

高压氧在神经外科疾病治疗中的应用

郭宇鹏, 左焕琮, 唐劲天

清华大学玉泉医院脊髓神经外科, 北京 100049

摘要 总结高压氧在神经外科疾病治疗中的作用机制,通过查阅文献,归纳高压氧治疗神经外科疾病的机制,综述高压氧在治疗脑梗塞、脑出血、颅脑损伤、偏头痛和震颤麻痹等神经外科疾病中的应用,探讨科学应用高压氧治疗神经外科疾病。高压氧在神经外科疾病治疗中起着重要的作用,但目前在临床实践和研究中也存在一些问题,如基础研究投入很少,其治疗一些疾病的机制还不甚明确等。同时,在神经外科疾病治疗中既要重视高压氧疗法的独特疗效又要防止其滥用,只有及时、适度地使用高压氧疗法,才能获得更好的疗效。因此,加强高压氧作用机制和临床应用的研究十分必要。虽然目前高压氧医学还处于发展阶段,但是未来其治疗将会在神经外科领域得到更广泛地应用。高压氧将成为神经外科临床疾病综合治疗中重要的、不可缺少的手段之一,在现代神经外科疾病治疗中发挥越来越重要的作用。

关键词 高压氧; 神经外科

中图分类号 R651

文献标识码 A

文章编号 1000-7857(2009)17-0111-05

Hyperbaric Oxygen in Treatment of Neurosurgery Related Diseases

GUO Yupeng, ZUO Huancong, TANG Jintian

Department of Spinal Cord Neurosurgery, Yuquan Hospital,
Tsinghua University, Beijing 100049, China

Abstract This paper discusses the mechanism of the Hyper Baric Oxygen (HBO) in the treatment of neurosurgery related diseases, in order to find scientific methods in clinical conditions. The related literature is reviewed, including the effects of the hyper baric oxygen in treatment of cerebral infarction, brain hemorrhage, cerebral trauma, migraine headache and Parkinson's syndrome. It is shown that the HBO plays a very important role in the treatment of some neurosurgery related diseases, but there are a few problems in the clinical application and empirical study of HBO. The curative effect of the HBO should be analyzed to avoid the misuse of HBO therapy in the treatment. A better curative effect of HBO can be achieved when it is used promptly and appropriately.

Keywords hyperbaric oxygen; neurosurgery

0 引言

临床实践证明,高压氧(Hyper Baric Oxygen, HBO)对某些疾病具有独特的疗效,特别是在神经外科疾病治疗中起着重

要的作用。由于神经细胞具有代谢旺盛、耗氧量高、耐缺氧性差和不能再生的特性,一旦出现缺氧,数分钟内脑细胞即开始进入不可逆死亡。缺血缺氧性神经疾病发病率较高,患者致残率高,大多数留有不同程度的后遗症。HBO 疗法不依赖药物,正常使用无毒副作用,能迅速提高血氧分压和组织内氧含量。因此对急、慢性缺血缺氧性神经外科疾病和因缺氧引起的继发性疾病有着有效的治疗作用。但是目前在临床实践中也存在着对其重要性认识不足和滥用的现象,一方面,不适时使用 HBO 治疗便不能充分发挥高压氧的疗效,另一方面,滥用 HBO 治疗,有时甚至危害患者的健康。因此,有必要对其在神经外科疾病治疗中的应用做一探讨。

1 高压氧治疗神经外科疾病机制研究进展

高压氧(HBO)相关基础研究证实,其对神经系统的功能、代谢和损伤修复有着多方面的影响。HBO 治疗神经外科疾病有明确的生物学基础,其主要机制如下。

1.1 HBO 的生理学作用

1) HBO 可以提高血氧分压及血氧含量,提高组织氧储备,可以迅速改善病灶区域供氧,改善有氧代谢,增加能量,减少酸性代谢产物。对脑内核酸代谢也有一定的影响,在缺氧后早期氧疗及再次氧疗中,对神经细胞有一定的保护作用^[1]。

2) HBO 能有效降低颅内压力,而且没有药物降颅压的副作用。HBO 有 α -肾上腺素样的作用使血管收缩,减少局部的血容量。脑血流量减少可减少血液水分向组织渗透,减轻组织水肿,由于组织缺氧迅速纠正,改善缺氧,组织有氧氧化恢复、能量增多、酸性产物减少,可以减轻细胞水肿^[2]。

