

维医异常黑胆质证与肿瘤患者血浆脂肪酸含量变化的相关性

巴吐尔·买买提明¹, 孙凤², 阿里木江·克里木³, 孔彬¹, 龚灿¹, 哈木拉提·吾甫尔⁴

1. 新疆医科大学药学院, 乌鲁木齐 830011
2. 新疆医科大学第六附属医院内分泌科, 乌鲁木齐 830011
3. 同济大学附属上海东方医院神经外科, 上海 200120
4. 新疆医科大学中医学院, 乌鲁木齐 830011

摘要 从脂肪酸代谢水平阐释“异病同证”、“同证同理”等维医基础理论的科学性以及探讨不同肿瘤异常黑胆质证患者体内脂肪酸代谢变化。肿瘤异常黑胆质证患者 122 例, 其中包括食管癌患者 25 例、肠癌患者 20 例、肺癌患者 33 例、乳腺癌患者 20 例和胃癌患者 24 例; 另选 35 例健康志愿者为对照组; 采用气相色谱法 (gas chromatography, GC) 对患者血浆进行 10 种脂肪酸的定量检测; 对患者与健康对照组之间的不同脂肪酸含量的差异性采用 SPSS 16.0 软件进行独立样本的 *t* 检验。结果显示, 肉豆蔻酸在食管癌、肠癌、肺癌、乳腺癌和胃癌异常黑胆质证患者体内的含量均明显升高, 这是本研究中所有肿瘤患者共同的特点; 食管癌异常黑胆质证患者体内棕榈酸、油酸、花生酸和 DHA 含量明显升高, 而亚油酸、花生四烯酸含量明显降低; 肠癌异常黑胆质证患者体内棕榈酸和油酸含量明显升高; 肺癌异常黑胆质证患者体内棕榈酸、棕榈酸、油酸和花生酸含量明显升高, 而亚油酸含量明显降低; 乳腺癌异常黑胆质证患者体内棕榈酸、棕榈酸、油酸、花生酸和 EPA 含量明显升高, 而硬脂酸和花生四烯酸含量明显降低; 胃癌异常黑胆质证患者体内的棕榈酸和 DHA 含量明显升高, 而亚油酸、EPA 和花生四烯酸含量明显降低。由此得出, 不同肿瘤异常黑胆质证患者血浆脂肪酸代谢特点有共性, 也有明显的差异性。

关键词 肿瘤; 异病同证; 异常黑胆质证; 脂肪酸

中图分类号 R291.5

文献标志码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2014.18.010

Correlation Analysis of Plasma Fatty Acid Levels in Patients with Tumor and Abnormal Savda in Uyghur Medicine

MAMTIMIN Batur¹, SUN Feng², KELIMU Alimujiang³, KONG Bin¹, GONG Can¹, UPUR Halmurat⁴

1. College of Pharmacy, Xinjiang Medical University, Urumqi 830011, China
2. The Fourth Affiliated Hospital, Xinjiang Medical University, Urumqi 830011, China
3. Department of Neurosurgery, Shanghai East Hospital Affiliated to Tongji University, Shanghai 200120, China
4. College of Traditional Chinese Medicine, Xinjiang Medical University, Urumqi 830011, China

Abstract To investigate the plasma fatty acid metabolism of different cancer patients with abnormal Savda in Uyghur medicine and analyze its common features, the plasma fatty acid concentration was tested by the gas chromatography (GC) from 122 cases of cancer patients with abnormal Savda including 25 cases of esophageal cancer, 20 cases of colorectal cancer, 33 cases of lung cancer, 20 cases of breast cancer and 24 cases of gastric cancer, and 35 healthy volunteers as a control group. The spectral profiles were subjected to a *t*-test for statistical significance. The results show that compared to the healthy group, the patients of esophageal cancer, colorectal cancer, lung cancer, breast cancer and gastric cancer with abnormal Savda suffer a high concentration of myristic

收稿日期: 2014-03-07; 修回日期: 2014-04-20

基金项目: 国家自然科学基金项目 (81160459); 新疆维吾尔自治区“天山英才工程”项目 (Y0231027)

