

DOI:10.3724/SP.J.1008.2012.00885

电气石驻极合成纤维对大鼠胶原性关节炎的保护作用

赵亚朴¹, 傅雅慧², 刘会敏¹, 王 憬¹, 王秀卿¹, 甘 露¹, 勾凌燕¹, 施楣梧², 王志玲^{1*}

1. 第四军医大学白求恩军医学院仪器中心, 石家庄 050081

2. 总后勤部军需装备研究所, 北京 100082

[摘要] **目的** 研究电气石驻极合成纤维对大鼠胶原性关节炎的保护作用。**方法** 将 Wistar 大鼠分为对照组(5只)、模型组(12只)和保护组(13只);对照组常规饲养,模型组和保护组采用Ⅱ型胶原蛋白诱导建立大鼠关节炎模型,分别用普通合成纤维织物或电气石驻极合成纤维织物进行局部保护。观察大鼠足部的外观变化、利用排水法对大鼠足部体积进行测定,并对大鼠足部进行组织病理学切片观察。**结果** 模型组大鼠关节肿胀较保护组严重,甚至出现关节变形强直;病理切片结果显示模型组大鼠左、右后足病变严重,保护组大鼠左、右后足关节病变均较模型组轻;从第2周开始,保护组各时间点左后足平均体积均小于模型组,其中第2、6、8、10和12周时的差异有统计学意义($P < 0.05$);保护组大鼠关节炎的发病率低于模型组。**结论** 电气石驻极合成纤维织物对Ⅱ型胶原蛋白诱导大鼠关节炎的发生具有保护作用。

[关键词] 电气石;合成纤维;实验性关节炎

[中图分类号] R 593.22 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2012)08-0885-04

Protective effect of synthetic fibers with tourmaline on collagen-induced arthritis in rats

ZHAO Ya-pu¹, FU Ya-hui², LIU Hui-min¹, WANG Jing¹, WANG Xiu-qing¹, GAN Lu¹, GOU Ling-yan¹, SHI Mei-wu², WANG Zhi-ling^{1*}

1. Instrument Center, Bethune Military Medical College, Fourth Military Medical University, Shijiazhuang 050081, Hebei, China

2. Quartermaster Equipment Research Institute, the General Logistics Department of PLA, Beijing 100082, China

[Abstract] **Objective** To investigate the protective effect of synthetic fibers with tourmaline on collagen-induced arthritis in rats. **Methods** Wistar rats were randomly divided into three groups, namely, the control ($n = 5$), model ($n = 12$), and protected ($n = 13$) groups. Rheumatoid arthritis (RA) was induced by immunization with type II collagen in Freund's incomplete adjuvant in model group and protected group. Animals in model group were protected by conventional synthetic fibers and those in protected group were protected by the synthetic fibers with tourmaline. The protective effects were evaluated by comparing the appearance, volume (water drainage method), and pathological changes of rat paws in different groups. **Results** Rats in model group exhibited more severe arthrocele than those in the protected group, and there was even arthrentasis. Histological analysis showed that the model group had more severe pathological changes in both left and right hindpaws than the protected group. Since the second week, the mean volumes of left hindpaws of protected group were smaller than those of model group, with the differences at week 2, 6, 8, 10, and 12 being significantly different ($P < 0.05$). The protected group also had a lower incidence of RA than the model group. **Conclusion** Synthetic fibers with tourmaline have protective effect against collagen III-induced arthritis in rats.

[Key words] tourmaline; synthetic fibers; experimental arthritis

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2012, 33(8): 885-888]

电气石(tourmaline)是电气石族矿物的总称,化学成分较复杂,是以含硼为特征的铝、钠、铁、镁、锂的环状结构硅酸盐矿物,结构式为 $\text{Na}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn}, \text{Li}, \text{Al})_3\text{Al}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}][\text{BO}_3]_3(\text{OH}, \text{F})_4$ ^[1]。它是一种具有热电性和压电性的天然宝石,具有很强

