

doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2021.08.024

View this article at: <https://dx.doi.org/10.3978/j.issn.2095-6959.2021.08.024>

## 下肢远端骨折患者超声股四头肌及股动脉血流动力学检测及临床意义

易东春

(四川省骨科医院超声科, 成都 610072)

**[摘要]** 目的: 研究下肢远端骨折患者超声股四头肌及股动脉血流动力学检测水平变化及临床意义。方法: 选取四川省骨科医院2019年4月至2020年6月收治的53例下肢远端骨折患者, 用彩色多普勒超声诊断仪测定患者入院第1、14天健侧与患侧股四头肌的股直肌横截面积、股内侧肌厚度、股外侧肌厚度、股中间肌厚度、股直肌厚度, 股动脉血流动力学包括股动脉舒张末期速度、血流速度、搏动指数、舒张早期反向血流速度及反向血流持续时间及收缩期峰值速度。结果: 入院第14天, 患者健侧与患侧股直肌横截面积、股内侧肌厚度、股外侧肌厚度、股中间肌厚度、股直肌厚度均较入院第1天明显减小, 且患者健侧与患侧比较, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。入院第14天, 患者健侧与患侧舒张末期速度, 平均血流速度均较入院第1天明显上升, 搏动指数、舒张早期反向血流速度及反向血流持续时间均较入院第1天明显降低, 且患者健侧与患侧比较, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ ), 入院第14天, 患者健侧与患侧收缩期峰值速度与入院第1天比较, 差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。结论: 下肢远端骨折卧床制动容易发生废用性肌萎缩, 超声表现以股四头肌横截面积及厚度减小, 股动脉舒张期血流参数变化为主。

**[关键词]** 下肢远端骨折; 超声检查; 股四头肌; 股动脉; 血流动力学

## Clinical significance of ultrasonic detection of quadriceps femoris and femoral artery hemodynamics in patients with distal limb fracture

YI Dongchun

(Department of Ultrasound, Sichuan Provincial Orthopaedic Hospital, Chengdu 610072, China)

**Abstract** **Objective:** To study the changes and clinical significance of ultrasonic detection of quadriceps femoris and femoral artery hemodynamics in patients with distal limb fracture. **Methods:** Fifty-three patients with distal lower extremity fractures in Sichuan Provincial Orthopaedic Hospital from April 2019 to June 2020 were selected for the study. The quadriceps femoris (cross-sectional area of rectus femoris, thickness of medial femoris, thickness of lateral femoris, thickness of medial femoris, thickness of rectus femoris), femoral artery hemodynamics (femoral artery end diastolic velocity, mean blood flow velocity, pulsatility index, early diastolic reverse blood flow velocity

收稿日期 (Date of reception): 2021-03-22

通信作者 (Corresponding author): 易东春, Email: 393654570@qq.com

and reverse blood flow duration, peak systolic velocity) were measured by color Doppler ultrasound diagnostic instrument on the 1st and 14th day after admission. **Results:** On the 14th day of admission, the cross-sectional area of rectus femoris, the thickness of medial femoris, lateral femoris, medial femoris and rectus femoris of the healthy side and the affected side were significantly decreased compared with the first day of admission, and the difference was statistically significant ( $P<0.05$ ). On the 14th day of admission, the end diastolic velocity and average blood flow velocity of the healthy side and the affected side were significantly higher than those on the 1st day of admission, while the pulsatility index, early diastolic reverse blood flow velocity and reverse blood flow duration were significantly lower than those on the 1st day of admission, and the difference was statistically significant ( $P<0.05$ ), there was no significant difference in the peak systolic velocity between the healthy side and the affected side compared with the first day after admission ( $P>0.05$ ). **Conclusion:** Patients with distal limb fracture are very likely to develop disuse muscular atrophy due to the immobilization by lying in bed with the main features of ultrasound in the reduction of cross-sectional area and thickness of quadriceps femoris and change of blood flow parameters of femoral artery in diastolic period.

