

报考军校生对比敏感度和立体视觉调查与分析

崔 蓓*, 王凤翔, 贾洪真, 邵维阳, 田春雨, 秦力维, 彭秀军, 曹利群#

解放军总医院第三医学中心眼科医学部, 北京

收稿日期: 2021年11月2日; 录用日期: 2021年11月16日; 发布日期: 2021年12月8日

摘要

目的: 测试正常报考军校的青少年视觉对比敏感度, 分析这部分人群视觉对比敏感度的正常值范围, 为制定相关体检标准奠定基础。方法: 选择2018年~2019年报考军校体检来我院的青少年, 视力 ≥ 1.0 , 屈光度范围球镜 $-0.5 \sim +2.5$ DS, 柱镜不超过0.5 DC, 无眼部病变的619名男性青年, 应用美国视觉检查仪(OPTEC6500)测定明视、暗视状态下5个空间频率的视觉对比敏感度。并分别检查其远、近距离立体视觉。结果: 均数折线图显示其视觉对比敏感度最大值在空间频率6.0 c/d, 95%可信区间反应了每个空间频率的正常值范围。除了低频率(1.5 c/d)明视暗视视觉对比敏感度值没有统计学意义外, 其余空间频率(3c/d, 6 c/d, 12 c/d, and 18c/d)下明视暗视的CSF比较差异均具有统计学意义($P < 0.01$)。所有被检者近立体视锐度均为40秒角(") (100%); 远立体视锐度40~60秒角有610名(98.5%), 100秒角8名(1.3%), 200秒角1名(0.16%)。结论: 本研究针对特定人群记录对比敏感度各个频率的分布, 总结了其正常范围, 为制定相关行业体检标准提供了数据支持; 对比敏感度和立体视觉检查不仅是视功能检查的主要项目, 在其他特殊职业选拔和体检中也有重要意义。

关键词

青少年, 视觉对比敏感度, 体检

Survey and Analysis of Contrast Sensitivity and Stereoscopic Vision in Adolescents That Join the Army

Bei Cui*, Fengxiang Wang, Hongzhen Jia, Weiyang Shao, Chunyu Tian, Liwei Qin, Xiujun Peng, Liqun Cao#

Departement of Ophthalmology, The Third Medical Center of PLA General Hospital, Beijing

Received: Nov. 2nd, 2021; accepted: Nov. 16th, 2021; published: Dec. 8th, 2021

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 崔蓓, 王凤翔, 贾洪真, 邵维阳, 田春雨, 秦力维, 彭秀军, 曹利群. 报考军校生对比敏感度和立体视觉调查与分析[J]. 眼科学, 2021, 10(4): 137-143. DOI: 10.12677/hjo.2021.104016

Abstract

Aim: To analyze the normal range of visual contrast sensitivity function (CSF), we tested the visual contrast sensitivity in adolescents that join the army. And lay the foundation for establishing relevant physical examination standards. **Methods:** Measured five spatial frequencies visual contrast sensitivity of totally 619 male youths who applied for physical examination of military academy from year 2018 to 2019 with naked visual acuity ≥ 1.0 , spherical lens ranges from -0.5 to $+2.5D$ and $\text{cyl} \leq 0.5 D$ which selected by physical examination. The instrument is American OPTEC6500 Visual inspection device. And check them the near, far distance stereoscopic vision separately. **Results:** Mean line graph showed the maximum visual contrast sensitivity was at 6.0 c/d. And the 95% confidence interval reflects the normal range of each spatial frequency visual contrast sensitivity. The CSF to 3c/d, 6 c/d, 12 c/d and 18c/d in photopic and scotopic conditions showed significant statistical difference ($P < 0.01$), while no difference was found in 1.5 c/d conditions. The near stereopsis acuity of 610 subjects was 40 seconds (98.5%). There were 8 cases (1.3%) with far stereoscopic acuity angle of 40~60seconds, 1 case with 100 second angle and 1 case with 200 second angle (0.16%). **Conclusion:** This study summarized the normal range of each frequency contrast sensitivity in specific population. It provides data support for the establishment of contrast sensitivity examination standard for related occupation. Contrast sensitivity and stereoscopic vision are not only one of the main items of visual function examinations, they have significance for selections of other special occupations as well.