作者简介: 巴吐尔·买买提明, 副教授, 研究方向为维吾尔医学, 电子信箱: batur72@163.com; 哈木拉提·吾甫尔 (通信作者), 教授, 研究方向为新疆重大疾病的中医西医干预, 电子信箱: halmurat@263.net

引用格式: 巴吐尔·买买提明, 孙凤, 阿里木江·克里木, 等. 维医异常黑胆质证与肿瘤患者血浆脂肪酸含量变化的相关性[J]. 科技导报, 2014, 32(18): 62-66.

acid; the patients of esophageal cancer, lung cancer, breast cancer and gastric cancer with abnormal Savda suffer a high concentration of palm acid; the patients of colorectal cancer, lung cancer and breast cancer with abnormal Savda suffer a high concentration of palmitic acid; the patients of esophageal cancer, lung cancer and gastric cancer with abnormal Savda suffer a low concentration of linoleic acid; the patients of esophageal cancer, colorectal cancer, lung cancer and breast cancer with abnormal Savda suffer a high concentration of oleic acid; the patients of breast cancer patients with abnormal Savda suffer a low concentration of stearic acid; the patients of esophageal cancer and gastric cancer with abnormal Savda suffer a low concentration of arachidonic acid; the patients of breast cancer patients with abnormal Savda suffer a high concentration of EPA, but the patients of gastric cancer with abnormal Savda suffer a low concentration of EPA; the patients of esophageal cancer, lung cancer and breast cancer with abnormal Savda suffer a high concentration of arachidic acid; the patients of esophageal cancer and gastric cancer with abnormal Savda suffer a high concentration of DHA. It is concluded that these findings suggest that different tumor patients with abnormal Savda see some common characteristics, and also significant differences.

Keywords tumor; same syndrome for different disease; abnormal Savda; fatty acid

脂肪酸作为生命活动中的一类重要物质参与多种生理和病理过程,其在体内的浓度变化可反映生理、生化甚至病理反应的机制。各种病理状态的发生、发展都会导致脂肪酸代谢、脂肪酸代谢库含量的改变。

传统的维医理论认为,人有4种体液,即黑胆质、胆汁质、黏液质和血液质等,是由土、火、水和空气等4种物质组成的。不同体液之间存在相互平衡、制约和互补,如果这种平衡被某种内在或外在因素打破就会生成异常体液,其最终结果将会导致疾病^[1,2]。根据变化的程度、导致的疾病等可将异常体液分为异常黑胆质、异常胆汁质、异常黏液质和异常血液质等4种,尤其是异常黑胆质的增加是肿瘤、糖尿病和哮喘等复杂、难治性疾病的基础^[3-5],可见,异常黑胆质证是一种特殊的证候^[3,6]。因此,本研究选择检测血浆脂肪酸含量变化,拟阐述不同肿瘤维医异常黑胆质证患者血浆脂肪酸代谢变化情况,并进一步认识与异常黑胆质证相关的体内脂肪酸代谢变化机制,探讨体内脂肪酸代谢差异与维医“异病同证”的相关性,初步从脂肪酸代谢水平阐释“异病同证”、“同证同理”等维医基础理论的科学性。

1 材料与方法

1.1 研究资料

新疆医科大学附属中医医院诊治的、符合维医异常黑胆质证体液分型标准^[4,5]的肿瘤患者122例,其中包括食管癌患者25例、肠癌患者20例、肺癌患者33例、乳腺癌患者20例和胃癌患者24例;另选35例健康志愿者为对照组。年龄 ≤ 18 岁、进行手术治疗或化疗、孕妇或哺乳期妇女、有感染或发热患者、有严重合并症患者、非异常黑胆质证患者(包括异常胆汁质证患者、异常黏液质证患者、异常血液质证患者)或两种及以上类型的维医证型混合的混合型体液质患者被排除。收集健康志愿者和患者清晨空腹血液并收集血浆, -80°C 保存至测试。