**Keywords** distal fracture of lower limbs; ultrasonic examination; quadriceps femoris muscle; femoral artery; hemodynamics

下肢远端骨折为下肢骨折的常见类型, 患者术后需长期制动, 卧床时间较长。下肢远端骨折后的长期制动会影响下肢相关肌肉群的肌张力和肌力, 进而明显影响伤肢功能恢复和骨折愈合速度<sup>[1]</sup>。股四头肌为机体最有力、最大的肌肉群之一, 长期卧床制动会导致股四头肌萎缩, 进而使得下肢肌张力和肌力明显降低, 影响膝关节平稳性和下肢功能。研究<sup>[2]</sup>发现: 下肢远端骨折会明显影响患者的日常生活能力, 降低生活质量。因此, 骨折后废用性肌萎缩的防治已成为目前研究的重点。相关研究<sup>[3]</sup>报道: 小鼠后肢被动制动后废用肌肉的力学特征产生了显著变化。又有动物实验<sup>[4]</sup>指出: 小鼠腓肠肌长期制动后的毛细血管容量显著降低, 推测肌肉血液供应变化可致肌肉发生萎缩性改变。超声检查具有操作简便、可重复性高等特点, 通过彩色血流显像能够直观反映动脉血流信号, 有利于肌肉及动脉状态的观察。目前, 临床缺乏超声对骨折后废用性肌萎缩的系统报道, 为进一步研究肌萎缩后相应动脉的血流动力改变状况, 四川省骨科医院对53例下肢远端骨折患者展开研究。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

选择四川省骨科医院2019年4月至2020年6月收治的53例下肢远端骨折患者进行研究。入选标准<sup>[5]</sup>: 1) 单侧膝关节部位以下的闭合性、不稳定性骨折; 2) 无糖尿病、高血压等基础疾病; 3) 均接受切开复位内固定, 需卧床制

动; 4) 住院时间超过14 d患者。排除标准: 1) 合并严重伤, 意识障碍; 2) 下肢血栓、血管受损; 3) 膝关节以上肿胀明显; 4) 既往伴肌肉减少症; 5) 其他骨骼系统病变。53例患者中男32例, 女21例; 年龄22~52( $38.06\pm 3.27$ )岁; 体重指数19~23.5( $21.56\pm 0.44$ )  $\text{kg}/\text{m}^2$ ; 骨折类型: 胫骨干骨折14例, 腓骨骨折11例, 胫腓骨骨折28例; 损伤原因: 车祸36例, 摔伤17例; 患侧部位: 左下肢22例, 右下肢31例。本研究选取患者均知情同意, 并获得本院医学伦理委员会批准认可。

### 1.2 方法

53例患者均进行切开复位内固定术治疗, 术后2周予以支具外固定, 2周后待切口愈合后可在患肢不负重状态下扶拐下地。用彩色多普勒超声诊断仪测定患者入院第1、14天股四头肌和股动脉血流动力学, 高频探头为L12~3, 探头频率为7~10 MHz。1) 股四头肌检查: 指导患者取仰卧位, 保持双腿伸直放松, 避免髌关节内外旋。在髌前上棘和髌骨上缘连线中下1/3处垂直放置线阵探头, 探头指向背侧, 保持声束垂直在股骨体。调节探头位置, 同时显示股中间肌和股直肌, 测定股直肌横截面积、股内外侧肌厚度、股中间肌厚度、股直肌厚度, 均测量3次, 最终取平均值。2) 股动脉: 在下肢股浅动脉处进行横向扫查, 开启彩色多普勒血流成像, 在纵断面截取Doppler频谱。测定髌前上棘和髌骨上缘连线中下1/3处的舒张末期速度、平均血流速度、搏动指数、舒张早期反向血流速度及反向血流持续时间, 收缩期峰值速度。

### 1.3 统计学处理

选用SPSS 18.0软件分析数据。计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示, 比较采用t检验,  $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 健侧与患侧股四头肌情况分析

