

miR-30e-5p在各类疾病中的表达及其对各类疾病影响的研究进展

金萌*, 李飞*

延安大学附属医院, 陕西 延安

收稿日期: 2022年5月27日; 录用日期: 2022年6月19日; 发布日期: 2022年6月29日

摘要

微小RNA(miRNAs)是一类由内源基因编码的长度约为22个核苷酸的非编码单链RNA分子, 这些小分子RNA通过碱基配对与靶mRNA序列的3'非翻译区或编码区结合以调控基因的表达, 对细胞增殖及凋亡、脂肪代谢等起着重要的调控作用。目前研究发现miR-30家族中含有5个高度保守且成熟的成员: miR-30a、miR-30b、miR-30c、miR-30d和miR-30e。也有研究表明, miR-30e-5p在肿瘤、心血管疾病及自身免疫性疾病等疾病中都发挥着一定作用, 现对miR-30e-5p在不同疾病中的表达及其通过不同途径对各类疾病产生影响的研究予以综述。

关键词

miR-30e-5p, 表达, 疾病

Research Progress on the Expression of miR-30e-5p in Various Diseases and Its Influence on Various Diseases

Meng Jin*, Fei Li*

Yan'an University Affiliated Hospital, Yan'an Shaanxi

Received: May 27th, 2022; accepted: Jun. 19th, 2022; published: Jun. 29th, 2022

Abstract

microRNAs (miRNAs) are a class of non-coding single-stranded RNA molecules with a length of

*通讯作者。

about 22 nucleotides encoded by endogenous genes. These small RNA molecules combine with the 3' untranslated region or coding region of the target mRNA sequence through base pairing to regulate gene expression, and play an important role in cell proliferation, apoptosis and fat metabolism. At present, it is found that miR-30 family contains five highly conserved and mature members: miR-30a, miR-30b, miR-30c, miR-30d and miR-30e. Now, some studies have shown that miR-30e-5p plays a role in tumors, cardiovascular diseases, autoimmune diseases and other diseases. This paper reviews the research on the expression of miR-30e-5p in different diseases and its impact on various diseases through different ways.

Keywords

miR-30e-5p, Expression, Disease

Copyright © 2022 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

近年来,对于微小RNA(miRNAs)的研究日益增多,通过大量研究也证明了其与多种疾病都有着不同程度的影响,也越来越受到大众的关注。现有研究已表明miR-30家族中含有5个高度保守且成熟的成员:miR-30a、miR-30b、miR-30c、miR-30d和miR-30e[1]。miR-30的家族成员与成骨细胞及脂肪细胞分化,上皮细胞间质转化(EMT),细胞衰老,心肌基质重构和肿瘤相关[2],而miR-30e-5p作为其中一员,也对多种疾病通过不同方式起着调控作用,虽然还未完全应用到临床诊疗过程当中,但其对未来有着一定的指导意义,目前已成为一研究热点,现对其研究进展予以综述。

2. miR-30e-5p与肿瘤

有研究表明,miR-30e-5p在肿瘤细胞中表达可增高或降低,能够通过不同途径参与肿瘤细胞发展的调控作用,参与细胞凋亡,促进或抑制肿瘤的进展。也有实验证明,miR-30e-5p也影响着肿瘤对部分药物的耐药性。

