

颈部肌力和软组织刚度测试的研究进展

马明, 张世民

(中国中医科学院望京医院, 北京 100102)

【摘要】 颈部肌肉的生物力学评价对颈椎病的诊疗有着重要意义, 颈部肌力和软组织刚度测试是颈部肌肉生物力学测试的两个方面。等长肌力测试操作相对简单、成本较低, 能对 3 级以下的肌力进行评价, 而等速肌力测试可评定关节活动在任意位置上的肌力情况。利用载荷-位移曲线评价局部软组织刚度时不能区分不同组织间的刚度差别, 而弹性成像技术不仅能够利用图像显示不同组织的弹性差异, 还可以对皮下组织和肌肉的弹性模量分别进行量化分析, 但很难通过分析颈部整体的刚度来观察颈椎柔韧性的不同。总之, 多种测试方法的联合运用不仅有助于颈部肌肉的生物力学评价, 而且有助于有效的颈部肌肉的生物力学数学模型的建立。另外, 等速肌力测试和弹性成像技术更好地应用到颈部肌肉的生物力学测试上还有待进一步验证和优化。

【关键词】 颈部肌肉; 生物力学测试; 综述文献

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2015.08.022

Progress on cervical muscle strength and soft tissue stiffness testing MA Ming and ZHANG Shi-min. Wangjing Hospital, China Academy of Chinese Medicinal Sciences, Beijing 100102, China

ABSTRACT Biomechanical evaluation of neck muscles has important significance in the diagnosis and treatment for cervical spondylosis, the neck muscle strength and soft tissue stiffness test is two aspects of biomechanical testing. Isometric muscle testing operation is relatively simple, the cost is lower, which can evaluate the muscle force below grade 3. However, isokinetic muscle strength testing can assess the muscle strength of joint motion in any position. It is hard to distinguish stiffness difference in different soft tissues when the load-displacement curve is used to evaluate the local soft tissue stiffness. Elasticity imaging technique can not only show the elastic differences of different tissues by images, but also quantify the elastic modulus of subcutaneous tissues and muscles respectively. Nevertheless, it is difficult to observe the flexibility of the cervical spine by means of the analysis of the whole neck stiffness. In a word, a variety of test method will conduce not only the biomechanical evaluation of neck muscles, but also making an effective biomechanics mathematical model of neck muscles. Besides, isokinetic muscle testing and the elasticity imaging technology still need further validation and optimization before they are better applied to neck muscles biomechanical testing.

KEYWORDS Cervical muscles; Biomechanical testing; Review literature

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2015, 28(8): 771-775 www.zggszz.com

颈部肌肉的活动和调节是颈椎运动的原动力。颈椎病的发生机制也是“动力失衡在先”, 从而引起颈部肌肉的力量、刚性等力学性质的变化。由于颈部肌肉深在, 对其刚度的测量往往通过颈部软组织间接反映。所以, 本文从颈部肌力和软组织刚度两个方面, 对目前颈部肌肉生物力学测试的方法进行探讨。

1 颈部肌力的测试

肌力的测试是对肌肉力量的大小、变化的速度及幅度进行测试。根据肌肉的主动收缩形式可分为

静力性肌力和动力性肌力测试。

1.1 静力性肌力测试

静力性肌力又称等长肌力, 其产生的力量用来维持身体姿势、抵抗外力。等长肌力测试是采用等长肌肉收缩的形式对局部肌肉或肌群进行肌力测试的方法, 是在标准姿势下测定一块或一组肌肉的等长收缩所能产生的最大张力。根据其测试工具的不同, 可分为徒手评定、测力计评定和利用力传感器评定 3 种。

1.1.1 徒手肌力评定 徒手肌力评定法由 Lovett 创立, 用以评定肌肉力量是否正常及低下的程度, 一般将肌力分为 0~5 级。后来美国医学研究委员会 (Medical Research Council, MRC) 在 Lovett 分级标准的基础上, 根据运动幅度和施加阻力的程度等进一步分级, 制定了 MRC 分级标准。徒手肌力评定法可

基金项目: 中国中医科学院基本科研业务费自主选题项目 (编号: ZZ070859)

Fund program: Projects of China Academy of Chinese Medical Sciences (No: ZZ070859)

通讯作者: 张世民 E-mail: smzhang1117@163.com

Corresponding author: ZHANG Shi-min E-mail: smzhang1117@163.com

以对颈部的前屈、后伸、侧屈、旋转等肌力进行评定。检查评定时,指导受试者采取标准的姿势和体位,并固定可能产生待尝动作的部位,阻力施加于肌肉附着的远端部位,一般从 3 级检查开始^[1]。

