

半月板突出的病理机制、诊断与治疗进展

朱书勤, 柴宏伟, 郭浩, 王鹏山, 李浩轩, 孙皓然, 孙晓新*

华北理工大学附属医院骨科, 河北 唐山

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

半月板突出是一种常见的膝关节疾病, 通常通过MRI进行诊断, 与膝关节的疼痛、功能障碍及退行性改变密切相关, 严重影响患者的生活质量。半月板的主要功能包括分散关节受力、提供稳定性、促进润滑及保护软骨。当半月板发生突出时, 这些功能会受到影响, 导致疼痛和活动受限。半月板突出与外力损伤、退行性变化和半月板根部撕裂等因素有关, 这些因素共同破坏半月板结构和功能。治疗半月板突出的策略包括非手术治疗如物理疗法、药物治疗和生活方式调整, 以及手术治疗如部分切除术和半月板根部修复术。尽管已取得一定进展, 但对半月板突出的病理机制理解不足, 缺乏有效预防和根本治疗方法。通过分析最新研究成果, 探讨半月板突出的机制、影响及治疗新视角, 旨在为临床提供更有效的诊断和治疗策略。未来研究需深入探讨半月板损伤和修复的分子机制, 发展新的治疗策略, 利用新技术提高治疗准确性和个性化, 改善患者膝关节功能和生活质量。

关键词

半月板突出, 病理机制, 诊断技术, 治疗进展

Pathological Mechanisms, Diagnosis, and Treatment Advances of Meniscal Extrusion

Shuqin Zhu, Hongwei Chai, Hao Guo, Pengshan Wang, Haoxuan Li, Haoran Sun, Xiaoxin Sun*

Department of Orthopaedics, Affiliated Hospital of North China University of Science and Technology, Tangshan Hebei

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

Abstract

Meniscal extrusion, a common condition of the knee joint, is typically diagnosed through MRI and

*通讯作者。

文章引用: 朱书勤, 柴宏伟, 郭浩, 王鹏山, 李浩轩, 孙皓然, 孙晓新. 半月板突出的病理机制、诊断与治疗进展[J]. 临床医学进展, 2024, 14(4): 1850-1860. DOI: 10.12677/acm.2024.1441235

is closely associated with knee pain, functional impairment, and degenerative changes, severely affecting the quality of life of patients. The primary functions of the meniscus include dispersing joint forces, providing stability, promoting lubrication, and protecting cartilage. When meniscal extrusion occurs, these functions are compromised, leading to pain and limited mobility. Meniscal extrusion is related to external injuries, degenerative changes, and tears at the meniscal root, which together deteriorate the structure and function of the meniscus. Treatment strategies for meniscal extrusion include non-surgical options such as physical therapy, medication, and lifestyle adjustments, as well as surgical interventions like partial meniscectomy and meniscal root repair. Despite some progress, there is still a lack of understanding of the pathological mechanisms behind meniscal extrusion, and effective prevention and fundamental treatment methods are missing. This review analyzes the latest research findings to explore the mechanisms, impacts, and new perspectives on the treatment of meniscal extrusion, aiming to provide more effective diagnostic and therapeutic strategies for clinical practice. Future research needs to delve deeper into the molecular mechanisms of meniscal damage and repair, develop new treatment strategies, and utilize new technologies to improve the accuracy and personalization of treatments, thereby enhancing knee joint function and quality of life for patients.

Keywords

Meniscal Extrusion, Pathological Mechanisms, Diagnostic Techniques, Treatment Progress

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. 引言

半月板突出作为膝关节疾病中的一种常见现象,已经引起了医学界广泛的关注。它指的是半月板超出膝关节胫骨平台边缘的情况,通常通过磁共振成像(MRI)进行诊断。这一病理状态不仅与膝关节的疼痛和功能障碍相关,还可能加速膝关节退行性改变的进程,严重影响患者的生活质量[1]。因此,对半月板突出的深入研究具有重要的临床意义。

半月板作为膝关节中的重要结构,它的主要功能是分散关节受力、提供关节稳定性、促进关节润滑以及保护关节软骨[2]。当半月板发生突出时,这些功能会受到影响,从而导致膝关节疼痛、活动受限,并加快关节软骨的磨损过程。如 Paparo F, Revelli M, Piccasso R 等(2015) [3]所述,半月板突出通常与膝关节的外力损伤、退行性改变及半月板根部撕裂紧密相关,这些因素共同破坏了半月板的结构和功能,导致突出现象的发生。此外,黄竞敏等(2016) [4]进一步指出,半月板突出与膝骨关节炎的进展密切相关,严重时可能导致需要进行全膝关节置换的阶段。

尽管半月板突出的诊断和治疗已取得了一定的进展,但目前对其病理机制的理解仍然不足,且缺乏有效的预防和根本治疗方法。因此,本综述旨在通过分析最新的研究成果,探讨半月板突出的机制、影响以及治疗的新视角,以期临床提供更有有效的诊断和治疗策略。

本文将首先回顾半月板的结构和功能,以及半月板突出的病理机制,然后分析半月板突出对膝关节功能的影响,最后探讨当前的治疗方法和未来可能的治疗方向。通过对现有文献的综合分析,本综述希望能够为半月板突出的治疗提供新的思路和方法,从而改善患者的临床预后。

2. 半月板的结构和功能基础

半月板, 膝关节中的关键结构, 以其独特的生物力学角色和结构特点, 在维持关节稳定性和功能中发挥着不可或缺的作用[5]。Kocher MS, Logan CA, Kramer DE (2017) [6]的研究强调了半月板在分散关节负载、减少软骨磨损及提高关节灵活性方面的重要性。此外, Atay OA, Pekmezci M, Doral MN 等(2007) [7]对半月板的生物力学功能进行了深入探讨, 揭示了其在保护膝关节免受过度冲击和损伤中的核心作用。

