

有关氨糖葡萄糖硫酸钾盐等原料增加动物骨密度的实验及机制研究

李涛¹, 郭伟², 魏贺敏³, 朱华⁴

¹ 齐鲁工业大学(山东省科学院)山东省分析测试中心 山东济南

² 中国营养学会 北京

³ 广东药科大学 广东广州

⁴ 唐山市健康管理师协会 河北唐山

【摘要】本研究探讨了氨糖葡萄糖硫酸钾盐、碳酸钙、硫酸软骨素钠和酪蛋白磷酸肽等原料组合对动物骨密度的影响。研究表明,这些原料通过增强肠道中钙、磷等矿物质的吸收效率,有效地将更多矿物质运输到骨骼中,参与到骨的形成和矿化过程中,从而显著增加骨矿含量。此外,这种原料组合刺激软骨细胞合成蛋白多糖和胶原蛋白,加速软骨基质的合成、修复和再生,增强软骨的机械强度和功能。研究还发现,该组合能够共同作用于骨骼的整体生长和修复,有效抑制骨吸收,促进骨密度的增加。通过对动物模型的实验验证,结果显示氨糖软骨素钙胶囊能显著提高骨密度,表明其具有良好的临床应用潜力。

【关键词】增加骨密度;作用机制;动物实验

【收稿日期】2024年5月12日 **【出刊日期】**2024年6月27日 **【DOI】**10.12208/j.imrf.20240004

Experimental and mechanism study on the increase of animal bone mineral density by raw materials such as aminosaccharide, glucose and potassium sulfate

Tao Li¹, Wei Guo², Hemin Wei³, Hua Zhu⁴

¹Shandong Analysis and Test Center, Qilu University of Technology (Shandong Academy of Sciences), Jinan, Shandong

²Chinese Nutrition Society, Beijing

³Guangdong Pharmaceutical University, Guangzhou, Guangdong

⁴Tangshan Health Managers Association, Tangshan, Hebei

【Abstract】 This study studied the effects of the combination of ammonium glucose potassium sulfate, calcium carbonate, chondroitin sulfate sodium and casein phosphopeptide on animal bone mineral density. Studies have shown that these raw materials effectively transport more minerals to bone by enhancing the absorption efficiency of minerals such as calcium and phosphorus in the gut, and participate in the process of bone formation and mineralization, thus significantly increasing bone mineral content. In addition, this raw material combination stimulates the synthesis of proteoglycan and collagen by chondrocytes, accelerates the synthesis, repair and regeneration of cartilage matrix, and enhances the mechanical strength and function of cartilage. The study also found that the combination can work together on the overall growth and repair of bone, effectively inhibit bone resorption, and promote the increase of bone density. Through the experimental verification of animal models, the results showed that aminochondroitin calcium capsule can significantly improve bone mineral density, indicating that it has good clinical application potential.

【Keywords】 Increase bone mineral density; Mechanism of action; Animal experiment

引言

随着人口老龄化的加剧,骨质疏松症的患病率呈上升趋势。2015年《中国骨密度状况调查报告》显示,31.9%国民存在骨量低或骨质疏松问题,半数

50岁以上的居民存在骨量异常。

骨密度受到多种因素的影响,包括年龄、性别、遗传、生活方式等。女性绝经后雌激素水平下降,骨量丢失加速,更容易患骨质疏松症。此外,不良嗜

好、挑食、过度消瘦、维生素缺乏、慢性疾病、长期服药等也会增加骨质疏松的风险。

1 作用机制

1.1 氨糖葡萄糖硫酸钾盐

(1) 维护关节健康: 促进软骨细胞的合成和修复, 增加关节软骨的弹性和韧性, 减轻关节疼痛、肿胀和僵硬, 改善关节活动能力, 对骨关节炎等关节疾病有预防和治疗作用。