目前临床医生对肌肉力量的评价常采用徒手肌力评定法,其优点在于操作简单,无须特殊的仪器。但其分级比较粗略,不能定量反映肌力的大小,对 3 级以上肌力的评定不易排除操作者主观评价的误差^[2]。所以,徒手肌力评定法对肌力测量的精确性和客观性方面有一定的局限性。

1.1.2 测力计评定 测力计评定是通过直接读取测力计所显示的数值测量颈部各个方向运动的最大肌力,这对肌力的大小进行了量化。

目前常使用手持式测力计进行测量,受试者取坐位,颈部保持中立位,头部系一个连接于测力计的带子,测力计通过测量受试者对抗测试者对头部施加的力量对颈部各个方向肌力进行测试。Greary 等^[3]将手持式测力计和头带相连,使用专门的装置阻止躯体的运动,头带固定于枕后部和眉线的连线上,对受试者的颈部前屈、后伸、侧屈的最大肌力进行测量,取 3 次最大肌力的平均值作为肌力,每次测量间隔 60 s。Christy 等^[4]将有 D 形环的头带连接一个测力计制作了一种简易的手持式测力计,将头带放于前额测量颈部前屈肌力,放于枕外隆突上部测量颈部后伸肌力以及放于耳的上部测量侧屈肌力,并通过与传统手持式测力计比较,认为这种手持式测力计有效而且成本更低廉。

手持式测力计肌力评定方法相对简单易行,能够对肌力进行定量测量,测试成本也比较低。但是,测量时要求测试者不得不同时提供相应的对抗力量,如果力量不够会使肌力测试结果偏小。另外,在力量对抗时,受试者躯体固定的是否良好和检查者对力量方向的控制也可能影响肌力测试结果的精确性。

1.1.3 利用力传感器评定 利用力传感器进行等长肌力评定是用传感器对等长肌力值进行模拟,模拟信号经模/数转换器转为数字信号,再通过编制的软件用计算机对信号进行实时采集和处理测量颈椎各方向的等长收缩肌力。力学传感器常被固定于框架上,颈部处于中立位,测试时躯干也要求被很好的固定,该装置不仅能够测量颈部各个方向的最大肌力,还能够分析肌肉的等长收缩肌力变化与时间的相关性。

Torne 等^[5]将一个力传感器被固定于可升降的架子上测试颈部的前屈后伸的等长肌力。测量后伸肌力时,传感器放于枕外隆突上;测量前屈肌力时,传感器放于眉间。也有学者通过把头带连接可垂直

升降的力传感器上,由测量拉力和推力来测量颈部后伸、屈曲、侧屈等方向的等长肌力,这样受试者测试时不用不断的改变位置^[6]。Almosnino 等^[7]使用一个曲棍球帽固定受试者的头部,然后连接力传感器上,并用一个加强带固定住受试者的下巴防止过度的屈伸运动,测量前屈、后伸、侧屈和前伸 5 个方向的最大等长肌力,这种方式较头带固定头部更牢靠。国内学者也有用多个力传感器固定于与头部固定位置相对应的框架上,测量颈部的不同运动方向上的等长收缩肌力^[8]。由此可见,这种测试装置对颈部等长肌力的测试可以排除测试者的干扰,测试结果更为精确,但是系统相对复杂,成本也相对高。

另外,等长收缩状态下,还可以评价颈部肌肉的耐力。Halvorsen 等^[9]将受试者分别取仰卧位和俯卧位,予以头部固定一定重量的重物,做颈部等长收缩测试,记录颈部姿势的维持时间来评价颈部耐力。同时,他们利用表面肌电信号频谱分析技术,分别将电极片放于双侧胸锁乳突肌,颈段脊旁肌和斜方肌的中上部,对肌电原始信号进行快速傅里叶转换,计算中位频率,更进一步分析颈部肌肉的耐力变化。

1.2 动力性肌力测试

动力性肌力测试包括等张肌力测试和等速肌力测试。在等张运动中,关节运动至不同角度时肌肉的力矩值也不同,测试时所用阻力大小不能大于其中最小的力矩值,否则运动中中断而无法完成,等张肌力测试实际上是测定最小力矩值,其结果可能偏低。而等速肌力测试在仪器提供的恒定速度和顺应性阻力条件下,除了可测试关节运动中最大力矩外,还可测量关节运动中任何一点的肌肉输出的力矩值,从而能够弥补等张肌力测试的不足。目前动力性肌力测试中,等速肌力测试更为常用。

