

DOI:10.3724/SP.J.1008.2014.00684

• 短篇论著 •

## 湿热环境下晕动病评分 Graybiel 法的改良

张雷<sup>1△</sup>, 茆俊峰<sup>2△</sup>, 吴晓农<sup>3\*</sup>, 包瀛春<sup>4\*</sup>

1. 南京军区南京总医院骨科, 南京 210002
2. 海军指挥学院训练部教保科, 南京 210016
3. 解放军理工大学指挥军官基础教育学院, 南京 210000
4. 第二军医大学卫生勤务学系军事体育学教研室, 上海 200433

**[摘要]** **目的** 考察湿热环境下实验性晕动病研究中面色改变和出汗两项症状对 Graybiel 评分可能造成的偏倚, 并对湿热环境下 Graybiel 评分进行改良。 **方法** 567 名受试者被安排在常温环境、单纯高温环境和湿热环境下接受 Collis 旋转座椅实验, 采用 Graybiel 法进行评分并分级, 将所有结果按照均计算(面色和出汗)、不计算面色、不计算出汗和均不计算(面色和出汗)进行配对研究。 **结果** 常温、单纯高温和湿热 3 种环境下受试者的 Graybiel 总体评分差异有统计学意义 ( $P < 0.01$ ), 而不计算面色组、不计算出汗组和均不计算(面色和出汗)组的 Graybiel 评分在不同环境下亦有差异 ( $P < 0.01$ )。对应的 Graybiel 分级结果显示不计算出汗组和均不计算(面色和出汗)组的分级发生了变化, 而不计算面色组则没有明显改变。

**结论** 建议湿热环境下应用 Graybiel 法评价晕动病时可考虑将面色项剔除, 从而简化评价过程。

**[关键词]** 晕动病; Graybiel 评分法; 湿热环境

**[中图分类号]** R 339.17 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2014)06-0684-05

### Improvement of Graybiel's scoring system for grading of motion sickness in hot-humid environment

ZHANG Lei<sup>1△</sup>, MAO Jun-feng<sup>2△</sup>, WU Xiao-nong<sup>3\*</sup>, BAO Ying-chun<sup>4\*</sup>

1. Department of Orthopedics, Nanjing General Hospital, PLA Nanjing Military Area Command, Nanjing 210002, Jiangsu, China
2. Department of Teaching Support, Training Division, PLA Naval Command College, Nanjing 210016, Jiangsu, China
3. Department of Teaching Support, Education College of Commanding Officer, PLA University of Science and Technology, Nanjing 210000, Jiangsu, China
4. Department of Military Physical Education, Faculty of Medical Services, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China

**[Abstract]** **Objective** To observe the possible bias in Graybiel's scoring system caused by change of complexion and sweating for grading of motion sickness in hot-humid environment, so as to make improvement to the system. **Methods** A total of 567 subjects received Collis rotating chair tests in room temperature environment, hot temperature environment, and hot-humid environment. The severity of motion sickness was graded by Graybiel's scoring system. Paired design was done among 4 groups (calculated with pallor and sweating, no pallor, no sweating, and no pallor no sweating). **Results** Graybiel's scores were significantly different under 3 different environments, either calculated with pallor and sweating, or without pallor, without sweating, or without both ( $P < 0.01$ ). The corresponding grades of Graybiel's score were also significantly different when calculated without sweating and without both pallor and sweating, but not when calculated without pallor.

**Conclusion** Our findings suggest that changes of complexion should not be considered when calculating Graybiel's score in hot-humid environment so as to simplify the evaluating process.

**[Key words]** motion sickness; Graybiel's scoring criteria; hot-humid environment

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2014, 35(6): 684-688]

**[收稿日期]** 2013-12-09 **[接受日期]** 2014-03-25

**[作者简介]** 张雷, 主治医师. E-mail: ra\_eagle@hotmail.com; 茆俊峰, 讲师. E-mail: zgmjf@126.com

△共同第一作者(Co-first authors).

