

中西医结合论述

肌肉内在动力对中西医结合治疗 股骨骨折的机理探讨

中医研究院骨伤科研究所 尚天裕 孟 和
河北大学数学系固体力学研究室 顾志华 华筑信



尚天裕教授近影

概 述

中西医结合治疗股骨干骨折已有22年历史⁽¹⁾，它吸取了传统医学和现代医学治疗骨折方法上的优点，贯彻了固定与活动相结合、骨与软组织并重、局部与全身治疗兼顾、医疗措施与病人的主观能动性密切配合、外固定力与肌肉内在动力互相依存等治疗观点，把骨折的整复、固定、功能锻炼三个步骤密切结合在一起，达到不增加局部损伤而将骨折整复，不妨碍（或少妨碍）肢体活动而进行骨折固定，使病人在治疗期间过着接近正常人的生活。经1000例患者的临床分析证实，骨折愈合和功能恢复，无论从速度和质量上都得到比较理想的结果^(2,3)。

股骨是全身最长的骨，周围附着强有力的肌群，一般不易骨折，一旦发生骨折，由于肌群的牵拉和肢体重量等影响，骨折几乎全发生错位，且复位、固定均较困难，愈合慢，疗程长。中西医结合疗法采用小夹板局部外固定、短期骨牵引及病人自觉地功能锻炼，就是充分认识到股骨这一特点，变不利因素为有利因素。这种疗法使股骨周围强有力的肌群成为骨折治疗中有效的内在动力，在愈合中起着良好作用。

从股骨干中段受力状态、截面形状分析看出，骨以较多的材料承受较大的应力，较少的材料承受较小的应力（图1、2）⁽⁴⁾。由此可以得知，功能主宰骨的结构，应力调整骨的形态、生长和吸收。正常限度内的应力刺激是骨正常发育的必要条件。同样，断骨的组织修复也必须给以适当的应力刺激，这一推断已由临床所证实。但骨折断面只能承受压应力，所以在治疗

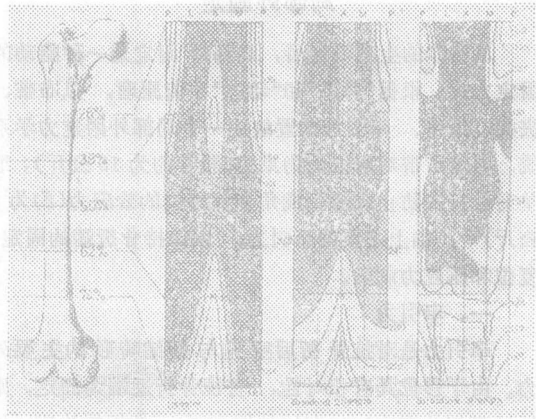


图1 对标本进行X光密度测定与应力测定的密度分布、破坏应力分布及由于个体与平均值而定义的结构应力分布。

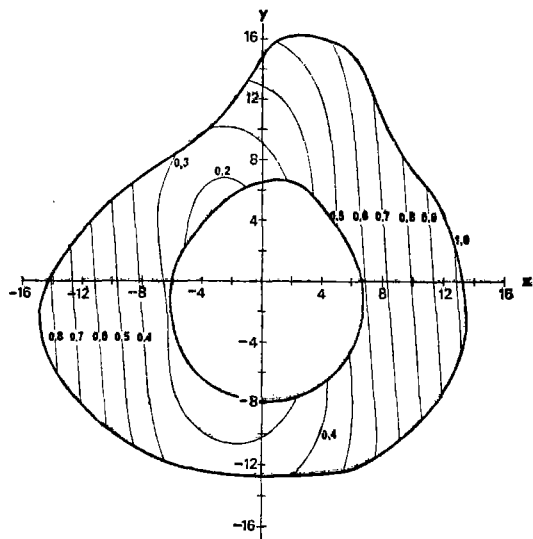


图2 波动载荷下应力分布图

骨折时应给断面以适当的压应力刺激, 可称之为生理应力。

中西医结合疗法采用固定与活动(功能锻炼)相结合的原则。固定是从肢体能活动的目标出发, 而活动又以不影响骨折部的固定为限度。坚强而有效的固定是肢体赖以活动的基础, 而合理的活动又是加强固定的必要条件。活动不但能保持骨折端的良好位置, 矫正骨折端的残余成角及侧方移位; 同时功能锻炼还可对断面施加生理性应力刺激, 促进血液循环, 增强组织代谢, 保持肢体功能, 调整骨的应力分布, 从而提高骨折愈合质量, 加速愈合速度。

