

## · 骨骼肌肉影像学 ·

## 骨搬运术后牵拉区再生骨骨密度(BMD)水平对骨愈合进程的评估

王凯君,潘川川,王彩红,谭桂萍,陈延荣,谭新欢

**【摘要】 目的:**运用双能 X 线骨密度仪(DEXA)测定胫骨骨搬运术后牵拉区再生骨骨密度(BMD),分析 BMD 水平对评估骨愈合进程的应用价值。**方法:**对 63 例因外伤致胫骨感染性骨不连及大面积骨缺损行胫骨骨搬运术的患者分别于术后牵拉第 4、6、8 周、停止牵拉即刻、停止牵拉第 4、6、8 周行 DEXA 和 DR 检查,观察不同时间点牵拉区(R1)再生骨 BMD、健侧胫骨对应牵拉区域(R2)BMD 及骨密度比率(R1 与 R2 区 BMD 比值)。同时期 DR 评估骨愈合情况,并将其分为骨愈合组与骨愈合不良组。**结果:**63 例患者中 45 例骨愈合良好,18 例骨愈合不良。骨愈合组 R1 区 BMD 及骨密度比率随术后时间延长而升高,各时间点总体差异有统计学意义( $P<0.05$ )。骨愈合不良组 R1 区 BMD 及骨密度比率在停止牵拉第 4 周到达峰值,随后呈下降趋势,各时间点总体差异有统计学意义( $P<0.05$ )。两组患者术后同一时间点组间比较 R1 区 BMD 及骨密度比率于停止牵拉即刻开始差异具有统计学意义( $P<0.05$ ),骨愈合组高于愈合不良组。R2 区 BMD 组间与组内比较差异均无统计学意义。**结论:**DEXA 能对胫骨骨搬运术后牵拉区再生骨进行量化测定,牵拉区再生骨 BMD 变化规律有助于骨愈合进程评估预后。

**【关键词】** 骨密度;双能 X 线骨密度仪;骨生成,牵张

**【中图分类号】** R336;R687.3;R817 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2026)02-0212-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2026.02.016

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



**The evaluation of bone healing process based on the BMD level of regenerated bone in the distraction zone after bone transport surgery** WANG Kai-jun, PAN Chuan-chuan, WANG Cai-hong, et al. Shandong Wendeng Orthopedic Hospital, Shandong 264400, China

**【Abstract】 Objective:** To measure bone mineral density (BMD) of regenerated bone in distraction area following tibial bone transport by dual energy X-ray absorptiometry (DEXA), and to analyse the application value of BMD level in evaluating bone healing process. **Methods:** Sixty-three patients with traumatic tibial infected nonunion and large-area bone defects who underwent tibial bone transport were examined by DEXA and DR at 4, 6, and 8 weeks after distraction, immediately after distraction cessation, and 4, 6, and 8 weeks after distraction cessation. BMD of the distraction area (R1), distraction area (R2) and bone mineral density ratio (BMD ratio of R1 to R2) were observed at different time points. Bone healing was evaluated by DR during the same time, and the patients were divided into the bone healing group and the poor bone healing group. **Results:** Of the 63 patients, 45 had good bone healing and 18 had poor bone healing. In the bone healing group, the BMD and BMD ratio of R1 area increased with the extension of postoperative time, with statistically significant overall differences at each time point were significant ( $P<0.05$ ). In the poor bone healing group, the BMD and BMD ratio of R1 area peaked at 4 weeks after distraction cessation and then showed a downward trend, with statistically significant differences at each time point ( $P<0.05$ ). There were significant differences in BMD and BMD ratio in R1 between the two groups at the same time point after operation ( $P<0.05$ ). There was no significant difference in R2 BMD between groups and within groups. **Conclusion:** DEXA can quantitatively measure the regenerated bone in the distraction area after tibial bone transport, and the

**作者单位:**264400 山东,山东省文登整骨医院(王凯君、潘川川、王彩红、谭桂萍、谭新欢);山东中医药大学附属医院(陈延荣)  
**作者简介:**王凯君(1983-),女,山东威海人,副主任医师,主要从事骨骼肌肉系统影像学诊断工作。

**通讯作者:**谭新欢, E-mail: txh0631@163.com

**基金项目:**威海市中医药科技项目(2024N-12);山东省中医药科技项目(M20241001)

changes of BMD of regenerated bone in the distraction area is helpful for evaluating the bone healing process and prognosis.