\*通信作者(Corresponding authors). Tel: 025-80832620, E-mail: xqk79@sina.com; Tel: 021-81871066, E-mail: 13386277079@163.com

湿热环境气象条件极端恶劣,以南中国海地区为例,常年平均气温为 38.0~46.3℃,湿度为 79.12%~82.32%(此数据来自国家海洋局)。在这种湿热环境下,晕动病的发生率和严重程度均较常温下高<sup>[1]</sup>。晕动病是一种对现实或虚拟环境刺激产生的一系列不适反应的综合表现。通常情况下,初期主要表现为 4 种主要症状,即面色改变、出汗、恶心、呕吐。这些症状出现后如不停止环境刺激,可能继发出现包括昏睡、流涎、意识模糊、注意力不集中、头晕、头痛、气促等严重症状。Graybiel 法是目前评价晕动病常用的方法,将面色改变、出汗、恶心、呕吐作为 4 项主要评分点进行评分,单项最高 16 分,分级为 N,0 分;M I,1 分;M II B,2~3 分;M II A,4~7 分;M III,8~15 分;F,16 分及以上。其中出汗项最高达到 8 分,面色改变项最高达到 8 分<sup>[2]</sup>。而在湿热环境中,即使不发生晕动病,面色改变和大量出汗也是常见的表现,这会不会对 Graybiel 法的应用造成偏倚?本研究即从这个角度对 Graybiel 法在湿热环境下的应用进行改良研究。

## 1 材料和方法

1.1 仪器和装置 模拟湿热室:面积 123 m<sup>2</sup>、层高 3 m,可同时容纳 40 人训练。制热:采用地面、墙体电加热辐射与顶部光照的方法,设定最高温度为 46℃,多处分层温度探测器,可控制环境温度稳定在设定的范围内。环境加湿:由电锅炉将蒸汽从管道输送至实验室,根据传感器显示的湿度,通过阀门调节可控制实验室湿度,设定最大湿度为 90%。实验室内安装有二氧化碳报警探测、环境气体交换和室内气体对流装置,此外还配有休息室和医疗护理室。

旋椅:吊转式模拟训练装置 2 套(国家专利号 ZL 200510025017.3)<sup>[3]</sup>,每套可同时进行 4 人训练检测,在预先编程的控制下可产生顺时针或逆时针匀速和变速多种旋转方法<sup>[4]</sup>。

1.2 受试者 选取某校 567 名男性健康大学生(18~23 岁,平均 20.5 岁)。排除标准包括:(1)罹患不适合接受旋椅实验的疾病;(2)不合作者;(3)3 个月内曾参与其他临床试验;(4)药物或酒精成瘾者;(5)心脑血管功能不全;(6)基础体能测试不合格。所有受试者均被详细告知可能的相关风险和获益,均自愿签署知情同意书。

1.3 实验设计 本实验为配对设计,每位受试者均需要在常温环境下[气压 101.3 kPa,温度(20±0.5)℃,湿度(50±1)%]、单纯高温环境下[气压 101.3 kPa,温度(38±0.5)℃,湿度(50±1)%]和湿热环境下[气压 101.3 kPa,温度(38±0.5)℃,湿度(80±1)%]接受旋椅测试。

本实验要求受试者每次均接受旋椅测试(频率 30 转/min,持续 180 s)。测试过程中,受试者被要求保持直立坐姿并按节拍器要求进行 2 s/次的摆头动作以充分刺激。受试者被要求闭眼,以消除感觉不匹配引起的偏倚,难以完成者则会使用遮光眼罩进行遮盖。

