

肌肉紧张性的布袋液压囊模拟

钟红刚^{1*}, 张万强¹, 刘卫华¹, 董福慧¹, 钱民全²

1. 中国中医科学院 骨伤科研究所; 2. 中国科学院 力学研究所

E-mail: greatgun_2202@hotmail.com; Tel: 13691559603

肌肉表面附有筋膜, 内部有连续的肌内膜和基底膜, 共同形成密闭的液压系统。血液的充盈和肌肉收缩都在筋膜系统的相对密闭的压力中进行。在体无损肌紧张性检测目前主要依靠超声和体表压凹两种方法。超声的特点是可以分层识别不同软组织, 文献报导其位移测试精度在 0.1mm-0.05mm。价格相对昂贵。而压凹测试设备相对廉价和简单, 并且, 对于肌紧张动态特性显示更直观, 与手感相符合。方法: 本文采用布袋包裹市售含水的硅橡胶发泄球囊, 制成近圆柱状密闭水囊, 模拟肌肉和筋膜系统。并通过两块平行平板从圆柱侧壁外加压, 造成布袋水囊硬度增加, 模拟肌肉不同紧张性。采用受力面积 1 cm² 的微小片状压力传感器置于布袋内监测内部压强; 通过肌紧张测试仪测量其压凹特性力——位移曲线。并比较不同内部压强条件下模拟肌紧张的测试结果。结果: 采用两种尺寸的布袋水囊各 1 个, 小号布袋水囊直径 55mm, 长度 95mm; 大号布袋水囊直径 90mm, 长度 400mm。布袋水囊内压强与外部平板压力的增加呈近似线性关系, 拟合直线一次项系数分别为 3.17 (kPa / kg) 和 0.52 (kPa / kg)。考虑平行于加压平板的对称面假想截开的半圆柱体(截面积分别为 5225 mm² 和 36000 mm²), 液压面承担外载荷和布袋张力的合力。这两个系数表明, 两种布袋囊内液压承担的压强分别比受同样外载荷的实心固体圆柱体在对称假想截面产生的应力分别高出约 65% 和 87%。根据这个差率可以计算出各自布袋张力。两个布袋水囊测试结果的差别与其尺寸、发泄球内有少量气泡以及硅橡胶材料特性不均匀等有关。而随着布袋内压强从 1.0 kPa 增加到 50 kPa, 压凹测试获得的力-位移曲线相应变化。多次测量结果表明, 0.2kg 力所对应的压凹位移随囊内压强的增加分别从 7.48 ± 0.52 mm 和 6.40 ± 0.16 mm 逐渐减小到 0.96 ± 0.16 mm 和 1.22 ± 0.13 mm, 近似反函数关系。反过来, 可以通过压凹位移, 推知囊内压。结论: 本文研究了一种可以模拟肌肉不同紧张性的实用系统。可用于非针刺侵入的筋膜间室压力的等效测量; 同时可以通过不同的力——位移香蕉图线, 计算纵向肌力; 另外, 可以采用布袋水囊模拟按摩手法训练需要的仿生体表软组织, 获得良好手感(北京市自然科学基金资助项目(7072050))。

参考文献:

- [1] 周卫, 黄曹, 钟红刚, 等. 急性颈痛患者局部软组织张力的临床研究[J]. 中国中医骨伤科, 2006, 14(2): 18-20.
- [2] 钱民全, 彭荣葵, 钟红刚, 等. 在体人皮肤-肌肉张力测量及其相似参数和检测指标. 生物力学研究和应用——第三届全国生物力学学术会议论文集, 1990 华南理工大学, pp. 400-403
- [3] 陶祖莱, 生物流体力学[M]. 科学出版社, 1984.