DOI:10.16016/j.1000-5404.1989.04.012

军事医学

用组织呼吸酶活力的变化预示伤道周围组织的转归

傅小兵* 刘荫秋 赖西南 陈 洪 王大田（野战外科研究所）

提 要 本实验采用生化与生理指标相结合的方法，观察了高速枪伤后伤道周围不同分区组织的转归及其规律，并就其机理进行了探讨。结果表明：与ATP生成密切相关的琥珀酸脱氢酶、H^+-ATP酶活力在伤道周围不同分区均有下降，并发生在组织结构改变之前，随伤后时间的延长以及处理方式的不同而转归各异。在非清创条件下，挫伤区以及震荡区组织的转归常经历一个“损伤—相对稳定—再损伤”的过程，而早期清创便可以显著改善这两部分组织的预后。

关键词 线粒体；清创术；腺苷三磷酸酶类；琥珀酸脱氢酶类；火器伤；呼吸酶；伤道

客观的评价伤道周围不同区域组织损伤的程度和范围，对提高外科清创质量具有重要意义。本实验测定组织线粒体内与能量代谢有关酶系活力的变化，结合相应部位组织液压、组织氧分压的动态观察，探讨伤道周围组织的自然转归及其规律以及早期清创在减少组织损伤中的地位和作用，为改进清创术提供依据。

材 料 和 方 法

一、动物致伤

实验采用重庆地区杂种犬17只，雌雄不限，体重13～15kg。3%戊巴比妥钠30mg/kg体重静脉推注麻醉后将其仰卧位固定于致伤架。用1.03g钢珠致伤右后肢中部肌肉丰满处，另一肢不致伤作对照肢。射距6m，初速1300m/s左右。

二、观测指标和方式

1. 酶活力测定：本组动物12只，分清创与非清创两组。清创动物（n=9）致伤后根据肉眼“4C”法沿伤道纵轴将组织分成坏死区，挫伤区以及震荡区3部分，并分别于伤前和伤后2、6、12和24h取以上分区组织各1.5g，经在预冷的线粒体分离液洗涤血液后，在4℃低温条件下手动玻璃匀浆，用HSC-高速冰冻离心机分别在4℃，4000和14000/min转对匀浆进行差速离心，分离出线粒体并制成悬液供测定之用。

清创组（n=3）于伤后2h由同一实验者在相对无菌条件下切除伤道周围坏死组织，清除肌间以及筋膜间血肿。以后的材料以及测定方法同非清创组。

用Thomas[1]法测定琥珀酸脱氢酶活力(SDH)定磷法测定能量偶联H^+-ATP酶活力[2]、Lorry法测定蛋白。测定仪器为日本岛津UV-365双光束扫描分光光度计，扫描范围190～860nm，精度为±0.3～0.4nm。

2. 组织液压、经皮氧分压测定：本组5只动物，采用组织氧分压测定仪和组织液压测定仪分别测定伤道周围不同区域的组织液压，经皮氧分压变化。测定部位和时间与酶学指标相对应。

实 验 结 果

一、线粒体内两种酶活力变化

组织坏死区的SDH和H^+-ATP酶活力随伤后时间的延长呈进行性下降，无恢复趋势，与伤前值相比差异十分显著（$P<0.01$）。

挫伤区外侧以及震荡区的SDH、H^+-ATP酶活力在伤后6h下降明显（$P<0.01$），6～12h除挫伤区的SDH活力回升明显外，其它部位两种酶活力变化与6h相比差别不大（$P>0.05$），但在12～24h后，两种酶活力又呈下降趋势（$P<0.01$）。

在清创组，挫伤区以及震荡区的SDH，H^+-ATP酶活力除在伤后早期有下降外（$P<0.05$），2h清创后各指标有恢复趋势且稳定在较恒定水平，与非清创组差异显著（$P<0.05$）（表1、2）。

* 北京解放军304医院研究室

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表1 线粒体琥珀酸脱氢酶活力变化（酶还原单位／min／mg蛋白）

