DOI:10.16016/j.1000-5404.2002.01.034
第24卷第1期 第三军医大学学报 Vol. 24, No. 1
2002年1月 ACTA ACADEMIAE MEDICINAE MILITARIS TERTIAE Jan. 2002

文章编号:1000-5404(2002)01-0081-03

论著

糖尿病大鼠主动脉零应力状态与几种元素含量的关系

张学亮[1],舒昌达[2],何 军[2] ([1]第三军医大学附属新桥医院内分泌科,重庆 400037;[2]重庆医科大学附属第一医院内分泌科,重庆 400016)

提 要:目的 了解糖尿病时主动脉零应力状态与几种元素含量的关系。方法 用原子吸收光谱法测定四氧嘧啶糖尿病4周大鼠(n=12)及对照大鼠(n=12)主动脉组织中钙(Ca)、钼(Mo)、锂(Li)、锰(Mn)、镉(Cd)、镁(Mg)、铅(Pb)、钴(Co)、铁(Fe)、铜(Cu)、锌(Zn)及铬(Cr)的含量;用测定切开后主动脉环展开角度数的方法对大鼠主动脉零应力状态进行观察;并对元素含量与主动脉环展开角度数之间的相关性进行分析。结果 糖尿病4周大鼠主动脉Ca、Pb、Cu、Fe及Cr含量显著高于对照($P<0.001$)。糖尿病大鼠主动脉环展开角度数显著高于对照($P<0.01$);糖尿病大鼠主动脉Ca含量与主动脉环展开角度数呈显著正相关($r=0.762$, $P<0.01$)。结论 糖尿病时主动脉存在Ca、Pb、Cu、Fe及Cr代谢异常;Ca含量增加影响主动脉零应力状态。

关键词:元素;零应力状态;主动脉;糖尿病
中图法分类号:R322.121;R345.8;R587.1 文献标识码:A

Relationship of zero-stress state and contents of several elements in aorta of alloxan-induced diabetic rats

ZHANG Xue-liang, SHU Chang-da, HE Jun (Department of Endocrinology, Xinqiao Hospital, Third Military Medical University, Chongqing, 400037, China)

Abstract: **Objective** To explore the relationship of zero-stress state and the contents of several elements in the aorta in diabetic condition. **Methods** Contents of calcium(Ca), molybdenum(Mo), lithium(Li), manganese(Mn), cadmium(Cd), magnesium(Mg), lead(Pb), cobalt(Co), iron(Fe), copper(Cu), zinc(Zn), and chromium(Cr) in the aorta were determined with atomic absorption spectroscopy in diabetic rats induced by alloxan for 4 weeks and control rats. Zero-stress state of aorta was observed by measuring the opening angle of aortic rings. Relationship of element contents in aorta with opening angle of aortic rings was analyzed in diabetic rats. **Results** Aortic Ca, Pb, Fe, Cu and Cr contents were significantly higher in diabetic rats than in control rats ($P<0.001$). Opening angles of aortic ring were significantly higher in diabetic rats than in control rats ($P<0.01$). Calcium content in the aorta had a positive correlation with the opening angle of aortic rings in diabetic rats ($r=0.762$, $P<0.01$). **Conclusion** There is metabolic abnormality of Ca, Pb, Fe, Cu, and Cr, and the increase of Ca content has an effect on zero-stress in the aorta of diabetic rats.

Key words: element; zero-stress state; aorta; diabetes mellitus

血管在体内承受一定的血液的压力及周围组织的牵拉。血管离体后,处于无载荷状态;轴向应力为零,但还存在残余应力。若从径向切开该段血管,它会突然张开形成一开放的扇形,即释放所有残余应力,此时血管处于零应力状态。这种使沿径向切开的血管张开形成一开放的扇形的张力称为残余应力。相对于零应力状态来说,无载荷状态存在残余应力。血管的零应力状态以展开角度数表示,代表了血管残余应力的大小[1~3]。糖尿病时存在钙代谢紊乱[4,5],主动脉收缩反应增强和零应力状态异常[1,6]。糖尿病时主动脉是否存在其他元素含量的异常以及元素含量异常是否影响其零应力状态尚有待研究。本实验通过对四氧嘧啶诱导的糖尿病4周大鼠及对照大鼠主动脉12种元素含量、主动脉环展开角度数的测定及其相关性分析,旨在了解糖尿病时主动脉元素含量变化对其零应力状态的影响。