的永久自发极化效应,可永久地释放负氧离子,并有很高的远红外发射率^[2]。远红外辐射可使人体各部位都产生生理热效应,使皮肤组织温度升高,血管扩张,血流加速,改善局部血液循环,形成保健理疗的功能,故有促进伤口愈合、炎症收缩、解除肌肉痉挛

[收稿日期] 2011-10-27

[接受日期] 2012-06-26

[作者简介] 赵亚朴,博士,讲师。现在解放军254医院生物诊疗中心,天津300142。E-mail: zypdyf2002@yahoo.com.cn

* 通信作者(Corresponding author). Tel: 0311-87977093, E-mail: zhlwang@yahoo.com.cn

和镇痛等作用^[3]。将电气石用于纺织品,其发射远红外线与释放负氧离子的两种功能协同作用,比单一功能更能激发人体细胞的活性,促进人体血液循环及新陈代谢,是理想的保健功能材料。

类风湿性关节炎(rheumatoid arthritis, RA)是一种以关节滑膜炎为主的慢性、多发性的全身性自身免疫性疾病,全世界约有1%的人口受到此病困扰^[4-5]。RA的发病和病程受免疫、遗传以及环境等多种因素的影响^[4]。胶原蛋白诱导的动物关节炎(collagen-induced arthritis, CIA)模型具有人类RA所表现的免疫学和病理学特征,因此应用最为广泛。本课题组前期已经对电气石驻极合成纤维的生物安全性进行了研究^[6]。本研究通过建立胶原蛋白诱导的关节炎动物模型,探讨含有电气石颗粒的驻极合成纤维对实验性关节炎的防护作用,为将该织物用于人类关节疾病的防治提供依据。

1 材料和方法

1.1 材料及主要试剂 含有25%电气石颗粒的驻极合成纤维及对照纤维材料(不含电气石颗粒的普通纤维);牛源性II型胶原蛋白(collagen type II, CII)、弗氏不完全佐剂(Freund's incomplete adjuvant, FIA)为美国Sigma公司产品。

1.2 实验动物及分组 30只Wistar大鼠,雌性,4~6周龄,体质量(165±10)g,由河北省实验动物中心提供,随机分为3组:对照组,5只(常规饲养);模型组,12只(CII诱导的大鼠关节炎模型+普通合成纤维织物保护);保护组,13只(CII诱导的大鼠关节炎模型+含有电气石颗粒的驻极合成纤维织物保护)。

1.3 CII诱导的大鼠关节炎模型的制备 参照文献^[4,7]的方法建立模型:将酸溶性CII用弗氏不完全佐剂配成浓度为2.5 mg/ml的乳剂,每只大鼠用量100 μl(含CII 250 μg),于左后足跖皮内注射致炎;正常对照组大鼠于相同部位注射100 μl生理盐水。模型组和保护组于注射当天分别用普通纤维织物和含有电气石颗粒的驻极合成纤维织物进行局部保护,保护方式采用双侧后肢同等质量纤维材料包扎与饲养环境使用同等大小纤维材料制成的垫子联合使用。

1.4 大鼠四肢的外观观察 药物注射后每日观察大鼠四肢的外观变化。

1.5 大鼠后足体积的测定 采用排水法测足部体

积^[8]:在大鼠足部踝骨关节突出部位划一条线作为标记,用一特制量筒,灌满水后,将大鼠足部插入,使水面与踝骨上的标记处于同一界面,从量筒侧口排出的水接入一个烧杯中。排出水的体积,即为所测大鼠足部的体积,每只足每次重复测量3次。

1.6 大鼠足部组织学观察^[4] 于注射后第12周,乙醚麻醉引颈处死大鼠,切取踝关节部,置甲醛溶液中固定,EDTA脱钙,常规梯度乙醇脱水,石蜡包埋、切片,片厚5 μm,经H-E染色后,光镜下观察。

1.7 统计学处理 应用SPSS 10.0软件进行统计学分析,计量资料用 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较采用ANOVA法,计数资料用百分率表示,组间比较采用确切概率计算法。检验水平(α)为0.05。