收稿日期:2009-07-14

作者简介:郭宇鹏,医师,研究方向为神经外科疾病治疗,电子信箱:guoyvpeng@yahoo.com.cn

3) 在 HBO 作用下,能使病灶组织出现“反盗血”现象,有利于对脑血栓病灶的供血。在 HBO 作用下正常脑组织血管收缩、血流量减少,而缺血组织的血管因酸中毒、缺氧而麻痹,对 HBO 作用不敏感而没有收缩或收缩轻微,故而有较多的血液流经病灶区域^[1]。

4) 在 HBO 作用下,可以增加椎-基底动脉血流量,在高压氧下全身的血管均处于收缩状态,颈内动脉亦不例外,仅椎-基底动脉特殊。在高压氧下,椎基底动脉反而扩张,增加脑干和网状结构的血供及供氧,有利于昏迷病人的清醒^[3]。

1.2 高压氧治疗中机体的生物学变化

1) HBO 可以使血液黏稠度降低。HBO 可使血小板和红细胞聚集率下降,血液黏稠度降低,可减少和预防血栓形成。同时前列环素 (prostaglandin I_2 , PGI_2) 明显升高、血栓素 A_2 (thromboxane A_2 , TXA_2) 降低,故有明显改善微循环的作用^[4]。

2) HBO 可以减缓脑损伤过程中的凋亡过程。HBO 通过保存线粒体的完整性以及在此基础上阻止膜通透性转换孔 (mPTP) 的改变和下调线粒体介导的凋亡路径,达到对神经的保护作用^[5]。

3) HBO 可以加速神经元及轴突的再生。大鼠接受人胚神经干细胞 (hNSCs) 植入后,海马区的神经元与对照组相比, HBO 组显著增加。HBO 治疗可使缺血皮质的髓鞘源性神经生长抑制蛋白 (Nogo-A) 水平下降,加速轴突的再生^[1]。

4) HBO 可在暂时下调炎症因子 RNA 的水平而抑制其产生,避免神经炎症反应的产生对神经组织的损害^[1]。

5) HBO 可能在诱导的血管再生中起重要作用。HBO 治疗可通过氧应激的相关路径,诱导胎盘生长因子 (PIGF) 的表达,PIGF 有刺激缺血组织的血管再生的作用^[4]。

2 高压氧在几种神经外科疾病治疗中的临床应用进展

2.1 脑梗塞

最强的血管收缩因子内皮素-1 (ET-1) 和最强的舒张因子氧化氮 (NO), 以及两者之间的相互作用在多种疾病的病理生理过程中起重要作用。有实验表明, HBO 可使脑梗塞患者血浆 ET-1 水平显著下降^[7], 同时显著增加血浆 NO 的含量。HBO 的作用可提高患者的血氧含量, 提高血氧的弥散量, 改善血管平滑肌和内皮细胞的缺氧状况, 减轻细胞损伤, 使血管内皮细胞功能得到恢复; 同时, HBO 可以改善组织缺氧, 恢复血管的生理反馈功能, 使血管扩张、血流增加, 细胞 ATP 酶的活性增强, 血管内皮细胞 NO mRNA 的表达水平升高, 抑制或降低内皮素 (endothelin, ET) 分泌细胞 ET mRNA 的表达基因。同时, HBO 治疗可提高脑组织线粒体 ATP 酶的活性, 提高 PGI_2 / TXA_2 的比值, 从而有效地改善脑微循环。可能通过上述机制降低血浆 ET-1 的浓度, 提高 NO 浓度, 有效治疗脑梗塞。脑梗塞患者经 HBO 治疗后, ET-1、NO 与对照组有显著性差异, 说明 HBO 可改善脑梗塞患者的内皮细胞分泌失衡, 且部分纠正 ET-1、NO 的比例失衡。HBO 可保护血管内皮细胞,

