

## · 综述 ·

## 微波对造血系统影响的研究进展

宋薇 彭瑞云

微波是一种频率为 300 MHz ~ 300 GHz 的电磁波,被用于农业、交通、通讯、医疗和军事等各个方面。随着电子技术的广泛应用和通讯工业的飞速发展,人体接触微波辐射的强度和时间与日俱增,微波对生物体的损伤效应越来越受到重视。目前,关于微波对人体各系统组织损伤效应的研究正逐步深入。其中,机体的造血系统更新活跃、增殖旺盛,具有很高的辐射敏感性,微波对造血系统的生物效应及损伤机制已受到人们的关注。本文针对目前检索到的文献,就微波对外周血细胞、骨髓、细胞因子的影响以及对造血系统损伤的剂量-效应关系和机制等进行综述。

## 微波对外周血细胞的影响

微波通过对外周血多种成分的直接作用以及对骨髓造血系统的损伤间接引起外周血的变化,从而影响外周血细胞。由于不同实验室所研究的微波频率、功率、辐射时间、辐射方式、实验动物种属等不同,故得到的微波对造血系统影响的结果也不尽相同,甚至还存在一些矛盾的结论。但许多研究者认为,微波能够导致外周血白细胞下降以及造血功能紊乱。

## 一、对白细胞的影响

程康等<sup>[1]</sup>观察到,小鼠受频率为 2450 MHz、功率密度为 10 mW/cm<sup>2</sup> 的微波辐射后,外周血白细胞数随着连续辐射时间的延长而下降( $P < 0.01$ )。黄昌亮等<sup>[2]</sup>研究发现,微波从业人员(功率密度为 2.5 ~ 115.25  $\mu$ W/cm<sup>2</sup>)的外周血白细胞数、红细胞数、血红蛋白含量与正常对照人群比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ );但高强度(12.18 ~ 115.25  $\mu$ W/cm<sup>2</sup>)微波从业人员的外周血白细胞数和血红蛋白含量低于低强度微波从业人员(2.5 ~ 5  $\mu$ W/cm<sup>2</sup>),差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。提示微波对外周血白细胞的影响可能与辐射强度以及连续辐射时间有关。

## 二、对红细胞的影响

微波辐射可以影响红细胞的膜结构进而改变其生理功能。吴瑛和赖声礼<sup>[3]</sup>用低强度毫米波(波长 6 mm,辐射频率 50 GHz,照射强度为 100 mW)照射健康人离体血样,观察到红细胞脆性增加,扫描电镜下部分红细胞中央凸起,有棘形等变异出现,表明受微波辐射的红细胞膜结构损伤且功能异常,膜的通透性增大。陈浩等<sup>[4]</sup>用 2450 MHz 连续微波(发射功率为 51.3 W)辐射新西兰大白兔,同样发现红细胞的聚集性和变形性降低,红细胞脆性增大。

Busljeta 等<sup>[5]</sup>用频率为 2450 MHz、功率密度为 5 ~ 10 mW/cm<sup>2</sup> 的连续微波对 Wistar 大鼠进行辐射,每天 2 h,分别

辐射 2, 8, 15 和 30 d。结果观察到辐射第 8 天和第 15 天,2 组大鼠外周血中红细胞计数、血红蛋白水平、红细胞比容均升高;辐射第 15 天,大鼠骨髓中红系祖细胞数明显下降( $P < 0.05$ ),但微核细胞率增加。这表明微波辐射能导致红系细胞成熟和增殖紊乱,促进红系祖细胞的微核形成。

## 三、对血小板及凝血机制的影响

田卓等<sup>[6]</sup>采用功率密度为 5 mW/cm<sup>2</sup> 的连续微波对 Sprague-Dawley 大鼠进行长期辐射,发现外周血中血小板减少、大小不均一且有伪足形成,血小板膜流动性降低,大鼠尾部出血时间缩短。结果表明长期微波辐射造成的血小板功能异常可能导致血液的高凝状态。

郝晋和薛文花<sup>[7]</sup>认为,低强度微波辐射对血小板功能和凝血时间没有显著影响,高强度微波(频率为 2450 MHz,输出功率为 10 ~ 800 W 连续可调)辐射会导致血液凝固时间延长,血块收缩时间变短;并认为辐射后血浆中的酶活性降低,血小板释放功能受抑制、聚集功能降低,可能是造成血液凝固时间延长的原因。