1 材料与方法

1.1 动物及糖尿病模型的建立

Wistar雌性大鼠(重庆医科大学实验动物中心提供),鼠龄3月,体重185~210 g;四氧嘧啶200 mg/kg BW腹腔内注射,3 d后测定血糖,血糖≥13.9 mmol/L的大鼠为糖尿病模型建立(12只)。至4周时体重190~215 g,血糖14.0~18.7 mmol/L,平均15.8 mmol/L,对照组大鼠12只,体重185~210 g,腹腔内注射相同容量的生理盐水,4周时对照大鼠体重192~215 g。

1.2 大鼠主动脉标本的制备

大鼠主动脉环的制备参照文献[1]方法进行。大鼠脱颈椎处死后,立即开胸取出胸主动脉,移入通有95% O_2加5% CO_2、温度为37 ℃的Krebs液(mmol/L:NaCl 118, $CaCl_2$ 2.25, KCl 4.8, $MgCl_2$ 1.2, KH_2PO_4 1.2, $NaHCO_3$ 25, 葡萄糖10)中。细心剔除主动脉周围脂肪,切取1 mm宽的胸主动脉环用于零应力状态的观察。其余的主动脉用双蒸水清洗5次去除血迹后,放入玻璃培养皿内烘烤48 h。

作者简介:张学亮(1957-),男,浙江省台州市人,博士,副主任医师,副教授,主要从事糖尿病血管病变的发病机制及其防治,发表论文13篇。电话:(023)68755709

收稿日期:2001-03-20;修回日期:2001-06-29

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1.3 主动脉环展开角度数的测定

在通有95%O_2+5%CO_2混合气的37 ℃的Krebs液中，在腹侧沿径向将主动脉环切开，15 min后在解剖显微镜下观察主动脉环展开角度，经录相再打印出后进行测定。从扇形内壁中点(长度的中点)到环的内壁两端的射线之夹角称为展开角[1~3]。

1.4 主动脉元素含量的测定

称取主动脉干重50 mg，切成碎片，放入含浓硝酸5 ml+高氯酸1 ml的混合酸液中消化72 h，再加热微沸2 h，消化完毕，转至25 ml容量瓶中，用双蒸水稀释至25 ml。用塞曼原子吸收分光光度仪(日立180-80型)测定，采用乙炔火焰法。

1.5 统计学方法

各组结果以$\bar{x}\pm s$表示，用t检验和直线相关检验。

2 结果

2.1 糖尿病4周大鼠主动脉12种元素含量及其比较

糖尿病4周大鼠主动脉Ca、Pb、Cu、Fe及Cr含量显著高于对照($P<0.001$)。主动脉Mo、Li、Mn、Cd、Mg、Co及Zn含量在糖尿病大鼠与对照之间无显著性差异($P>0.05$)，见表1。

表1 糖尿病4周大鼠主动脉元素含量(μg/g)及其比较

Tab 1 Element contents (μg/g) in the aorta of diabetic rats and control

	Control (n=12)	Diabetes (n=12)
Ca	188.549±6.882	320.861±23.106 *
Mo	41.608±6.386	45.258±6.486
Li	2.529±0.281	2.605±0.288
Mn	1.343±0.211	1.249±0.182
Cd	0.253±0.031	0.254±0.031
Mg	254.579±26.001	4.044±21.012
Pb	1.248±0.130	2.502±0.198 *
Co	2.512±0.167	2.513±0.169
Fe	154.889±10.974	231.521±16.736 *
Cu	2.513±0.118	5.036±0.158 *
Zn	34.529±1.814	5.133±5.731
Cr	0.537±0.105	3.742±0.151 *

*: $P<0.01$ *vs* control

2.2 糖尿病大鼠主动脉环主动脉环展开角度数及其比较

糖尿病大鼠主动脉环展开角度数显著高于对照组($P<0.05$)，见表2。

表2 糖尿病大鼠主动脉环展开角度数及其比较

Tab 2 Opening angles of aortic rings of diabetic rats and control

	Control (n=12)	Diabetes (n=12)
Opening angle of Aortic Rings(°)	39.6±9.9	68.7±9.9 *

*: $P<0.001$ *vs* control

2.3 糖尿病大鼠主动脉Ca、Pb、Fe、Cu和Cr含量与主动脉环展开角度数之间的相关性分析

糖尿病4周大鼠主动脉Ca含量与主动脉环展开角度数之间呈显著正相关($r=0.762$, $P<0.01$)；主动脉Pb、Fe、Cu和Cr含量与主动脉环展开角度数之间无显著相关性，见表3。

