

一九八二年

运动医学 论文汇编

A COLLECTION OF
SPORTS MEDICINE
THESIS



北京医学院运动医学研究所

INSTITUTE OF SPORTS MEDICINE BEIJING MEDICAL COLLEGE

1982

X

运动创伤

1. 髌尖的“末端结构”及药物注射局部影响的实验研究…………… (1)
2. 兔跟腱末端病实验病理研究…………… (23)
3. 骨骺慢性损伤实验病理研究…………… (37)
4. 运动员疼痛性二分髌骨的临床和病理…………… (52)
5. 运动员股骨滑车部的软骨损伤…………… (66)
6. 运动员膝前、后十字韧带断裂及其复合伤…………… (78)
7. 运动员环枢椎损伤 (附30例病历分析) …………… (89)
8. 运动员及演员距后三角骨损伤 (附28足手术病例分析) …………… (102)
9. 运动员及演员跟腱断裂后的康复问题 (附 195 例病历分析) …………… (114)

医务监督

10. 运动员24小时连续磁带记录心电图观察
——某些异常情况的初步分析…………… (124)
11. 应用心输出量计算机对部分运动员及部分心脏病患者测量心输出量
的初步报告…………… (132)
12. 冠心病及高血压患者的民族形式体育疗法20例初步小结…………… (138)
13. 对田七人参预防运动中腹痛的观察…………… (148)
14. 教练员中心房颤动时运动处方…………… (152)
15. 适应性训练对大白鼠游泳衰竭状态的影响 对体重, ECG、组织病理
改变及心脏、肾上腺NA水平的影响…………… (157)
16. 适应性训练对大白鼠游泳衰竭状态的影响…………… (171)

营养生化

17. 举重运动员减体重的医学问题…………… (178)
 18. 运动员减体重期服用强化剂效果的实验观察…………… (184)
 19. 体育运动对人体血液免疫球蛋白影响的研究…………… (195)
 20. 运动员快速减体重期水和无机盐代谢及其补充的研究…………… (201)
 21. 女子体操运动员控体重期的营养问题…………… (210)
 22. 夏季训练中运动员排汗及汗液成分的研究…………… (220)
 23. 介绍一种琼脂糖凝胶电泳分离血清乳酸脱氢酶 (LDH) 同工酶的方法
…………… (230)
 24. 电子计算机 (COBOL 语言程序) 在膳食调查中的使用…………… (237)
 25. 大白鼠长时间运动中血糖及血清钾的变化…………… (240)
-

髌尖的“末端结构”及药物注射 局部影响的实验研究

曲锦域 田小明 于长隆 田得祥 李梅君

技术协助：林宗智 宋卫民

腱及韧带附丽区因慢性损伤而导致的末端病，是一种常见的运动损伤。如肩袖损伤、网球肘、髌尖病、腓绳肌起点损伤等等，究其病理同属末端病^(2, 4, 5)。此病在运动损伤中多属运动技术病，其发生与运动技术特点有明显的关系，因此一旦发生，病虽小却常常严重影响正常训练及成绩提高。为此，多年来即为运动创伤重要研究课题之一。Koellicker(1852)最先提出腱止点不是骨膜附着，而是软骨及钙化层。1929年Dolgo-Saburoff将腱止点部分分成4个区，并记载有潮线。1952 La Cava 将此类疾病定名为附丽区炎。1959 又改名为“末端病”。同期 Schneider(1958)⁽⁸⁾对该区的生理功能及病理发表了专著，总归为“腱病”(Tendopathy) Becker(1978)⁽⁷⁾又写了专书并报导了局部的超微结构。国内崔祖利^(12, 13)及我所在60年代初及70年代末也先后对其发生原因，临床病理等进行了临床及实验研究^(4, 5)。对此病的防治提供了一定的理论基础。但仍有许多问题尚待解决。例如腱止点变性的原因；腱内软骨岛及骨岛是怎样形成的；局部注射皮质激素类药物有何影响，溶骨现象的成因；局部坏死及肉芽组织增生是外伤还是药物的反应；中药局部注射有无不良影响等等。本实验的目的是：

