DOI:10.16016/j.1000-5404.2001.12.014
第23卷第12期 第三军医大学学报 Vol. 23, No. 12
1414 2001年12月 ACTA ACADEMIAE MEDICINAE MILITARIS TERTIAE Dec. 2001

论著

文章编号:1000-5404(2001)12-1414-04

大鼠脑线粒体生物大分子合成过程中能量需求的研究

柳君泽,高文祥,蔡明春,曹利飞,孙秉庸 (第三军医大学高原军事医学系病理生理学教研室;高原医学研究室,重庆 400038)

提 要:目的 探讨线粒体内RNA和蛋白质合成过程中的能量需求及其ATP的调节作用。方法 组织匀浆-梯度离心法分离并纯化大鼠脑皮质线粒体,氧电极法鉴定线粒体氧化呼吸及其偶联活性;体外无细胞(Cell-free *in vitro*)线粒体^{3}H-UTP和^{3}H-Leucine掺入法分别测定细胞器的转录与翻译活性。结果 线粒体RNA和蛋白质合成中所需的ATP可来自线粒体自身氧化产生,外源ATP的加入可使转录活性增加3.7倍,而翻译活性仅提高17%,在既无外源ATP加入又无内源性产生时,线粒体蛋白翻译活性仍为最大活性的53.1%;ATP浓度对RNA和蛋白质合成的影响呈双相性,1 mmol/L时转录以及翻译活性最高,高浓度或低浓度均可产生浓度依赖性抑制效应。结论 ATP可在转录与翻译两个水平影响线粒体RNA和蛋白质合成,ATP对mtDNA表达的调节是一种经济、积极有效的反馈调节方式。

关键词:线粒体;ATP;线粒体转录;线粒体翻译;大鼠;脑
中图法分类号:R329.24 文献标识码:A

Studies on energy demand of biological large molecules syntheses in mitochondria isolated from rat brain *in vitro*

LIU Jun-ze, GAO Wen-xiang, CAI Ming-chun, CAO Li-fei, SUN Bing-yong (Department of Pathophysiology, Faculty of High Altitude Medicine, Third Military Medical University, Chongqing 400038, China)

Abstract: Objective To investigate the energy demand and its regulating role of ATP in RNA and protein syntheses in mitochondria. Methods Mitochondria were isolated from rat cerebral cortex and purified with a homogenizing and centrifuging program. Mitochondrial respiration and coupled activity were determined with oxygen electrode methods. The transcriptional and translational activities of organelles were measured with ^{3}H-UTP and ^{3}H-Leucine incorporation in cell-free mitochondria system *in vitro*. Results ATP required in the process of mitochondrial RNA and protein synthesis came from either endogenous generation by mitochondria *per se* or exogenous addition. Exogenous ATP addition made a 3.7 fold increase in transcription but only 17% increase in translation. A 53.1% of maximum activity in mitochondrial translation still remained under neither exogenous addition nor endogenous generation of ATP. Furthermore, the ATP concentration in the medium showed biphasic pattern on synthesis of RNA and protein in organelles. The maximum activity in mitochondrial transcription or translation *in vitro* was observed when ATP concentration was 1 mmol/L in incubation medium. There were ATP concentration-dependent inhibitions in transcription and translation with ATP concentration above or under 1 mmol/L in the medium. Conclusion ATP can effect mitochondrial RNA and protein synthesis on both transcription and translation levels. The regulation of ATP in mtDNA expression was an economic, active and effective feedback-regulating way.