Keywords

Adolescents, Visual Contrast Sensitivity, Physical Examination

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

视功能人眼的视功能包括：光觉、2色觉、形觉(视力)以及动觉(立体觉)。一般所说的视功能检查多指形觉，也就是视力的检查，通过视力表检查视力因其测量简单、规范、准确，被公认为一些特殊职业选拔中评价视功能最重要的定量标准。然而，常规的视力检查反映的是视网膜黄斑部中心凹分辨远方物体或目标的能力，通常是在 100%对比度条件下进行检测，而各种环境下特别是阴雨天、夜间需要辨认不同亮度背景下边界模糊的物体，某些特殊职业对视功能，特别是不同对比度背景下视功能提出更高要求，单纯视力检查显然无法满足这种要求。立体视觉以双眼单视为基础反映感受三维空间物体位置的分辨能力[1]。视觉对比敏感度函数(Contrast sensitivityfunctional, CSF)包括对空间点线和背景明暗对比变化的分辨能力，主要反映人眼对每度视角内图像或刺激图形的亮暗作正弦调制的栅条的识别能力。CSF 以及立体视较之视力表能更全面系统地估量视功能。本研究首次分析了正常青少年的总体 CSF 特征，为深入研究这部分人群的视功能特点和今后制定特殊职业入选标准提供了参考依据。应用的美国 STEREO 公司视觉检查仪可测试对比敏感度、隐斜视、潜在视力等，是理想的临床和科研工具；颜少明的立体视觉检查图(第三版)是我院近几年申请专利的新项目。

2. 对象和方法

2.1. 研究对象

选取 2018~2019 年来我院门诊体检的报考军校男性青年 619 例(1238 眼)，年龄 17~19 (18.3 ± 1.1 岁)。

2.2. 方法

2.2.1. 一般眼科检查

a) 视力: 空军环形视力表检查, 双眼裸眼远视力(5 m)均 ≥ 1.0 ; 采用徐广第《标准近视力表》距离 33 cm 检测双眼近视力均 ≥ 1.0 。b) 眼位: 角膜映光双眼正位, 且遮盖 - 去遮盖试验排除显性隐斜。c) 裂隙灯和散瞳间接眼底镜检查排除屈光间质和眼部疾患。d) 屈光状态: 散瞳后检影验光, 球镜在 $-0.5D \sim +2.5D$ 范围内, 柱镜不超过 $+0.5D$ 。

2.2.2. 对比敏感度检查

采用 OPTEC6500 视功能检查仪(美国 Stereo Optical 公司)在室内自然光线下完成检查。设定背景光亮度 85 cd/square 和 3 cd/square、光源垂直面照度 40 lux, 背景光亮度恒定条件下进行功能性的视力对比试验(functional acuity contrast test, FACT), FACT 以不同的空间频率: 低频区 1.5 cycle/degree (c/d)、3.0 c/d, 中频区为 6.0 c/d 和高频区 12.0 c/d、18.0 c/d 分为 5 组, 每组光栅图对比度 0.15 个 log CSF 值递减[0], 被检查者坐位于刺激屏前, 指出光栅图顶部的线是指向左、右或向上, 回答正确鼓励进行右边下一部分测试直至最后一个不正确回答的光栅作为其 CSF 的记录终点, 对应的结果值 Stereo Optical 公司提供。本研究受试者为 5 m 远距离、双眼、明视、无眩光条件下进行, 检查均由同一位医师完成。

2.2.3. 近距离立体视检查

应用颜少明立体视觉检查图第 3 版裸眼检查首先应用 800"、1600"检查图进行定性检查, 通过者继续进行 8 幅随机点图, 视差分别为 800"、600"、400"、200"、100"、80"、60"和 40"。

2.2.4. 远距离立体视检查

采用 Distance Randot 立体视觉检查图, 受试者 3 m 距离检查 40"~60"、100"、200"和 2400"视差, 每个视差级别包括 2 张随机点立体图。

2.3. 统计学分析

本研究应用 SPSS17.0 软件进行统计学分析, 计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示; 数据进行均数、标准差、百分比和 95%可信空间的统计学描述, 不同环境下在 5 个空间频率下的 CSF 采用独立样本 t 检验分析, $P < 0.01$ 视为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 视力检测