**【Key words】** Bone density; Dual energy X-ray absorptiometry; Osteogenesis, distraction

骨搬移技术是治疗严重创伤性胫骨骨缺损及感染性骨不连的有效方法<sup>[1,2]</sup>。搬移术后牵拉区再生骨的有效生长对手术是否成功起到关键作用。目前普通 X 线仍然是评估新生骨痂再生情况的最常用方法<sup>[3]</sup>,但普通 X 线无法对再生骨进行数值化定量监测<sup>[4]</sup>。双能 X 线骨密度仪(dual energy X-ray absorptiometry, DEXA)作为一种非侵入性、高精度的骨密度测量技术,在评估全身骨骼骨密度(bone mineral density, BMD)水平方面,被认为是骨密度测量的金标准<sup>[3]</sup>。该技术利用两种不同能量的 X 线通过被测部位,根据组织对 X 线的吸收差异来区分骨组织与软组织等,从而精确测量骨密度,具有辐射剂量低、测量精度高、重复性好等优点。在骨搬移术后牵拉区再生骨愈合评估中,DEXA 能够客观、定量反映出骨痂在形成和矿化过程中 BMD 的变化,运用 DEXA 测定牵拉区再生骨 BMD 水平,观察术后不同时间点 BMD 走势,探讨再生骨 BMD 变化情况与骨愈合之间的关系,为临床预测再生骨愈合情况提供指导。

## 材料与方法

### 1. 一般资料

选取 2016 年 1 月—2024 年 12 月本院收治的 63 例行胫骨骨搬移术患者为观察对象,其中男 52 例,女 11 例,年龄 18~72 岁,平均(45.1±13.1)岁,骨搬移前骨缺损长度 30.7~139.1 mm,平均(74.0±31.8) mm。手术部位均为胫骨,上段 49 例,下段 14 例。手术原因均为外伤所致大面积骨缺损及感染性骨不连,其中交通伤 46 例,压砸伤 11 例,高处坠落伤 6 例。手术方法均采用微创截骨术,所有患者经过 1 周潜伏期后开始牵拉,牵拉速度为每日 1.0 mm,分 4~6 次完成,观察期为术后牵拉开始至停止牵拉第 8 周。纳入标准:①胫骨缺损长度 3~15 cm;②定期进行 DEXA 与 DR 检查;③治疗与随访资料完整。排除标准:①治疗过程中 2 次感染;②有严重骨质疏松或长期服用糖皮质激素类药物者;③患有严重内科疾病不能耐手术者;④术后失访或转院治疗者。本研究经院伦理委员会批准,检查前患者均知情同意并签署知情同意书。

### 2. 诊断标准

DR 评估骨搬移术后牵拉区再生骨愈合情况。依据 Nakamura 等<sup>[5]</sup>提出的骨牵拉区域骨痂直径比率(callus diameter ratios, CDR)作为愈合指标。CDR 是指牵拉区新生骨痂最小直径与截骨端直径之间的比

值。CDR 值 $\geq 85\%$ 时表示牵拉区再生骨愈合良好,CDR 值 $< 85\%$ 时表示再生骨愈合不良<sup>[6]</sup>。以停止牵拉第 8 周 DR 图像上测量的 CDR 值为最终骨愈合评估依据。

### 3. 仪器与方法

所有患者于术后牵拉第 4、6、8 周、停止牵拉即刻、停止牵拉第 4、6、8 周行 DEXA 和 DR 检查。①DEXA 检查:采用美国 Norland XR-800 先对患侧及健侧胫骨进行扫描。患者取仰卧位,下肢内旋约 15°,扫描速度为 90 mm/s、分辨率为 1 mm×1 mm。患侧扫描范围包括截骨两断端,健侧扫描范围为对应患侧牵拉区域,分别与扫描图像上设定 2 个兴趣区(region of interest, ROI)<sup>[7,8]</sup>,R1 区为牵拉区再生骨中心区域,测量面积即纵径为牵拉区中心 1 cm,横径与牵拉区同宽,R2 区测量面积即对应 R1 区测量位置(图 1)。计算骨密度比率<sup>[7,8]</sup>,即牵拉区再生骨 BMD 与健侧胫骨对应牵拉区域 BMD 比值(R1/R2)。以上操作均由一名具有 10 年以上工作经验影像科技师完成,记录各时间点骨定量参数,各 ROI 骨定量参数均取测量三次的平均值。②DR 检查:采用锐柯 X 线摄影系统获取患者胫骨骨搬移术后正侧位 DR 图像。由具有 10 年以上影像学诊断经验的主治医师及主任医师各 1 名共同阅片,评估骨愈合情况,意见分歧时经协商达成一致。

