

# 姜黄素生物活性的研究现状

杨鑫旭<sup>1</sup>, 李崑崑<sup>2</sup>, 孙小茜<sup>1</sup>, 毕文娟<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>华北理工大学口腔医学院, 河北 唐山

<sup>2</sup>唐山市工人医院口腔科, 河北 唐山

收稿日期: 2026年5月29日; 录用日期: 2026年6月23日; 发布日期: 2026年6月30日

## 摘要

姜黄素是来源于姜黄根茎的天然多酚类活性物质, 兼具食品着色与多种生物活性功能, 在生物医学领域具有重要研究价值。本文系统梳理了姜黄素的抗衰老、免疫调节、抗氧化及抗炎等核心生物学特性, 总结其调控衰老相关信号通路、平衡免疫因子、清除自由基、介导NF- $\kappa$ B、MAPK、JAK/STAT等炎症通路的作用机制; 同时综述姜黄素在糖尿病、高血压及乳腺癌、肺癌、血液系统肿瘤、胃癌、胰腺癌等多种疾病中的应用效果与分子作用靶点, 阐明其可通过调控微小RNA、关键转录因子及凋亡相关通路, 发挥防病与辅助治疗作用。目前姜黄素存在水溶性差、生物利用度低、临床剂量不明确、制剂与临床试验体系不完善等短板, 未来需优化递送载体与制剂工艺, 开展大样本临床试验, 明确安全有效给药剂量与作用机制, 推动姜黄素从基础研究走向临床转化应用。

## 关键词

姜黄素, 生物活性, 抗氧化, 抗炎, 信号通路

# Research Progress on Biological Activities of Curcumin

Xinxu Yang<sup>1</sup>, Weiwei Li<sup>2</sup>, Xiaoqian Sun<sup>1</sup>, Wenjuan Bi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>College of Stomatology, North China University of Science and Technology, Tangshan Hebei

<sup>2</sup>Department of Stomatology, Tangshan Gongren Hospital, Tangshan Hebei

Received: May 29, 2026; accepted: June 23, 2026; published: June 30, 2026

## Abstract

Curcumin is a natural polyphenolic active ingredient extracted from turmeric rhizome. It has both

\*通讯作者。

文章引用: 杨鑫旭, 李崑崑, 孙小茜, 毕文娟. 姜黄素生物活性的研究现状[J]. 临床医学进展, 2026, 16(6): 2621-2627.  
DOI: 10.12677/acm.2026.1662484

food coloring function and multiple pharmacological activities, showing broad application prospects in the prevention and treatment of chronic diseases and tumors. Its biological activities are mainly reflected in anti-aging, immunomodulation, antioxidation and anti-inflammation. It participates in physiological and pathological processes by regulating aging-related signaling pathways, scavenging free radicals, modulating dendritic cell functions, and inhibiting inflammatory signaling pathways such as NF- $\kappa$ B, MAPK and JAK/STAT. Existing studies have confirmed that curcumin exerts intervention effects on diabetes, hypertension, breast cancer, lung cancer, hematological malignancies, gastric cancer, pancreatic cancer and other diseases. It can target and regulate key molecules and pathways such as microRNAs, KRAS and Akt, inhibit the proliferation, invasion and metastasis of tumor cells, and enhance the chemosensitivity of chemotherapeutic drugs. However, curcumin is restricted in clinical transformation due to poor water solubility, low bioavailability, undefined clinical effective dosage and imperfect preparation evaluation system. Future research should focus on carrier modification and nano-preparation development, conduct standardized clinical trials, clarify medication regimens and action mechanisms, so as to provide theoretical basis for the popularization and application of curcumin in biomedicine and clinical adjuvant therapy.