- 一、研究临床常用的局部注射药物对末端结构的影响。
- 二、研究局部某些外伤因素与化学因素对末端病发病的关系。
- 三、进一步研究末端及其附属结构的生理解剖特点与病理的关系，以便更合理的采取防治措施。

实 验 方 法

实验共用成年家兔41只，性别不计，体重在二至四公斤之间。分四组进行观察。

第一组：对照组，兔5只。模拟临床髌尖痛注射法，先以碘酒及酒精消毒兔膝前部，再消毒术者左拇指，用以触及兔下髌骨尖部再沿甲尖将4½号针刺入髌腱或同时注射药物。左侧髌尖单纯针刺，右侧髌尖注射生理盐水0.2毫升，每周两次计四次，休1、2、4、8、12周空气注入宰杀观察。表1。

第二组：可提松注射组，计兔13只。右侧髌尖部注入去氢氯化可提松0.2毫升（5毫克），每周两次计4—8次，休1、2、8、12周宰杀。其中6只消瘦死亡，死后立即取材，作为参考观察材料。表2。

第三组：透明质酸酶局部注射组。计兔11只，两只死亡。药物以生理盐水稀释，局部注射0.2毫升，含药300国际单位。宰杀时间见表3。

第四组：丹参液注射组，兔12只，死一只。药为我院自制。2毫升含生药0.1克。每次

注射药 0.2 毫升。宰杀取材时间见表 4。

观察方法：各组动物宰杀后，将两侧膝上下髌骨连同髌腱同时取下。经 10% 中性福尔马林固定，脱钙、透明后，以石蜡包埋，矢状连续切片，厚度 6—7 微米。切片作下列组织及组织化学染色：（1）H.E 染色，（2）甲苯胺兰染色：观察酸性粘多糖主要是硫酸软骨素改变，（3）过碘酸—雪夫（PAS）反应，观察中性粘多糖及糖元，（4）Mallory 氏染色、观察胶原纤维。

