

高脂血症患者血清 TC, TG 和 HDL-C 水平与精液质量相关性研究

赵莹¹, 欧阳雅帆², 杨晓燕¹, 林泽耿¹ (1. 广州市番禺区中心医院检验科, 广州 511480;
2. 深圳市中山大学附属第七医院神经医学中心, 广东深圳 518107)

摘要:目的 探讨高脂血症患者血清总胆固醇 (total cholesterol, TC), 三酰甘油 (triglyceride, TG) 及高密度脂蛋白胆固醇 (high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C) 与男性精液质量之间的关系。方法 选取 2019 年 9 月~2020 年 10 月来广州市番禺区中心医院男科就诊的 126 例成年男性, 根据血脂水平将其分为两组, 86 例高脂血症患者作为高脂血症组, 40 例血脂正常男性作为对照组。对比分析两组受检者精液质量参数、血清 TC, TG 和 HDL-C 水平, 分析血清血脂水平与精液质量之间的相关性。结果 高脂血症组患者精子浓度 $[54.2(25.10, 88.85) \times 10^6/\text{ml}]$ 、精子总数 $[167.31(81.51, 256.99) \times 10^6/\text{ml}]$ 、前向运动精子百分率 (PR) $(31.29\% \pm 16.37\%)$ 和精子总活力 $(39.22\% \pm 16.69\%)$ 均低于对照组 $[63.9(49.25, 114.20) \times 10^6/\text{ml}, 258.24(209.19, 349.99) \times 10^6/\text{ml}, 36.39\% \pm 9.43\%, 44.31\% \pm 10.07\%]$, 差异有统计学意义 ($t/Z = -3.404, -4.271, 2.206, 2.115$, 均 $P < 0.05$)。与对照组相比, 高脂血症组患者血清 TC 水平 $(5.83 \pm 1.04 \text{ mmol/L vs } 4.41 \pm 0.60 \text{ mmol/L})$, TG 水平 $(2.59 \pm 0.58 \text{ mmol/L vs } 1.05 \pm 0.18 \text{ mmol/L})$ 和 HDL-C 水平 $(0.96 \pm 0.11 \text{ mmol/L vs } 1.37 \pm 0.22 \text{ mmol/L})$, 差异均有统计学意义 ($t = 9.015, 7.123, 19.845$, 均 $P < 0.01$)。相关性分析显示, 精子浓度与血清 TG 和 TC 水平呈负相关 ($r = -0.185, -0.192$, 均 $P < 0.05$), 精子总数与血清 TG 和 TC 水平呈负相关 ($r = -0.235, -0.233$, 均 $P < 0.05$), 精子浓度、精子总数与血清 HDL-C 水平呈正相关 ($r = 0.267, 0.354$, 均 $P < 0.01$), 前向运动精子百分率及精子总活力与血清 HDL-C 水平呈正相关 ($r = 0.183, 0.178$, 均 $P < 0.05$)。结论 高脂血症会导致男性精液质量下降, 育龄期男性应关注血脂水平的控制。

关键词: 高脂血症; 精液质量; 血清总胆固醇; 三酰甘油; 高密度脂蛋白胆固醇

中图分类号: R446.112; R446.19 文献标识码: A 文章编号: 1671-7414 (2022) 04-174-05

doi:10.3969/j.issn.1671-7414.2022.04.034

Study on Correlation between the Level of Serum TC, TG and HDL-C and Semen Quality of Patients with Hyperlipidemia

ZHAO Ying¹, OUYANG Ya-fan², YANG Xiao-yan¹, LIN Ze-geng¹

(1. Department of Clinical Laboratory, Panyu District Central Hospital of Guangzhou, Guangzhou 511480, China;

2. Clinical Neuroscience Center, the Seventh Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangdong Shenzhen 518107, China)

