

结核杆菌黏附不同人工关节假体材料的能力研究*

马 骏, 李国庆, 曹 力

文章亮点: ①结核性关节炎在新疆地区较为常见, 并就其是否进行关节置换一直存在争议, 文章将对其黏附能力进行研究, 并选择将表皮葡萄球菌作为对照研究, 这是因为表皮葡萄球菌是关节置换后感染的重要病原菌之一, 原因之一是此菌黏附力强并可分泌较多细胞外黏质物。②通过体外培养、荧光染色方法研究结核杆菌对不同性质、不同表面粗糙度的材料黏附力, 并观察其是否会形成生物膜。

关键词: 人工关节假体; 钛合金; 钴铬钼合金; 关节结核; 感染; 结核杆菌; 表皮葡萄球菌; 细菌黏附; 生物材料

摘要

背景: 细菌黏附在假体表面大量繁殖并形成致密的生物膜, 药物难以进入将其杀灭是人工关节置换后感染难治及复发的主要原因。

目的: 观察不同人工关节假体材料性质、表面对结核杆菌黏附能力的影响。

方法: 取钛合金和钴铬钼合金试样(均分光滑面和粗糙面两种), 分别将结核杆菌与表皮葡萄球菌(对照菌液)经传代培养后由 FITC 标记, 制成菌液; 将菌液与试样 37 °C 共同培养 24 h; 用荧光显微镜和电镜扫描观察两种细菌在上述 4 种不同试样的黏附情况。

结果与结论: 表皮葡萄球菌和结核杆菌在钴铬钼合金表面的黏附面积均大于在钛合金表面的黏附面积; 在同种材料中粗糙面比光滑面更容易发生细菌黏附; 两种材料表面均可见表皮葡萄球菌形成生物膜, 而结核杆菌则无生物膜形成。表明结核杆菌在钴铬钼合金、钛合金表面的黏附能力较差; 材料性质和材料表面粗糙程度均对结核杆菌黏附力产生巨大影响; 结核杆菌在钴铬钼合金和钛合金表面并无生物膜形成。

新疆医科大学第一附属医院骨科, 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市 830054

马骏★, 男, 1984年生, 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市人, 汉族, 新疆医科大学在读硕士, 主要从事骨与关节疾患研究。
mjzazj114@163.com

中图分类号:R318
文献标识码:B
文章编号:2095-4344
(2012)47-08807-06

收稿日期: 2012-08-11
修回日期: 2012-09-05
(20120703003/
GW · C)

Adhesive ability of *Mycobacterium tuberculosis* onto the surface of different joint prosthesis materials

Ma Jun, Li Guo-qing, Cao Li

Abstract

BACKGROUND: Bacteria adhere on the prosthesis surface and form a biological membrane, so the drugs cannot kill the bacteria. It is the main reason for refractory treatment and recurrence of artificial joint replacement infections.

OBJECTIVE: To investigate the influence of properties and surfaces of different artificial joint prosthesis materials on the adhesion abilities of *Mycobacterium tuberculosis*.

METHODS: Specimens of titanium alloy and cobalt chromium molybdenum alloy were made respectively (with smooth surface and rough surface), *Mycobacterium tuberculosis* was labeled by FITC after subculture in order to make into bacterial liquid; at the same time, the *Staphylococcus epidermidis* was collected for control study. Bacteria liquid and samples were co-cultured at 37 °C for 24 hours and then observed using fluorescence microscope and scanning electron microscope to identify the adhesion conditions of these two bacteria.

RESULTS AND CONCLUSION: The adhesion areas of *Staphylococcus epidermidis* and *Mycobacterium tuberculosis* on the cobalt chromium molybdenum alloy were larger than that on the titanium alloy; in the case of the same material, the rough surface was more prone to bacterial adhesion than the smooth surface; there was biofilm formation for *Staphylococcus epidermidis* on the surface of two kinds of materials, while there was no biofilm formation for *Mycobacterium tuberculosis*. This study suggests that the *Mycobacterium tuberculosis* has poor adhesion ability on the surface of cobalt chromium molybdenum alloy and titanium alloy; the property and the roughness of the material have tremendous effects on the adhesion abilities of *Mycobacterium tuberculosis*; and there is no biofilm formation for *Mycobacterium tuberculosis* on the surface of cobalt chromium molybdenum alloy and titanium alloy.