改善病灶区域的血供, 并可使病灶组织出现“反盗血”现象, 有利于对脑血栓病灶的供血。

HBO 可以恢复缺血半暗区域的细胞功能。正常脑组织血流量为 $0.5 \text{ mL}/(\text{g} \cdot \text{min})$, 如果降至 $0.1 \sim 0.5 \text{ mL}/(\text{g} \cdot \text{min})$, 脑细胞将处于结构正常、但功能丧失的抑制 (休眠) 状态。在脑梗塞灶的周围就存在这类因缺血缺氧而保持结构完整、代谢降低、功能减退或丧失、脑电活动受抑制或停止的区域。把这种区域称半暗 (影) 区 (penumbra)、缺血半暗 (影) 区 (ischemic penumbra)、半暗带。半暗区可以持续 7~8 年甚至终身。HBO 的迅速改善半暗区的供血、逐渐改善供血、恢复缺血半暗区域内神经细胞功能的作用, 可以解释对某些陈旧的脑梗塞病人 HBO 仍有一定疗效的原因。

HBO 综合治疗脑梗塞效果好于单纯药物治疗, 好转率高, 未愈率低。有报道显示脑梗塞大鼠模型经 HBO 处理后, 脑梗塞的面积与对照组相比有显著性^[8]差异。从梗塞部位分析, HBO 综合治疗椎-基底动脉系统脑梗塞优于单纯药物治疗。有学者实验证明^[9], 对于颈内动脉系统脑梗塞, 在 0.2 MPa 下吸氧, 椎-基底动脉血流量增加约 18%, HBO 与药物治疗相比效果相近。对于重中度脑梗塞, HBO 与单纯药物治疗相比, 前者综合治疗效果好; 轻度脑梗塞, 经 HBO 治疗后, 与单纯药物治疗相比疗效相近。此外, 与单纯药物治疗相比, HBO 治疗不足 10 次, 效果不显著, HBO 治疗超过 10 次才能显示临床效果。脑梗塞患者 HBO 最佳疗程为 20~30 次^[10]。总之, 急性脑梗塞患者 HBO 治疗是安全有效的, 对于重、中度脑梗塞和椎-基底动脉系统脑梗塞, HBO 综合治疗效果更好。

2.2 脑出血

脑出血急性期, 由于血肿的占位效应直接压迫脑组织, 影响局部微循环, 血肿中血管活性物质的释放、血肿周围低灌注区域 (缺血半暗带)^[11]的产生及持续的颅内高压, 均可引起脑内微循环血流减慢或瘀滞, 造成脑细胞严重缺血缺氧。HBO 可有效降低脑出血患者的颅内压。汤中泉等^[12]报道颅内血肿 40 例, 其中 4 例在进行 HBO 治疗前颅内压力 (ICP) 均超过 3.91 kPa (400 mmHg), 经 3 次 HBO 治疗 ICP 均降至 1.96 kPa (200 mmHg)。经 5 次 HBO 治疗 40 例病人头痛基本消失。

有研究表明, 脑出血患者同样存在血液的浓、黏、聚、凝现象^[13], 在脑出血发生的 3 h 内, 出血便激活了凝血系统, 使血液处于高凝状态。另外, 由于机体处于一种应激状态, 激活了交感-肾上腺髓质系统, 使其兴奋性增高, 大量儿茶酚胺释放入血, 使血管痉挛, 红细胞聚集性增高, 引起红细胞比容及全血黏度明显升高^[14]。脱水药物的使用及进水量减少也加重血液的黏滞, 造成脑血流量明显下降, 严重影响缺血半暗带的逆转。HBO 可以改善血液流变学指标, 降低血液黏度, 降低红细胞比容 (Hct)、纤维蛋白原和红细胞聚集指数, 促进神经功能恢复, 和药物联合使用, 既安全又经济^[15]。

脑出血患者早期微创钻孔引流后的 HBO 治疗可以明显提高治愈率, 减少致残率, 提高患者的生存质量和生活质量。



同时监测患者的脑血管微循环动力学参数,对指导治疗方案的调整、预测术后疗效具有积极的作用。基底节区脑出血在手术治疗的基础上,早期应用 HBO 治疗 15 d 和 30 d 后,血管外周阻力(Peripheral Resistance,PR)和动态外周阻力(Dynamic Resistance,DR)明显下降,与对照组相比,差异有显著的统计学意义,确能改善出血后的微循环障碍。加用 HBO 治疗 30 d 后肢体运动功能较对照组明显提高,脑出血病损评分(Stroke Impairment Assessment Set,SIAS)有显著性差异。治疗 6 个月后,SIAS 积分愈加接近正常值,与对照组比较差异显著,特别是下肢的功能恢复较好,对患者恢复正常生活具有显著的临床意义^[16]。