入院第1天, 患者健侧与患侧股直肌横截面积、股内侧肌厚度、股外侧肌厚度、股中间肌厚度、股直肌厚度比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ); 入院第14天, 患者健侧与患侧股直肌横截面积、股内侧肌厚度、股外侧肌厚度、股中间肌厚度、股直肌厚度均较入院第1天减小( $P < 0.05$ ), 且患者健侧与患侧比较, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ , 表1)。典型病例右患侧股直肌与左健侧股直肌横截面积的对比状况见图1, 右患侧股内侧肌与左健

侧股内侧肌厚度对比状况见图2, 右患侧股直肌和股中间肌与左健侧股直肌与股中间肌厚度对比状况见图3, 右患侧股外侧肌与左健侧股外侧肌厚度对比见图4。

### 2.2 健侧与患侧股动脉血流动力学情况分析

入院第1天, 患者健侧与患侧股动脉舒张末期速度、血流速度、搏动指数、舒张早期反向血流速度及反向血流持续时间, 收缩期峰值速度比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ); 入院第14天, 患者健侧与患侧舒张末期速度、血流速度均较入院第1天上升( $P < 0.05$ ), 搏动指数, 舒张早期反向血流速度及反向血流持续时间均较入院第1天降低( $P < 0.05$ ), 且患者健侧与患侧比较, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ ), 入院第14天, 患者健侧与患侧收缩期峰值速度与入院第1天比较, 差异无统计学意义( $P > 0.05$ , 表2)。

表1 下肢远端骨折患者健侧与患侧股四头肌情况分析( $n=53, \bar{x} \pm s$ )

Table 1 Analysis of quadriceps femoris of healthy side and affected side in patients with distal limb fracture ( $n=53, \bar{x} \pm s$ )

组别	股直肌横截面积/cm <sup>2</sup>		股内侧肌厚度/cm		股中间肌厚度/cm		股直肌厚度/cm		股外侧肌厚度/cm	
	入院第1天	入院第14天	入院第1天	入院第14天	入院第1天	入院第14天	入院第1天	入院第14天	入院第1天	入院第14天
健侧	4.04 ± 0.51	3.46 ± 0.45 <sup>#</sup>	4.06 ± 0.53	3.38 ± 0.45 <sup>#</sup>	1.51 ± 0.20	0.99 ± 0.14 <sup>#</sup>	1.23 ± 0.16	0.97 ± 0.13 <sup>#</sup>	2.18 ± 0.31	1.58 ± 0.22 <sup>#</sup>
患侧	3.95 ± 0.48	3.03 ± 0.36 <sup>#</sup>	4.19 ± 0.48	3.19 ± 0.34 <sup>#</sup>	1.45 ± 0.23	0.93 ± 0.10 <sup>#</sup>	1.28 ± 0.14	0.88 ± 0.09 <sup>#</sup>	2.13 ± 0.33	1.39 ± 0.26 <sup>#</sup>
t	0.936	5.432	1.324	2.453	1.433	2.539	1.712	4.144	0.804	4.061
P	0.352	<0.001	0.189	0.016	0.155	0.013	0.090	<0.001	0.423	<0.001

与入院第1天对比, <sup>#</sup> $P < 0.05$ 。

Compared with the first day after admission, <sup>#</sup> $P < 0.05$ .

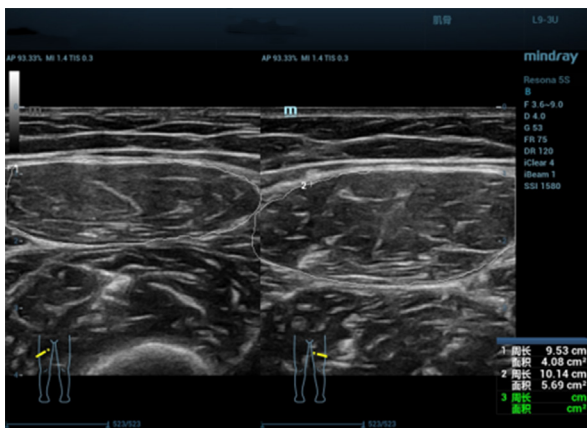


图1 右患侧股直肌与左健侧股直肌横截面积对比

Figure 1 Comparison of cross sectional area between right (affected) side and left (healthy) side