Key words: mitochondria; ATP; mitochondrial transcription; mitochondrial translation; brain; rats

线粒体是真核细胞内重要的细胞器,通过氧化磷酸化作用进行能量转换。线粒体功能障碍是包括心肌病、代谢性疾病、退行性疾病等在内的多种疾病以及缺血缺氧、再灌注损伤、细胞凋亡等病理过程中的重要发病机制[1]。同时线粒体也是动物细胞中除细胞核外唯一含有遗传物质的细胞器,有一套相对独立而完整的细胞质基因表达的复制、转录、翻译及其加工装置,线粒体DNA(mtDNA)与线粒体呼吸和ATP合成直接关联,mtDNA及其表达也涉及到人类起源、种族进化、母性遗传、衰老等重要生命现象。与其它部位生物大分子合成一样,线粒体内RNA的转录和蛋白质的翻译,也是需要ATP的耗能过程,所不同的是线粒体本身即是产能器官,其合成的ATP可直接用于这些大分子的合成过程。但ATP做为氧化磷酸化的终产物,在线粒体RNA、蛋白质合成中的调节作用,有待深入研究。我们利用耗氧量大、ATP储备少、对缺氧敏感的大鼠脑组织,在建立了无细胞(Cell-free)体外线粒体转录与翻译模型的基础上,探讨了细胞器RNA转录与蛋白质翻译合成中的能量需求,以揭示ATP在mtDNA表达中的调节作用。

1 材料与方法

1.1 材料

雄性Wistar系大鼠(本校实验动物中心提供),实验进行时为11~13周龄,雄性,体重160~280 g;Clark氧电极及生物组织氧耗测定仪(解放军304医院);ATP、ADP、丙酮酸(Sigma);放线菌酮(Cycloheximide,Fluka公司);20种天然L-α氨基酸(上海伯奥生物科技有限公司进口分装);Ficoll(上海试剂二厂);^{3}H-UTP

基金项目:国家自然科学基金资助项目(39600171,39730190)
作者简介:柳君泽(1961-),男,山西运城市人,硕士,研究员,主要从事缺氧病理生理研究,发表论文20余篇。电话:(023)68752340-8205
收稿日期:2001-08-05;修回日期:2001-10-07

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

(12 Ci/mmol)、^{3}H-Leucine (8 Ci/mmol)(1 Ci = 3.7 × 10^{10} Bq, 中国原子能科学研究院同位素研究所); 其它试剂均为分析纯。

1.2 实验方法

1.2.1 大鼠脑线粒体的分离纯化与活性鉴定　大鼠断头处死, 快速取大脑半球, 置于 0 ~ 4 ℃生理盐水中洗涤数次, 立即埋入带冰碴的分离介质(0.25 mol/L 蔗糖, 10 mmol/L Tris-HCl, pH 7.4, 0.5 mmol/L K^+-EDTA)中, 剪碎。以上操作在 30 s 内完成。经 Teflon-玻璃匀浆器制成匀浆液, 按本实验室建立的方法[2]分离大鼠脑皮质线粒体, 并经 Ficoll 密度梯度高速离心纯化, 沉淀经分离介质洗涤 2 次, 按蛋白 10 mg/ml 悬浮于分离介质中制成线粒体悬液。按 Lowry 法测定线粒体蛋白浓度, 以牛血清白蛋白为标准。以上操作均在 0 ~ 4 ℃, 2 h 内完成, 每次实验均需新鲜制备。

为鉴定分离线粒体结构上的完整性和氧化磷酸化偶联程度上, 对提取的线粒体悬液做戊二醛固定, 常规脱水、包埋, 透射电镜观察; 按照 Clark 氧电极法[3]测定线粒体氧化呼吸功能, 分别于加入 ADP 时(3 态呼吸, ST_3)和 ADP 耗尽后(4 态呼吸, ST_4)测定线粒体在 35 ℃的氧耗量, 计算呼吸控制率(Respiration control rate, RCR = ST_3/ST_4)。