## 微波对骨髓的影响

## 一、对骨髓造血细胞的影响

骨髓造血细胞对微波敏感,微波辐射可能造成骨髓造血细胞数量减少,出现凋亡及坏死,各系细胞在形态学方面出现一系列变化。程康等<sup>[1]</sup>用频率为 2450 MHz、功率密度为 10 mW/cm<sup>2</sup> 的微波对小鼠进行辐射,观察到骨髓有核细胞数在辐射第 6 天即出现下降趋势,第 12 天差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),第 15 天降至正常值的 50% 左右。裴银辉和高辉<sup>[8]</sup>将雄性 ICR 小鼠暴露于手机辐射下 60 d,观察到小鼠骨髓细胞增生减低,红细胞系比例下降,粒/红比增高;骨髓细胞形态学检查发现骨髓细胞中核染色质浓缩、边移,环形、半月形多见。

## 二、对造血微环境的影响

造血微环境是指造血器官内除造血实质细胞以外所有神经、血管和结缔组织等成分,它参与造血细胞定居、增殖、分化、成熟及储存和释放全过程。骨髓基质细胞(bone marrow stromal cell, BMSC)是造血微环境的重要组成部分,它一方面通过与造血实质细胞密切接触发挥近距离调节作用,另一方面通过分泌刺激因子和抑制因子,从正反两方面调节造血以维持机体造血的动态平衡<sup>[9]</sup>,其结构和功能的完整性对保持骨髓造血稳定性具有重要作用。邓中荣和陈景元<sup>[10]</sup>取正常人髂骨骨髓经细胞培养后,采用频率 2450 MHz、平均功率密度为 10, 20 和 30 mW/cm<sup>2</sup> 的连续微波进行垂直极化辐射,辐射距离为 40 cm,结果提示骨髓微环境基质细胞的脂质过氧化损伤可能为微波致造血功能障碍的机制之一。

## 微波对细胞因子的影响

造血活动的正常进行是体内众多体液因子综合作用的结

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2010.08.025

作者单位:100039 北京,北京武警总医院肿瘤科(宋薇);北京军事医学科学院放射与辐射医学研究所(宋薇、彭瑞云)

通信作者:彭瑞云, Email: pengry@nic.bmi.ac.cn

果。BMSC 是产生造血调控因子的主要来源,能分泌和表达多种造血调控因子,包括粒细胞-巨噬细胞集落刺激因子(granulocyte-macrophage colony stimulating factor)、粒细胞集落刺激因子(granulocyte colony stimulating factor, G-CSF)、巨噬细胞集落刺激因子(macrophage colony stimulating factor)、干细胞因子(stem cell factor, SCF)、白细胞介素(interleukin, IL)-1、IL-6、IL-7、白血病抑制因子等。SCF、G-CSF、IL-6 和 IL-11 都具有促使多能干细胞进入细胞周期的作用,基质细胞分泌的膜 SCF 通过与干细胞膜上的 c-kit 受体结合将干细胞固定于基质。转化生长因子  $\beta$ 、巨噬细胞炎性蛋白 1 $\alpha$ 、肿瘤坏死因子(tumor necrosis factor, TNF)- $\alpha$ 、干扰素(interferon, IFN) $\alpha$  等能使正常干细胞的细胞周期进程减慢或停滞于静止期,对造血起到负调控作用<sup>[11]</sup>。

有关微波对细胞因子影响的研究报道较少。Park 等<sup>[12]</sup>报道,采用 433 MHz 微波治疗的癌症患者,外周血单核细胞产生 IL-1、IL-2 和 IFN 增加,杀伤靶细胞能力加强。Fesenko 等<sup>[13]</sup>发现,用功率密度为 1 mW/cm<sup>2</sup>,频率为 8.15 ~ 18 GHz 的微波对 NMRI 小鼠全身辐射 5 h,可引起腹膜巨噬细胞和脾 T 细胞产生 TNF 明显增加,而慢性辐射 7 d 则可使腹膜巨噬细胞产生 TNF 水平下降。Gatta 等<sup>[14]</sup>应用频率为 900 MHz、比吸收率(specific absorption rate, SAR)为 12 W/kg 和 2 W/kg 的微波辐射小鼠,发现 IFN- $\gamma$  生成增加。