1.4 观察指标 全部实验经过 1 个月时间完成。每次实验经历 2 d。所有受试者均完成了实验。采用 Graybiel 法对所有患者的晕动症状进行评分并分级。按照是否计算面色和出汗,将评分结果分为均计算(面色和出汗)组、不计算面色组、不计算出汗组和均不计算(面色和出汗)组。由于计算中会剔除部分项目,故按照剔除项目最大值占总分的百分比等比例剔除并重新划定分级。划分标准为:(1)不计算面色时,分级为 N(0 分)、M I(1 分)、M II B(2 分)、M II A(3~5 分)、M III(6~11 分)、F(12 分及以上);(2)不计算出汗时,分级为 N(0 分)、M I(1 分)、M II B(2~3 分)、M II A(4~6 分)、M III(7~13 分)、F(14 分及以上);(3)均不计算(面色和出汗)时,分级为 N(0 分)、M I(1 分)、M II B(2 分)、M II A(3~4 分)、M III(5~9 分)、F(10 分及以上)。分析湿热环境下面色和出汗对 Graybiel 评分和分级结果的影响,并对湿热环境下 Graybiel 评分方法进行改良。

1.5 随机法、盲法和质量监控 每次实验,每位受试者被随机安排坐在任一套装置的任一座椅上,随机数列通过 SAS 8.0 程序随机生成。每次实验均间隔 1 周的洗脱期以防发生连续效应。

采用双盲法,实验设计者不参与实际测试。所有实验数据采集均由相关专业医学人员完成,每项数据至少经过 2 名医生独立测得,当两人评分出现差异时,由高年资医生进行 2 次评分并将此次评分结果作为最终结果。

所有数据采集后存入由专人保管的数据库,并由 2 名第 3 方统计人员进行交叉统计。

1.6 统计学处理 采用 SAS 8.0 程序进行统计学

分析。3组间比较采用 Kruskal-Wallis 检验,两两比较采用 Wilcoxon 符号秩检验。检验水准( $\alpha$ )为 0.05。

## 2 结果

2.1 湿热环境下面色和出汗对 Graybiel 评分结果的影响 由表 1 可见,常温、单纯高温和湿热 3 种环境下受试者的 Graybiel 总体评分差异有统计学意义( $P < 0.01$ ),而不计算面色组、不计算出汗组和均不计算(面色和出汗)组的 Graybiel 评分在不同环境下差异亦有统计学意义( $P < 0.01$ )。由于得分为等级

资料,不符合正态分布,无法进行一般的析因分析,因此采用 Wilcoxon 符号秩检验进行两两比较,结果显示:均计算(面色和出汗)组、不计算面色组和不计算出汗组在 3 种环境下的 Graybiel 评分两两比较差异均有统计学意义( $P < 0.01$ );均不计算(面色和出汗)组中,常温和单纯高温环境下的 Graybiel 评分差异无统计学意义,而常温和湿热环境间、单纯高温与湿热环境间的 Graybiel 评分差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。说明 3 种环境下不计算面色或者不计算出汗的 Graybiel 评分与均计算(面色和出汗)组的变化趋势相同,而均不计算(面色和出汗)组则略有差异。

表 1 不同环境下 Garybiel 评分结果的比较

组别和环境	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x}$ 的 95%CI	中位数	$\chi^2$ 值	P 值
均计算(面色和出汗)组				698.50	<0.000 1
常温环境	3.24±3.79	(2.93,3.55)	2.00		
单纯高温环境	8.65±4.75	(8.25,9.04)**	8.00		
湿热环境	11.73±4.37	(11.37,12.09)**△△	12.00		
不计算面色组				768.68	<0.000 1
常温环境	2.10±2.80	(1.87,2.33)	1.00		
单纯高温环境	6.70±3.99	(6.37,7.03)**	8.00		
湿热环境	9.34±3.36	(9.06,9.62)**△△	8.00		
不计算出汗组				97.24	<0.000 1
常温环境	2.57±3.31	(2.29,2.84)	2.00		
单纯高温环境	3.66±3.68	(3.36,3.96)**	2.00		
湿热环境	4.3±3.38	(4.05,4.61)**△△	4.00		
均不计算(面色和出汗)组				7.08	0.029 0
常温环境	1.43±2.43	(1.23,1.63)	1.00		
单纯高温环境	1.72±2.81	(1.49,1.95)	0.00		
湿热环境	1.94±2.40	(1.74,2.14)*△	1.00		

n=567

Garybiel 评分在 3 种环境下总体差异的比较采用 Kruskal-Wallis 检验,两两比较采用 Wilcoxon 符号秩检验。\*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$  与常温环境比较;△  $P < 0.05$ ,△△  $P < 0.01$  与单纯高温环境比较