Abstract: **Objective** To investigate the correlation between the serum total cholesterol (TC), triglyceride (TG) and high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) contents of patients with hyperlipidemia with semen quality. **Methods** A total of 126 adult men from the Andrology Department of Panyu District Central Hospital of Guangzhou from September 2019 to October 2020 were selected. According to the blood lipid level, they were divided into two groups, 86 patients with hyperlipidemia as the hyperlipidemia group and 40 men with normal blood lipid as the control group. The sperm qualities, levels of serum TC, TG and HDL-C were detected, and the correlations between blood lipids contents and sperm qualities were analyzed. **Results** the sperm concentration of patients with hyperlipidemia were $[54.2(25.10, 88.95) \times 10^6/\text{ml}]$, total number of spermatozoa were $[167.31(81.51, 256.99) \times 10^6/\text{ml}]$, progressive motility were $(31.29\% \pm 16.37\%)$ and activate rate were $(39.22\% \pm 16.69\%)$, and those of patients with hyperlipidemia were significantly lower than those of people of control group $[63.9(49.25, 114.20) \times 10^6/\text{ml}, 258.24(209.19, 349.99) \times 10^6/\text{ml}, 36.39\% \pm 9.43\%, 44.31\% \pm 10.07\%]$, the differences were statistically significant ($t/Z = -3.404, -4.271, 2.206, 2.115$, all $P < 0.05$). Compared with the control group, contents of serum TC of patients with hyperlipidemia were $(5.83 \pm 1.04 \text{ mmol/L vs } 4.41 \pm 0.60 \text{ mmol/L})$, contents of serum TG were $(2.59 \pm 0.58 \text{ mmol/L vs } 1.05 \pm 0.18 \text{ mmol/L})$, contents of serum HDL-C were $(0.96 \pm 0.11 \text{ mmol/L vs } 1.37 \pm 0.22 \text{ mmol/L})$, and there were statistical difference between the groups ($t = 9.015, 7.123, 19.845$, all $P < 0.01$). Spearman analysis showed that

the contents of serum TC and TG were negatively correlated with the sperm concentration ($r = -0.185, -0.192$, all $P < 0.05$), and those were also negatively correlated with total number of spermatozoa ($r = -0.235, -0.233$, all $P < 0.05$). The sperm concentration and total number of spermatozoa were positively correlated with the serum HDL-C level ($r = 0.267, 0.354$, all $P < 0.01$), and the progressive motility and activate rate were also positively correlated with the serum HDL-C level ($r = 0.183, 0.178$, all $P < 0.05$). **Conclusion** Hyperlipidemia would cause a decrease in the quality of male semen, men of childbearing age should control the blood lipids level.

Keywords: hyperlipidemia; semen quality; serum total cholesterol; triglyceride; high-density lipoprotein cholesterol

随着改革开放,尤其是近几十年以来,人们的生活质量显著提高,随着生活方式发生的巨大改变,某些疾病的发生率呈增高趋势,如:中国人群的血脂水平逐步升高,血脂异常的患病率明显增加^[1-3]。调查显示,中国成人血脂异常总体患病率持续增高,血脂异常患病及相关疾病负担将继续加重^[4]。另据报道,全球约有10%的夫妇患有不孕不育,其中因男性因素导致的约占50%,男性精液质量呈明显下降趋势。动物实验证实,通过给予小鼠高脂饮食建立小鼠高脂血症模型,小鼠的精液质量下降,表现为精子计数及活力的降低、精子畸形率的升高。同样,对高脂饮食的男性人群进行精液质量检测,亦得到相近结论^[5-6]。目前,对于血清高脂水平与精液参数之间的相关性的研究较少,本文拟探讨高脂血症男性患者血清总胆固醇(total cholesterol, TC),三酰甘油(triglyceride, TG)及高密度脂蛋白胆固醇(high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)水平与其精液质量参数之间的相关性,现报道如下。

1 材料与方法

1.1 研究对象 选取2019年9月~2020年10月广州市番禺区中心医院男性科就诊的126例成年男性,年龄19~56(3.37 ± 1.37)岁。根据血清血脂水平,将其分为高脂血症组86例(高脂血症组),年龄23~56(33.84 ± 6.80)岁;和血脂正常者40例(对照组),年龄19~49(31.48 ± 5.88)岁。高脂血症组患者禁欲时间2~7天,平均 4.60 ± 1.65 天;对照组人群禁欲时间2~7天,平均 4.33 ± 1.67 天。两组年龄、禁欲时间比较,差异均无统计学意义($t = -1.656, -0.937$, 均 $P > 0.05$)。所有受试者对本次研究的方法、目的知情同意。