(2) 刺激软骨基质的合成: 为软骨提供必要的营养成分, 促进胶原蛋白和蛋白聚糖的生成, 增强软骨的结构和功能。

(3) 抗炎作用: 减轻关节炎症反应, 缓解关节的不适感。

(4) 改善骨代谢: 参与骨代谢过程, 维持骨骼的正常结构和强度, 对于预防骨质疏松等骨骼疾病具有积极意义。

1.2 碳酸钙

(1) 补充钙质: 是一种常见的钙补充剂, 维持骨骼和牙齿的正常结构和功能。钙对于骨骼的生长、发育和维持骨密度至关重要, 缺乏钙导致骨质疏松、佝偻病等疾病。

(2) 维持神经肌肉功能: 参与神经冲动的传导和肌肉收缩过程, 保证神经和肌肉的正常运作。

(3) 调节细胞功能: 在细胞内和细胞外的信号传导中发挥作用, 影响细胞的生长、分化和凋亡等过程。

1.3 硫酸软骨素钠

(1) 保护关节软骨: 促进软骨的修复和再生, 增加软骨的弹性和抗压能力, 减少关节软骨的磨损, 从而缓解关节疼痛和改善关节功能, 对关节炎等关节疾病治疗和预防作用。

(2) 抗炎: 能够抑制炎症介质的释放, 减轻关节炎症反应, 缓解关节肿胀和疼痛。

(3) 促进骨骼发育: 参与骨骼的生长和发育, 与其他营养物质协同作用, 维持骨骼的正常结构和功能。

1.4 酪蛋白磷酸肽

(1) 促进钙吸收: 有效提高钙的溶解度, 防止钙在小肠中性或弱碱性环境中形成沉淀, 促进钙的吸收和利用。

(2) 增强铁、锌等矿物质的吸收: 与钙类似, 提高铁、锌等离子在肠道内的溶解性, 促进机体吸

收。

(3) 促进牙齿健康: 在牙齿发育和维持牙齿矿物质平衡方面发挥作用, 预防龋齿等牙齿疾病。

2 动物实验

2.1 材料和方法

2.1.1 样品: 氨糖软骨素钙胶囊, 规格: 0.53g/粒, 批号: 20130503, 由山西振东五和医养堂股份有限公司提供, 受试样品人体推荐剂量为 3.2g/人/日。

2.1.2 实验动物: 选用上海西普尔-必凯实验动物有限公司繁殖的 SPF 级 SD 健康雄性大鼠 50 只, 生产许可证号 SCXK(沪)2013-0016, 合格证编号: 2008001644190。各平行实验组初始体重范围为 80~95g。实验动物在温度为 20~25℃、相对湿度为 40%-70%的本中心屏障系统中饲养。实验动物使用许可证号: SYXK(苏)2012-0041。饮用去离子水以避免从饮水中获得钙。

2.1.3 剂量选择与受试物给予方式: 按人体推荐摄入量 3.2g/人/日 (60kg 体重计), 本产品为含钙产品, 设 0.267g/kg-bw/d、0.533g/kg·bw/d、600g/kg-bw/d (低、中、高) 三个剂量组 (分别相当于人体推荐摄入量的 5 倍、10 倍、30 倍), 另设一个低钙对照组 0g/kg-bw/d (钙 150mg/100g 饲料) 和一个与高剂量钙水平相同的碳酸钙对照组 0.475g/kgbw/d (与高剂量组钙水平相同, 钙含量为 0.19g/kg)。受试样品用去离子水配制, 低、中、高剂量组配制浓度分别为 26.7mg/mL、53.3mg/mL、160.0mg/mL, 碳酸钙组中碳酸钙的配制浓度为 47.5mg/mL, 低钙对照组以去离子水代替受试样品。各实验组动物每日一次灌胃给予相应浓度的受试物, 灌胃量为 10mL/kg-bw, 每天一次。动物给样三周后进行 3 天钙代谢试验, 继续给样三个月后测各项增加骨密度功能指标。

2.1.4 主要仪器与试剂: PE900T 原子吸收光谱仪、DiscoveryW 型骨密度仪、动物解剖器械、电子天平、烘箱。

2.1.5 试验方法: 按《保健食品检验与评价技术规范》(2003 年版) 之增加骨密度功能检验方法中的方案一进行。

(1) 钙吸收试验: 给样三周后进行 3 天钙代谢试验。记录 3 天进食量, 收集 72 小时粪便, 测定粪便中钙含量。钙吸收率 (%) = (摄入钙 - 粪钙) / 摄入钙 × 100%。

