

【实验研究】

石决明对氧化应激所致白内障的作用研究*

周宇¹ 金鑫¹ 祁磊² 王玉斌² 徐清妍² 李秀娟² 郑玛丽² 钟瑞生² 林媛²

摘要:目的 研究石决明提取物对体外培养的晶状体氧化应激性白内障形成的作用及机制。方法 离体培养小鼠晶状体,应用不同浓度的石决明提取物预孵育晶状体 24h 后,加入 1mm 过氧化氢,继续培养 3 小时后恢复正常培养,72 小时后观察小鼠晶状体混浊程度,测定晶状体组织培养液中的乳酸脱氢酶(LDH)含量,晶状体组织中还原型谷胱甘肽(GSH)含量及超氧化物歧化酶(SOD)活力。结果 石决明提取物在 1~2 mg/ml 浓度范围内减轻氧化应激造成的晶状体混浊,减少晶状体 LDH 的释放,提高组织内 GSH 含量和 SOD 活力。结论 石决明提取物可减轻氧化应激白内障的形成,其作用主要与石决明提取物提高内源性抗氧化系统有关。

关键词:石决明;白内障;晶状体;氧化应激;小鼠

doi: 10.3969/j.issn.1003-8914.2016.05.021 文章编号:1003-8914(2016)-05-0650-06

Experimental Study of the Abalone Shell on Cataract induced by Oxidative Stress

ZHOU Yu¹ JIN Xin¹ QI Lei² WANG Yubin² XU Qingyan² ZHENG Mali² ZHONG Ruisheng² LIN Yuan²

(1. Department of Pharmacology, Medical School, Xiamen University, Fujian, Xiamen 361102, China;

2. Department of Ophthalmology, Xiamen Hospital of TCM, Fujian, Xiamen 361009, China)

Abstract: Objective To study the effect of the abalone shell extract on oxidative stress induced cataract formation and its mechanism in cultured mouse lens in vitro. Methods The cultured mouse lens were pretreated with the abalone shell extract in different concentrations for 24 hours, and then 1mm hydrogen peroxide was added and continued incubating for 3 hours, and they were changed to normal culture media. After 72 hours, the opacity of each lens was observed under an anatomical microscope, the content of lactate dehydrogenase (LDH) leakages, the content of the reduced glutathione (GSH) and activity of superoxide dismutase (SOD) in lens tissue were assayed. Results Abalone shell extract in the concentration range of 1~2 mg/ml reduced the lens opacity caused by oxidative stress, alleviated the release of LDH, and increased GSH content and SOD activity in cultured lens. Conclusion Abalone shell extract can alleviate the oxidative stress induced cataract formation, and this effect is mainly related to its improvement of the endogenous antioxidant system in lens.

Key words: Abalone shell; Cataract; Lens; Organ culture; Oxidative stress; Mouse

晶状体是一个透明、富有弹性的无血管屈光组织,在视觉形成过程中发挥重要作用。白内障即晶状体混浊,是我国乃至全世界致盲的最主要原因之一。尽管白内障手术已日臻完善,但仍然存在手术费用较高,术后眼睛正常调节功能丧失,以及后发性白内障高发等问题,给患者带来诸多不便。特别随着人口的老齡化,这一难题更为突出,因此寻找安全、有效、廉价的药物治疗白内障具有重要的现实意义^[1]。石决明是我国传统动物类中药,具有清肝明目的药效,临床上常用于治疗目赤翳障、青盲雀目、视物昏花等眼科疾患^[2]。研究报道大鼠灌胃给予含有石决明有效成分的复方制剂决明退障丸可延缓硒性白内障的发生^[3]。另有研究报道应

用石决明提取液滴眼可延缓半乳糖诱导的大鼠白内障的发生^[4]。以上研究结果提示石决明系统或局部给药均可延缓白内障的发生,但其作用机制尚不明确。最近一项研究报道石决明水提液可提高晶状体上皮细胞的抗氧化酶活性,减轻脂质过氧化损伤程度,保护晶状体上皮细胞^[5]。提示石决明提取液可能通过维持晶状体氧化还原平衡,发挥抗白内障形成作用。为进一步明确石决明提取物对晶状体氧化应激损伤的作用,我们拟采用晶状体离体培养技术,应用过氧化氢(H₂O₂)诱导晶状体氧化应激损伤建立白内障模型,观察不同浓度的石决明提取液对晶状体氧化应激损伤的作用,并测定晶状体酶性和非酶性抗氧化指标的变化,探讨石决明对晶状体氧化损伤的抑制作用及机制。