2 结果

2.1 模型组和保护组大鼠双侧后足的外观变化 在CII注射诱导后第2天模型组和保护组大鼠左后足(注射足)即有明显的肿胀,出现急性免疫反应;第2周开始,大鼠右后足(对侧足)出现红肿;至第6周后,大鼠前足亦出现红肿,但模型组大鼠关节肿胀较保护组严重,甚至出现关节变形强直。CII注射后第12周各组大鼠左、右后足的外观变化见图1。

2.2 模型组和保护组大鼠足体积的改变 用排水法测量大鼠足部体积,注射前观察1次,注射后每2周观察1次。从第2周开始,模型组各时间点左后足平均体积均有明显增加,与同时间点对照组比较差异有统计学意义($P<0.05$);保护组各时间点左后足平均体积也有增加的趋势,但只有第2、4和10周时与对照组比较差异有统计学意义($P<0.05$);保护组各时间点左后足平均体积均小于模型组,其中第2、6、8、10和12周时与模型组比较差异有统计学意义($P<0.05$)。与同时间点对照组比较,模型组和保护组右后足平均体积增加,但只有第2周时差异有统计学意义($P<0.05$)。保护组各时间点右后足平均体积也小于模型组,其中第6和12周时与模型组比较差异有统计学意义($P<0.05$)。具体见表1。结果显示电气石纤维有减轻大鼠关节肿胀的趋势;右后足平均体积的变化不如左后足平均体积的变化明显,可能是由于发生右后足肿胀的大鼠数量不一所致。

2.3 模型组和保护组关节肿胀的发病情况 以足体积大于对照组平均值+2倍标准差为肿胀,统计了不同时间点两组发生关节肿胀变化的大鼠数量,结

果显示,各时间点保护组大鼠左后足关节肿胀的比例均低于模型组,但只有在第 6 周时差异有统计学意义($P < 0.05$),可能与样本量偏小有关;以出现对

侧关节肿胀大鼠只数与注射大鼠的只数的比值计算发病率,保护组大鼠关节炎的发病率也低于模型组,在第 4、12 周时差异有统计学意义($P < 0.05$,表 2)。

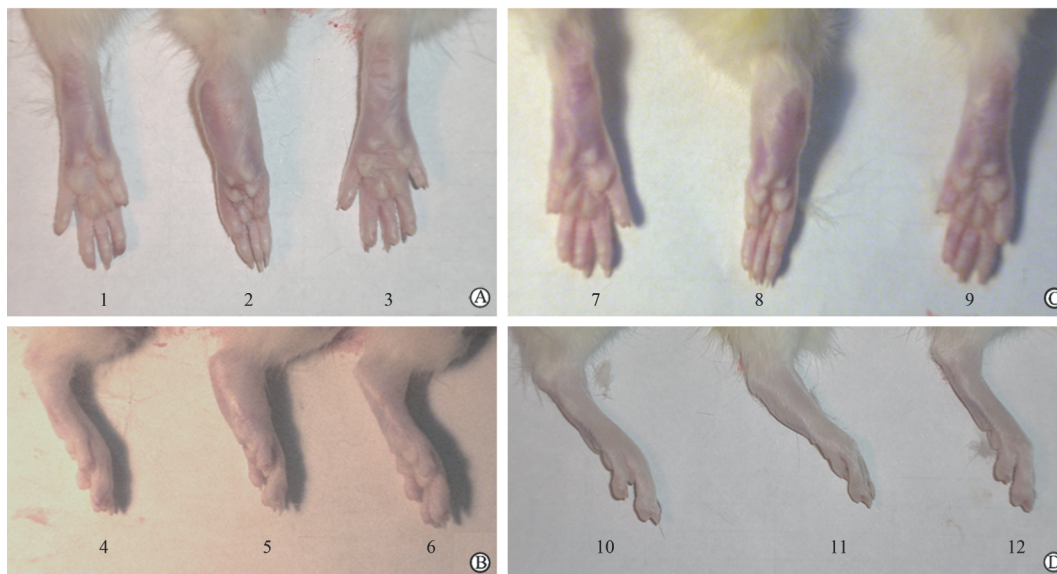


图 1 各组大鼠双侧后足的外观变化

Fig 1 Appearance of rat hindpaws in different groups

A: Front view of left hindpaws; B: Side view of left hindpaws; C: Front view of right hindpaws; D: Side view of right hindpaws. 1,4,7,10: Control group; 2,5,8,11: Model group; 3,6,9,12: Protected group