进一步地, Marzo JM, Gurske-DePerio J (2007) [8]与 Padalecki JR, Jansson KS, Smith SD 等(2014) [9]的工作突出了半月板的结构特点在其功能发挥中的关键作用。半月板由强韧的纤维软骨组成, 这种特有的组织结构不仅赋予其高度的耐磨性和韧性, 还使其能够有效地适应关节在运动中的各种压力, 保持关节的正常运动轨迹。

这些研究一致表明, 半月板不仅在膝关节的生物力学平衡中起着决定性的角色, 其独特的结构和组成也是其能够有效执行这些功能的基础。因此, 对半月板的保护和恢复治疗在预防和治疗膝关节相关疾病中占有极其重要的地位。沈杰威, 洪雷, 张辉等(2015) [10]的研究进一步探讨了应用组织工程技术在半月板修复中的潜力, 为未来提供了新的治疗半月板损伤的可能方向, 展示了科技进步给膝关节保健带来的新希望。

半月板的生物力学角色和结构特点对于膝关节的健康和功能至关重要。未来的研究和治疗策略应继续探索如何更有效地保护和修复这一重要结构, 以提高膝关节治疗的效果, 改善患者的生活质量。

3. 半月板突出的机制

在探讨半月板突出的机制时, 了解半月板损伤的类型及其发生机制是基础。半月板损伤, 尤其是其根部的撕裂以及半月板本身的退变, 对于半月板突出的发生起着决定性作用。这些损伤不仅影响半月板的结构完整性, 还改变膝关节内的力学环境, 从而加剧或引发半月板突出。

3.1. 半月板损伤的类型与机制

半月板损伤可以分为多种类型, 包括但不限于根部撕裂、径向裂伤、水平裂伤和复合型裂伤。如 Allaire R, Muriuki M, Gilbertson L, Harner CD (2008) [11]所述, 这些损伤的发生机制通常涉及直接冲击、扭转负载或长期的磨损过程。特别地, 根部撕裂是一种在半月板根部附着点或其附近发生的完全断裂, 这种损伤类型对半月板功能的影响尤为严重, 因为它破坏了半月板的环形张力系统, 导致半月板无法有效地分散关节载荷。Bin SI, Kim JM, Shin SJ (2004) [12]和 Choi SH, Bae S, Ji SK, Chang MJ (2012) [13]的研究进一步证实了半月板根部撕裂的严重性, 强调了其对膝关节稳定性和功能的影响。

3.2. 根部撕裂与半月板退变的影响

根部撕裂和半月板退变是导致半月板突出的两个关键因素。如 Bhatia S, Civitarese D M, Turnbull T L 等(2016) [14]所指出, 半月板根部撕裂不仅导致半月板功能丧失, 还会引发关节软骨的加速磨损, 最终导致半月板突出和膝关节退行性变化。此外, Li ZL, Li XT, Hao R 等(2023) [15]在其研究中强调了半月板退变对半月板突出的贡献, 指出随着年龄增长, 半月板材质的退变性改变使得其更易于发生撕裂和突出。Teichtahl AJ, Cicuttini FM, Abram F 等(2017) [16]以及 Swamy N, Wadhwa V, Bajaj G 等(2018) [17]的研究也证实了半月板退变与半月板突出之间的关联, 指出半月板退变减少了其抗压能力, 使得在受到负载时更易发生位移和突出。

半月板损伤, 尤其是根部撕裂和退变, 是半月板突出发生的关键机制。这些损伤破坏了半月板的结构和功能, 改变了膝关节的力学环境, 导致了半月板突出及相关的膝关节退行性改变。因此, 理解这些

损伤类型及其机制对于预防和治疗半月板突出至关重要。

3.3. 半月板附着韧带的作用与缺陷

半月板的稳定性不仅依赖于其本身的结构完整性，还受到其附着韧带——半月板胫骨韧带(M-T Ligaments)和半月板股骨韧带(M-F Ligaments)——的影响。这些韧带的作用与缺陷直接关联到半月板突出的发生机制中，对于维持膝关节的正常功能发挥着重要的作用。

半月板胫骨韧带和半月板股骨韧带为半月板提供了关键的锚定点，帮助半月板在膝关节运动过程中维持其位置和形态。如 Funchal LFZ, Astur DC, Ortiz R 等(2019) [18]所述，这些韧带确保半月板能够有效地分散来自关节活动的压力，减少关节软骨的损伤风险。此外，Krych AJ, Bernard CD, Leland DP 等(2020) [19]的研究强调了这些韧带在防止半月板过度移动和突出方面的重要性，指出它们对于维持膝关节稳定性和功能发挥着不可或缺的作用。

然而，当这些附着韧带存在缺陷或损伤时，半月板的稳定性会受到严重影响。Paletta GA Jr, Crane DM, Konicek J 等(2020) [20]的研究表明，半月板胫骨韧带的损伤会导致半月板的异常移位，增加半月板突出的风险。这种情况下，半月板无法有效地承担和分散负载，导致关节软骨受到过度的压力和损伤。同样，Kohn D, Moreno B (1995) [21]在其研究中指出，半月板股骨韧带的缺损同样会影响半月板的功能，导致半月板无法在膝关节运动中保持正确的位置，从而加剧膝关节的退行性变化和疼痛。

半月板附着韧带的缺陷或损伤不仅影响半月板的功能，还可能导致半月板突出和膝关节退行性变化。在治疗半月板相关疾病时，考虑到半月板附着韧带的状况和修复是非常必要的，以确保膝关节的长期健康和功能。

