

泪液渗透压的研究进展

王玮 综述 李贵刚 张虹 审校

430030 武汉, 华中科技大学同济医学院附属同济医院眼科

通信作者: 张虹, Email: zhanghong@vip. 163. com

DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 2095-0160. 2016. 02. 020

【摘要】 泪液渗透压是维持泪膜稳定的重要因素。随着泪液渗透压检测技术的发展, 关于泪液渗透压与相关疾病关系的研究越来越多, 将泪液渗透压检测用于干眼等眼表相关疾病的诊断优势将更加明显。目前不同泪液渗透压检测方法以及诊断干眼的泪液渗透压临界值正受到临床医师的关注, 关于分析性别、年龄、眼别、昼夜变化、泪液取样部位以及泪液采集间隔时间对泪液渗透压影响的研究进展已有报道。就泪液渗透压与干眼诊断、糖尿病、翼状胬肉以及角膜接触镜的研究进展进行综述。

【关键词】 泪液渗透压; 干眼; 糖尿病; 翼状胬肉; 角膜接触镜

Research advances of tear osmolarity Wang Wei, Li Guigang, Zhang Hong

Department of Ophthalmology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

Corresponding author: Zhang Hong, Email: zhanghong@vip. 163. com

【Abstract】 Tear osmolarity is an important factor in maintaining tear film stability. With the development of testing technology for tear osmolarity, more researches on tear osmolarity and related diseases were reported, and the advantages of tear osmolarity in diagnosing dry eye and related diseases appear to be obvious. The testing technology of tear osmolarity and the tear osmolarity critical value in dry eye diagnosis are concerned by many ophthalmologists. The effects of some factors on diagnosis of eye diseases including gender, age, eye side, diurnal variation, sampling position and collecting time of tear have been researched. The research progress in the relationship between tear osmolarity and dry eye diagnosis, diabetes, pterygium, corneal contact lens were summarized.

【Key words】 Osmolarity, tear; Dry eye; Diabetes; Pterygium; Contact lens

泪液含钠离子、钾离子、氯离子、碳酸氢盐等晶体成分及乳铁蛋白、溶菌酶、免疫球蛋白等胶体成分, 具有一定的渗透压。泪液渗透压是维持泪膜稳定和眼表舒适度的重要因素, 也是表征泪液更新频率及蒸发的主要功能指标, 所以泪液渗透压和泪液容量一样, 是泪膜动力学研究的重要参数。随着泪液渗透压检测技术的发展及人们对干眼诊疗的愈加重视, 国外关于泪液渗透压的研究及应用越来越多, 正常人和相关疾病患者的泪液渗透压值也屡见报道, 但中国目前对于泪液渗透压的研究相对较少。本文就泪液渗透压的研究进展进行综述。

1 泪眼渗透压的检测方法

正常泪液的渗透压主要受其所含的阳离子(钠离子、钾离子、钙离子、铁离子等)和阴离子(氯离子、碳酸氢盐、磷酸盐)影响, 其中最主要的成分是氯化钠。虽然泪液中的大分子物质如蛋白质也可以影响泪液渗透压, 但由于这些物质分子量且含量低, 所以对于泪液渗透压影响较轻微^[1]。关于泪液渗透压的检测主要有以下 3 种方法: (1) 冰点降低法 依据溶液的冰

点下降与溶质浓度成正比的原理, 通过测量泪液的冰点来计算泪液渗透压, 该方法是早期泪液渗透压研究的主要方法并沿用至今^[2-3], 目前该方法仅需 0.5 μl 泪液样本即可进行检测。(2) 蒸气压法 该方法避免了溶液的高黏度导致的低温结晶、悬浮颗粒、溶质分布不均匀等影响冰点降低法准确性的因素, 测得的数据较冰点降低法更可靠, 有研究表明 0.8 μl 样本量即可得到具有较好准确性和重复性的结果^[4]。(3) 电阻抗法 依据溶液的电阻抗随着溶质质量浓度的增加而降低的原理, 通过测量电阻抗来计算泪液渗透压。目前最常用的检测仪器为美国 TearLab 公司于 2009 年经 FDA 批准并投放市场的 TearLab Osmolarity 系统^[5], 操作简单, 精确性高, 所需样本量小 ($50 \times 10^{-3} \mu\text{l}$), 检测的泪液渗透压范围为 275 ~ 400 mOsmal/L^[6]。