2.1. 低表达

通过研究发现,miR-30e-5p在多种肿瘤细胞中表达降低,当上调miR-30e-5p时,往往能通过不同途径抑制肿瘤的发展。现研究证明,miR-30e-5p在肝癌、口腔鳞癌、鼻咽癌、膀胱癌、非小细胞肺癌细胞中都有这一现象的发生。李泓町[3]等人发现人肝癌细胞(MHCC97)miR-30e-5p的表达水平明显降低,当其过表达时,MHCC97的增殖受到了明显抑制,最终证明miR-30e-5p可以通过靶向调控自噬相关蛋白ATG5基因的表达,影响细胞的凋亡与自噬,影响肝癌的进展。廖诗晗[4]等人也通过实验发现miR-30e-5p也能靶向上调TP53INP1的表达,从而抑制上皮细胞-间充质转化和肿瘤血管生成拟态的功能,抑制肝癌细胞的增殖及转移。Han Lili[5]等人也发现miR-30e-5p能够通过结合YY1的3'UTR 2663-2847区域竞争性调节YY1,其增加可抑制肝癌细胞集落的形成、增殖和迁移。秦弦[6]等人后来发现在乙肝导致肝癌这一过程中,miR-30e-5p也起着重要作用,HBV通过与miRNA30e-5p发生竞争性抑制,通过miR-30e-5p/MAPK/NFAT5信号通路上调DARS2的表达,促进肝癌细胞的生长,而miR-30e-5p也可反向抑制HBV,促进肿瘤细胞凋亡,延缓肿瘤的进展。朱雪琴[7]等人在口腔鳞癌研究中也发现与癌旁组织

相比 miR-30e-5p 在口腔鳞癌组织中的表达显著下调, 转染 miR-30e-5p mimics 后, 肿瘤细胞的增殖、克隆形成及迁移能力都较前受到抑制, 对口腔鳞癌发展过程中起着抑制作用。Ma Y-X [8] 等人研究也发现在鼻咽癌组织中 miR-30e-5p 也呈现低表达, 其可通过与 USP22 的特异性 3'UTR 序列结合, 负性调节 USP22, 抑制细胞的增殖、侵袭、迁移和 EMT。胡伟群[9] 等人发现, miR-30e-5p 能逆转 MTA1 调控的鼻咽癌的转移与侵袭, 在鼻咽癌中过度表达 miR-30e-5p 能预测患者更好的预后。Zhenxing Zhang [10] 等人发现在人类膀胱癌中 miR-30e-5p 降低, 上调 miR-30e-5p 能降低了 T24 和 UM-UC-3 细胞的增殖和迁移, 能通过负调控 Metaherin 蛋白表达而发挥肿瘤抑制作用。徐高俊[11] [12] 等人发现在非小细胞肺癌肿瘤组织中 miR-30e-5p 的表达均低于癌旁组织, miR-30e-5p 可通过结合在 3'UTR 的特异序列负调控 USP22 的表达, 通过下调 GUSP22 介导的 Sirt1/JAK/STAT3 信号传导抑制肿瘤的发生。Li Wei [13] 等人也研究发现上调 miR-30e-5p 可增强 Bax 和 c-Caspase3 的表达, 降低细胞中 Bcl-2、ITGA6 的表达以及 PI3K 和 Akt 的磷酸化, 减弱了 ITGA6 的表达, 从而发挥了抑瘤的功能。

2.2. 高表达

除了低表达外, 还发现在一些肿瘤细胞中 miR-30e-5p 呈现高表达的状态。Kuancan Liu [14] 等人在乳腺癌中也发现乳腺癌活检组织 miR-30e-5p 的水平较癌旁组织升高, 当敲除 SOX2 基因后, miR-30e-5p 水平显著降低, 同时细胞增殖减少, 说明其与乳腺癌细胞增殖有很大程度的关联。

2.3. 耐药

除了在肿瘤发生、发展过程中起着重要调控作用外, 在耐药方面也起着一定的作用。Hongdan Dai [15] 等人就发现 miR-30e-5p 在肿瘤耐药性中产生调控作用, OIP5-AS1 能够通过竞争性结合 miR-30e-5p 调节 ATG12, 影响自噬相关的耐药性, 说明 OIP5-AS1 通过调节 miR-30e-5p/ATG12 轴促进慢性粒细胞性白血病细胞自噬相关的伊马替尼抵抗。