2.3 颅脑损伤

HBO 治疗颅脑损伤的主要机制是增加脑组织的有氧代谢、降低颅内压和减轻脑水肿等。HBO 治疗急性重症颅脑损伤(Acute Severe Craninocerebral Trauma,ASCT),治疗前后脑血流中自由基的含量有明显变化,其中氧化脂质(LPO)和丙二醛(MDA)在 HBO 治疗前高于正常,超氧化物歧化酶(SOD)和谷胱甘肽(GSH-PX)低于正常;治疗后上述指标均接近正常水平,表明自由基参与了 HBO 的治疗过程。2001 年,Sukof^[17]报道了对 37 个 ASCT 患者进行的试验,对患者进行压力为 0.15 MPa(1.5 ATA)的 HBO 治疗,在治疗前 1 h,治疗后 1 h、6 h,分 3 次测定脑血流(CBF)、脑氧代谢率(CMO₂)、颅内压(ICP)、动静脉氧差(AVDO₂)、脑脊液乳酸含量的变化。在治疗前 CBF 正常的患者,HBO 治疗后 1 h,其 CBF、CMO₂ 升高,6 h 时 CBF、CMO₂ 降低;治疗前 CBF 低的患者,治疗后 1、6 h 时 CBF、CMO₂ 均升高;治疗前 CBF 高的患者,治疗后 1 h、6 h,其 CBF、CMO₂ 均减低。所有患者 AVDO₂ 在治疗前后没有明显变化,而脑脊液的乳酸含量在 HBO 治疗后呈进行性下降,平均颅内压下降 15 mmHg。由此可以推断 HBO 改善 ASCT 的主要途径是增加脑组织的有氧代谢、降低颅内压和减轻脑水肿等。

1975 年,法国 Philippon 首先报道了应用 HBO(0.125 MPa,2.15 ATA,120 min)治疗 9 例 ASCT 患者,并测定了患者的脑血流变化,发现 HBO 使脑血流量降低^[18]。1981 年,前苏联报道了应用 HBO 治疗 92 例 ASCT 患者,在手术清除颅内血肿以后,如果没有出现抽搐样发作,即给予 HBO 治疗。结果发现经 HBO 治疗可明显降低病死率和致残率^[19]。这一结果与 HBO 治疗的早晚呈正相关,尽早应用 HBO 治疗可预防和阻止 ASCT 患者病情的进一步恶化,具有明显的远期效果。在众多的患者中也没有发现蛛网膜下腔出血、中枢神经感染等副作用。随后几年中,他们连续报道了 HBO 对 ASCT 的治疗研究,发现 HBO 治疗能够预防脑创伤后的精神障碍、呼吸障碍、尿崩症等并发症,而对运动功能、语言功能的恢复没有明显效果^[20]。葛朝明等^[21]观察了 HBO 治疗 ASCT 前后脑电地形图(BEAM)、血浆内皮素(ET)、经颅超声多普勒(TCD)的变化,发现 HBO 治疗早期 ET 下降,减轻了脑缺血缺氧,降低了颅内压。Ren 等^[22]对 55 名经 HBO 治疗的 ASCT 患者,采用

Glasgow 昏迷量表进行评分,结果也提示 HBO 是治疗 ASCT 的一种十分有效的方法。

临床对照显示,HBO 并用亚低温治疗组总有效率比常规治疗组增加 24.5%,而死亡率则比常规组低 24.4%,经 CT 复查均无颅内出血及其他并发症^[23]。Shi 等^[24]的研究证明,HBO 对颅脑外伤患者神经功能有特别的治疗作用,在临床症状恢复、癫痫控制和消除脑水肿方面优于单纯使用药物者。HBO 是综合治疗脑损伤患者的一种有效手段且选择早期进行治疗具有重要意义。

