

论著 · 临床研究

不同水平三酰甘油对血红蛋白测定的影响及 3 种校正方法的研究*

欧财文, 林馥嘉[△], 周海涛, 林海标, 吴晓宾, 郑智明, 柯培锋
(广州中医药大学第二附属医院检验医学部, 广东广州 510120)

摘要:目的 分析不同水平三酰甘油(TG)对血红蛋白(Hb)及相关检测指标平均红细胞血红蛋白(MCH)、平均红细胞血红蛋白浓度(MCHC)测定的影响,并对 3 种校正方法进行比较。方法 将新鲜正常全血标本在 Mindary BC-6800 全血细胞分析仪上进行全血细胞计数(CBC)后,低速离心后用相同体积的脂肪乳液置换出血浆,使血液中的 TG>1.70 mmol/L,制成人工脂血标本,再用相同的方法对其进行 CBC 分析,了解脂血对 Hb 及其相关参数的影响;对进行了 CBC 分析的标本进行二次低速离心后分别用等量生理盐水和仪器配套的稀释液替代上层浑浊脂血血浆,混匀后进行二次 CBC 分析,同时根据 Hb 估算公式进行估算并对 3 种校正方法进行比较。结果 正常标本和加入 TG 后标本(TG>4.14 mmol/L)Hb、MCH、MCHC 测定值分别是(143.90±3.68)g/L、(29.40±1.28)pg、(316.20±9.90)g/L 和(149.30±4.01)g/L、(30.10±1.34)pg、(327.40±8.24)g/L,脂血标本测定值高于正常标本,差异均有统计学意义(P<0.05)。通过生理盐水和仪器稀释液置换及公式法校正之后的 Hb、MCH、MCHC 测定值分别是(146.60±3.23)g/L、(29.70±1.39)pg、(322.80±6.29)g/L 和(145.10±3.65)g/L、(29.60±1.42)pg、(321.20±13.54)g/L 及(145.20±2.93)g/L、(29.70±1.60)pg、(318.30±12.56)g/L,生理盐水置换法校正结果与正常标本测定值及另外两种校正方法的结果比较差异具有统计学意义(P<0.05)。结论 当血液中 TG>4.14 mmol/L 时,Hb 及相关检测指标会假性增高,需要进行校正且仪器稀释液置换法与公式估算法较生理盐水置换法可靠。

关键词:三酰甘油; 血红蛋白; 脂血; 校正
DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2019.19.007 **中图法分类号:**R446.1
文章编号:1673-4130(2019)19-2331-05 **文献标识码:**A

Study on influence of different triglyceride concentrations on determination of hemoglobin and three methods of its correction*

OU Caiwen, LIN Fujia[△], ZHOU Haitao, LIN Haibiao, WU Xiaobin, ZHENG Zhiming, KE Peifeng
(Department of Clinical Laboratory, the Second Affiliated Hospital of Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou, Guangdong 510120, China)

Abstract: **Objective** To investigate the influence of different triglyceride (TG) concentrations on determination of hemoglobin (Hb) and its related parameters, and compare the difference of three methods of its correction. **Methods** To determine normal fresh whole blood samples for complete blood cell (CBC) count by Mindary BC-6800 whole blood analyzer, and the plasma were replaced by same volume of fat emulsion after centrifugal separation to make artificial lipemia (TG>1.70 mmol/L). These samples were analyzed for CBC by the same methods to estimate the effect on Hb and its related parameters by lipemia; The analyzed whole blood samples were centrifuged to replace the cloudy plasma by equal volume of normal saline and dilution solution of the instruments respectively. After mixture, these samples were analyzed for CBC by the same methods, and estimated the Hb content according to estimation formula at the meanwhile, compare the three methods of its correction. **Results** The measured values of Hb, MCH and MCHC in normal samples and after adding TG (TG>4.14 mmol/L) were (143.90±3.68)g/L, (29.40±1.28)pg, (316.20±9.90)g/L and (149.30±4.01)g/L, (30.10±1.34)pg, (327.40±8.24)g/L, respectively. The measured values of Lipemia samples were higher than those in normal samples. The differences were statistically significant (P<0.05). The values of Hb, MCH and MCHC corrected by saline replacement, diluent replacement and formula method