1.2.2 线粒体 RNA 的体外转录活性测定　参照 Fernandez-Silva 等[4]报道的细胞器体外 ^{3}H-UTP 掺入法。掺入反应总体积 200 μl, 含 10% 甘油, 35 mmol/L Tris-HCl, pH 7.8, 10 mmol/L $MgCl_2$, 1 mg 牛血清白蛋白, 20 mmol/L 琥珀酸钠, 1 mmol/L Na_2HPO_4, 每个反应中 ^{3}H-UTP 为 10 μCi/ml。标准反应中 ATP 浓度为 1 mmol/L, 加入 10 μl 线粒体悬液后于 37 ℃水浴振荡 1 h, 10% 三氯醋酸终止反应, 反应液抽滤于玻璃纤维滤膜上, 经三氯醋酸、乙醇反复洗膜, 烘干后加闪烁液(PPO:POPOP = 50:1, 二甲苯溶液)作液闪计数。计数效率为 20% ~ 25%, 结果以 ^{3}H-UTP 掺入 mtRNA 的 cpm/mg 表示。所用器皿均经高压灭菌处理, 溶液(除 Tris 外)经 0.2% 二已基焦碳酸盐(DEPC)和高压灭菌处理, Tris 用 DEPC 处理的灭菌水配制后再经高压消毒。

1.2.3 线粒体蛋白的体外翻译活性测定　采用细胞器体外 ^{3}H-Leucine 掺入法, 参照 Kwast[5] 建立的虾胚和 Mckee[6] 报道的大鼠心脏线粒体的体外翻译系统并改良。线粒体蛋白翻译反应混合液 100 μl, 含 500 mmol/L 蔗糖, 125 mmol/L KCl, 20 mmol/L HEPES, pH 7.5, 10 mmol/L KH_2PO_4, 8 mmol/L $MgCl_2$, 1 mmol/L EGTA, 10 mmol/L 琥珀酸钠, 0.1 mg/ml 放线菌酮和 0.5% 牛血清白蛋白, 19 种天然 L-α-氨基酸(除亮氨酸外)各 0.3 mmol/L, ^{3}H-Leucine 为 20 μCi/ml。标准反应中 ATP 为 1 mmol/L。加入线粒体悬液使最终浓度为 1 mg/ml, 于 30 ℃水浴震荡 1 h, 10% 三氯醋酸终止反应, 抽滤、洗膜、液闪计数同上所述。结果以 ^{3}H-Leucine 掺入线粒体蛋白的 cpm/mg 表示。

2 结果

2.1 分离脑线粒体的活性鉴定

分离的线粒体悬液在电镜下可见线粒体形态呈圆形或椭圆, 外膜结构完整, 无破裂, 无明显胞浆污染, 嵴结构清晰。氧电极法测定大鼠脑线粒体 3 态呼吸平均氧耗量为 51.28±13.48 纳原子氧 $min^{-1}\cdot mg^{-1}$, 平均 RCR 为 4.85±0.44 (n = 10)。RCR > 4.0 以上者可用于细胞器基因的体外表达分析。

2.2 线粒体无细胞(Cell-free)体外 RNA 及蛋白质合成中的能量需求

在含有氧化底物(琥珀酸)的线粒体体外转录与翻译反应体系中, 外源 ATP(1 mmol/L)的加入可使 ^{3}H-UTP 的掺入活性增加 3.7 倍, 而 ^{3}H-Leucine 的掺入活性仅提高 17%; 但在不含有可供氧化的底物也没有外源 ATP 的系统中, 仍有 ^{3}H-Leucine 的掺入活性, 而加入标准浓度的外源 ATP(1 mmol/L)时, ^{3}H-Leucine 的掺入活性约增加 1 倍, 见表 1。

表 1　细胞器体外转录与翻译系统中 **ATP** 来源对转录与翻译活性的影响($\bar{x}\pm s$)

Tab 1　Effects of ATP source on transcriptional and translational activities in organelles *in vitro* ($\bar{x}\pm s$)

ATP source		Transcriptional activity		Translational activity	
Oxidizable substrates	Exogenous ATP	^{3}H-UTP incorporation (×10^{-3}cpm/mg)		^{3}H-Leucine incorporation (×10^{-3}cpm/mg)	
+	−	4.587±0.70	21.3	1.137±0.264	85.7
	+	21.585±3.48	100(3.71)	1.327±0.166	100(0.17)
−	−	——		1.064±0.184	53.1
	+	——		2.004±0.156	100(0.88)