1.2 仪器与试剂

仪器:安捷伦 HP6890 型气相色谱仪(美国安捷伦公司); Milli-Q 制水系统(美国 Millipore 公司)。

试剂:肉豆蔻酸甲酯(C14:0)、棕榈酸(软脂酸)甲酯(C16:0)、硬脂酸甲酯(C18:0)、花生酸甲酯(C20:0);油酸甲酯(C18:1);棕榈油酸甲酯(C16:1)、亚油酸甲酯(C18:2)、花生四烯酸甲酯(C20:4)、DHA 甲酯(C22:6)、EPA 甲酯(C20:5)(美国 Accustandard 公司),十九烷酸(C19:0)(国药集团上海化学试剂公司);乙腈、甲醇(Sigma-Aldrich 公司);浓硫酸(乌鲁木齐天岳化学试剂有限公司);甲醇(天津市化学试剂三厂);正己烷(天津市博迪化工有限公司)。

1.3 样品处理

取血清样本 600 μL 加入内标物质正十九烷酸 1 mL (200 $\mu\text{g}/\text{mL}$) 混匀,振荡,加入 10% 的硫酸/甲醇溶液混匀,置 60°C 水浴 2 h,加入正己烷 3 mL,振荡 10 min,静置 30 min,取上清液氮气吹干,用正己烷 150 μL 复溶,涡旋 30 s,供气相色谱进样。

1.4 色谱条件

DB-5MS 毛细管色谱柱 (30 m \times 0.25 mm \times 0.25 μm);汽化室初始温度 160°C ,保持 2 min,以 $6^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升至 260°C ,保持 5 min 后结束;载气为高纯氦气,气体流速 1 mL/min;分流进样(分流比 5:1),进样量 1.0 μL 。

1.5 统计分析

血浆脂肪酸浓度全部以均数 \pm 标准差表示,不同组别之间的差异性采用 SPSS 16.0 软件进行独立样本的 t 检验, $P < 0.05$ 被认为有统计学差异。

2 结果与分析

2.1 方法学考察

精密度实验:在已确定的上述色谱条件下连续进样 5 次;计算各脂肪酸含量的相对标准偏差(relative standard deviation, RSD),发现进样精密度 $< 9.53\%$;连续进样 5 d,每天进样后将标准溶液放置 4°C 冰箱保存,计算各脂肪酸含量的 $RSD \leq 9.39\%$ 。

稳定性实验:混合样品经甲酯化后于 4°C 冰箱中避光放置,在上述标准色谱条件下,分别于甲酯化后 0、2、6、8、10、12、24 h 时进样分析,测得脂肪酸甲酯化后含量的 $RSD < 10\%$,

表明血浆衍生后待测物稳定性良好,甲酯化后的样品至少在 24 h 内稳定。

线性范围:配制不同浓度的系列标准溶液,按照已确定的上述标准色谱条件进行测试,考查各脂肪酸相对峰面积与浓度的线性关系。结果显示,10 种脂肪酸线性良好,相关系数 $r^2 > 0.9911$ 。

回收率:分别取样品管 A(混合血浆样品 600 μL)、加样样品管 B(分别取 600 μL 血浆依次加入不同浓度的标准溶液各 3 份中);按照已确定的上述标准色谱条件进行测试以考查计算方法的回收率及 RSD。结果显示,10 种脂肪酸回收率在 88.9%~116.2% 之间,所得 RSD < 9.6%,该方法加样回收率良好。

2.2 血浆脂肪酸分析结果

应用建立的气相色谱方法检测了 122 例不同肿瘤维医异常黑胆质证患者和 35 例正常人的血浆 10 种脂肪酸含量,典型的 GC 图如图 1 所示。图 1 显示,10 种脂肪酸分离良好,相互间无影响。

对健康人与不同病种异常黑胆质证肿瘤患者血浆 10 种脂肪酸含量测定结果显示,与健康人比较,肉豆蔻酸在食管癌、肠癌、肺癌、乳腺癌和胃癌异常黑胆质证患者体内的含量均明显升高,差异均有统计学意义 ($P < 0.05$),这是本研究所有肿瘤患者共同的特点。除了上述共性以外,食管癌异常黑胆质证患者体内棕油酸、油酸、花生酸和 DHA 含量明显升高,而亚油酸、花生四烯酸含量明显降低;肠癌异常黑胆质证