2.4. 其他

另外还有研究发现, miR-30e-5p 还能通过其他方式影响肿瘤的发生、发展。Pan Fei [16] 等人就发现 circFAT1(e2) 可以作为 miR-30e-5p 海绵发挥作用, 抑制 miR-30e-5p 的表达 ITGA6 的表达水平增高, 从而促进结直肠癌细胞的侵袭、迁移和增殖。陆天宇[17] 等人在食管癌细胞研究中也发现 lncRNA DLEU2 能够作为一个 ceRNA 吸附 miR-30e-5p 以 E2F7 为靶点调控细胞的凋亡, 影响食管鳞癌细胞增殖、迁移和侵袭, 发挥促癌基因功能。Kui Zhang [18] 在胶质瘤研究中发现经 T-96 (去甲基泽基甾醇) 治疗后, miR-30e-5p 表达上调, 而 MYBL2 表达下调, 提示 T-96 能够通过 miR-30e-5p/MYBL2 轴来抑制胶质瘤细胞的生长。Zhe Ma [19] 发现在前列腺癌患者中, CTHRC1 上调, miR-30e-5p 模拟物可下调 CTHRC1 的表达, 而且在 CTHRC1 基因敲除后能够明显抑制 PCa 细胞增殖、侵袭、迁移和集落形成, 从而得出 miR-30e-5p/CTHRC1/EMT 轴可能对前列腺癌的发展有重要影响这一结论。Shuiting Zhang [20] 发现 miR-30e-5p 作为转移抑制因子, 能够直接靶向癌基因 AEG-1, 明显抑制头颈部鳞状细胞癌的迁移、侵袭和转移, 并部分参与 miR-30e-5p 介导的血管生成和转移, 抑制上皮间质转化和血管生成。

2.5. miR-30e-5p 与心血管疾病

研究表明, miR-30e-5p 除了在肿瘤发展中发挥重要作用外, 对很多心血管疾病也有很大影响, 它通过调控细胞凋亡与自噬从而影响疾病的进展。miR-30e-5p 也有望成为心血管疾病治疗的重要手段。

Mo Binhai [21] 等通过 hiPSC-CMs (人诱导多能干细胞分化的心肌细胞) 模型研究时发现, 与正常组比较, 缺氧组 miR-30e-5p 表达水平明显下调, 而 Caspase-3 活性水平及凋亡相关蛋白 Bax/Bcl-2 明显升高、

hiPSC-CMs 凋亡比例明显上升, miR-30e-5p 的过表达则能够部分缓解缺氧诱导的 hiPSC 细胞凋亡。进一步研究后又发现 miR-30e-5p 可以直接靶向 Bim 的 3'UTR, 至少部分通过 Bim 减轻缺氧诱导的 hiPSC CMs 凋亡。在 Chen Yongli [22]等实验中也发现 miR-30e-5p 模拟物显著减弱缺氧诱导的 H9c2 细胞的炎症反应, 降低细胞培养上清液中心肌损伤标记物 CK、LDH 和 cTnI 的表达水平, 减轻缺氧引起的细胞损伤, 对心肌细胞起到保护作用, 最终得出结论 miR-30e-5p 在一定程度上通过抑制 PTEN 从而抑制心肌梗死炎症和凋亡, 起到改善心功能的作用。除了缺氧诱导的心肌损伤外, 王微微[23]等人在 Ang-II 诱导的肥大 HL-1 或 MCM 中研究也发现, miR-30e-5p 表达明显降低, 在两个肥厚细胞中上调 miR-30e-5p 后, ANP、BNP 和 hm-MHC (心肌肥厚标志物)的 mRNA 和蛋白水平随着 miR-30e-5p 表达升高而降低, 它的过度表达减弱了 Ang-II 处理的心肌细胞的肥大行为, 提示 miR-30e-5p 在 Ang-II 诱导的肥厚心肌细胞中低表达并发挥保护作用。Lin JJ [24]等人发现 HIF1A-AS2 抑制通过 miR-30e-5p/CCND2 mRNA 轴降低血管平滑肌细胞增殖, 而血管平滑肌与高血压、冠心病有着重要联系。