由于造血微环境中基质细胞的异质性,基质细胞对外源性刺激的反应性存在差异,使造血调节网络系统更加复杂。

### 微波对造血系统损伤的剂量-效应关系

电磁场作用于生物体,能引起两类生物效应:热效应和非热效应。连续微波以热效应为主,而脉冲微波以非热效应为主。微波辐射的热效应有明确的剂量-效应关系,而非热效应的剂量-效应关系仍不明确,各实验结果的差异较大,重复性差。目前认为,微波辐射对造血系统的损伤存在剂量-效应关系,但其规律尚不明确,一般认为造血组织的损伤与辐射剂量、辐射时间和平均功率密度等密切相关<sup>[15]</sup>。

### 微波对造血系统的损伤机制

热效应机制主要在于温度升高后加热了机体组织中的“生物水”,而非热效应主要作用于细胞和分子水平,进而影响其生物物理和生物化学反应过程<sup>[16]</sup>。这两种效应并不完全独立存在。目前微波对造血系统的损伤机制尚未明确,考虑有以下几个方面。

#### 一、对细胞膜的影响

微波能影响细胞膜的通透性及膜电位,导致电穿孔,因此认为细胞膜是微波作用的初始靶之一。王勇等<sup>[17]</sup>用频率为 2450 MHz、功率密度为 0 ~ 50 mW/cm<sup>2</sup> 的连续波辐射培养的淋巴细胞,发现 Ca<sup>2+</sup> 浓度出现双相变化,小功率密度微波(0.5 mW/cm<sup>2</sup>)可促进 Ca<sup>2+</sup> 外流和细胞内膜性细胞器对 Ca<sup>2+</sup> 的摄取;而大功率密度微波(50 mW/cm<sup>2</sup>)可促进膜性细胞器对 Ca<sup>2+</sup> 的释放,并呈现剂量-效应关系。频率 72 MHz ~ 10 GHz 的范围内,电磁波能影响钠钾离子通过细胞膜的流量和红细胞膜上的 Na-K-ATP 泵<sup>[18]</sup>。

#### 二、对遗传物质的影响

1. 染色体的损伤:染色体是由 DNA 大分子和蛋白质构成,电磁场可引起染色体断裂、畸变,在形态学上可表现为微核形成等改变。Zotti-Martelli 等<sup>[19]</sup>将人外周血淋巴细胞分别暴露于 2450 MHz 和 7700 MHz 连续波,平均功率密度为 30 mW/cm<sup>2</sup>,辐射时间为 30 min 和 60 min,均使外周血淋巴细胞微核形成增加。康立平等<sup>[20]</sup>用频率为 900 MHz、功率密度为 5 mW/cm<sup>2</sup> 微波辐射离体淋巴细胞 40 min 后,细胞出现损伤,主要表现在蛋白构象变化和 DNA 碱基损伤,从而导致细胞凋亡。张天许等<sup>[21]</sup>研究表明,因职业而长期接触微波辐射的工作人员,外周血淋巴细胞的染色体畸变率高于正常对照组。而 Vijayalaxmi 等<sup>[22]</sup>关于 2450 MHz 微波辐射对人外周血淋巴细胞影响的研究结果则显示,经 72 h 作用后,细胞分裂指数、染色体交换率、微核形成率与对照组比较,差异无统计学意义。

2. DNA 分子链的损伤:大量实验证明,微波可引起 DNA 链的断裂。检测 DNA 链断裂最常用的方法是单细胞凝胶电泳,又称“彗星试验”。Diem 等<sup>[23]</sup>发现, SAR 为 1.2 和 2 W/kg、频率为 1800 MHz 的微波分别辐射人成纤维细胞和大鼠粒细胞 GFSH-R17,均可致 DNA 单链和双链的断裂。但也有阴性结果的报道:Baohong 等<sup>[24]</sup>用 SAR 为 3 W/kg、频率为 1800 MHz 的微波辐射人外周血淋巴细胞 2 h 后,并没有发现明显的 DNA 损伤;Chemieris 等<sup>[25]</sup>研究了频率为 8800 MHz、SAR 为 1.6 W/kg 的微波对人全血白细胞和分离淋巴细胞的辐射作用,也没有发现 DNA 链断裂。

