

· 综 述 ·

生物力学疗法治疗膝骨关节炎的研究进展

殷梦媛, 石瑛, 张昱, 庞坚

(上海市中医药研究院, 上海 201203)

摘 要 膝骨关节炎(knee osteoarthritis, KOA)是一种常见病,临床常采用药物治疗等非手术疗法,效果不一。随着下肢生物力学研究的发展,生物力学疗法作为一种新兴的治疗模式开始逐渐被临床重视,其治疗 KOA 的方式主要包括佩戴膝关节矫形器、使用力学矫形鞋垫及运动疗法等,其中运动疗法治疗 KOA 的疗效已经得到广泛认可,而佩戴膝关节矫形器及使用力学矫形鞋垫治疗 KOA 的疗效目前尚未被证实。本文从 KOA 的生物力学特征、KOA 的生物力学检测方法及 KOA 的生物力学治疗方式 3 个方面进行了综述。

关键词 骨关节炎;膝;生物力学;矫正装置;运动疗法;综述

膝骨关节炎(knee osteoarthritis, KOA)是一种以膝关节软骨变性、破坏及骨质增生为特征的慢性骨关节疾病^[1]。膝关节疼痛、僵硬及活动受限是 KOA 患者的主要临床表现,严重时可导致残疾,致残率高达 53%^[2-3]。随着人口老龄化的发展, KOA 的发病率呈逐年递增趋势,容易造成较大的社会及经济负担,因此应早期干预、积极治疗^[4]。目前 KOA 的治疗方式主要包括非药物疗法、药物疗法、手术疗法及基因治疗等^[5],而生物力学疗法则是治疗 KOA 的新兴治疗方式。本文从 KOA 的生物力学特征、KOA 的生物力学检测方法及 KOA 的生物力学治疗方式方面进行了综述。

1 KOA 的生物力学特征

KOA 的发生不仅与生物化学因素有关,更与生物力学因素有关。研究表明,在正常行走时,膝关节受到的负荷变化与 KOA 的病理进程密切相关^[6-7]。正常人在一个完整步态周期中,起步时下肢就开始出现周期载荷,每行走一步膝关节所承受的力接近体重的 2~3 倍,其中包括动力、自身体重及肌肉收缩时产生的肌力总和^[8];在首次足跟着地时,膝关节冠状面上会产生一个较小的外翻力矩,随即转变为一个持续时间较长、幅度较大的膝关节内收力矩(external knee adduction moment, EKAM),即行走过程中下肢所受的

地面反作用力与其作用点至关节中心距离的乘积^[9]。多数 KOA 患者的膝关节外侧关节间隙角大于内侧,其下肢力线多向内侧偏移,可导致应力主要集中在内侧关节面上,从而加剧了内侧关节软骨面的磨损,因此 KOA 以内侧间室型最为常见,其发病率是外侧间室型的 10 倍^[10]。KOA 患者关节软骨的退变可使受累关节的力线向内侧偏移,从而导致 EKAM 增大^[11]。研究表明, EKAM 增大会进一步加重 KOA 病情, EKAM 每增加 1%, 则 KOA 的病情发展加快 6 倍^[12]; EKAM 每增加一个单位, 则膝关节的关节间隙相应减小 0.63 mm^[13]。患者的年龄、肥胖程度、膝关节力线情况、肌肉运动的改变及这些因素的相互作用均可引起 KOA 的生物力学变化,如肥胖、膝关节内翻及 EKAM 增高可导致膝关节受到异常载荷,从而引起关节软骨退化^[14];半月板或前交叉韧带损伤可导致膝关节力学环境改变;KOA 患者行走时下肢肌肉的收缩力也会使关节应力增加,从而加重关节软骨的损伤程度,引起软骨组织的生物化学变化,加速 KOA 的发病进程^[15-17]。

2 KOA 的生物力学检测方法

目前临床多采用三维步态分析测量下肢生物力学变化,通过客观、全面地获取 KOA 患者静态及动态情况下的运动学、动力学及表面肌电参数,量化分析其生物力学特征。常见的运动学参数主要包括步频、步幅、步长、步速、步态周期、支撑期百分比及髋、膝、踝关节活动度等^[18]。KOA 患者由于膝关节疼痛及关节不稳定,行走时容易出现“逃避步态”,表现为步速减慢、步频减小、步长缩短、双下肢支持期时间延长及

