et al. (2014) The Effect of Autologous Activated Platelet Rich Plasma (AA-PRP) Injection on Pattern Hair Loss: Clinical and Histomorphometric Evaluation. *BioMed Research International*, **2014**, Article ID: 760709. <https://doi.org/10.1155/2014/760709>
- [44] Zhu, J.T., Xuan, M., Zhang, Y.N., et al. (2013) The Efficacy of Autologous Platelet-Rich Plasma Combined with Erbium Fractional Laser Therapy for Facial Acne Scars or Acne. *Molecular Medicine Reports*, **8**, 233-237. <https://doi.org/10.3892/mmr.2013.1455>
- [45] Shin, M.K., Lee, J.H., Lee, S.J., et al. (2012) Platelet-Rich Plasma Combined with Fractional Laser Therapy for Skin Rejuvenation. *Dermatologic Surgery*, **38**, 623-630. <https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.2011.02280.x>
- [46] Cervelli, V., Gentile, P., Scioli, M.G., et al. (2009) Application of Platelet-Rich Plasma in Plastic Surgery: Clinical and in Vitro Evaluation. *Tissue Engineering Part C: Methods*, **15**, 625-634. <https://doi.org/10.1089/ten.tec.2008.0518>
- [47] Emer, J. (2019) Platelet-Rich Plasma (PRP): Current Applications in Dermatology. *Skin Therapy Letter*, **24**, 1-6.
- [48] Dawood, A.S. and Salem, H.A. (2018) Current Clinical Applications of Platelet-Rich Plasma in Various Gynecological Disorders: An Appraisal of Theory and Practice. *Clinical and Experimental Reproductive Medicine*, **45**, 67-74. <https://doi.org/10.5653/cerm.2018.45.2.67>
- [49] Streit-Ciećkiewicz, D., Kołodyńska, A., Futyma-Gąbka, K., et al. (2022) Platelet Rich Plasma in Gynecology-Discovering Undiscovered-Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **19**, Article No. 5284. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095284>
- [50] Fanning, J., Murrain, L., Flora, R., et al. (2007) Phase I/II Prospective Trial of Autologous Platelet Tissue Graft in Gynecologic Surgery. *Journal of Minimally Invasive Gynecology*, **14**, 633-637. <https://doi.org/10.1016/j.jmig.2007.05.014>
- [51] Hua, X., Zeng, Y., Zhang, R., et al. (2012) Using Platelet-Rich Plasma for the Treatment of Symptomatic Cervical Ectopy. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, **119**, 26-29. <https://doi.org/10.1016/j.ijgo.2012.05.029>
- [52] White, Y.A., Woods, D.C., Takai, Y., et al. (2012) Oocyte Formation by Mitotically Active Germ Cells Purified from Ovaries of Reproductive-Age Women. *Nature Medicine*, **18**, 413-421. <https://doi.org/10.1038/nm.2669>
- [53] Pantos, K., Nitsos, N., Kokkali, G., et al. (2016) Ovarian Rejuvenation and Folliculogenesis Reactivation in Pe-

-
- ri-Menopausal Women after Autologous Platelet-Rich Plasma Treatment. *Proceedings of the 32nd Annual Meeting of ESHRE*, Helsinki, 3-6 July 2016, 401. <https://doi.org/10.26226/morressier.573c1512d462b80296c98880>
- [54] Yáñez-Castillo, Y.M. and Arrabal-Polo, M.Á. (2022) Applications of Platelet Rich Plasma in Urology. *Archivos Españoles de Urología*, **75**, 669-683. <https://doi.org/10.56434/j.arch.esp.urol.20227508.98>
- [55] Matz, E.L., Pearlman, A.M. and Terlecki, R.P. (2018) Safety and Feasibility of Platelet Rich Fibrin Matrix Injections for Treatment of Common Urologic Conditions. *Investigative and Clinical Urology*, **59**, 61-65. <https://doi.org/10.4111/icu.2018.59.1.61>
- [56] Leong, H.T., Fu, S.C., He, X., *et al.* (2019) Risk Factors for Rotator Cuff Tendinopathy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Rehabilitation Medicine*, **51**, 627-637. <https://doi.org/10.2340/16501977-2598>
- [57] Hamid, M.S. and Sazlina, S.G. (2021) Platelet-Rich Plasma for Rotator Cuff Tendinopathy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLOS ONE*, **16**, E0251111. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251111>
- [58] 刘中阳, 王文波. 富血小板血浆治疗肩袖损伤的研究进展[J]. 内蒙古医科大学学报, 2019, 41(2): 221-224. <https://doi.org/10.16343/j.cnki.issn.2095-512x.2019.02.033>
- [59] 胡方委, 叶川. 富血小板血浆在肩袖损伤治疗中的应用[J]. 医学综述, 2021, 27(15): 3016-3020.
- [60] 李亘, 杨仁豪, 庄澄宇. 富血小板血浆治疗肩袖损伤的研究进展[J]. 中华骨科杂志, 2022, 42(4): 258-264.
- [61] Tashjian, R.Z. (2012) Epidemiology, Natural History, and Indications for Treatment of Rotator Cuff Tears. *Clinical Journal of Sport Medicine*, **31**, 589-604. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2012.07.001>
- [62] American Academy of Orthopaedic Surgeons (2019) Management of Rotator Cuff Injuries Clinical Practice Guideline.