619 例(1238 眼)被检者远视力为 1.17 ± 0.10 , 近视力均为 1.0。本研究人群是眼科体检并在其中选取视力条件较好者, 即为远视力达到 1.0 及以上, 近视力均 1.0, 进行对比敏感度和立体视觉的下一步检测。

3.2. CSF 测定结果

1) 619 例(1238 眼)被检者平均年龄 18.3 ± 1.1 岁。双眼明视、暗视环境下 CSF 比较, 均数折线图和 95%可信区间统计分别见图 1、图 2。图形呈现“倒 U 型”, 符合正常健康人的 CSF 曲线。95%可信区间统计代表了该人群各个空间频率的正常值范围。

2) 5 个空间

频率的 CSF 均值、log 值见表 1。统计结果显示, 双眼明视状态下 CSF 在中低空间频率(3.0 c/d 和 6.0 c/d)较高, 在高空间频率(18.0 c/d)最低, 峰值在 6.0 c/d 中空间频率。

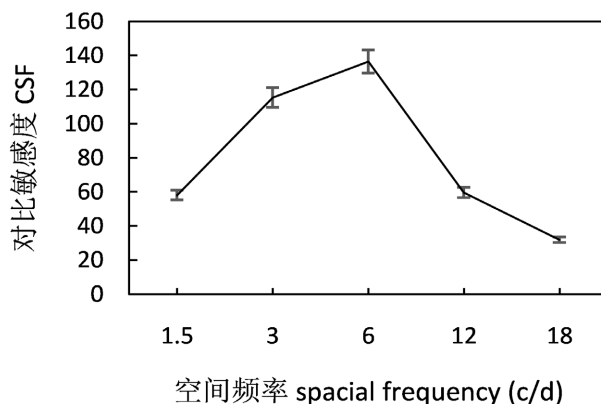


Figure 1. Contrast sensitivity in photopic

图 1. 明视对比敏感度

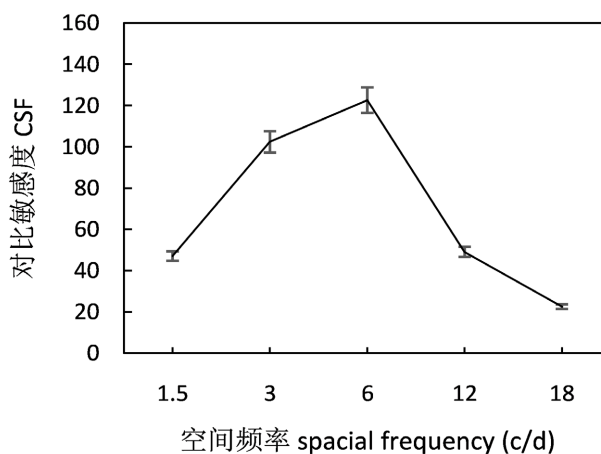


Figure 2. Contrast sensitivity in scotopic

图 2. 暗视对比敏感度

3) 双眼明视、暗视环境相比,暗视较明视 CSF 呈下降趋势,低频(1.5 c/d)空间频率下明视和暗视 CSF 比较差异无统计学意义($P > 0.05$),其他空间频率比较差异均有统计学意义($P < 0.01$,表 2)。

3.3. 立体视觉

1) 近距离立体视觉见表 3。 $\leq 60''$ 判定为黄斑中心凹立体视,为正常立体视;80''~200''为黄斑立体视;400''~800''为周边立体视; $\geq 800''$ 为无立体视。30 名受检者双眼近立体视均为 40'' (100%)。

2) 远距离立体视觉见表 4。30 名被检者双眼远距离中心立体视(40''~60'')者占 93.3%,未能读出远立体视觉图的立体视盲者为 0。

Table 1. CSF and Log CSF distribution of binocular spatial frequencies

表 1. 双眼各空间频率 CSF、Log CSF 值的分布

值	环境	1.5 c/d	3.0 c/d	6.0 c/d	12.0 c/d	18.0 c/d
CSF	明视	58.16 ± 24.71	115.49 ± 32.16	136.47 ± 40.01	59.54 ± 29.91	31.82 ± 18.09
	暗视	49.08 ± 22.09	102.43 ± 29.35	122.64 ± 51.19	49.08 ± 27.41	22.54 ± 14.54
Log CSF	明视	1.72 ± 0.20	2.04 ± 0.13	2.11 ± 0.15	1.72 ± 0.24	1.44 ± 0.26
	暗视	1.64 ± 0.22	1.99 ± 0.14	2.06 ± 0.17	1.62 ± 0.26	1.27 ± 0.30