*: Data comes from at least three independent mitochondrial preparations. "+" represents in the presence of; "−" represents in the absence of. "——" represents no experiment data. Data in parenthesis represents increasing folds

2.3 ATP 对线粒体体外转录与翻译功能的影响

ATP 浓度可影响线粒体基因的表达, 表现在转录和翻译两个环节上。当转录体系处于不同 ATP 浓度的反应介质中时, 线粒体 RNA 合成随外源 ATP 浓度的改变而表现出特征性变化, 当介质中 ATP 在小于 1 mmol/L 时, ^{3}H-UTP 掺入随 ATP 浓度升高而递增见图 1A, ATP 浓度为 1 mmol/L 时, 线粒体的转录活性最高见图 1, 出现一特征性的活性增高峰, 大于或小于 1 mmol/L, 转录活性均递减见图 1。而当外源 ATP 浓度为 0 mmol/L 时, 线粒体的 RNA 合成活性并未完全终止, 但仅为最大活性的21.3%, 见表 1。

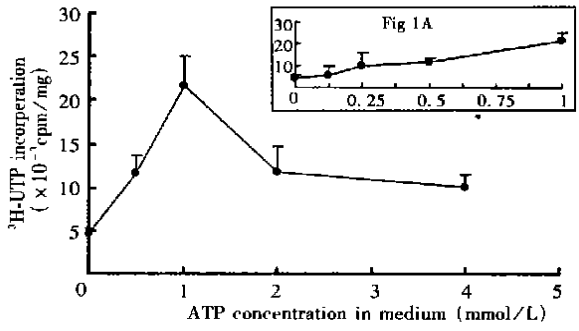


图 1　外源 **ATP** 浓度对线粒体转录活性的影响

Fig 1　Effect of exogenous ATP concentration on mitochondrial transcription activeity *in vitro*

在以琥珀酸为氧化底物的线粒体体外蛋白翻译体系中, 介质中外源 ATP 为 1 mmol/L 时, ^{3}H-Leucine 掺入活性最高, 大于 1 mmol/L 时, 则随 ATP 浓度升高而表现出递减。在不含氧化底物(琥珀酸)和 ADP 的反应体系中, ^{3}H-Leucine 随外源 ATP 浓度的掺入曲线与有氧化底物时相似见图 2。无论介质中有无氧化底物存在, 当外源 ATP 为零时, 仍有相当高的翻译活性, 分别为最大活性的 85.7% 和 53.1%, 见表 1。

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

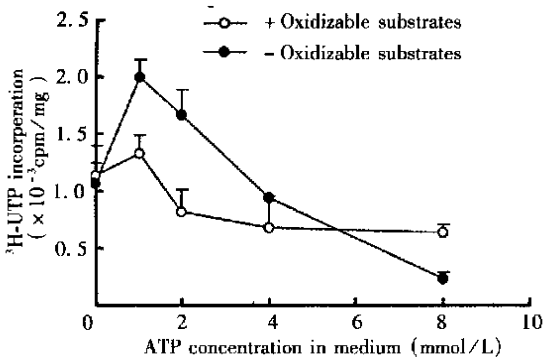


图 2 外源 ATP 浓度对线粒体体外翻译活性的影响

Fig 2 Effect of exogenous ATP concentration on mitochondrial translation activity *in vitro* Results shown are means ± s of at least three separate experiments

3 讨论

mtDNA 主要编码与氧化磷酸化有关的组分，mtDNA 自身的复制、编码信息的表达均在线粒体内独立进行，是半自主性细胞器。人和哺乳动物 mtDNA 编码 13 个 mRNA、2 个 rRNA 和 22 个 tRNA。线粒体 rRNA 和 tRNA 分别组成核糖体和氨基酰 tRNA，参与线粒体内的蛋白质生物合成，而线粒体 mRNA 则做为翻译的模板合成蛋白质，直接构成氧化呼吸链酶（复合体Ⅰ、Ⅲ、Ⅳ）和 ATP 合成酶（复合体Ⅴ）的部分组分[1]。因此，线粒体 DNA 遗传信息的表达与线粒体氧化磷酸化功能的发挥有直接关系。