* 基金项目:广东省中医药局建设中医药强省科研课题(20161118)。
作者简介:欧财文,男,主管技师,主要从事临床基础检验研究。 △ 通信作者, E-mail:linfujiaadd@163.com。
本文引用格式:欧财文,林馥嘉,周海涛,等.不同水平三酰甘油对血红蛋白测定的影响及 3 种校正方法的研究[J].国际检验医学杂志, 2019,40(19):2331-2335.

were (146.60±3.23)g/L, (29.70±1.39)pg, (322.80±6.29)g/L and (145.10±3.65)g/L, (29.60±1.42)pg, (321.20±13.54)g/L and (145.20±2.93)g/L, (29.70±1.60)pg, (318.30±12.56)g/L, respectively. The results of saline replacement method were different from those of normal samples and the other two methods, with statistical significance ($P<0.05$). **Conclusion** When blood TG > 4.14 mmol/L, the false increase of Hb and related indicators needs to be corrected. The diluent replacement method and formula estimation method are more reliable than saline replacement method.

Key words: triglyceride; hemoglobin; lipemia; correction

血红蛋白(Hb)是全血细胞分析中的一项主要检测指标,与其相关参数平均红细胞血红蛋白(MCH)、平均红细胞血红蛋白浓度(MCHC)对疾病的诊断均有较大帮助,因此,准确检测以上指标显得十分重要。氰化高铁血红蛋白测定法(HiCN)为是国际血液学标准化委员会(ICSH)推荐的 Hb 检测的首选方法,其原理为将全血样本进行溶血处理后将 Hb 转化为衍生物,并通过特定波长下对其吸光度的测定来计算 Hb 水平^[1],但是黄疸、溶血与脂血会导致血浆浑浊,严重干扰 Hb 及其相关指标的检测结果^[2]。近年来,伴随着高脂饮食和脂肪乳作为临床常用的肠外营养输入,使脂血标本出现逐年增加的趋势^[3-4],而高脂血标本对血常规等检验结果的准确性有着不同程度的影响^[5]。我国成年男女血清三酰甘油(TG)异常的发生率分别高达 13.8% 和 8.6%^[6]。因此,脂血标本对检验项目的干扰应引起足够的重视。已有研究报道采用血浆置换的方法可明显消除脂血对全血细胞分析仪结果测定的影响^[7]。根据用于置换的材料种类,可分为生理盐水置换、仪器稀释液置换和健康人血浆置换。在临床工作中前两种方法较为常用,而健康人血浆置换受配型等条件的限制,一般只用于科研活动中。除此之外,也可根据临床工作中较常使用的校正公式对 Hb 水平进行估算校正。故此,本研究对 3 种常用的校正方法准确性进行评价,为日常校正方法的选择提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2017 年 4—5 月广东省中医院体检中心的体检健康者 80 例,控制男女比例大致相等,年龄 18~60 岁,平均(30.5±6.9)岁。纳入标准:(1)所有体检健康者无器质性疾病;(2)所有受试对象同一时间抽血所得标本检测的各项生化与血常规指标均在正常参考范围之内,其中 TG<1.70 mmol/L, Hb 120~170 g/L。排除标准:(1)经诊断为疾病者;(2)血液标本存在黄疸、溶血、脂血等情况者。

1.2 仪器与试剂 深圳迈瑞公司生产的 Mindary BC-6800 全血细胞分析仪、Roche Modular PPI 全自动生化分析仪、TD24-WS 台式离心机,其中标本稀释液、清洗液及溶血剂等均是仪器厂家原配套试剂,质控品及校准品由厂家提供。中长链脂肪乳注射液(C_{8~24})250 mL 由广州百特侨光医疗用品有限公司提供,注射用生理盐水由江西润泽药业有限公司提供,