Ma J, Li GQ, Cao L. Adhesive ability of *Mycobacterium tuberculosis* onto the surface of different joint prosthesis materials. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2012;16(47): 8807-8812.

Department of
Orthopedics, First
Hospital of Xinjiang
Medical University,
Urumqi 830054,
Xinjiang Uygur
Autonomous Region,
China

Ma Jun★, Studying
for master's degree,
Department of
Orthopedics, First
Hospital of Xinjiang
Medical University,
Urumqi 830054,
Xinjiang Uygur
Autonomous Region,
China
mjzazj114@163.com

Received: 2012-08-11
Accepted: 2012-09-05

0 引言

晚期结核性关节炎是否适合人工关节置换一直存在争议, 其争论的焦点主要是人工关节假体的存在是否会增加结核复发的风险。所以国际上一些学者认为, 在结核病的活动期, 给予关节置换后假体的置入, 同时患者因手术抵抗力下降, 由于各种原因引起的结核复发风险也明显增加了。

目前认为细菌黏附在假体表面大量繁殖并形成致密的生物膜, 药物难以进入将其杀灭是人工关节置换后感染难治及复发的主要原因^[1], 对常见感染细菌的黏附性和生物膜形成机制的相关研究也较多^[2-3], 在关节置换感染的患者中, 作者抽取其关节液送血培养后发现, 目前对于关节置换后感染的患者来说, 一般有59%患者为革兰阳性球菌感染, 在这其中又以表皮葡萄球菌感染居多, 查阅国内外资料后发现: 革兰阳性球菌感染后会分泌大量黏蛋白, 促使细胞间相连, 形成致密的生物膜, 从而阻止常规药物进入生物膜, 进而阻止了抗生素类药物对细菌的杀灭。然而目前对于结核杆菌在不同假体上的黏附力目前尚缺少深入的研究, 同时对其是否形成生物膜仍无明确定论。本实验拟通过计算结核杆菌在假体表面黏附面积对其黏附力进行观察; 同时研究结核杆菌对不同表面粗糙程度材料的黏附情况及是否有生物膜形成, 为人工关节置换治疗晚期结核性关节炎的可行性提供一定的理论研究基础。

1 材料和方法

设计: 2×2×2的析因设计。

材料:

细菌来源: 结核杆菌 (mycobacterium tuberculosis, MTB) 标准株H37Rv, 由新疆维吾尔自治区胸科医院提供; 表皮葡萄球菌 (staphylococcus epidermidis) 标准株CMCC26069, 由广东省微生物种质资源库提供。

人工关节假体材料试样: 钛合金和钴铬钼合

金属材料由美国施乐辉公司提供, 将材料制成直径为5 mm, 厚度为1 mm圆片状。每种试样表面分为光滑面和粗糙面(光滑面用抛光机做表面抛光处理; 粗糙面由光滑面经过320目水磨砂纸打磨10次而成)。依据其材料和表面粗糙度不同分为4组, 每组10个试样。所有假体试样经过蒸馏水、超声波振荡洗涤后于121 °C 高温高压消毒15 min烘干备用。

结核杆菌对不同人工关节假体材料的黏附能力实验分4组:

假体材料	假体材料表面形态	
钛合金	光滑面	粗糙面
钴铬钼合金	光滑面	粗糙面

结核杆菌对不同人工关节假体材料的黏附能力实验试剂与仪器:

试剂与仪器	来源
罗氏培养基、TSB 培养基、FITC 混合液	新疆晶美生物有限公司
荧光显微镜和扫描电镜	新疆医科大学电镜教研室

实验方法:

菌液的制备: 在37 °C 恒温条件下, 挑取单个结核杆菌菌落接种于罗氏培养基中, 培养15 d; 将表皮葡萄球菌菌种接种于常规TSB培养基中, 培养24 h。菌液置于离心机中, 3 000 r/min 离心10 min; 收集上层菌液用生理盐水洗涤3次后分别悬浮于FITC混合液(由20 mg FITC、1.5 mL PBS、10.5 mL碳酸氢钠组成)中进行标记, 大幅度搅拌菌液, 0-4 °C 培养过夜。用PBS将菌液离心洗涤3次, 加生理盐水配成1.5 Mc 菌液备用。