2 影响泪液渗透压的相关因素

2.1 性别

一些小样本研究中发现, 男性和女性的平均泪液渗透压水平有明显差异^[7-8], 但也有研究表明性别差异并不影响泪液渗

透压^[9-10]。

2.2 年龄

Craig 等^[7]研究发现年轻女性的平均泪液渗透压低于老年女性,推测其可能与年轻女性泪液分泌较多有关,故认为在正常的眼睛中泪液渗透压并不受年龄影响。但 Mathers 等^[11]认为泪液的分泌量和蒸发情况随着年龄而发生改变,进而引起泪液渗透压的变化。

2.3 眼别

Wright 等^[12]认为双眼泪液渗透压存在较大差异,一些研究中往往取双眼的平均泪液渗透压作为参考值^[8,13]。

2.4 昼夜变化

有研究表明,夜晚睡眠时由于眼睑长时间闭合可导致泪液渗透压下降^[14]。也有研究表明泪液渗透压在白天有升高的趋势^[15]。Ming 等^[16]研究显示泪液渗透压在白天有波动。

2.5 泪液的取样部位

Benjamin 等^[17-18]发现从眼表不同部位取样所测得的泪液渗透压值存在差异。Bron 等^[19]认为从下泪河取样所测得的泪液渗透压值忽略了泪液穿过角膜表面时蒸发因素的影响。

2.6 泪液样本的采集间隔时间

Keech 等^[20]通过 TearLab 系统测试了 10 名正常人和 10 例干眼患者的泪液渗透压,每个受试者连续采集 8 次,前 4 次样本采集每次间隔 15 min,后 4 次每次间隔 1 min,结果显示间隔 15 min 和间隔 1 min 取样的泪液最大渗透压值和平均渗透压值均无显著差异,认为可以快速连续采集泪液样本而无需长时间的间隔。

3 泪液渗透压检测在相关疾病的应用

3.1 泪液渗透压与干眼诊断

20 世纪 70 年代末以来已有大量研究对正常人和干眼患者的泪液渗透压进行比较,发现干眼患者的泪液渗透压较正常人高。与干眼相反,有溢泪主诉的患者往往具有较低的泪液渗透压^[21]。随着 2009 年 TearLab 系统在美国投入使用,泪液渗透压被广泛用于干眼的诊断及研究。

许多研究者希望找到正常人的泪液渗透压参考值范围以及诊断干眼的泪液渗透压临界值。Tomlinson 等^[22]对 1978 年至 2004 年所报道的泪液渗透压(大部分通过冰点降低法检测)进行 Meta 分析,显示正常人和干眼患者之间的泪液渗透压平均值分别为(302.0±9.7)和(326.9±22.1)mOsmal/L,正常人和干眼患者之间的泪液渗透压临界值为 316 mOsmal/L。Sullivan 等^[23]在 10 个欧盟国家及美国的多中心研究中收集了 299 例受试者的 TearLab 系统检测值,发现正常人泪液渗透压平均值为(302.2±8.3)mOsmal/L,轻中度和重度干眼患者的泪液渗透压平均值分别为(315.0±11.4)和(336.4±22.3)mOsmal/L。Lemp 等^[24]通过多中心研究收集了 314 例受试者,发现正常人泪液渗透压平均值为(300.8±7.8)mOsmal/L,轻中度和重度干眼患者的泪液渗透压的平均值分别为(315.5±10.4)和(336.7±22.2)mOsmal/L。中国目前对于泪液渗透压的研究较少,陈绮等^[25]以办公室工作的人群为研究对象,通过 TearLab 系统测定

了 30 名正常人[平均年龄(25.5±3.1)岁,男 9 例,女 21 例]和 60 例干眼患者[平均年龄(25.7±3.3)岁,男 16 例,女 44 例]的泪液渗透压,其平均值分别为(304.2±8.5)和(313.4±10.7)mOsmal/L。