组别	伤前值	伤后6h A	伤后6h B	伤后6h C	伤后12h A	伤后12h B	伤后12h C	伤后24h A	伤后24h B	伤后24h C
非清创组	6.28 ±1.83	1.69** ±0.65	3.36** ±1.99	5.19 ±3.10	1.59** ±0.73	4.13** ±1.97	5.22 ±1.84	1.08** ±0.64	2.72** ±1.54	3.62** ±0.53
清创组	6.32 ±1.58	/ /	5.69Δ ±3.10	5.37 ±0.93	/ /	5.58Δ ±0.59	5.40 ±0.63	/ /	6.73Δ ±4.40	5.54Δ ±1.36

表2 线粒体H^+-ATP酶活力变化（水解磷μmolepi／min／mg蛋白）

组别	伤前值	伤后6h A	伤后6h B	伤后6h C	伤后12h A	伤后12h B	伤后12h C	伤后24h A	伤后24h B	伤后24h C
非清创组	0.218 ±0.13	0.039** ±0.03	0.108** ±0.09	0.097** ±0.06	0.037** ±0.02	0.102** ±0.07	0.102** ±0.06	0.025** ±0.01	0.092** ±0.05	0.098** ±0.06
清创组	0.220 ±0.01	/ /	0.178*Δ ±0.05	0.156*Δ ±0.03	/ /	0.156*Δ ±0.01	0.175*Δ ±0.06	/ /	0.144*Δ ±0.02	0.161*Δ ±0.07

注：以上两表A：组织坏死区；B：挫伤区；C：震荡区

*与伤前相比$P<0.05$，**$P<0.01$；Δ与非清创相比$P<0.05$

二、组织液压、经皮氧分压变化

坏死区组织液压明显高于挫伤区外侧以及震荡区（$P<0.05$），经皮氧分压在坏死区呈进行性下降（$P<0.01$），在挫伤区以及震荡区的变化与相应部位的酶学指标一致，二者有很好的相关性（表3）。

表3 组织液压、经皮氧分压变化（mmHg／mm^2）

指标	伤前值	伤后6h A	伤后6h B	伤后6h C	伤后12h A	伤后12h B	伤后12h C	伤后24h A	伤后24h B	伤后24h C
组织氧分压	59.00 ±4.24	18.50** ±8.16	33.28** ±8.30	35.67** ±7.39	11.72** ±7.90	36.67** ±7.54	50.22* ±11.73	50.50** ±8.84	43.50* ±7.46	51.44** ±8.02
组织液压	−3.22 ±1.61	11.57** ±4.83	4.83** ±3.35	2.29** ±1.70	11.52** ±7.30	4.94** ±2.26	−1.41* ±0.71	7.23** ±2.36	2.23** ±0.97	−2.87 ±1.22

注：A：组织坏死区；B：挫伤区；C：震荡区

*与伤前相比$P<0.05$，　**$P<0.01$

1 mmHg = 0.133kPa

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

讨　论

一、呼吸酶活力变化是反映组织损伤的一个敏感指标。有资料报告在组织缺血等异常条件下，线粒体功能和呼吸酶活力异常常光于其结构的改变[3]。我们的实验结果表明：高速枪弹伤后伤道周围组织内与能量代谢有关的酶活力下降，不仅出现在伤道周围局部，而且也发生在远离伤道的分子震荡区，酶活力下降与组织损伤程度呈正比，且随时间的延长而有不同的转归。在这一损伤过程中SDH活力下降，使三羧酸循环中琥珀酸向盐胡素酸的转变发生困难，H^+－ATP酶活力改变，使氧化磷酸化过程中的能量转换过程受影响，因而进一步导至组织能量代谢障碍以至细胞死亡。在进一步的研究中我们发现，在远离伤道一定距离（通常为3～5 cm）组织线粒体呼吸酶活力也有下降，但它的改变是可逆的，它主要是由于枪伤时的组织震荡以及继发性血循环障碍的结果。因此我们认为在火器伤的研究和治疗中，适当的呼吸酶活力探测，会有助于早期判定组织的损伤程度和范围。