3. miR-30e-5p 与其他疾病

miR-30e-5p 不仅与肿瘤及心血管疾病密切相关, 现研究也表明其对除心血管疾病、肿瘤等疾病外对其他一些疾病也有着调控作用, 影响疾病的进展。

3.1. miR-30e-5p 与感染及炎症

在细菌感染期间, miR-30e-5p 也发挥着其功能。Richa Mishra [25]等人在细菌感染期间就发现 miR-30e-5p 的上调, 以 SOCS1 和 SOCS3 的 3'UTR 为靶点, 通过增强先天免疫, 对抗细菌复制, Meizhen Lia [26]等也发现通过 PM2.5 导致的肺炎中, 发现在小鼠的肺组织和血液中 miR-30e-5p 和 circBbs9 的表达呈负相关, circBbs9 作为内源性 miR-30e-5p 海绵参与细胞功能, PM2.5 能通过 circBbs9-miR-30e-5p-Adar 通路调节激活诱导的肺部炎症。Kathryn Miranda [27]等实验表明, 肥胖的特点是慢性低度炎症, 阻断 CB1 (大麻素受体 1)受体可导致巨噬细胞中 miR-30e-5p 的上调和 DLL4 的下调, 进而抑制 DLL4 Notch 信号诱导的炎症 Th1 细胞极化和脂肪细胞能量储存, 巨噬细胞和 T 细胞的这种联合作用导致抗炎状态和饮食诱导的肥胖的减弱。

3.2. miR-30e-5p 与自身免疫性疾病

在自身免疫性疾病中, 也伴随着 miR-30e-5p 的变化。Pasquali [28]等人就发现银屑病关节炎中的 miR-30e-5p 显著下调, 在 PsA 组中, miR-30e-5p 水平与肿胀关节的数量呈现负相关的趋势。在系统性红斑狼疮研究中, Tao Cheng [29]等发现 Treg/Th17 失衡是导致疾病发病的主要因素之一, 而 miR-30e-5p 作为 RvD1 下游微 RNA 调节 Treg/Th17 分化, RvD1 通过上调 Treg 和通过 miR-30e-5p 下调 Th17 细胞有效地改善了 SLE 的进展。

3.3. miR-30e-5p 与肌肉相关疾病

还有研究也表明, miR-30e-5p 也对肌肉的分化等有着调节作用。Bo-Wen Zhang [30]等人发现 MBNL1 能够促进肌肉分化, 而 miR-30e-5p 能通过肌肉信号通路直接靶向 MBNL1, 从而抑制肌肉分化。眼肌型重症肌无力(omg)是指仅限于眼外肌, 表现为上睑下垂和/或复视。Liis Sabre [31]等在次病研究中发现与 OMG 相比, 全身性 MG 患者组中 miR-30e-5p 的表达量显著高于 OMG, miR-30e-5p 在所有患者中区分 OMG 和 GMG 的敏感性为 96%, 在 LOMG 患者中为 100%, miR-30e-5p 是 OMG 症状患者普遍化的潜在预测因子[32]。

3.4. miR-30e-5p 与其他疾病

除了上述疾病外, miR-30e-5p 在其它一些疾病中也发挥了重要作用。例如在 Jelena Kresoja-Rakic1 [33] 等研究时发现钙视网膜蛋白是恶性胸膜间皮瘤的诊断和预后标志物, miR-30e-5p 通过与其 3'UTR 的相互作用在转录后负调控钙视网膜蛋白表达中的作用。Cristine Dieter [34] 等发现与 1 型糖尿病对照组相比, 中度和重度 DKD 患者血浆中 miR-30e-5p 表达下调, 此外, 重度 DKD 患者尿液中的这种 miRNA 下调现象也存在于 DKD 患者的血浆和尿液中。Xiaoqin Liu [35] 发现肾小管上皮细胞 HK-2 细胞暴露于乌罗格列芬 2 小时后, miR-30e-5p 显著增加, miR-30e-5p 对 Beclin1 有靶向作用。miR-30e-5p 的下调或 Beclin1 的上调通过促进自噬和抑制乌洛格雷处理的细胞凋亡来恢复细胞活力这可能是急性肾损伤的机制。Yuwei Dong 等[36]表明, LPS 增加了人脑微血管内皮细胞中 circ_HECW2 的表达, 降低了 miR-30e-5p 的表达。研究表明, Circ_HECW2 沉默能够通过上调 miR-30e-5p 调节 LPS 处理的 HBMEC 的增殖、凋亡和内皮细胞。代滨滨等[37]通过 FeCl₂ 诱发的外伤性癫痫的大鼠实验中发现 PTPRR、OPN、ERK 表达上调, miR-30e-5p 表达下调, 最终发现 miR-30e-5p 可能通过靶向调控 PTPRR、OPN 来调节 ERK 通路, 从而最终发挥了使神经元兴奋, 导致细胞损伤或凋亡的作用, 进而诱发外伤性癫痫。