黏附实验: 将上述4种假体材料各5枚分别放入12孔培养板中, 每孔滴入FITC标记的菌液3 mL(表皮葡萄球菌或结核杆菌)。在37 °C 恒温下孵育24 h, 使细菌与试样之间充分黏附; 用生理盐水每次20 mL洗涤试样3遍, 除去表面未黏附的细菌和杂质, 分别置于荧光显微镜和扫描电镜下观察。

主要观察指标:

荧光显微镜观察: 在480-520 nm处用40倍物

镜观察, 每块材料随机选取5个视野面积进行观察。

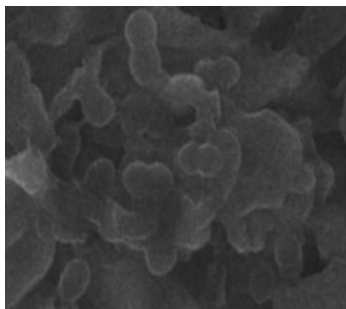
扫描电镜观察: 上述材料加入2%戊二醛固定4 h, 分别用体积分数50%, 70%, 80%, 90%乙醇梯度脱水, 临界点干燥, 离子溅射镀膜后用电子显微镜观察。

统计学分析: 采用ipp6.0软件对荧光覆盖面积占整个视野的百分比进行计算, 以此来表示细菌的黏附能力, 结果用 $\bar{x} \pm s$ 表示。依据不同的材料性质、不同表面类型、不同细菌种类对细菌黏附面积变量做 $2 \times 2 \times 2$ 析因设计的方差分析。数值采用SPSS 17.0软件进行统计计算, $P < 0.05$ 表示差异有显著性意义。

2 结果

2.1 荧光显微镜与扫描电镜观察表皮葡萄球菌或结核杆菌在钛合金和钴铬钼合金材料表面的黏附 荧光显微镜下可见被荧光染成黄绿色的表皮葡萄球菌和结核杆菌分别黏附在4种假体材料表面。

电镜下观察在各类材料表面均可见表皮葡萄球菌和结核杆菌的黏附: ①表皮葡萄球菌黏附的材料表面可见细菌聚集形成的立体型结构——生物膜, 见图1, 2; 结核杆菌黏附的材料表面未见有生物膜形成, 见图3, 4。②表皮葡萄球菌在各种材料表面都有大量黏附: 多个球菌之间彼此紧密相连, 形成“串珠”样排列。



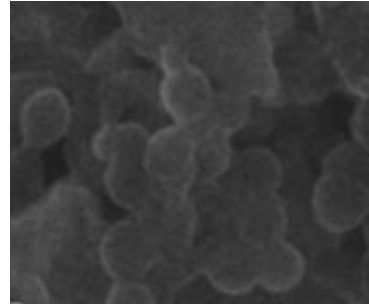
注: 在钴铬钼合金表面的表皮葡萄球菌, 多个球菌之间彼此紧密相连, 形成“串珠”样排列, 同时在细菌周围可见有些许“云雾状”的黏性物质充斥, 使之成为立体的、复杂的细胞团块

Figure 1 Morphology of the *Staphylococcus epidermidis* on the surface of cobalt chromium molybdenum alloy (Scanning electron microscope, $\times 6\ 000$)

图1 钴铬钼合金表面的表皮葡萄球菌形态(电镜扫描, $\times 6\ 000$)

同时在细菌周围可见有些许“云雾状”的黏性物质充斥, 使之成为立体的、复杂的细胞团块, 见图1; 结核杆菌在同等材料表面的黏附相对于表皮葡萄球菌较少, 电镜扫描可以发现结核杆菌多呈现单个样黏附, 彼此之间并不发生相互聚集、粘连, 同时也不形成菌落。细胞之间也未见类似于表皮葡萄球菌周围的黏液样物质分

泌, 见图3。但其在粗糙面的黏附较光滑面的数量稍多。两类材料对比黏附数量差异较为明显。



注: 在钛合金表面的表皮葡萄球菌彼此相连, 黏附在试样表面, 同时周围也分泌出少许黏液样物质, 但黏附程度和黏附个数较钴铬钼合金表面的要少

Figure 2 Morphology of the *Staphylococcus epidermidis* on the surface of titanium alloy (Scanning electron microscope, $\times 6\ 000$)

图2 钛合金表面的表皮葡萄球菌形态(电镜扫描, $\times 6\ 000$)

