

肌释扼定律

侯志勇^{1,2,3} 王鑫贵^{1,2,3} 尹英超^{1,2,3} 张瑞鹏^{1,2,3} 王玲^{1,2,3} 冯琛^{1,2,3} 邢欣^{1,2,3} 郭家良^{1,2,3}
金霖^{1,2,3} 郭骏飞^{1,2,3} 高泽^{1,2,3} 张英泽^{1,2,3}

¹河北医科大学第三医院创伤急救中心, 石家庄 050051; ²河北省骨科研究所, 石家庄 050051; ³河北省骨科生物力学重点实验室, 石家庄 050051

通信作者: 侯志勇, Email: drzyhou@gmail.com, 电话: 18533112800

【摘要】 骨筋膜间隔综合征为骨科医师所熟知, 临床上比较常见。由于其临床后果较为严重, 临床医师极为重视, 经常急诊行筋膜室减压手术。笔者回顾了过去多位学者提出的筋膜室减压阈值的文献, 讨论了骨筋膜间隔综合征临床诊断中存在的问题, 尤其是作为急诊减压手术指征的压力阈值标准不一。通过临床观察发生张力性水疱的小腿骨折患者, 发现肢体筋膜压力随着水疱的出现锐减, 其肿胀程度随着水疱的出现逐渐消退, 疼痛、麻木等临床表现也逐渐缓解。基于筋膜室减压的各种阈值的不确切性和自我减压现象, 首次提出“肌释扼定律”、“肌扼压综合征”等概念, 笔者认为筋膜室内压力到一定程度, 筋膜通过某些未知机制可实现自我减压, 不存在筋膜间隔综合征。并强调肌扼压综合征应与挤压综合征和急性肢体血管损伤造成的肌肉软组织坏死等严格区分开来, 提供更精准的治疗。笔者认为, 肌扼压综合征在没有外来限制筋膜室容积措施的干预, 如石膏、夹板、加压绷带等情况下, 其会通过张力性水疱释放筋膜室内过高的压力, 达到自我减压, 不需要人为切开筋膜。

【关键词】 筋膜间隔综合征; 水疱; 肌释扼定律

基金项目: 国家自然科学基金(81572162)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2019.01.015

Myofascial self-release law

Hou Zhiyong^{1,2,3}, Wang Xingui^{1,2,3}, Yin Yingchao^{1,2,3}, Zhang Ruipeng^{1,2,3}, Wang Ling^{1,2,3}, Feng Chen^{1,2,3}, Xing Xin^{1,2,3}, Guo Jialiang^{1,2,3}, Jin Lin^{1,2,3}, Guo Junfei^{1,2,3}, Gao Ze^{1,2,3}, Zhang Yingze^{1,2,3}

¹Department of Orthopaedic Surgery, Third Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050051, China;

²Orthopaedic Research Institution of Hebei Province, Shijiazhuang 050051, China; ³Key Laboratory of Orthopaedic Biomechanics of Hebei Province, Shijiazhuang 050051, China

Corresponding author: Hou Zhiyong, Email: drzyhou@gmail.com, Tel: 0086-18533112800

【Abstract】 Osteofascial compartment syndrome (OFCS) is clinically common and is well known to orthopedic surgeons. Clinicians attach great importance to OFCS because of its severe clinical consequences, and decompression of fascial compartment is often performed in emergency treatment. This article reviews the literature on the threshold of fascial compartment decompression proposed by many scholars in the past and discusses the problems in the clinical diagnosis of acute compartment syndrome, especially the inconsistent pressure thresholds as the indication for emergency decompression surgery. By observing calf fractures patients with tension blister, we found that the pressure of fascia decreased sharply upon the appearance of blisters. Meanwhile, the swelling gradually subsided as well as the clinical manifestations of pain and parasthesia. In view of the uncertainty of various thresholds of fascial decompression and self-decompression, the concepts of myofascial self-release law and muscle-swelling syndrome were first proposed. The author believes that when intracompartmental pressure rises to a point, some unknown mechanisms of fascia can achieve self-decompression. Therefore, no compartment syndrome will take place. We also emphasize that the ‘muscle-swelling syndrome’ should be strictly distinguished from the soft tissue necrosis caused by crush syndrome and acute limb vascular injury, so as to provide more precise treatment. We believe that without external restrictions such as casts, splints and compression bandages, the muscle-swelling syndrome can achieve self decompression by

releasing the pressure in the compartment through tension blisters, and there is no need for fasciotomy.