但是,HBO 治疗在颅脑损伤治疗中的使用也存在一些问题。焦辉等^[25]发现颅脑损伤的患者在做 HBO 治疗前脑压在 220~280 mmH₂O 的患者中,做完 10 次 HBO 治疗后,脑压增至 360~460 mmH₂O,出现快速脑积水现象。因此他们提出脑外伤后昏迷患者用 HBO 治疗事先应该做脑脊液压力测定,在做 HBO 治疗一个疗程(10 d)后需再次测定脑脊液压力,如果脑压增高,说明该患者不宜继续再行 HBO 治疗。如果长期多疗程使用 HBO,将引起脑萎缩、脑积水,导致很多长期昏迷的患者发展成植物人。

2.4 偏头痛

偏头痛是临床常见病之一,被认为与颅内外血管舒缩功能异常有关,但具体的机制到目前尚未完全清楚,这限制了寻求更有效治疗手段的研究进展。传统上以吸入 100%纯氧治疗此病,其理论基础为增加血中氧浓度,达到颅内血管收缩和调整局部脑代谢作用而缓解头痛症状^[26]。近年国外已尝试 HBO 来治疗偏头痛,并取得一定的疗效^[27]。国内也有了一些使用 HBO 治疗偏头痛的报道^[28-29],有研究显示,HBO 组总有效率(91.07%~97%)明显高于对照组(62.22%~80%)。研究结果还显示,HBO 组经一疗程治疗后,颅内各动脉峰值血流速度较治疗前减慢,提示氧治疗偏头痛是在调整患者脑血流基础上而起作用的。HBO 可改善脑循环及脑代谢。HBO 对脑血流的影响,主要是 HBO 起到类去甲肾上腺素收缩血管作用,从而加强脑血管收缩,阻止血管壁水肿,增加脑血流,并可抑制血小板聚集和释放,而长时间 HBO 治疗则通过改善脑循环、改善脑组织的新陈代谢纠正植物神经功能紊乱,并且纠正颅内 5-HT、前列腺素、组织胺的代谢和分泌紊乱,从而缓解颅内各动脉的痉挛,减慢脑血流速度,从而达到缓解偏头痛症状的效果。

2.5 震颤麻痹

震颤麻痹是发生于中老年脑黑质和黑质纹状体通路变性的疾病,病因尚未明确,主要病理变化是黑质变性致使由黑质生成及黑质纹状体通路运输的多巴胺含量显著减少,从而使原与多巴胺处于动态平衡中的乙酰胆碱的兴奋性相对增加,产生相关的症状。虽然黑质破坏和黑质-纹状体通路变性原因不明确,但有可能与脑组织缺氧有关。因脑的耗氧量占人体耗氧总量的 1/5 左右,脑组织不仅耗氧量大,对缺氧的耐受力也低。本病患者多为中老年人,脑动脉及中枢神经的某些部分可能存在着不同程度的老年性变化,从而导致某些

部位的脑组织相对缺氧。通过改善脑组织的缺氧状态使变性破坏的黑质和黑质-纹状体通路的神经纤维功能得以恢复,还可兴奋交感肾上腺髓质系统,使肾上腺多巴胺分泌增加。还有证据表明,HBO可增强抗帕金森综合征药物的疗效^[30],使抗帕金森病药物的化合物及单体形态均可被很好地利用。因此,HBO治疗可使本病的症状得到控制。

有研究表明,HBO和药物综合治疗震颤麻痹的总有效率为94.4%,对照组的总有效率为80.7%,差异有显著性^[31]。表明HBO综合治疗的有效率明显高于单纯药物治疗。此外,HBO组3例无效者中2例治疗仅4次,1例治疗7次,治疗的次数与疗效亦有关系,治疗次数少于1疗程(10次)者疗效欠佳,但超过5个疗程者亦无更大作用,而治疗2~5个疗程效果较优,在病情稳定后最好继续治疗1个疗程以巩固疗效^[30]。

3 问题和展望

目前,在高压氧医学研究中存在的问题主要有以下方面。

1) HBO治疗神经外科疾病的临床观察研究多,而基础研究投入很少,HBO治疗一些疾病的机制还不甚明确。有关HBO治疗神经外科疾病的基础研究滞后,影响了HBO临床治疗效果的进一步提高和应用范围的进一步扩大。