Mindary BC-6800 全血细胞分析仪所配套的 M-68DS 稀释液。

1.3 方法

1.3.1 人工脂血标本的配置与全血细胞计数(CBC)分析 测定的标本均用乙二胺四乙酸二钾(EDTA-K₂)抗凝管,静脉采血 2 mL,要求所有标本均无溶血、凝集等。混匀,进行全血细胞分析后,以转速 800 r/min 低速离心 10 min^[8],使血液中红细胞(RBC)、白细胞(WBC)和血小板(PLT)与血浆分离,按表 1 配制不同 TG 水平的脂血标本,颠倒混匀 8 次以上,用相同方法进行 CBC 分析;分析后的标本以 800 r/min 再次离心 10 min,在 Roche Modular PPI 全自动生化仪上对 TG 水平进行测定。所用的仪器在测试前进行室内质控监测,各项指标在控后进行标本测定,记录数据。

表 1 不同 TG 人工脂血标本的配置

组号	<i>n</i>	置换血浆量(μL)	血浆 TG 总水平(mmol/L)
1	10	5	3.63±0.96
2	10	5	4.14±0.54
3	10	15	6.23±0.47
4	10	15	7.65±0.29
5	10	25	10.82±0.76
6	10	25	12.76±0.43
7	10	35	17.93±0.64
8	10	35	20.11±0.45

1.3.2 不同 Hb 水平受 TG 的干扰程度的差别 将全血样本按 Hb 分为 120~<130、130~<140、140~<150、150~<160、160~<170 g/L 5 组,每组 16 例,按照《广东省中医院血液检测操作规程》的流程检测加脂前后每组标本的 Hb、MCH 和 MCHC 的结果,并对每组加脂前后的 Hb、MCH 和 MCHC 参数结果进行差异显著性分析,同时计算出差异百分率并进行比较。

1.3.3 等量置换测定 将上述已测定 TG 水平的标本小心颠倒混匀 8 次以上,均分为两份,以 800 r/min 离心 10 min 后吸掉上层浑浊血浆部分,一管用等量生理盐水进行置换(生理盐水置换组),另一管用等量仪器配套稀释液进行置换(稀释液置换组),混匀后分别再次进行 CBC 分析,记录数据。

1.3.4 估算公式校正 根据《广东省中医院血液检

测操作规程》文件所列 Hb 估算公式进行校正。

$Hb_{\text{修正值}} = Hb_{\text{修正前}} - (Hb_{\text{脂血血浆}} - Hb_{\text{脂血血浆}} \times HCT_{\text{修正前}})$,其中“ $Hb_{\text{脂血血浆}} \times HCT_{\text{修正前}}$ ”为 RBC 所占比例部分; $MCH_{\text{修正值}} = Hb_{\text{修正值}}/RBC_{\text{修正前}}$; $MCHC_{\text{修正值}} = Hb_{\text{修正值}}/HCT_{\text{修正前}}$, $Hb_{\text{脂血血浆}}$ 由前一步骤收集所置换的浑浊血浆进行 CBC 计数得到,计算并记录结果。

1.4 统计学处理 采用 SPSS20.0 统计软件,计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 来描述,定量数据两组比较应用配对资料的样本 t 检验,多组数据的比较采用成组设计的方差分析, $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

表 2 不同水平 TG 对 Hb 及其相关参数的影响

项目	组号 1		组号 2		组号 3		组号 4	
	加脂前	加脂后	加脂前	加脂后	加脂前	加脂后	加脂前	加脂后
Hb(g/L)	139.40±3.57	140.60±4.12	145.00±4.62	146.70±4.33*	142.80±4.91	145.50±4.90*	147.10±5.92	150.20±5.29*
MCH(pg)	28.90±1.39	29.10±1.15	29.30±1.18	29.50±1.23*	29.20±0.56	29.60±0.61*	29.30±1.32	30.20±1.32*
MCHC(g/L)	325.70±4.67	326.50±4.74	327.80±4.76	330.60±5.02*	325.00±4.23	332.60±4.48*	320.80±5.70	331.60±5.34*