Table 2. Comparison of CSF in different spatial frequencies and statistical results of 95% confidence interval
表 2. 各空间频率不同环境的 CSF 值比较及 95%可信区间统计结果

值	环境	1.5 c/d	3.0 c/d	6.0 c/d	12.0 c/d	18.0 c/d	
CSF	明视	58.16 ± 24.71	115.49 ± 32.16	136.47 ± 40.01	59.54 ± 29.91	31.82 ± 18.09	
	暗视	49.08 ± 22.09	102.43 ± 29.35	122.64 ± 51.19	49.08 ± 27.41	22.54 ± 14.54	
F value		0.051	0.000	0.000	0.000	0.000	
95%可信区间	明视	上界	56.21	112.95	133.32	57.18	30.39
		下界	60.11	118.03	139.64	61.90	33.00
	暗视	上界	53.58	100.34	118.6	46.91	21.39
		下界	57.34	104.94	126.68	51.24	23.69

Table 3. Statistical results of near stereo vision
表 3. 近立体视觉统计结果

立体视锐度(秒角)	通过例数
60	30 (100%)
80~200	0(0)
400~800	0(0)
无立体视	0(0)

Table 4. Statistical results of far stereo vision
表 4. 远立体视觉统计结果

立体视锐度(秒角)	通过例数(%)
40~60	28 (93.3%)
100	1 (3.3%)
200	1 (3.3%)
2400	0(0)
立体视盲	0(0)

4. 讨论

一直以来,眼科视力检查常规使用高对比度的“E”或“C”字形视标,其仅仅能检测视网膜黄斑中心凹在黑白对比度接近 100%时分辩细小或细微部分的能力。然而一些特殊职业如驾驶员、飞行员等,实际需要面临很多复杂的气象条件,即使是在环境亮度很高的空中,光线的散射也能引起对比敏感度的下降;比如在夜晚驾驶、在空中和海洋中飞机起落及执行任务时,都需要良好的形觉(视力)和动觉(立体视)视功能。因此,客观全面评价视觉对比敏感度和立体视觉是十分必要的,以确保某些行业安全圆满完成任务。本研究选取的这部分人群年龄分布为青少年,他们已经符合了一般的健康体检标准,眼部无其它病变并且受试者样本量足够大,能够总结这部分特殊人群视觉对比敏感度的标准正常值范围。

视觉对比敏感度(CSF)测定不仅反映视觉器官对细小目标的分辨力,也检测了其对于粗大目标的分辨能力,早期视神经受损或屈光问题在对比敏感度曲线上有不同的影响[2],可作为被检者视功能情况更敏感、更准确的指标[3]。对比敏感度函数中的低、中空间频区主要反映视神经或者视细胞的一些病理情况,高频区通常指示黄斑或屈光问题[4][5]。本研究结果显示 CSF 曲线呈倒置的 u 型或称带通形(band-pass type),

在 6.0 c/d 空间频率的数值最高, 在 1.5 c/d、18 c/d 频率的对比敏感度下降, 这也与 Arzu Seyhan Karatepe [6]等的研究中空间频率区健康人的视觉对比敏感度比较高, 而在低、高空间频率下值较低的曲线结果一致。

本研究结果显示, CSF 在中低频率下有较高的数值。对比赵蓉[7]、张海良[8]研究飞行时间超过 1000 h 的优秀飞行员(年龄 ≥ 29), 我们研究结果提示中频区 CSF 明显较好。这说明了 CSF 与年龄有一定的相关性[9]。我们研究的人群均为青少年(年龄 17~19), 健康青年人拥有较高质量的视功能, 年轻时候的角膜呈现正性球差, 晶状体呈现负性球差, 互相中和之后眼睛的整体球差相对较小, 而随着年龄增长, 晶体混浊、变圆产生正性球差, 打破眼球整体光学平衡, 人眼像差增大, CSF 也会随之下降[10]。此外, 统计分析结果显示不同环境的 CSF, 暗视环境下相对呈下降趋势, 除了低频 1.5 c/d, 其他不同空间频率下对比均有明显统计学差异($P < 0.01$)。有文献报道经过特殊训练和一定工作经验会使得他们视功能得到有力的改善[11]。由此分析, 我们研究结果对于一些职业的体检可提供一定的数据基础, 比如在夜晚驾驶或飞行的人员需要更好的对比敏感度, 以确保工作的安全。最后, 我们研究的这部分基础人群检测样本量大, 能够更好地总结健康青少年的对比敏感度范围, 是本研究的意义所在。