等速收缩是指肌肉收缩时运动速度(角速度)保持不变的肌肉收缩形式,是借助专门的限速装置来完成的,也称为等动收缩。目前等速技术已被广泛用于基础医学、运动医学、康复医学、运动训练等方面。如今新型的等速肌力测试系统不仅能测试等速肌力,同时还能够评定等长和等张肌力^[10]。由于测试速度的不同,等速肌力测试能了解肌群不同的运动功能,如 $\leq 60^\circ/\text{s}$ 称为慢速测试, $60\sim 180^\circ/\text{s}$ 为中速测试,二者主要用于肌力测试; $\geq 180^\circ/\text{s}$ 为快速测试,主要用于肌肉耐力测试。目前等速肌力测试的应用主要集中在膝关节、肩关节等易损伤关节,颈部方面相对较少。近年来国内外学者也逐渐开始颈部等速肌力测试的研究。

Olivier 等^[11]利用自行设计的等速肌力测试装置对 189 名不同位置的橄榄球员的颈部前屈、后伸、侧

屈以 $30^\circ/\text{s}$ 的速度进行等速肌力测定,通过对峰力矩、颈椎活动度、主动肌与拮抗肌峰力矩比、峰力矩体重比等指标的分析比较,发现峰力矩的测量对橄榄球队员位置的选择有意义。国内也学者利用 Biodx III system 等速系统对推拿手法的疗效进行分析,在 $60^\circ/\text{s}$ 角速度和 $120^\circ/\text{s}$ 角速度等速运动时,通过测量手法前后峰力矩、平均功率、屈肌峰力矩/伸肌峰力矩等指标,分析手法对颈部肌群收缩力量、做功效率、颈部屈肌肌群和伸肌肌群协调能力的改善情况。同时,他们结合表面肌电图对手法前后颈伸肌群积分肌电、平均功率频率、中位频率等指标观察,分析颈部疲劳程度的变化^[12]。

由此可见,等速肌力测试作为一种新的肌肉功能测试和评定方法,在评定肌肉功能方面具有高精度、高敏感度等特点,且可以评定肌肉在关节活动任意位置的肌力情况,而等长肌力测试仪反映关节处于某一角度时的肌力大小。但是相比较等长肌力测试系统而言,等速肌力测试系统往往价格昂贵、操作相对复杂,而且 3 级以下肌力评定只有通过徒手肌力评定。另外,颈部等长肌力测试方法在临床中应用相对成熟,而颈部等速肌力测试临床应用却较少,所以其精确性和可靠性还有待进一步验证。

2 颈部软组织刚度的测量

刚度是材料的重要力学性质之一,是指某种构件或结构抵抗变形的能力,即引起单位变形所需要的应力。对于颈部软组织刚度的定量分析有助于理解颈部肌肉组织在不同病理生理情况下的力学性质的变化。目前关于颈部软组织刚度的测量主要有两种,一种是利用载荷和位移间的关系来反映肌肉组织刚度不同;另一种是利用弹性成像图对肌肉组织刚度进行定量分析。

2.1 利用载荷-位移曲线分析颈部软组织刚度

人体的肌肉和韧带在力学性能上与弹性材料有不同的性质,它们既具有一定的弹性,但其内部也有一定的黏滞阻力,所以它们属于黏弹性材料,在力学上具有应力松弛、蠕变、非线性的载荷-位移关系和载荷-位移曲线滞后等特点。利用这些力学特点可以对软组织局部的刚度进行对比分析,如对软组织载荷-位移曲线和阻尼自由振动衰减^[13]的观察。目前较为常用的是载荷-位移曲线,该方法在判断肌肉顺应性和痉挛程度表现出了良好的信度^[14]。Wong 等^[15]将载荷-位移曲线上最大加载的力(60 N)和位移的比值作为终末刚度,5 N 和 60 N 间的斜率作为总体刚度,利用局部软组织的终末刚度和总体刚度两个值对脊柱刚度进行分析。赵勇等^[16]使用软组织张力计对测试点均匀的加载力量,到最大位移,再均匀的卸

载力量,此时,加载和卸载的张力-位移曲线形成一个闭合曲线,通过计算加载一定的力时的位移量评价局部软组织的弹性变化。也有人将测试探头垂直置于测试点,使用固定的测试压力,迅速下压,探头可自动记录肌肉组织受压时产生的载荷-位移曲线,通过测算出曲线下面积,判断肌肉顺应性和痉挛程度^[17]。