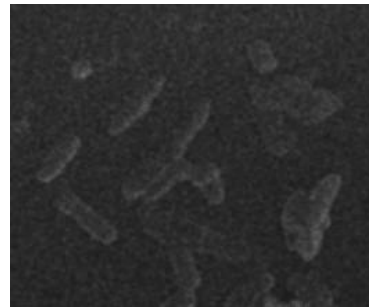


Figure 3 *Mycobacterium tuberculosis* is single adhered on the surface of cobalt chromium molybdenum alloy, no colony formation and no secretion of mucus-like substance could be seen between the cells (Scanning electron microscope, $\times 6\ 000$)

图3 钴铬钼合金表面的结核杆菌呈单个样黏附, 未见菌落形成, 同时细胞之间也未见黏液样物质分泌(电镜扫描, $\times 6\ 000$)

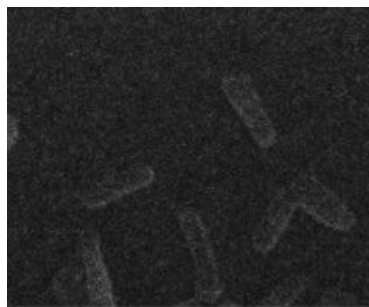


Figure 4 Number of the *Mycobacterium tuberculosis* on the surface of titanium alloy is fewer than that on the surface of cobalt chromium molybdenum alloy (Scanning electron microscope, $\times 6\ 000$)

图4 黏附在钛合金表面的结核杆菌数量较黏附在钴铬钼合金表面的数量少(电镜扫描, $\times 6\ 000$)

2.2 表皮葡萄球菌或结核杆菌在钛合金和钴铬钼合金材料表面黏附面积的统计学分析 两种细菌分别对不同表面的两种材料的黏附面积见表1所示。

表 1 表皮葡萄球菌和结核杆菌在钛合金与钴铬钼合金材料表面的黏附面积比较

Table 1 Comparison of adhesion areas of *Mycobacterium tuberculosis* and *Staphylococcus epidermidis* on the surface of cobalt chromium molybdenum alloy and titanium alloy ($\bar{x} \pm s$, $n=5$, %)

Material classification		Bacterial adhesion area	
		<i>Staphylococcus epidermidis</i>	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>
Titanium alloy	Smooth surface	1.656±0.315	1.010±0.070
	Rough surface	2.142±0.147	1.838±0.177
Cobalt chromium molybdenum alloy	Smooth surface	2.124±0.133	1.642±0.249
	Rough surface	4.522±0.384	4.090±0.289

注: 表皮葡萄球菌和结核杆菌在钴铬钼合金表面的黏附能力均强于在钛合金表面的黏附($P < 0.001$); 在同种材料下, 粗糙面黏附的细菌数量多于光滑面($P < 0.001$); 同种材料下, 表皮葡萄球菌比结核杆菌更容易黏附在假体材料的表面($P < 0.001$)

对原始数据进行方差齐性检验, 方差齐; 行 $2 \times 2 \times 2$ 析因分析, 见表2所示。

表 2 表皮葡萄球菌或结核杆菌在钛合金与钴铬钼合金材料表面的黏附实验方差分析结果

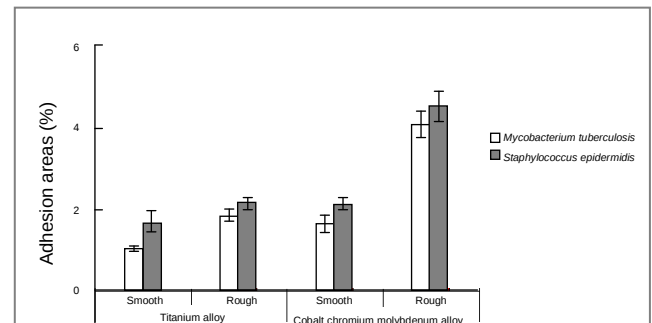
Table 2 Variance analysis of the *Mycobacterium tuberculosis* and *Staphylococcus epidermidis* on the surface of cobalt chromium molybdenum alloy and titanium alloy

Contributor component source	Sum of squares of mean deviation	Degree of freedom	Mean squared deviation	F	P
Material	20.535	1	20.535	351.256	0.000
Surface	23.716	1	23.716	405.670	0.000
Strain	2.172	1	2.172	37.145	0.000
Material * Surface	7.797	1	7.797	133.369	0.000
Material * Strain	0.001	1	0.001	0.014	0.907
Surface * Strain	0.096	1	0.096	1.643	0.209
Material * Surface * Strain	0.053	1	0.053	0.912	0.347
Error	1.871	32	0.058		
Total	282.436	40			