### 4. 统计学处理

所有数据采用 SPSS 26.0 统计软件进行分析。以

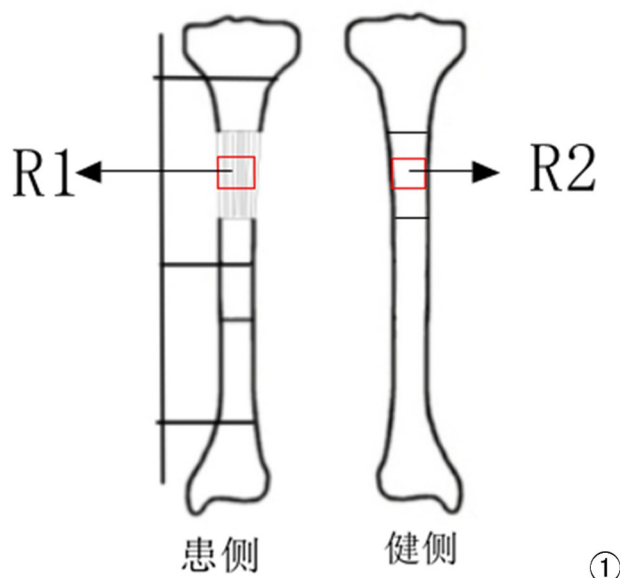


图 1 于胫骨 DEXA 扫描图上设置 R1、R2 的示意图。

$\bar{x} \pm s$  表示符合正态分布计量资料, 计量资料组间比较采用  $t$  检验, 计数资料组间比较采用卡方检验。采用重复测量方差分析比较两组内不同时间点总体参数差异, 采用 Mauchly 检验球形假设, 若不满足采用 Greenhouse-Geisser 进行校正, 术后各时间点与前一时间点参数差异比较采用 LSD 法,  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结果

### 1. 一般资料比较(表 1)

两组患者术前在年龄、性别、牵拉长度、截骨部位比较差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。

### 2. 骨愈合

63 例患者中有 45 例牵拉区再生骨愈合良好, DR 图像显示牵拉区再生骨密度均匀, 牵拉区被新生骨痂完全填充, 上下髓腔贯通, 骨皮质连续, CDR 值均  $\geq 85\%$ (图 2)。45 例患者 R1 区 BMD 与骨密度比率随

术后时间延长逐渐增加, 各时间点总体差异有统计学意义( $P < 0.05$ ), 术后各时间点与前一时间点参数差异比较均有统计学意义( $P$  均  $< 0.05$ )。R2 区 BMD 于术后不同时间点总体差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。

### 3. 骨愈合不良

63 例患者中有 18 例牵拉区再生骨愈合不良, 于停止牵拉第 8 周 DR 图像示牵拉区再生骨密度不均, 新生骨不能均匀填充牵拉区, 骨小梁稀疏, 呈骨缺损表现, CDR 值均  $< 85\%$ (图 3)。18 例患者 R1 区 BMD 及骨密度比率均呈现先增加后降低趋势, 于停止牵拉第 4 周到达峰值, 停止牵拉第 6 周时已显著降低, 各时间点总体差异具有显著性( $P < 0.05$ )。R2 区 BMD 于术后不同时间点比较总体差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。

### 4. 两组患者比较

愈合组与愈合不良组 R1 区 BMD 与骨密度比率虽然在停止牵拉第 4 周及之前均呈现上升趋势, 但于

表 1 两组患者术前一般资料比较

参数	骨愈合	骨愈合不良	检验统计量	$P$ 值
样本量(例)	45	18		
性别(例)			$\chi^2 = 0.22$	0.64
男	36	9		
女	9	2		
年龄(岁)	$45.42 \pm 13.46$	$44.44 \pm 13.66$	$t = 0.26$	0.80
截骨部位(例)			$\chi^2 = 0.45$	0.50
胫骨上段	36	13		
胫骨下段	9	5		
牵拉长度(mm)	$74.56 \pm 34.42$	$72.69 \pm 24.82$	$t = 0.21$	0.84