表3 糖尿病大鼠主动脉Ca、Pb、Fe、Cu和Cr含量与主动脉环展开角度数之间的相关性分析(r值)

Tab 3 Correlation analyses of Ca, Pb, Fe, Cu and Cr contents in the aorta with the opening angles of aortic rings in diabetic rats (r value)

Element	Element Content (μg/g)	Opening angle of aortic rings (°)	r value
Ca	320.861±23.106	68.7±9.9	0.762 *
Pb	2.502±0.198	68.7±9.9	0.541
Fe	231.521±16.736	68.7±9.9	0.498
Cu	5.036±0.158	68.7±9.9	0.487
Cr	3.742±0.151	68.7±9.9	0.517

*: $P<0.01$

3 讨论

糖尿病4周大鼠主动脉Ca、Pb、Cu、Fe及Cr含量增高。主动脉Ca含量与主动脉环展开角度数之间存在显著相关性；但主动脉Pb、Fe、Cu和Cr含量与主动脉环展开角度数之间无显著相关性。

四氧嘧啶诱导的糖尿病大鼠病程4周时主动脉钙含量明显增加，表明1型糖尿病主动脉有钙积聚和钙转运障碍。文献[4]报道糖尿病时主动脉Na^+，K^+-ATP酶活性下降。依赖Na^+的Ca^{2+}泵出减少，从而导致细胞内Ca的积聚；组织中Ca含量的增高[5]。以往我们的实验表明，在培养状态下，一定的高糖环境使血管平滑肌细胞内游离Ca^{2+}水平明显增高，细胞增殖加快[7]。糖尿病时，主动脉Ca含量，主要是细胞内游离Ca^{2+}水平的增高，导致血管平滑肌细胞肌球蛋白的收缩活性增加，血管收缩反应增加[6~8]，血管阻力增加。在糖尿病早期，主动脉零应力状态异常，主动脉肌动蛋白含量增加，主动脉零应力状态与肌动蛋白含量之间存在明显的相关性[1]。冯元桢等[2~3]认为，血管的零应力状态与血管壁的内膜、中膜及外膜成分和结构有关。糖尿病时，主动脉Ca含量增加可使平滑肌细胞增殖，肌动蛋白含量增加，使主动脉壁肌动蛋白、胶原和弹性纤维之间的比例发生变化，从而引起残余应力的变化，而表现为零应力状态的变化，即出现主动脉环展开角度数的增加。主动脉的零应力状态可能与其收缩反应有关，残余应力的变化可能与糖尿病时易发生高血压有关，但这些尚有待进一步研究证实。

动物实验表明，Pb可使肾上腺素和去甲肾上腺素水平增高，而使一氧化氮(NO)生成减少；血管阻力增加[9]。但糖尿病时，体内Pb含量增加的机制目前还不清楚。Fe是过氧化物酶和过氧化氢酶的辅因子。Cu是超氧化物歧化酶的辅因子，且乙酰胆碱引起的血管舒张需要Cu的参与[10,11]。糖尿病时，氧化应激增加[12]。主动脉Fe、Cu含量增加可能是机体抗氧化和拮抗血管收缩的一种代偿。Cr能增加胰岛素的生物学效应[13]，主动脉Cr含量增加可能是糖尿病时机体的一种代偿。但是，糖尿病时，主动脉Fe、Cu及Cr含

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

量增加的发生机制目前还不清楚。

总之。四氧嘧啶糖尿病大鼠病程 4 周时主动脉 Ca、Pb、Fe、Cu 及 Cr 含量显著增加，代谢异常；主动脉零应力状态即残余应力异常；主动脉 Ca 含量影响其零应力状态。