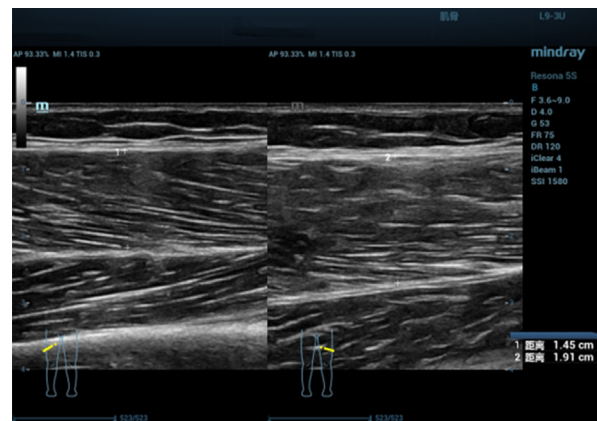


图2 右患侧股内侧肌与左健侧股内侧肌厚度对比

Figure 2 Comparison of the thickness of medial femoris muscle between right (affected) side and left (healthy) side

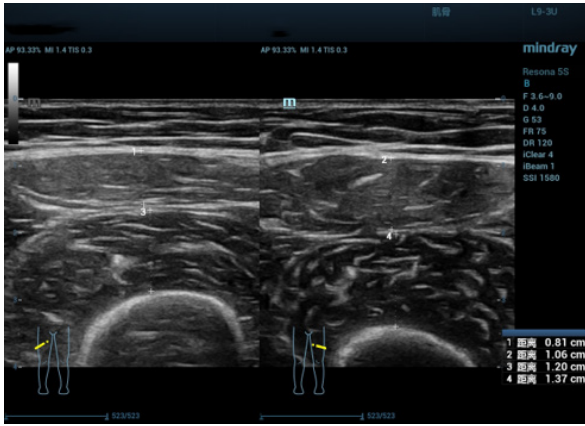


图3 右患侧股直肌和股中间肌与左健侧股直肌与股中间肌厚度对比  
Figure 3 Comparison of the thickness of rectus femoris and vastus intermedius between right (affected) side and left (healthy) side

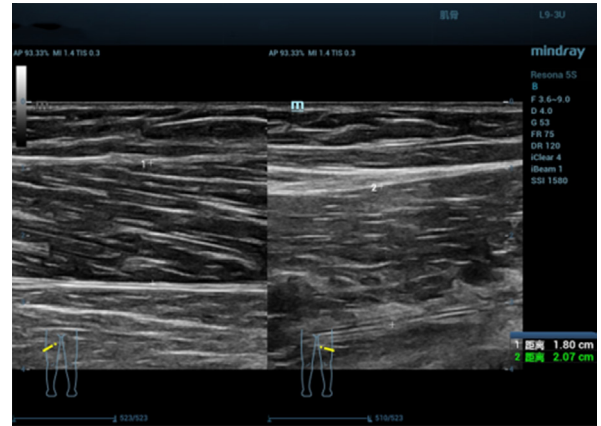


图4 右患侧股外侧肌与左健侧股外侧肌厚度对比  
Figure 4 Comparison of the thickness between right (affected) side and left (healthy) side

表2 下肢远端骨折患者健侧与患侧股动脉血流动力学情况分析( $n=53, \bar{x} \pm s$ )

Table 2 Analysis of hemodynamics of healthy side and affected side of femoral artery in patients with distal limb fracture ( $n=53, \bar{x} \pm s$ )