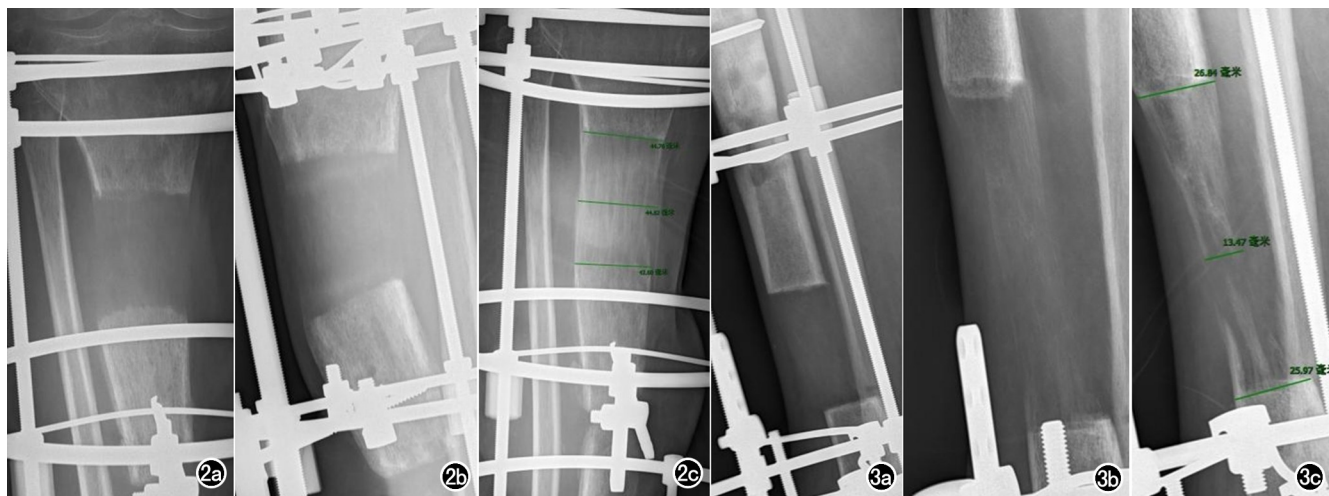


图 2 患者, 男, 37 岁, 行右胫骨上段骨搬移术, 术后愈合良好。a) 术后牵拉第 6 周, 骨痂较均匀, BMD 为  $0.35 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2}$ , 骨密度比率  $33.67\%$ ; b) 停止牵拉即刻, 骨痂均匀, BMD 为  $0.42 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2}$ , 骨密度比率  $39.12\%$ ; c) 停止牵拉第 8 周, 骨痂均匀且 CDR 值约为  $100\%$ , BMD 为  $0.72 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2}$ , 骨密度比率  $56.59\%$ 。

图 3 患者, 男, 32 岁, 行右胫骨下段骨搬移术, 术后愈合不良。a) 术后牵拉第 6 周, 骨痂隐约可见, BMD 为  $0.28 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2}$ , 骨密度比率  $26.18\%$ ; b) 停止牵拉即刻, 骨痂分布不均, BMD 为  $0.40 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2}$ , 骨密度比率  $36.58\%$ ; c) 停止牵拉第 8 周, 骨痂明显不均, 中间变细, CDR 值约为  $48\%$ , BMD 为  $0.36 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2}$ , 骨密度比率  $33.77\%$ 。