局部外固定

从肢体的生理功能看, 局部外固定是一种能动的固定方式。根据“静态”和“动态”平衡原理, 以布带、夹板、纸垫、牵引等装置组成一个局部外固定力学系统。通过布带对木板的约束力(股骨约为15公斤), 纸垫对骨折端防止或矫正成角和侧移位的效应力(约为6公斤)^[6], 加上必要的牵引力, 以保持骨折端的固定、复位和压应力刺激。

一、牵引力

牵引力是對抗骨折后重迭与短缩畸形的最主要外力。由于移位具有相对性, 若视骨折近端为固定, 则远端可视为自由体。在这种模型下, 骨折的治疗, 便是牵引力、约束力、效应力同肌肉内在动力结合在一起, 以促使骨折远端向预期的方位移动。现在我们采用的是等张牵引, 与等长牵引有原则区别, 即在牵引的同时, 让病人进行积极的功能锻炼, 在肌肉收缩与舒张活动时, 牵引力与肌肉收缩力能较好地达到“动态”平衡。这样可防止因牵引力过大, 造成骨折两端分离; 或因牵引力不足致使骨折两端又重新移位。这是从等张求得等长; 而不是消极地为维持等长, 让肢体长期处于静止状态。

因此, 牵引针的方向必须正确, 一般采用髌上牵引, 穿针方向必须平行横截面, 牵引力的作用线要与中心轴线大体相合。牵引力的大小可取患者体重 $1/8 \sim 1/7$ 恒载, 以迫使肌肉产生某种程度的弹性疲劳, 将骨折端牵引至适当位置时, 即刻减轻配重。

若穿针方向不与横截面平行, 成某一角度时, 将有力矩作用于牵引针上, 迫使自由端产生强制性移位, 会对骨折治疗带来不良影响。

二、小夹板的作用

必须注意到即使通过正确的牵引实现复位后, 这种复位状态在多数情况下是不稳定的, 特别是对骨折

断面施加压应力刺激时, 断端仍可能发生成角或重迭移位。

在复位过程中或复位后, 为了给骨折断端加以固定, 小夹板的作用是很重要的。根据以动制动、以力抗力, 以外固定装置的杠杆对应肢体内部的杠杆, 小夹板通过纸压垫将布带的约束力传达到肢体的特定部位, 以增强骨折的稳定性。同时, 当病人进行功能锻炼时, 利用肌肉内在动力促使骨折断端间残余成角及侧方移位自然矫正。虽夹板捆在肢体外边, 但其固定力和回位力则是来自肢体内部。即古人所说的“筋束骨”作用。

为了清楚小夹板的功能, 下面考察一个斜断面骨折模型的受力情况(图3)。

设 N 为牵引力与肌肉力的合力, α 为断面倾角, f 为骨折断面摩擦系数, ϕ 为摩擦角, 即: $f = \tan \phi$ 。

在没有小夹板固定下, 若令合力 N 沿断面法向和切向的分量为 N_n 和 N_r , 则固定条件为: $N_r < f N_n$ 。
 $\therefore N_r = N \sin \alpha$, $N_n = N \cos \alpha$, $\therefore N \sin \alpha < f N \cos \alpha$ 。两边除 $N \cos \alpha$, $\tan \alpha < f = \tan \phi$, $\alpha < \phi$ 。

即, 仅当断面倾角小于骨折断面摩擦角时方能固定(断面自锁)。由于股骨干骨质致密及骨折后各种生理液的渗出, 可以断定这个摩擦角是不大的, 所以一般情况下自锁难以实现。