ATP 是线粒体氧化磷酸化的产物，又反过来影响氧化磷酸化所必需的呼吸链酶的表达。在本实验所用的大鼠脑线粒体无细胞转录与翻译体系中，ATP 可在转录和翻译两个水平上影响 mtDNA 的表达，在无外源 ATP 加入时，线粒体可利用介质中的碳源而自身氧化产生 ATP，外源 ATP 的加入可使转录活性增加 3.7 倍，而翻译活性仅提高 17%，表明转录过程对 ATP 的依赖性更大，这可能与 ATP 不仅提供了线粒体内生物大分子合成所需的能量，而且又做为 RNA 合成的底物直接掺入 RNA 有关。线粒体的自身氧化呼吸能力会影响 ATP 的产生，Kwast 等利用虾胚线粒体的体外翻译系统研究发现，呼吸链抑制剂鱼藤酮或抗霉素 A 的加入，在短期内（20 min）对翻译活性无明显改变，但 1 h 后可分别抑制 36%和 20%，提示最佳翻译活性需要线粒体较高的氧化呼吸能力[7]。本实验分离线粒体的呼吸控制率（RCR）在 4.0 以上，氧化与磷酸化偶联程度高，可以满足自身氧化的需要。进一步研究发现，在既无外源 ATP 也无可供氧化的碳源存在时，线粒体仍具有蛋白翻译活性，可达有 ATP 存在时的一半以上，这提示 ATP 除了氧化磷酸化产生和外界加入外，线粒体内其它三磷酸嘌呤或嘧啶核苷之间的底物水平的磷酸化可能在其中起到一定的补偿作用。

进一步研究发现，ATP 对线粒体 RNA 和蛋白质合成的影响还与浓度有关。在大鼠脑线粒体体外转录体系中，外源 ATP 浓度小于 1 mmol/L 时，线粒体 RNA 转录活性随 ATP 浓度递增而增加，而大于 1 mmol/L 时，高浓度的 ATP 则对 RNA 合成起抑制作用，这种 ATP 对大鼠脑线粒体转录影响的特性与 HeLa 细胞[8]、大鼠肝线粒体[9]所观察的结果一致。在大鼠脑线粒体的体外翻译体系中，不含有可供氧化的碳源（琥珀酸）时，翻译活性随介质中外源 ATP 浓度变化的特性与转录过程相似，在此基础上再加入氧化底物以便线粒体自身也能氧化产生 ATP 时，翻译活性则出现一定的抑制效应。这些结果说明，无论 ATP 是自身产生还是外界加入，线粒体均能直接感受基质中 ATP 浓度的变化而影响生物大分子的合成，并且这种效应呈双相性，高浓度的 ATP 则抑制 mtDNA 的表达。这对于线粒体做为产能器官具有重要意义，可以根据细胞能量需求状况而调节 mtDNA 的表达，当细胞能量需求增加而 ATP 不足时，mtDNA 编码的与能量合成有关的酶基因的表达增强，以便加速氧化磷酸化过程，增加 ATP 的生成；当能量过量时，又可通过抑制 mtDNA 的表达而减少有关酶的合成，以防止能量的生成过剩，是一种经济、有效的反馈调节方式。脑组织是对 ATP 的依赖性大，这种 mtDNA 表达调节的特性，无疑是对脑能量代谢是有积极意义的。

MtDNA 的转录过程是 H 链与 L 链同时进行，分别转录生成两条多顺反子 RNA，再进一步剪切加工生成各种 RNA；蛋白质的翻译过程也是要经过起始、延长、终止等阶段，而且转录与翻译是紧密相关联的[1]。目前对 mtDNA 转录和翻译过程的确切机制以及 ATP 发挥调节作用的机制还不甚清楚。有报道，高浓度 ATP 可抑制 HeLa 细胞线粒体 S-100 提取液（含线粒体 RNA 聚合酶）在其天然启动子上启动转录的活性[9]，提示 mtDNA 转录的酶促装置能够对细胞内生理环境的改变产生反应。有关机制有待深入探讨。