## Keywords

Curcumin, Biological Activity, Antioxidation, Anti-Inflammation, Signaling Pathway

Copyright © 2026 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

姜黄素是一种源自姜黄根茎的黄色活性分子，近几十年来因其含有生物活性姜黄素类化合物而引起广泛关注。姜黄素(1,7-双(4-羟基-3-甲氧基苯基)庚-1,6-二烯-3,5-二酮)是一种天然多酚，呈鲜艳的橙黄色，因此常被用作食品着色剂[1][2]，在乳腺癌[3]、肺癌[4]、血液系统疾病[5]、胃癌[6]、胰腺癌[7]等疾病的治疗中显示出良好的临床应用前景。同时，姜黄素可发挥抗炎、抗糖尿病、抗衰老等作用，对氧化应激与炎症相关疾病具有全身性保护效应，这一作用的关键机制可能与其抑制活性氧(ROS)生成有关[8]。研究表明，姜黄素与其他制剂结合、包封在载体中、制成纳米形式，以及与其他生物活性物质、姜黄素的合成衍生物和结构类似物联合使用，均会增加其生物利用度，改善在体内的作用效果[9]。本文对姜黄素的生物学特性、在多种疾病中的作用效果及作用机制进行了系统综述，为姜黄素在生物医学领域的应用提供理论参考。

## 2. 姜黄素的生物学特性

### 2.1. 抗衰老作用

衰老是受遗传、生活方式和环境影响的不可避免的过程。近几十年来，随着社会经济的快速发展，全球老年人口比例迅速上升，许多与衰老相关的疾病发生也呈上升趋势，包括神经系统疾病、心血管疾病及癌症[10]。天然产物延缓衰老主要为：通过调控营养感知通路，其中，去乙酰化酶、AMP 激活的蛋白激酶、雷帕霉素的哺乳动物靶蛋白、p53 以及胰岛素/胰岛素样生长因子-1 信号通路的研究最为广泛[11]，姜黄素可通过靶向上述关键通路，参与调控机体衰老过程，其发挥的抗衰老作用主要体现在对氧化应激、炎症、端粒长度、信号通路以及去乙酰化酶等蛋白质的影响。端粒是高度保守的重复 DNA 序列，会随着

细胞的每次分裂以及氧化应激和衰老而缩短,端粒酶(hTERT)可以在染色体复制过程中稳定端粒长度。大量研究表明,姜黄素通过增强端粒酶活性来延长端粒,而在肿瘤细胞中,姜黄素会抑制端粒酶活性,从而支持身体的天然抗肿瘤反应[12]。多项研究中表明,姜黄素可以延长寿命与超氧化物歧化酶(SOD)活性的增强以及丙二醛(MDA)和脂联素水平的降低有关。

## 2.2. 免疫调节作用

炎症反应是自身免疫性疾病的重要表现,它由免疫系统失调引起,这种失调涉及促炎介质与抗炎介质之间的失衡。自身免疫性疾病是由于自身耐受性的破坏,导致对自身抗原产生免疫反应引起的,它的发病机制涉及遗传和环境因素之间的相互作用,其特征是细胞因子和 T 细胞亚群失衡以及异常的抗体反应[13]。姜黄素通过多种途径发挥其抗炎作用[14],姜黄素可通过控制炎症、纤维化以及各种自身免疫性疾病中的伤口愈合而发挥保护作用[15]。姜黄素能促进 tolerogenic 树突状细胞针对某些抗原的生成,而这些抗原会诱发免疫反应[16]。在非癌性疾病中,姜黄素通过阻断 JAK/STAT 和内质网应激诱导的通路,同时激活 PI3K/Akt/mTOR 通路发挥抗凋亡作用[17]。类风湿关节炎(RA)是最常见的慢性炎症性疾病之一,在它的进展过程中,持续性炎症会引发系统性改变,导致软骨、滑膜和骨骼发生不可逆的损伤,最终使整个关节结构变形,造成活动能力丧失和肌肉萎缩。在疾病发展过程中,会形成一个复杂的关联网,使炎症反应愈发剧烈且持续自我加剧。在患者体内,关节内抗炎因子与促炎因子持续对抗,且促炎因子始终占据主导地位。自身免疫反应启动并建立炎症状态后,循环趋化因子的趋化作用、软骨结构的破坏以及持续的血管生成,会促使白细胞逐渐浸润关节。与此同时,作为滑膜组成部分的成纤维样滑膜细胞(FLS)会发生功能改变,出现过度增殖,并释放其他加重病情的因子,其中包括参与破骨细胞生成的因子。受这些因素的影响。