2.2 湿热环境下面色和出汗对 Graybiel 等级结果的影响 由于计算中会剔除部分项目,故按照剔除项目最大值占总分的百分比等比例剔除并重新划定分级标准。由图 1 可见,按照新的标准,在常温环境下,4 组的等级分布趋势类似。在湿热环境下,当不计算面色时,Graybiel 等级分布与均计算(面色和出汗)组较为类似;当不计算出汗或者均不计算(面色和出汗)时,Graybiel 等级分布情况出现了改变,其趋势表现为轻症比例增多,重症比例减少。可见采用后两种计算方式的时候,其症状等级分布发生了改变,向轻症方向偏倚。采用 Wilcoxon 符号秩检验

对常温环境下和湿热环境下均计算(面色和出汗)组和不计算面色组的等级分布进行比较,结果显示差异均无统计学意义(常温环境下: $Z=0.240 2, P=0.810 2$ ;湿热环境下: $Z=0.080 3, P=0.936 0$ )。

2.3 湿热环境下 Graybiel 评分的改良 综合上述结果,本研究认为:(1)不计算面色,其 Graybiel 评分和等级分布没有改变,因而可以考虑剔除此项目,从而简化在湿热环境中应用 Graybiel 法进行晕动病评分;(2)不计算出汗,其 Graybiel 评分没有改变,但对应等级分布有明显的改变,表现为轻症比例增高,重症比例减少,因而需要更多的证据证实可简化计算,



本研究不推荐剔除此项; (3) 不计算出汗和面色, 其 Graybiel 评分和等级分布均有改变, 不推荐进行此种简化运算。表 2 和表 3 为本研究改良的湿热环境下 Graybiel 法评分和分级标准。

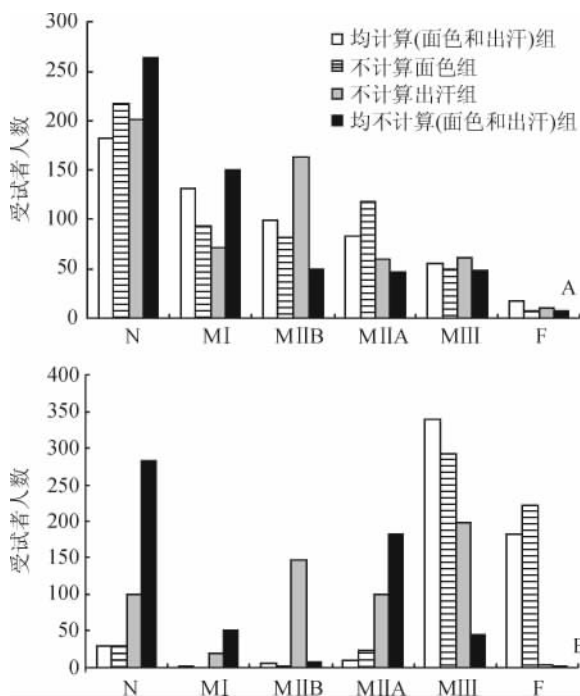


图 1 常温 (A) 和湿热 (B) 环境下 Graybiel 分级结果的比较

表 2 改良的湿热环境下 [101.3 kPa, (38±0.5) °C, (80±1)%] Graybiel 法评分标准

症状	1 分	2 分	4 分	8 分	16 分
恶心	上腹部感觉	上腹部不适	轻度不适	中重度不适	干呕或呕吐
出汗	-	轻度	中度	重度	-
唾液分泌	-	轻度	中度	重度	-
嗜睡	-	轻度	中度	重度	-
疼痛	头痛	-	-	-	-
中枢神经反应	眩晕	-	-	-	-