纳入标准:根据《中国成人血脂异常防治指南》^[3]的血脂紊乱诊断标准,符合以下任何一项即可诊断为高脂血症:①高胆固醇血症:TC ≥ 5.2 mmol/L;②高三酰甘油血症: TG ≥ 1.7 mmol/L;③混合型高脂血症: TC ≥ 5.2 mmol/L 且 TG ≥ 1.7 mmol/L;④低高密度脂蛋白胆固醇血症: HDL-C < 1.0 mmol/L。健康对照组人群血脂正常,其他实验室指标均正常。

排除标准:①因勃起功能、射精障碍等无法获取精液标本者;②具有不良嗜好者(如吸烟、酗酒);③从事特定执业者(如高温作业、长期久坐等);

④罹患某些疾病患者(如静脉曲张、泌尿生殖道感染、生殖道畸形或患有其他全身性疾病等)。对于健康对照组,筛选血脂及其他实验室指标均正常者。排除心、脑血管疾病、糖尿病等慢性病患者;器官功能障碍者;肿瘤等免疫力低下者等。

1.2 仪器与试剂 精液常规分析采用西班牙SCA-H-01计算机辅助精液分析系统,精子形态分析采用Diff-Quick快染法,以上均购自广州友宁有限公司。血清TC, TG及HDL-C水平检测采用全自动生化分析仪(美国贝克曼库尔特公司),试剂盒购自贝克曼库尔特实验系统(苏州)有限公司。

1.3 方法

1.3.1 精液质量分析:参照世界卫生组织(WHO)制定的《人类精液检查与处理实验室手册》2010年第5版^[8]要求,嘱所有受试者按要求禁欲2~7天,标本采集当天,于取精房内通过手淫法将全部精液采集于一次性专用无菌广口塑料杯中并立刻送检,标本接收后置于37℃恒温水浴箱中。待精液液化后,检测精子浓度、总数、前向运动百分率、精子总活力。取一定量精液($5 \sim 10 \mu\text{l}$)拉薄技术推片、干燥、染色后,油镜下计数至少200条精子,计数正常形态精子百分率(参考值范围 $\geq 4\%$)。

1.3.2 血清血脂检测:夜间禁食后,次日清晨采集受试者外周静脉血,3 000 r/min离心10 min,检测血清TG, TC及HDL-C水平。

1.4 统计学分析 采用SPSS 22.0软件进行统计学分析,计量资料符合正态分布以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,非正态分布以中位数(四分位数间距)[M(P₂₅, P₇₅)]表示;两组间比较采用Students'*t*检验(正态分布)及Mann-Whitney *U*检验(非正态分布);采用Pearson(正态分布)、Spearman(非正态分布)进行相关性分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 各组精液质量比较 见表1。所有精液标本液化时间正常,颜色为灰白或淡黄色,黏稠度正常。两组间精液pH值、精液体积、正常形态精子百分率比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。与正常对照组相比,高脂血症组精子浓度、精子总数、前向运动精子百分率及精子总活力均降低,差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)。

表1 各组精液质量比较 [$(\bar{x} \pm s)$, $M(P_{25}, P_{75})$]

项目	高脂血症组 ($n = 86$)	正常对照组 ($n = 40$)	t/Z 值	P 值
pH 值	7.30 \pm 0.23	7.28 \pm 0.16	-0.275	0.783
精液量 (ml)	3.37 \pm 1.37	3.65 \pm 1.30	1.065	0.290
精子浓度 ($\times 10^6/\text{ml}$)	54.2(25.10, 88.85)	63.9(49.25, 114.20)	-3.404	0.001
精子总数 ($\times 10^6/\text{ml}$)	167.31(81.51, 256.99)	258.24(209.19, 349.99)	-4.271	0.000
PR (%)	31.29 \pm 16.37	36.39 \pm 9.43	2.206	0.029
PR+NP (%)	39.22 \pm 16.69	44.31 \pm 10.07	2.115	0.037
正常形态精子百分率 (%)	6.66 \pm 4.12	7.34 \pm 4.44	0.815	0.418