结 果

一、髌骨上下腱止点及其附属装置（末端部）的正常组织结构：以对照组及其他各组的左髌骨为观察依据。

（一）髌下腱腱止点：由五部分构成。（图1、2、5）

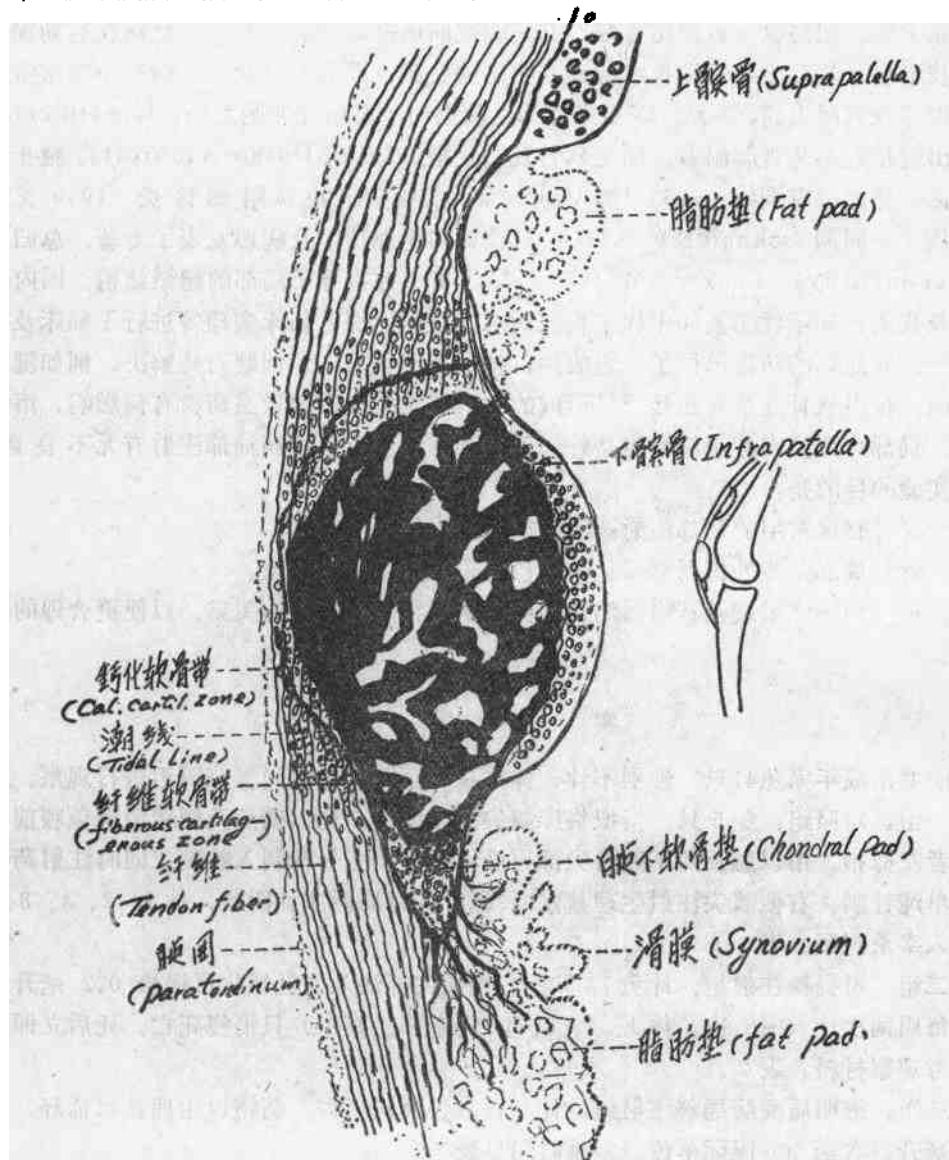


图1 兔髌骨上下腱末端的正常结构示意图

1. 腱纤维带：纤维呈波浪状，腱细胞又称翼状细胞为纤维母细胞，核呈长的梭形或杆状，与纤维顺列。腱内此部无血管。甲苯胺兰异染（-），核兰浅染。PAS反应红染，Mallory红染。

2. 纤维软骨带：附着在髌骨的前半（侧位观），其范围约为8个顺列的软骨细胞。细胞的包裹为圆形。在髌骨的背面也有纤维软骨细胞。1—2个细胞厚。该带甲苯胺兰异染（+），呈紫红色。比钙化软骨层深，比关节软骨浅（图5）。PAS反应可见软骨细胞内有深染的糖元颗粒。此处胶原纤维有时也有弯曲。

3. 潮线：H.E.兰染，位于纤维软骨带与钙化软骨带之间，一般较清晰。甲苯胺兰染色由于两侧粘多糖含量不同而分界明显（图5）。PAS都为红染，故不能用以分别潮线的位置。

4. 钙化软骨带：软骨细胞顺列5—10个。细胞大、有核缩、核溶，PAS糖元颗粒为深红染。与骨之间呈明显犬牙交错状。异染微紫红色。

5. 骨：该部呈密质骨，髓腔小，内常有血管。

（二）髌下腱末端的附属结构：

1. 腱下软骨垫：为特殊锥形纤维软骨样结构。位于髌下极的尖部，垫于腱下。其大小在切片上表现不一，可能与切片位置有关，也可能为正常变异。最大标为Ⅲ°，约相当髌骨长径 $\frac{1}{4}$ ，14—16个软骨细胞的大小。最小可2—3个细胞大小，标为Ⅰ°。上两者之间标为Ⅱ°。这一结构主要为纤维软骨，其中间核心部有时呈玻璃软骨样。它也可分成几个带：（1）胶原纤维带，其纤维呈放射状弯曲伸入脂肪垫中，部分伸入髌腱下，但不构成腱纤维，（2）锥形软骨带，软骨细胞间有成束的胶原纤维纵横交织在一起，伸入骨中，或向外伸展入脂肪垫中。该带的潮线及钙化软骨带均不明显。该带甲苯胺兰异染呈深紫红色（+++），略浅于关节软骨。PAS反应糖元++—+++。垫中有时可见血管。（3）骨，多为薄薄的一层骨小梁（图2、3、4、5）。