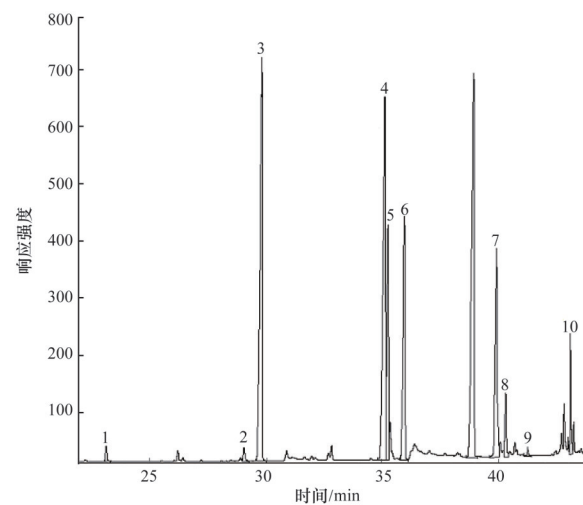


图 1 血浆 10 种脂肪酸典型的气相色谱图

Fig. 1 Typical gas chromatography spectrum of plasma fatty acids

患者体内棕榈酸和油酸含量明显升高;肺癌异常黑胆质证患者体内棕油酸、棕榈酸、油酸和花生酸含量明显升高,而亚油酸含量明显降低;乳腺癌异常黑胆质证患者体内棕油酸、棕榈酸、油酸、花生酸和 EPA 含量明显升高,而硬脂酸和花生四烯酸含量明显降低;胃癌异常黑胆质证患者体内的棕油酸和 DHA 含量明显升高,而亚油酸、EPA 和花生四烯酸含量明显降低;差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。结果如表 1。

表 1 健康人与不同肿瘤异常黑胆质证患者血浆脂肪酸含量

Table 1 Plasma fatty acid levels of health people and different tumor patients with abnormal Savda

($\mu\text{g/mL}$)

序号	脂肪酸	健康人	食管癌患者	肠癌患者	肺癌患者	乳腺癌患者	胃癌患者
1	肉豆蔻酸	23.85±10.39	30.27±12.39*	29.27±8.56*	28.39±11.31*	31.70±9.62*	31.52±18.28*
2	棕油酸	29.25±16.28	43.35±20.67*	32.40±12.32	44.77±28.85*	45.18±21.72*	37.54±19.73*
3	棕榈酸	1228.15±291.98	1227.08±291.98	1383.81±348.90*	1395.42±412.02*	1483.15±244.00*	1263.33±358.90
4	亚油酸	1413.10±341.13	1190.87±600.29*	1338.78±480.04	1204.47±426.32*	1365.19±422.74	1085.79±344.65*
5	油酸	654.78±229.45	782.85±223.58*	777.85±235.14*	823.10±357.61*	812.60±276.50*	715.92±243.28
6	硬脂酸	97.88±24.52	101.20±26.52	90.67±24.13	90.33±28.19	76.74±15.89*	98.89±17.93
7	花生四烯酸	420.45±155.28	361.77±101.63*	411.27±166.99	434.89±226.62	427.12±174.43	348.99±155.75*
8	EPA	104.45±45.87	123.47±60.53	111.12±57.63	121.43±78.86	138.16±59.51*	83.17±46.63*
9	花生酸	16.64±6.39	23.37±18.48*	18.62±12.82	21.54±8.62*	22.48±11.74*	19.94±10.06
10	DHA	254.80±72.41	191.48±82.50*	244.00±130.90	243.54±107.67	241.70±80.40	220.44±76.68*