## 2.3. 姜黄素的抗氧化作用

大多数抗氧化剂主要含有酚官能团或  $\beta$ -二酮基团,而姜黄素是一种独特的抗氧化剂,含有多种官能团,包括  $\beta$ -二酮基团、碳-碳双键,以及含有不同数量羟基和甲氧基的苯环[18]。姜黄素能保护生物膜免受过氧化损伤,脂质过氧化是一种自由基介导的链式反应,会导致细胞膜损伤,而姜黄素对过氧化的抑制作用主要归因于其对过氧化过程中涉及的活性自由基的清除。

## 2.4. 姜黄素的抗炎作用

药物的抗炎作用主要包括:作用于受体和信号通路,调节靶组织对炎症介质的反应、逆转介质对靶标的作用。姜黄素通过调节炎症信号通路和抑制炎症介质的产生来发挥抗炎作用,可与 Toll 样受体(TLRs)结合,调控下游的核因子  $\kappa$ B(NF- $\kappa$ B)、丝裂原活化蛋白激酶(MAPK)、激活蛋白 1(AP-1)等信号通路,进而调节炎症介质水平,发挥对炎症性疾病的治疗作用。姜黄素可通过作用于过氧化物酶体增殖物激活受体  $\gamma$ (PPAR $\gamma$ ),下调 NF- $\kappa$ B 的表达,此外还能通过调控 Janus 激酶/信号转导与转录激活因子(JAK/STAT)炎症信号通路,发挥抗炎功效[19]。

## 3. 姜黄素对各类疾病作用效果的研究现状

### 3.1. 糖尿病

糖尿病是一种常见的慢性疾病,特征是血糖水平升高,其病理机制是多因素的[20]。姜黄素类化合物是无毒的多酚类物质,具有广泛的生物活性[21]。曾有研究显示,膳食补充姜黄素可减轻非糖尿病或糖尿病蛋白尿慢性肾病患者的氧化应激,能显著促进自由基的清除[22]。在动物模型中,姜黄素提取物可延

缓糖尿病的发生、改善  $\beta$  细胞功能、防止  $\beta$  细胞死亡并降低胰岛素抵抗。大量的体外和体内研究为探究姜黄素治疗 2 型糖尿病的功效提供了有力证据。姜黄素具有对抗糖尿病及其并发症的治疗潜力。有研究显示每日高达 12 克的姜黄素剂量是安全、可耐受且无毒的[23]。姜黄素的应用提供了一种安全且低成本的替代方案，但其有效剂量有待确定，以明确其在 2 型糖尿病治疗中的作用。

### 3.2. 高血压

姜黄素及其类似物已被报道通过多种机制发挥抗高血压活性[24]。姜黄素抗高血压作用的分子信号通路包括 Nrf2-ARE、NF- $\kappa$ B、NO/cGMP/PDE5/MMPs、RAAS/ACE、HAT/HDAC、G0/G1/凋亡、CYP3A4、UCP2/PARP、VEGF/STAT/AXL/酪氨酸激酶和 TGF- $\beta$ /Smad 通路[25]。当促凝血因子和抗凝血因子之间失衡，在动脉或静脉血管内形成血凝块，导致血流中断时，就会发生血栓，在血栓形成的诸多原因中，氧化应激起着关键作用，并且可能受活性氧(ROS)的调控。而姜黄素具有抗氧化、抗炎和清除自由基的特性，可作为抗氧化补充剂，减轻氧化应激的作用，降低高血压发生率[26]。