注: 材料表面和材料性质均对细菌的黏附具有重要影响

结果表明: ①同种细菌对不同材料的金属黏附力不同, 表皮葡萄球菌和结核杆菌对于钴铬钼合金的黏附能力均强于钛合金($P < 0.001$), 见图5。②表面粗糙程度也在一定程度上影响了细菌地黏附, 粗糙程度不同引起两种细菌的黏附差异有显著性意义, 粗糙表面比光滑表面的钴铬钼合金和钛合金更容易引起表皮葡萄球菌和结核杆菌的黏附($P < 0.001$)。③不同细菌对于同种材料的黏附力差异明显, 表皮葡萄球菌比结核杆菌更容易黏附在假体材料的表面($P < 0.001$)。④材料表面与材料性

质之间具有一阶交互作用($P < 0.001$), 说明材料表面和材料性质均对细菌的黏附具有重要影响。⑤材料性质和细菌种类、材料表面和细菌种类之间无一阶交互作用, 材料性质、材料表面、细菌种类三因素之间无二阶交互作用。



注: 材料表面和材料性质均对细菌的黏附具有重要影响: ①表皮葡萄球菌或结核杆菌对于钴铬钼合金的黏附能力均强于钛合金($P < 0.001$)。②粗糙表面比光滑表面的钴铬钼合金和钛合金更容易引起表皮葡萄球菌和结核杆菌的黏附($P < 0.001$)。③表皮葡萄球菌比结核杆菌更容易黏附在假体材料的表面($P < 0.001$)

Figure 5 Comparison of adhesion areas of *Mycobacterium tuberculosis* and *Staphylococcus epidermidis* on the surface of cobalt chromium molybdenum alloy and titanium alloy

图 5 结核杆菌或表皮葡萄球菌在钛合金与钴铬钼合金材料表面黏附面积的比较

3 讨论

细菌黏附在假体表面并形成生物被膜目前认为是引起关节置换后感染难治及复发的主要原因^[1]。细菌黏附在假体表面后, 彼此之间会紧密相连, 与此同时, 细胞会产生大量的黏物质, 这些黏物质被证明是多种蛋白质, 细胞会不停的分泌该类物质, 然而这类物质也不停地将大量的细菌聚集在一起, 这种细菌的聚集会逐渐增多, 从而形成一个大小不一的细菌菌落, 多个细菌菌落之间通过黏蛋白彼此相连后, 会排列形成立体的网状细菌团块, 这种复杂的、立体的细菌团块就是所说的细菌生物膜, 致密而稳定的生物膜能保护膜内细菌免受机体免疫力和抗生素的攻击, 使其能更好地繁殖, 从而进一步扩大黏附范围, 在假体周围形成新的黏附点加速细菌黏附, 与此同时大量的细菌经过进一步的扩散也会使邻近组织发生感染^[4], 因此关节置换后感染采用常规保守或清创治疗效果往往较差, 因为无法将细菌和所形成的生物膜彻底杀灭, 反而会引起细菌的耐药, 因此常需拔除假体一期或二期翻修治疗。值得注意的是, 结核分枝杆菌感染与一般细菌引起的关节置换后感染却有所不同, 已有多篇文献报道对晚期结核性关节炎行人工关

节置换治疗取得了成功^[5-7],然而该治疗方法目前尚缺少相关实验研究来从理论上提供支持,结核分枝杆菌在人工关节假体上的黏附力及是否会形成生物膜尚不清楚。

实验运用了钴铬钼合金、钛合金两种关节外科常用的内植物金属,通过体外培养、荧光染色的方法就结核杆菌对不同性质、不同表面粗糙度的材料黏附力及是否会形成生物膜进行了相关性研究。实验选择将表皮葡萄球菌作为对照研究,这是因为表皮葡萄球菌是关节置换后感染的重要病原菌之一,原因之一是此菌黏附力强并可分泌较多细胞外黏物质^[8-11],可与材料表面的一些位点产生较为牢固的受体-配体样特异性结合,即为黏附。