组别	舒张末期速度/( $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ )		血流速度/( $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ )		搏动指数	
	入院第1天	入院第14天	入院第1天	入院第14天	入院第1天	入院第14天
健侧	$7.17 \pm 0.81$	$8.25 \pm 1.03^a$	$21.86 \pm 2.79$	$23.23 \pm 3.26^a$	$5.38 \pm 0.67$	$4.75 \pm 0.62^a$
患侧	$7.01 \pm 0.84$	$9.42 \pm 1.36^a$	$22.27 \pm 2.55$	$24.65 \pm 3.71^a$	$5.19 \pm 0.73$	$4.22 \pm 0.58^a$
<i>t</i>	0.998	4.993	0.790	2.093	1.396	4.545
<i>P</i>	0.321	<0.001	0.432	0.039	0.166	<0.001
组别	舒张早期反向血流速度/( $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ )		舒张早期反向血流持续时间/s		收缩期峰值速度/( $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ )	
	入院第1天	入院第14天	入院第1天	入院第14天	入院第1天	入院第14天
健侧	$31.99 \pm 3.95$	$23.76 \pm 3.01^a$	$158.75 \pm 23.17$	$129.05 \pm 14.28^a$	$107.11 \pm 12.85$	$103.75 \pm 14.81$
患侧	$33.17 \pm 3.64$	$20.88 \pm 2.55^a$	$163.49 \pm 20.08$	$114.39 \pm 11.04^a$	$105.22 \pm 13.29$	$101.99 \pm 13.95$
<i>t</i>	1.599	5.315	1.126	5.913	0.744	0.630
<i>P</i>	0.113	<0.001	0.263	<0.001	0.458	0.530

### 3 讨论

近年来, 高能量损伤所致的下肢远端骨折发生率日益升高, 严重影响患者的肢体功能和生活质量。目前, 临床中采用有效内固定方式对患者进行治疗, 能够达到骨折端的解剖复位。但相关研究报道, 由于疼痛、躯体移动受限、担心骨折移位等因素使得骨折患者术后需长期制动, 导致肌力下降、废用性肌肉萎缩、关节僵硬等并发症, 影响肢体功能恢复<sup>[6]</sup>。其中, 废用性肌萎缩为骨折的常见并发症, 是机体在失重及固定状态下发生的生理、功能及形态学改变。骨折后随着患

侧肌肉活动的减少, 骨骼肌耗氧量明显下降, 可导致激素及酶类改变, 进一步影响骨骼肌的能量代谢<sup>[7]</sup>。有关研究<sup>[8]</sup>指出: 废用性肌萎缩能够一定程度地影响神经、肌肉的协调性。有资料<sup>[9]</sup>指出: 健康青年男性单侧下肢经石膏固定21 d后, 小腿肌肉张力及肌肉紧张显著降低。有关动物模型的研究<sup>[10]</sup>报道: 小鼠后腿肌肉被动制动7 d时, 肌管系统、线粒体及原纤维的分解及消失。

目前, 临床中通过二维超声图能够得到肌肉厚度、横截面积、回声强度等参数, 以判断肌肉质量。肌肉横截面积与肌力有良好相关性, Kawahara等<sup>[11]</sup>研究表明: 胫骨前肌横截面积越大



者肌力越大。股直肌的横截面积可准确反映肌肉萎缩情况,是目前评价患者膝伸直肌无力及下肢肌肉损伤的重要指标,能够用于肌肉萎缩的判断。肌肉厚度能够直接反映机体肌肉含量,且可反映患者肌力及活动情况。相关研究<sup>[12]</sup>发现:随着患者住院时间的延长,其肌肉厚度不断缩小,肌力水平也明显降低。超声评价肌肉厚度能够为肌肉损伤的判断提供参考依据。Lázaro-Martínez等<sup>[13]</sup>研究发现:超声测量糖尿病患者跖短伸肌横截面积及厚度,第一、二跖骨间肌群厚度,有利于足部肌肉萎缩的诊断。最新研究<sup>[14]</sup>发现:超声对股四头肌检查的精确性与CT接近,且与双能X线吸收测量法测量肌肉质量的一致性较高。股四头肌为膝关节伸膝运动的主要肌肉,其状态可直接影响膝关节的稳定性及功能。股四头肌萎缩后患肢肌张力减弱,周径减小,可影响膝关节稳定性,降低患者日常生活能力。本研究结果显示:患者入院第14天患侧及健侧股四头肌横截面积、厚度均较入院第1天缩小,但健侧变化相对较小,提示患者在入院后发生了一定程度的肌肉萎缩,考虑与患者患侧制动后健侧也出现了被动制动,从而发生废用性肌萎缩。