综上所述, miR-30e-5p 在肿瘤、心血管疾病、自身免疫性疾病、炎症反应等多种疾病中发挥着重要作用, 通过不同途径调控着疾病的发生与发展, 是一种重要的生物因子, 能够为未来诊治提供新的思路, 有望成为多种疾病的治疗靶点。

参考文献

- [1] 张仓源, 王道荣. miR-30 家族在胃癌发生发展中作用的研究进展[J]. 中国肿瘤生物治疗杂志, 2020, 27(7): 820-824.
- [2] 易韬. miR-30 的研究进展[J]. 四川解剖学杂志, 2013, 21(4): 24-27+60.
- [3] 李泓町, 高丽萍. miR-30e-5p 通过靶向 ATG5 基因调控肝癌细胞增殖、凋亡及自噬[J]. 现代免疫学, 2021, 41(3): 210-215+259.
- [4] 廖诗晗. 长链非编码 RNA n339260 通过抑制 miR30e-5p 对肝癌血管拟态生成的作用机制研究[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津医科大学, 2019. <https://doi.org/10.27366/d.cnki.gtyku.2019.000259>
- [5] Han, L.L., et al. (2022) The RNA-Binding Protein GRSF1 Promotes Hepatocarcinogenesis via Competitively Binding to YY1 mRNA with miR-30e-5p. *Journal of Experimental & Clinical Cancer Research*, **41**, Article No. 17. <https://doi.org/10.1186/s13046-021-02217-w>
- [6] 秦弦. NFAT5 对乙肝相关性肝癌发生发展的调控机制[D]: [博士学位论文]. 武汉: 武汉大学, 2017.
- [7] 朱雪琴, 叶冬霞, 秦星, 陈万涛. miR-30e-5p 调控口腔鳞癌细胞增殖和迁移的实验研究[J]. 口腔颌面外科杂志, 2018, 28(3): 135-141.
- [8] Ma, Y.-X., et al. (2018) miR-30e-5p Inhibits Proliferation and Metastasis of Nasopharyngeal Carcinoma Cells by Targeting USP22. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, **22**, 6342-6349.
- [9] Hu, W.Q., et al. (2020) miR-30e-5p Inhibits the Migration and Invasion of Nasopharyngeal Carcinoma via Regulating the Expression of MTA1. *Bioscience Reports*, **40**, BSR20194309. <https://doi.org/10.1042/BSR20194309>
- [10] Zhang, Z.X., et al. (2019) miR-30e-5p Suppresses Cell Proliferation and Migration in Bladder Cancer through Regulating Metadherin. *Journal of Cellular Biochemistry*, **120**, 15924-15932. <https://doi.org/10.1002/jcb.28866>
- [11] 徐高俊, 蔡捷, 黄健兵, 梅举, 丁芳宝. MicroRNA-30e-5p 通过下调泛素特异性蛋白酶 22 抑制非小细胞肺癌的发生和发展[J]. 第二军医大学学报, 2017, 38(11): 1410-1417. <https://doi.org/10.16781/j.0258-879x.2017.11.1410>
- [12] Xu, G.J., et al. (2018) MicroRNA-30e-5p Suppresses Non-Small Cell Lung Cancer Tumorigenesis by Regulating USP22-Mediated Sirt1/JAK/STAT3 Signaling. *Experimental Cell Research*, **362**, 268-278. <https://doi.org/10.1016/j.yexcr.2017.11.027>
- [13] Li, W., et al. (2022) The circ-PITX1 Promotes Non-Small Cell Lung Cancer Development via the miR-30e-5p/ITGA6 Axis. *Cell Cycle (Georgetown, Tex.)*, **21**, 11-18. <https://doi.org/10.1080/15384101.2021.2020041>
- [14] Liu, K.C., et al. (2017) SOX2 Regulates Multiple Malignant Processes of Breast Cancer Development through the