表2 两组患者术后不同时间点组间与组内各骨定量参数比较

术后时间	牵拉第4周	牵拉第6周	牵拉第8周	停止牵拉即刻	停止牵拉4周	停止牵拉6周	停止牵拉8周	F值	P值
R1区BMD( $g \cdot cm^{-2}$ )									
愈合组(45例)	0.26±0.03	0.29±0.03*	0.34±0.03*	0.42±0.02*	0.49±0.02*	0.55±0.03*	0.60±0.04*	1134.17	0.00
不良组(18例)	0.25±0.02	0.29±0.02*	0.34±0.03*	0.40±0.02*▲	0.45±0.02*▲	0.42±0.03*▲	0.37±0.02*▲	243.55	0.00
R2区BMD( $g \cdot cm^{-2}$ )									
愈合组(45例)	1.10±0.04	1.10±0.03	1.10±0.04	1.10±0.03	1.09±0.04	1.10±0.04	1.09±0.04	2.24	0.07
不良组(18例)	1.10±0.04	1.09±0.03	1.10±0.04	1.09±0.03	1.09±0.04	1.10±0.04	1.10±0.03	0.86	0.53
BMD比率(%)									
愈合组(45例)	23.20±3.36	26.64±2.56*	31.22±2.41*	38.42±2.09*	44.70±2.71*	50.03±2.87*	54.40±3.36*	1157.88	0.00
不良组(18例)	22.65±2.21	26.82±2.23*	31.14±2.52*	36.91±1.68*▲	41.21±2.19*▲	38.49±3.19*▲	33.89±1.82*▲	237.46	0.00

注: \* 两组患者组内与前1时间点比较,  $P < 0.05$ ; ▲ 两组患者组间同一时间点比较,  $P < 0.05$

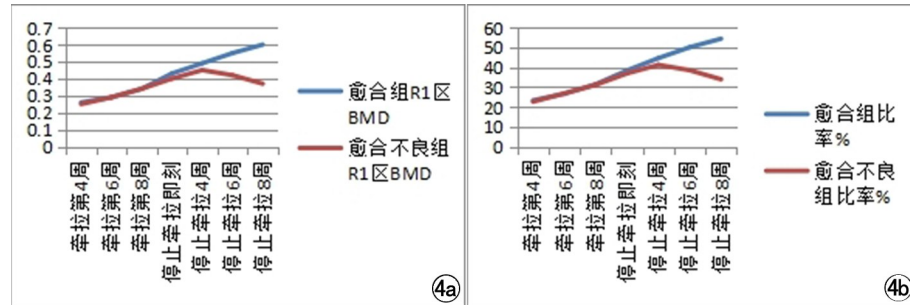


图4 骨愈合组与愈合不良组R1区BMD与骨密度比率折线图。

停止牵拉即刻开始组间比较出现显著性差异( $P < 0.05$ ),骨愈合组的R1区BMD水平更高。R2区BMD术后同一时间点组间比较均无统计学意义( $P > 0.05$ ,表2,图4)。

## 讨论

骨搬运术后牵拉区再生骨愈合情况的检测和评估至关重要。DR能准确测量截骨端与牵拉区再生骨直径从而测算出CDR值,是评估再生骨愈合情况的最常用方法<sup>[9]</sup>。但再生骨BMD达到40%时才能在DR上显示新生骨痂<sup>[10]</sup>,DR在骨愈合进程中无法给予骨痂数值化定量测定,不能评估骨丢失情况<sup>[11]</sup>。而DEXA具有精确的分辨率(1 mm/pixel),能精准测定新生骨组织的BMD<sup>[12,13]</sup>,且准确性高、重复测量误差小<sup>[14]</sup>。本研究通过对63例患者骨搬运术后牵拉区再生骨进行DEXA检测,观察新骨BMD变化规律,探讨BMD水平与骨愈合进程的关系,为临床评估术后预后提供指导。

以往研究表明在DEXA监测下胫骨骨折愈合过程中骨痂BMD持续增加,且以健侧为对照的骨密度比率也持续增加<sup>[7,8]</sup>,在延迟愈合情况下BMD增长速度减慢,在愈合不良情况下BMD会上升到一个峰值后随即下降<sup>[7,15]</sup>,这与本研究结果基本相符。目前,对胫骨骨折后骨痂增长情况研究较多,但对骨搬运术后牵拉成骨中骨痂的再生情况研究较少,尤其对愈合不良中骨密度变化的研究更少。骨愈合的过程是骨痂随时间延长呈有效且循序渐进的生长,而骨的愈合不良或者不愈合则受多种因素影响导致骨痂生长终止。