3. 致基因突变:庞铁兵等<sup>[26]</sup>发现,频率为 2450 MHz、功率密度不同(分别为 5, 10 和 30 mW/cm<sup>2</sup>)的微波对小鼠外周血淋巴细胞次黄嘌呤鸟嘌呤磷酸核糖转移酶基因(HGPRT)有致突变作用。小鼠连续辐射 1, 3 和 7 d 后心脏取血,应用多核细胞法检测 HGPRT 基因点突变,结果显示淋巴细胞 HGPRT 基因位点突变率随辐射时间延长和辐射强度增大而呈增加趋势,功率密度为 30 mW/cm<sup>2</sup> 的微波辐射第 7 天,点突变率与对照组相比,差异有统计学意义。

由上述结论可见,微波对遗传物质有损伤作用,但不同实验条件、不同频率、不同强度、不同作用细胞所得到的结果不一。

#### 三、对细胞周期的影响

程康等<sup>[1]</sup>用频率为 2450 MHz、功率密度为 10 mW/cm<sup>2</sup> 的微波对小鼠连续辐射 15 d,出现骨髓有核细胞减少而 G2 期和 S 期骨髓细胞增多,不仅有利于 DNA 损伤的修复,也加快了骨髓细胞的增殖,表现为骨髓细胞粒巨噬细胞集落形成单位(granulocyte-macrophage colony forming unit)形成能力增强,可补充外周血白细胞。这可能是机体对微波辐射损伤的一种抵抗性反应。

#### 四、细胞增殖与凋亡调控基因的改变

细胞凋亡是一种不同于细胞坏死的细胞死亡方式,又称程序性细胞死亡,许多理化因素均能诱导细胞凋亡的发生。微波作为一种非电离辐射,对各种敏感器官实质细胞包括造血细胞均有影响,其损伤的主要方式及机制之一就是导致细胞凋亡。

大量研究显示,细胞增殖与凋亡调控基因 bcl-2、bax 和 c-fos 等参与了微波辐射诱导造血细胞凋亡和修复的病理过程。Omura 和 Losco<sup>[27]</sup>在 1993 年研究家庭环境中的电磁场(包括彩电、电脑、微波炉、移动电话等)对正常人体的影响时发现,从微波炉(2450 MHz, 450 W)漏出的微波在 0.5 ~ 2 m 的距离内可引

起人 c-fos 基因较长时间的表达。霍蕊莉等<sup>[28]</sup>用频率为 2856 MHz、平均功率密度为 10, 30 和 50 mW/cm<sup>2</sup> 的微波辐射 Wistar 大鼠, 发现凋亡相关基因 bax、c-fos 蛋白表达增强, bcl-2 蛋白表达减弱, 其表达强度与辐射剂量相关, 并与细胞凋亡同步平行变化。

#### 五、酶活性的改变

用频率为 3000 MHz、功率密度为 1 ~ 5 mW/cm<sup>2</sup> 的连续波辐射中性粒细胞, 能使细胞酸性磷酸酶与溶菌酶活性增强, 这两种酶活性的增强与细胞的死亡率成正比<sup>[29]</sup>。

#### 六、对抗氧化系统的影响

正常生理状况下, 生物体内存在完整的抗氧化系统, 在不同水平上阻断、清除以及修复自由基的损伤, 使细胞免受损害。Moustafa 等<sup>[30]</sup>发现, 用移动电话产生的微波(频率为 900 ~ 1800 MHz, 功率密度为 0.1 ~ 1 mW/cm<sup>2</sup>) 辐射 1 ~ 4 h 后, 可以导致人血浆中脂质过氧化水平显著增加, 红细胞超氧化物歧化酶(SOD)和还原型谷胱甘肽活性降低。Stopczyk 等<sup>[31]</sup>用 900 MHz 微波作用于人的血小板悬液 1 ~ 7 min 后, 也观察到 SOD 活性下降。还有实验发现, 微波辐射可引起骨髓基质细胞 SOD 活性降低, 细胞清除自由基的能力下降, 脂质过氧化产物——甲基二甲氧基苯异丙胺含量升高; 辐射强度越大, 细胞脂质过氧化损伤越严重。由此可见, 微波辐射一方面可能破坏细胞内的抗氧化系统, 另一方面又引起细胞内脂质过氧化反应, 使细胞内产生大量的自由基, 进而引起细胞损伤。