表 3 改良的湿热环境下 [101.3 kPa, (38±0.5) °C, (80±1)%] Graybiel 法分级标准

Graybiel 分级	Graybiel 得分
N	0 分
MI	1 分
MII B	2 分
MII A	3~5 分
MIII	6~11 分
F	≥12 分

### 3 讨论

晕动病的病因至今仍未明确, 目前认为其病理生理过程不仅涉及前庭器官的刺激, 同时与视觉刺激、自主神经和周围神经的本体感受器亦存在相

关<sup>[5]</sup>。日常生活中保持本体平衡, 是基于上述多种位置感受器和各种刺激的综合结果, 晕动病的发生即是由于上述感觉的冲突或不匹配引起的<sup>[6]</sup>。湿热环境不同于单纯高温环境和常温环境, 出汗通常为无效性汗分泌, 即出汗量很多但蒸发量很少。这将导致体内积热和机体加速脱水<sup>[7]</sup>。此时外周感受器的灵敏度是降低的, 按照感觉冲突和不匹配学说, 更容易发生晕动病<sup>[8]</sup>。此外, 前庭半规管器官的内淋巴在湿热环境下存在物理膨胀作用, 其黏滞性和流动性亦有改变<sup>[9]</sup>。这些物理因素使得对壶腹部分及半规管的刺激更加有效。这亦是湿热环境下易诱发晕动病且程度更重的原因。

实验性晕动病的研究通常都是在标准人工控制环境中进行。其环境条件在大气压、温度、相对湿度、噪声水平等方面均控制在类似于办公室、实验室和居家环境的水平, 使人感到较舒适。研究采用的晕动病评分方法, 也是主要在这种人工控制环境下作出的。经检索, 实验性晕动病评定方法均在控制环境条件包括环境温度下进行, 如美国国家宇航局 (NASA) 专家提出的 Graybiel 评分法 (1968)、英国学者 Reason and Brand 提出的晕动病易感性询问评分法 [Reason and Brand Motion Sickness Susceptibility Questionnaire (MSSQ), 1975]、Kennedy 等<sup>[10]</sup> 提出的晕动病易感性询问量表 (Motion Sickness Susceptibility Questionnaire, MSSQ, 1990)、英国威斯敏斯特大学心理系专家 Golding 在经过几年试验、验证的基础上修订的 Kennedy 晕动病易感性询问量表 (1998)<sup>[11]</sup> 及进一步简化的简短晕动病易感性询问量表 (Short Motion Sickness Susceptibility Questionnaire, MSSQ-Short, 2003)<sup>[12]</sup>、荷兰 TNO 人体因素研究所专家提出的 Misery Scale (MISC) 11 分晕船病分级评分法 (1992)<sup>[13]</sup>、英国南安普敦大学 (South-Ampton) 与斯特拉斯克莱德 (Strathclyde) 大学/格拉斯哥 (Glasgow) 大学和荷兰 TNO 人体因素研究所的研究人员使用并验证过的简略晕动病询问量表 (2007)<sup>[14]</sup>。没有查见极端特殊环境条件下实验性晕动病易感性的报道, 几乎排除了非标准试验环境可能带来的对实验性晕动病评分的干扰。

我们在研究不同环境中习服改善晕动病程度的过程中, 遇到高湿热环境下如何掌握晕动病评定标

准的困惑,即在 38℃ 高温或 38℃、80% 相对湿度高温高湿环境中,无论非旋转对照还是旋转致晕动病组的受试人员,均因散热出汗及颜面红润,显著地干扰了不同受试者因旋转导致晕动病发展而出现晕动病程度的评定。对非旋转对照的受试者,因出汗及面色改变将大大增加对耐热能力较差的受试者的晕动病症状评分值;对受到旋转刺激的受试者,用 Graybiel 评分法评定易感个体的晕动病程度时,往往在区分判断出汗及面色改变是由于湿热还是旋转刺激引发的晕动病症状时不易作出明确判断。我们采用的经典 Graybiel 评分法,晕动病症状和体征中的面部皮肤颜色和出冷汗是 2 项重要评分指标,最高可以达到 8 分(面部皮肤颜色)和 8 分(出冷汗),在晕动病评分的总分中占有非常重要的权重,对实验结果的影响比较大。