续表 2 不同水平 TG 对 Hb 及其相关参数的影响

项目	组号 5		组号 6		组号 7		组号 8	
	加脂前	加脂后	加脂前	加脂后	加脂前	加脂后	加脂前	加脂后
Hb(g/L)	146.70±3.36	150.90±3.14*	148.00±5.83	154.60±5.97*	144.00±3.43	152.00±3.32*	145.00±3.33	154.30±4.31*
MCH(pg)	28.60±1.25	29.80±1.18*	30.10±1.23	30.90±1.49*	29.50±0.98	30.40±0.94*	30.40±1.44	31.50±1.64*
MCHC(g/L)	323.10±4.81	334.30±4.81*	329.40±6.31	341.70±5.54*	326.20±5.69	341.90±5.23*	323.30±5.48	339.80±5.01*

注:与加脂前比较,* $P < 0.05$

表 3 不同 TG 水平对 Hb、MCH、MCHC 的干扰程度的差异百分率(%)

项目	组号 1	组号 2	组号 3	组号 4	组号 5	组号 6	组号 7	组号 8
Hb	0.43	1.13	1.84	2.16	3.28	4.40	5.72	6.26
MCH	0.68	0.82	1.38	1.67	2.10	2.56	3.22	3.63
MCHC	0.25	0.86	2.33	3.34	3.31	3.72	4.83	5.09

2.2 不同 Hb 水平受 TG 的干扰程度的差别 其中各组加脂前后 Hb、MCH、MCHC 参数比较差异均有

2 结 果

2.1 脂血水平对 Hb 及其相关参数测定的影响 正常血标本加入不同水平 TG 后,Hb、MCH 和 MCHC 的测定值增高,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表 2。干扰程度由差异百分率表示,差异百分率(%)=(脂血值或校正值-真实值)/真实值 $\times 100\%$ 。正常血标本随着加入 TG 水平增高,Hb、MCH 和 MCHC 的结果差异百分率增高,Hb、MCH 和 MCHC 结果随着 TG 水平增高受干扰程度越大,见表 3。

统计学意义($P < 0.05$),见表 4。Hb 受干扰的程度与 Hb 水平呈负相关($r = -0.77, P < 0.05$),MCH 受干扰的程度与 Hb 水平呈负相关($r = -0.92, P < 0.05$)。Hb 水平越高,受干扰的程度越小,其真实值与加脂后脂血的 Hb、MCH 的差异百分率,随着 Hb 水平增大而减小。MCHC 受干扰的程度与 Hb 水平呈正相关($r = 0.70, P < 0.5$),Hb 水平越高,受影响的程度越大,见表 5。

表 4 不同 Hb 水平组的 Hb 及相关参数受 TG 的影响

组别	Hb(g/L)		MCH(pg)		MCHC(g/L)	
	加脂前	加脂后	加脂前	加脂后	加脂前	加脂后
120~<130 g/L 组	125.30±4.30	130.30±4.50*	28.80±0.70	29.60±1.11*	312.20±5.40	320.10±5.00*
130~<140 g/L 组	135.10±2.59	140.70±3.46*	29.10±1.33	29.90±1.27*	311.60±5.49	323.70±5.66*
140~<150 g/L 组	146.40±2.64	152.20±3.93*	30.00±1.18	30.70±1.46*	319.90±4.11	330.90±4.26*
150~<160 g/L 组	156.20±3.31	160.10±4.07*	28.70±0.58	29.30±0.64*	320.10±4.11	330.90±4.26*
160~<170 g/L 组	163.80±1.52	169.00±3.16*	30.40±1.27	30.80±0.58*	321.10±4.79	335.90±5.36*

注:与加脂前比较,* $P < 0.05$

2.3 各组不同校正方法 Hb、MCH 与 MCHC 参数比较 对加脂后 Hb 结果在 140~<160 g/L 的每个标

本充分混匀后平均分成 3 份样本,1 份通过生理盐水置换血浆方法检测其 Hb、MCH 和 MCHC 结果,另 1

份通过稀释液置换血浆的方法检测其 Hb、MCH 和 MCHC 结果,最后 1 份则通过公式估算法计算其 Hb、MCH 和 MCHC 结果。经统计分析,生理盐水置换组、稀释液置换组和公式估算组的 Hb、MCH 与 MCHC 参数测定结果均明显低于人工脂血组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。生理盐水置换组 Hb、MCH 与 MCHC 测定结果与直接测定组相比较,差异有统计学意义($P<0.05$);稀释液置换组与公式估算组除 MCHC 外,其余参数与直接测定组比较差异均无统计学意义($P>0.05$);生理盐水置换组、稀释液置换组和公式估算组之间 Hb、MCH 与 MCHC 的结果进行两两比较,除 MCHC 外,差异均无统计学意义($P>0.05$),见表 6。