1 材料和方法

1.1 试验药物 石决明由国家海洋局第三海洋研究所(厦门)提供。取石决明 150 g 用粉碎机粉碎后,过 200 目筛,加入 4500ml(料液比=1:30)蒸馏水,90℃水浴冷凝回流 2 h,重复提取两次,合并提取液,经抽滤

* 基金项目:2012 年福建省卫生厅中医药科研专项课题(No. WST201210);2013 年福建省卫生厅中医药科研专项课题(No. wzhw201302);2014 年厦门市科技局科技惠民项目课题(No. 3502Z20144030)

作者单位:1. 厦门大学医学院基础医学部(厦门 361102) 2. 福建省厦门市中医院眼科(厦门 361009)

浓缩至一定体积后,应用冷冻干燥机进行冻干干燥,得粉末 0.7 g,提取率为 0.467%。临用前用 M199 培养基配成相应的浓度,经 0.22 μm 微膜过滤备用。

1.2 试验动物 昆明种小鼠 60 只,雄性,体质量 20~22 g,SPF 级,购自厦门大学实验动物中心,许可证号 SYXK(闽)2008~0003。自然光照周期饲养,小鼠适应环境饲养 1 周后进行实验。

1.3 试剂 M199 组织培养基,美国 Gibco 公司;胎牛血清,美国 sigma 公司;乳酸脱氢酶(lactate dehydrogenase, LDH)检测试剂盒,碧云天生物技术研究;谷胱甘肽(glutathione, GSH)检测试剂盒及超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)检测试剂盒,南京建成生物工程研究所。其余均为国产市售分析纯产品。

1.4 仪器 多功能酶标仪(Molecular Device, 美国);组织匀浆机(IKA Labortechnik 公司,德国);冷冻高速离心机(sigma 公司,美国);小宝多功能粉碎机(永康市小宝电器有限公司);旋转蒸发仪(上海爱朗仪器有限公司);低温冷却循环泵(郑州长城科工贸有限公司);电热恒温水浴锅(上海精宏实验设备有限公司);超净工作台(苏州安泰);CO₂ 培养箱(Thermo Forma 公司,美国);显微手术器械(上海医疗器械有限公司手术器械厂,中国);ZSA0850 体式显微镜(重庆光学,中国)。

1.5 方法

1.5.1 DPPH 法测定石决明的抗氧化作用 将石决明提取物用 70% 乙醇配成不同浓度的溶液备用, DPPH 用 70% 乙醇配成 0.04 mg/ml 的溶液,吸取提取物溶液 75 μl 于孔板中,加入 DPPH 溶液 225 μl 作为样品组;以 70% 乙醇代替 DPPH 溶液作为样品背景组,以 70% 乙醇代替提取物溶液作为阴性对照组,置于 30 度培养箱中反应 30 min,混匀后于室温避光静置 30 min,在 517 nm 处测定吸光度值,其中样品孔为 B,样品背景孔为 C,阴性对照孔为 A。按以下公式计算提取物对 DPPH 自由基的清除率,平行测定 3 次。计算石决明不同提取物对 DPPH 自由基清除的 IC₅₀ 值。 $DPPH \text{ 清除率}(\%) = \{1 - (B - C) / A\} * 100\%$ 。

1.5.2 晶状体体外培养及实验分组 颈椎脱臼法处死小鼠,快速取出眼球,用 75% 乙醇冲洗 1 次,用生理盐水冲洗两次后,将眼球放入 37℃ 预热的 M199 培养液中,在无菌室超净工作台上,从后路小心剖开眼球,除去球壁和玻璃体,剥离悬韧带,取出晶状体,后极朝下置入含 4 ml 10% 胎牛血清的 M199 培养液的 6 孔培养板中,每孔 1 只晶状体。于 37℃ 5% CO₂ 培养箱中孵育 24 h 后,弃除混浊的晶状体,选取透明晶状体用于实验。晶状体随机分为 7 组,每组 8 只,分别置入含有下列试剂的 6 孔培养板中。①空白对照组: M199