3.4. 外侧盘状半月板对内侧半月板外突的影响

外侧盘状半月板是一种较为罕见的解剖变异，它可能对内侧半月板的稳定性和功能产生间接影响，特别是在外侧盘状半月板发生撕裂或其他损伤时，对内侧半月板外突的风险可能会增加。这种解剖变异的存在，以及其对内侧半月板外突可能产生的影响，近年来受到了医学研究的关注。

(1) 外侧盘状半月板的特点

外侧盘状半月板是一种先天性解剖特征，其主要特点是外侧半月板覆盖了整个外侧胫骨平台，形态更接近一个完整的圆盘而非半月形。这种解剖变异的存在可能会改变膝关节的生物力学性能，特别是在承担负载和分散压力方面。Nawata K, Teshima R, Ohno M 等(1999) [22]的研究发现，外侧盘状半月板可能会因其异常的覆盖范围和形态，导致膝关节力量分布的改变，进而影响内侧半月板的功能。

(2) 外侧盘状半月板对内侧半月板外突的影响

当外侧盘状半月板发生撕裂或其他形式的损伤时，其对膝关节力量分布的影响可能会加剧，导致内侧半月板承担更多的负载和压力。这种改变的力量分布可能增加内侧半月板发生撕裂和突出的风险。如 Kim SJ, Bae JH, Lim HC (2013) [23]所述，外侧盘状半月板的损伤不仅影响了膝关节的力量分布，还可能导致膝关节内侧压力的增加，这种增加的内侧压力是内侧半月板外突形成的一个重要因素。

此外，外侧盘状半月板的异常还可能导致膝关节的不稳，增加内侧半月板损伤的风险。内侧半月板外突不仅是半月板损伤的直接结果，也可能是由于膝关节力量分布异常和关节不稳定性共同作用的结果。因此，外侧盘状半月板的存在和损伤，尤其是在评估和治疗内侧半月板外突时，应予以充分考虑。

综上所述，外侧盘状半月板的解剖特征和其损伤对内侧半月板的稳定性和功能具有重要影响，可能增加内侧半月板外突的风险。在治疗内侧半月板外突时，医生应考虑到外侧盘状半月板的存在和状态，采取综合治疗措施，以改善膝关节的整体生物力学性能和稳定性。

4. 半月板突出的影响

半月板突出对膝关节功能的影响是深远的，它不仅限于疼痛和活动受限，还涉及到膝关节的长期健康和稳定性。随着医学研究的深入，我们对半月板突出引起的膝关节功能障碍有了更加深刻的理解。

4.1. 对膝关节功能的影响

(1) 对膝关节功能的影响

半月板突出直接影响膝关节的负荷分布和冲击吸收能力。半月板的主要功能之一是分散通过膝关节的力量，减轻对关节软骨的直接冲击。当半月板发生突出时，这种力量分散的能力受到损害，导致关节软骨承受更大的应力。如 Swamy N, Wadhwa V, Bajaj G 等(2018) [17]所述，半月板突出会导致膝关节负荷分布异常，增加关节软骨磨损的风险，从而加速膝关节退行性变化的进程。这种关节软骨的加速磨损不仅会导致疼痛，还会进一步限制膝关节的活动范围，影响患者的日常生活和运动能力。

此外，半月板突出还会影响膝关节的稳定性。正如 Bruns K, Svensson F, Turkiewicz A 等(2014) [24]所指出的，半月板通过其形状和附着点的布局为膝关节提供了一定程度的侧向稳定性。当半月板发生突出时，这种稳定性受到影响，可能导致膝关节在运动中出现不稳定现象，增加受伤的风险。此外，半月板的突出还可能影响膝关节的本体感知——即关节在空间中的感知能力。Achnich A, Petersen W, Willinger L 等(2018) [25]的研究表明，半月板损伤和突出会降低膝关节的本体感知，进一步影响运动协调和执行复杂运动的能力。

(2) 长期影响

半月板突出的长期影响不容忽视。除了立即对膝关节功能造成的影响外，半月板突出还会对膝关节的长期健康造成威胁。关节软骨的持续磨损和损伤会导致关节炎的发展，这是一种进展性疾病，会导致关节疼痛加剧、功能进一步下降，甚至可能需要通过外科手术进行治疗。因此，及时识别和治疗半月板突出至关重要，以减缓或阻止这些长期影响的发展。

半月板突出对膝关节功能的影响是多方面的，包括但不限于影响膝关节的负荷分布、冲击吸收能力、稳定性以及本体感知。这些影响不仅会导致短期内的疼痛和活动限制，还可能对膝关节的长期健康产生不利影响。

4.2. 与膝骨关节炎的关联

半月板突出与膝骨关节炎之间的关联是复杂且密切的。研究表明，半月板突出不仅是膝骨关节炎发展的一个重要因素，而且还可能加速膝关节退行性变化的进程。这一部分将探讨胫-股软骨损伤与半月板外突的相互作用，以及膝内翻畸形与半月板外突之间的关系。

(1) 胫-股软骨损伤与半月板外突的相互作用

半月板突出可能导致关节软骨的加速磨损，这一过程与膝骨关节炎的发展密切相关。如 Emmanuel K, Quinn E, Niu J 等(2016) [26]所述，半月板突出通过改变膝关节内的力学环境，增加了胫-股软骨的压力，这种增加的压力加速了软骨的退行性变化，从而促进了膝骨关节炎的发展。此外，Crema MD, Roemer FW, Felson DT 等(2012) [27]的研究表明，半月板突出与膝关节软骨损伤的程度呈正相关，半月板突出的患者更容易发展为更严重的软骨损伤。