- SOX2/miR-181a-5p, miR-30e-5p/TUSC3 Axis. *Molecular Cancer*, **16**, Article No. 62. <https://doi.org/10.1186/s12943-017-0632-9>
- [15] Dai, H.D., *et al.* (2021) LncRNA OIP5-AS1 Promotes the Autophagy-Related Imatinib Resistance in Chronic Myeloid Leukemia Cells by Regulating miR-30e-5p/ATG12 Axis. *Technology in Cancer Research & Treatment*, **20**. <https://doi.org/10.1177/15330338211052150>
- [16] Pan, F., *et al.* (2021) Circular RNA circFAT1(e2) Promotes Colorectal Cancer Tumorigenesis via the miR-30e-5p/ITGA6 Axis. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, **2021**, Article ID: 9980459. <https://doi.org/10.1155/2021/9980459>
- [17] 陆天宇. 长链非编码 RNA DLEU2 通过 miR-30e-5p 调控 E2F7 表达促进食管癌发展的机制研究[D]: [博士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2020. <https://doi.org/10.27162/d.cnki.gjlin.2020.000538>
- [18] Zhang, *et al.* (2018) Demethylzealateral Inhibits Glioma Growth by Regulating the miR-30e-5p/MYBL2 Axis. *Cell Death & Disease*, **9**, Article No. 1035. <https://doi.org/10.1038/s41419-018-1086-8>
- [19] Ma, Z., *et al.* (2020) CTHRC1 Affects Malignant Tumor Cell Behavior and Is Regulated by miR-30e-5p in Human Prostate Cancer. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, **525**, 418-424. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2020.02.098>
- [20] Zhang, S.T., *et al.* (2020) miR-30e-5p Represses Angiogenesis and Metastasis by Directly Targeting AEG-1 in Squamous Cell Carcinoma of the Head and Neck. *Cancer Science*, **111**, 356-368. <https://doi.org/10.1111/cas.14259>
- [21] Mo, B.H., *et al.* (2019) miR-30e-5p Mitigates Hypoxia-Induced Apoptosis in Human Stem Cell-Derived Cardiomyocytes by Suppressing Bim. *International Journal of Biological Sciences*, **15**, 1042-1051. <https://doi.org/10.7150/ijbs.31099>
- [22] Chen, Y.L., Yin, Y. and Jiang, H. (2020) miR-30e-5p Alleviates Inflammation and Cardiac Dysfunction after Myocardial Infarction through Targeting PTEN. *Inflammation*, **44**, 769-779. <https://doi.org/10.1007/s10753-020-01376-w>
- [23] 王微微. 长链非编码 RNA Kcnq1ot1 作为 miR-30e-5p 分子海绵通过调控 ADAM9 表达来调控心机肥厚[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 中国医科大学, 2021. <https://doi.org/10.27652/d.cnki.gzyku.2021.001881>
- [24] Lin, J.J., Chen, W., Gong, M., Xu, X., Du, M.Y., Wang, S.F., Yang, L.Y., Wang, Y., Liu, K., Kong, P., Li, B., Liu, K., Li, Y.M., Dong, L.H. and Sun, S.G. (2021) Expression and Functional Analysis of lncRNAs Involved in Platelet-Derived Growth Factor-BB-Induced Proliferation of Human Aortic Smooth Muscle Cells. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, **8**, Article ID: 702718. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.702718>
- [25] Mishra, R., Krishnamoorthy, P. and Kumar, H. (2021) MicroRNA-30e-5p Regulates SOCS1 and SOCS3 during Bacterial Infection. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, **10**, Article ID: 604016. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2020.604016>
