



述评专家简介：王香生，教授，博士研究生导师。英国利物浦大学运动科学学士，英国拉夫堡大学运动科学硕士，英国拉夫堡大学（英联邦学人）运动生理学博士。香港中文大学体育运动科学系教授，香港中文大学教育学院副院长（研究），以及香港中文大学联合书院副院长，美国运动医学会（American College of Sports Medicine, ACSM）会士及香港运动医学及科学学会（Hong Kong Association of Sports Medicine and Sports Science, HKASMSS）理事会成员。主要研究领域包括运动营养及代谢作用，饮品补充与运动表现，以及体力活动与健康等。在各种国际期刊上发表高影响因子文献 50 余篇，并且与世界各地相关领域内的专家学者建立了良好的合作关系。

评析文章： 低氧运动对血清离子浓度的影响及电解质饮料干预的效果
张海霞，胡杨，田野等，中国运动医学杂志，2005，24（4）：430-433

对张海霞等“低氧运动对血清离子浓度的影响及电解质饮料干预的效果”一文的述评

王香生，黄雅君（香港中文大学，香港）

关键词：低氧运动；电解质饮料；血清离子；红细胞压积

Comments on the Article “Effects of Hypoxia Exercise on Serum Ions Concentration and the Results of Electrolyte Drink Intervention” Written by Zhang Haixia and the Others

Key words: hypoxia training; electrolyte drink; serum ions; hematocrit

提要：低氧训练是目前国内普遍认可的训练手段之一，缺氧环境下肺泡氧分压降低、酸碱平衡失调等变化均不利于机体正常工作，此环境下耐力运动时的体液变化少见报道，此研究目的是探讨低氧耐力运动中补充电解质饮料或纯净水对血液离子浓度的影响。该研究命题的选择符合目前国内低氧研究的热点，又具有一定的创新性，实验设计采用了在以人体为对象时较可靠的重复研究方法（Repeated measure），讨论和结论部分简洁合理，值得借鉴与学习。

耐力运动中由于水分和电解质随汗液丢失，细胞和组织功能受到影响，从而降低人体运动耐力。美国运动医学学院（American College of Sports Medicine, ACSM）于1996年即发表立场声明指出，适当的饮料补充有助于保持体液平衡，维持身体健康和安全，达到最佳的运动表现。对于持续时间超过1 h的剧烈运动，建议补充糖及一定量的钠离子（0.5~0.7 g/l），这样可以维持糖类氧化，推迟疲劳的发生，并有助于提高口感，延长饮料在体内的滞留时间，防止因过度饮水可能造成的低钠血症。

低氧训练是目前国内普遍认可的训练手段之一，但对于低氧环境下耐力运动时的体液变化少见报道。“低氧运动对血清离子浓度的影响及电解质饮料干预的效果”是近期发表在中国运动医学杂志一篇有代表性的研究报告。该研究命题的选择符合目前国内低氧研究的热点，又具有一定的创新性，实验设计采用了在以人体为对象时较可靠的重复研究方法（Repeated measure），讨论和结论部分简洁合理，这些特点都是该研究值得学习和借鉴之处。

值得学习的优点

选题——符合国内研究热点，具有创新性

耐力运动中补充适量液体能有效防止运动性脱水发生，维持体液内环境及酸碱平衡。以往的研究对于补液的种类、饮用量和时机等方面做了大量研究，而对于低氧环境下的耐力运动中体液内环境的变化及补液的类型和作用，国内外都

少见报道。正如作者在文中指出，血液电解质对缺氧变化非常敏感，一旦发生酸碱平衡紊乱、钙失调或血细胞损伤，均不利于机体维持一定强度的耐力运动。此项研究将低氧运动这一目前国内普遍关注的训练热点与耐力运动补液相结合，体现了选题的实践性与创新性，值得借鉴。

实验设计——简单而合理

本研究采用重复实验设计这一普遍认可的研究方法，要求每名受试者以7 d为间隔期，重复做3次低氧环境下的耐力运动试验，即补液试验、补水试验及不补液试验。采用重复试验设计方法可以增加研究的准确性，更好地观察补充电解质饮料或纯净水对耐力运动中血离子浓度变化的影响。因为此方法已经把受试者个体之间的差异性从统计误差里面去掉，可以更好地观察研究设计中自变量（即是否补充液体及补液种类）变化对因变量（即血清离子浓度）的直接影响。此方法的采用与否基本已成为衡量实验性运动营养研究设计是否优秀的一项重要标准。

结果——陈述清晰；讨论——层层推进；结论——简洁合理

该文采用清晰的表格设计将3次试验中血清离子浓度的变化进行归纳，做到了数据多而不乱。鉴于补液对低氧环境下耐力运动的影响研究较少，所以该文中同类研究的比较讨论篇幅不占多数，在讨论部分中更多的是引用相关的研究逐类分析，层层推进，找出本研究中实验结果显示的意义所在，简洁、合



理的结论的得出也就水到渠成。这对科研工作者从事一些新学科领域的开拓研究，很有学习和借鉴意义。

需要改进的地方

虽然该文的选题和实验设计具有一定独创性，但在文书写作等方面仍需要进一步改进。

摘要中部分内容的交待不够清晰

如受试者人数和基本生理特征，如年龄、体重、最大摄氧量等；补液的具体时机和补液量；结果部分血清离子浓度的具体数值等都应该作更详细的说明，以便于读者在最短的时间内了解本研究的精髓。另外，英文题目建议可修改为“Effects of electrolyte beverage on serum ions during hypoxic exercise”，以更贴切该研究的实质。