(2) 膝内翻畸形与半月板外突的关系

膝内翻畸形是另一个与半月板突出密切相关的因素。膝内翻畸形会导致膝关节内侧的负荷增加，这种不平衡的负荷分布加剧了内侧半月板的损伤和突出。如 Shelbourne KD, Roberson TA, Gray T (2011) [28]所指出，膝内翻畸形与半月板突出之间存在密切的关系，膝内翻畸形患者发展为半月板突出的风险显著

增加。这种畸形不仅增加了内侧半月板的压力，还可能导致半月板功能的进一步损害，加速膝关节退行性变化的进程。

Lerer DB, Umans HR, Hu MX 等(2004) [29]的研究也支持了这一观点，指出膝内翻畸形通过增加内侧半月板的应力和应变，加速了半月板的退变和突出，从而促进了膝骨关节炎的发展。这一发现强调了在治疗半月板突出时，考虑膝关节整体的力学环境和畸形矫正的重要性。

半月板突出与膝骨关节炎之间存在着复杂的相互作用。半月板突出不仅是膝骨关节炎发展的一个促进因素，而且还可能通过加速关节软骨的退行性变化来加剧膝骨关节炎的症状。此外，膝内翻畸形作为一个重要的相关因素，其对半月板突出的影响也不容忽视。因此，在治疗半月板突出及其相关疾病时，应综合考虑半月板突出、关节软骨损伤及膝内翻畸形之间的相互作用，采取全面的治疗策略，以改善患者的膝关节功能和生活质量。

5. 半月板突出的诊断

半月板突出的准确诊断对于制定有效的治疗计划至关重要。影像学评估，在这一过程中发挥着核心作用，尽管它也面临着一系列的挑战。通过磁共振成像(MRI)、超声检查(US)和 X 线检查，医生能够获得关于半月板状态的宝贵信息，这些信息有助于确认半月板突出的存在及其严重程度。

影像学评估的作用与挑战

1) 影像学评估的作用

磁共振成像(MRI)是诊断半月板突出最有效的影像学工具之一。如 Jones AO, Houang MT, Low RS, Wood DG (2006) [30]所指出，MRI 能提供关于半月板结构的详细信息，包括半月板撕裂、退化和突出的直观证据。此外，MRI 还可以评估半月板突出对邻近软骨和骨结构的影响，这对于理解半月板突出的全面影响至关重要。

超声检查(US)是另一种有用的诊断工具，尤其是在初步评估阶段。如 Wang YX, Li ZL, Li J 等(2019) [31]所述，虽然超声检查在分辨率方面不如 MRI，但它提供了一种无创、经济且便捷的方式来评估半月板的形态和位置，特别是在初步筛查和跟踪半月板突出的病程中。

X 线检查通常用于评估半月板突出引起的膝关节结构改变，如关节间隙狭窄和骨赘形成。尽管 X 线检查无法直接显示半月板结构，但如 Kamatsuki Y, Furumatsu T, Fujii M 等(2018) [32]所指出，通过评估膝关节的间隙变化，可以间接推断半月板损伤的存在和膝关节退行性变化的程度。

2) 影像学评估的挑战

尽管影像学评估在诊断半月板突出中发挥着关键作用，但它也面临着一系列挑战。首先，如 Carreau JH, Sitton SE, Bollier M(2017) [33]所述，影像学结果的解释需依赖于医生的经验和专业知识，不同医生对同一影像的解读可能存在差异，这可能影响诊断的准确性。

尽管 MRI 提供了详细的半月板结构信息，但高质量的 MRI 扫描设备成本高昂，且不是所有医疗机构都能提供。这限制了 MRI 在半月板突出诊断中的普遍应用，特别是在资源有限的地区。

虽然影像学评估能提供关于半月板突出的有用信息，但最终诊断和治疗决策应结合患者的临床表现和症状。影像学结果应作为综合评估的一部分，而不是唯一的决策依据。

综上所述，影像学评估在诊断半月板突出中发挥着至关重要的作用，但在应用过程中也面临着一系列挑战。正确地解释影像学结果，结合临床评估，对于制定有效的治疗计划至关重要。

6. 半月板突出的治疗新视角

在半月板突出的治疗领域中，非手术治疗方法为患者提供了一种避免手术风险和复杂性的选择。这

些方法主要目标是减轻症状、改善膝关节功能，并尽可能延缓疾病进展。非手术治疗的选项包括物理疗法、药物治疗、以及生活方式调整，这些方法通常适用于症状轻微或希望避免手术的患者。

6.1. 非手术治疗方法

1) 物理疗法

物理疗法是非手术治疗中的重要组成部分，它通过一系列专门设计的练习和疗程，旨在加强膝关节周围的肌肉，改善关节的稳定性和活动范围。如 Ha JK, Shim JC, Kim DW 等(2010) [34]所指出，针对性的物理疗法可以有效减少膝关节的负担，通过增强股四头肌和其他支持肌群的力量，来提升膝关节的整体稳定性。此外，物理疗法还包括冷热疗法、电刺激和超声治疗等，这些治疗手段可以帮助减轻疼痛和炎症，促进膝关节的自然愈合过程。

2) 药物治疗

药物治疗主要用于控制疼痛和减轻炎症。非甾体抗炎药(NSAIDs)是最常用的药物类型，它们通过抑制炎症反应来减轻膝关节的疼痛和肿胀。如 Bhatia S, LaPrade CM, Ellman MB 等(2014) [35]所述，适量使用 NSAIDs 可以为半月板突出的患者提供显著的疼痛缓解，但长期使用需要谨慎，以避免潜在的副作用，如胃肠道不适或肾功能损害。