(2) 钙含量的测定: 动物喂养三个月后处死,

剥离出右侧股骨,于烘箱中 105℃烘烤至恒重,称量骨干重,原子吸收法测定骨钙含量。左侧股骨供骨密度测量用。

(3) 骨密度测量:用骨密度仪测定股骨中点和股骨远心端骨密度。

(4) 基础饲料:

用此基础饲料喂饲低钙对照组以及各剂量组,配方见表 1。

2.1.6 结果判定

骨钙含量或骨密度显著高于低钙对照组且不低于相应剂量碳酸钙组,钙的吸收率不低于碳酸钙组,可判定受试样品具有增加骨密度功能的作用。

2.2 结果

2.2.1 氨糖软骨素钙胶囊对大鼠骨钙含量的影响

经口给予大鼠不同剂量的氨糖软骨素钙胶囊三个月,对所测定的骨重、骨钙进行方差齐性检验,骨钙满足方差齐性要求,用单因素方差分析方法中多个实验组与一个对照组间均数的两两比较方法进行统计处理;骨重不满足方差齐性要求,用秩和检验进行统计处理。1.600g/kgbw/d 组与碳酸钙组(0.475g/kg-bw/d)的骨钙含量比较用 T 检验进行统计处理,表 2 可见,0.267g/kg-bw/d、0.533g/kg-bw/d、1.600g/kgbw/d 组及碳酸钙组(0.475g/kg-bw/d)的骨重均显著高于 0g/kg-bw/d 组 ($P<0.05$)。0.533g/kgbw/d、1.600g/kg-bw/d 组及碳酸钙组(0.475g/kg-bw/d)的骨钙含量显著高于 0g/kg-bw/d 组 ($P<0.05$),1.600g/kg-bw/d 组与碳酸钙组(0.475g/kg-bw/d)的骨钙含量比较,差异无统计学意义 ($P>0.05$)。

表 1 基础饲料配方 (Ca²⁺计,调整 Ca²⁺为 150mg/100g 饲料)

成分	含量 (%)
酪蛋白	10.0
黄豆粉 ^①	15.0
小麦面粉	54.0
玉米油	4.0
纤维素	2.0
混合盐 ^②	2.6
混合维生素 ^③	1.0
氯化胆碱	0.2
Di 蛋氨酸	0.2
淀粉 ^④	11.0

注:①高压处理后用。②混合盐配方如下:每 kg 混合盐中各组份含量,磷酸二氢钾 501.4g,氯化钠 74.0g,碳酸镁 50.2g,乳酸亚铁 5.4g,乳酸锌 4.16g,碳酸锰 3.5g,五水硫酸铜 0.605g,硒氧化钠 6.6mg,碘化钾 7.76mg,氯化铬(6 个结晶水)0.292g,加蔗糖至 1kg。③混合维生素配方如下:每 kg 混合维生素中各组份含量:维生素 A400,000IU,维生素 D:100,000IU,维生素 E500IU,维生素 K5mg,维生素 B1600mg,维生素 B2600mg,维生素 B6700mg,维生素 B121mg+尼克酸 3g,叶酸 200mg,泛酸钙 1.6g,生物素 20mg,加蔗糖至 1kg。④根据测得的基础饲料中钙的含量添加碳酸钙,再调整淀粉的用量。

表 2 氨糖软骨素钙胶囊对大鼠骨钙含量的影响 ($\bar{x}\pm s$) (N-10)

剂量 (g/kg · bw/d)	动物数 (只)	骨重 (g)	P	骨钙含量 (mg/g)	P	P ^T
0 (低钙对照组)	10	0.568±0.174		218.8±15.2		
0.267	10	0.642±0.052	0.023	223.2±21.7	0.926	
0.533	10	0.770±0.035	0.023	214.5±17.2	0.010	
1.600	10	0.839±0.047	0.009	259.8±12.2	0.000	0.029
0.475 (碳酸钙组)	10	0.859±0.050	0.005	266.4±11.6	0.000	

表 3 氨糖软骨素钙胶囊对大鼠骨密度的影响 ($\bar{x} \pm s$) (N-10)