注:*,与健康人比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。

3 讨论

维医体液论认为黑胆质的失衡或正常体液的过度燃烧都会导致异常黑胆质,这是身体对某些疾病易感性增加的主要原因。异常黑胆质证的主要临床表现为脉搏缓慢、眼眶深而黑、脸色黯淡、口苦、灰色或黑色的舌苔、皮肤粗糙、体温偏低、排尿次数少量多、失眠、多梦等^[1-3]。在临床实践中存在的这些异常黑胆质证宏观特征的生物学基础是什么? 如果这

些生物学变化是疾病发生和发展的基础,那么不同的复杂性疾病的预防和治疗具有相同的手段,这正是维医传统理论强调的治病原则。异常黑胆质作为所有异常体液的发展方向 and 最后的归宿,不仅对同一疾病引起具有现代医学意义上相同的代谢、形态和功能的改变,还会引起在不同疾病发展过程中的相似的病理改变过程;其机制的研究对阐述维医“异病同证,同证同理”的科学内涵提供可能性。

本研究中,通过GC分析发现,食管癌、肠癌、肺癌、乳腺癌和胃癌等不同肿瘤异常黑胆质证患者体内脂代谢表现出一些共同的特点,即在不同肿瘤异常黑胆质证患者体内出现了相同或近似的脂代谢变化表现。但是这种相似性因属于不同的肿瘤,导致不同肿瘤异常黑胆质证患者血浆脂肪酸代谢也出现了明显的差异。

研究结果显示,肉豆蔻酸在食管癌、肠癌、肺癌、乳腺癌和胃癌异常黑胆质证患者体内的含量均明显升高,这是在本研究中所有肿瘤患者共同的特点;除此之外,棕油酸在除肠癌以外的其他4种肿瘤异常黑胆质证患者体内升高,油酸在除胃癌以外的其他4种肿瘤异常黑胆质证患者体内升高。脂肪酸作为体内主要的能量供给体,参与人体主要的生理和病理过程,对于肿瘤患者而言,癌细胞生长过程中的能量需求导致脂肪酸在线粒体通过 β -氧化产生ATP提供能量的加强,这是肿瘤患者脂代谢加强的主要原因^[7]。肉豆蔻酸是血清胆固醇的主要来源^[8],同时与多种癌症的发生密切相关^[9]。肉豆蔻酸通过与多种蛋白质结合,导致蛋白质的肉豆蔻酰化。肉豆蔻酰化后的蛋白质比较容易与细胞膜脂质层结合,从而可以调节蛋白质之间的相互作用和亚细胞定位等过程,其中比较重要的是脂代谢脱氢酶的肉豆蔻酰化,这个过程通常是脂代谢过程的限速步骤。脂代谢脱氢酶的肉豆蔻酰化提高其活性,加强脂代谢过程,增加脂代谢产物含量。我们在前期研究中发现,异常黑胆质型肿瘤患者体内脂肪酸 β -氧化加强^[10-12],其机制可能与脂代谢脱氢酶的肉豆蔻酰化水平的提高有关。胆固醇酯中的棕油酸与棕榈酸以及磷脂中的油酸含量的增加也与脂代谢脱氢酶活性的增加密切相关。

花生酸在食管癌、肺癌和乳腺癌异常黑胆质证患者体内的含量均明显升高,而在肠癌和胃癌异常黑胆质证患者体内没有变化。花生酸也称二十烷酸,是一种饱和脂肪酸,由花生四烯酸的氢化而形成。花生酸也是一种体内主要的能量源,同时保持细胞膜的完整性和稳定性。亚油酸是一种必需脂肪酸,是体内合成花生四烯酸的前体,对维持细胞膜的结构和功能具有非常重要的作用。花生四烯酸可以氧化为二十烷类,如前列腺素E₂(PGE₂),白三烯(LFs)、血栓烷等,它们是炎症的有效递质,对炎症及免疫调节有重要作用^[13]。肝脏不仅是花生四烯酸代谢的重要部位,也是其代谢物代谢失活的主要场所。肝损伤过程中一些花生四烯酸代谢物水平增高并且随着肝脏损伤程度加重而增加^[14]。脂代谢紊乱是肝脏功能异常患者常出现的一种现象,花生四烯酸含量的降低及其代谢物含量的增加与肝功能的损伤密切相关。根据维医体液论,体液来自肝脏^[1-3],因此,可以认为肝脏功能的异常在异常黑胆质证患者体内普遍存在。