二、呼吸酶活力变化对了解伤道周围组织转归的作用。有关高速枪伤后伤道周围组织的转归与预后，有两种不同的看法。Hopkinson[4]认为由于原发创伤引起组织缺血，可使伤道周围组织损伤范围随时间的延长而扩大；而Zierrogal[6]的实验结果则相反，他观察了伤后48h的组织病理，结果发现组织损伤已明显减轻。我们采用较病理学更为敏感的呼吸酶学指标来判定组织预后，结果发现在伤道周围组织坏死区，酶活力以及氧分压呈进行性下降，组织液压高，组织呈进行性坏死；而挫伤区以及震荡区的变化仅在2～6 h损伤明显，6～12h组织损伤略有减轻，12h以后又呈进行性坏死。因此伤道周围组织转归并非Hopkinson的损伤加重过程，也非Zierrogal的损伤减轻过程，而是经历了一个“损伤—代偿（或称相对稳定）—再损伤”的变化，我们认为这就是组织自然转归的规律，它主要和高速武器对组织损伤的广泛以及复杂有关。从我们的实验以及已有的报道可知，挫伤区以及震荡区在伤后6～12h的功能恢复过程，实质上是一种组织的自我代偿、调节过程，在这一过程中，组织循环改善、经皮氧分压上升、细胞膜电位恢复[6][7]、ATP含量增加，这两部分组织总的功能呈恢复趋势，如在此时采取适当的外科手术将大大减少组织的损伤。在酶学组我们曾对3只犬在伤后2 h进行了清创实验，由于早期清除了肌间以及筋膜间血肿、减轻了组织内压，显著改善了组织生存的内外环境，因而从呼吸酶活力上反应出在所观察时间内组织功能呈恢复趋势，而无非清创组的12～24h的再损害过程。实验结果进一步提示采用早期扩大清创术对减少组织损害，促进功能恢复的作用。

参 考 文 献

1. Thomas P, et al. Determination of the activity of Succinate, NADH, Colone and α-Glycerophosphate Dehydrogenasses. Method of Biochemical analysis 22:123
2. 张龙翔，等。生化实验方法和技术。高等教育出版社
3. Radams C, et al. The subcellular pathology of shock in trauma patients: Studies using the immediate autopsy. Am Surg 1979; 45 (4):255
4. Hopkinson DAW, et al. Studies in experimental missile injuries of skeletal muscle. Pro Roy Soc Med 1963; 56:461
5. Zicrvogal JF, et al. Astudy of the muscle damage caused by the 7.62 NATO rifle. Acta Chir Scand Suppl 1979; 489:131

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

6. 傅小兵，等。用记录细胞膜电位的方法判定狗后肢骨骼肌火器伤后伤道周围坏死组织界限。中国应用生理学杂志1986；2(3)：230

7. Haljamae H, et al. Cellular transmembrance potential registration for continuons mapping of the area of cellular injury caused by highvelocity missiles. Acta Chir Scand Suppl 1979; 489:165

(收稿：1988.8.30；修回：1989.5.25)

The Changes of Respiratory Enzymes in Mitochondrial and Its Clinical Significance in Determinins the Areas of Damaced Tissue

Fu Xiaobing, et al. (The Research Institute of Surgery, Third Military Medical College)

The tissue functione nd its progress after gunshot wounds are studied with biochemical and pathophysiological methods. The experimental results show that the activity of succinate dehydrogenase and H^+ – ATP enzyme are lower at the various areas surrounding the wound channel. The changes of respiratory enzyme activity precede that of its tissue structure and have different results according to different treatment. In the non-debridement condition changes of the function of the bruised and shocked tissue may be the course of damaging-recovery and redamaging. The early debridement may make good results of these two areas.

Key words: mitochondria; debridement; adenosine triphosphatase; succinate dehydrogenase; gunshot wounds; respiratory enzyme; wound channel

(上接284页)

resistant p. falciparum endemic areas among a total population of 4540 showed that when nitroquine-composite was given in dose of 50 mg/d/15d or 75mg/2d/m gives satisfactory prophylactic effects. Ladoratoty experiments show that nitroquine is effective to the tissue, erythrocytic and sporogonic stages of malaria parasites. A resonable scheme of medicating nitroquine is proposed.

Key words: antimalarials/PD; chloroquine/TU; nitroquine; nitroquine-composite; malaria/PC; sporogonic stage

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net