培养基;②石决明处理组:含 2 mg/ml 石决明的 M199 培养基;③维生素 C 处理组:含 10 mmol/ml 维生素 C 的 M199 培养基;④H₂O₂ 处理组:含 1 mmol/L H₂O₂ 的 M199 培养基;⑤石决明低剂量组:含 1 mmol/L H₂O₂ 和 0.1 mg/ml 石决明的 M199 培养基;⑥石决明中剂量组:含 1 mmol/L H₂O₂ 和 1 mg/ml 石决明的 M199 培养基;⑦石决明高剂量组:含 1 mmol/L H₂O₂ 和 2 mg/ml 石决明的 M199 培养基。

各组晶状体药物预保护 24 h,加入过氧化氢攻击 3 h,换为正常培养液继续培养 72 h。

1.5.3 晶状体透明度的观察及灰度值的测定 将晶状体置于白色背景垂直交叉的黑色线条上或黑色背景下,用带拍照系统的体式显微镜拍照,前者用于晶状体透明度的观察,后者用 ImageJ 图像分析软件计算晶状体灰度值。

1.5.4 晶状体培养上清液中 LDH 的测定 取各组晶状体组织的培养液,按照试剂盒操作说明,测定各组培养液中 LDH 值,反映晶状体上皮细胞的损伤情况。

1.5.5 晶状体组织内 GSH 含量和 SOD 活力的测定

用圈匙从培养液中取出晶状体,用预冷的生理盐水漂洗,滤纸吸干称重。放入盛有冰生理盐水的玻璃匀浆器内,按重量体积 1:9 进行组织匀浆,低温 3000 r/min 离心 15 min,取上清液,参照试剂盒说明测定晶状体内 SOD 活力值和 GSH 含量,反映晶状体酶系和非酶系的抗氧化能力。

2 结果

2.1 石决明提取物对 DPPH 自由基清除活性的影响

应用 DPPH 法测定石决明提取物体外抗氧化能力,结果表明石决明提取物具有一定清除自由基的能力,在 0.5~2 mg/ml 的浓度范围内剂量依赖性地清除 DPPH 自由基(图 1)。

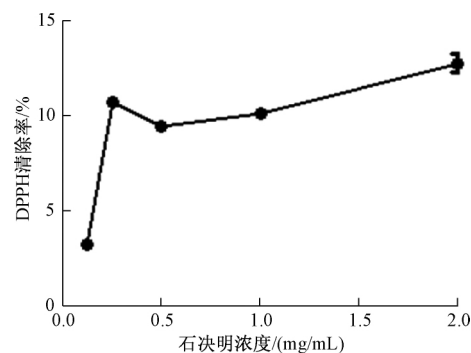


图 1 石决明提取物对 DPPH 的清除率

2.2 石决明提取物对晶状体形态学的影响 体外培养的小鼠晶状体经 1 mm H₂O₂ 攻击 3 h,恢复正常培养 72 h 后,在体式显微镜下可见晶状体皮质和核均出现混浊,无法透过晶状体观察下面的网格线。0.1 mg/ml 及 2 mg/ml 的石决明提取液剂量依赖性的改善晶状体的