### 3.3. 癌症

癌症是工业化国家的主要死亡原因之一，癌细胞表现为增殖、凋亡、血管生成相关信号通路发生失调。姜黄素可调节转录因子、炎症因子及凋亡蛋白，可作为有效的抗癌物质，与其他药物联合使用将影响多种与癌症发展相关的信号通路和分子靶点[16]。

#### 3.3.1. 乳腺癌

在乳腺癌细胞的增殖过程中，促炎性转录因子 NF- $\kappa$ B 发挥重要作用，它参与调控细胞信号通路蛋白质的表达，从而导致癌症的发生和炎症的出现。姜黄素已被证实可以通过下调诱导 NF- $\kappa$ B 的基因来影响乳腺癌细胞的增殖和侵袭[16]。micro RNA (miRNAs)通过影响细胞 mRNA 的稳定性和翻译效率，在转录后调控基因表达，可作用于多种酶促和非酶促通路，这些通路参与调控细胞增殖、侵袭、分化、凋亡以及肿瘤发生和抑制等多种细胞过程[3]。乳腺癌组织中已发现 miRNA 谱存在明显改变：最新证据表明，姜黄素可与几种在乳腺癌不同阶段发挥作用的致癌和抑癌 micro RNA (miRNA)相互作用，对乳腺癌发生和发展的所有阶段都有抑制作用，并能调节参与肿瘤形成和转移的不同分子靶点及通路，可通过调节 miRNA 的表达以致细胞周期停滞、诱导细胞凋亡并减轻肿瘤的侵袭和转移[27]。

#### 3.3.2. 肺癌

肺癌是最常见的癌症类型之一，分为非小细胞肺癌(NSCLC)和小细胞肺癌(SCLC) [21]。近年来，micro RNA 已被证实在肺癌的发病机制中发挥主要作用，并成为潜在的治疗靶点[28]。姜黄素因其抗炎及抗氧化作用，下调人肺癌细胞系 A549 中的 NF- $\kappa$ B，以及作用于 JAK2/STAT3 信号通路、抑制 JAK2 活性[18]，在肺癌治疗中展现出显著优势。此外，姜黄素通过上调 A549 和 H1299 细胞系中 miRNA-874 的表达，从而抑制 MMP-2 的表达和活性，以此抑制肿瘤侵袭及转移过程。

#### 3.3.3. 血液系统肿瘤

血液系统恶性肿瘤包括白血病、骨髓瘤和淋巴瘤，目前，化疗已广泛应用于血液系统恶性肿瘤的治疗。姜黄素的抗炎、抗氧化及调控凋亡作用，能降低白血病、骨髓瘤和淋巴瘤细胞的活力与存活率，诱导细胞凋亡和 G2/M 期阻滞，从而抑制肿瘤进展[4]。Akt 信号通路的激活会加剧急性髓系白血病的进展，而姜黄素具有使急性髓系白血病中 Akt 信号通路失活的能力。微小 RNA-21 是淋巴瘤中新出现的微小 RNA，发挥促癌作用，STAT5 可促进微小 RNA-21 的水平，并导致血液系统肿瘤中的淋巴瘤预后不良[23]。姜黄素可靶向微小 RNA-21，抑制淋巴瘤的进展，最终加速细胞凋亡，并破坏肿瘤的生长与转移[29]。

在抑制癌症转移方面,姜黄素可降低基质金属蛋白酶及致癌因子的表达水平,从而抑制血液系统恶性肿瘤的进展,并且姜黄素能诱导 DNA 损伤,还能提高血液系统肿瘤的药物敏感性[30]。研究表明,参与淋巴瘤细胞进展的信号通路之一是 STAT3 通路,其具有致癌作用,可防止淋巴瘤的细胞凋亡、自噬和凋亡[31]。姜黄素在淋巴瘤治疗中,可同时调控 NF- $\kappa$ B 与 STAT3 通路,下调 STAT3、Bcl-2 以及存活蛋白的表达,并抑制 NF- $\kappa$ B 的活化[32]。然而,由于 STAT3 与 NF- $\kappa$ B 存在相互作用,姜黄素对二者相互作用的调控机制在淋巴瘤治疗中仍有待进一步探究。