本实验结果表明:①不同细菌对于同种金属黏附能力不同,作者认为引起这种现象的原因可能是由于不同细菌所分泌出的黏性物质是由不同蛋白质所组成,而这些蛋白质与材料表面特异性结合位点也不相同,因此这两种细菌对于同种材料的黏附差别较大。另外在电镜扫描中可见葡萄球菌分泌大量黏液性物质夹杂在细菌与细菌、细菌与材料之间,促使其大量黏附在假体上,研究表明这些黏附素是导致细菌黏附在假体上的主要原因^[12];结核杆菌则散在地分布在材料表面,周围并未见黏液性物质分泌,这也是其黏附较少的主要因素。②两种金属性质不同也是引起细菌黏附力不同的一个重要因素,表皮葡萄球菌和结核杆菌在钛合金上的黏附数量较钴铬钼合金少。不同材料具有自己独特的材料组成、合金成分和理化性质,材料本身的内部分子排列决定了材料自身的结构;换句话说,材料中的不同组分是造成细菌黏附力不同的主要原因。在细菌培养中也发现:结核杆菌在生长环境、营养物质需求、生长周期等各个方面都比表皮葡萄球菌有着更高的要求,其对环境的严格性可能也是导致黏附能力差的一个主要因素。③材料表面的粗糙程度对细菌黏附起着至关重要的作用。实验中发现细菌对粗糙面黏附力远远高于光滑面。这可能是因为金属表面粗糙的划痕在一定程度上增加了假体本身的接触面积,那么对于细菌来说也增加了它们的黏附面积。另外,表面粗糙的材料与光滑面材料相比,表面张力和摩擦系数等方面都有较大的不同;粗糙面沟回较多,能加大细菌和表面的摩擦,使之能更紧密地黏附;同时,这些沟回的存在也给细菌提供了一个较好的“避难场所”,在防止其他物质对细菌的冲刷方面有着一定的保护作用。

本实验的理论现实意义在于:①目前对于晚期结核性关节炎患者来讲,骨质已经遭到严重破坏,骨质缺损会引起患者疼痛,并增加病理性骨折的风险,因此,对于晚期结核性关节炎患者来说,人工关节置换是较为理想的选择,但由于患者自身的结核灶并未治愈,这就在

一定基础上显著增加了患者潜在结核复发的风险,对于此类研究文献报道结果也不一,因此对于结核患者一期行关节置换的手术开展也并不理想。本实验研究表明结核杆菌对于钴铬钼合金、钛合金的黏附能力均较差,而且在钛合金上的黏附数量较钴铬钼合金少。临床上应用的人工关节假体大部分由钛构成,而且骨关节病灶中结核杆菌含量比肺结核病灶中含量少^[12],因此在结核病灶部位置入人工假体后,结核杆菌在假体黏附的数量远比一般细菌少,同时结核杆菌也并未分泌大量的黏物质促使细胞之间发生聚集,这就显著减少了细菌对于关节假体的黏附。而本实验还发现结核杆菌在黏附的材料表面未见有生物膜形成,不影响药物对结核杆菌的杀灭,这就是说明可以在术后继续给予结核患者服用抗结核药物,从而更好地清理患者体内的结核灶,明显减少患者术后结核复发的风险。所以作者认为临床上人工关节置换治疗晚期结核性关节炎是安全可行的。临床上一期病灶清除加内固定植入在治疗脊柱结核上取得的成功也从另一方面证实了这一点^[12-13]。②在术前应合理运用抗结核药,彻底清创,以防止或减量减少残留结核杆菌的黏附^[14];对于结核杆菌耐药未控制的感染或混合性感染应视为人工关节置换的禁忌证。对于关节置换患者来说,如果出现结核杆菌耐药,当假体置入后,细菌会大量的黏附在假体上,此时的抗结核药并未将细菌杀灭,大量结核杆菌会充斥在假体和骨质之间,当结核杆菌逐渐侵蚀周围的骨质后,假体就会出现松动,导致关节假体置入的失败。当患者出现混合感染时,多重细菌对骨质的侵蚀和对假体的黏附也会造成同样的灾难性结果。因此对于关节置换患者来说,患者自身术前感染的控制和治疗就显得尤为重要了。在手术中也要避免手术器材对关节假体的刮擦和磨损,防止表面粗糙,从而减少细菌的黏附,降低感染的复发率。

综上所述,本实验表明结核杆菌对于钴铬钼合金、钛合金的黏附能力较差;材料性质和材料表面粗糙程度均对结核杆菌黏附力产生巨大影响;结核杆菌在钴铬钼合金和钛合金表面并无生物膜形成。作者认为人工关节假体的存在并不增加结核复发的风险。

致谢:感谢乌鲁木齐市疾控中心的工作人员对于实验场地和实验器材的提供。

4 参考文献

- [1] Schildhauer TA, Robie B, Muhr G, et al. Bacterial adherence to tantalum versus commonly used orthopedic metallic implant materials. *J Orthop Trauma*. 2006;20(7):476-484.