混浊程度。单用 2 mg/ml 的石决明提取物对晶状体的形态无明显影响,表明高浓度的石决明提取液对晶状体

亦无明显毒性。作为阳性对照药维生素 C(10 mM)也能明显改善 H₂O₂ 造成的晶状体混浊(图 2)。

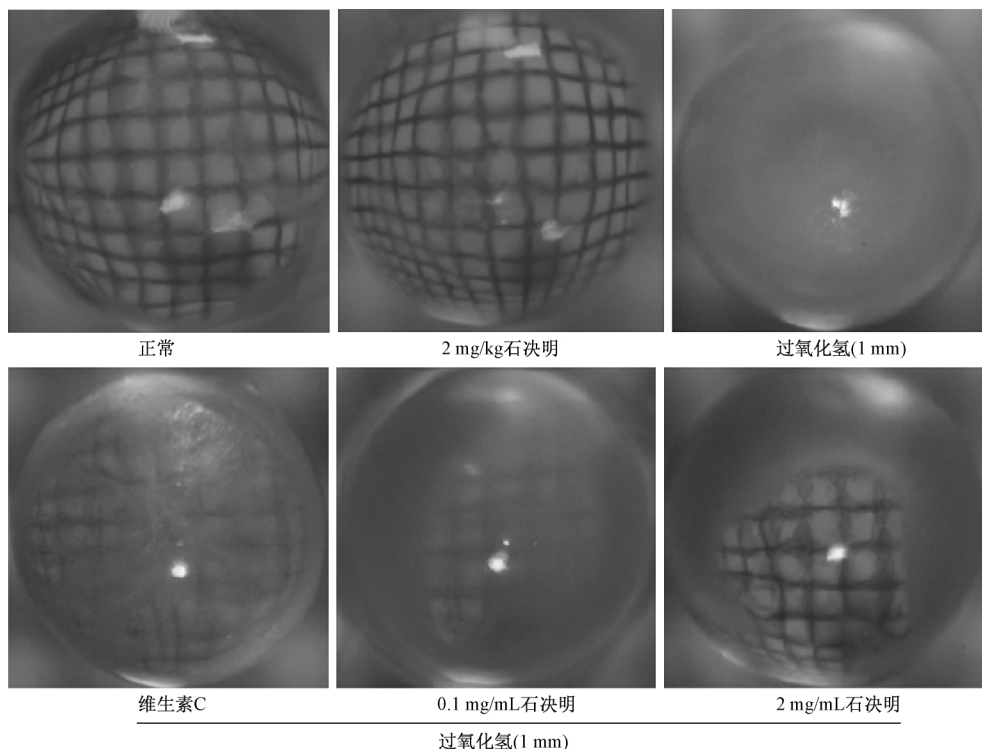


图 2 石决明提取物对 H₂O₂ 作用后体外培养晶状体形态学的影响

2.3 石决明提取物对晶状体透明度的影响 图 3a 所示,离体培养的小鼠晶状体经 1 mm H₂O₂ 攻击 3 h,恢复正常培养 72 h 后晶状体的透明度明显下降。应用 ImageJ 图像分析软件计算晶状体灰度值,结果表明模型组(单用 H₂O₂ 组)晶状体的灰度值与正常组相比增加了 1.2 倍。石决明提取物剂量依赖性地降低晶状体的灰度值,提高晶状体的透明度。其中 2 mg/ml 石决明提取物效果最好,与模型组相比,晶状体的透明度显著性增加,灰度值减少了 24%(图 3 b)。作为阳性对照药,10 mm 维生素 C 也明显减少晶状体的灰度值,提高晶状体的透明度,其作用与高浓度石决明提取物的作用接近。

2.4 石决明提取物对晶状体培养液中的 LDH 的影响 图 4 所示,离体培养的小鼠晶状体经 1 mm H₂O₂ 攻击 3 h,恢复正常培养 72 h 后,模型组培养液中的 LDH 渗漏量是正常组的 2.8 倍,提示 H₂O₂ 造成晶状体上皮细胞损伤,细胞膜破裂,LDH 渗漏增加。各浓度石决明提取物剂量依赖性地减少晶状体培养液中 LDH 的渗漏,其中 2 mg/ml 的石决明效果最好,与模型组相比,LDH 渗漏量减少 28%,说明石决明可保护晶状体上皮细胞,对抗氧化应激损伤。单用石决明提取物对晶状体上皮细胞无明显影响。作为阳性对照药,10mm 维生素 C 也可减少 LDH 的渗漏。

2.5 石决明提取物对晶状体组织中 GSH 含量的影响

离体培养的小鼠晶状体经 1 mm H₂O₂ 攻击 3 h,恢复正常培养 72 h 后,晶状体中 GSH 含量较正常对照组下降了 60%,提示氧化应激造成晶状体中内源性抗氧化剂明显减少。各浓度石决明提取物剂量依赖性地升高晶状体中 GSH 含量,其中 2 mg/ml 石决明组 GSH 含量较模型组升高了 41%。其升高 GSH 的幅度与阳性对照药维生素 C 接近,后者升高 GSH 的含量与模型组相比为 52%(图 5)。

2.6 石决明提取物对晶状体 SOD 活力的影响

离体培养的小鼠晶状体经 1 mm H₂O₂ 攻击 3 h,恢复正常培养 72 h 后,晶状体中 SOD 活力与正常对照组相比下降了 38%(图 6, P < 0.01),提示 H₂O₂ 破坏了晶状体中内源性抗氧化酶的活力。各浓度石决明提取物剂量依赖性地升高晶状体中 SOD 活力,其中 2 mg/ml 的石决明与模型组相比,晶状体中 SOD 的活力升高了 35% 接近阳性对照药维生素 C(图 6)。

3 讨论

本研究首次利用晶状体离体培养技术,观察不同浓度的石决明提取物对 H₂O₂ 诱导的小鼠晶状体氧化应激损伤的保护作用并分析其作用机制。晶状体的氧化应激损伤是诱发白内障特别是老年性白内障的重要因素。晶状体组织结构中没有血管,其能量主要由葡