2.2 各组血脂水平比较 与对照组相比,高脂血症组患者血清 TC 水平 ($5.83 \pm 1.04 \text{ mmol/L}$ vs $4.41 \pm 0.60 \text{ mmol/L}$), TG 水平 ($2.59 \pm 0.58 \text{ mmol/L}$ vs $1.05 \pm 0.18 \text{ mmol/L}$) 和 HDL-C 水平 ($0.96 \pm 0.11 \text{ mmol/L}$ vs $1.37 \pm 0.22 \text{ mmol/L}$), 差异均有统计学意义 ($t = 9.015, 7.123, 19.845$, 均 $P < 0.01$)。

表2 精液质量与血清 TG, TC 及 HDL-C 水平的相关性分析

项目	TG		TC		HDL-C	
	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值
精子浓度 ($\times 10^6/\text{ml}$)	-0.185	0.038	-0.192	0.031	0.267	0.003
精子总数 ($\times 10^6/\text{ml}$)	-0.235	0.008	-0.233	0.009	0.354	0.000
PR (%)	-0.149	0.095	-0.153	0.093	0.183	0.041
精子总活力 (%)	-0.155	0.084	-0.157	0.087	0.178	0.046

3 讨论

高脂血症是指由多种原因引起的脂质代谢紊乱,临床上分为高胆固醇血症、高三酰甘油血症、混合型高脂血症和低高密度脂蛋白胆固醇血症四型。近年来,随着经济的发展、居民生活水平的提高、饮食习惯的改变及食物中脂肪含量的增加,中国人群的血脂水平逐步升高、血脂异常总体患病率大幅上升。生活方式的改变、饮食结构的调整同样影响着男性生育力^[9-10]。男性因素导致的不孕不育呈高发趋势,精液质量作为男性生育力评价指标,其下降是导致男性不育的重要原因。不良的饮食习惯会导致血脂异常的发生,血脂异常可引起男性精液质量下降,进而影响男性生育力。

本研究针对血脂异常和男性精液质量之间相关性进行分析,发现高脂血症患者其精子浓度、精子总数、前向运动精子百分率 (PR) 及精子总活力均低于血脂正常人群。相关性分析显示,精子浓度、精子总数、PR, 精子总活力与血清 TG, TC 水平呈负相关,与血清 HDL-C 水平呈正相关,进一步证实血脂异常导致男性精液质量下降,影响男性生育力。

血脂异常导致精液质量下降的机制是多方面的。动物实验表明,高脂血症可明显降低大鼠睾丸

2.3 精液质量与血清 TG, TC 及 HDL-C 水平相关性分析 见表2。相关性分析结果显示,精子浓度、精子总数与血清 TG, TC 水平呈负相关,与血清 HDL-C 水平呈正相关 (均 $P < 0.05$); 前向运动精子百分率及精子总活力与血清 HDL-C 水平呈正相关 (均 $P < 0.05$)。

重量、精子密度、精子存活率等。血清高胆固醇模型兔子的生精功能亦受到明显影响,表现为精子活力、数量及正常形态率的降低^[11-12]。血脂异常对精液质量的影响,其中一个机制与下丘脑-垂体-性腺轴的激素异常有关。正常情况下下丘脑分泌促性腺激素释放激素 (gonadotropin-releasing hormone, GnRH), 刺激垂体产生黄体生成素 (LH) 和卵泡刺激素 (FSH), 两者在保持睾丸功能、刺激睾丸间质细胞分泌睾酮上发挥重要作用,而高脂血症通过改变下丘脑-垂体-性腺轴的组织结构,导致雄激素产生减少、睾丸和附睾萎缩、引起睾丸生精功能、内分泌功能、性功能下降^[13]。男性基础性激素分泌水平的改变对精液质量的影响不仅表现在精子浓度、总数的减少,亦会导致精子活率、总活力的降低,这是由于在一定范围内,随着激素浓度的增加,能够促进精子的发育和成熟,减少精子细胞的凋亡^[14]。故高脂血症导致睾丸支持细胞和睾丸间质细胞内分泌功能缺陷,引起性激素分泌紊乱,最终影响生精功能和附睾精子成熟功能,附睾功能缺陷又进一步导致精子运动性下降。