3) 生活方式调整

生活方式的调整也是半月板突出治疗的一个重要方面。这包括减轻体重、避免加重膝关节负担的活动，以及采用膝关节保护的措施。减轻体重可以显著减少膝关节承受的压力，从而减缓半月板损伤的进展。同时，避免高冲击或旋转性的运动，可以保护膝关节免受进一步损伤。在必要时，使用膝关节护具或手杖等辅助装置，也能够提供额外的支持和保护，减少半月板的负担。

非手术治疗方法为半月板突出的患者提供了一种相对温和、低风险的治疗选择。通过综合运用物理疗法、药物治疗和生活方式调整，可以有效控制症状、改善膝关节功能，并努力延缓疾病的进展。然而，患者应当在医生的指导下，选择最适合自己的治疗计划，以达到最佳治疗效果。

6.2. 手术治疗选项

在半月板突出的手术治疗中，部分切除术和半月板根部修复术是两种常见的治疗选项，它们各有优势与限制。选择合适的手术方法需要综合考虑患者的病情、半月板损伤的类型以及患者的生活质量需求。

1) 部分切除术的效果与限制

部分切除术是一种传统的治疗方法，通过切除受损的半月板组织以缓解疼痛和改善功能。如 Shelbourne KD, Roberson TA, Gray T (2011) [28]所指出，这种方法可以迅速缓解患者的症状，尤其适用于那些半月板损伤无法修复的患者。然而，部分切除术的一个主要限制是它可能导致膝关节长期的生物力学改变，增加未来发展膝骨关节炎的风险。去除半月板组织会改变膝关节的压力分布，可能加速关节软骨的退化过程。

2) 半月板根部修复术的优势与技术比较

与部分切除术相比，半月板根部修复术旨在恢复半月板的完整性和功能，以保持膝关节的正常生物力学。Eren MB, Asci M, Tonuk E 等(2020) [36]的研究表明，半月板根部修复术可以有效地减少半月板突出，提高膝关节的稳定性，减缓关节退化的进程。LaPrade RF, LaPrade CM, Ellman MB 等(2015) [37]以及 Pache S, Aman ZS, Kennedy M 等(2018) [38]的研究也支持了半月板根部修复术在维持膝关节功能方面的优势。

不同的修复技术有各自的适应症和效果。传统的穿针修复技术、锚固系统和经皮穿针技术各有优劣。

Doherty DB, Lowe WR (2016) [39]的研究比较了不同的修复技术,发现采用适当的修复策略和技术对于提高手术成功率和优化术后恢复至关重要。

总之,选择手术治疗选项时,部分切除术和半月板根部修复术各有应用场景。部分切除术适用于半月板损伤无法修复的情况,可以迅速缓解症状,但可能带来长期的关节健康风险。半月板根部修复术通过恢复半月板的完整性和功能,为减缓膝关节退化和保持长期关节健康提供了可能,但需要根据具体的损伤类型和患者状况选择合适的修复技术。随着手术技术和材料的不断发展,未来有望为半月板突出的患者提供更多有效的治疗选项。

6.3. 术后管理与康复

在半月板突出的手术治疗后,术后管理与康复计划的制定对于患者恢复至关重要。术后康复计划应根据患者的具体手术类型、个体差异以及生活和工作需求进行个性化设计,以促进膝关节功能的恢复,减少复发风险,并提高患者的生活质量。

1) 康复计划的个性化

个性化康复计划的制定考虑到每位患者独特的需求和目标。如 Walker PS, Erkman MJ (1975) [40]所强调,术后康复的目标是通过逐步增加的物理活动来强化膝关节周围的肌肉,改善关节的稳定性和活动范围。康复计划通常包括逐步进行的力量训练、柔韧性训练、平衡训练和有氧运动,以促进膝关节功能的全面恢复。

2) 术后管理的重要性

术后管理的重点在于控制炎症、疼痛管理、促进伤口愈合,以及预防术后并发症。如 Zantop T, Wellmann M, Fu FH 等(2008) [41]所述,适当的疼痛管理策略,包括药物治疗和物理治疗手段,对于患者早期参与康复训练至关重要。此外,适当的伤口护理和防止感染的措施也是术后管理中不可忽视的部分。

3) 康复过程中的挑战与应对

康复过程中可能面临的挑战包括疼痛管理、避免过度使用受伤关节、以及保持康复计划的连续性。如 Magee T (2008) [42]所指出,维持康复计划的连续性对于实现最佳康复效果至关重要,但需要患者保持高度的动机和纪律。为了应对这些挑战,建议患者与康复团队(包括物理治疗师、医生和护士)保持密切沟通,定期评估康复进展,并根据需要调整康复计划。

7. 研究展望与未来方向

尽管近年来半月板突出的治疗方法取得了显著进展,但现有治疗策略仍存在一定的局限性,未来的研究需要着重解决这些问题,并探索更有效的治疗方法。此外,随着新技术的发展,未来治疗半月板突出的策略有望更加多样化和个性化。

1) 现有治疗方法的局限与未来研究方向

当前,半月板突出的治疗方法主要包括非手术治疗、手术切除和修复等。这些治疗方法虽然在一定程度上能够缓解症状,但仍存在局限性。例如,非手术治疗可能无法完全恢复膝关节功能,而手术治疗则可能带来长期的关节退化风险。如 Achnich A, Petersen W, Willinger L 等(2018) [43]所指出,未来的研究需要探索更为有效的治疗方法,以实现半月板功能的最大程度恢复和膝关节健康的长期维护。Lee DH, Lee BS, Kim JM 等(2011) [45]的研究揭示了半月板突出对膝关节健康的长期影响,表明未来研究需要更多关注半月板损伤后的膝关节整体健康。Novaretti JV, Astur DC, Cavalcante ELB 等(2020) [46]的工作则指出了对半月板损伤机制更深入理解的需求,以及基于这一理解发展新治疗策略的潜力。