本研究结果中双眼各个频率的视觉对比敏感度以及视觉对比敏感度的 log 值, 参考 Hohberger B [12]等(2007 年)得出的正常人 log CSF 数值有较好的一致性, 并与 Bente Haugom [13]等(2013 年)应用 OPTEC6500 所得出的青年人群的 CSF 范围极为相似。一直以来, 国内一些特殊人群一般均为年龄 18 岁左右的健康青年人, 与我们研究的人群年龄分布一致, 但是他们体检中视功能没有制定明确的标准, 比如飞行员体检, 仅一定程度参考现有的美军海军飞行员的体检标准。我们研究的这部分青年人, 体检条件较好, 得出的结论可以对某些特殊行业体检标准有很好的参考价值; 再者, 这部分人群有较大的样本量, 对检测的数据进行总结和 95%可信区间的统计分析, 那么每个频率对比敏感度测定值的范围, 是否在以后这些特殊人群医学选拔体检标准拟定中提供可执行的量化值的参考价值? 这些均是本研究的潜在特色。

立体视觉以双眼单视为基础, 感知三维视觉空间、视觉深度的能力, 是双眼视功能是否完善的一个关键指标[14]。近距离立体视觉是指位置深径觉, 有双眼集合、调节、瞳孔反射参与的相对动态立体视, 远立体视觉相对静态, 其中远立体视觉不仅有辅助眼科一些疾病选择治疗方案的作用, 对于一些极微小度数的恒定外斜视, 因其丧失部分立体视觉可被随机点立体视觉检查图诊断, 加之一些特殊职业的人员需要对高度、环境、地点标志位置做出精确的判断。因此立体视觉检查应列为一些特殊职业医学选拔的一项标准。本研究随机抽取 30 例青年人, 均具有 40"的近距离中心立体视, 有 28 例(93.3%)有 40"~60"的远立体视。可见研究者均有优质的远近立体视。

综上所述, 视觉对比敏感度和立体视觉较之视力更能客观、量化的反映视功能。本研究分析了 619 例健康报考军校青年人的视觉对比敏感度, 对于某些职业没有统一的视觉对比敏感度检查标准的情况, 提供了较为可靠的数据支持。但是, 由于时间原因, 本研究未对明视眩光及暗视眩光、单眼及双眼 CSF 均进行总结; 某些特殊职业体检可以通过角膜屈光手术来矫正视力[14], 对比敏感度检查确与屈光不正有着密切的关系[15]。这些不同环境条件下的对比敏感度的分析还有待我们更深入地实践研究。美军飞行员体检标准明确: 可以应用视觉功能检测仪器、RANDOT 检查图和 Titmus 环形图任一种方式进行立体视觉检测, 并规定立体视锐度 < 40 秒角者为不合格[16], 国内立体视觉检查甚至不列为常规医学体检项目, 一是对特殊职业的工作安全没有足够的关注, 再者操作简单的便携立体视觉检查仪有待进一步研发。

