

壳与闭壳肌的结合界面研究*

何基保 温树林

(中国科学院上海硅酸盐研究所高性能陶瓷和超微结构国家重点实验室 上海 200050)

摘 要

本文运用扫描电子显微学方法,研究了贝壳和闭壳肌结合界面的几何特征和联接方式,并据此提出了移植生物陶瓷仿生设计的一些原则。

关键词 贝壳, 闭壳肌, 界面, 扫描电子显微学

分类号 TQ 174

1 引言

生物有机物和生物无机矿物的结合界面在动物体内普遍存在,如脊椎动物的骨、齿的内外都存在矿物相与有机物的结合界面,无脊椎动物贝壳珍珠层表面与闭壳肌之间也具有这样的界面。生物中的这种界面,不仅具有良好的抗拉、抗压、抗疲劳等力学性能,而且还是生物有机物和生物矿物之间的生物化学作用的媒介^[1~3]。

生物陶瓷的移植是否成功,影响因素很多,其中陶瓷和与其接触的体组织的连接状况是一个重要方面。研究生物有机物和生物矿物间的界面结合方式和状态,将为移植生物陶瓷的优化设计和解决人工生物陶瓷与结缔组织结合问题,提供生物学依据。因此,生物有机物和生物无机物间的结合界面的界面结构研究具有一定的仿生意义。

本文运用扫描电子显微学方法,研究了双壳贝壳的闭壳肌与壳的界面结构特征,提出了移植生物陶瓷表面的仿生设计原则。

2 样品和实验

贝壳来自我国东海舟山群岛海域。用手剔除壳内活的软体组织(包括闭壳肌),注意保护贝壳与闭壳肌间界面不受损伤,经切割,从壳中取出包含完整的壳珍珠层与闭壳肌界面的扫描电镜观察用样品,用蒸馏水冲洗干净,置于干燥器皿内,在室温下干燥,然后喷金于其表面。使用的电镜为中国科学院科学仪器厂生产的 KYKY2000 型扫描电子显微镜,工作电压为 20 kV。

3 实验结果

图 1、2 是壳和闭壳肌界面的扫描电子显微镜观察的结果,显示了两种不同的闭壳肌纤维与壳的结合方式。图 1 的闭壳肌纤维呈柱状,纤维的大小在 $3\sim 10\mu\text{m}$ 左右,比较均匀地分布在壳表面,与壳珍珠层表面紧密连接。从扫描电镜观察还可以看出,图 1 中可见有肌纤维拔出留下的凹坑。图 2 为另一类闭壳肌纤维,形状比较复杂,多呈瓣状,大小在 $3\mu\text{m}$ 左右。它们围成一个似椭圆形的环,其中一瓣位于椭圆的中心。椭圆的长轴和短轴分别为 $12\mu\text{m}$ 和 $8\mu\text{m}$ 左右。每一瓣又由一些联接在一起的小瓣组成。这种瓣状的肌纤维也紧密地

* 1997-03-31 日收到

附着在贝壳的表面。

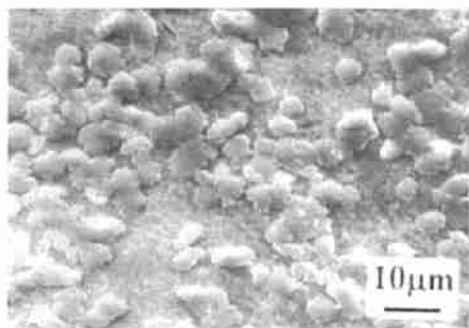


图 1 柱状闭壳肌和壳的界面

Fig.1 Interface pattern of columnar closed-shell-muscle and shell

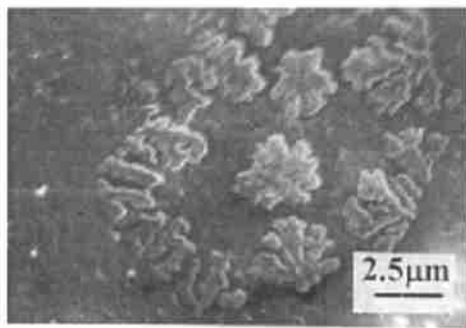


图 2 瓣状闭壳肌和壳的界面

Fig.2 Interface pattern of petaloid closed-shell-muscle and shell

4 讨论

扫描电子显微镜是研究生物矿物和生物有机物界面结构特征和结合方式的有效手段,它使我们能够对这一界面的形貌和连接状况进行直接观察。闭壳肌和贝壳的界面肌纤维与壳的联接为多点联接。这些呈束状肌纤维均匀分布在壳珍珠层表面,将承受的应力均匀分布到每一联接点,有效减少联接界面的应力集中;呈由复杂的瓣状肌纤维组成的椭圆环联接在壳表面,有效地增加了肌纤维与壳珍珠层的界面面积,增加了表面结合能和界面的联接强度。肌纤维的拔出凹坑说明,肌纤维有一定程度长入贝壳表面。闭壳肌和壳珍珠层联接界面的这种特点,是这一界面具有优良的生物力学性能的决定因素之一。

通过对闭壳肌和壳连接界面的研究,使我们认识了壳和闭壳肌界面的以上特点,为移植生物陶瓷材料的表面设计提供了一些仿生依据。我们认为,移植生物陶瓷与结蒂组织结合的表面应设计成多孔,孔的大小、形状和分布应根据移植处体结蒂组织的纤维大小、形状和它的纤维排列情况来确定,以保证结蒂组织的长入,形成类似自然的有机和无机界面的强的联接。

参 考 文 献

- 1 Barber D J. *Scripta Metallurgica et Materialia*, 1994, 31 (8): 989-994
- 2 Stephen Mann, Douglas D. Archibald, Jon M. Didymus, *et al*, *Science*, 1993, 261 (3): 1286-1292
- 3 Walsh W R, Ohno M, Guzelsu N. *Journal of materials Science: Materials in Medicine*, 1994, 5: 72-79

Interface Features of Shell and Closed-shell-muscle

HE Ji-Bao WEN Shu-Lin

(State Key Lab on High Performance Ceramics and superfine Microstruture Shanghai Institute of Ceramics, Chinese Academy of Sciences Shanghai 200050 China)

Abstract

The structure characteristic and bonding form were studied on the interface of shell and closed-shell-muscle by scanning electronic microscopy, and some principles of bionics design were proposed on implant bioceramic.

Key words shell, closed-shell-muscle, interface, scanning electronic microscopy