

家兔小腿三头肌内神经和血管分布的研究

陈刚¹, 江华^{1*}, 林子豪¹, 党瑞山²

(1. 第二军医大学长征医院整形外科, 上海 200003; 2. 基础医学部解剖学教研室, 上海 200433)

[摘要] **目的:**通过对家兔小腿三头肌内神经、血管分布关系的研究,探讨如何选择和切取理想的部分肌肉移植重建运动功能的方法。**方法:**家兔一侧的小腿三头肌完整剥离后用 Sihler's 染色法行肌内神经的染色,同时另一侧行 30% 硫酸钡乳胶混悬液血管灌注并进行钼靶摄片。而后对照观察神经、血管在肌肉内分布的关系。**结果:**经 Sihler's 染色,家兔的一侧小腿三头肌肌质呈透明或半透明状,肌肉外形完整,肌肉内各级神经分支被染成蓝紫色,清晰可见神经在肌肉内的分布。兔小腿三头肌分为 3 个神经肌肉室,腓肠肌外侧头可再分为 3 个亚部。经软 X 线摄影后的小腿三头肌,清晰可见肌肉内血管的分布,神经和血管分支在肌内的分布区域大致吻合。**结论:**Sihler's 染色可以显示兔小腿三头肌肌内神经分布的原始三维图像,结合肌内的血管造影,可直观地观察肌内神经和血管分布的关系。根据神经血管在肌内分布的不同情况,可将其分为不同的亚单位即肌亚部,作为独立的功能单位。按肌亚部设计取材,适宜于肌肉部分移植手术的要求。

[关键词] 肌内神经分布;血管造影;神经肌肉室;希勒染色;小腿三头肌

[中图分类号] R 323.72 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2005)01-0038-03

Study on neural and vascular distribution in triceps surae of rabbits

CHEN Gang¹, JIANG Hua^{1*}, LIN Zi-hao¹, DANG Rui-shan² (1. Department of Plastic Surgery, Changzheng Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200003, China; 2. Department of Anatomy, College of Basic Medical Sciences, Second Military Medical University, Shanghai 200433)

[ABSTRACT] **Objective:** To study the neural and vascular distribution in the triceps surae of rabbits for reconstructing the muscles of motor function. **Methods:** Triceps surae on one side was stained with the standard method of Sihler's nerve staining, and the blood vessels on the other side were injected with a mixture of 30% barium sulfate and gelatin, and then they were X-photographed. The resulting pictures were compared to study the intramuscular nerve and blood vessel distribution. **Results:** Tricep surae on the first side became transparent or semi-transparent, and its shape kept intact after being stained. The intramuscular nerve branches were clearly visualized after being stained. The muscle was divided into 3 neuromuscular compartments and Lateral gastrocnemius (LG) was subdivided into 3 subunits. The intramuscular vascular configuration on the other side was also clear on soft X-ray films. The distribution maps of the nerves and blood vessels were grossly consistent. **Conclusion:** Sihler's nerve staining is able to show the original 3-dimensional picture of the intramuscular nerve branches in the triceps surae of rabbits and can be used to observe the relation between the blood vessels and nerves in the muscle in combination with intramuscular angiography. According to the neurovascular distribution, tricep surae of rabbits can be divided into different subunits (compartments) as independent function units. The design and application of the subunit as a compartment can meet the need of muscular function after transplantation.

[KEY WORDS] intramuscular nerve distribution; angiography; neuromuscular compartment; Sihler's staining; striceps surae

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2005, 26(1): 38-40]

带血管神经的肌肉移植目前仍然是重建手和面部等运动功能缺失的有效手术方法,临床上理想的供肌应具备两个条件,即供肌能提供受区所需的足够肌力和肌收缩幅度,同时,肌肉切取后又不至于引起供区的功能障碍。根据重建的部位,选择不同的肌肉做部分移植,可满足上述两者的要求。如何切取部分肌肉重建运动功能仍然是整形外科和其他相关学科长期探讨的问题^[1-5]。本研究通过采用 Sihler's 染色结合动脉血管造影法研究家兔小腿三

头肌内神经和血管的走行、分支和分布规律,为进一步研究人体骨骼肌内神经和血管走行、分布及其相互关系,以及为临床肌肉部分移植手术的开展提供实验形态学的基础。

[作者简介] 陈刚(1971-),男(汉族),博士,主治医师。
E-mail: njcg110@163.com

* Corresponding author. E-mail: dosjh@sh163c.sta.net.cn

1 材料和方法

1.1 实验动物 成年的新西兰白兔3只,平均体质量(3.0 ± 0.5)kg,由第二军医大学实验动物中心提供。

1.2 实验方法 3%戊巴比妥钠溶液按1.5 ml/kg,行腹腔内注射麻醉。麻醉成功后,开胸行左心室主动脉插管,5%的枸橼酸钠生理盐水灌注,待右心房流出清澈液体后,停止灌注。完整切取,保留肌肉外神经干,平铺于玻璃容器中,加入10%甲醛溶液固定,待行Sihler's染色。切取一侧的小腿三头肌后即刻从腹主动脉插管至另一侧后肢的髂外动脉,注入30%的硫酸钡乳胶混悬液后,入10%甲醛溶液固定2周。