此外,对半月板损伤的深入理解仍有待提高。当前的研究主要集中在半月板突出的生物力学影响和

治疗方法上,而对于其生物学修复过程的了解较为有限。未来的研究需要深入探讨半月板损伤和修复的分子机制,如 Teichtahl AJ, Cicuttini FM, Abram F 等(2017) [16]所建议,这可能为开发新的治疗策略提供理论基础。

2) 新技术和治疗策略的潜力

随着科技的发展,新技术和治疗策略为半月板突出的治疗提供了新的希望。沈杰威,洪雷,张辉等(2015) [10]的研究探讨了应用组织工程技术在半月板修复中的潜力,这种技术有望实现受损半月板的有效再生。Geeslin AG, Civitaresse D, Turnbull TL 等(2016) [44]的研究则展示了先进成像技术在半月板损伤诊断和治疗规划中的应用,提高了治疗的精确性。此外,生物医学材料的创新,如由 Zhu S, Tong G, Xiang JP 等(2021) [47]研究的新型支架材料,为半月板损伤的修复和再生提供了新的可能性。

精准医疗和个性化治疗策略也是未来研究的重要方向。通过深入分析患者的遗传背景、生物标志物以及膝关节的具体损伤情况,可以为每位患者定制更为精准的治疗方案。新兴的影像技术和计算机辅助设计/制造(CAD/CAM)技术,如 Geeslin AG, Civitaresse D, Turnbull TL 等(2016) [44]所述,有望在手术规划和导航中发挥重要作用,提高手术的精准性和安全性。

8. 结论

半月板突出作为膝关节常见疾病,对患者生活质量造成重大影响。近年来的研究进展提高了我们对其病理机制、诊断方法和治疗策略的理解。尽管非手术和手术治疗均能提供症状缓解,但仍存在一定局限性,强调了维持膝关节长期健康的重要性。未来的研究应关注深入理解半月板损伤的分子机制、探索新的治疗技术,以及发展个性化治疗方案,旨在实现半月板功能的最大化恢复和膝关节的长期稳定。随着新技术和治疗方法的发展,有望为半月板突出患者带来更有效的治疗策略,改善他们的临床预后。

参考文献

- [1] Crema, M.D., Roemer, F.W., Felson, D.T., *et al.* (2012) Factors Associated with Meniscal Extrusion in Knees with or at Risk for Osteoarthritis: The Multicenter Osteoarthritis Study. *Radiology*, **264**, 494-503. <https://doi.org/10.1148/radiol.12110986>
- [2] Masuda, S., Furumatsu, T., Okazaki, Y., *et al.* (2018) Medial Meniscus Posterior Root Tear Induces Pathological Posterior Extrusion of the Meniscus in the Knee-Flexed Position: An Open Magnetic Resonance Imaging Analysis. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, **104**, 485-489. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2018.02.012>
- [3] Paparo, F., Revelli, M., Piccazzo, R., *et al.* (2015) Extrusion of the Medial Meniscus in Knee Osteoarthritis Assessed with a Rotating Clino-Orthostatic Permanent-Magnet MRI Scanner. *Radiologia Medica*, **120**, 329-337. <https://doi.org/10.1007/s11547-014-0444-6>
- [4] 黄竞敏, 李昱鸿, 李冬超, 等. 内侧半月板外突与半月板损伤及膝内翻的相关性研究[J]. 中华骨科杂志, 2016, 36(3): 156-161.
- [5] Yoshizuka, H., Taniguchi, T., Fukuta, K., *et al.* (2022) Decrease in Medial Meniscal Extrusion after Physical Therapy to Improve Knee Pain and Range of Motion in Patients with Knee Osteoarthritis: A Retrospective Study. *PLOS ONE*, **17**, E0277628. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277628>
- [6] Kocher, M.S., Logan, C.A. and Kramer, D.E. (2017) Discoid Lateral Meniscus in Children: Diagnosis, Management, and Outcomes. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, **25**, 736-743. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-15-00491>
- [7] Atay, O.A., Pekmezci, M., Doral, M.N., *et al.* (2007) Discoid Meniscus: An Ultrastructural Study with Transmission Electron Microscopy. *The American Journal of Sports Medicine*, **35**, 475-478. <https://doi.org/10.1177/0363546506294678>
- [8] Marzo, J.M. and Gurske-Deperio, J. (2009) Effects of Medial Meniscus Posterior Horn Avulsion and Repair on Tibiofemoral Contact Area and Peak Contact Pressure with Clinical Implications. *The American Journal of Sports Medicine*, **37**, 124-129. <https://doi.org/10.1177/0363546508323254>
- [9] Padalecki, J.R., Jansson, K.S., Smith, S.D., *et al.* (2014) Biomechanical Consequences of a Complete Radial Tear Adjacent to the Medial Meniscus Posterior Root Attachment Site. *The American Journal of Sports Medicine*, **42**, 699-707.