### 结 语

随着居住、工作环境中电磁污染日趋严重以及对人们对自身健康的关注, 我们对微波造成的损伤越来越重视。微波对造血系统影响的研究也在逐步深入, 但仍存在以下问题: ①对其生物效应的产生机制尚不明确, 有待于从分子水平上进一步深入探讨; ②由于生物体内部复杂, 相互作用存在不确定性, 实验条件很难统一, 实验结果的可重复性差, 导致弱电磁场非热效应的剂量-效应关系仍不明确; ③目前的研究对象多为动物模型及离体细胞, 人体作为多元化的复杂的生物介质, 微波对其损伤的诊断标准尚难界定。随着人们对这一领域研究的进一步完善, 相信能更充分的认识微波的损伤, 从而能更好地进行防治。

### 参 考 文 献

- [1] 程康, 王海昌, 任东青, 等. 2450MHz 微波对受照小鼠粒系造血相关指标的影响. 中国康复理论与实践, 2007, 13: 1134-1136.
- [2] 黄昌亮, 齐为民, 郭仁杰, 等. 微波对作业人员血细胞计数和白细胞化学的影响. 第四军医大学学报, 1987, 8: 31-33.
- [3] 吴琰, 赖声礼. 低功率毫米波对于红细胞生物物理特性的影响. 中国医学物理学杂志, 2001, 18: 33-36.
- [4] 陈浩, 黎晓云, 张富鑫, 等. 微波急性辐照对兔组织生物力学特性的影响. 生物医学工程学杂志, 1999, 16: 168-171.
- [5] Busljeta I, Trosic I, Milkovic-Kraus S. Erythropoietic changes in rats after 2.45GHz nonthermal irradiation. Int J Hyg Environ Health, 2004, 207: 549-554.
- [6] 田卓, 胡厚源, 张彦文, 等. 慢性微波辐射对大鼠血小板参数及膜流动性的影响. 重庆医学, 2008, 37: 957-958.
- [7] 郝晋, 薛文花. 微波的生物医学效应. 太原: 山西电子技术出版社, 1997: 9-18.
- [8] 裴银辉, 高辉. 手机辐射对小鼠骨髓细胞的影响. 中国辐射卫生, 2009, 18: 67-68.
- [9] 罗成基, 裴雪涛. 造血微环境基础与临床. 南京: 世界医药出版社, 2001: 23.
- [10] 邓中荣, 陈景元. 微波对体外培养的骨髓基质细胞脂质过氧化损伤. 第四军医大学学报, 2003, 24: 820-821.
- [11] 王绮如, 谭孟群, 程腊梅. 造血生理学. 长沙: 中南大学出版社, 2003: 141.
- [12] Park MM, Hornback NB, Endress S, et al. The effect of whole body hyperthermia on the immune cell activity of cancer patients. Lymphokine Res, 1990, 9: 213-223.
- [13] Fesenko EE, Makar VR, Novoselova EG, et al. Microwaves and cellular immunity. I. Effect of whole body microwave irradiation on tumor necrosis factor production in mouse cells. Bioelectrochem Bioenerget, 1999, 49: 29-35.
- [14] Gatta L, Pinto R, Ubaldi V, et al. Effects of in vivo exposure to GSM-modulated 900MHz radiation on mouse peripheral lymphocytes. Gatta Radiat Res, 2003, 160: 600-605.
- [15] 彭瑞云, 王德文. 军事医学病理学. 北京: 高等教育出版社, 2008: 3.
- [16] 王德文, 彭瑞云. 微波的损伤与防护. 中华劳动卫生职业病杂志, 2003, 21: 321.
- [17] 王勇, 宁竹之, 王登高, 等. 微波辐照对离体淋巴细胞 Ca<sup>2+</sup> 浓度及 Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup> ATP 酶活力的影响. 中国公共卫生学报, 1996, 15: 299-300.
- [18] Cleary SF, Liu LM, Merchant RE. Glioma proliferation modulated in vitro by isothermal radiofrequency radiation exposure. Radiat Res, 1990, 121: 38-45.
- [19] Zotti-Martelli L, Peccatori M, Scarpato R, et al. Induction of micronuclei in human lymphocytes exposed in vitro to microwave radiation. Mutat Res, 2000, 472: 51-58.
- [20] 康立丽, 黄耀熊, 罗曼, 等. 900MHz 微波对淋巴细胞作用的显微激光共焦拉曼光谱研究. 第四军医大学学报, 2007, 28: 1862-1864.
- [21] 张天许, 尹金玲, 杨姝雅. 小功率脉冲微波人员外周血淋巴细胞染色体畸变及微核率观察. 中国工业医学杂志, 2006, 19: 359-361.
- [22] Vijayalaxmi, Leal BZ, Szilagyi M, et al. Primary DNA damage in human blood lymphocytes exposed in vitro to 2450MHz radiofrequency radiation. Radiat Res, 2000, 153: 479-486.
- [23] Diem E, Schwarz C, Adlkofer F, et al. Nonthermal DNA breakage by mobile-phone radiation (1800 MHz) in human fibroblasts and in transformed GFSH-R17 rat granulose cells in vitro. Mut Res, 2005, 583: 178-183.
- [24] Baohong W, Jiliang H, Lifan J, et al. Studing the synergistic damage effects induced by 1.8GHz radiofrequency field radiation (RFR) with four chemical mutagens on human lymphocyte DNA using comet assay in vitro. Mut Res, 2005, 578: 149-157.
- [25] Chemeris NK, Gapeyev AB, Sirota NP, et al. Lack of direct DNA damage in human blood leukocytes and lymphocytes after in vitro exposure to high power microwave pulses. Bioelectromagnetics, 2006, 27: 197-203.
- [26] 庞铁兵, 郭国祯, 任东青, 等. 2450MHz 微波辐射对小鼠外周血淋巴细胞 HPRT 基因突变的影响. 第四军医大学学报, 2003, 24: 147-149.
- [27] Omura Y, Losco M. Electro-magnetic fields in the home environment (color TV, computer monitor, microwave oven, cellular phone, etc) as potential contributing factors for the induction of oncogen C-fos Ab1,