2. 脂肪垫及滑膜：垫中有小量胶原纤维、血管、大量脂肪细胞及散在纤维细胞。滑膜细胞只有一层（图1）。

3. 腱围：在腱的表层，为疏松结缔组织、层次不清，内有小血管。



图2 NS注射组，针刺侧正常74号兔Mallory×40

1. 末端腱纤维 2. 腱下纤维软骨垫 3. 关节软骨

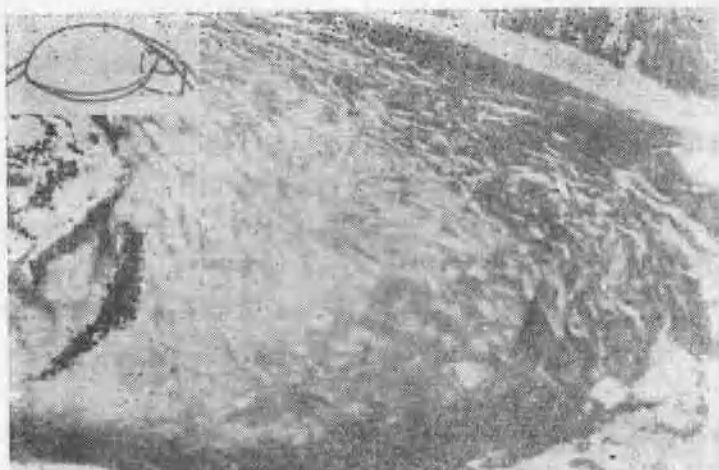


图3 同上 Mallory×100 膝下软骨垫内的胶原纤维呈束状交错成网状排列。



图4 同上 PAS×100 膝下软骨垫的软骨细胞中含大量糖元颗粒，软骨垫红染。



图5 同上 Toluidinblue×40

1. 软骨垫含大量硫酸软骨素 2. 末端的纤维软骨带 3. 末端的钙化软骨带 4. 关节软骨

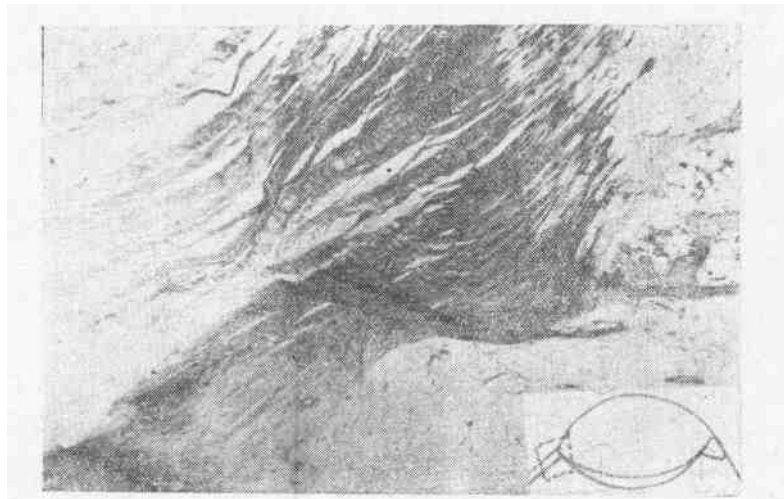


图6 同上，为颧上腱无软骨垫

1. 潮线 2. 钙化软骨带 3. 纤维软骨带 4. 腱纤维

(三) 颧间腱的末端结构：兔有两个颧骨，上颧骨为纤维软骨性，下颧骨为骨性。二者之间为颧间腱。上颧骨为纤维软骨成分，其中有纵横交错的胶原纤维束。异染(+)。PAS反应红染，含中性及酸性粘多糖。软骨细胞中有糖元颗粒(++)。颧间腱事实是股四头肌腱的延续，和人不同的是又长一上颧骨。其上颧骨附着点的几个部分基本与下颧腱相同，不同的是纤维软骨带较宽，约由14个软骨细胞顺列构成。纤维的波状较明显。此处无腱下软骨垫。但有滑膜及脂肪垫(图1、6)。

根据以上观察可以看出，颧间腱与颧下腱在颧骨上的末端结构的主要不同点是下腱有软骨垫，而上腱则无。

二、几种药物注射对下颧骨颧尖部末端结构的影响。

(一) 对照组兔5只，右侧注射生理盐水，左侧单纯针刺。针刺侧组织及组织化学检查均未见异常。

局部注射生理盐水的右侧，5例中3例有阳性改变，分别为腱内出血、血肿及小量瘢痕结缔组织增生。这些改变可解释为针刺的结果。见表1。

(二) 颧尖注射可提松组：兔13只，其中6只死亡后立即取材，作为某些观察指标的参考(见表2)。12例有程度不同的病理改变。

1. 腱止点部(指纤维软骨带潮线钙化软骨及骨)：纤维软骨带变窄者3例，不清者1例。1例有出血。未见明显骨坏死吸收现象。

2. 腱：有8例出现局限性腱细胞核消失，胶原纤维玻璃样变，最早的一例注射4次两周内即出现(87号兔)。4例局限性结缔组织增生(图9、10)。两例腱内有可提松药物残迹(图9)。两例腱内有出血(注射后1天及1周取材)。1例休12周后仍在腱内有园细胞浸润(77号兔)(图9)。

3. 腱下软骨垫：1例垫内有肉芽组织，髓腔开放及软骨化骨(77号兔)(图8、7)。和其他各组相较，PAS反应软骨细胞的糖元颗粒较少或根本没有(87、5、8、95号兔)。死亡组都无糖元(而关节软骨却都有糖元)，原因不清。软骨垫的大小早期似较小。

4. 脂肪垫及滑膜：在实验组中注射后1—7天内取材。仍可见内有充血、出血、血肿及

表 1 N S 注 射 组

编号	取材时间	止点(骨、钙化软骨、纤维软骨)	腱	腱下软骨垫	脂肪垫	滑膜	骨	腱围	评价
74	注 4 次/休 1 周	(-)	CT ↑ 出血	I。糖元 (++)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)
I	注 4 次/休 1 周	(-)	(-)	II°	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
72	注 4 次/休 2 周	(-)	CT ↑	II°	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
0	注 4 次/休 8 周	(-)	血肿	II°糖元 (++)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)
91	注 4 次/休 12 周	(-)	(-)	无	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