基金项目:“中医骨伤科学”国家重点学科项目(100508);上海市中医药领军人才建设项目(2012-63-15);上海领军人才项目(041);“海派中医流派传承研究基地”项目(ZY3-CCCX-1-1003)

通讯作者:石瑛 E-mail: shiying1974@126.com

支撑期百分比增加^[19-20]。中重度 KOA 患者,其足跟着地期及支撑期膝关节外展角度均减小^[21]。由于 EKAM 的变化能够客观反映膝关节内侧间室的应力情况,因此临床多用此评估 KOA 患者受累关节的病情进展情况^[22]。研究表明,可通过增加腓绳肌的活跃性使支撑期肌肉活跃时间延长,从而增加肌肉协同收缩,加强膝关节的稳定性^[23]。

3 KOA 的生物力学治疗方式

3.1 佩戴膝关节矫形器 目前临床治疗 KOA 的矫形器种类颇多,包括护膝及免荷型膝关节矫形器等。还有一种临床已不推荐应用的矫形器,其由坚固的复合材料铸成,通过完全制动而使膝关节固定,其治疗 KOA 的有效性目前尚未得到证实^[24]。护膝是一种有弹性的矫形器,其主要作用是纠正膝关节对线及加强胫股关节的稳定性。免荷型膝关节矫形器主要通过减小膝关节的压力负荷及选择内翻或外翻设备来减轻膝关节内侧或外侧间室的压力^[25]。Kirkley 等^[26]通过研究发现,佩戴免荷型膝关节矫形器的 KOA 患者疼痛症状明显减轻、关节功能良好恢复,且总体疗效优于佩戴护膝的 KOA 患者。由于免荷型膝关节矫形器可以通过调整膝内翻或外翻角度来减轻关节疼痛、提高关节稳定性,有助于降低跌倒风险,因此多数学者推荐应用该类型矫形器^[27-29]。Moyer 等^[30]通过研究发现,膝外翻支具能够有效降低膝关节内侧压力,间接增加膝关节中外侧压力分布,减小股四头肌、腓肠肌、腓肠肌的同步收缩,从而增加内侧关节间隙,减小 EKAM,但其疗效与疗程成反比。Dessery 等^[31]对分别佩戴膝关节三点受力系统外翻支具、外翻外旋支具及前交叉韧带保护支具的中期 KOA 患者进行了对比研究,结果发现 3 种支具均可减轻患者的疼痛及不适感、降低 EKAM,其中外翻外旋支具和前交叉韧带保护支具降低支撑相末期 EKAM 的效果优于三点受力系统外翻支具,而三点受力系统外翻支具在改善膝关节内收、外旋及踝关节外旋方面的效果最为明显,前交叉韧带保护支具未能改变各项运动学参数;由此认为外翻外旋支具较其他 2 种支具的舒适性更佳,适合患者长期使用。

3.2 使用力学矫形鞋垫 有研究发现,KOA 患者佩戴外侧楔形角矫形鞋垫可增加其步行过程中的足外翻角度,使足底压力中心轨迹向外侧偏移,减小膝关节中心与地面反作用力之间的距离,降低 EKAM、减

少关节在运动过程中受到的载荷,从而减轻患者的疼痛症状、恢复关节运动功能^[32-34]。国际骨关节炎研究学会发布的 KOA 治疗指南中提出,KOA 患者正确使用力学矫形鞋垫可有效减轻疼痛症状、改善行走功能,且更适合内侧间室型患者^[29]。Russell 等^[35]通过研究发现,肥胖 KOA 患者使用力学矫形鞋垫可显著降低膝关节 EKAM 及角冲量;认为力学矫形鞋垫适用于膝关节无严重变形的肥胖女性,能够延缓 KOA 的病情发展。Kerrigan 等^[36]将矫形鞋垫的楔形角设定为 5°及 10°进行对比研究,发现两种角度均能降低患者运动时的 EKAM,但楔形角设定为 5°时患者的踝关节感觉更舒适、治疗依从性更高。然而有研究表明,使用中立位矫形鞋垫及外侧楔形角矫形鞋垫治疗 KOA,其减轻关节疼痛及改善关节功能的作用缺乏足够的证据支持^[37]。Maillefert 等^[38-39]通过一项前瞻性随机对照研究发现,内侧间室型 KOA 患者使用矫形鞋垫后 6 个月及 2 年,其膝关节疼痛、僵硬及功能改善情况无明显变化,但相较于单纯采用非甾体抗炎药治疗者,其药物用量及依赖性均明显减少。