表 5 不同 Hb 水平组的 Hb 及相关参数受 TG 的干扰程度(%)			
组别	Hb	MCH	MCHC
120~<130 g/L 组	4.0	3.0	2.5
130~<140 g/L 组	3.8	3.0	3.1
140~<150 g/L 组	4.0	2.5	3.9
150~<160 g/L 组	3.4	2.1	4.2
160~<170 g/L 组	3.1	1.4	4.4

表 6 3 种校正方法 Hb、MCH 与 MCHC 参数比较			
组别	Hb(g/L)	MCH(pg)	MCHC(g/L)
直接测定组	143.90±3.68	29.40±1.28	316.20±9.90
人工脂血组	149.30±4.01*	30.10±1.34*	327.40±8.24*
生理盐水置换组	146.60±3.23*	29.70±1.39*	322.80±6.29*
稀释液置换组	145.10±3.65	29.60±1.42	321.20±13.54*
公式估算组	145.20±2.93	29.70±1.60	318.30±12.56*

注: * 与直接测定组相比, $P<0.05$

3 讨 论

本研究利用 Mindary BC-6800 全血细胞分析仪,以十二烷基磺酸钠比色法(SLS-Hb)对 Hb 进行测定。全血细胞分析仪对于干扰物质的存在较为敏感,易产生系统误差,如血液中胆红素水平增高使测定的本底改变及脂血标本中的乳糜微粒(CM)和极低密度脂蛋白(VLDL)等产生的散射光均可影响 Hb 测量结果的准确性;在高脂蛋白血症患者标本中,CM 和 VLDL 由大量的 TG(CM 中的 TG 占 80%~90%,VLDL 中的 TG 占 50%~70%)与较少的载脂蛋白(CM 中的载脂蛋白占 1%,VLDL 中的载脂蛋白占 5%~7%)组成悬浮颗粒,它们在血浆中以混悬的状态存在,造成类似于牛奶中见到的雾状浑浊,能够产生较强的散射光,而 SLS-Hb 法采用光传导传输信号变化,故高脂血可使由 Hb 比色方法获得的 Hb 结果假性升高^[9]。MCH 和 MCHC 是基于 Hb、HCT 和 RBC 结果计算出的参数,Hb 假性升高时 MCH 和 MCHC 也

会随之假性升高。而作为贫血鉴别诊断指标的 MCH 和 MCHC 检测对缺铁性贫血、巨幼红细胞性贫血、珠蛋白生成障碍性贫血、溶血性贫血的诊断和鉴别诊断十分重要^[10]。

本研究结果表明,当血液中 TG>4.14 mmol/L 时,加脂后的 Hb、MCH 和 MCHC 数值较加脂前升高,且受干扰的程度随着 TG 水平的增高而增大,这与国内外报道一致^[11-13],因此,对于脂血液标本的血常规检查,相关参数的校正十分必要。研究者发现 3 种校正方法均可对不同程度地消除 TG 对测量结果的影响,对结果进行校正。但与稀释液置换法和公式估算法相比,生理盐水置换法仅可在一定程度上消除 TG 对 Hb 及其参数测定地影响,无法对结果进行准确校正,与正常血标本之间比较差异有统计学意义($P<0.05$)。稀释液置换与公式估算法可对 Hb 及 MCH 两个参数进行较准确的校正,但无法对 MCHC 进行校正,从实验结果可以发现,MCHC 经校正后,数值较正常标本测定结果高,差异具有统计学意义($P<0.05$),这与预料的不一致,可能因为 MCHC 是基于红细胞平均体积(MCV)、RBC、Hb 的数值计算所得。在对脂浊血浆进行置换时虽然置换的体积相同,但生理盐水和仪器稀释液的渗透压、张力与样本中血浆有所差别,这样使得置换之后红细胞体积变小,即 MCV 数值减小,导致了 MCHC 的计算结果增高。