临床研究<sup>[15]</sup>表明:肌肉萎缩引起的毛细血管变化与肌纤维类型、废用时间有直接关系。在废用状态下,肌萎缩发生后能够降低血氧供应,进一步加重肌萎缩。下肢动脉正常呈高速正向血流,舒张早期为短暂反向血流、舒张晚期为低速正向血流,外周动脉及小动脉阻力能够决定舒张早期反向血流速度的持续时间及快慢,外周阻力降低时则反向血流表现较弱。正常肢体温度上升或反应性充血时,反向血流消失。股四头肌萎缩能够引起肌束小动脉变窄或毛细血管闭塞,减少经过相关动脉的血流,导致舒张早期反向血流速度降低,持续时间缩短,加快舒张晚期血流速度,从而增加舒张期的平均血流速度。本研究观察发现,患者入院第14天患侧及健侧舒张早期反向血流速度及持续时间明显低于入院第1天,舒张末期速度及平均血流速度高于入院第1天,且患侧变化较健侧明显,提示下肢远端骨折患者股动脉血流动力学有所改变,临床可通过观察血流频谱情况预测废用性肌萎缩的发生。同时本数据显示,患者入院第14天患侧和健侧搏动指数较入院第1天时降低,提示肌肉萎缩后股动脉血管顺应性有所下降,弹性回缩力减弱,导致反向血流速度和持续时间降低。同时本研究中,患者入院第14天的收缩期血流速度与入院第1天比较无显著差

异,考虑与收缩期压力梯度无显著改变,仅在动脉明显狭窄后产生频谱的改变有关。

既往研究<sup>[16]</sup>已证实:康复训练能够加快肌肉的血液循环,增强肌肉有氧代谢能力,促进肌萎缩的恢复,提高肌肉的抗疲劳性,改善肌肉代谢能力。又有研究<sup>[17]</sup>报道:运动训练能够增强神经冲动,增加神经对肌肉的营养,利于肌肉内蛋白合成。因此临床主张骨折患者术后早期进行功能锻炼,防治废用性肌萎缩的发生。