新生骨痂的骨密度值在术后各个时期呈现出怎样的增长,是否具有一定的变化规律,以及发生转折的关键时间点等仍旧是我们需要攻克的难题。本研究中45例愈合良好组的骨密度比率于停止牵拉4周时达到44%,于停止牵拉6周时已达到50%,但愈合不良组骨密度比率于停止牵拉4周时达到41%,但于停止牵拉6周时却降到了38%。精准的数值化监测能够有效指导临床开展干预治疗。

牵拉成骨是以微骨折愈合为基础,不断的牵张刺激保证了成骨细胞的持续增生<sup>[16]</sup>。从术后开始牵拉到牵拉结束为牵拉期,在牵拉过程中再生骨始终处于一种牵拉状态,新骨BMD在牵拉刺激下持续增长,而在牵拉结束后,这种张力状态立即消失,再生骨进入矿化阶段<sup>[16,17]</sup>。在对兔胫骨牵拉实验中发现牵拉停止后1周内牵拉区新生骨痂全线同时启动骨化过程,且进展迅速,第1周骨化最为明显,约75%的骨化任务是在停止牵拉后2周内完成<sup>[16]</sup>。本研究中两组患者R1区BMD在前期虽然都呈现上升趋势,但于停止牵拉即刻BMD水平差异出现统计学意义,骨愈合组的BMD水平更高,且骨愈合不良组BMD在停止牵拉第6周BMD已显著降低。我们推测停止牵拉6周内的矿化期是再生骨BMD有效增长的关键时期,主要的骨化任务是在此时期内完成,且影响BMD增长的不稳定因素也易在此时期内出现,不稳定因素出现后将阻碍骨愈合的进程。本研究中主要矿化任务在时间上与兔动物模型研究<sup>[8,16]</sup>存在差异,可能这种差异与动物骨折愈合速度较人类快<sup>[8]</sup>有关。

影响再生骨BMD有效增长的不稳定因素主要是牵拉区低密度带的出现,这种低密度带与软骨骨痂有关,软骨骨痂在牵拉过程中并未出现,在停止牵拉后进入矿化期才出现<sup>[16]</sup>。新骨矿化中不稳定因素的有害应力易导致骨愈合失败<sup>[18]</sup>。再生骨在牵拉过程中始终处于张力作用下,其稳定性与抗应变能力强,牵拉结束后这种张力状态消失,再生骨进入矿化期,但外固定

装置不能拥有绝对稳定性,有害应力可能会集中在牵拉区中心区域,影响矿化进程,导致再生骨组织不能稳步增长<sup>[17,18]</sup>。临床工作中很多患者与医生会认为牵拉期至关重要,牵拉结束后就放松了警惕。通过本研究我们能明确的发现牵拉结束后的矿化期同样重要,单一的 DR 检查很难及时发现不利因素的出现,因为低密度带的产生是隐匿的,而 DR 的诊断依赖于影像诊断医生的经验,图像质量则与不同设备的曝光参数以及技师操作水平有关。虽然 DEXA 是一种二维测量方法,也会产生一定的误差<sup>[19]</sup>,在评估骨骼几何学方面能力有限<sup>[20]</sup>,但 DEXA 通过对 BMD 的精准测量,重复性高,测量误差小等优点能够更早的发现不利因素的出现<sup>[21]</sup>。

骨搬运手术难度大,周期长,单一的影像检查已经很难全面的去评估新骨愈合情况,DEXA 的加入将是一种新的影像联合检查方法。通过 DEXA 监测再生骨 BMD 水平的变化,掌握其变化规律,在关键时间点给予临床干预治疗,将有助于提高手术的成功率。但本研究仍旧存在一定的局限性:首先,这项研究的样本量偏少,尤其愈合不良组的病例,今后将开展多中心研究,扩大样本量进一步验证。其次,对牵拉区 BMD 的测定只选择了中央区域,没有进行更细致的分区,缺乏对牵拉区空间分布更全面的探讨,未来将进行更深入的研究。

综上所述,DEXA 能对胫骨骨搬运术后牵拉区再生骨进行量化测定,牵拉区再生骨 BMD 变化规律有助于骨愈合进程评估预后。骨愈合中牵拉区再生骨 BMD 术后随时间持续稳定增长,而骨愈合不良中 BMD 则先增高后降低,停止牵拉 6 周内是 BMD 发生转折的关键时期,在此期运用 DEXA 动态监测,提前掌握 BMD 的变化,将有助于临床对骨愈合不良患者实施干预治疗。

#### 参考文献:

[1] 刘晓旭,杨晨媛,杨胜松,等.骨搬运治疗严重创伤性胫骨缺损[J].中国矫形外科杂志,2024,32(4):372-376.