TearLab 系统检测方法诊断干眼具有较高的敏感性及特异性。Lemp 等^[24]研究发现,以 312 mOsmal/L 的泪液渗透压作为诊断干眼的临界值时,灵敏性为 73%,特异性为 92%;Tomlinson 等^[26]以 316 mOsmal/L 的泪液渗透压作为诊断干眼的临界值,灵敏性为 73%,特异性为 90%;Jacobi 等^[27]以 316 mOsmal/L 作为临界值,具有 87% 的灵敏性和 81% 的特异性;Versura 等^[28]以 305 mOsmal/L 作为临界值,灵敏性和特异性分别为 43% 和 96%。研究表明,泪液渗透压较其他传统干眼诊断方法,无论是在灵敏性上(角膜染色诊断干眼的灵敏性为 54%、结膜染色为 60%、睑板腺炎症分级为 61%),还是在特异性上(泪膜破裂时间诊断干眼的特异性为 45%、泪液分泌试验为 51%)均有明显优势^[24]。Sullivan 等^[23]研究发现泪液渗透压与干眼的相关系数 r^2 为 0.55,高于其他传统干眼诊断方法(结膜染色 r^2 为 0.47、角膜染色为 0.43、睑板腺炎症分级为 0.37、泪膜破裂时间为 0.30、泪液分泌试验为 0.17),提示泪液渗透压较其他检查方法对于干眼的分级更具指导意义。

目前国外关于正常人和干眼患者泪液渗透压的参考值尚未达成共识,中国关于泪液渗透压的研究甚少,随着 TearLab 系统的推广和应用,多地区、多中心的大规模研究的开展将有助于改变上述局面。随着检测技术的进步,泪液渗透压将有可能作为干眼的常规检查项目。

3.2 泪液渗透压检测在糖尿病研究中的应用

不少研究提示糖尿病患者的泪液渗透压值有异常。Kaiserman 等^[29]的研究发现糖尿病患者常伴有干眼症状,血糖控制不佳的患者需要使用人工泪液。Najafi 等^[13]用 TearLab 系统对 243 例 2 型糖尿病患者的平均泪液渗透压进行检测,测得值为(301.97±13.52)mOsmal/L。Sağdı́k 等^[30]通过冰点降低法测得 46 名正常人和 55 例 2 型糖尿病患者的泪液渗透压平均值分别为(308.22±18.16)和(320.40±21.80)mOsmal/L,糖尿病患者的泪液渗透压明显高于正常人,尤其是血糖控制欠佳的患者和糖尿病病程较长的患者,但泪液渗透压和糖化血红蛋白水平间无明显相关性。Fuerst 等^[8]通过 TearLab 系统测得 12 例男性和 38 例女性糖尿病患者的最大泪液渗透压平均值分别为(311.8±4.0)和(302.3±1.9)mOsmal/L,发现泪液渗透压与年龄、使用人工泪液的时间、糖尿病病程以及糖化血红蛋白水平之间均无明显相关性。

3.3 泪液渗透压检测在翼状胬肉患者中的应用

Julio 等^[31]测得 30 例原发性鼻侧翼状胬肉患者和 30 名正常人的泪液渗透压平均值分别为(323±11)和(306±12)mOsmal/L,认为翼状胬肉可以导致泪液渗透压的升高,进而导致泪液结晶和杯状细胞密度的改变。Türkyılmaz 等^[32]测量了 74 例原发性翼状胬肉患者术前及胬肉切除术后的泪液渗透压,发现未复发翼状胬肉患者术后泪液渗透压水平低于术前,而复发患者在术后第 18 个月的泪液渗透压与术前无明显差异,认

为切除翼状胬肉可以降低泪液渗透压,改善泪膜功能。但术后应用低渗人工泪液是否可以抑制翼状胬肉的复发鲜见报道。

4 泪液渗透压检测在角膜接触镜佩戴者中的应用

角膜接触镜将泪膜分成镜前泪膜和镜后泪膜 2 个部分,镜前泪膜的脂质层破坏可导致其蒸发增加,而镜后泪膜由于亲水性镜片的脱水作用及镜片移动过程中的破坏作用导致其泪膜稳定性下降^[33]。目前的观点认为佩戴角膜接触镜可以导致泪液渗透压的增加^[34-35]。