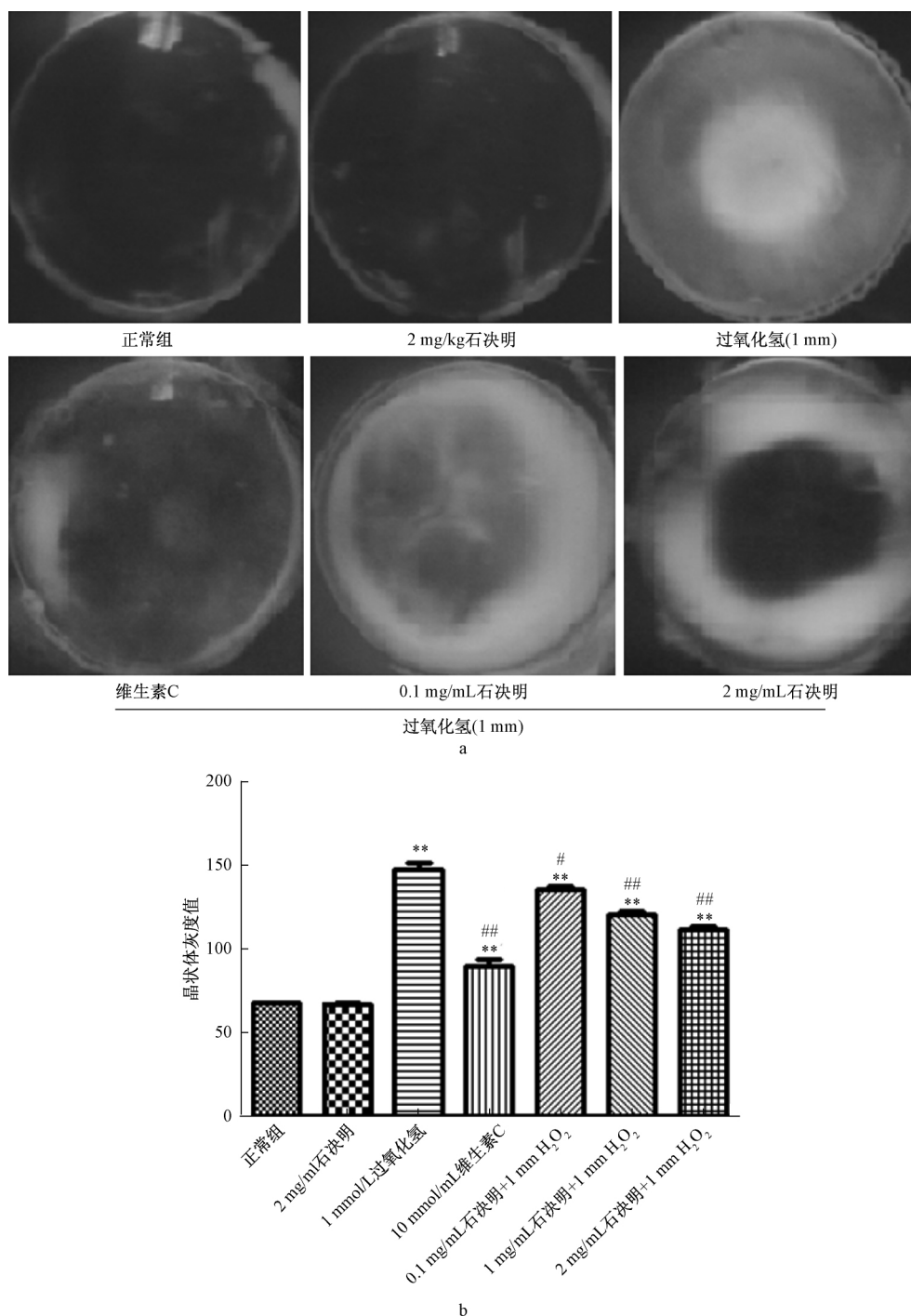


图3 石决明提取物对 H₂O₂ 作用后体外培养晶状体透明度的影响

葡萄糖的无氧酵解供给,因此晶状体在代谢过程中不可避免的产生大量的氧自由基如超氧阴离子,羟自由基和 H₂O₂,对晶状体中的膜与蛋白造成氧化应激反应,从而不同程度地影响晶状体透明度。但同时晶状体本身亦存在完善的抗氧化体系,可以清除不断产生的过氧化物和自由基,保持透明度。但在某些情况下,如体内氧化物质产生过多或晶状体清除氧自由基的能力下降,晶状体则发生氧化应激损伤,形成白内障。临床研究亦发现在正常及白内障眼的晶状体及房水中均存在一定量的 H₂O₂,且白内障患者眼内 H₂O₂ 的含量