相对来说,仪器稀释液置换的校正效果优于生理盐水置换与公式矫正法,因为仪器稀释液中所添加的表面活性剂以及 pH 缓冲剂可使血细胞维持在正常的酸碱度与渗透压环境中,所以血液样本中的各细胞组分更加稳定,这一点在实验过程(溶血发生率)及数据分析得出的结论中也有所体现,而同样作为校正方法之一的公式估算法,则需要收集被置换的上层脂浊血浆进行 CBC 分析,虽降低了渗透压差异所造成的细胞体积改变甚至溶血的发生率,但步骤较为复杂,还应注意在吸取血浆时避免混入少量红细胞影响校正结果,因此,从操作的简便性来看,仪器稀释液置换的校正方法也比较可取。

值得一提的是,在探究不同 Hb 水平受 TG 影响程度的过程中,发现 Hb 受 TG 影响的程度与其自身的水平呈负相关($r=-0.77,P<0.05$),即 Hb 水平越低,受影响的程度越大。这使得在临床工作中对待贫血患者的标本需慎重处理,尤其是本身营养状况不佳同时有脂肪乳作为肠外营养输注情况的住院患者,其 Hb 水平可能在贫血诊断或分度数值附近,较低水平 TG 干扰就会造成 Hb 假性增高,特别是可能对危急值漏检,掩盖病情,延误医生的诊疗时机甚至造成医疗事故^[14]。因此,建议在日常工作中如发现此次检测结果与历史结果有出入或与临床诊断与表现不符者,可对标本进行低速离心或自然沉降后观察上层血浆是否浑浊来判断是否需要进行置换处理,以得到较

准确的检验结果。

4 结 论

根据本研究实验数据结果分析,当血液中 TG>4.14 mmol/L 时,Hb 及其相关参数会假性增高,需要进行校正,且干扰随 TG 水平的增高而增强。通过生理盐水、仪器稀释液置换与公式估算可消除高脂血的干扰,并对受干扰结果进行校正。

参考文献

[1] 聂晓绚,林俊杰,白虹,等. 几种血红蛋白测定方法的比较[J]. 临床输血与检验,2016,18(5):495-498.

[2] 熊立凡,李树仁. 临床检验基础[M]. 3 版. 北京:人民卫生出版社,2003:16-17.

[3] 曾素根,曾婷婷,江虹,等. 不同脂血浓度对血液分析仪的影响[J]. 检验医学,2013,28(2):131-133.

[4] 黄浩,黄玲莎,朱波,等. 脂肪乳输注对血红蛋白测定的影响研究[J]. 检验医学与临床,2015,20(7):897-899.

[5] 马骥,杨游萍,陈炜烨,等. 高脂血对两种方法测定血红蛋白的影响及其校正[J]. 国际检验医学杂志,2012,33(9):1045-1046.

[6] 中国成人血脂异常防治指南修订联合委员会. 中国成人血脂异常防治指南(2016 年修订版)[J]. 中华心血管病杂志,2016,31(10):833-853.

[7] 田薇薇,邢桂英,田敏丽,等. 乳糜血对血红蛋白测定的影响和去除方法的探讨[J]. 国际检验医学杂志,2011,32(6):708-709.

[8] 刘妹,邓小军,王丹. 不同离心方法对制备洗涤红细胞质量的影响[J]. 临床输血与检验,2016,21(1):56-58.

[9] 陈华,陈淋,张男,等. 脂质组学在高脂血症的研究进展[J]. 药物分析杂志,2016,36(8):1324-1329.

[10] 陆敏,叶宏伟,俞隼,等. 结构脂肪乳剂与物理混合中长链脂肪乳剂在危重症患者中的临床应用[J]. 中国现代医药杂志,2012,14(7):8-10.

