维普资讯 http://www.cqvip.com

中国局解手术学杂志 2001年第10卷第4期
Chin J Regional Anat & Operative Surg,2001,Vol. 10,No.4

新月体形扩张器数学模型的建立及应用

王强* 刘拱喜* 胡福兴* 杨占杰* 韩兴海*

【摘要】目的 研究如何用简单的方法估计新月体形扩张器的扩展面积及扩张效率。方法 用数学方法建立了新月体形扩张器的模型，进行了精确性验证和体积面积比(V/S)测量。结果 模型误差在10%以内；V/S约为4：1。结论 新月体模型有较好的精确性，为研究新月体扩张器提供了新手段。

【关键词】扩张器；模型；面积；扩张效率

Establishment of mathematical model of lunar expander and its application *Wang Qiang,Liu Gongxi,Hu Fuxing,et al.*

Department of Burns and Plastic Surgery,89th Hospital PLA. Wei fang 261021

【Abstract】**Objective** To estimate surface area and efficiency in expansion with lunar tissue expander with a simply mehtod.**Methods** A mathematical model was established to simulate lunar expander,and its veracity was analyzed and compared with classical measurement for expanded area as well as the ratio of volume to surface area(V/S). **Results** The deviation of the model is within 10%,and V/S approximates 4:1. **Conclusion** Lunar tissue expander is a highly efficient expander characterized by a big V/S and the mathematical model is accurate for lunar expander simulation.

【Key words】expander; model; surface area; efficiency

新月体形扩张器在国外应用广泛，属最常见的三大类扩张器之一。国内应用逐渐增多，用于修复眼周，口周及关节附近等具有一定弧度的缺损，效果较好。如何通过相对简单的方法较准确地估计此类扩张器的扩张面积及扩张效率，对于选择二期手术时机有重要意义。而数字模型既简便又无需专用设备，是一种较好的方法。美国学者Erwin等曾对新月体形扩张器进行了测算并得出了扩张面积的计算公式[1]，但其数学模型有明显的缺陷，准确性仅为实测面积的30%，失去了实用价值。作者设计了新的新月体形扩张器模型，初步应用后有相当的准确性。

材料与方法

数学模型的建立过程：新月体扩张器在体外是由两端两个半球及中央的弧形圆柱所组成，当埋植后因扩张器受到皮肤及基底的挤压作用会发生变形。两侧的半球形成半球冠，中央的弧形圆柱形成扁弧形圆柱缺，如附图所示，设扩张器皮面上的高度为H，中央弧形圆柱缺的短弧长为L2，长弧为L1，皮面上的部分切面周长为C，基底直线距离为D，因该圆柱缺可完全展开形成一个标准的扇环，两侧的半球冠可合成一个球冠，扩张表面积即扇环面积[2]加上各球冠表面[2]，则净扩张面积 $S= \pi H^2+1/2(L_1+L_2)C-1/2(L_1+L_2)D= \pi H^2+L(C-D)$。

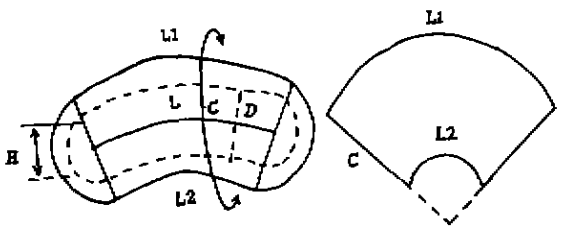
模型精确性验证及扩张效率的计算。为检测新月体扩张器模型的精确性，共选择了二期手术较理想的6例患者共6个扩张器，每个扩张器的净扩张面积分别用两种方法测算，一种是较烦琐的经典方法，先用纱布及铝合金丝取模，再用格纸‘数方格’计算出面积。二是利用模型法，仅需用卡尺测量必需的参数代入公式即可得出理论的扩张面积。以经典为标准，二者比较可得出该模型的相对误差；将二期手术前的总注水体积比净扩张面积即得出其扩张效率。

结　果

建立了如附图所示的新月扩张器模型，其净扩张面积 $S= \pi H^2+L(C-D)$。新月体扩张器模型的精确性及扩张效率 以经典‘数方格’法测量结果为标准，得到模型的相对误差(%)=(模型计算面积-经典测量面积)/经典测量面积(附表)。相对误差及扩张效率效率的平均值分别为6.72±3.22，4.1±0.60。