2) HBO作用机制的研究多局限于其对血氧与血流关系的影响和自由基两个方面。

3) HBO治疗神经外科疾病的神经损害病理生理理论基础研究较少,应积极探索HBO作用与兴奋性氨基酸的毒性作用、损伤后神经组织的炎症反应、损伤后坏死区的去极化和神经细胞凋亡等的关系。

4) 在HBO治疗能否提高内源性神经营养因子的产生或提高神经细胞对生物因子的敏感性,以及HBO能否诱导脑损伤后神经干细胞的生成和运输等方面的研究还很少。

目前,HBO临床应用中存在的问题主要有:①对病人病情判断、适应症的选择还没有规范化;②对一些疾病治疗时机的选择还需要进一步探讨;③在临床应用中尤其是在长期昏迷病人的治疗中,还存在长时间、多疗程反复滥用HBO治疗的现象;④HBO与药物治疗、康复治疗以及营养支持治疗联合使用的研究还需进一步完善。

国内有关HBO治疗神经外科疾病的临床观察研究很多,主要集中在临床病例的统计、疗效分析、总结治疗经验方面。中国HBO的临床应用已从最初的治疗CO中毒过渡到了颅脑损伤和脑血管病,现在正在扩展到神经损伤和功能性神经疾病治疗领域。中国在HBO治疗神经外科疾病方面的研究与国际前沿水平相差不大,其中临床观察研究方面还居国际前列,所以在此基础上加强HBO作用机制和临床应用的研究十分必要。

HBO在多种神经外科疾病治疗中的地位和作用已被医学界所公认,相信不久的将来HBO治疗将会在神经外科领域得到更广泛地应用。目前高压氧医学还处于发展阶段,有

很多问题需要研究和探索,HBO治疗疾病的机制尚未完全阐明。其治疗范围的继续扩大、治疗方法的改进、高压氧舱设备功能的增加,均需继续加强其基础理论研究和临床医疗实践,不断总结,逐步提高。HBO将成为临床疾病综合治疗中重要的不可缺少的手段之一,在现代神经外科疾病治疗中发挥越来越重要的作用。

参考文献 (References)

- [1] Sukoff M H. Effects of hyperbaric oxygenation[J]. *Neurosurgery*, 2001, 95 (3): 544-546.
- [2] Rockswold S B, Rockswold G L, Vargo J M, et al. Effects of hyperbaric oxygenation therapy on cerebral metabolism and intracranial pressure in severely brain injured patients[J]. *Neurosurgery*, 2001, 94(3): 403-411.
- [3] Martinez-Arencibia R L, Enriquez S, Brito L. Hyperbaric oxygen in vertebral-basilar ischemia[J]. *Rev Neurol*, 1998, 27(157): 521-521.
- [4] Lin S, Shyu K G, Lee C C, et al. Hyperbaric oxygen selectively induces angiopoietin-2 in human umbilical vein endothelial cells [J]. *Biochem Biophys Res Commun*, 2002, 296(3): 710-715.
- [5] 吴伟, 汪洋, 邱阳. 高压氧对持续局灶性脑缺血细胞凋亡的影响及其作用机制[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2003, 25(8): 458-461.
Wu Wei, Wang Yang, Qiu Yang. *Chinese Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2003, 25(8): 458-461.
- [6] 张香菊, 王强, 谭聪, 等. 高压氧对脊髓损伤的治疗作用 [J]. *中国临床康复*, 2003, 7(32): 4410.
Zhang Xiangju, Wang Qiang, Tan Cong, et al. *Chinese Journal of Clinical Rehabilitation*, 2003, 7(32): 4410.
- [7] 刘英春, 白丽. 高压氧对脑梗塞患者血浆一氧化氮、内皮素-1含量的影响[J]. *中华航海医学与高气压医学杂志*, 2006, 13(5): 281-282.
Liu Yingchun, Bai Li. *Chinese Journal of Nautical Medicine and Hyperbaric Medicine*, 2006, 13(5): 281-282.
- [8] 杨琳, 高春锦, 葛环, 等. 高压氧治疗急性性脑梗塞的临床分析 [J]. *中华航海医学与高气压医学杂志*, 2006, 13(3): 168-170.
Yang Lin, Gao Chunjin, Ge Huan, et al. *Chinese Journal of Nautical Medicine and Hyperbaric Medicine*, 2006, 13(3): 168-170.
- [9] 黄明, 王有存, 崔勤莉, 等. 高压氧对脑梗塞患者大脑局部血流量的影响[J]. *中华航海医学与高气压医学杂志*, 1994, 1(4): 228-229.
Huang Ming, Wang Youchun, Cui Qinli, et al. *Chinese Journal of Nautical Medicine and Hyperbaric Medicine*, 1994, 1(4): 228-229.
- [10] 葛环, 高春锦, 赵立明, 等. 高压氧治疗脑梗死临床疗效分析[J]. *中国医刊*, 1998, 33: 23-25.
Ge Huan, Gao Chunjin, Zhao Liming, et al. *Chinese Journal of Medicine*, 1998, 33: 23-25.
- [11] Siddique M S, Fernandes H M, Wooldridge T D, et al. Reversible ischemia around intra-cerebral hemorrhage: A single-photon emission computerized tomography study[J]. *J Neurosurg*, 2002, 96: 736-741.
- [12] 汤中泉, 陈健. 高压氧治疗外伤性颅内血肿40例 [J]. *中华理疗杂志*, 1994, 11(1): 37-38.
Tang Zhongquan, Chen Jian. *Chinese Journal of Physical Therapy*, 1994, 11(1): 37-38.
- [13] 秦正良. 急性脑血管病患者血液流变学分析 [J]. *中国血液流变学杂志*, 2003, 13(2): 140-143.
Qin Zhengliang. *Chinese Journal of Hemorheology*, 2003, 13 (2): 140-