有学者认为长期佩戴角膜接触镜可以导致睑板腺结构及功能的改变,进而导致脂质层厚度的改变及泪膜的不稳定性。石迎辉等^[36]通过冰点降低法测得 30 例软性和 30 例半硬性角膜接触镜佩戴者佩戴前、佩戴 3 个月和佩戴 6 个月时双眼泪液渗透压检测的平均值分别为(295.0 ± 5.7)和(294.5 ± 4.8)mOsm/L、(301.1 ± 6.6)和(300.9 ± 6.1)mOsm/L、(305.9 ± 7.5)和(306.6 ± 6.3)mOsm/L,发现不同镜片佩戴组之间的泪液渗透压差异无统计学意义,但 2 个组中佩戴 3 个月与佩戴前的泪液渗透压比较以及佩戴 6 个月与佩戴 3 个月的泪液渗透压比较差异均有统计学意义。

Iskeleli 等^[37]在 2002 年研究了 4 种不同类型角膜接触镜(含水量分别为 55% 和 38% 的日抛型软性角膜接触镜及透氧系数 Dk 值分别为 90 和 52 的硬性角膜接触镜)在佩戴前后受试者的泪液渗透压水平,发现佩戴角膜接触镜一段时间后受试者的泪液渗透压明显高于佩戴前,但不同镜片佩戴组之间泪液渗透压无明显差异。Iskeleli 等^[38]于 2013 年通过冰点降低法对比第 1 代和第 2 代硅水凝胶隐形眼镜佩戴前和佩戴后 3 个月的泪液渗透压,发现 2 个组中的泪液渗透压值都有升高趋势,但差异并不明显。

泪液渗透压有助于对比和评价不同材料及类型的角膜接触镜的优缺点,也可作为长期佩戴角膜接触镜患者泪膜质量的监测指标,同时可对角膜接触镜佩戴引起的干眼进行早期诊断及干预。

5 小结

中国目前关于泪液渗透压的研究较少,引入 TearLab 系统并制定泪液渗透压的规范化和标准化检测流程有助于尽快建立中国正常人和相关疾病患者泪液渗透压的参考范围值。随着检测技术的进步,泪液渗透压诊断干眼等眼表相关疾病的优势将更加明显,随着泪液渗透压在临床上的研究及应用越来越多,其在各种干眼的诊断、干眼分级和疗效评估、翼状胬肉等眼表疾病的发病和预防研究、角膜接触镜等的相关研究中将会发挥更大的作用。

参考文献

[1] Holly FJ, Esquivel ED. Colloid osmotic pressure of artificial tears[J]. J Ocul Pharmacol, 1985, 1(4): 327-336.
[2] Suzuki M, Massingale ML, Ye F, et al. Tear osmolarity as a biomarker for dry eye disease severity[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2010,

51(9): 4557-4561. DOI:10.1167/iovs.09-4596.