表 1 不同时间点各组大鼠平均足体积比较

Tab 1 Comparison of rat hindpaw volumes in each group at different time points

Group	n	Time after C II injection t/week						
		0	2	4	6	8	10	12
Left hindpaws								
Control	5	1.03±0.13	1.04±0.09	1.00±0.06	1.09±0.12	1.14±0.02	1.14±0.11	1.38±0.05
Model	12	1.00±0.08	1.54±0.25*	1.29±0.12*	1.47±0.12*	1.46±0.13*	1.50±0.13*	1.68±0.17*
Protected	13	1.00±0.05	1.27±0.25*△	1.22±0.17*	1.21±0.20△	1.24±0.15△	1.35±0.18*△	1.41±0.18△
Right hindpaws								
Control	5	1.03±0.07	0.95±0.13	1.07±0.17	1.11±0.11	1.14±0.04	1.19±0.09	1.25±0.11
Model	12	0.99±0.09	1.14±0.25*	1.16±0.17	1.23±0.15	1.25±0.14	1.26±0.14	1.42±0.14
Protected	13	1.00±0.09	1.00±0.26*	1.03±0.15	1.08±0.18△	1.16±0.20	1.25±0.25	1.25±0.25△

$\bar{x} \pm s, V/cm^3$

C II : Collagen type II. * $P < 0.05$ vs control group at the same time point; △ $P < 0.05$ vs model group at the same time point

表 2 不同时间点模型组和保护组大鼠关节肿胀情况的比较

Tab 2 Comparison of swelling extents of arthrosis in rats between control and model groups at different time points

Group	N	Time after C II injection t/week					
		2	4	6	8	10	12
Left hindpaws							
Model	12	12(100)	12(100)	12(100)	12(100)	12(100)	12(100)
Protected	13	10(76.92)	11(84.62)	8(61.54)*	9(69.23)	11(84.62)	11(84.62)
Right hindpaws							
Model	12	5(41.67)	7(58.33)	6(50.00)	8(66.67)	5(41.67)	11(91.67)
Protected	13	4(30.77)	2(15.38)*	4(30.77)	4(30.77)	5(38.46)	6(46.15)*

n(%)

C II : Collagen type II. * $P < 0.05$ vs model group at the same time point

2.4 模型组和保护组大鼠足部病理切片观察 图2A为正常对照组大鼠踝关节部组织学结构,切片可见组织学结构正常,未见炎性细胞浸润、滑膜增生和软骨破坏等异常改变。模型组大鼠右后足踝关节切片染色可见滑膜增生,呈乳头状突起,细胞排列不规

则,可见炎性细胞已侵蚀到骨组织中,出现骨组织和纤维炎性组织融合(图2B)。保护组大鼠右后足病变关节切片也可见炎细胞浸润,滑膜增生,但程度均较模型组轻(图2C)。

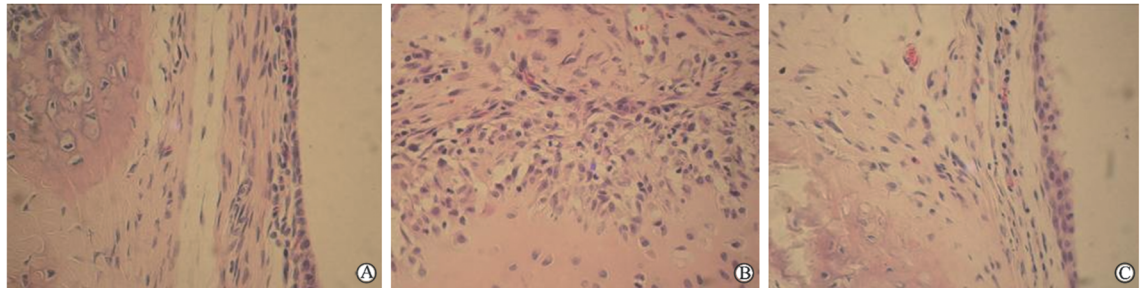


图2 注射C II诱导后第12周大鼠右后足病理学观察

Fig 2 Histological analysis of rat right hindpaws in the 12th week after C II injection