现观察在有小夹板作用下一个斜断面骨折(图4)。

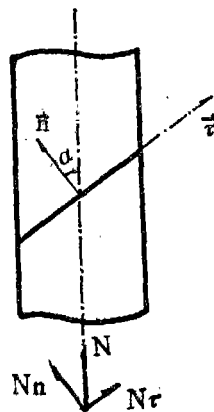


图 3

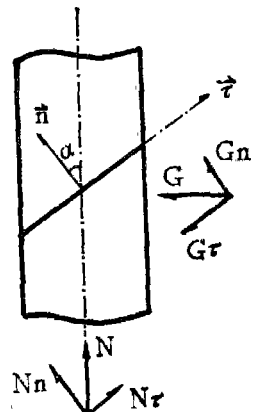


图 4

令 $\vec{G}$ 为纸垫作用在骨上的横向力, G_n 和 G_r 分别表示 $\vec{G}$ 在断面法向和切向的分量, 则断面法向 $\vec{N}$ 的合力为: $N_n + G_n = N \cos \alpha + G \sin \alpha$ 。断面切向 $\vec{r}$ 的合力为: $N_r - G_r = N \sin \alpha - G \cos \alpha$ 。固定条件为: $N \sin \alpha -$

$G\cos\alpha < f(N\cos\alpha + G\sin\alpha)$, 两边除以 $\cos\alpha$, $\tan\alpha < (fN+G)/(N-fG)$. 记 $\tan\psi = (fN+G)/(N-fG) = (f+G/N)/(1-fG/N)$. 所以固定条件: $\alpha < \psi$. 因 $\tan\alpha < f = \tan\phi$, 显然 $\tan\psi = (f+G/N)/(1-fG/N) > f = \tan\phi$, 即 $\psi > \phi$.

其中 $\vec{N}$ 是肌肉与配重的差值。当静态平衡时, $\vec{N}$ 值一般说是不大的, 所以只要适当增大 $\vec{G}$ (布带的约束力), 就可较快的提高 ψ 值。当进行功能锻炼即“动态”平衡时, 由于肌肉的收缩, 肢体周径的变化, 使小夹板将得到额外压力。这个压力, 通过纸压垫又反作用在骨上, 使 $\vec{G}$ 值有较大增加。所以不论任何情况下, 通过小夹板的作用, 不仅可以加强复位的稳定性, 而且可以矫正成角和侧移位畸形, 而成为较理想固定方式。

骨断面的生理应力

前已叙述, 断面的应力刺激对骨折愈合颇为有利, 适当的应力刺激不仅加速断面的愈合速度, 且能提高愈合质量。局部外固定治疗股骨干骨折就是根据这一原理进行的。生理应力可根据来源方式的不同 (静态、动态) 分成恒定生理应力和间断性生理应力两种, 骨断面的生理应力系指两者的迭加。

功能锻炼是有选择、有节制的肌肉活动, 它是使骨折断端获得间断性生理应力的良好手段。当患肢肌肉处于静态平衡 (不进行功能锻炼) 时, 断端获得的压应力称为恒定生理应力。下面就临床和早期下床期间生理应力的获得分别予以讨论。

一、卧床期间

当断面是横截面或接近横截面 (断面倾角在 $0^\circ \sim 15^\circ$) 时, 肌群的收缩力 $\vec{P}$ 、牵引力 $\vec{F}$ 、及纸垫对骨的作用力 $\vec{G}$ 组成一个力学系统。在这种断面形式下, $\vec{G}$ 不能产生有效的压应力刺激。所以要使断面得到生理应力, 复位后应减少牵引力, 使肌肉收缩力与牵引力的合力 $\vec{N} = \vec{P} + \vec{F}$, 它对骨折端产生压应力刺激, 其作用线要求与轴线平行, 且通过骨折断面的截面核心, 否则只能形成部分断面压紧; 部分断面分离对骨折愈合是十分不利的。