【Key words】 Compartment syndromes; Blister; Myofascial self-release law

Fund program: National Natural Science Foundation of China (81572162)

DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2019.01.015

急性骨筋膜间隔综合征,又称为急性肌间隔综合征,1881 年 von Volkmann^[1]首先完整报告了急性骨筋膜间隔综合征引起的前臂肌肉缺血性挛缩,后来被称之为 Volkmann 缺血性肌挛缩。1975 年, Matsen^[2]总结了筋膜间隔综合征的一般定义:在骨与筋膜形成的密闭空间内,组织的功能和血液循环由于压力升高而受损,进一步引起筋膜室内的肌肉和神经损伤的现象称为急性筋膜间隔综合征。传统观点认为筋膜没有弹性,筋膜室是一个封闭的空间^[2],由于筋膜室内容物的增加,压迫毛细血管壁,组织缺血缺氧,渗出增加,压力逐渐升高,反过来又加重了组织缺血缺氧和组织肿胀,进入一个恶性循环。然而,通过临床观察笔者发现一个现象:筋膜间隔综合征的患者症状可自行缓解。这如同一个人用手掐住自己的脖子,他是不可能掐死自己的,在他“自扼”的力量达到一定程度时,大脑意识消失,“自扼”的力量瞬间消失,危险自动解除。因而,笔者在国内外首次提出,肌肉当受到外伤,如撞击、骨折等,由于肌肉组织的肿胀,肌筋膜室内压力达到一定程度时,在没有外来干预如石膏、夹板、加压绷带等限制肢体肿胀的情况下,筋膜通过某些未知机制打开通道,压力会自然释放,就是把肌肉“扼压”那一部分机制自然缓解,笔者团队称之为“肌释扼定律”。

以往认为,造成急性骨筋膜间隔综合征的原因主要分两方面:(1)筋膜室内容物增多,如骨折、软组织损伤、出血、骨科手术、运动疲劳损伤、感染、动脉内注入药物等。而笔者通过临床观察发生张力性水疱的小腿骨折患者,发现肢体筋膜压力不需要减压,而是随着张力性水疱的出现而压力锐减,其肿胀程度随着水疱的出现逐渐消退,疼痛、麻木等临床表现也逐渐缓解。因此,对于这类原因造成的所谓筋膜间隔综合征,由于“肌释扼定律”的存在,可以自我减压。(2)筋膜室容积减小,例如筋膜缺损缝合术后、敷料包扎过紧、石膏、夹板及其他增加筋膜室外在压力的措施。而采用石膏或夹板固定时,这种情况影响了“扼压”的释放,形成一个恶性循环,导

致肌肉坏死、Volkmann 缺血性肌挛缩等。这类现象是外在的束缚使整个肢体受压坏死,不是筋膜间隔的束缚所致,不符合筋膜间隔综合征的定义,也不应该称之为筋膜间隔综合征。笔者基于临床观察曾提出筋膜室“打开”和筋膜室“压力疏散”假说^[3]。经过长期的病例观察,笔者大胆猜测,认为骨筋膜间隔综合征是不存在的,外伤后肌肉组织的肿胀是一种生理现象,会因肌肉和肌腱组织的“肌释扼定律”而自我减压。通过回顾筋膜室切开压力阈值的实验研究,发现学者在制作急性骨筋膜间隔综合征动物模型时,发生过压力维持不住而需要多次或连续向筋膜室内注入晶体液或胶体液的情况^[4],从一个侧面反映了造模所用的液体通过某种途径经筋膜疏散出去。笔者临床观察记录了其压力释放的现象,通过张力性水疱的逐渐增大,肢体组织张力逐渐减低,原先存在的疼痛、麻木等症状也逐渐消退。