颈部局部软组织刚度的测量一般选择颈部静息状态下测量。静息状态下对软组织刚度进行测量可以避免神经冲动对肌肉张力的影响。在病理状态下,颈部肌肉的张力异常增大,会对周围组织,如神经、血管等产生牵伸、压迫,引起继发的一系列的病理生理变化,最终导致局部软组织的张力性疼痛。由于颈部肌肉的起止点易出现疼痛,且疼痛时局部可触及皮下结节,所以这些点常常被作为测试点,如颈椎节段后正中线旁、横突连线等位置^[18-19]。另外,Snodgrass 等^[20]利用载荷-位移曲线观察 C₄ 棘突部位颈部软组织刚度,分析发现颈部不同体位会引起颈部刚度变化。所以在对颈部软组织局部刚度测量时,颈部所处的状态和体位应该标准化,这些有助于颈部局部软组织刚度测量的准确性。

另外,有学者认为颈部整体的刚度能反映整个颈椎的柔韧性,他们利用自行研制的颈椎刚度测量仪,在中立位固定锁定两个旋转轴,通过扭力扳手对第三轴纯扭矩进行加载,描记伸、屈、旋转和侧屈运动的颈椎载荷-位移曲线,观察颈椎各向运动不同角位移的即刻刚度变化^[21]。

2.2 利用弹性成像图分析颈部软组织刚度

弹性成像是一种以震荡机械波传播特点和组织力学特性间的关系为基础的测量组织刚度的一种方法,是根据人体不同组织弹性系数的不同特征成像的一种新技术。该方法最早运用于乳腺疾病的检查,近年来已开始应用于定量测量骨骼肌的刚度变化,由成像形式的不同分成不同种类,超声弹性成像和核磁超声弹性成像^[22]最为常用。目前已有关于超声弹性成像技术运用于颈部刚度测量的报道。

Ballyns 等^[23]利用弹性成像方法对颈部软组织进行剪切模量的定量分析,发现有颈部疼痛和肌筋膜扳机点的患者的扳机点部位及周围肌肉组织的异质性会增高,并认为该方法能够定量的描述骨骼肌的黏弹性。他们还利用超声成像技术对慢性颈痛患者上斜方肌肌筋膜扳机点进行分析,发现同正常人和没有被影响的肌肉比较,扳机点部位在结构上更均匀,而在刚度上不均匀,认为超声弹性技术可能是一种客观评价和扳机点相关的软组织特性方法^[24]。

总之,弹性成像技术不仅能够利用图像显示不

同组织的弹性差异,还可以对皮下组织和肌肉的弹性模量分别进行量化分析,而利用载荷-位移曲线评价局部软组织刚度时,却不能区分不同组织间的刚度差别。不过弹性成像技术很难通过分析颈部整体的刚度来观察颈椎柔韧性的不同。另外,弹性成像技术作为一种新的技术,关于颈部软组织刚度测量的方法上还有待进一步提高,只有这样该技术才能更好的应用于临床。

3 展望

颈部肌肉的生物力学测试对预防颈椎病的发生、了解患者的病情、制定诊疗方案和评价疗效等方面有重要意义。颈部肌力和软组织刚度测试常常是颈部生物力学测试的两个方面。目前关于它们的测试方法比较多,单一的测试方法由于其自身的特点,往往不能较好地反映颈部软组织生物力学的变化,而多种测试方法的联合运用对肌力和软组织刚度等的评价可能会有更好的效果。另外,等速肌力测试、弹性成像技术等测试方法,在测量肌力和软组织刚度方面有一定的优越性,近年来逐渐被应用到颈部软组织的生物力学测试上来,但这些测试方法在信度和效度等方面还有待进一步验证。除此,目前关于颈部肌肉数学模型的研究还比较少,这种模型的建立有助于处理复杂载荷下的复杂材料与结构的生物力学变化,具有简便、经济等诸多优点^[25]。颈部肌力和软组织刚度测试如果能提供更可靠和量化的数据,有效的数学模型将更容易建立。