针刺侧无明显改变

表 2 去 氢 氢 化 可 提 松 组

编 号	取 材 时 间	止点(骨、钙化软骨) (纤维软骨)	髓	髓下软骨垫	脂 肪	垫	滑 膜	骨	髓 围	评 价
87	注 4 次/休一周	(-)	有 HCA ↓ 玻 璃样变核消失 CT ↑	不明显, 两侧 均无糖元	(-)		(-)	(-)	稍 厚	(+)
5	注 4 次/休二周	纤维软骨层不清, 对照有且有糖元	玻变、细胞核 消失	I°糖元少, 对 照软骨成分多	(-)		(-)	(-)	细胞多	(+)
84	注 4 次/休二周	缺	缺	II°糖元不少	(-)		绒毛增生	(-)	缺	(-)
8	注 8 次/休 8 周	(-)	部分细胞核消失	短 I°糖元 (-)	(-)		(-)	(-)	(-)	(-)
8	注 8 次/休 8 周	(-)	局部瘢痕	无	(-)		(-)	(-)	成骨 C ↑	(+)
95	注 8 次/休 8 周	软骨带窄	玻变, 核消失	短、两侧无糖元	(-)		(-)	(-)	细胞浸润	(+)
77	注 8 次/休 8 周	碎	玻变 HCA ↓ CT 园细胞浸 润	化骨, 髓腔开 放 有肉芽组织	CT ↑		(-)	成骨 C ↑	(-)	(+)
死 6	注 3 次/休 1 天		II° 无糖元	出血	HCA ↓ 血肿充血		(-)	(-)	(-)	(+)
死 70	注 3 次/休 4 天	出血		II° 无糖元	充血	肿、绒毛 ↑	(-)	(-)	(-)	(+)
死 83	注 6 次/休 1 周	无	出血, 玻变	III° 无糖元	(-)		(-)	(-)	(-)	(+)
死 16	注 6 次/休一周	(-)	(-)	II° 无糖元	(-)	绒毛 ↑	(-)	(-)	(-)	(±)
死 111	注 8 次休/ 2 天	软骨带窄	玻变	II° 无糖元	出血		(-)	(-)	园 C 浸润	(+)
死 111	注 8 次/休 7 天	(-)	玻变、CT ↑	II° 无糖元	园细胞浸润		(-)	(-)	园 C 浸润	(+)