3.3 运动疗法 运动疗法是治疗 KOA 的主要生物力学治疗方式,由于其减轻疼痛、改善关节功能的作用已被多项研究证实,因此临床应用较为广泛^[40]。运动疗法主要通过加强肌力训练改善膝关节活动度、增加膝关节周围肌肉力量,从而减轻膝关节负荷,缓解疼痛症状。虽然运动过程中人体心血管系统的变化、新陈代谢的加速、神经电生理的改善及心理因素都可能减轻 KOA 患者的疼痛症状,但能有效减轻膝关节负荷的则是股四头肌、髌外展和内收肌群等的训练^[41]。Farrokhi 等^[42]认为,加强下肢肌群锻炼可以有效改善下肢的生物力学情况,提高骨盆的稳定性,降低患膝的 EKAM。Ferreira 等^[43]通过回顾性研究发现,运动疗法可以有效缓解 KOA 患者的疼痛症状、改善关节功能,虽然加强了患膝肌肉力量,但并不降低 EKAM,由此认为运动疗法的临床疗效与 EKAM 的变化无关。患膝 EKAM 下降不显著可能提示运动疗法并非单纯通过降低膝关节内部压力达到治疗目的,而是通过运动增强肌肉力量,从而减轻关节载荷。Fransen 等^[44]通过回顾性研究发现,接受运动疗法治疗的 KOA 患者,其疗效在停止治疗后仍可维持 2~6 个月;认为运动疗法治疗 KOA,可以有效减轻疼痛症状、改善活动功能,有助于提高患者的生活质量。

4 小 结

由于不同 KOA 患者的膝关节解剖结构存在一定差异,因此相较于单一药物治疗,生物力学疗法因为更注重个体化治疗而表现出更多的优势^[25]。Felson^[45]认为,相较于应用非甾体类抗炎药,生物力学疗法能够更为持久地减轻疼痛、恢复关节活动功能。目前运动疗法治疗 KOA 的临床疗效已被证实,但有关运动疗法的生物力学研究则较为少见,因此仍需进行更多的研究来阐明运动的生物力学特征、提高运动耐力的方法及运动对骨形态结构的影响等。虽然佩戴膝关节矫形器及使用力学矫形鞋垫治疗 KOA 可以减少关节载荷,有助于延缓病情发展,但其减轻关节疼痛及改善关节功能的效果则缺乏足够证据支持,而且其远期疗效尚不明确^[37,46-47]。而佩戴膝关节矫形器及使用力学矫形鞋垫所产生的不良反应也不容忽视,前者容易引起皮肤起泡及下肢深静脉血栓形成,且容易滑倒^[30,48],后者容易引起踝关节不适感,部分患者可因无法忍受踝关节的不适而最终放弃采用该疗法。

近年来,KOA 的研究焦点由肌肉、软组织及形态学变化方面转移至动态生物力学分析,重点强调 EK-AM,虽然这一参数普遍适用于先前的研究,但对其他动态力学参数重要性的认识仍然存在不足^[49]。目前生物力学疗法治疗 KOA 对 EKAM 的影响尚存在争议,因此临床仍需进行大量的随机对照临床试验来提供充足证据,以便使生物力学疗法成为非手术治疗 KOA 的重要方式之一。