参考文献

- [1] 褚毅晖. 康复评定学[M]. 上海:上海科技出版社,2008:29-33. Chu YH. Evaluation of Rehabilitation[M]. Shanghai:Shanghai Science and Technology Press,2008:29-33. Chinese.
- [2] Dvir Z. Grade 4 in manual muscle testing; the problem with submaximal strength assessment[J]. Clin Rehabil,1997,11(1):36-41.
- [3] Greary K, Green BS, Delahunt E. Effects of neck strength training on isometric neck strength in rugby union players[J]. Clin J Sport Med,2014,24(6):502-508.
- [4] Christy L, Collins EN, Fletcher SK, et al. Neck strength: a protective factor reducing risk for concussion in high school sports[J]. J Prim Prev,2014,35(5):309-319.
- [5] Torne B, Andersen L, Skotte JH, et al. Test-retest repeatability of strength capacity, aerobic power and pericranial tenderness of neck and shoulder muscles in children-relevant for tension-type headache [J]. J Pain Res,2013,6(8):643-651.
- [6] Vernon H, Tran S, Soave D, et al. Simulated malingering in the testing of cervical muscle isometric strength[J]. J Back and Musculoskeletal Rehabil,2010,23(3):117-127.
- [7] Almosnino S, Pelland L, Stevenson JM. Retest reliability of force-time variables of neck muscles under isometric conditions[J]. J Athl Train,2010,45(5):453-458.
- [8] 黄曹,钟红刚,周卫,等.健康国人颈部功能肌群等长肌力测试[J].中国伤残医学,2011,19(6):19-21.
- [9] Halvorsen M, Abbott A, Peolsson A, et al. Endurance and fatigue characteristics in the neck muscles during sub-maximal isometric test in patients with cervical radiculopathy[J]. Eur Spine J,2014,23(3):590-598.
- [10] Webber SC, Porter MM. Reliability of ankle isometric, isotonic, and isokinetic strength and power testing in older women[J]. Phys Ther,2010,90(8):1165-1175.
- [11] Olivier PE, Du Toit DE. Isokinetic neck strength profile of senior elite rugby union players[J]. J Sci Med Sport,2008,11(2):96-105.
- [12] 朱广清,房敏,沈国权,等.手法对颈椎病患者颈肌力学性能及疲劳程度影响研究[J].中国骨伤,2012,25(1):18-21. Zhu GQ, Fang M, Shen GQ, et al. Effects of manipulation on mechanical properties of cervical and degree of fatigue in patients with cervical spondylosis[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma,2012,25(1):18-21. Chinese with abstract in English.
- [13] Chuang LL, Wu CY, Lin KC. Reliability, validity, and responsiveness of myotonometric measurement of muscle tone, elasticity, and stiffness in patients with stroke[J]. Arch Phys Med Rehabil,2012,93(3):532-540.
- [14] Rydahl SJ, Brouwer BJ. Ankle stiffness and tissue compliance in stroke survivors: a validation of Myotonometer measurements[J]. Arch Phys Med Rehabil,2004,85(10):1631-1637.
- [15] Wong AY, Kawchuk G, Parent E, et al. Within-and between-day reliability of spinal stiffness measurements obtained using a computer controlled mechanical indenter in individuals with and without low back pain [J]. Man Ther,2013,18(5):395-402.
- [16] 赵勇,方维,闫安,等.肩胛肌筋膜炎软组织张力与颈椎生理曲度改变相关性探讨[J].中国骨伤,2014,27(5):376-378. Zhao Y, Fang W, Yan A, et al. Discussion on relationship between soft tissue tension and cervical physiological curvature change of patients with scapular muscle fasciitis[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma,2014,27(5):376-378. Chinese with abstract in English.
- [17] 曾贵刚,李峻,张中,等.患侧胫骨前肌静息状态下横向弹力的随机对照:推拿结合低强度脉冲超声波能够缓解疲劳性膝痛吗[J].中国组织工程研究与临床康复,2010,14(33):6117-6120. Zeng GG, Li J, Zhang Z, et al. A randomized and controlled study of resting-state transverse elasticity of the tibialis anterior muscle on the affected side: Can Tuina massage combined with low-intensity pulsed ultrasound release fatigue tibial pain[J]. Zhongguo Zu Zhi Gong Cheng Yan Jiu Yu Lin Chuang Kang Fu,2010,14(33):6117-6120. Chinese.
- [18] Snodgrass SJ, Rivett DA, Robertson VJ. Measuring the posteroanterior stiffness of the cervical spine[J]. Man Ther,2008,13(6):520-528.
- [19] 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].中国中医骨伤科杂志,2006,14(2):18-20. Zhou W, Huang C, Zhong HG, et al. The clinical study of the stress-strain curve of local soft tissue in subjects with acute neck pain[J]. Zhongguo Zhong Yi Gu Shang Ke Za Zhi,2006,14(2):18-20. Chinese.