EPA(二十碳五烯酸)在乳腺癌患者体内含量升高,但是在胃癌患者体内含量降低;DHA(二十二碳六烯酸)在食管癌和胃癌患者体内含量均降低。EPA和DHA属于 ω -3族脂肪酸,其有减轻机体的炎性反应,抑制肿瘤细胞的生长、增殖、

分化等作用^[15]。

在不同复杂性疾病的异常黑胆质证患者的维医临床治疗中,首先使用异常黑胆质成熟剂和清除剂,使异常黑胆质体液成熟并排出体外,恢复机体的原属性,然后进行针对性的药物治疗^[1-3]。这种治疗方的法依据是维医理论中的“异病同源,同源同治”原则。但是,本研究结果显示,这种共性与差异性共存。不同肿瘤虽然属于同一个证候,但证候所处的病种不同会导致其临床表现不同。

4 结论

同为异常黑胆质证的肿瘤患者,在不同脂肪酸代谢特点上有差异。虽然不同疾病在发展过程中出现了相同或近似的脂代谢变化特点,但是这种相似性因为属于不同的病种,所以不同肿瘤异常黑胆质证患者血浆脂肪酸代谢虽有共性,但也有明显的差异。本研究以维医传统医学理论为出发点、采用GC法研究了不同肿瘤异常黑胆质证患者体内脂肪酸代谢特点,其结果将对维医证候的标准化研究提供一定的基础。

参考文献(References)

- [1] 易沙克江. 中国医学百科全书. 维吾尔医分卷(维吾尔文)[M]. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 1985.
Ishakjan. The encyclopedia of Uyghur traditional medicine[M]. Urumqi: Xinjiang Science and Technology Publishing House, 1985.
- [2] 买买提明·沙比尔. 维吾尔医学诊断学[M]. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 1993.
Sabir Mamatimin. Diagnostics of Uyghur medicine[M]. Urumqi: Science and Technology Publishing Company in Xinjiang, 1993.
- [3] 哈木拉提·吾甫尔. 维吾尔医学体液论及其现代研究[M]. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 2003.
Halmurat Upur. Therapy of Mizaj and Hilit in Uyghur medicine and modern study[M]. Urumqi: Science and Technique Publishing Company in Xinjiang, 2003.
- [4] 库热西江·托乎提, 阿不都热依木·玉素甫, 哈木拉提·吾甫尔, 等. 维吾尔医正常体液与异常体液分型比较研究[J]. 中国民族医药杂志, 2004(3): 3-4
Tohti Kurash, Yusup Abdurehim, Upur Halmurat, et al. Classify study on normal and unnormal physique fluid of Uyghur traditional medicine [J]. Journal of Medicine & Pharmacy of Chinese Minorities, 2004(3): 3-4.
- [5] 哈木拉提·吾甫尔, 阿不都热依木·玉素甫, 吐尔逊·吾甫尔, 等. 维医异常体液分型与年龄、性别关系的探讨[J]. 中国民族民间医药杂志, 2003(2): 84-86.
Upur Halmurat, Yusup Abdurehim, Upur Tursun, et al. An approach to the relation of types of abnormal body-liquid and sexuality or age in Uyghur nationality medicine[J]. Chinese Journal of Ethnomedicine and Ethnopharmacy, 2003(2): 84-86.
- [6] 哈木拉提·吾甫尔, 阿不都热依木·玉素甫. 维吾尔医异常黑胆质新论[M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 2009.
Upur Halmurat, Yusup Abdurehim. The new theory of abnormal savda Hilit in Uyghur medicine[M]. Urumqi: Xinjiang People's Publishing