- [26] Li, M.Z., *et al.* (2020) Circular RNA circBbs9 Promotes PM_{2.5}-Induced Lung Inflammation in Mice via NLRP3 Inflammasome Activation. *Environment International*, **143**, Article ID: 105976. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105976>
- [27] Miranda, K., *et al.* (2019) Cannabinoid Receptor 1 Blockade Attenuates Obesity and Adipose Tissue Type 1 Inflammation through miR-30e-5p Regulation of Delta-Like-4 in Macrophages and Consequently Downregulation of Th1 Cells. *Frontiers in Immunology*, **10**, Article No. 1049. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.01049>
- [28] Pasquali, L., *et al.* (2020) Circulating microRNAs in Extracellular Vesicles as Potential Biomarkers for Psoriatic Arthritis in Patients with Psoriasis. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology: JEADV*, **34**, 1248-1256. <https://doi.org/10.1111/jdv.16203>
- [29] Cheng, T., *et al.* (2021) Resolvin D1 Improves the Treg/Th17 Imbalance in Systemic Lupus Erythematosus through miR-30e-5p. *Frontiers in Immunology*, **12**, Article ID: 668760. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.668760>
- [30] Zhang, B.-W., *et al.* (2016) miR-30-5p Regulates Muscle Differentiation and Alternative Splicing of Muscle-Related Genes by Targeting MBNL. *International Journal of Molecular Sciences*, **17**, 182-182. <https://doi.org/10.3390/ijms17020182>
- [31] Sabre, L., Punga, T. and Punga, A.R. (2020) Circulating miRNAs as Potential Biomarkers in Myasthenia Gravis: Tools for Personalized Medicine. *Frontiers in Immunology*, **11**, Article No. 213. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.00213>
- [32] Sabre, L., Maddison, P., Wong, S.H., Sadalage, G., Ambrose, P.A., Plant, G.T., *et al.* (2019) miR-30e-5p as Predictor of Generalization in Ocular Myasthenia Gravis. *Annals of Clinical and Translational Neurology*, **6**, 243-251. <https://doi.org/10.1002/acn3.692>
- [33] Kresoja-Rakic, J., *et al.* (2017) Posttranscriptional Regulation Controls Calretinin Expression in Malignant Pleural Mesothelioma. *Frontiers in Genetics*, **8**, Article No. 70. <https://doi.org/10.3389/fgene.2017.00070>
- [34] Dieter, C., *et al.* (2019) miR-30e-5p and miR-15a-5p Expressions in Plasma and Urine of Type 1 Diabetic Patients with Diabetic Kidney Disease. *Frontiers in Genetics*, **10**, Article No. 563. <https://doi.org/10.3389/fgene.2019.00563>

-
- [35] Liu, X.Q., *et al.* (2021) miR-30e-5p Regulates Autophagy and Apoptosis by Targeting Beclin1 Involved in Contrast-Induced Acute Kidney Injury. *Current Medicinal Chemistry*, **28**, 7974-7984. <https://doi.org/10.2174/0929867328666210526125023>
- [36] Dong, Y.W., *et al.* (2020) Circ_HECW2 Functions as a miR-30e-5p Sponge to Regulate LPS-Induced Endothelial-Mesenchymal Transition by Mediating NEGR1 Expression. *Brain Research*, **1748**, Article ID: 147114. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2020.147114>
- [37] 代滨滨. PTPRR、OPN 以及 miRNA-30e 与外伤性癫痫的相关性研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国政法大学, 2020. <https://doi.org/10.27656/d.cnki.ggzuz.2020.000122>