- <https://doi.org/10.1177/0363546513499314>
- [10] 沈杰威, 洪雷, 张辉, 等. 半月板股骨韧带对外侧半月板外突的影响——回顾性病例对照研究[J]. 中国运动医学杂志, 2015, 34(6): 544-547.
- [11] Allaire, R., Muriuki, M., Gilbertson, L., *et al.* (2008) Biomechanical Consequences of a Tear of the Posterior Root of the Medial Meniscus. Similar to Total Meniscectomy. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*, **90**, 1922-1931. <https://doi.org/10.2106/JBJS.G.00748>
- [12] Bin, S.I., Kim, J.M. and Shin, S.J. (2004) Radial Tears of the Posterior Horn of the Medial Meniscus. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery: Official Publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*, **20**, 373-378. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2004.01.004>
- [13] Choi, S.-H., Bae, S., Ji, S.K., *et al.* (2012) The MRI Findings of Meniscal Root Tear of the Medial Meniscus: Emphasis on Coronal, Sagittal and Axial Images. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, **20**, 2098-2103. <https://doi.org/10.1007/s00167-011-1794-4>
- [14] Bhatia, S., Civitarese, D.M., Turnbull, T.L., *et al.* (2016) A Novel Repair Method for Radial Tears of the Medial Meniscus: Biomechanical Comparison of Transtibial 2-Tunnel and Double Horizontal Mattress Suture Techniques under Cyclic Loading. *The American Journal of Sports Medicine*, **44**, 639-645. <https://doi.org/10.1177/0363546515615565>
- [15] Li, Z.L., Li, X.T., Hao, R.C., *et al.* (2023) Human Osteoarthritic Articular Cartilage Stem Cells Suppress Osteoclasts and Improve Subchondral Bone Remodeling in Experimental Knee Osteoarthritis Partially by Releasing TNFAIP3. *Stem Cell Research & Therapy*, **14**, 253. <https://doi.org/10.1186/s13287-023-03411-7>
- [16] Teichtahl, A.J., Cicuttini, F.M., Abram, F., *et al.* (2017) Meniscal Extrusion and Bone Marrow Lesions Are Associated with Incident and Progressive Knee Osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*, **25**, 1076-1083. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2017.02.792>
- [17] Swamy, N., Wadhwa, V., Bajaj, G., *et al.* (2018) Medial Meniscal Extrusion: Detection, Evaluation and Clinical Implications. *European Journal of Radiology*, **102**, 115-124. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2018.03.007>
- [18] Funchal, L.F.Z., Astur, D.C., Ortiz, R., *et al.* (2019) The Presence of the Arthroscopic “Floating Meniscus” Sign as an Indicator for Surgical Intervention in Patients with Combined Anterior Cruciate Ligament and Grade II Medial Collateral Ligament Injury. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery: Official Publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*, **35**, 930-937. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2018.10.114>
- [19] Bernard, C.D., Leland, D.P., Keyt, L.K., *et al.* (2021) Although Surgical Techniques Differ, Similar Outcomes Can Be Obtained When Operating after Single versus Multiple Anterior Shoulder Dislocations. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*, **3**, E163-E70. <https://doi.org/10.1016/j.asmr.2020.09.006>
- [20] Paletta, G.A., Crane, D.M., Konicek, J., *et al.* (2020) Surgical Treatment of Meniscal Extrusion: A Biomechanical Study on the Role of the Medial Meniscotibial Ligaments with Early Clinical Validation. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, **8**. <https://doi.org/10.1177/2325967120936672>
- [21] Kohn, D. and Moreno, B. (1995) Meniscus Insertion Anatomy as a Basis for Meniscus Replacement: A Morphological Cadaveric Study. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery: Official Publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*, **11**, 96-103. [https://doi.org/10.1016/0749-8063\(95\)90095-0](https://doi.org/10.1016/0749-8063(95)90095-0)
- [22] Nawata, K., Teshima, R., Ohno, M., *et al.* (1999) Discoid Lateral Menisci in Older Patients. A Radiographic Study of 21 Cases. *International Orthopaedics*, **23**, 232-235. <https://doi.org/10.1007/s002640050358>
- [23] Lim, H.C., Bae, J.H. and Kim, S.J. (2013) Postoperative Femoral Component Rotation and Femoral Anteversion after Total Knee Arthroplasty in Patients with Distal Femoral Deformity. *The Journal of Arthroplasty*, **28**, 1084-1088. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2012.07.018>
- [24] Bruns, K., Svensson, F., Turkiewicz, A., *et al.* (2014) Meniscus Body Position and Its Change over Four Years in Asymptomatic Adults: A Cohort Study Using Data from the Osteoarthritis Initiative (OAI). *BMC Musculoskeletal Disorders*, **15**, Article No. 32. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-15-32>
- [25] Willinger, L., Lang, J.J., Von Deimling, C., *et al.* (2019) Varus Alignment Increases Medial Meniscus Extrusion and Peak Contact Pressure: A Biomechanical Study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, **28**, 1092-1098. <https://doi.org/10.1007/s00167-019-05701-1>
- [26] Emmanuel, K., Quinn, E., Niu, J., *et al.* (2016) Quantitative Measures of Meniscus Extrusion Predict Incident Radiographic Knee Osteoarthritis—Data from the Osteoarthritis Initiative. *Osteoarthritis Cartilage*, **24**, 262-269. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2015.08.003>
- [27] Hayashi, D., Englund, M., Roemer, F.W., *et al.* (2012) Knee Malalignment Is Associated with an Increased Risk for Incident and Enlarging Bone Marrow Lesions in the More Loaded Compartments: The MOST Study. *Osteoarthritis Cartilage*, **20**, 1227-1233. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2012.07.020>