- oncogen C-fos Ab2, integrin alpha 5 beta 1 and development of cancer, as well as effects of microwave on amino acid composition of food and living human brain. *Acupunct Electrother Res*, 1993, 18:33-37.
- [28] 霍蕊莉, 彭瑞云, 高亚兵, 等. S 波段高功率微波对大鼠骨髓损伤效应的研究. 第六届全国生物医学体视学学术会议暨第九届全军军事病理学学术会议, 第五届全军定量病理学学术会议论文汇编, 2005:139-140.
- [29] 王保义, 唐敬贤, 江汉保, 等. 电磁场在生物医学中的应用. 北京: 国防工业出版社, 1990:15.
- [30] Moustafa YM, Moustafa RM, Belacy A, et al. Effects of acute exposure to the radiofrequency field of cellular phones on plasma lipid peroxide and antioxidant activities in human erythrocytes. *J Pharm Biomed Anal*, 2001, 26:605-608.
- [31] Stopczyk D, Gnitech W, Buczynski A, et al. Effect of electromagnetic field produced by phones on the activity of superoxide dismutase (SOD-1) and the level of malonyldiadehyde (MDA) -in vitro study. *Med Prog*, 2002, 53:311-314.

(修回日期:2010-02-20)

(本文编辑:吴倩)

## · 短篇论著 ·

### 早期康复对脊髓损伤患者日常生活活动能力的影响分析

邢晓红

脊髓损伤是一种可导致终身残疾的严重损伤, 尽管近年来有关脊髓损伤的诊断和临床治疗取得了一定的进展, 要使他们恢复其生理解剖功能在临床上尚属难题。完全性脊髓损伤难以恢复, 不完全性脊髓损伤仍会残留部分功能, 大量的临床实践及文献报道证明, 脊髓损伤后康复训练, 特别是早期进行系统的康复治疗, 可改善患者的运动功能, 提高日常生活活动 (activities of daily living, ADL) 能力, 达到回归家庭和社会的目的<sup>[1,2]</sup>。为探讨早期康复治疗对脊髓损伤患者 ADL 能力的影响, 本研究将 80 例脊髓损伤患者按照康复介入时的病程进行分组, 并采用回顾性对比方法比较治疗效果。报道如下。