### 3.3.4. 胃癌

胃癌在世界范围内是导致高死亡率的主要原因之一,且它的预后效果不良[33]。姜黄素可通过多种生物途径减少人胃癌细胞的增殖、并诱导胃癌细胞凋亡[34]。此外,通过下调人胃癌细胞 SGC7901 和 AGS 中的 NF- $\kappa$ B(核转录因子  $\kappa$ B)表达,姜黄素已显示出强大的化学增敏作用[5][35]。姜黄素以胃癌细胞中的 PAK1 为靶点,为抑制人胃癌细胞增殖和侵袭的作用提供了新的机制,并且其通过下调细胞周期蛋白 D1 的表达抑制胃癌细胞的增殖,大大降低胃癌发生的可能[36]。

### 3.3.5. 胰腺癌

胰腺癌的发生与癌基因和抑癌基因的突变,以及不同信号通路的改变有关,突变激活的 KRAS 在超过 90%的胰腺癌中出现,并在该疾病的发生和发展中起着至关重要的作用,被认为是具有高度吸引力的治疗靶点[16]。研究证实,姜黄素可以抑制胰腺癌细胞(PANC-1)中 KRAS 的表达[6]。

NF- $\kappa$ B 是胰腺癌的关键调控因子,姜黄素通过抗炎作用,抑制 NF- $\kappa$ B,从而抑制胰腺癌细胞系的肿瘤生长并诱导其凋亡[37][38]。已有研究报道,包括胰腺癌在内的多种癌症中存在 NF- $\kappa$ B 的持续激活,体内研究表明,姜黄素单独使用或与吉西他滨等化疗药物联合使用时,能显著抑制多种受 NF- $\kappa$ B 调控的蛋白的表达,包括细胞周期蛋白 D1、存活素、Bcl-2、Bcl-xL、cIAP-1、环氧合酶-2(Cox-2)、基质金属蛋白酶(MMP)和血管内皮生长因子(VEGF),这些蛋白均与细胞增殖、血管生成和侵袭有关。这些结果表明,姜黄素不仅通过调控上述分子的水平发挥抗胰腺癌作用,还能在一定程度上增强吉西他滨的调控效果,提升其抗胰腺癌作用。此外,在胰腺癌中发现 miRNA 表达存在特定异常,miR-340 是一种具有肿瘤抑制作用的 miRNA,姜黄素可通过诱导 miR-340 的表达[39]来抑制肿瘤生长,降低胰腺癌发病率。

## 4. 不足与展望

姜黄素虽对于高血压、糖尿病及癌症具有一定的治疗作用,但因其水溶性差、生物利用率低以及药代动力学特性不佳,限制了其临床应用。为解决这些问题,临床已开发出多种姜黄素制剂,但样本制备和分析方法不够理想,阻碍了生物活性及临床疗效方面的准确评估。同时,临床与姜黄素相关的整体研究相对较少,需要进行更多的临床试验,分析姜黄素对各类疾病的临床用量,以达到最佳疗效。

## 基金项目

河北省自然科学基金(H2025209011);河北省高等学校科学研究项目(BJ2026391)。

## 参考文献

- [1] Aggarwal, B.B., Kumar, A. and Bharti, A.C. (2003) Anticancer Potential of Curcumin: Preclinical and Clinical Studies. *Anticancer Research*, **23**, 363-398.
- [2] Lestari, M.L. and Curcumin, I.G. (2014) Profiles Drug Subst. *Excipients and Related Methodology*, **39**, 113-204.
- [3] Norouzi, S., Majeed, M., Pirro, M., Generali, D. and Sahebkar, A. (2018) Curcumin as an Adjunct Therapy and MicroRNA Modulator in Breast Cancer. *Current Pharmaceutical Design*, **24**, 171-177. <https://doi.org/10.2174/1381612824666171129203506>