- [3] Nelson JD, Wright JC. Tear film osmolality determination: an evaluation of potential errors in measurement[J]. Curr Eye Res, 1986, 5(9): 677-681.
[4] Pensyl CD, Benjamin WJ. Vapor pressure osmometry: minimum sample microvolumes[J]. Acta Ophthalmol Scand, 1999, 77(1): 27-30.
[5] Versura P, Campos EC. TearLab Osmolarity System for diagnosing dry eye[J]. Expert Rev Mol Diagn, 2013, 13(2): 119-129. DOI: 10.1586/erm.12.142.
[6] Yoon D, Gadaria-Rathod N, Oh C, et al. Precision and accuracy of TearLab osmometer in measuring osmolarity of salt solutions[J]. Curr Eye Res, 2014, 39(12): 1247-1250. DOI:10.3109/02713683.2014.906623.
[7] Craig JP, Tomlinson A. Effect of age on tear osmolality[J]. Optom Vis Sci, 1995, 72(10): 713-717.
[8] Fuerst N, Langelier N, Massaro-Giordano M, et al. Tear osmolarity and dry eye symptoms in diabetics[J]. Clin Ophthalmol, 2014, 8: 507-515. DOI:10.2147/OPHT.S51514.
[9] Murube J. Tear osmolarity[J]. Ocul Surf, 2006, 4(2): 62-73.
[10] Stahl U, Willcox M, Stapleton F. Osmolality and tear film dynamics[J]. Clin Exp Optom, 2012, 95(1): 3-11. DOI: 10.1111/j.1444-0938.2011.00634.x.
[11] Mathers WD, Lane JA, Zimmerman MB. Tear film changes associated with normal aging[J]. Cornea, 1996, 15(3): 229-234.
[12] Wright P, Cooper M, Gilvarry AM. Effect of osmolarity of artificial tear drops on relief of dry eye symptoms: BJ6 and beyond[J]. Br J Ophthalmol, 1987, 71(2): 161-164.
[13] Najafi L, Malek M, Valojerdi AE, et al. Dry eye and its correlation to diabetes microvascular complications in people with type 2 diabetes mellitus[J]. J Diabetes Complications, 2013, 27(5): 459-462. DOI: 10.1016/j.jdiacomp.2013.04.006.
[14] Gilbard JP, Cohen GR, Baum J. Decreased tear osmolarity and absence of the inferior marginal tear strip after sleep[J]. Cornea, 1992, 11(3): 231-233.
[15] Benjamin WJ, Hill RM. Human tears: osmotic characteristics[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 1983, 24(12): 1624-1626.
[16] Ming Li, Chixin Du, Dexi Zhu, et al. Daytime variations of tear osmolarity and tear meniscus volume[J]. Eye Contact Lens, 2012, 38(5): 282-287. DOI:10.1097/ICL.0b013e31825fed57.
[17] Benjamin WJ, Hill RM. Tonicity of human tear fluid sampled from the cul-de-sac[J]. Br J Ophthalmol, 1989, 73(8): 624-627.
[18] Benjamin WJ, Hill RM. Tear osmotic differences across the ocular surface[J]. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 1986, 24(6): 583-586.
[19] Bron AJ, Tiffany JM, Yokoi N, et al. Using osmolarity to diagnose dry eye: A compartmental hypothesis and review of our assumptions[J]. Adv Exp Med Biol, 2002, 506(Pt B): 1087-1095.
[20] Keech A, Senchyna M, Jones L. Impact of time between collection and collection method on human tear fluid osmolarity[J]. Curr Eye Res, 2013, 38(4): 428-436. DOI:10.3109/02713683.2013.763987.
[21] Saleh GM, Hussain B, Woodruff SA, et al. Tear film osmolarity in epiphora[J]. Ophthal Plast Reconstr Surg, 2012, 28(5): 338-340. DOI:10.1097/IOP.0b013e31825e6960.
[22] Tomlinson A, Khanal S, Ramaesh K, et al. Tear film osmolarity: determination of a referent for dry eye diagnosis[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2006, 47(10): 4309-4315.
[23] Sullivan BD, Whitmer D, Nichols KK, et al. An objective approach to dry eye disease severity[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2010, 51(12): 6125-6130. DOI:10.1167/iovs.10-5390.