[11] 张正云,何清. 高脂血标本对血红蛋白的干扰及校正方法[J]. 实验与检验医学,2014,20(5):644-645.

[12] 左春磊,汪海清,孙召东,等. 乳糜血样对血液分析仪测定血红蛋白结果的影响及消除[J]. 实验与检验医学,2017,23(1):73-75.

[13] 王克迪,徐东江,苏建荣. 血浆置换法和公式校正法纠正乳糜血对仪器法测定血红蛋白影响的探讨[J]. 现代检验医学杂志,2017,22(3):137-139.

[14] MIAO H, CHEN H, PEI S, et al. Plasma lipidomics reveal profound perturbation of glycerophospholipids, fatty acids and sphingolipids in diet-induced hyperlipidemia [J]. Chem Biol Interact, 2015, 228(1):79-87.

(收稿日期:2019-02-20 修回日期:2019-05-28)

(上接第 2330 页)

et al. Prevalence of HPV DNA among male sexual partners of women diagnosed with CIN and early invasive cervical cancer[J]. Przegl Lek, 2015, 72(11):611-615.

[16] 谢莉莉,任虹,刘忠伦,等. 女性及其男性性伴侣 HPV 感染状况及型别分析[J]. 医学研究生学报,2017,30(12):1260-1263.

[17] 赵学英,刘学伟. 高危型人乳头瘤病毒感染女性的配偶病毒跟踪检测结果分析[J]. 国际检验医学杂志,2017,38(17):2339-2341.

[18] HUANG Y E, LIN M, LUO Z Y, et al. Low prevalence of HPV in male sexual partners of HR-HPV infected females and low concordance of viral types in couples in eastern Guangdong[J]. Asian Pac J Cancer Prev, 2013, 14(3):1755-1760.

[19] BOSCH F X, BROKER T R, FORMAN D, et al. Comprehensive control of human papillomavirus infections and related diseases[J]. Vaccine, 2013, 31(8):1-31.

[20] LYU Z, FENG X S, LI N, et al. Human papillomavirus in semen and the risk for male infertility: a systematic review and meta-analysis[J]. BMC Infect Dis, 2017, 17(1):714.

[21] DEPUYDT C E, BEERT J, BOSMANS E, et al. Human papillomavirus (HPV) virion induced cancer and subfertility, two sides of the same coin[J]. Facts Views Vis Obgyn, 2016, 8(4):211-222.

[22] GAROLLA A, PIZZOL D, FORESTA C. The role of hu-

man papillomavirus on sperm function[J]. Curr Opin Obstet Gynecol, 2011, 23(4):232-237.

[23] PERINO A, GIOVANNELLI L, SCHILLACI R, et al. Human papillomavirus infection in couples undergoing in vitro fertilization procedures: impact on reproductive outcomes[J]. Fertil Steril, 2011, 95(5):1845-1848.

[24] COMAR M, MONASTA L, ZANOTTA N, et al. Human papillomavirus infection is associated with decreased levels of GM-CSF in cervico-vaginal fluid of infected women [J]. J Clin Virol, 2013, 58(2):479-481.

[25] GAROLLA A, ENGL B, PIZZOL D, et al. Spontaneous fertility and in vitro fertilization outcome: new evidence of human papillomavirus sperm infection[J]. Fertil Steril, 2016, 105(1):65.

[26] BASKY G. Potential sperm donors should be tested for HPV[J]. Can Med Assoc J, 2000, 163(3):324.

[27] 徐敏,乔亮,等. 男性 HPV 感染与女性外阴和宫颈 HPV 感染的相关研究[J]. 医学信息, 2017, 30(16):181-182.

[28] 黄亮亮,邓军洪,石华,等. 包皮环切术对男性 HPV 感染影响的相关性研究[J]. 中华男科学杂志, 2018, 24(4):327-330.

[29] 耿建祥,黄华艺,刘建华,等. HPV 感染疾病相关问题专家共识(2017)[J]. 医学研究生学报, 2017, 30(12):1238-1241.

(收稿日期:2019-02-20 修回日期:2019-06-11)