人体研究道德伦理应符合基本程序

通常国外的人体实验需得到人体研究道德伦理委员会的批准，参加者填写正式同意书以及医学病史调查问卷等必须程序。这些要求在国内运动人体科学研究中进行得还不是规范，需要在未来的研究发展中进一步完善。

研究背景交待过于简单

本文结合低氧训练的研究热点和耐力运动中补液的合理性，提出了补液与低氧耐力运动这一具有创新性的问题。但就研究背景的陈述来说，尚缺乏一定的逻辑性。即使是国内外相关文献匮乏，教科书也不应作为参考文献的主要来源。

主要试验前的饮食控制不够完善

虽然此研究在主要试验前一晚受试者开始统一饮食，但这在营养研究中显然还不足够，因为运动前1 d甚至3 d的饮食都可能会对机体的水合状态有影响。因此，主要试验前，如果每位受试者都采用食物称量法进行至少3 d的饮食记录，并保证每位受试者两次主要试验前3 d能进食营养均衡（不是特别高糖、高脂或者高蛋白）、成分相似的食物，对基线营养状态的控制将更加理想。

试验方法交待不够详尽

如前所述，该研究采用的重复试验设计能够将受试者个体之间的差异性从统计误差里面去掉。但是对于重复试验设计的安排，一个最大的可能缺陷是“顺序效应”（Order effect）的产生。比如：受试者的第二次试验时的经验、熟练程度优于第一次试验，而心理压力可能比第一次的小；或者是因为第一次试验和第二次试验之间的间隔时间不够长，第一次试验中设计的自变量影响没有完全消失，会继续对第二次试验产生影响。因而，重复试验设计的研究通常会采用随机交叉试验的顺序安排和至少7 d的间隔期以避免上述方法设计可能带来的弊端，同时也可以使受试者从前一项测试中完全恢复。该文对于该部分试验的设计交待欠详细。另外，运动前饮料补充的准确时机以及如何创造运动中的低氧环境也未作明确交待。

尽管文中对血清离子浓度和红细胞压积的变化描述条理清晰，但在结果部分仍有些细节问题需要注意

其一，耐力运动前后体重的变化是研究体液平衡报告中必不可少的一部分，体重变化可以从一个侧面反映运动中体

液的丢失情况，并作为评价补液效果的指标之一；其二，该文对3次试验中血清离子浓度的变化作了详尽的统计学描述，但对于3次试验前的基线水平是否一致未作交待。由于运动中离子浓度的变化是以该次试验前的水平作为基准来比较的，因而3次试验中运动前的基线水平之间无统计学差异才能保证该纵向比较的合理性。

参考文献：

- [1] Convertino V.A., Armstrong L.E., Coyle E.F., Mack G.W., Sawka M.N., Senay Jr L.C., and Sherman W.M. (1996). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28 (1): i-vii.
- [2] Coyle E.F. (2004). Fluid and fuel intake during exercise. *Journal of Sports Science*, 22(1): 39-55.
- [3] Wong, S. H., & Williams, C. (2000). Effect of ingesting different amounts of carbohydrate on rehydration during recovery and subsequent endurance capacity. *International Journal of Sports Medicine*, 21(6): 444-452.
- [4] Wong, S. H., Williams, C., & Adams, N. (2000). Effect of a high volume of carbohydrate solution on rehydration during recovery from prolonged running and subsequent exercise capacity. *International Journal of Sports Nutrition and Energy Metabolism*, 10 (4): 375-393.

相关文献推荐：

- [1] Fowkes Godek S., Bartolozzi A.R., Godek J.J., and Roberts W.O. (2005). Sweat rate and fluid turnover in American football players compared with runners in a hot and humid environment? *Commentary. British Journal of Sports Medicine*, 39: 205-211.
- [2] Maughan R.J., Shirreffs S.M., Merson S.J., and Horswill C.A. (2005). Fluid and electrolyte balance in elite male football (soccer) players training in a cool environment. *Journal of Sports Science*, 23(1): 73-79.
- [3] Noakes T. and IMMDA. (2003). Fluid replacement during marathon running. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 13(5): 309-318.
- [4] Sawka M.N. and Montain S.J. (2000). Fluid and electrolyte supplementation for exercise heat stress. *American Journal of Clinical Nutrition*, 72: 564.
- [5] Twerenbold R., Knechtle B., Kakebeeke T.H., Eser P., Muller G., von Arx P., Knecht H., Rehrer N., and Speedy D. (2003). *British Journal of Sports Medicine*, 37: 300-303.
- [6] Wittbrodt E.T. (2003) Maintaining fluid and electrolyte balance during exercise. *Journal of Pharmacy Practice*, 16: 45-50.
- [7] Wong, S. H., Williams, C., and Adams, N. (2000). Effect of a high volume of carbohydrate solution on rehydration during recovery from prolonged running and subsequent exercise capacity. *International Journal of Sports Nutrition and Energy Metabolism*, 10(4): 375-393.

(责任编辑：何聪)