1.2.1 肌内神经染色及观察 兔一侧的小腿三头肌采用Sihler's肌内神经染色法,待标本固定4周后,经除色素、脱钙、染色、中和、透明等一系列处理。透明后的标本用数码相机进行拍照,然后对肌内神经的走行和分布进行观察和记录。

1.2.2 肌内动脉造影及钼靶摄片 在固定2周后的兔另一侧后肢,解剖游离小腿三头肌及其肌外动脉,肌外血管保留1~2 cm,将肌肉和血管一起离断,展平肌肉后,置于型号Toshibakxo-30R钼靶X线机下摄片,将成像储存于计算机中或洗印出片后在X线片上对肌内动脉的走行分布进行观察,并与对侧肌内神经Sihler's染色照片进行对照观察。

2 结果

2.1 小腿三头肌的形态 家兔的小腿三头肌和人的小腿三头肌相似,由浅层的腓肠肌内、外侧头和深层的比目鱼肌组成。

2.2 肌内神经分布 Sihler's染色后,小腿三头肌呈透明或半透明状,其外形完整,肌束的走行方向肉眼可见。肌内的神经各级分支被染成深蓝色。小腿三头肌的各神经肌支均发自胫神经,以3个一级分支由肌的上端深面分别进入腓肠肌内、外侧头和比目鱼肌。各肌的神经在肌内发出数条二级分支走向肌肉的远端,沿途再发出数级分支。肌内的各级神经分支相互交织吻合,形成神经网络。分支密集处呈深蓝色(图1A)。

2.2.1 腓肠肌外侧头神经 神经入肌后很快分成独立的3支,分别支配不同的区域,各神经分支呈树枝状分布,各级分支进一步交织吻合。

2.2.2 腓肠肌内侧头神经 一级分支较粗,在距肌门不远处发出内外侧支由内向外排列,外侧支再

分2支与肌边缘平行走向肌远端,内侧支再分的2支呈Y形分布于肌的上半部,随后二级分支进一步分支并相互交织。

2.2.3 比目鱼肌神经 分支大多在肌肉的近端,往往与外侧头支共干,由比目鱼肌的上部入肌,其主干较长,在肌质内下行贯行于肌肉的全长。主干向两侧分支,约在肌的中部,向内侧发出一个较长的分支。

2.3 肌内的血管分布 兔小腿三头肌血供主要由腓动脉发出,腓动脉由肌肉上端深面入肌,一般发出2~4支^[6],入肌后亦发出数支二级分支走向肌的远端,肌内各分支间有吻合支,形成动脉网。与Sihler's染色的肌内神经对照观察,发现本组实验中肌内动脉的走行和分布区域与肌内神经走行基本一致(图1B)。



图1 家兔小腿三头肌 Sihler's 肌内神经染色(A)和血管造影分布图(B)

Fig 1 Sihler's staining of rabbit triceps surae intramuscular nerve branches(A) and the arteriogram of intramuscular vascular branches(B)

2.3.1 腓肠肌外侧头动脉 其分支入肌后不久,又发出3个独立的分支,沿肌纤维纵向分布于不同的区域,沿途发出分支,分支间有细小的吻合支交织成网状。

2.3.2 腓肠肌内侧头动脉 其分支入肌后不久,即发出数个2级分支由内向外侧方向分布,内侧支呈Y形分布于肌的上半部,基本与神经分布区域一致。

2.3.3 比目鱼肌动脉 与腓肠肌外侧头动脉共干分离后,沿肌纤维纵向走行分布,沿途发出数个分

支,另外有一动脉分支在肌中部入肌并与肌纤维呈纵向走行分布于肌的下半部,与其他动脉分支相互吻合。

另外,腓动脉发出的腓肠皮动脉沿肌肉纤维方向贯行于肌的中央走向肌的远端,沿途发出数个营养肌支入肌。

3 讨论

20世纪70年代,Letbetter^[7]和English等^[8]首次提出了肌亚部化(compartmentalization)的概念,并定义肌亚部(compartment)是神经分支在进入肌门后发出的一级分支所分布的肌肉纤维排列方向相同、功能上具有相对独立的肌肉实体。临床上进行游离肌肉移植时,应按肌亚部设计取材,既顾全了肌的神经、血供,又考虑了肌功能的完整性,使其更适宜于移植部位对肌肉功能的要求。