另外,作为精子膜的重要成分之一的胆固醇,其在精子成熟和获能过程中发挥重要作用。精子胆固醇含量增高导致的精子胆固醇构成变化可能会导

致精子异常形态率增高、精子活力降低以及过早发生顶体反应等, 血脂代谢的紊乱亦可能影响附睾的精子成熟, 以上均最终影响男性生育^[15-17]。

另一个可能的机制与机体的氧化应激状态以及活性氧的产生相关。机体在正常情况下, 氧化因子和抗氧化因子处于动态平衡, 高脂血症可破坏内皮功能导致动态失衡, 抗氧化防御机制受损, 大量的活性氧 (reactive oxygen substance, ROS) 产生, 而精子对氧化应激具有易感性, 过度的氧化反应一方面通过影响电子传输和 ATP 合成的解耦联作用, 影响线粒体的呼吸作用, 损伤精子线粒体正常功能, 导致精子活力下降。另一方面高水平 ROS 导致精子膜脂质过氧化, 影响精子运动性和膜功能障碍。且过多产生的 ROS 可攻击、破坏生物分子, 改变 DNA 的遗传特性, 破坏精子 DNA 的完整性, 不仅造成精子畸形率上升, 还可加速细胞凋亡的进程。同时, ROS 作用于生精细胞, 影响睾丸的生精能力, 进一步减少精子数目^[5,16]。所以血脂异常通过氧化应激产生过量的 ROS, ROS 促进生精细胞凋亡、增加精子 DNA 损伤、损伤细胞的抗氧化机制等, 最终导致精子数目减少、精子活力降低、精子畸形率升高。

其他一些可能的因素包括: 高脂食物摄入过多, 致体内脂肪代谢紊乱, 精液中脂肪含量增加使得精液黏稠度增高, 引起精子活动力下降^[6]。另外, 高脂血症与炎症通路的激活有关。体内脂质代谢紊乱、低睾酮水平均可导致精浆免疫微环境改变, 引起的慢性低度炎症反应, 如精浆 TNF- α , IL-6 分泌增多, 炎症因子一方面可直接损害生精上皮细胞, 引起生精微环境紊乱, 另一方面可通过改变附睾内环境, 影响附睾上皮功能, 最终导致精子成熟和受精能力障碍^[18-19]。

综上所述, 机体的高血脂状态可通过引起生殖激素分泌的改变、增强机体的氧化应激状态而过度分泌 ROS, 诱导慢性炎症等引起睾丸、附睾功能障碍及免疫微环境改变, 最终导致精液质量下降。男性长期高脂肪摄入不仅引发血脂异常, 亦会增加男性不育的发生风险, 因此, 控制血脂水平对男性, 尤其是育龄期男性生殖健康尤为重要。

参考文献:

- [1] 国家卫生健康委员会, 中国疾病预防控制中心, 国家癌症中心, 等. 中国居民营养与慢性病状况报告 (2020 年) [J]. 营养学报, 2020, 42(6):521. National Health Commission of the PRC, Chinese Center for Disease Control and Prevention, National Cancer Center, et al. Report on the nutrition and chronic diseases status of chinese residents 2020 [J]. Acta Nutrimenta Sinica, 2020, 42(6):521.
- [2] 陈斌, 宋鑫. 环境内分泌干扰物对男性生殖的影响 [J]. 中华男科学杂志, 2018, 24(9):771-775. CHEN Bin, SONG Xin. Impacts of environmental endocrine disrupting chemicals on male reproduction [J]. National Journal of Andrology, 2018, 24(9):771-775.
- [3] 诸骏仁, 高润霖, 赵水平, 等. 中国成人血脂异常防治指南 (2016 年修订版) [J]. 中国循环杂志, 2016, 31(10):937-953. ZHU Junren, GAO Runlin, ZHAO Shuiping, et al. 2016 Chinese guideline for the management of dyslipidemia in adults [J]. Chinese Circulation Journal, 2016, 31(10):937-953.
- [4] FULLSTON T, MCPHERSON N O, ZANDER-FOX D, et al. The most common vices of men can damage fertility and the health of the next generation [J]. J Endocrinol, 2017, 234(2):F1-F6.
- [5] 汪沐源. 高脂饮食对雄鼠及男性的血脂和精液质量的影响 [D]. 南京: 东南大学, 2018. WANG Shuyuan. Effects of high-fat diet on blood lipids and semen quality in men and male rats [D]. Nanjing: Southeast University, 2018.
- [6] 赖剑锋, 赵如青, 张伟强, 等. 高脂饮食与男性生育力关系的研究 [J]. 中国医药科学, 2016, 6(9): 217-219. LAI Jianfeng, ZHAO Ruqing, ZHANG Weiqiang, et al. A study on the relationship between high fat diet and male fertility [J]. China Medicine and Pharmacy, 2016, 6(9): 217-219.
- [7] 世界卫生组织. 人类精液检查与处理实验室手册 [M]. 5 版. 北京: 人民卫生出版社, 2011:53-86. World Health Organization. Laboratory manual for the examination and processing of human semen [M]. 5th Ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2011:53-86.
- [8] 宋鑫, 陈斌. 代谢综合征对男性生育影响的研究进展 [J]. 中国男科学杂志, 2018, 32(6):65-66, 72. SONG Xin, CHEN Bin. Research on the influence of metabolic syndrome on male fertility [J]. Chinese Journal of Andrology, 2018, 32(6): 65-66, 72.
- [9] 马姣英. 肥胖对不育男性精液质量影响的机制研究: 精浆氨基酸、维生素和微量元素含量分析 [D]. 石家庄: 河北师范大学, 2018. MA Jiaoying. Study on the mechanism of the effect of obesity on the semen quality of infertile men: Analysis of amino acids, vitamins and trace elements in seminal plasma [D]. Shijiazhuang: Hebei Normal University, 2018.
- [10] 贾艳飞. 高脂饮食诱导性肥胖对雄性 SD 大鼠下丘脑-垂体-睾丸性腺轴影响及机制的研究 [D]. 北京: 北京协和医学院, 2017. JIA Yanfei. Related research on the influence and mechanism of diet-induced obesity to male SD Rats hypothalamus-pituitary - testicular axis and reproductive function [D]. Beijing: Peking Union Medical College, 2017.

- risk factors and risk prediction of embolic events in infective endocarditis[J]. *Journal of Cardiovascular and Pulmonary Diseases*, 2020, 39(1): 95-96, 101.
- [12] 苑乐, 王卓亚, 许欣. 医院感染性心内膜炎患者的病原菌分布及炎症相关指标和危险因素分析[J]. *中国病原生物学杂志*, 2020, 15(1):91-94, 98.
YUAN Le, WANG Zhuoya, XU Xin. Analysis of pathogen distribution-inflammation-related indicators, and risk factors in patients with nosocomial infective endocarditis[J]. *Journal of Pathogen Biology*, 2020, 15(1):91-94, 98.
- [13] 张旭燕, 马德贵, 张悦华, 等. 外周血炎症指标对高龄患者血培养阳性的预测价值[J]. *北京医学*, 2018, 40(9):833-836.
ZHANG Xuyan, MA Degui, ZHANG Yuehua, et al. Evaluation of inflammatory indexes for predicting blood culture positive results in elderly patients[J]. *Beijing Medical Journal*, 2018, 40(9):833-836.
- [14] LIEW P X, KUBES P. The neutrophil's role during health and disease[J]. *Physiological Reviews*, 2019, 99(2): 1223-1248.
- [15] GUPTA S, KAPLAN M J. The role of neutrophils and NETosis in autoimmune and renal diseases[J]. *Nature Reviews Nephrology*, 2016, 12(7): 402-413.
- [16] 杨怡, 王永清, 李华. 儿童支气管哮喘患者血清 NETs 和 IL-4 水平表达与发作期中医证型的相关性分析[J]. *现代检验医学杂志*, 2021, 36(6):157-161.
YANG Yi, WANG Yongqing, LI Hua. Correlation analysis of serum NETs, IL-4 expression and TCM syndromes in children with bronchial asthma during onset [J]. *Journal of Modern Laboratory Medicine*, 2021, 36(6):157-161.
- [17] MADHI R, RAHMAN M, TAHA D, et al. Targeting peptidylarginine deiminase reduces neutrophil extracellular trap formation and tissue injury in severe acute pancreatitis[J]. *Journal of Cellular Physiology*, 2019, 234(7): 11850-11860.
- [18] AL-SALIH G, AL-ATTAR N, DELBOSC S, et al. Role of vegetation-associated protease activity in valve destruction in human infective endocarditis[J]. *PLoS One*, 2012, 7(9): e45695.
- [19] HOPF F, THOMAS P, SESSELMANN S, et al. CD3⁺ lymphocytosis in the peri-implant membrane of 222 loosened joint endoprostheses depends on the tribological pairing[J]. *Acta Orthopaedica*, 2017, 88(6): 642-648.
- [20] SU Shicheng, LIAO Jianyou, LIU Jiang, et al. Blocking the recruitment of naive CD4⁺ T cells reverses immunosuppression in breast cancer[J]. *Cell Research*, 2017, 27(4): 461-482.
- [21] FLIPPE L, BÉZIE S, ANEGON I, et al. Future prospects for CD8⁺ regulatory T cells in immune tolerance[J]. *Immunological Reviews*, 2019, 292(1): 209-224.