5 参考文献

- [1] 中华医学会风湿病学分会. 骨关节炎诊断及治疗指南[J]. 中华风湿病学杂志, 2010, 14(6): 416-419.
- [2] Juhl C, Christensen R, Roos EM, et al. Impact of exercise type and dose on pain and disability in knee osteoarthritis: a systematic review and meta-regression analysis of randomized controlled trials [J]. Arthritis Rheumatol, 2014, 66(3): 622-636.
- [3] 李宁华. 中老年人群骨关节炎的流行病学特征[J]. 中国临床康复, 2005, 9(38): 133-135.
- [4] 刘献祥, 林燕萍. 中西医结合治疗骨性关节炎[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2009: 12.
- [5] 张杰, 王人彦, 张玉柱. 膝骨关节炎的治疗进展[J]. 中医正骨, 2015, 27(10): 68-70.
- [6] Astephen JL, Deluzio KJ. Changes in frontal plane dynamics and the loading response phase of the gait cycle are characteristic of severe knee osteoarthritis application of a multidimensional analysis technique [J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2005, 20(2): 209-217.
- [7] Hunt MA, Birmingham TB, Giffin JR, et al. Associations among knee adduction moment, frontal plane ground reaction force, and lever arm during walking in patients with knee osteoarthritis [J]. J Biomech, 2006, 39(12): 2213-2220.
- [8] Pandy MG, Andriacchi TP. Muscle and joint function in human locomotion [J]. Annu Rev Biomed Eng, 2010, 12: 401-433.
- [9] Harrington IJ. Static and dynamic loading patterns in knee joints with deformities [J]. J Bone Joint Surg Am, 1983, 65(2): 247-259.
- [10] Thorp LE, Wimmer MA, Block JA, et al. Bone mineral density in the proximal tibia varies as a function of static alignment and knee adduction angular momentum in individuals with medial knee osteoarthritis [J]. Bone, 2006, 39(5): 1116-1122.
- [11] Shull PB, Lurie KL, Cutkosky MR, et al. Training multi-parameter gaits to reduce the knee adduction moment with data-driven models and haptic feedback [J]. J Biomech, 2011, 44(8): 1605-1609.
- [12] Miyazaki T, Wada M, Kawahara H, et al. Dynamic load at baseline can predict radiographic disease progression in medial compartment knee osteoarthritis [J]. Ann Rheum Dis, 2002, 61(7): 617-622.
- [13] Sharma L, Hurwitz DE, Thonar EJ, et al. Knee adduction moment, serum hyaluronan level, and disease severity in medial tibiofemoral osteoarthritis [J]. Arthritis Rheum, 1998, 41(7): 1233-1240.
- [14] Bennell KL, Bowles KA, Wang Y, et al. Higher dynamic medial knee load predicts greater cartilage loss over 12 months in medial knee osteoarthritis [J]. Ann Rheum Dis, 2011, 70(10): 1770-1774.
- [15] Rutherford DJ, Hubley-Kozey CL, Stanish WD, et al. Neuromuscular alterations exist with knee osteoarthritis presence and severity despite walking velocity similarities [J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2011, 26(4): 377-383.
- [16] Runhaar J, Koes BW, Clockaerts S, et al. A systematic review on changed biomechanics of lower extremities in obese individuals: a possible role in development of osteoarthritis [J]. Obes Rev, 2011, 12(12): 1071-1082.
- [17] Zhang Y, Hunter DJ, Nevitt MC, et al. Association of squatting with increased prevalence of radiographic tibiofemoral knee osteoarthritis: the Beijing Osteoarthritis Study [J]. Ar-