基金项目

首都临床特色应用研究与成果推广: 《首都特色—立体视觉检查图在儿童双眼视觉异常中的临床应

用》编号 Z171100001017172。

参考文献

- [1] 朱超, 宋跃, 刘姝, 赵梅生. 空军飞行员对比敏感度和立体视觉的临床研究[J]. 中国实用眼科杂志, 2005, 23(5): 527-530. <http://dx.doi.org/10.3760/cma.j.issn.1006-4443.2005.05.024>
- [2] 王文英, 王志学, 冀向宁, 张朝赞, 陈虎. 视觉对比敏感度下降而视力正常 175 例中年患者 4 年随访观察[J]. 眼科新进展, 2019, 39(10): 948-951. <http://dx.doi.org/10.13389/j.cnki.rao.2019.0216>
- [3] Nepomuceno, R.L., Boxer Wachler, B.S., Sato, M. and Scruggs, R. (2003) Use of Large Optical Zones with LADAR Vision Laser for Myopia and Myopia Astigmatism. *Ophthalmology*, **110**, 1384-1390. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(03\)00407-X](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(03)00407-X)
- [4] Nalci, H., Hosal, M.B. and Gunduz, O.U. (2020) Effects of Upper Eyelid Blepharoplasty on Contrast Sensitivity in Dermatochalasis Patients. *Turkish Journal of Ophthalmology*, **50**, 151-155. <https://doi.org/10.4274/tjo.galenos.2019.95871>
- [5] Gonzalez-De la Rosa, A., Navarro-Partida, J., Altamirano-Vallejo, J.C., Jauregui-Garcia, G.D., Acosta-Gonzalez, R. and Lbanez-Hernandez, M.A. (2019) Novel Triamcinolone Acetonide-Loaded Liposomal Topical Formulation Improves Contrast Sensitivity Outcome after Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery. *Journal of Ocular Pharmacology and Therapeutics*, **35**, 512-521. <https://doi.org/10.1089/jop.2019.0032>
- [6] Karatepe, A.S., Kose, S. and Egrilmez, S. (2017) Factors Affecting Contrast Sensitivity in Healthy Individual: A Pilot Study. *Journal of Ophthalmology*, **47**, 80-82. <https://doi.org/10.4274/tjo.93763>
- [7] 赵蓉, 王恩普, 何佳, 李丹, 王建昌, 岳雅娟. 军事飞行员对比敏感度的分布特征[J]. 解放军医学杂志, 2012, 37(4): 387-389.
- [8] 张海良, 游耀伟, 梁艳闯, 王雷. 民航飞行员对比敏感度调查与分析[J]. 国际眼科杂志, 2015, 15(9): 1668-1670. <http://dx.doi.org/10.3980/j.issn.1672-5123.2015.9.52>
- [9] Kazutaka, K., Kimiya, S., Ayaka, I. and Kobashi, H. (2014) Factors Influencing Contrast Sensitivity Function in Myopic Eyes. *PLoS ONE*, **9**, e113562. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0113562>
- [10] Amano, S., Amano, Y. and Yamagami, S. (2004) Age-Related Changes in Corneal and Ocular Higher-Order Wavefront Aberrations. *American Journal of Ophthalmology*, **137**, 988-992. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2004.01.005>
- [11] Sterkin, A., Levy, Y., Pokroy, R., Lev, M., Levian, L., Doron, R., Yehezkel, O., Fried, M., Frenkel-Nir, Y., Gordon, B. and Polat, U. (2018) Vision Improvement in Pilots with Presbyopia Following Perceptual Learning. *Vision Research*, **152**, 61-73. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2017.09.003>
- [12] Hohberger, B., Laemmer, R., Adler, W., Juenemann, A.G. and Horn, F.K. (2007) Measuring Contrast Sensitivity in Normal Subjects with OPTEC 6500: Influence of Age and Glare. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, **245**, 1805-1814. <https://doi.org/10.1007/s00417-007-0662-x>
- [13] Bente-Haughom, T.S. (2013) Sine Wave Mesopic Contrast Sensitivity—Defining the Normal Range in a Young Population. *Acta Ophthalmologica*, **91**, 176-182. <https://doi.org/10.1111/j.1755-3768.2011.02323.x>
- [14] Stanley, P.F., Tanzer, D.J. and Schallhorn, S.C. (2008) Laser Refractive Surgery in the United States Navy. *Current Opinion in Ophthalmology*, **19**, 321-324. <https://doi.org/10.1097/ICU.0b013e3283009ee3>
- [15] 雷蕾, 张建华, 郑磊, 高鹏, 王倩, 冯华章, 樊琪. 正视及低中度近视人群明暗环境对比敏感度分析[J]. 眼科新进展, 2008, 28(8): 604-606. <http://dx.doi.org/10.3969/j.issn.1003-5141.2008.08.013>
- [16] Headquarters Department of the Army (2004) AR 40-501 Standards of Medical Fitness. Headquarters Department of the Army, Washington DC.