本研究考虑到在湿热环境下实验性晕动病的 Graybiel 评分中面部皮肤颜色和出冷汗 2 项评分较高的症状可能会被湿热导致的大汗淋漓所掩盖,从而难以区分晕动病适应者与非适应者之间的差别,因此尝试剔除这两项症状的评分后进行统计分析。经如此处理后,结果表明单纯剔除面色改变对受试者晕动病评定的总体结论性结果没有实质性影响。由此,可以考虑在湿热环境下进行晕动病习服研究中评定受试者个体晕动病程度时,剔除面色改变一项,从而简化评价过程并且避免偏倚。

#### 4 利益冲突

所有作者声明本文不涉及任何利益冲突。

#### [参考文献]

- [1] 房晓,罗琳,张雷,祁海霞,刘小冬,朱娇,等. 湿热环境对晕动病发病的影响[J]. 第二军医大学学报,2010,31: 612-615.  
Fang X, Luo L, Zhang L, Qi H X, Liu X D, Zhu J, et al. Effect of high environmental temperature and humidity on incidence of motion sickness[J]. Acad J Sec Mil Med Univ, 2010, 31: 612-615.
- [2] Graybiel A, Wood C D, Miller E F, Cramer D B. Diagnostic criteria for grading the severity of acute motion

sickness[J]. Aerospace Med, 1968, 39: 453-455.

- [3] 包瀛春. 一种改良的晕动病垂荡装置的发明[P]. 中国: ZL 200510025017. 3. 2007-05.
- [4] 杨月珍,包瀛春,黄矛,罗伟,王尔贵,陆宗祥,等. 综合训练法预防晕船病效果评估[J]. 解放军预防医学杂志,2006,24: 179-182.
- [5] Bos J E, MacKinnon S N, Patterson A. Motion sickness symptoms in a ship motion simulator: effects of inside, outside, and no view[J]. Aviat Space Environ Med, 2005, 76: 1111-1118.
- [6] Oman C M. Motion sickness: a synthesis and evaluation of the sensory conflict theory[J]. Can J Physiol Pharmacol, 1990, 68: 294-303.
- [7] Warwick-Evans L A, Symons N, Fitch T, Burrows L. Evaluating sensory conflict and postural instability. Theories of motion sickness[J]. Brain Res Bull, 1998, 47: 465-469.
- [8] Ventre-Dominey J, Luyat M, Denise P, Darlot C. Motion sickness induced by otolith stimulation is correlated with otolith-induced eye movements[J]. Neuroscience, 2008, 155: 771-779.
- [9] Reason J T, Brand J J. Motion sickness[M]. New York: Academic Press Inc, 1975: 38-81, 174-209.
- [10] Kennedy R S, Dunlap P, Fowlkes J E. Prediction of motion sickness susceptibility[M]//Crampton G H. Motion and space sickness. Boca Raton, FL: CRC Press Inc., 1990: 179-215.
- [11] Golding J F. Motion sickness susceptibility questionnaire revised and its relationship to other forms of sickness[J]. Brain Res Bull, 1998, 47: 507-516.
- [12] Golding J F. Predicting individual differences in motion sickness susceptibility by questionnaire. Personality and individual differences, 2006, 41: 237-248.
- [13] Wertheim A H, Ooms J, De Regt G P, Wientjes C J E. Incidence and severeness of sea sickness: validation of a rating scale. Report IZF-1992-A-41[R]. TNO Human Factors Research Institute, Soesterberg, 1992.
- [14] Bos J E, Damala D, Lewis C, Ganguly A, Turan O. Susceptibility to sea sickness[J]. Ergonomics, 2007, 50: 890-901.

[本文编辑] 孙岩