虽然 ATP 的调节作用在线粒体生物大分子合成中占有重要地位，但在体内线粒体基质中腺苷酸池（Adenine nucleotide pool）浓度一方面受基质中水分含量的影响，另一方面还与 ATP 的跨线粒体膜的转运活性有关，后者还涉及到线粒体膜上两种腺苷酸载体-ATP/ADP 转运酶（ATP/ADP translocase）和 ATP-Mg/Pi 载体（ATP-Mg/Pi carrier）的作用[10]。因此细胞乃至整个机体在各种生理或病理状况下，线粒体基质 ATP 含量及其对 mtDNA 表达的调节将更为复杂。

参考文献：

[1] 宋今丹 主编. 医学细胞生物学[M]. 北京：卫生出版社. 1997, 106—120.

[2] 高文祥, 柳君泽, 吴利平, 等. 急、慢性缺氧对大鼠脑线粒体能量代谢的影响[J], 中国病理生理杂志. 2000, 16(10): 879—882.

[3] Clark J B, Nicklas W J. The metabolism of rat brain mitochondria[J]. J Bi-

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

ol Chem, 1970, 245(18): 4 724—4 731.
[4] Fernandez-Silva P, Petruzzella V, Fracasso F, *et al*. Reduced synthesis of mtRNA in isolated mitochondria of senescent rat brain[J]. Biochem Biophys Res Commu, 1991, 176(2): 645—653.
[5] Kwast K E, Hand S C. Regulatory features of protein synthesis in isolated mitochondria from Artemia embryos[J]. Am J Physiol, 1993, 265(6 Pt 2): R1 238—R1 246.
[6] Mckee E E, Grier B L, Thompson G S, *et al*. Isolation and incubation condition to study heart mitochondrial protein synthesis[J]. Am J Physiol, 1990, 258(3 Pt 1): E492—E502.
[7] Mckee E E, Grier B L, Thompson G S, *et al*. Coupling of mitochondrial metabolism and protein synthesis in heart mitochondria[J]. Am J Physiol, 1990, 258(3 Pt 1): E503—E510.
[8] Gaines G, Rosi C, Attardi G. Markedly different ATP requirements for rRNA synthesis and mtDNA light strand transcription versus mRNA in isolated human mitochondria[J]. J Biol Chem, 1987, 262(4): 1 907—1 915.
[9] Enriquez J A, Fernandez-Silva P, Perez-Martos A, *et al*. The synthesis of mRNA in isolated mitochondria can be maintained for several hours and is inhibited by high levels of ATP[J]. Eur J Biochem, 1996, 237(3): 601—610.
[10] Nosek M T, Aprille J R. ATP-Mg/Pi carrier activity in rat liver mitochondria[J]. Arch Biochem Biophy, 1992, 296(2): 691—697.

（编辑 潘式文）

文章编号: 1000-5404(2001)12-1417-01

个案与短篇

闭合性腹部损伤的监测与救治

Monitoring and treatment of closed abdominal injury

陈显春, 邓亨梅 （第三军医大学附属西南医院普通外科, 重庆 400038）

我科 1996 年 9 月至 1999 年 9 月对 96 例闭合性腹部损伤患者进行了监测和救治, 现报道如下。

1 临床资料

1.1 一般资料

本组病人 96 例, 女 22 例, 男 74 例, 年龄 19～64 岁, 平均(39±20)岁, 伤前无心、肝、肾疾病, 致伤的主要原因为高处坠落伤 30 例, 汽车碰撞 37 例, 房屋倒塌及挤压 15 例, 拳打脚踢 14 例。