- [2] Zhao X,Zhu DS.Zhonghua Chanranbing Zazhi. 2004; 22 (6):420-422.
赵旭, 朱德妹.表皮葡萄球菌感染与生物膜形成[J].中华传染病杂志,2004,22 (6):420-422.
- [3] Nent D,van Horn JR,van Kooten TG,et al.Detection of biomaterial-associated infections in orthopaedic joint implants.Clin Orthop.2003; 413(2):261-268.
- [4] Naylor PT,Myrvik QN,Gristina AG.Antibiotic resistance of biomaterial-adherent coagulase-negative and coagulase-positive staphylococci.Clin Orthop Related Res. 1990;261(6):126-129.
- [5] Neogi DS,Yadav CS,Ashok Kumar,et al.Total Hip Arthroplasty in Patients with Active Tuberculosis of the Hip with Advanced Arthritis. Clin Orthop Relat Res.2010;468(2):605-612.
- [6] Oztürkmen Y, Karamehmetoğlu M, Leblebici C,et al.Cementless total hip arthroplasty for the management of tuberculosis coxitis. Arch Orthop Trauma Surg.2010;130(2): 197-203.
- [7] Sidhu AS,Singh AP,Singh AP.Total hip replacement in active advanced tuberculous arthritis. J Bone Joint Surg Br.2009; 91(10):1301-1304.
- [8] Wu YL,Wang JF,Lu SB,et al.Zhonghua Guke Zazhi. 1999; 19(3):174-176.
吴宇黎,王继芳,卢世璧,等.人工关节周围感染性生物膜的组织学观察[J].中华骨科杂志,1999,19(3):174-176.
- [9] Christensen GD,Simpson WA,Bisno AL,et al.Adherence of slime-producing Staphylococcus epidermidis to smooth surfaves.Infect Immun.1982;37(1):318-326.
- [10] Sanz J, Navarro J, Arbués A,et al. The transcriptional regulatory network of Mycobacterium tuberculosis. PLoS One. 2011;6(7):e22178.
- [11] Henderson B,Nair S,Pallas J,et al. Fibronectin: a multidomain host adhesin targeted by bacterial fibronectin-binding proteins.FEMS Microbiol Rev. 2011;35(1):147-200.
- [12] Griffiths DL.Tuberculosis of the spine:a review.Adv Tuberc Res,1980(20):92-110.
- [13] Chen WH,Jiang LS,Dai LY. Influence of bacteria on spinal implant-centered infection: an in vitro and in vivo experimental Comparison between Staphylococcus aureus and mycobacteriumtuberculosis.Spine (Phila Pa 1976).2011;36(2): 103-108.
- [14] Trampuz A,Zimmerli W.Prosthetic joint infections;update in diagnosis and treatment.Swiss Med Wkly.2005;135(17-18): 243-251.

来自本文课题的更多信息--

作者贡献: 曹力进行实验设计, 实验实施为马骏, 实验评估为李国庆, 资料收集为马骏, 马骏, 李国庆成文, 曹力审校, 马骏对文章负责。

利益冲突: 课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益的赞助。

文章概要:

文章要点: 了解结核杆菌对不同关节假体的黏附能力, 为结核晚期患者行关节置换治疗提供有力的事实依据

关键信息: ①结核杆菌在钛合金和钴铬钼合金不形成生物膜。②临床上人工关节置换治疗晚期结核性关节炎是安全可行的。

研究的创新之处与不足: 运用多因素分析充分分析结核杆菌的黏附力, 更深入的了解了结核杆菌的黏附能力。

作者声明: 文章为原创作品, 数据准确, 内容不涉及泄密, 无一稿两投, 无抄袭, 无内容剽窃, 无作者署名争议, 无与他人课题以及专利技术的争执, 内容真实, 文责自负。