[2] 李海涛,王栋,李福林,等.能谱 CT 在 Ilizarov 骨搬运术治疗胫骨骨缺损中的应用现状[J].实用骨科杂志,2023,29(11):1001-1004.

[3] 成东亮,关伟,文戈,等.基于 IDEAL-IQ 的影像学模型预测腰椎椎体低骨量的价值研究[J].临床放射学杂志,2023,42(4):645-

650.

[4] 袁宇,舒衡生,师红立.X 线联合超声对肢体延长术的监测价值[J].中国临床医学影像杂志,2011,22(1):27-30.

[5] Betz OB, Botz VM, Nazarian A.[J]J Bone and Joint Surgery-American,2006,88(2):355-365.

[6] Endo M, Kuroda S, Kondo H. Bone regeneration by modified gene-activated matrix: effectiveness in segmental tibial defects in rats [J]. Tissue Engineering, 2006, 12(3):489-497.

[7] 杨文江.骨折病人骨折后骨矿含量与骨折愈合进程的相关性研究[D].青岛:青岛大学,2014:1-5.

[8] 尹东,杨惠林,唐天骝,等.双能 X 线骨密度仪测定骨痂骨密度变化的实验研究[J].中国医学影像学杂志,2004,12(6):430-432.

[9] 王凯君,王彩红,谭新欢.牵拉成骨过程中新生骨痂的 X 线表现与骨愈合的关系[J].中国临床医学影像杂志,2023,34(6):433-436.

[10] 冯一帆,周鑫,张进,等.超声与 X 线在 Ilizarov 骨搬运术后监测中的对比研究[J].临床超声医学杂志,2022,24(2):127-131.

[11] 中华医学会放射学分会骨关节学组,中国医师协会放射医师分会肌骨学组,中华医学会骨科学分会骨质疏松学组.骨质疏松的影像学与骨密度诊断专家共识[J].中华放射学杂志,2020,54(8):745-752.

[12] Markel MD, Wikenheiser MA, Morin RL, et al. Quantification of bone healing: comparison of QCT, SPA, MRI and DEXA in dog osteotomies[J]. Acta Orthop Scand, 1990, 61(6):487-498.

[13] Reiter A, Sabo D, Pfeil J, et al. Quantitative assessment of callus distraction using dual energy X-ray absorptiometry[J]. International Orthopaedics, 1997, 21(1):35-40.

[14] 孟丽颖,高峰,李和培,等.双能 X 线骨密度仪测定股骨假体周围骨密度水平对患者术后治疗效果的评估[J].放射学实践,2022,37(6):764-768.

[15] 华伟伟,冯靖,吴富章,等.骨密度监测对骨缺损治疗中骨愈合质量的临床评价研究[J].中华创伤骨科杂志,2014,16(6):465-469.

[16] 阮文东.牵张成骨术在兔胫骨延长中新骨生成方式的研究[D].天津:天津医科大学,2004:32-37.

[17] 唐辉宇,侯彪,夏晓丹,等.机械牵张应力对兔肢体截骨后动脉血管的影响[J].中国组织工程研究,2023,27(9):1422-1426.

[18] 贺国宇,张永红,王栋. Ilizarov 技术治疗胫骨骨缺损的优势及改进策略[J].中国组织工程研究,2020,24(24):3870-3876.

[19] 李英明,黄朋举,黄凯音,等.精神分裂症患者腰椎骨密度定量 CT 研究[J].放射学实践,2025,40(3):390-394.

[20] 黄子奉,李春燕,许洲莹,等.骨髓脂肪对定量 CT 骨密度测量值影响的动物实验研究[J].放射学实践,2025,40(2):260-264.

[21] Zinno R, Di Paolo S, Ambrosino G, et al. Migration of the femoral component and clinical outcomes after total knee replacement: a narrative review[J]. 2021, 105(3):235-246.

(收稿日期:2025-03-26 修回日期:2025-06-29)