- thrititis Rheum, 2004, 50(4): 1187 – 1192.
- [18] 刘宇恒, 唐占英, 钱雪华, 等. 步态分析在膝关节骨性关节炎康复评估中的应用[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2012, 20(1): 62 – 64.
- [19] Sagawa Y Jr, Armand S, Lubbeke A, et al. Associations between gait and clinical parameters in patients with severe knee osteoarthritis: a multiple correspondence analysis[J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2013, 28(3): 299 – 305.
- [20] Benedetti MG, Merlo A, Leardini A. Inter – laboratory consistency of gait analysis measurements [J]. Gait Posture, 2013, 38(4): 934 – 939.
- [21] Nagano Y, Naito K, Saho Y, et al. Association between in vivo knee kinematics during gait and the severity of knee osteoarthritis[J]. Knee, 2012, 19(5): 628 – 632.
- [22] Andriacchi TP. The role of biomechanics in osteoarthritis[J]. Osteoarthritis Cartilage, 2013, 21: S1 – S2.
- [23] Astephen Wilson JL, Deluzio KJ, Dunbar MJ, et al. The association between knee joint biomechanics and neuromuscular control and moderate knee osteoarthritis radiographic and pain severity [J]. Osteoarthritis Cartilage, 2011, 19(2): 186 – 193.
- [24] Beaudreuil J, Bendaya S, Faucher M, et al. Clinical practice guidelines for rest orthosis, knee sleeves, and unloading knee braces in knee osteoarthritis [J]. Joint Bone Spine, 2009, 76(6): 629 – 636.
- [25] Rannou F, Poiraudau S. Non – pharmacological approaches for the treatment of osteoarthritis[J]. Best Pract Res Clin Rheumatol, 2010, 24(1): 93 – 106.
- [26] Kirkley A, Webster – Bogaert S, Litchfield R, et al. The effect of bracing on varus gonarthrosis[J]. J Bone Joint Surg Am, 1999, 81(4): 539 – 548.
- [27] Brouwer RW, Jakma TS, Verhagen AP, et al. Braces and orthoses for treating osteoarthritis of the knee[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2005, (1): CD004020.
- [28] Brouwer RW, van Raaij TM, Verhaar JA, et al. Brace treatment for osteoarthritis of the knee: a prospective randomized multi – centre trial [J]. Osteoarthritis Cartilage, 2006, 14(8): 777 – 783.
- [29] Zhang W, Moskowitz RW, Nuki G, et al. OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis, Part II: OARSI evidence – based, expert consensus guidelines[J]. Osteoarthritis Cartilage, 2008, 16(2): 137 – 162.
- [30] Moyer RF, Birmingham TB, Bryant DM, et al. Biomechanical effects of valgus knee bracing: a systematic review and meta-analysis[J]. Osteoarthritis Cartilage, 2015, 23(2): 178 – 188.
- [31] Dessery Y, Belzile EL, Turmel S, et al. Comparison of three knee braces in the treatment of medial knee osteoarthritis[J]. Knee, 2014, 21(6): 1107 – 1114.
- [32] Rafiaee M, Karimi MT. The effects of various kinds of lateral wedge insoles on performance of individuals with knee joint osteoarthritis[J]. Int J Prev Med, 2012, 3(10): 693 – 698.
- [33] Sasaki T, Yasuda K. Clinical evaluation of the treatment of osteoarthritic knees using a newly designed wedged insole[J]. Clin Orthop Relat Res, 1987, (221): 181 – 187.
- [34] Toda Y, Segal N, Kato A, et al. Effect of a novel insole on the subtalar joint of patients with medial compartment osteoarthritis of the knee[J]. J Rheumatol, 2001, 28(12): 2705 – 2710.
- [35] Russell EM, Hamill J. Lateral wedges decrease biomechanical risk factors for knee osteoarthritis in obese women[J]. J Biomech, 2011, 44(12): 2286 – 2291.
- [36] Kerrigan DC, Lelas JL, Goggins J, et al. Effectiveness of a lateral – wedge insole on knee varus torque in patients with knee osteoarthritis [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2002, 83(7): 889 – 893.
- [37] Duivenvoorden T, Brouwer RW, van Raaij TM, et al. Braces and orthoses for treating osteoarthritis of the knee[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2015, (3): CD004020.
- [38] Maillefert JF, Hudry C, Baron G, et al. Laterally elevated wedged insoles in the treatment of medial knee osteoarthritis: a prospective randomized controlled study[J]. Osteoarthritis Cartilage, 2001, 9(8): 738 – 745.
- [39] Pham T, Maillefert JF, Hudry C, et al. Laterally elevated wedged insoles in the treatment of medial knee osteoarthritis. A two – year prospective randomized controlled study [J]. Osteoarthritis Cartilage, 2004, 12(1): 46 – 55.
- [40] McAlindon TE, Bannuru RR, Sullivan MC, et al. OARSI guidelines for the non – surgical management of knee osteoarthritis[J]. Osteoarthritis Cartilage, 2014, 22(3): 363 – 388.
- [41] Bennell KL, Kyriakides M, Metcalf B, et al. Neuromuscular versus quadriceps strengthening exercise in patients with medial knee osteoarthritis and varus malalignment: a randomized controlled trial [J]. Arthritis Rheumatol, 2014, 66(4): 950 – 959.
- [42] Farrokhi S, Voycheck CA, Tashman S, et al. A biomechanical perspective on physical therapy management of knee osteoarthritis[J]. J Orthop Sports Phys Ther, 2013, 43(9): 600 – 619.

- [43] Ferreira GE, Robinson CC, Wiebusch M, et al. The effect of exercise therapy on knee adduction moment in individuals with knee osteoarthritis: A systematic review [J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2015, 30(6): 521–527.
- [44] Fransen M, McConnell S, Harmer AR, et al. Exercise for osteoarthritis of the knee: a Cochrane systematic review [J]. Br J Sports Med, 2015, 49(24): 1554–1557.
- [45] Felson DT. Osteoarthritis as a disease of mechanics [J]. Osteoarthritis Cartilage, 2013, 21(1): 10–15.
- [46] Moyer RF, Birmingham TB, Bryant DM, et al. Valgus bracing for knee osteoarthritis: a meta-analysis of randomized trials [J]. Arthritis Care Res (Hoboken), 2015, 67(4): 493–501.
- [47] Baert IA, Nijs J, Meeus M, et al. The effect of lateral wedge insoles in patients with medial compartment knee osteoarthritis: balancing biomechanics with pain neuroscience [J]. Clin Rheumatol, 2014, 33(11): 1529–1538.
- [48] Beaudreuil J, Bendaya S, Faucher M, et al. Clinical practice guidelines for rest orthosis, knee sleeves, and unloading knee braces in knee osteoarthritis [J]. Joint Bone Spine, 2009, 76(6): 629–636.
- [49] Andriacchi TP. Valgus alignment and lateral compartment knee osteoarthritis: a biomechanical paradox or new insight into knee osteoarthritis? [J]. Arthritis Rheum, 2013, 65(2): 310–313.