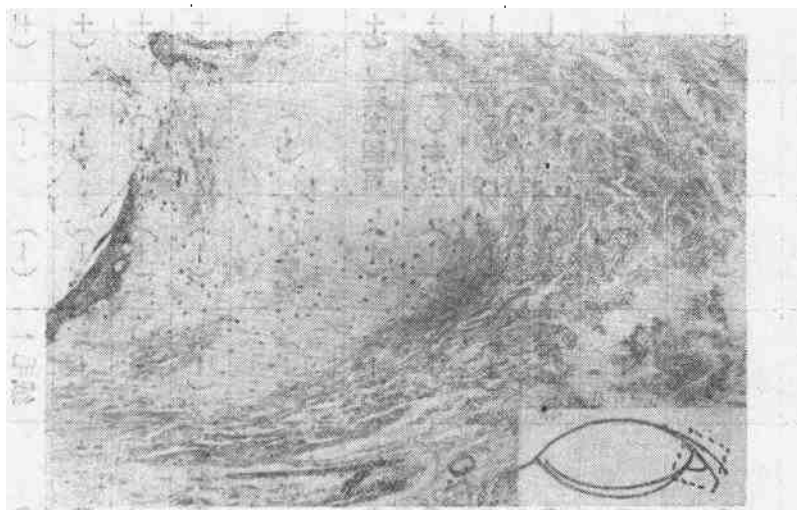


图7 可提松注射组
77号兔注8次休12周宰杀HE×100 纤维软骨垫化骨髓腔开放



图8 同上 Mallory×100 纤维软骨垫中有血管及CT, 可能为注射后肉芽组织的残迹。

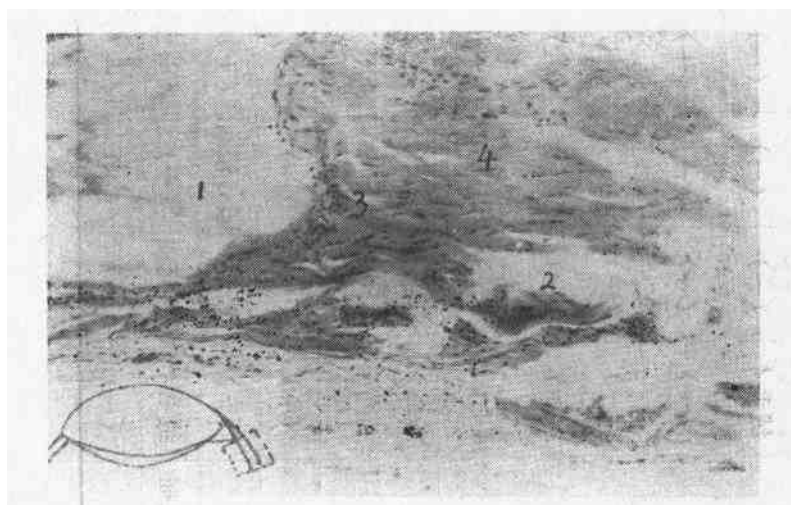


图9 可提松注射组 77号兔, 注8次休12周 杀H E×100

1. 腱内可提松残迹 2. 腱内园细胞浸润 3. 腱内CT增生 4. 腱玻璃样变

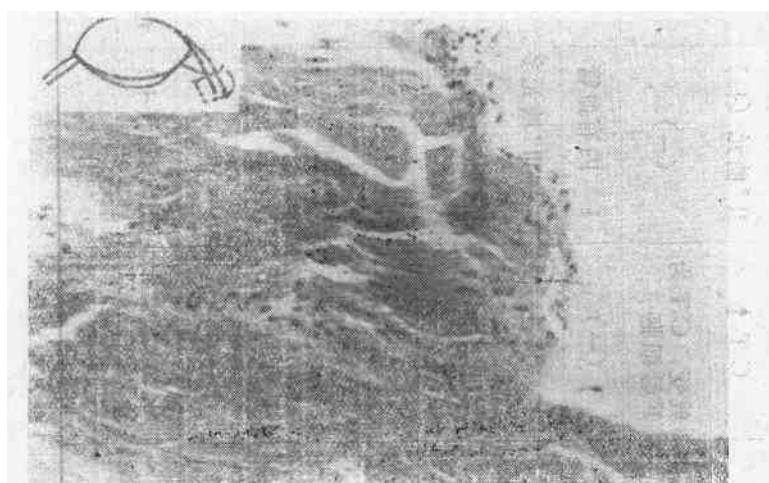


图10 可提松注射组 77号兔注8次休12周杀腱内CT增生

小园细胞浸润。滑膜有3例有绒毛增生。两例为注射后1周内宰杀者。这些变化的特点是约于注射后休两周后即大部正常。

5. 腱围: 两例肥厚, 3例有园细胞浸润, 两例为注射后一周内取材者。

总起来看颌尖注射可提松可引起腱的变性坏死及周围附属结构的反应性炎症。钙化软骨及骨质未见坏死。

(三) 颌尖注射透明质酸酶组: 兔11只, 两只死亡。5例显示不同的病理现象。