- [4] Entezari, M., Tayari, A., Paskheh, M.D.A., Kheirabad, S.K., Nacemi, S., Taheriazam, A., *et al.* (2024) Curcumin in Treatment of Hematological Cancers: Promises and Challenges. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, **14**, 121-134. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2023.10.004>
- [5] Hassanalilou, T., Ghavamzadeh, S. and Khalili, L. (2019) Curcumin and Gastric Cancer: A Review on Mechanisms of Action. *Journal of Gastrointestinal Cancer*, **50**, 185-192. <https://doi.org/10.1007/s12029-018-00186-6>
- [6] Huang, Q., Zhang, Y., Zheng, Y.L., Yang, H.J., *et al.* (2022) Molecular Mechanism of Curcumin and Its Analogs as Multifunctional Compounds against Pancreatic Cancer. *Nutrition and Cancer*, **74**, 3096-3108. <https://doi.org/10.1080/01635581.2022.2071451>
- [7] Kotha, R.R. and Luthria, D.L. (2019) Curcumin: Biological, Pharmaceutical, Nutraceutical, and Analytical Aspects. *Molecules*, **24**, Article 2930. <https://doi.org/10.3390/molecules24162930>
- [8] Sohn, S., Priya, A., Balasubramaniam, B., Muthuramalingam, P., Sivasankar, C., Selvaraj, A., *et al.* (2021) Biomedical Applications and Bioavailability of Curcumin—An Updated Overview. *Pharmaceutics*, **13**, Article 2102. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics13122102>
- [9] Tosato, M., Zamboni, V., Ferrini, A. and Cesari, M. (2007) The Aging Process and Potential Interventions to Extend Life Expectancy. *Clinical Interventions in Aging*, **2**, 401-412.
- [10] Zia, A., Farkhondeh, T., Pourbagher-Shahri, A.M. and Samarghandian, S. (2021) The Role of Curcumin in Aging and Senescence: Molecular Mechanisms. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, **134**, Article 111119. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.111119>
- [11] Hu, P., Li, K., Peng, X., Kan, Y., Yao, T., Wang, Z., *et al.* (2023) Curcumin Derived from Medicinal Homologous Foods: Its Main Signals in Immunoregulation of Oxidative Stress, Inflammation, and Apoptosis. *Frontiers in Immunology*, **14**, Article 1233652. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1233652>
- [12] Gao, L.L., Liu, X.D., Luo, X.Y., Lou, X.F., *et al.* (2023) Antiaging Effects of Dietary Supplements and Natural Products. *Frontiers in Pharmacology*, **14**, Article 1192714. <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1192714>
- [13] Tasneem, S., Liu, B., Li, B., Choudhary, M.I. and Wang, W. (2019) Molecular Pharmacology of Inflammation: Medicinal Plants as Anti-Inflammatory Agents. *Pharmacological Research*, **139**, 126-140. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2018.11.001>