较正常人明显增高^[6]。因此具有氧自由基清除能力或提高晶状体内源性抗氧化能力的物质将有助于维持晶状体的透明性,延缓白内障的发生。我们的研究结果表明离体培养的小鼠晶状体经 1 mm H₂O₂ 攻击 3 h,恢复正常培养 72 h 后,模型组晶状体全部混浊即形成了白内障,而石决明提取物组晶状体仅部分出现雾样混浊,无 1 例发生白内障。石决明提取物剂量依赖性降低晶状体的浑浊度,其中 2 mg/ml 浓度的石决明提取物抑制氧化应激性白内障的作用甚至与阳性对照药维生素 C 相当。以上研究结果进一步明确了石

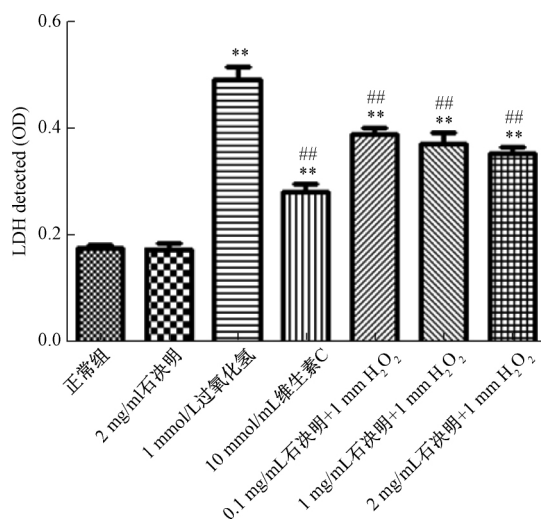


图 4 石决明提取物对 H₂O₂ 作用后体外培养晶状体培养液中 LDH 渗漏的影响

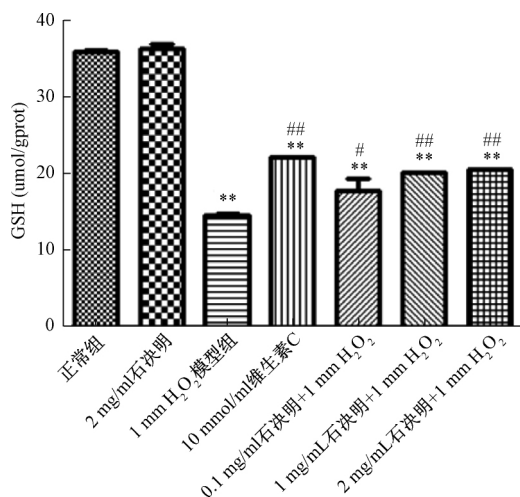


图 5 石决明提取物对 H₂O₂ 作用后体外培养晶状体 GSH 含量的影响

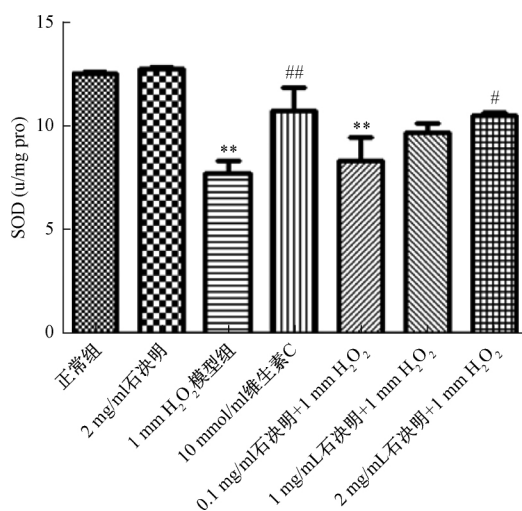


图 6 石决明提取物对 H₂O₂ 作用后体外培养晶状体 SOD 活力的影响

决明提取物抗氧化应激性白内障形成的作用。

晶状体上皮细胞是晶状体代谢最活跃的部位，是整个晶状体代谢的关键，其形态与功能的正常与否直接影响晶状体的透明度。氧化应激首先损害晶状体上皮细胞，白内障的形成也和晶状体上皮细胞的损害密切相关。LDH 是细胞内的标志酶，正常状态下细胞内漏出量很少。但细胞受损后，由于细胞膜通透性增加，LDH 由细胞渗漏至培养液中的量明显增多，因此通过测定细胞培养液 LDH 渗漏量可客观的衡量细胞受损的程度。我们的研究表明 1 mm 的 H₂O₂ 可造成晶状体培养液中 LDH 渗漏明显升高，说明 H₂O₂ 可损伤晶状体上皮细胞，而石决明提取液浓度依赖性地减少 LDH 的渗透，提示石决明提取液可能有助于对抗晶状体上皮细胞的氧化应激损伤。这一研究结果与研究报道石决明提取液可对抗 H₂O₂ 造成的体外培养晶状体上皮细胞氧化应激损伤^[5]是一致的。

正常人晶状体中同时存在非酶性和酶性内源性抗氧化系统^[7]。非酶性抗氧化系统主要指一些低分子量抗氧化剂如 GSH。GSH 是晶状体中含量较多的内源性抗氧化活性物质，可以清除超氧阴离子、H₂O₂ 等氧自由基，并维持晶状体蛋白的巯基呈还原状态，防止蛋白变性，对维持晶状体的透明度起重要作用。几乎在所有类型白内障晶状体内，GSH 含量均下降，且随晶状体混浊加重而剧减，因此认为 GSH 缺乏是白内障的成因之一。抗氧化酶系统如 SOD 是晶状体维持氧化还原平衡的另一重要系统。SOD 有助于清除超氧阴离子自由基 (O²⁻)，保护细胞免受氧化应激损伤，在维持晶状体的氧化还原平衡中起重要作用。本研究结果也证明 H₂O₂ 可损害晶状体的抗氧化体系，减少 GSH 含量和降低 SOD 活力，从而促进白内障的发生。石决明提取物在升高晶状体内 GSH 含量和 SOD 活力的同时，也改善晶状体的透明度，从而延缓白内障的进展。