1.2 临床表现及诊断

96 例病人入院时主要表现为: 腹痛 96 例、呕吐 78 例、呕血 4 例, 在伤后 2～10 d 的观察过程中, 发现腹腔内出血、休克者 24 例, 腹部明显压痛、反跳痛、肌紧张者 2 例, 呼吸困难低氧血症 7 例, 神志变为浅昏迷 5 例。经 CT、腹部平片或腹腔穿刺检查后, 诊断为肝包膜下出血 11 例, 麻痹性肠梗阻 8 例, 腹腹后血肿 18 例, 脾包膜下出血 21 例, 延迟性脾破裂、休克 16 例, 肝破裂 4 例, 肾挫裂伤、腹腹后出血 4 例, 膈肌破裂 4 例, 十二指肠破裂 2 例, 腹部创伤加肺挫伤血气胸 3 例, 腹部创伤加颅内血肿 5 例。

1.3 监测方法及监测结果

闭合性腹部损伤的病人一入院即行严密的监测, 主要监测内容有: ①持续Ⅱ导联心电图、血压、心率、脉搏血氧饱和度监测等; ②右侧锁骨下或颈内静脉穿刺置管持续监测中心静脉压(CVP); ③观察每小时尿量; ④监测呼吸、神志、腹部体征的变化; ⑤根据病情复查 CT 或腹腔穿刺; ⑥定时复查血 Rt。监测发现: ①窦性心动过速(HR 106～144 次/min)89 例, ②CVP＜4 cmH_2O者 61 例, ③尿量＜0.5 $ml \cdot h^{-1} \cdot kg^{-1}$者 33 例, ④意识转为浅昏迷者 5 例, ⑤腹穿抽出不凝血者 28 例。

1.4 救治方法

本组救治中, 非手术治疗 58 例, 手术治疗 38 例, 手术者均是在入院后监护过程中发现问题而实施。非手术治疗主要包括补充血容量、止痛止血、防治感染和维持水电解质平衡; 手术治疗 38 例中, 伤后 2 d 内手术者 24 例, 伤后 3 d 手术者 8 例、伤后 5 d 手术者 5 例, 伤后 10 d 手术者 1 例; 手术方式主要为: 脾切除术、肝破裂修补术、肾切除术、膈肌修补术、十二指肠修补术、胸腔闭式引流术、硬膜外血肿清除术。

2 结果

本组病人 2 例死亡, 其余均存活。本组病人的主要并发症有呼吸衰竭或 ARDS 6 例, 腹腔内感染并发多器官功能衰竭 2 例, 膈下脓肿 1 例, 2 例死亡的原因为多器官功能衰竭。

3 讨论

3.1 严密监测

腹部外伤后的早期由于实质脏器破裂出血不明显或仅局限于脏器内部, 临床表现不典型或无明确的手术指征[1], 因此严密监测至关重要。本组病人在 2～10 d 的观察过程中, 对 38 例病人进行了及时有效的手术治疗。本组内出血患者均有 HR 增快, CVP＜3 cmH_2O, 小便减少, ＜20 ml/h, 甚至无小便, BP 在早期下降不明显, 甚至增高。本组 5 例病人在观察过程中发现烦躁不安和意识障碍加重, 经 CT 检查证实为颅内硬膜外血肿, 7 例出现不同程度的呼吸困难、低氧血症, 经胸部 X 线检查证实为气胸和膈肌破裂。因此对闭合性腹部外伤患者要严密监测。

3.2 及时果断的剖腹探查

闭合性腹部外伤病人一旦实质或空腔脏器损伤的诊断明确, 应立即手术治疗, 以免耽误病情[2]。此类病人应在补充血容量的同时进行手术, 应把腹内脏器出血的控制放在重要位置, 术前锁骨下或颈内静脉置管, 以保证输液的通畅。

3.3 防止 MOF 的发生

腹腔内出血、腹腔内感染, 是导致 MOF 的重要原因[3]。本

（下转 1420 页）

作者简介: 陈显春(1964—), 女, 四川省邛崃市人, 主管护师, 主要从事临床护理方面的研究, 发表论文 10 篇。电话: (023) 68754000-73075
收稿日期: 2001-02-11; 修回日期: 2001-04-12

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