- [14] Ashrafizadeh, M., Zarrabi, A., Hushmandi, K., Zarrin, V., Moghadam, E.R., Hashemi, F., *et al.* (2020) Toward Regulatory Effects of Curcumin on Transforming Growth Factor-Beta across Different Diseases: A Review. *Frontiers in Pharmacology*, **11**, Article 585413. <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.585413>
- [15] Unlu, A., Nayir, E., Kalenderoglu, M.D., *et al.* (2016) Curcumin (Turmeric) and Cancer. *Official Journal of the Balkan Union of Oncology*, **21**, 1050-1060.
- [16] Robertson, N.M. and Yigit, M.V. (2014) The Role of MicroRNA in Resistance to Breast Cancer Therapy. *WIREs RNA*, **5**, 823-833. <https://doi.org/10.1002/wrna.1248>
- [17] Dzau, V.J. and Hodgkinson, C.P. (2024) Precision Hypertension. *Hypertension*, **81**, 702-708. <https://doi.org/10.1161/hypertensionaha.123.21710>
- [18] Peng, Y., Ao, M., Dong, B., Jiang, Y., Yu, L., Chen, Z., *et al.* (2021) Anti-Inflammatory Effects of Curcumin in the Inflammatory Diseases: Status, Limitations and Countermeasures. *Drug Design, Development and Therapy*, **15**, 4503-4525. <https://doi.org/10.2147/dddt.s327378>
- [19] Izadi, M., Sadri, N., Abdi, A., Zadeh, M.M.R., Jalaei, D., Ghazimoradi, M.M., *et al.* (2024) Longevity and Anti-Aging Effects of Curcumin Supplementation. *GeroScience*, **46**, 2933-2950. <https://doi.org/10.1007/s11357-024-01092-5>
- [20] Srivilai, J., Phimnuan, P., Jaisabai, J., Luangtoomma, N., Waranuch, N., Khorana, N., *et al.* (2017) Curcuma Aeruginosa Roxb. Essential Oil Slows Hair-Growth and Lightens Skin in Axillae; A Randomised, Double Blinded Trial. *Phytomedicine*, **25**, 29-38. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2016.12.007>
- [21] Jiménez-Osorio, A.S., García-Niño, W.R., González-Reyes, S., Álvarez-Mejía, A.E., Guerra-León, S., Salazar-Segovia, J., *et al.* (2016) The Effect of Dietary Supplementation with Curcumin on Redox Status and Nrf2 Activation in Patients with Nondiabetic or Diabetic Proteinuric Chronic Kidney Disease: A Pilot Study. *Journal of Renal Nutrition*, **26**, 237-244. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2016.01.013>
- [22] Moudgil, K.D. and Venkatesha, S.H. (2022) The Anti-Inflammatory and Immunomodulatory Activities of Natural Products to Control Autoimmune Inflammation. *International Journal of Molecular Sciences*, **24**, Article 95. <https://doi.org/10.3390/ijms24010095>
- [23] Lindahl, L.M., Fredholm, S., Joseph, C., Nielsen, B.S., Jønson, L., Willerslev-Olsen, A., *et al.* (2016) STAT5 Induces Mir-21 Expression in Cutaneous T Cell Lymphoma. *Oncotarget*, **7**, 45730-45744. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.10160>
- [24] Joshi, P., Joshi, S., Semwal, D.K., Verma, K., Dwivedi, J. and Sharma, S. (2022) Role of Curcumin in Ameliorating