剂量 (g/kg · bw/d)	股骨中点骨密度 (g/cm ²)	p	P [†]	股骨远心端骨密度 (g/cm ²)	P	P [†]
0 (低钙对照组)	0.152 ± 0.063			0.174 ± 0.054		
0.267	0.153 ± 0.029	0.105		0.178 ± 0.031	0.143	
0.533	0.203 ± 0.014	0.023		0.240 ± 0.011	0.023	
1.600	0.250 ± 0.019	0.015	0.278	0.290 ± 0.013	0.000	0.143
0.475 (碳酸钙组)	0.240 ± 0.022	0.015		0.277 ± 0.025	0.000	

2.3 小结

2.3.1 骨钙含量: 0.267g/kg-bw/d、0.533g/kg-bw/d、1.600g/kg-bw/d 组及碳酸钙组 (0.475g/kg-bw/d) 的骨重均显著高于 0g/kg-bw/d 组 ($P < 0.05$), 0.533g/kg · bw/d、1.600g/kg · bw/d 组及碳酸钙组 (0.475g/kg-bw/d) 的骨钙含量显著高于 0g/kg-bw/d 组 ($P < 0.05$), 1.600g/kg-bw/d 组与碳酸钙组 (0.475g/kg-bw/d) 的骨钙含量比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

2.3.2 骨密度: 0.533g/kg-bw/d、1.600g/kg-bw/d 组及碳酸钙组 (0.475g/kg-bw/d) 的股骨中点骨密度及股骨远心端骨密度均显著高于 0g/kg-bw/d 组 ($P < 0.05$), 1.600g/kg-bw/d 组与碳酸钙组 (0.475g/kg-bw/d) 的股骨中点骨密度及股骨远心端骨密度比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。在本试验条件下氨糖软骨素钙胶囊具有增加骨密度的作用。

2.4 氨糖软骨素钙胶囊对大鼠骨密度的影响

经口给予大鼠不同剂量的氨糖软骨素钙胶囊三个月, 对股骨中点骨密度及股骨远心端骨密度进行方差齐性检验, 不满足方差齐性要求, 用秩和检验进行统计处理。1.600g/kg-bw/d 与碳酸钙组 (0.475g/kg · bw/d) 的骨密度比较用 T 检验进行统计处理。由表 3 可见, 0.533g/kg · bw/d、1.600g/kg-bw/d 组及碳酸钙组 (0.475g/kg-bw/d) 的股骨中点骨密度及股骨远心端骨密度均显著高于 0g/kg-bw/d 组 ($P < 0.05$)。1.600g/kg · bw/d 组与碳酸钙组 (0.475g/kg-bw/d) 的股骨中点骨密度及股骨远心端骨密度比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

3 总结

由氨糖葡萄糖硫酸钾盐、碳酸钙、硫酸软骨素钠、酪蛋白磷酸肽等原料组合, 作用机制: 提高

钙、磷等矿物质在肠道的吸收效率, 使更多的矿物质能够被运输到骨骼中, 参与骨的形成和矿化, 增加骨矿含量, 刺激软骨细胞合成蛋白多糖和胶原蛋白, 促进软骨基质的合成、修复和再生, 增强软骨的功能, 原料组合共同促进骨骼的生长和修复, 抑制骨吸收, 实现增加骨密度的作用; 功能实验的结果判定: 氨糖软骨素钙胶囊具有增加骨密度作用。

参考文献

- [1] 苏炜. 氨基葡萄糖提高成骨细胞自噬对老年性骨质疏松的作用及机制研究[D]. 温州: 温州医科大学, 2022.
- [2] 黎耀俊, 张建军, 陈润红, 梁志健, 氨糖-碳酸钙-非变性 II 型胶原蛋白复合物增加骨密度的作用[J] 食品工业. 2023.44(12):126-128
- [3] 刘成龙, 王玉树, 孙亚松, 宋飞, 酪蛋白磷酸肽的功能性研究进展[J] 现代食品, 2023.23:29-32
- [4] 徐曼, 何东平, 卫娜, 等, 酪蛋白磷酸肽持钙能力的研究[J] 现代食品科技, 2012.28(3):278-281.
- [5] 傅欣, 等, 氨基葡萄糖和硫酸软骨素联合用药对兔骨关节炎治疗作用实验研究[J] 中国运动医学杂志, 2008.9, 27(5): 588-592
- [6] 陈磊, 凌沛学, 张天民, 硫酸软骨素在骨关节炎防治中的作用[J] 中国生化药物杂志, 2008, 29(2):137-139

版权声明: ©2024 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS