

上海化工研究院低氘水水质检测及生理活性研究



普通饮用水中氢同位素“氘”含量（体积分数）为 150ppm 左右，通常把氘体积分数低于 0.015%（150 ppm）的水称为低氘水。低氘水在美国、匈牙利、日本等国开展过大量的研究和应用，在防治疾病和保健饮料用水、化妆品及药品配方用水等领域均有极其广泛的用途。本研究对象选取由上海化工研究院生产的低氘水，氘含量分别为 25ppm、50ppm 和 100ppm，参考卫生部发布的《生活饮用水卫生标准》及针对于低氘水的小分子团概念，开展了低氘水作为高档饮用水的水质检测项目；参考《保健食品功能学评价程序和检验方法》和药理试验方法学，开展了低氘水在提高免疫力、延缓衰老和肿瘤细胞生长减缓等方面的功能性研究，研究结果如下：

1、低氘水的水质研究

上海化工研究院低氘水在感官性状、化学指标、毒理学指标和耗氧量等方面均符合卫生部发布的《生活饮用水卫生标准》，是可用作日常使用的饮用水。

2、低氘水的物理特性研究

根据水分子的 ^{17}O 核磁共振半幅宽检测结果，上海化工研究院低氘水半幅宽分别为 25ppm 62.94Hz、50ppm 63.07Hz、100ppm 64.68Hz，均小于 70Hz，具备小分子团水的特性。25ppm、50ppm 和 100ppm 低氘水的氧化还原电位（Oxidation-Reduction Potential, ORP）分别为-37、-28 和-14mv，呈负电位。小分子团和负电位等物理性是低氘水作为保健饮用水的物质基础。

3、低氘水抑制肿瘤细胞增殖的功能研究

通过将人肝癌细胞 SMMC-7721 和人肺癌细胞 A549 培养于用上海化工研究院低氘水配制的培养基中，观察相比于普通培养基中癌细胞的生长增殖情况。研究结果表明，在 24 小时内，低氘水对人肝癌细胞 SMMC-7721 和人肺癌细胞 A549

的抑制作用并不明显，但随着时间延长，低氘水表现出一定的抑制作用。在48h时，25ppm低氘水组相比于普通饮用水对SMMC-7721的抑制率为11.95%，50ppm和100ppm低氘水组抑制率分别为9.32%和8.44%。72h时25ppm低氘水组抑制率达到13.38%，同样，在72h时，25ppm低氘水组相比于普通水对照组对A549的抑制率为7.21%，100ppm低氘水的抑制率也达到5.47%。

以上结果表明，肿瘤细胞在低氘水的培养环境下表现增殖速率放缓的趋势。

4、低氘水对免疫功能的作用

通过ConA（有丝分裂原）诱导的脾淋巴细胞增殖反应实验和考察低氘水对巨噬细胞和自然杀伤细胞（NK细胞）活性的影响。研究表明，低氘水对ConA诱导的淋巴细胞转化有一定的增强作用，25ppm、50ppm低氘水组的增殖活力与对照组相比，增强率分别达到了13.3%和14.0%。25ppm和50ppm低氘水能够增强巨噬细胞RAW264.7的增殖活力，120h的共培养相比于对照组分别增强22.0%和18.4%。25ppm低氘水能够显著增强NK细胞活性，120h共培养相比于对照组增强41.7%活性。

以上结果表明，包括脾淋巴细胞、巨噬细胞和NK细胞在低氘的培养环境下，能够表现出更强的活性，上海化工研究院低氘水能够促进脾淋巴细胞增殖，活化巨噬细胞和NK细胞等免疫细胞活性。

5、低氘水延缓细胞衰老功能研究

体外检测样品的氧化自由基吸收能力（ORAC值），结果表明低氘水不具有直接的抗氧化能力。但在构建的人胚肺二倍体细胞细胞衰老模型（MRC-5细胞系）中，低氘水培养体系下的细胞代龄增加，生存时间延长。25ppm和50ppm低氘水组相比于对照组细胞代龄明显延长，分别延长了6代和3代，生存时间分别延长了23.9%和16.9%。分别在年轻态（P33）和衰老态（P50）绘制细胞生长曲线和细胞活力检测，结果表明，低氘水共培养的细胞表现出更好的细胞增殖活力。对衰老态（P50）细胞进行SOD活力检测和SA- β -半乳糖苷酶染色，结果均明显优于对照组，低氘水组的SOD活力显著高于普通水对照组，25ppm、50ppm和100ppm分别提高了42.26%、29.46%和2.14%。结果表明低氘水的共培养在一

一定程度上能促进细胞 SOD 活力，使细胞抗氧化消除自由基的能力维持在相对持久和高水平，从而延缓细胞衰亡。细胞周期研究结果表明，同代龄 25ppm 低氧水组中 G₂/M 期细胞比例略高于对照组，低氧水组细胞可能提高了细胞 DNA 合成能力，促进细胞增殖。

国家中药制药工程技术研究中心

2014年1月