C II: Collagen type II. A: Control group; B: Model group; C: Protected group. H-E staining. Original magnification: ×400

3 讨论

远红外线可以对人体,尤其是对皮肤、血液循环和皮肤细胞活力等产生一定作用。一些宝石粉能够发射远红外线,如电气石具有热电和压电特性,并能发射波长4~20 μm的远红外线,使人体皮肤温度升高、血流加速、局部血液循环改善等^[3,8]。研究表明电气石纤维可以降低高黏血症家兔的全血黏度,明显抑制其血小板聚集并有效改善皮下微循环血液灌注量^[9-11]。

本研究应用C II诱导大鼠关节炎模型,并用含有电气石颗粒的驻极合成纤维织物进行局部保护,观察了大鼠左、右后足的外观变化、足体积的变化、足部病理学改变和关节炎发病情况等5项指标。结果显示,与单纯的模型组相比,采用含有电气石颗粒的驻极合成纤维织物进行局部保护,可使实验动物足体积的变化、病理学改变程度均有所减轻,RA发病率也明显降低,提示含有电气石颗粒的驻极合成纤维织物对C II诱导大鼠关节炎的发生具有一定保护作用,这可能与前述的电气石能够改善微循环、加速血液流动及升高局部皮肤温度有关。电气石驻极合成纤维织物是否也有助于人类关节疾病的防护正在研究之中。

4 利益冲突

所有作者声明本文不涉及任何利益冲突。

[参考文献]

- [1] 张开永,成学海,曲鸿鲁. 国内外电气石开发研究现状及应用前景展望[J]. 矿冶,2004,13:97-100.
- [2] 郑承国. 常温远红外的制备及其在保健品中的应用[J]. 红外技术,2003,25:87-88.
- [3] 刘强,陈衍夏,施亦东,季莉. 电气石纳米材料在卫生保健纺织品领域的应用[J]. 印染,2004,7:16-19.
- [4] Kannan K,Ortmann A R,Kimpel D. Animal models of rheumatoid arthritis and their relevance to human disease [J]. Pathophysiology,2005,12:167-181.
- [5] 王艳君,杨克涛,金耀荣,康锁彬. 贴敷法对实验性关节炎大鼠关节肿胀度和病理改变的影响[J]. 河北中医药学报,2002,17:5-7.
- [6] 刘会敏,傅雅慧,王憬,王秀卿,甘露,勾凌燕,等. 电气石驻极合成纤维生物安全性的研究[J]. 中华预防医学杂志,2010,44:1150-1151.
- [7] 林红,贺永怀,黎燕,陆应麟,沈倍奋. II型胶原蛋白与弗氏完全佐剂大鼠关节炎模型的建立和比较[J]. 中国实验动物学报,1999,7:1-6.
- [8] Yoo B H,Park C M,Oh T J,Han S H,Kang H H,Chang I S. Investigation of jewelry powders radiating far-infrared rays and the biological effects on human skin[J]. J Cosmet Sci,2002,53:175-184.
- [9] 曲晓义,张国平,金惠铭. Tourmaline纤维对高黏血症家兔血液流变性的影响[J]. 中国微循环,2003,7:305-306.
- [10] 张国平,曲晓义,金惠铭. Tourmaline纤维的扫描电子显微镜观察及其对高黏血症家兔皮下血流量的影响[J]. 中国微循环,2003,7:302-304.
- [11] 钱睿哲,张国平,金惠铭. Tourmaline纤维抑制高黏血症家兔血小板聚集的实验研究[J]. 中国微循环,2003,7:307-308.

[本文编辑] 商素芳