- 143.
- [14] 王礼文, 葛亚东, 顾洪璋. 血液流变学及血脂相关指标在中风诊断中的应用[J]. 中国微循环, 2002, 6(6): 359-360.
Wang Liwen, Ge Yadong, Gu Hongzhang. *Journal of Chinese Microcirculation*, 2002, 6(6): 359-360.
- [15] 董政协, 朱向阳, 朱连海, 等. 高压氧联合治疗脑出血患者的血液流变学分析[J]. 中国微循环, 2007, 11(1): 53-54.
Dong Zhengxie, Zhu Xiangyang, Zhu Lianhai, et al. *Journal of Chinese Microcirculation*, 2007, 11(1): 53-54.
- [16] 唐晓平, 彭华, 余定庸, 等. 脑出血术后高压氧治疗对肢体运动功能的影响[J]. 中华神经外科疾病研究杂志, 2008, 7(3): 852-855.
Tang Xiaoping, Peng Hua, Yu Dingyong, et al. *Chin J Neurosurg Dis Res*, 2008, 7(3): 852-855.
- [17] Sukof F. Effectsof hyperbaric oxygenation [J]. *J Neurosurg*, 2001, 95: 544-546.
- [18] Philippon B, Munsch R C. Variations of the cerebral blood flow after hyperbaric oxygenation in traumatic coma [J]. *Neurochirurg*, 1975, 21: 483-492.
- [19] Iskovi V, Ananev G V, Aidekh B, et al. Use of hyperbaric oxygenation in various complications of craniocerebral injury in the acute period[J]. *Zh Vopr Neurokhir Im N N Burdenko*, 1982(4): 15-18.
- [20] Rafikov A M, Kasumov R D, Kokin G S, et al. Hyperbaric oxygenation in neurotraumatology[J]. *Zh Vopr Neurokhir Im N N Burdenko*, 1986(5): 27-32.
- [21] 葛朝明, 任海军, 张建新, 等. 高压氧治疗重型颅脑损伤后临床、脑电地形图、血浆内皮素、经颅多普勒超声的研究 [J]. 中华创伤杂志, 1999, 15(3): 175-177.
Ge Chaoming, Ren Haijun, Zhang Jiansheng, et al. *Chinese Journal of Traumatology*, 1999, 15(3): 175-177.
- [22] Ren H, Wang W, Ge Z. Glasgow coma scale, brain electric activity mapping and Glasgow outcome scale after hyperbaricoxygen treatment of severe brain injury[J]. *Chin J Traumatol*, 2001(4): 239-241.
- [23] 吴颖, 吴江. 高压氧并亚低温在重型颅脑损伤治疗中的作用[J]. 中华航海医学杂志, 2000, 7(4): 228-229.
Wu Ying, Wu Jiang. *Chinese Journal of Nautical Medicine*, 2000, 7(4): 228-229.
- [24] Shi X T, Tang Z Q, Xiong B, et al. Cerebral perfusion SPECT imaging for assessment of the effect of hyperbaric oxygen therapy on patients with postbrain injury neural status[J]. *Chin J Traumatol*, 2003(6): 346-349.
- [25] 焦辉, 高关然, 宫小慧, 等. 高压氧舱治疗昏迷和植物人患者易出现的后果分析[J]. 中国现代医生, 2008, 46(1): 150-151.
Jiao Hui, Gao Guanran, Gong Xiaohui, et al. *China Modern Doctor*, 2008, 46(1): 150-151.
- [26] Wilson J R, Foresman B H, Gamber R G, et al. Hyperbaric oxygen in the treatment of migraine with aura[J]. *Headache*, 1998, 38(2): 112-115.
- [27] Triner W R, Bartfield J M, Birdmell M, et al. Nitrous oxide for the treatment of acute migraine headache[J]. *Am J Emerg Med*, 1999, 17(3): 252-254.
- [28] 徐善芬, 崔智娟, 郑良成. 高压氧治疗偏头痛的临床和脑血流改变研究[J]. 海军医学杂志, 2000, 21(3): 234-236.
Xu Shanfen, Cui Zhijuan, Zheng Liancheng. *Journal of Navy Medicine*, 2000, 21(3): 234-236.
- [29] 陈宁涛, 周宏图. 高压氧联合舒马普坦治疗偏头痛疗效分析[J]. 中华航海医学与高气压医学杂志, 2006, 13(5): 283-284.
Chen Ningtao, Zhou Hongtu. *Chinese Journal of Nautical Medicine and Hyperbaric Medicine*, 2006, 13(5): 283-284.
- [30] 陈一飞, 李金珍, 吴钟琪, 等. 高压氧综合治疗震颤麻痹 53 例的临床疗效[J]. 中华航海医学杂志, 1995, 2(3): 49-50.
Chen Yifei, Li Jinzhen, Wu Zhongqi, et al. *Chinese Journal of Nautical Medicine*, 1995, 2(3): 49-50.
- [31] 陈一飞, 朱双罗. 高压氧等综合治疗震颤麻痹的康复效果[J]. 中国康复, 1996, 11(3): 100-101.
Chen Yifei, Zhu Shuangluo. *Chinese Journal of Rehabilitation*, 1996, 11(3): 100-101.