- [28] Shelbourne, K.D., Roberson, T.A. and Gray, T. (2011) Long-Term Evaluation of Posterior Lateral Meniscus Root Tears Left *in Situ* at the Time of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*, **39**, 1439-1443. <https://doi.org/10.1177/0363546511398212>
- [29] Lerer, D.B., Umans, H.R., Hu, M.X., *et al.* (2004) The Role of Meniscal Root Pathology and Radial Meniscal Tear in Medial Meniscal Extrusion. *Skeletal Radiology*, **33**, 569-574. <https://doi.org/10.1007/s00256-004-0761-2>
- [30] Jones, A., Houang, M., Low, R., *et al.* (2006) Medial Meniscus Posterior Root Attachment Injury and Degeneration: MRI Findings. *Australasian Radiology*, **50**, 306-313. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1673.2006.01586.x>
- [31] Wang, Y.-X., Li, Z.-L., Li, J., *et al.* (2019) Effect of Medial Meniscus Extrusion on Arthroscopic Surgery Outcome in the Osteoarthritic Knee Associated with Medial Meniscus Tear: A Minimum 4-Year Follow-Up. *Chinese Medical Journal (England)*, **132**, 2550-2558. <https://doi.org/10.1097/CM9.0000000000000492>
- [32] Kamatsuki, Y., Furumatsu, T., Fujii, M., *et al.* (2018) Complete Tear of the Lateral Meniscus Posterior Root Is Associated with Meniscal Extrusion in Anterior Cruciate Ligament Deficient Knees. *Journal of Orthopaedic Research*, **36**, 1894-1900. <https://doi.org/10.1002/jor.23861>
- [33] Carreau, J.H., Sitton, S.E. and Bollier, M. (2017) Medial Meniscus Root Tear in the Middle Aged Patient: A Case Based Review. *Iowa Orthopedic Journal*, **37**, 123-132.
- [34] Ha, J.K., Shim, J.C., Kim, D.W., *et al.* (2010) Relationship between Meniscal Extrusion and Various Clinical Findings after Meniscus Allograft Transplantation. *The American Journal of Sports Medicine*, **38**, 2448-2455. <https://doi.org/10.1177/0363546510375550>
- [35] Bhatia, S., Laprade, C.M., Ellman, M.B., *et al.* (2014) Meniscal Root Tears: Significance, Diagnosis, and Treatment. *The American Journal of Sports Medicine*, **42**, 3016-3030. <https://doi.org/10.1177/0363546514524162>
- [36] Eren, M.B., Aşçı, M., Tönük, E., *et al.* (2020) Knotless Anchors Offer Better Prevention of Meniscal Excursion than Knotted Anchors: An Experimental Study of the Bovine Knee. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, **54**, 97-103. <https://doi.org/10.5152/j.aott.2020.01.439>
- [37] Laprade, R.F., Laprade, C.M., Ellman, M.B., *et al.* (2015) Cyclic Displacement after Meniscal Root Repair Fixation: A Human Biomechanical Evaluation. *The American Journal of Sports Medicine*, **43**, 892-898. <https://doi.org/10.1177/0363546514562554>
- [38] Pache, S., Aman, Z.S., Kennedy, M., *et al.* (2018) Meniscal Root Tears: Current Concepts Review. *The Archives of Bone and Joint Surgery*, **6**, 250-259.
- [39] Doherty, D.B. and Lowe, W.R. (2016) Meniscal Root Tears: Identification and Repair. *American Journal of Orthopedics (Belle Mead NJ)*, **45**, 183-187.
- [40] Walker, P.S. and Erkman, M.J. (1975) The Role of the Menisci in Force Transmission Across the Knee. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **109**, 184-192. <https://doi.org/10.1097/00003086-197506000-00027>
- [41] Zantop, T., Wellmann, M., Fu, F.H., *et al.* (2008) Tunnel Positioning of Anteromedial and Posterolateral Bundles in Anatomic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Anatomic and Radiographic Findings. *The American Journal of Sports Medicine*, **36**, 65-72. <https://doi.org/10.1177/0363546507308361>
- [42] Magee, T. (2008) MR Findings of Meniscal Extrusion Correlated with Arthroscopy. *Journal of Magnetic Resonance Imaging: JMRI*, **28**, 466-470. <https://doi.org/10.1002/jmri.21460>
- [43] Achtnich, A., Petersen, W., Willinger, L., *et al.* (2018) Medial Meniscus Extrusion Increases with Age and BMI and Is Depending on Different Loading Conditions. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal of the ESSKA*, **26**, 2282-2288. <https://doi.org/10.1007/s00167-018-4885-7>
- [44] Geeslin, A.G., Civitarese, D., Turnbull, T.L., *et al.* (2016) Influence of Lateral Meniscal Posterior Root Avulsions and the Menisiofemoral Ligaments on Tibiofemoral Contact Mechanics. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal of the ESSKA*, **24**, 1469-1477. <https://doi.org/10.1007/s00167-015-3742-1>
- [45] Lee, D.H., Lee, B.S., Kim, J.M., *et al.* (2011) Predictors of Degenerative Medial Meniscus Extrusion: Radial Component and Knee Osteoarthritis. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal of the ESSKA*, **19**, 222-229. <https://doi.org/10.1007/s00167-010-1274-2>
- [46] Astur, D.C., Novaretti, J.V., Gomes, M.L., *et al.* (2020) Medial Opening Wedge High Tibial Osteotomy Decreases Medial Meniscal Extrusion and Improves Clinical Outcomes and Return to Activity. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, **8**. <https://doi.org/10.1177/2325967120913531>
- [47] Zhu, S., Tong, G., Xiang, J.P., *et al.* (2021) Microstructure Analysis and Reconstruction of a Meniscus. *Orthopaedic Surgery*, **13**, 306-313. <https://doi.org/10.1111/os.12899>