石决明来源于软体动物门鲍科动物的贝壳，可分为角质层、棱柱层和珍珠层。石决明主要化学成分 90% 以上为碳酸钙，有机组分仅占 3.67%，且主要位于珍珠层，但这少量的珍珠层可能是石决明发挥抗白内障作用的重要成分。研究报道珍珠层中含有镁、铁、锌、锶、硒、铜、碘等无机微量元素，均为人体中缺乏而又很难补充的微量元素，其中锌是维持晶状体内糖无氧酵解酶系中不可缺少的微量元素；石决明的珍珠层经盐水解可得到 16 种氨基酸，能增强透明质酸、硫酸软骨素等的合成，从而保护眼睛晶状体^[8]。此外，石决明中的抗氧化成分亦是其发挥抗氧化应激性白内障形成的重要因素。研究报道石决明珍珠层与珍珠的成分非常相似，而后者水提液具有很高的活性氧自由基清除活性，并能延缓白内障的发生^[9]。本研究应用

DPPH 法测定石决明提取物的体外抗氧化能力,结果表明石决明提取物在体外具有一定的直接清除氧自由基的能力,但明显弱于维生素 C。但在离体培养的晶状体氧化应激性白内障模型上,本研究发现 2 mg/ml 的石决明提取液增加晶状体 GSH 含量和提高 SOD 活力的作用与 10mm 的维生素 C 相当,并且其减轻氧化应激性白内障形成的作用也与维生素 C 相当。因此本研究结果提示石决明提取物提高晶状体抗氧化能力可能是其对抗氧化应激性白内障形成的主要机制。

总之,本研究结果表明石决明提取液可明显减少 H₂O₂ 诱导的白内障形成,其作用机制与其保护晶状体 SOD 活性,维持 GSH 含量,减少晶状体上皮细胞的损伤有关。石决明作为一种天然药物,来源广泛,且无明显不良反应,因此石决明对晶状体的保护作用意义重大,若将其开发为系统性或局部性预防及治疗白内障的天然药物,将具有广阔的应用前景。

参考文献

[1] Liu H, Smith A J O, Lott M C, et al. Sulforaphane can protect lens cells

against oxidative stress: implications for cataract prevention [J].

Investigative ophthalmology & visual science, 2013; 54(8): 5236-5248.

[2] 姬生葵, 姬生奎, 姬伟, 等. 四辈平肝汤治疗青光眼[J]. 光明中医. 2008, 23(9): 1368.