关于骨筋膜间隔综合征的诊断标准和治疗措施一直以来困扰着骨科临床医师。骨筋膜间隔综合征是一个进行性发展的临床过程,至于它何时发生,没有一个定论。关于骨筋膜间隔综合征的诊断主要有两方面的策略,一是根据临床表现,包括多个典型症状,如麻木、疼痛尤其是被动牵拉痛等症状进行诊断^[5-7]。然而,单纯利用临床表现诊断筋膜间隔综合征并不可靠。Ulmer^[8]研究发现,临床表现诊断筋膜间隔综合征的阳性预测值仅为 11%~15%,而阴性预测值则为 97%~98%。目前,作为急诊筋膜室减压手术指征的骨筋膜室压力阈值的判定也存在争议。主流观点认为,组织灌注压 ΔP ($\Delta P = \text{舒张压} - \text{筋膜室内压}$) $< 30 \text{ mmHg}$ 即提示骨筋膜间隔综合征的发生,并应行筋膜室切开减压术^[5,9-10]。压力阈值的确定经历了多位学者的研究而确定,自 1951 年 Burton^[11]首次描述毛细血管跨壁压(毛细血管内血压 - 组织压)以来,人们不断探索能造成骨筋膜间隔综合征的压力阈值。Whitesides 等^[12]和 Mubarak 等^[13]在 20 世纪 70 年代将筋膜室测压应用到临床,此后 Matsen 等^[6]、Gelberman 等^[14]分别确定了筋膜

室内绝对压力为 30 mmHg、45 mmHg、50 mmHg 时提示急性骨筋膜间隔综合征的发生。而 Whitesides 等^[12]是首个把关注点转向组织灌注压的,他们通过实验研究认为,当组织压力升高达到低于舒张压的 10 ~ 30 mmHg 时,组织开始发生缺血,需行筋膜室切开减压。后续 Heckman 等^[15]的实验研究表明,筋膜室内压力升高到距平均动脉压 30 mmHg 之内或距舒张压 10 mmHg 之内时可诊断骨筋膜间隔综合征。Matava 等^[16]发现,肌肉组织缺血坏死的阈值是筋膜室压力升高到距舒张压 20 mmHg 以内。目前的主流观点仍以组织灌注压 $\Delta P < 30$ mmHg 作为筋膜室切开标准,以尽可能减小假阴性率^[17]。目前筋膜间隔综合征治疗的最有效方法是筋膜室切开术,切开相应筋膜室长度的皮肤、深筋膜,以释放被压迫的软组织^[9, 18-19]。

笔者认为,基于筋膜室减压指征的各种阈值不确切,存在认知上的误区。以往认为,创伤是急性骨筋膜间隔综合征的最主要病因,其中骨折所占比例最高,文献报道为 34% ~ 36%^[9, 20]。通过查阅文献^[2, 5, 9]发现,如果治疗不当,骨筋膜间隔综合征将会遗留严重后遗症,如小腿前外侧筋膜间隔综合征常导致腓浅神经、腓深神经支配区感觉障碍,晚期可能发展为足下垂,严重影响患者的行走功能和生活质量。在前臂,肌肉纤维化导致手和腕关节的活动范围缩小、肌力下降,还可有爪形手畸形等。由于临床医师对所谓筋膜间隔综合征后果的恐惧,从而导致过度关注作为筋膜室减压手术指征的阈值的研究,阅读文献可以发现存在过度减压、过度治疗。当笔者意识到“肌释扼定律”的存在后,替而代之以的概念是“肌扼压综合征”,即筋膜室内组织,主要是肌肉由于创伤、骨折、出血等原因体积增加,导致筋膜