* 作者单位：261021 山东省潍坊市解放军89医院整形烧伤科

维普资讯 http://www.cqvip.com



附图　新月体扩张器模型及参数

附表　新月体扩张器模型的误差及扩张效率

相对误差	扩张效率（V/S）
+8.2	4.7
+14.3	3.9
+9.2	3.4
+12.9	4.1
+5.4	4.9
-9.7	3.6

讨　论

关于用数学模型模拟，E rwin 等曾进行过研究，他将此类扩张器中央的弧形圆柱缺近似成长方体，且忽略了两端半球缺的表面积，理论上即导致模型的严重失真性。Jelien 证实其模型的计算值仅为实测值的 30%，误差近 70%[3]，失去了实用价值，一些学者亦对扩张器的数学模拟方法持否定态度[4]。

实际上扩张器数学模拟法是一个简单而实用的方法，但其前提是模型必须能准确描述其在体情况下的几何特征以确保其准确性。新月体形扩张器并非用简单的长柱体或球体即能描述，它属不规则几何体，若需准确描述需微积分及多元曲线等高等数学知识，此类扩张器似乎很难描述。但仔细分析在体形状，它是由球缺及弧形圆柱缺组成，而弧形圆柱缺可完全展开形成典型的扇环，无论该扩张器如何压缩形变，均可准确计算出该扇环的面积，模拟过程中将复杂的几何转化为初等数学即能解决的问题且理论上不存在严重误差。

测量证实该模型误差在 10% 以内，有相当的准确性，完全可满足临床对扩张程度判断的要求。误差的来源主要来自对基底软组织的忽略，因扩张器置入后基底的陷入导致部分无效扩张，其次局部皮肤的弹性回缩性也会对准确性造成一定的影响。

新月体形扩张器的扩张效率约 4 : 1（V/S），较圆形及类球形扩张器的效率为高，与长柱形扩张器类似，作者认为从扩张效率讲，新月体形扩张器是一类较好的扩张器，值得进一步推广。

参 考 文 献

1.Erwin,Duits M,Jaap M,et al. The modeling of skin expander.Plastic and Reconstru Surg,1987,83(2):362-365.
2.李荫楷. 立体几何. 长春. 长春出版社, 1999,274-276.
3.Julien H,Rappard V,Molenaar J,et al. Surface-area increase in tissue expansion.Plastic and Reconstru Surg, 1988, 82(5):833-837.
4.胡华新, 孙广慈, 刘志飞, 等. 三维表面取模后转换成二维平面测量扩张皮肤面积. 中华整形烧伤外科杂志, 1999, 15(1):37-40.

（收稿：2001-08-13）

欢迎订阅《中国临床解剖学杂志》

《中国临床解剖学杂志》是由著名的临床解剖学家钟世镇院士于 1983 创办、由中国解剖学会主办的国家级临床医学类核心期刊。本刊能充分反映我国临床解剖学领域的新进展和新成就，是解剖学基础研究与临床应用相结合的学术园地，旨在为外科医生的手术开拓新思想，侧重发表与临床应用解剖学有关的学术论著和信息。主要栏目有：述评、应用解剖、实验研究、临床生物力学、临床应用、综述、技术方法、短篇报道等。读者对象为显微外科、手外科、骨科、整形外科、神经外科、泌尿外科、胸心血管外科、颌面外科、耳鼻咽喉外科、中医外科以及影像科医师和解剖学工作者。

本刊被国家科技部万文数据库、中国科学引文数据库、《中国学术期刊（光盘版）》、《中文核心期刊要目总揽》等列为数据来源及统计源期刊。

本刊将于 2002 年改为双月刊，大 16 开，每期 80 页，定价 8.00 元（全年 48.00 元），全国各地邮局均可订阅，邮发代号 46-108。本刊编辑部可随时为广大读者代办邮购（免邮寄费）。通讯地址：广州市第一军医大学《中国临床解剖学杂志》编辑部（510515）。电话：020-85148203，传真：020-85148202，E-mail:chjcana@fimmu.edu.cn。