收稿日期: 2021-07-15
修回日期: 2022-01-26

(上接第 177 页)

- [11] SAEZ LANCELOTTI T E, BOARELLI P V, MONCLUS M A, et al. Hypercholesterolemia impaired sperm functionality in rabbits [J]. *PLoS One*, 2010, 5(10):e13457
- [12] 董莹金. 高脂和糖尿病大鼠血清 T, 睾丸 ABP 及 INHB 表达水平改变对生精功能的影响 [D]. 南宁: 广西医科大学, 2018.
DONG Yingjin. The relationship between the expression of serum T, ABP and INH-B and spermatogenic function in testis of high-fat and diabetic rats[D]. Nanjing: Guangxi Medical University, 2018.
- [13] 吴剑锋. 男性基础性激素水平与精子质量参数的相关性探讨 [J]. *现代检验医学杂志*, 2020, 35(3): 69-71, 77.
WU Jianfeng. Correlation between male basic sex hormones and sperm quality parameters[J]. *Journal of Modern Laboratory Medicine*, 2020, 35(3): 69-71, 77.
- [14] TORRA R, SARQUELLA J, CALABIA J, et al. Prevalence of cysts in seminal tract and abnormal semen parameters in patients with autosomal dominant polycystic kidney disease[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2008, 3(3): 790-793.
- [15] SAEZ F, DREVET J R. Dietary cholesterol and lipid overload: impact on male fertility[J]. *Oxid Med Cell Longev*, 2019, 2019:4521786.
- [16] KIM N, NAKAMURA H, MASAKI H, et al. Effect of lipid metabolism on male fertility[J]. *Biochem Biophys Res Commun*, 2017, 485(3):686-692.
- [17] 刘琳, 李涛, 李发敏子, 等. 代谢综合征与男性不育 [J]. *中国男科学杂志*, 2019, 33(4):70-73.
LIU Lin, LI Tao, LI Faminzi, et al. Metabolic syndrome and male infertility[J]. *Chinese Journal of Andrology*, 2019, 33(4):70-73.
- [18] 韩瑞钰, 马婧, 马姣英, 等. 肥胖男性精液参数与精浆炎症因子的相关性分析 [J]. *中华男科学杂志*, 2017, 23(10):894-898.
HAN Ruiyu, MA Jing, MA Jiaoying, et al. Correlation of semen parameters with inflammatory factors in the seminal plasma of obese males [J]. *National Journal of Andrology*, 2017, 23 (10):894-898.
- [19] ZHOU Hua, WU Shunhong, TANG Xiaohua, et al. *Chlamydia trachomatis* infection in the genital tract is associated with inflammation and hypospermia in the infertile male of China [J]. *Asian Journal of Andrology*, 2022, 24(1): 56-61.

收稿日期: 2021-08-03
修回日期: 2021-09-22