(责任编辑 李慧政)

·学术动态·



“第 4 届中国可信计算与信息安全学术会议”征文

为了加强我国可信计算和信息安全领域学术研究和学术交流,促进我国可信计算和信息安全领域的学术繁荣、技术进步和产业发展,由中国计算机学会容错专业委员会主办,北京工业大学和国家信息中心承办的“第 4 届中国可信计算与信息安全学术会议”将拟于 2010 年 5 月 22-24 日在北京市举行。会议将邀请本领域的著名专家做专题报告,并邀请研究人员、企业代表等针对可信计算与信息安全领域的关键技术和热点问题进行交流和研讨。会议重点征集可信计算与信息安全理论和技术方面的研究论文。欢迎各位专家学者、研究开发者、工程技术人员及该领域的企事业人士踊跃投稿参加。

征文范围包括:可信计算理论,可信软件,可信计算体系结构,安全测试,网络与通信安全,密码学,信息隐藏,可信计算与信息安全应用等。征文截稿日期为:2009 年 12 月 10 日。

联系方式:北京市朝阳区平乐园 100 号北京工业大学计算机学院 (100124) 张兴 (zhangxing@bjut.edu.cn); 王勇 (wangy@bjut.edu.cn), 电话:010-67392370-83;会议网站:www.tc2010.org。