- House, 2009.
- [7] Torelli G F, Cascino A, Muscaritoli M, et al. Energy metabolism in cancer patients[J]. *Minerva Gastroenterologicae Dietologica*, 1997, 43(4): 183-188.
- [8] Bradbury K E, Skeaff C M, Green T J, et al. The serum fatty acids myristic acid and linoleic acid are better predictors of serum cholesterol concentrations when measured as molecular percentages rather than as absolute concentrations[J]. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2010, 91(2): 398-405.
- [9] Zöllner A, Dragan C A, Pistorius D, et al. Human CYP4Z1 catalyzes the in-chain hydroxylation of lauric acid and myristic acid[J]. *Biological Chemistry*, 2009, 390(4): 313-317.
- [10] Mamtimin B, Upur B, Hao F, et al. Plasma metabolomic analysis with ¹H nuclear magnetic resonance revealing the relationship of different tumors and the disease homology theory of traditional Uyghur medicine [J]. *Chinese Journal of Integrative Medicine*, 2011, 17(2): 111-115.
- [11] 艾斯克·吐拉洪, 哈木拉提·吾甫尔, 豪富华, 等. 基于NMR的维吾尔医异常黑胆质型肿瘤患者血浆代谢组学分析[J]. *科技导报*, 2009, 27(13): 27-31.
- Turahun Askar, Upur Halmurat, Hao Fuhua, et al. Metabonomic studies on abnormal savda syndrome patients with neoplasm using nmr spectroscopy[J]. *Science & Technology Review*, 2009, 27(13): 27-31.
- [12] 巴吐尔·买买提明, 哈木拉提·吾甫尔, 豪富华. 异常黑胆质型与非异常黑胆质型肿瘤患者血浆代谢组学差异分析[J]. *科技导报*, 2009, 27(20): 39-43.
- Mamtimin Batur, Upur Halmurat, Hao Fuhua. Metabonomic differences of plasma between abnormal Savda and Unsavda syndrome neoplasm patients[J]. *Science & Technology Review*, 2009, 27(20): 39-43.
- [13] Calder P C. Polyunsaturated fatty acids, inflammation, and immunity [J]. *Lipids*, 2001, 36(9): 1007-1024.
- [14] 陈龙, 王丙云, 毛鑫智. 动物肝损伤组织花生四烯酸代谢物水平的变化[J]. *南京师范大学学报: 自然科学版*, 2000, 24(1): 62-66.
- Chen Long, Wang Bingyun, Mao Xinzhi. Changes of arachidonic acid metabolites of liver injury tissue in animals[J]. *Journal of Nanjing Normal University: Natural Science Edition*, 2000, 24(1): 62-66.
- [15] 刘冀红, 曹新伟. n-3多不饱和脂肪酸在肿瘤防治中的意义[J]. *肠外与肠内营养*, 2004, 11(1): 55-57.
- Liu Jihong, Cao Xinwei. Effects of n-3 fatty acids on prevention and therapy of tumor[J]. *Parenteral & Enteral Nutrition*, 2004, 11(1): 55-57.

(责任编辑 吴晓丽)

·学术动态·



中国科学技术协会

2014应用能源专家论坛在昆明举办

2014年5月26日,第16届中国科协年会专项活动——2014应用能源专家论坛在昆明举办。本届论坛大会主席、Applied Energy杂志主编、瑞典皇家理工大学和梅拉达伦大学教授严晋跃,中国科协国际联络部部长张建生出席会议并致辞。来自6个国家和地区的8位国际专家,包括国内院士专家在内的14位能源专家、教授作报告,近200人参加会议。

中国工程院院士、华能澜沧江水电开发有限公司总工程师马洪琪,新加坡国立大学教授S.K.Chou,中国科学院院士、中国科学院工程热物理研究所研究员金红光,瑞典能源署高级顾问Sven Risberg分别作题为“中国水电发展与技术创新”、“节能环保的交通运输系统”、“聚光太阳能发电与热利用的难点与挑战”、“瑞典的可再生能源”的大会特邀报告。

国际应用能源论坛由中国科协海智办与Applied Energy杂志联合发起。

详见中国科协网 <http://www.cast.org.cn/n35081/n35473/n35518/15668512.html>。