(2016-08-21 收稿 2016-10-11 修回)

· 作者须知 ·

论文中对数据进行统计学处理时需要注意的问题

1 对基线资料进行统计学分析 搜集资料应严格遵守随机抽样设计, 保证样本从同质的总体中随机抽取, 除了对比因素外, 其他可能影响结果的因素应尽可能齐同或基本接近, 以保证组间的齐同可比性。因此, 应对样本的基线资料进行统计学分析, 以证明组间的齐同可比性。

2 选择正确的统计检验方法 研究目的不同、设计方法不同、资料类型不同, 选用的统计检验方法则不同。例如: 2 组计量资料的比较应采用 t 检验; 而多组 (≥ 3 组) 计量资料的比较应采用方差分析 (即 F 检验), 如果组间差异有统计学意义, 想了解差异存在于哪两组之间, 再进一步做 q 检验或 LSD- t 检验。许多作者对多组计量资料进行比较时采用两两组间 t 检验的方法是错误的。又如: 等级资料的比较应采用 Ridit 分析或秩和检验或行平均得分差检验。许多作者对等级资料进行比较时采用卡方检验的方法是错误的。

3 假设检验的推断结论不能绝对化 假设检验的结论是一种概率性的推断, 无论是拒绝 H_0 还是不拒绝 H_0 , 都有可能发生错误 (I 型错误和 II 型错误)。因此, 假设检验的推断结论不能绝对化。

4 P 值的大小并不表示实际差别的大小 研究结论包括统计结论和专业结论两部分。统计结论只说明有无统计学意义, 而不能说明专业上的差异大小。 P 值的大小不能说明实际效果的“显著”或“不显著”。统计结果的解释和表达, 应说对比组之间的差异有 (或无) 统计学意义, 而不能说对比组之间有 (或无) 显著的差异。 $P \leq 0.01$ 比 $P \leq 0.05$ 更有理由拒绝 H_0 , 并不表示 $P \leq 0.01$ 时比 $P \leq 0.05$ 时实际差异更大。只有将统计结论和专业知识有机地结合起来, 才能得出恰如其分的研究结论。若统计结论与专业结论一致, 则最终结论也一致; 若统计结论与专业结论不一致, 则最终结论需根据专业知识而定。判断被试因素的有效性时, 要求在统计学上和专业上都有意义。

5 假设检验的结果表达 P 值传统采用 0.05 和 0.01 这 2 个界值, 现在提倡给出 P 的具体数值和检验统计量的具体数值 (小数点后保留 3 位有效数字), 主要理由是: ①以前未推广统计软件之前, 需要通过查表估计 P 值, 现在使用统计软件会自动给出具体的 P 值和检验统计量的具体值 (t 值、 F 值、 χ^2 值等)。②方便根据具体情况判断问题。例如 $P = 0.051$ 与 $P = 0.049$ 都是小概率, 不能简单地断定 $P = 0.051$ 无统计学意义而 $P = 0.049$ 有统计学意义。③便于对同类研究结果进行综合分析。

6 统计学符号的使用 统计学符号的使用应按照 GB3358—82《统计名词及符号》的规定, 具体可参阅本刊投稿须知中的有关要求。

请作者在写论文时使用参考文献

参考文献不仅增加论文的学术性, 而且表明论文的科学依据, 也是对他人劳动成果的尊重。另外, 凡无参考文献的文章, 国家进行论文统计时不予统计。因此, 希望作者在撰写论文时, 凡在文中引用他人数据或观点时, 应使用参考文献。并希望作者使用参考文献时参照我刊稿约, 按参考文献的书写要求书写完整, 且依论文中引用的先后顺序进行参考文献排序并在论文中作相应标注。参考文献宜选用近 1~2 年内的权威性学术期刊文献。