综上所述,下肢远端骨折后通过超声评价股四头肌结构及形态、股动脉血流动力学改变有利于尽早识别并干预废用性肌萎缩,促进肢体功能恢复。

## 参考文献

1. 周永战,陈佩杰,郑莉芳,等.废用性肌萎缩的发生机制及治疗策略[J].中国康复医学杂志,2017,32(11):1307-1313.  
ZHOU Yongzhan, CHEN Peijie, ZHENG Lifang, et al. Pathogenesis and treatment strategy of disuse muscular atrophy[J]. Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2017, 32(11): 1307-1313.
2. Conceição MS, Ugrinowitsch C. Exercise with blood flow restriction: an effective alternative for the non-pharmaceutical treatment for muscle wasting[J]. J Cachexia Sarcopenia Muscle, 2019, 10(2): 257-262.
3. Vechetti-Junior IJ, Bertaglia RS, Fernandez GJ, et al. Aerobic exercise recovers disuse-induced atrophy through the stimulus of the LRP130/PGC-1 $\alpha$  complex in aged rats[J]. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2016, 71(5): 601-609.
4. Schaller SJ, Nagashima M, Schönfelder M, et al. GTS-21 attenuates loss of body mass, muscle mass, and function in rats having systemic inflammation with and without disuse atrophy[J]. Pflugers Arch, 2018, 470(11): 1647-1657.
5. 王蔚文. 临床疾病诊断与疗效判断标准[M]. 北京: 科技技术文献出版社, 2010: 619.  
WANG Weiwen. Criteria for clinical diagnosis and curative effect[M]. Beijing: Science and Technology Literature Press, 2010: 619.
6. Bettis T, Kim BJ, Hamrick MW, et al. Impact of muscle atrophy on bone metabolism and bone strength: implications for muscle-bone crosstalk with aging and disuse[J]. Osteoporos Int, 2018, 29(8): 1713-1720.
7. Kilroe SP, Fulford J, Holwerda AM, et al. Short-term muscle disuse induces a rapid and sustained decline in daily myofibrillar protein synthesis rates[J]. Am J Physiol Endocrinol Metab, 2020, 318(2): E117-E130.
8. Atherton PJ, Greenhaff PL, Phillips SM, et al. Control of skeletal muscle atrophy in response to disuse: clinical/preclinical contentions and

- fallacies of evidence[J]. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 2016, 311(3): E594-E604.
9. Kneppers A, Leermakers P, Pansters N, et al. Coordinated regulation of skeletal muscle mass and metabolic plasticity during recovery from disuse[J]. *FASEB J*, 2019, 33(1): 1288-1298.
  10. Reidy PT, McKenzie AI, Mahmassani ZS, et al. Aging impairs mouse skeletal muscle macrophage polarization and muscle-specific abundance during recovery from disuse[J]. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 2019, 317(1): E85-E98.
  11. Kawahara K, Suzuki T, Yasaka T, et al. Evaluation of the site specificity of acute disuse muscle atrophy developed during a relatively short period in critically ill patients according to the activities of daily living level: A prospective observational study[J]. *Aust Crit Care*, 2017, 30(1): 29-36.
  12. Rooks DS, Laurent D, Praestgaard J, et al. Effect of bimagrumab on thigh muscle volume and composition in men with casting-induced atrophy[J]. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, 2017, 8(5): 727-734.
  13. Lázaro-Martínez JL, Álvaro-Afonso FJ, García-Álvarez Y, et al. Ultrasound-assisted debridement of neuroischaemic diabetic foot ulcers, clinical and microbiological effects: a case series[J]. *J Wound Care*, 2018, 27(5): 278-286.
  14. Liu J, Qian Z, Wang K, et al. Non-invasive quantitative assessment of muscle force based on ultrasonic shear wave elastography[J]. *Ultrasound Med Biol*, 2019, 45(2): 440-451.
  15. Dirks ML, Wall BT, van Loon LJC, et al. Interventional strategies to combat muscle disuse atrophy in humans: focus on neuromuscular electrical stimulation and dietary protein[J]. *J Appl Physiol* (1985), 2018, 125(3): 850-861.
  16. 许寿生. 骨骼肌萎缩防治研究进展[J]. *中国医药导报*, 2017, 14(9): 34-37.  
XU Shousheng. Progress in prevention and treatment of skeletal muscle atrophy[J]. *China Medical Guide*, 2017, 14(9): 34-37.
  17. Theilen NT, Kunkel GH, Tyagi SC, et al. The role of exercise and TFAM in preventing skeletal muscle atrophy[J]. *J Cell Physiol*, 2017, 232(9): 2348-2358.

**本文引用:** 易东春. 下肢远端骨折患者超声股四头肌及股动脉血流动力学检测及临床意义[J]. *临床与病理杂志*, 2021, 41(8): 1869-1874. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2021.08.024

**Cite this article as:** YI Dongchun. Clinical significance of ultrasonic detection of quadriceps femoris and femoral artery hemodynamics in patients with distal limb fracture[J]. *Journal of Clinical and Pathological Research*, 2021, 41(8): 1869-1874. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2021.08.024