家兔小腿三头肌是一块形态较为复杂的肌肉,曾有人用大体解剖法和乙酰胆碱酯酶染色法发现腓肠肌外侧头可分为3个亚部,各亚部都含一个独立的运动终板带^[9]。Liu等^[10]用Sihler's染色法重建了小腿三头肌肌肉神经分布的原始三维图像,发现小腿三头肌由3条主要的神经支配,每一个神经支配区域都有着不同的肌纤维数量。

本实验结果表明,根据肌肉内神经和血管的分布,兔的小腿三头肌分为3个独立的肌亚部,其中腓肠肌外侧头可再分为内、中、外三个亚部,与张潜等^[11]的研究结果相同。此研究结果对外科医生确定新的功能性肌肉移植供区可能会有以下启发:(1)神经血管呈纵向排列,有利于纵向劈开肌肉;(2)根据神经血管在肌肉内分布的不同范围,可将其分为不同的亚单位,作为独立的功能单位,进行精细的修复重建;(3)最大限度保留了供区的肌肉功能。

以往的研究表明,每个神经肌肉室在刺激下,只是独立地产生功能,其相互之间无联系^[12,13],而本实验表明,肌肉内不同的神经分支之间存在大量的吻合。神经在不同的肌肉室之间存在交叉支配。类似的血管之间的吻合方式,Taylor等^[14]已有报道。

总之,Sihler's染色能成功地重现肌内神经分布的原始三维图像,再结合肌内血管造影,显示肌内血管的分布情况,直观地观察肌内神经和血管的关系。将此方法应用于研究人体的肌肉将有助于指导选择和切取部分肌肉,避免损伤,充实了肌肉内神经

和血管关系的研究,保证肌肉移植后具有正常的神经支配和功能恢复及供区功能的有效维持。

[参考文献]

- [1] Lim AM, Kumar VP, Hua J, et al. The Neuromuscular compartments of the flexor carpi ulnaris[J]. *Plast Reconstr Surg*, 1999,103(3):1046-1052.
- [2] Yang D, Morris SF. Neurovascular anatomy of the rectus femoris muscle related to functioning muscle transfer[J]. *Plast Reconstr Surg*, 1999,104(1):102-106.
- [3] Godat DM, Sanger JR, Lifchez SD, et al. Detailed neurovascular anatomy of the serratus anterior muscle: implications for a functional muscle flap with multiple independent force vectors[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2004,114(1):21-29.
- [4] Loh EY, Agur AM, McKee NH. Intramuscular innervation of the human soleus muscle: a 3D model[J]. *Clin Anat*, 2003,16(5):378-382.
- [5] Aung HH, Sakamoto H, Akita K, et al. Anatomical study of the obturator internus, gemelli and quadratus femoris muscles with special reference to their innervation[J]. *Anat Rec*, 2001, 263(1):41-52.
- [6] 那毅,李天锡,张玉红,等.家兔背阔肌、后斜方肌、股薄肌和小腿三头肌动脉血管构筑的初探[J].首都师范大学学报(自然科学版),1999,20(2):70-76.
- [7] Letbetter WD. Influence of intramuscular nerve branching on motor unit organization in medial gastrocnemius muscle[J]. *Anat Rec*, 1974, 178(1): 402-411.
- [8] English AW, Letbetter WD. A histochemical analysis of identified compartments of cat lateral gastrocnemius muscle[J]. *Anat Rec*, 1982,204(2):123-130.
- [9] 薛黔,李名扬,李志义,等.家兔小腿三头肌肌亚部分和运动终板分布的观察[J].解剖学杂志,1994,17(3):271-274.
- [10] Liu J, Kumar VP, Shen Y, et al. Modified Sihler's technique for studying the distribution of intramuscular nerve branches in mammalian skeletal muscle[J]. *Anat Rec*, 1997, 247(1):137-144.
- [11] 张潜,薛黔.家兔小腿三头肌肌内神经分布研究[J].遵义医学院学报,2002, 25(5):397-399.
- [12] Lau Hk, Liu J, Pereira VP, et al. Fatigue reduction by sequential stimulation of multiple motor points in a muscle[J]. *Clin Orthop*, 1995,321(1):251-258.
- [13] Liem RS, Douwe Van, Willigen J. In toto staining and preservation of peripheral nervous tissue[J]. *Stain Technol*, 1988, 63(2):113-120.
- [14] Taylor GI, Minnabla T. The angiotomes of the mammals and other vertebrates[J]. *Plast Reconstr Surg*, 1992, 89(2):181-215.

[收稿日期] 2004-07-15

[修回日期] 2004-10-18

[本文编辑] 贾泽军,邓晓群