室内压力蓄积,一定时期压力增加,导致肢体出现短时间内的肿胀、暂时神经功能受损,进而通过自我释压逐渐恢复的表现。

按照传统观点,骨筋膜间隔综合征往往同挤压综合征、Volkman 缺血性挛缩等疾病混为一谈^[2, 7]。笔者认为,受伤瞬间未发生急性坏死的肌肉组织可以自我释压,不会由于骨筋膜间隔综合征发生肌肉组织坏死和 Volkman 缺血性肌挛缩。笔者认为肢体的软组织损伤应大致分为三类来处理,即以骨骼损伤为主的肌扼压综合征、软组织损伤为主的挤压综合征和血管损伤为主的 Volkman 缺血性肌挛缩,这样可以提供更精准的治疗及避免过度减压(表 1)。纳入肌扼压综合征诊断的患者应大致符合以下几项标准:(1)外力作用于软组织未直接造成肌肉组织的急性坏死(除外挤压综合征);(2)没有主要供血动脉损伤(除外 Volkman 缺血性肌挛缩的发生);(3)筋膜室容积未受到外在因素干预(不阻断“肌释扼定律”的进程)。释压现象即筋膜室压力达到一定程度,通过负反馈调节打开某种通路,也可能存在分布于筋膜的的压力敏感通道蛋白,快速缓解了筋膜室内压力。挤压综合征发生后往往受伤瞬间造成肌肉组织的坏死,需要及时手术清除坏死组织以免发生更严重的并发症,Volkman 缺血性肌挛缩则需要早期明确病因,进行血管探查或血运重建,过度的减压也是不必要的。

总之,“肌释扼定律”的提出,可以改变我们对于传统观点筋膜间隔综合征的认识,避免过度减压造成不必要的资源浪费。但是,“肌释扼定律”在筋膜的发生机制和生理变化有待于进一步研究来揭示其中的奥秘。

表 1 三类损伤及其诊断和治疗

损伤类型	疾病进展	诊断	治疗
骨骼为主损伤	疾病进展	多为闭合性骨折患者。(1)外力作用于软组织未直接导致肌肉组织的急性坏死;(2)筋膜室容积未受到干预;(3)没有主要供血动脉损伤	可以观察,给予甘露醇、激素等脱水治疗。禁忌采用石膏、夹板、绷带等限制筋膜室容积措施。
软组织为主损伤	挤压综合征	挤压伤是指四肢、躯干等肌肉丰富的部位遭受重物长时间挤压后造成的以肌肉机械或缺血损伤。严重者在解除挤压后可导致以肌红蛋白尿、高血钾、酸中毒和急性肾功能衰竭为特点的威胁生命的并发症,即挤压综合征	补液,碱化尿液,纠正电解质紊乱,血液滤过,手术清除坏死组织
血管为主损伤	急性肢体缺血性疾病	典型的“5P 征”:疼痛、无脉、苍白、麻木、运动障碍。彩色多普勒超声检查,MRA、CTA 或 DSA 检查	血管探查修复