- [20] Snodgrass SJ, Rhodes HR. Cervical spine posteroanterior stiffness differs with neck position[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2012, 22(6):829-834.
- [21] 陈维善, 王立性, 陈其昕. 人体颈椎三维运动及刚度测试仪的研制和应用[J]. 中国运动医学杂志, 2001, 20(3):283-286.
Chen WS, Wang LX, Chen QX. The development of the 3-D motion and stiffness of the cervical spine measuring equipment and its application[J]. Zhongguo Yun Dong Yi Xue Za Zhi, 2001, 20(3):283-286. Chinese.
- [22] Green MA, Geng G, Qin E, et al. Measuring anisotropic muscle stiffness properties using elastography[J]. NMR Biomed, 2013, 26(11):1387-1394.
- [23] Ballyns JJ, Turo D, Otto P, et al. Office-based elastographic technique for quantifying mechanical properties of skeletal muscle[J]. J Ultrasound Med, 2012, 31(8):1209-1219.
- [24] Turo D, Otto P, Shah JP, et al. Ultrasonic characterization of the upper trapezius muscle in patients with chronic neck pain[J]. Ultrasound Imaging, 2013, 35(2):173-187.
- [25] Cronin DS. Finite element modeling of potential cervical spine pain sources in neutral position low speed rear impact[J]. J Mech Behav Biomed, 2014, 33(5):55-66.

(收稿日期:2015-03-19 本文编辑:李宜)

深静脉血栓形成动物模型的制备方法研究进展

金浪¹, 李勃¹, 杨光²

(1. 上海中医药大学附属岳阳中西医结合医院骨伤科, 上海 200437; 2. 天津中医药大学第一附属医院骨伤科, 天津 300193)

【摘要】 深静脉血栓是骨科术后一种常见且严重的并发症, 具有高发病率及致死率的特点, 有关形成机制及治疗等方面的研究越来越受到学者们的重视。建立深静脉血栓动物模型可以更进一步探索血栓形成或溶解的病理过程, 是研究体内经静脉血栓形成发病机制和评价各种治疗方法的重要手段。目前深静脉血栓动物模型的制备方法较多, 且各具特点, 但尚缺乏一种统一的、标准的造模方法。

【关键词】 深静脉血栓; 动物模型; 制备方法

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2015.08.023

Progress on preparation methods of animal model of deep venous thrombosis JIN Lang, LI Bo, and YANG Guang. Department of Orthopaedics, Yueyang Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200437, China

ABSTRACT Deep venous thrombosis is a common and serious complication after orthopedics operation, with the characteristics of high incidence rate and death rate, its formation mechanism and the treatment is becoming more and more attention of scholars. Establishment of animal model of deep venous thrombosis can further explore the pathological process of thrombosis or dissolution, is an important means to research of thrombosis mechanism and evaluation of therapeutic method. This review discussed the basic principle of deep venous thrombosis, the selection of experimental animals and making method of animal models.

KEYWORDS Deep venous thrombosis; Animal models; Preparation method

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2015, 28(8):775-779 www.zggszz.com

深静脉血栓(deep venous thrombosis, DVT)是在深静脉形成的血栓, 常形成于下肢或骨盆部位深处的静脉, 有时也形成于上肢的静脉。DVT 出现时一般情况下四肢会疼痛、肿大、发红、发热, 可能使浅静脉胀大, 但有时也可能没有任何症状, 近年研究表明, 无症状的 DVT 在临床中并不少见。DVT 带来的最严重的并发症是血栓脱落并进入肺部从而引起肺栓塞

(pulmonary embolism, PE)。DVT 是骨科术后一种常见且严重的并发症, 多见于下肢手术和创伤, 有研究表明, 术前未采取任何预防措施的情况下, 全髋关节置换术后 DVT 发生率高达 40%~60%, 骨科大手术后 DVT 发生率约为 43.2%^[1]。DVT 与 PE 统称为静脉血栓栓塞疾病(venous thromboembolic disease, VTE), 严重危害人类的健康, 在美国, 每年约有 900 000 人次患该病, 数十万人因此住院治疗, 其中 1/3 因 VTE 而死亡^[2]。DVT 具有高发病率及高致死率的特点, 有关形成机制及治疗等方面的研究越来越

通讯作者: 李勃 E-mail: libo72@126.com

Corresponding author: LI Bo E-mail: libo72@126.com