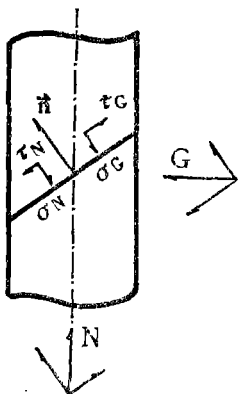


图 5

前已说明断面倾角较大时 ($>15^\circ$), 没有小夹板的作用断面 (S) 不能实现自锁, 通过布带给小夹板

以约束力后, 断面便形成稳定状态, 并可给断端施加应力刺激。但此时断面压应力刺激从轴向 $\vec{N}$ 及横向 $\vec{G}$ 两方面获得 (图 5)。断面压应力 $\sigma = \sigma_N + \sigma_G$, 其中 $\sigma_N = \frac{N}{S} \cos^2\alpha$, $\sigma_G = \frac{G}{2S} \sin 2\alpha$ 。

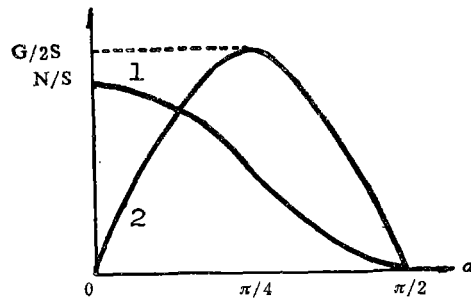


图 6 1 为 $\sigma_N = \frac{N}{S} \cos^2\alpha$ 2 为 $\sigma_G = \frac{G}{2S} \sin 2\alpha$

图 6 示, 断面倾角小时, 压应力刺激的实现应以提高 $\vec{N}$ (即逐渐减少牵引力) 为主, 随着倾角 α 的增大, 小夹板的压应力逐渐增强, 45° 时最大, 实际上当 α 接近 $\pi/2$ 时, 骨断面的正应力不会为零, 因为断面面积总是一个有限量, 而这时小夹板的约束力几乎都沿法向, 所以对大斜面骨折, 压应力刺激主要来源于小夹板。

要想提高 $\vec{G}$ 值, 可以通过加大小夹板的约束力即扎紧布带或增大纸压垫的面积和厚度来实现。在静态平衡情况下, $\vec{G}$ 值的提高是有限度的, 对软组织的静压应力值不能超过 68 克/厘米^2 , 否则将影响静脉回流。另一方面, 也可通过功能锻炼实现不连续的较强的应力刺激。进行功能锻炼时, 肌肉的内在动力使小夹板受到附加压应力, 这种压力通过纸压垫反作用在骨上, 从而实现对断面的间断性生理应力刺激, 这种附加的压应力刺激对骨折的愈合是颇为有益的。

对于横断或接近横断骨折 (15° 以下), 通过功能锻炼加大肌肉收缩力, 进而加大 $\vec{N}$ 值, 可使断面得到间断性生理应力。

综上所述, 卧床治疗期间, 正确的穿针位置、适度的牵引力、小夹板和纸压垫的作用力及恰当的功能锻炼, 可实现对骨断面的生理应力刺激, 促进骨折愈合。

二、早期下床功能锻炼

实践证明, 通过上述治疗, 一般在 $4 \sim 6$ 周内, 患者即可在小夹板固定下早期下床活动, 进行步行功能锻炼。股骨作为一个以承受压、弯为主的构件, 在其四个侧面上呈现不同的应力分布, 从而骨在发育中也

以不同的几何形式及密度分布, 充分适应其应力状态。

所以要使断骨愈合后完全恢复肢体正常功能, 就应使骨折端在修复过程中形成的骨痂不断得到加强和改造, 以其不同的几何形式及密度分布, 适应其不同的应力分布, 但这种几何条件与密度状态的形成, 又是以骨折断面上不均匀分布的应力刺激为前提的, 这种前、后面, 内、外侧部位上不同的应力状态是床上功能锻炼无法实现的, 它只能通过下床进行步行活动而获得。所以早期下床功能锻炼对于骨痂的改造和加强是极为重要的。