注:MRA 为磁共振血管成像,CTA 为 CT 血管造影,DSA 为数字减影血管造影

参 考 文 献

- [1] von Volkman R. Die ischämischen Muskellähmungen und Kontrakturen[J]. Centralblatt Chirurg, 1881, 8:801-803.
- [2] Matsen FA 3rd. Compartmental syndromes: an unified concept[J]. Clin Orthop Relat Res, 1975, (113):8-14.
- [3] 王鑫贵, 张瑞鹏, 侯志勇, 等. 关于骨筋膜室综合征的初步研究[J]. 河北医科大学学报, 2018, 39(10):1231-1234. DOI: 10.3969/j.issn.1007-3205.2018.10.029.
- [4] Bloch A, Tomaschett C, Jakob SM, et al. Compression sonography for non-invasive measurement of lower leg compartment pressure in an animal model[J]. Injury, 2017, 49(3):532-537. DOI:10.1016/j.injury.2017.11.036.
- [5] Schmidt AH. Acute Compartment Syndrome[J]. Orthop Clin North Am, 2016, 47(3):517-525. DOI:10.1016/j.ocl.2016.02.001.
- [6] Matsen FA 3rd, Winquist Robert A, Krugmire RB. Diagnosis and management of compartmental syndromes[J]. J Bone Joint Surg Am, 1980, 62(2):286-291.
- [7] Willhoite MR, Moll LH. Early recognition and treatment of impending volkmann's ischemia in the lower extremity[J]. Arch Surg, 1970, 100(1):11-16. DOI: 10.1001/archsurg.1970.01340190013005.
- [8] Ulmer T. The clinical diagnosis of compartment syndrome of the lower leg: are clinical findings predictive of the disorder? [J]. J Orthop Trauma, 2002, 16(8):572-577.
- [9] von Keudell AG, Weaver MJ, Appleton PT, et al. Diagnosis and treatment of acute extremity compartment syndrome[J]. Lancet, 2015, 386(10000):1299-1310. DOI:10.1016/s0140-6736(15)00277-9.
- [10] Masquelet AC. Acute compartment syndrome of the leg: pressure measurement and fasciotomy[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2010, 96(8):913-917. DOI:10.1016/j.otsr.2010.08.001.
- [11] Burton AC. On the physical equilibrium of small blood vessels[J]. Am J Physiol, 1951, 164(2):319-329. DOI:10.1152/ajplegacy.1951.164.2.319.
- [12] Whitesides TE, Haney TC, Morimoto K, et al. Tissue pressure measurements as a determinant for the need of fasciotomy[J]. Clin Orthop Relat Res, 1975, (113):43-51.
- [13] Mubarak SJ, Owen CA, Hargens AR, et al. Acute compartment syndromes: diagnosis and treatment with the aid of the wick catheter[J]. J Bone Joint Surg Am, 1978, 60(8):1091-1095.
- [14] Gelberman RH, Szabo RM, Williamson RV, et al. Tissue pressure threshold for peripheral nerve viability[J]. Clin Orthop Relat Res, 1983, (178):285-291.
- [15] Heckman MM, Whitesides TE Jr, Grewe SR, et al. Histologic determination of the ischemic threshold of muscle in the canine compartment syndrome model[J]. J Orthop Trauma, 1993, 7(3):199-210. DOI:10.1016/0736-4679(93)90662-Q.
- [16] Matava MJ, Whitesides TE Jr, Seiler JG 3rd, et al. Determination of the compartment pressure threshold of muscle ischemia in a canine model[J]. J Trauma, 1994, 37(1):50-58.
- [17] Schmidt AH. Acute compartment syndrome[J]. Injury, 2017, 48 Suppl 1:S22-S25. DOI:10.1016/j.injury.2017.04.024.
- [18] Sheridan GW, Matsen FA 3rd. Fasciotomy in the treatment of the acute compartment syndrome[J]. J Bone Joint Surg Am, 1976, 58(1):112-115.
- [19] Thomas N, Cone B. Acute compartment syndrome in the upper arm[J]. Am J Emerg Med, 2017, 35(3):525 e1-e2. DOI:10.1016/j.ajem.2016.10.029.
- [20] Zhang D, Tarabochia M, Janssen SJ, et al. Acute compartment syndrome in patients undergoing fasciotomy of the forearm and the leg[J]. Int Orthop, 2018. DOI:10.1007/s00264-018-4060-2.

(收稿日期:2019-01-08)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

《中华创伤杂志》关于骨科患者随访时间的要求

随访时间长短是影响临床疗效的重要因素,为了使临床研究的疗效评价更科学、客观,本刊对临床研究论文随访时间的要求如下:采用皮瓣移位修复创面随访时间 > 6 个月,断肢(指)再植功能重建及骨支架修复随访时间 > 12 个月,关节功能重建、脊柱脊髓损伤修复重建的随访时间 > 2 年。随访时间未达以上要求的临床研究论文本刊将限制刊发。