#### 一、资料与方法

##### (一) 临床资料

选择 2005 年 1 月至 2009 年 1 月于我院进行住院治疗的脊髓损伤患者 80 例, 均有颈部、胸腰部外伤史或脊髓手术史, 已经过 MRI 检查确诊并经外科急救处理, 行椎管减压术或椎管内固定术, 术后生命体征平稳, 遗留有不同程度的肢体运动功能障碍。将 80 例患者根据康复介入时的病程分成观察组 (病程  $\leq 3$  个月) 与对照组 (病程  $> 3$  个月)。观察组患者 42 例, 其中男 37 例, 女 5 例; 年龄 8 ~ 67 岁, 平均年龄  $(38.5 \pm 15.6)$  岁; 车祸伤 14 例, 高处坠落伤 8 例, 砸伤 18 例, 脊髓肿瘤 2 例; 损伤部位为颈段 12 例, 胸腰段 23 例, 腰骶段 7 例; 损伤程度为完全性损伤 29 例, 不完全性损伤 13 例。对照组患者 38 例, 其中男 35 例, 女 3 例; 年龄 10 ~ 67 岁, 平均年龄  $(37.5 \pm 14.9)$  岁; 车祸伤 12 例, 高处坠落伤 8 例, 砸伤 17 例, 脊髓肿瘤 1 例; 损伤部位为颈段 11 例, 胸腰段 19 例, 腰骶段 8 例; 损伤程度为完全性损伤 27 例, 不完全性损伤 11 例。

##### (二) 治疗方法

2 组患者均于入组后即刻开始相同的康复治疗, 并于连续

治疗 6 个月后进行疗效评价, 具体治疗方案如下。

1. 运动疗法: 早期良好姿势的摆放; 四肢关节的主动、被动活动; 呼吸训练; 正常肢体肌肉的肌力训练和耐力训练; 瘫痪肌肉的被动按摩; 残存肌力的训练; 痉挛肌肉的牵张训练; 中期进行翻身起坐训练; 坐位平衡训练; 转移训练; 轮椅驱动; 借助器械和支具进行站立和步行训练等。

2. 作业疗法: 侧重于 ADL 相关动作的训练, 如进食、更衣、个人卫生、如厕、如浴以及轮椅技巧训练。对于上肢功能障碍者可借助自助具进行 ADL 训练。

3. 矫形器的使用: 颈髓损伤四肢瘫痪的患者, 可根据上肢瘫痪的情况选择上肢矫形器, 如掌侧腕固定手矫形器、带插持物器的辅助器等。T<sub>6</sub> 以上损伤患者, 可选用带髋膝踝足矫形器, 普通轮椅。T<sub>6-7</sub> 损伤者选用交互式步行矫形器, 普通轮椅, 助行器。T<sub>12</sub> 损伤者, 选用膝踝足矫形器, 普通轮椅, 助行器。腰骶髓损伤者, 使用踝足矫形器及拐杖和手杖。

4. 大小便功能的康复: 进行膀胱功能的平衡训练, 尽早建立规律自主性膀胱的形成。作好排便训练, 养成规律自主排便的习惯。

5. 物理因子治疗: 根据患者病情需要选择适当的肌肉或肌群进行神经肌肉电刺激, 刺激波宽为 0.1 ms, 刺激频率为 1 Hz, 强度为 15 ~ 35 mA, 每日刺激 1 次, 每次 10 ~ 30 min。

6. 心理治疗: 心理康复包括损伤部位以下感觉和知觉的康复、心理和情绪康复、性心理障碍康复、患者和家庭及社会关系。建立心理康复体系, 采用针对性的心理治疗方法, 通过有效的心理治疗, 使患者逐渐适应生活、学习、家庭或工作等方面发生的变化, 主动面对出现的各种困难<sup>[3]</sup>。

##### (三) 疗效标准

2 组患者均于治疗前和连续治疗 6 个月后 (治疗后) 采用改良 Barthel 指数 (Modified Barthel index, MBI) 评定其 ADL 能力<sup>[4]</sup>: MBI  $> 60$  分为良, 生活基本自理; MBI 41 ~ 60 分为中, 生活部分依赖; MBI  $< 40$  分为差, 生活大部分依赖或完全依赖。

##### (四) 统计学分析