（致谢：本实验得到了重庆大学生物工程院卢晓博士的协助，对此表示衷心的感谢！）

参考文献：

[1] 张学亮，舒昌达. 四氧嘧啶糖尿病大鼠主动脉零应力状态的变化[J]. 中国应用生理学杂志，2000，16(1)：83－86.
[2] Fung Y C，Liu S Q. Change of zero-stress state of rat pulmonary arteries in hypertension[J]. J Appl Physiol，1991，70(6)：2 455－2 470.
[3] Fung Y C，Liu S Q. Strain distribution in small blood vessels with zero-stress state taken into consideration[J]. Am J Physiol，1992，262(Heart Circ Physiol 31)：H544－H552.
[4] Ohara T，Sussman K E，Boris D. Effect of diabetic on cytosolic free Ca^{2+} and Na^{+}-K^{+}-ATPase in rat aorta[J]. Diabetes，1991，40(1)：1 560－1 563.
[5] Levy J，Cavin J R，Sowers J R. Diabetes mellitus：A disease of abnormal cellular calcium metabolism[J]？Am J Med，1994，96(3)：260－273.
[6] 张学亮，何 军，舒昌达. 四氧嘧啶糖尿病大鼠主动脉收缩反应的变化[J]. 第三军医大学学报，1997，19(2)：105－108.
[7] 张学亮，舒昌达，何 军. 高糖加高胰岛素对人血管平滑肌细胞增殖及细胞内游离钙水平的影响[J]. 中国病理生理杂志，1999，15(3)：237－239.
[8] Notarianni G，Gusev N，Lafitte D，*et al*. A novel Ca^{2+} binding protein associated with caldesmon in Ca^{2+}-regulated smooth muscle thin filaments：evidence for a structurally altered form of calmodulin[J]. J Muscle Res Cell Motil，2000，21(6)：537－549.
[9] Carmignani M，Volpe A R，Boscolo P，*et al*. Catcholamine and nitric oxide systems as targets of chronic lead exposure in inducing selective functional impairment[J]. Life Sci，2000，68(4)：401－415.
[10] 查锡良. 维生素与微量元素[A]. 见：周爱儒，查锡良 主编. 生物化学[M]. 第 5 版. 北京：人民卫生出版社，2000. 386－399.
[11] Schuschke D A，Percival S S，Saari J T，*et al*. Relationship between dietary copper concentration and acetylcholine-induced vasodilation in the microcirculation of rats[J]. Biofactors，1999，10(4)：321－327.
[12] 罗 敏. 葡萄糖毒性和脂肪酸毒性[J]. 中国糖尿病杂志，2000，8(增刊)：31－35.
[13] 蒋与刚，顾景范. 微量元素各论[A]. 见：孙永华，蔡景龙 主编. 烧伤创伤微量元素学[M]. 北京：人民卫生出版社，2000. 153－177.

（编辑 薛国文）

文章编号：1000-5404(2002)01-0083-01

个案与短篇

1 例气管断裂伤员的抢救体会

Emergent treatment for a tracheal split patient

涂永久，鲁云敏，陈玉强 （解放军第 174 医院普通外科，厦门 361003）

作者成功抢救 1 例氧管断裂的病员，现将抢救体会报告如下。

一般情况：患者，男，20 岁，因爆炸致颈部受伤，以紧急包扎 10 min 后急送到卫生所。当时伤员口唇轻度紫绀，不能平卧，喘息样呼吸，30 次/min，血压平稳。

手术中所见：伤员紧急送进手术室，患者平卧，肩部抬高，消毒铺单后手术探查，见颈前及右侧胸锁乳突肌断裂，甲关软骨粉碎性骨折，其中有一碎骨片位于甲状软骨左侧，呈三角形，大小约 0.5 cm×0.8 cm×1.0 cm，环状软骨断裂，破裂部位有气体溢出，但无法插进吸痰管，紧急分开其前方肌肉，暴露气管，氧管只有其后方少部筋膜与环状软骨相连，显露出氧管口后，插进氧管套管，吸痰，固定后包扎伤口，紧急送大医院进一步处理。

作者到某大医院随访，该伤员经常规气管切开及颈部清创，将甲状软骨及环状软骨复位后，恢复良好，未发生气管狭窄及声音嘶哑。

讨论

伤员的紧急处理：气管断裂伤员的早期处理是否恰当非常重要。关键在保持呼吸道通畅[1]，由于是开放伤，所以呼吸困难出现较晚，紧急气管切开术是抢救伤员的首要措施，由于发现病员的甲状软骨及环状软骨都有断裂，这是一个专科性比较强的病所，所以，作者只在暴露气管后选择了在伤口处进行简单插管，结扎活动性出血，再后送到大医院进行专科治疗。通过气管插管，伤员呼吸平稳。

医院的治疗：大医院进行了清创，将骨折对合复位，再进行常规气管切开，患者恢复良好，无声音嘶哑及呼吸困难。

关键词：气管断裂；气管切开术
中图法分类号：R653.059.7 文献标识码：B

参考文献：

[1] 尚其元，徐志勇，杨凤霞. 喉外伤 18 例急诊抢救体会[J]. 人民军医，2000，11(43)：677－678.

（编辑 薛国文）

作者简介：涂永久(1966－)，男，湖北省武汉市人，硕士，主治医师，主要从事普外及腹腔镜外科方面的研究。电话：(0592)2035971－3303

收稿日期：2001-09-08；修回日期：2001-11-08

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net