讨 论

早期下床功能锻炼一定要在小夹板的固定下进行, 因此时骨痂发育比较脆弱, 不适应下床时的应力状态, 由于髓关节对股骨头的作用, 在形成骨痂的断面上, 特别是接近 45° 倾角时, 产生较大的剪应力, 有可能因剪切变形导致骨痂的破坏。所以通过小夹板的横向作用, 改变断面上的剪应力分布, 可阻止剪切变形的发生。

功能锻炼不仅可以给骨折断面以间断性压应力刺激, 促进骨折愈合, 对骨组织生长和肢体血运等有着很大影响。肢体遭受外伤发生骨折后, 整个肢体呈现充血状态, 功能锻炼可以发挥肌肉对血液循环的“泵”作用, 促进了软组织和骨内的血液循环。血液不仅回收了骨折局部的代谢产物, 也输送来成骨所必须的氧

及其它物质, 为新骨形成打下基础。根据在人体和物体上的实验证明, 实验者前臂肌肉持续强烈收缩 1 分钟, 或狗的小腿腓肠肌收缩 3 分钟, 肢体动脉血流量需增加 3~4 倍。功能活动是增强骨质代谢、提高骨折组织修复能力的有效措施。此外, 功能锻炼对防止关节功能障碍和肌肉萎缩等均是不可缺少的。

我们采用的是柳木夹板, 弹性模量 E 为 95920 公斤/厘米², 是一种弹性约束。它不妨碍肢体活动, 不影响血运, 因而中西医结合疗法治疗骨折能充分调动机体外部及内部因素的积极性, 实现固定、慢性复位, 并给予断面的生理应力, 促进骨痂的形成。临床证明, 用这种方法治疗股骨干骨折一般没有不愈合和延迟愈合的发生。同时, 在小夹板固定下早期下床进行功能锻炼, 对骨痂的改造和加强也是有决定意义的。凡是经过这样治疗的伤员没有再发生骨折, 这也说明断端愈合能比较好地适应股骨干的力学功能。

参 考 文 献

- (1) 方先之等: 中西医结合治疗骨折。人民卫生出版社, 北京, 1965。
- (2) 尚天裕: 骨折新疗法。内部资料, 1975。
- (3) 朱通伯: 根据临床科研资料探讨小夹板缚带固定术。天津医药杂志骨科附刊 8(4):249, 1964。
- (4) Amtmann E: Mechanical stress, functional adaptation and the variation structure of the human femur diaphysis. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 1971。
- (5) 尚天裕等: 柳木夹板治疗骨干骨折的力学研究。天津医药骨科附刊 (7):171, 1963。

新 书 出 版 消 息

本草思辨录, 清·周岩编著, 82 页, 估价 0.50 元, 1982 年 10 月出版, 人民卫生出版社。

本书按《本草纲目》编次排列, 共载常用药物近 130 种, 根据《伤寒论》和《金匱要略方论》的记载加以解说, 并博引历代名家注解详加阐述。

内经知要, 明·李中梓编著, 35 页, 估价 0.20 元, 1982 年 10 月出版, 人民卫生出版社。

作者将《内经》原文节录归类后, 加以注释, 所选内容少而精, 注释简明。是学习《内经》的进阶读物。

诸病源候论校释 (下册), 南京中医学院编著, 358 页, 估价 2.30 元, 1982 年 9 月出版, 人民卫生出版社。

濒湖脉学白话解, 北京中医学院编, 46 页, 定价

0.19 元, 1982 年 8 月出版, 人民卫生出版社。

外科精要, 宋·陈自明编著, 明·薛己校注, 38 页, 估价 0.25 元, 1982 年 10 月出版, 人民卫生出版社。

名老中医之路 (第二辑), 估价 1.50 元, 1982 年 8 月出版, 山东科技出版社。

悬壶集 (医案丛刊), 估价 0.60 元, 1982 年 6 月出版, 河南科技出版社。

眼科探骊, 估价 0.63 元, 1982 年 7 月出版, 河南科技出版社。

汉英常用中医词汇, 估价 1.60 元 (平装)、2.50 元 (精装), 1982 年 6 月出版, 广东科技出版社。

购书困难者可与各有关出版社邮购组联系。