- Hypertension and Associated Conditions: A Mechanistic Insight. *Molecular and Cellular Biochemistry*, **477**, 2359-2385. <https://doi.org/10.1007/s11010-022-04447-8>
- [25] Giurranna, E., Nencini, F., Bettioli, A., Borghi, S., Argento, F.R., Emmi, G., *et al.* (2024) Dietary Antioxidants and Natural Compounds in Preventing Thrombosis and Cardiovascular Disease. *International Journal of Molecular Sciences*, **25**, Article 11457. <https://doi.org/10.3390/ijms252111457>
- [26] Pivari, F., Mingione, A., Brasacchio, C. and Soldati, L. (2019) Curcumin and Type 2 Diabetes Mellitus: Prevention and Treatment. *Nutrients*, **11**, Article 1837. <https://doi.org/10.3390/nu11081837>
- [27] Herbst, R.S., Heymach, J.V. and Lippman, S.M. (2008) Lung Cancer. *New England Journal of Medicine*, **359**, 1367-1380. <https://doi.org/10.1056/nejmra0802714>
- [28] Zhang, J., Zhang, T., Ti, X., Shi, J., Wu, C., Ren, X., *et al.* (2010) Curcumin Promotes Apoptosis in A549/DDP Multi-drug-Resistant Human Lung Adenocarcinoma Cells through an miRNA Signaling Pathway. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, **399**, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2010.07.013>
- [29] Chen, L., Zhan, C., Wang, T., You, H. and Yao, R. (2020) Curcumin Inhibits the Proliferation, Migration, Invasion, and Apoptosis of Diffuse Large B-Cell Lymphoma Cell Line by Regulating Mir-21/VHL Axis. *Yonsei Medical Journal*, **61**, 20-29. <https://doi.org/10.3349/ymj.2020.61.1.20>
- [30] Xiao, X., Hao, M., Yang, X., Ba, Q., Li, M., Ni, S., *et al.* (2011) Licochalcone a Inhibits Growth of Gastric Cancer Cells by Arresting Cell Cycle Progression and Inducing Apoptosis. *Cancer Letters*, **302**, 69-75. <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2010.12.016>
- [31] Chen, Y., Wang, F., Wu, P., Gong, S., Gao, J., Tao, H., *et al.* (2021) Artesunate Induces Apoptosis, Autophagy and Ferroptosis in Diffuse Large B Cell Lymphoma Cells by Impairing STAT3 Signaling. *Cellular Signalling*, **88**, Article 110167. <https://doi.org/10.1016/j.cellsig.2021.110167>
- [32] Zhang, C., Li, B., Zhang, X., Hazarika, P., Aggarwal, B.B. and Duvic, M. (2010) Curcumin Selectively Induces Apoptosis in Cutaneous T-Cell Lymphoma Cell Lines and Patients' PBMCs: Potential Role for STAT-3 and NF- $\kappa$ B Signaling. *Journal of Investigative Dermatology*, **130**, 2110-2119. <https://doi.org/10.1038/jid.2010.86>
- [33] Zhou, X., Wang, W., Li, P., Zheng, Z., Tu, Y., Zhang, Y., *et al.* (2016) Curcumin Enhances the Effects of 5-Fluorouracil and Oxaliplatin in Inducing Gastric Cancer Cell Apoptosis Both *in Vitro* and *in Vivo*. *Oncology Research Featuring Preclinical and Clinical Cancer Therapeutics*, **23**, 29-34. <https://doi.org/10.3727/096504015x14452563486011>
- [34] Yu, L.L., Wu, J.G., Dai, N., Yu, H.G. and Si, J.M. (2011) Curcumin Reverses Chemoresistance of Human Gastric Cancer Cells by Downregulating the NF- $\kappa$ B Transcription Factor. *Oncology Reports*, **26**, 1197-1203. <https://doi.org/10.3892/or.2011.1410>
- [35] Koo, J.Y., Kim, H.J., Jung, K. and Park, K. (2004) Curcumin Inhibits the Growth of AGS Human Gastric Carcinoma Cells *in Vitro* and Shows Synergism with 5-Fluorouracil. *Journal of Medicinal Food*, **7**, 117-121. <https://doi.org/10.1089/1096620041224229>
- [36] Ansari, D., Tingstedt, B., Andersson, B., Holmquist, F., Stureson, C., Williamsson, C., *et al.* (2016) Pancreatic Cancer: Yesterday, Today and Tomorrow. *Future Oncology*, **12**, 1929-1946. <https://doi.org/10.2217/fon-2016-0010>
- [37] Patiño-Morales, C.C., Soto-Reyes, E., Arechaga-Ocampo, E., Ortiz-Sánchez, E., Antonio-Véjar, V., Pedraza-Chaverri, J., *et al.* (2020) Curcumin Stabilizes P53 by Interaction with NAD(P)H: Quinone Oxidoreductase 1 in Tumor-Derived Cell Lines. *Redox Biology*, **28**, Article 101320. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2019.101320>
- [38] Yang, D., Li, Y. and Zhao, D. (2017) Curcumin Induces Apoptotic Cell Death in Human Pancreatic Cancer Cells via the miR-340/XIAP Signaling Pathway. *Oncology Letters*, **14**, 1811-1816. <https://doi.org/10.3892/ol.2017.6321>
- [39] Menon, V.P. and Sudheer, A.R. (2007) Antioxidant and Anti-Inflammatory Properties of Curcumin. In: *Advances in Experimental Medicine and Biology*, Springer, 105-125. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-46401-5\\_3](https://doi.org/10.1007/978-0-387-46401-5_3)