[3] 刘静霞, 张晓冬, 吕瑞民, 等. 决明退障丸对亚硒酸钠性白内障大鼠脂质过氧化的影响[J]. 中国中医药科技, 2005, 12(3): 143-145.

[4] 祁磊, 林媛, 徐国兴, 等. 石决明对大鼠白内障晶状体中 SOD 和 GSH 及 GSH-PX 的影响[J]. 国际眼科杂志, 2011, 11(12): 2085-2087.

[5] 崔丽金, 徐国兴. 石决明提取液对晶状体抗氧化能力的影响[J]. 医学研究杂志, 2014, 43(3): 22-25.

[6] Green, K. Free radicals and aging of anterior segment tissues of the eye: a hypothesis[J]. Ophthalmic Res 1995 27 (Suppl), 143 - 149.

[7] Ohia SEI, Opere CA, Leday AM. Pharmacological consequences of oxidative stress in ocular tissues[J]. Mutat Res, 2005, 579(1-2): 22-36.

[8] 吴德康, 吴启南, 叶冠, 等. 石决明成分与结构的分析研究[J]. 中草药, 2000, 31(12): 887-888

[9] 高秋华, 黄开勋, 杨祥良, 等. 珍珠层粉水解液预防白内障的作用机理探讨[J]. 广东药学院学报, 1999, 15(3): 167-173.

(本文校对: 林媛 收稿日期: 2015-06-23)

五羟色胺对糖尿病大鼠脏器保护作用研究

王冬梅 董轲 徐文瑾 张金魁 黄国英 安月玲 刘峰

摘要:目的 研究沙棘提取物中五羟色胺对糖尿病大鼠的脏器保护作用。方法 高糖高脂饮食联合 STZ 造模糖尿病大鼠模型,随机分为单用安慰剂组、单用五羟色胺组、沙棘提取物提取五羟色胺组,观察糖尿病大鼠一般状况、血糖血脂变化情况。结果 模型组在分别给予沙棘提取物提取五羟色胺、单用五羟色胺后,与安慰剂组相比,2 组指标变化情况趋势一致,如下。血糖下降($P < 0.01$),血脂下降($P < 0.01$),下丘脑五羟色胺含量上升($P < 0.01$),外周血五羟色胺含量下降($P < 0.01$),其中沙棘提取物提取五羟色胺组和单用五羟色胺组差别不明显,无统计学意义。结论 沙棘提取物中五羟色胺具有通过降低糖尿病大鼠血糖血脂水平从而保护糖尿病大鼠脏器的作用。

关键词:沙棘;沙棘提取物;五羟色胺;糖尿病

doi: 10.3969/j.issn.1003-8914.2016.05.022 文章编号: 1003-8914(2016)-05-0655-04

Research on 5-HT in Seabuckthorn Extract Protection Diabetic Rats from Organ Injury

WANG Dongmei DONG Ke XU Wenjin ZHANG Jinkui HUANG Guoying AN Yueying LIU Feng

(Qinghai Tsinghua Biotry Bio-Tech Company Limited, Qinghai, Xining 810016, China)

Abstract: Objective To observe 5-HT (5-hydroxytryptamine) in seabuckthorn extract protect diabetic rats from organ injury. **Methods** Fed high sugar and high fat diet joint low-doses streptozotocin (STZ) build type II diabetic rat model. The diabetic rats were randomly divided into the placebo group (group B), use of 5-HT group (group C) and use of seabuckthorn extract group (group D). After diabetic rats were dealt with different treatment methods, the changing of the general condition, blood sugar and blood fat levels in those diabetic rats were observed. **Results** The model group was given after feeding seabuckthorn extract or using 5-HT respectively, comparing with the placebo group, groups C and D variation tendency were consistent, as follows: the blood sugar ($P < 0.01$) and blood lipid decreased ($P < 0.01$), the hypothalamus 5-HT increased ($P < 0.01$), the peripheral blood serum 5-HT levels decreased ($P < 0.01$), of which the seabuckthorn extract group and 5-HT group difference were not obvious, there was no statistical significance. **Conclusion** Seabuckthorn extracts of 5-HT can protect diabetic rats from organ injury through decreasing diabetic rat's blood lipid and sugar levels.

Key words: Seabuckthorn; Seabuckthorn extract; 5-HT; Diabetes

作者单位:青海清华博众生物技术有限公司(西宁 810016)

大量文献研究显示:沙棘提取物在降糖、降血脂、