- [24] Lemp MA, Bron AJ, Baudouin C, et al. Tear osmolarity in the diagnosis and management of dry eye disease [J]. *Am J Ophthalmol*, 2011, 151(5): 792-798. DOI:10.1016/j.ajo.2010.10.032.
- [25] 陈琦, 陈蔚, 王耀增. 办公室干眼泪液渗透压和泪液容量特征分析[J]. *温州医学院学报*, 2013, 43(6): 355-359. DOI: 10.3969/j.issn.1000-2138.2013.06.002.
Chen Q, Chen W, Wang YZ. Characteristics of tear osmolarity and tear volumes in office dry eye [J]. *J Wenzhou Medical College*, 2013, 43(6): 355-359.
- [26] Tomlinson A, McCann LC, Pearce EI. Comparison of human tear film osmolarity measured by electrical impedance and freezing point depression techniques [J]. *Cornea*, 2010, 29(9): 1036-1041. DOI: 10.1097/ICO.0b013e3181cd9a1d.
- [27] Jacobi C, Jacobi A, Kruse FE, et al. Tear film osmolarity measurements in dry eye disease using electrical impedance technology [J]. *Cornea*, 2011, 30(12): 1289-1292. DOI:10.1097/ICO.0b013e31821de383.
- [28] Versura P, Profazio V, Campos EC. Performance of tear osmolarity compared to previous diagnostic tests for dry eye diseases [J]. *Curr Eye Res*, 2010, 35(7): 553-564. DOI:10.3109/02713683.2010.484557.
- [29] Kaiserman I, Kaiserman N, Nakar S, et al. Dry eye in diabetic patients [J]. *Am J Ophthalmol*, 2005, 139(3): 498-503.
- [30] Sağdıkcı HM, Ugurbas SH, Can M, et al. Tear film osmolarity in patients with diabetes mellitus [J]. *Ophthalmic Res*, 2013, 50(1): 1-5. DOI: 10.1159/000345770.
- [31] Julio G, Lluch S, Pujol P, et al. Tear osmolarity and ocular changes in pterygium [J]. *Cornea*, 2012, 31(12): 1417-1421. DOI: 10.1097/ICO.0b013e318259c934.
- [32] Türkyılmaz K, Oner V, Sevim MŞ, et al. Effect of pterygium surgery on tear osmolarity [J]. *J Ophthalmol*, 2013, 2013: 863498. DOI:10.1155/2013/863498.
- [33] Sharma A, Ruckenstein E. Mechanism of tear film rupture and its implications for contact lens tolerance [J]. *Am J Optom Physiol Opt*, 1985, 62(4): 246-253.
- [34] Mann A, Tighe B. Contact lens interactions with the tear film [J]. *Exp Eye Res*, 2013, 117(12): 88-98. DOI:10.1016/j.exer.2013.07.013.
- [35] Craig JP, Willcox MD, Argüeso P, et al. The TFOS International Workshop on Contact Lens Discomfort: report of the contact lens interactions with the tear film subcommittee [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2013, 54(11): 123-156. DOI:10.1167/iovs.13-13235.
- [36] 石迎辉, 王丽娅, 陈慷. 角膜接触镜对泪液渗透压的影响 [J]. *眼科研究*, 2010, 28(6): 564-565. DOI: 10.3969/j.issn.1003-0808.2010.06.023.
- [37] Iskeleli G, Karakoç Y, Aydin O, et al. Comparison of tear-film osmolarity in different types of contact lenses [J]. *CLAO J*, 2002, 28(4): 174-176.
- [38] Iskeleli G, Karakoç Y, Ozkok A, et al. Comparison of the effects of first and second generation silicone hydrogel contact lenswear on tear film osmolarity [J]. *Int J Ophthalmol*, 2013, 6(5): 666-670. DOI: 10.3980/j.issn.2222-3959.2013.05.22.

(收稿日期:2015-10-24)

(本文编辑:尹卫靖 张宇)

读者 · 作者 · 编者

《中华实验眼科杂志》声明

本刊自创刊以来,未曾委托和授权任何个人、单位及社会团体参与本刊的投稿、征稿和稿件发表等过程。请广大作者直接从中华医学会远程稿件管理系统投稿,并直接与本刊联系,以免受到任何不必要的损失。

本刊稿件处理流程

本刊实行以同行审稿为基础的三级审理制度(编辑初审、专家外审、编委会终审)稿件评审。编辑部在稿件审理过程中坚持客观、公平、公正的原则,郑重承诺审稿过程中尊重和保护审稿专家、作者及稿件的私密权。专家审理认为不宜刊用的稿件,编辑部将告知作者专家的审理意见,对稿件处理有不同看法的作者有权向编辑部申请复议,但请写出申请理由和意见。

稿件审理过程中作者可通过“中华医学会杂志社远程稿件管理系统”查询稿件的审理结果。作者如需要采用通知或退稿通知可与编辑部联系。编辑部发给作者修改再评的稿件,如2个月没有修回,视为作者自行撤稿。编辑部的各种通知将通过Email发出,投稿后和稿件审理期间请作者留意自己的电子信箱。作者自收到采用通知之日起,即视为双方建立合约关系,作者如撤稿必须向编辑部申诉理由并征得编辑部同意。一旦稿件进入编排阶段,作者不应提出自撤稿件,在此期间因一稿两投或强行撤稿而给本刊造成不良影响和/或经济损失者,编辑部有权给以公开曝光、通报并实施经济赔偿,作者自行承担一切责任和后果。

根据《中华人民共和国著作权法》的相关条文,本刊编辑可对待发表的来稿按照编辑规范和专业进行文字加工、修改和删减,修改后的稿件作者须认真校对核实,修改涉及文章的核心内容时双方应进行沟通并征得作者同意。除了编辑方面的技术加工以外,作者对已经发表论文的全部内容文责自负。稿件编辑流程中编辑退回作者修改的稿件逾期2个月不修回者,视为自行撤稿。

(本刊编辑部)