1. 腱止点部改变(见前), 只有1例潮线不规则, 异染稍差, 其他均阴性。

2. 腱组织: 4例有局限性玻璃样变性(注四次者2, 注8次者2。其中1例休8周后仍存在)。腱内有限局性结缔组织增生者两例(图11、12)。和正常组、可提松组相比较总的印象是腱内的腱细胞(纤维母细胞), 数量较多。

3. 腱下软骨垫: 多数较大, 属Ⅱ°的7例。异染较深, 软骨细胞内的糖元也较多, 说

表3 Rondase、注射组

编号	取材时间	止点(骨、钙化软骨、纤维软骨)	腱	腱下软骨质	脂肪	垫	滑膜	骨	腱围	评价
78	注4次/休1周	(-)	CT↑	II°糖元(++)	(-)		绒毛↑	(-)	(-)	(-)
49	注8次/休2周	(-)	玻变, CT为F母细胞	(-)	(-)		(-)	(-)	(-)	(+)
101	注8次/休2周	(-)	(-)	I°内有血管	(-)		(-)	(-)	(-)	(-)
7	注8次/休8周	(-)	(-)	II°—III°糖元多	(-)		(-)	(-)	(-)	(-)
59	注8次/休8周	潮线不规则 异染↓	玻变	II°糖元多(两侧)	出血		绒毛微↑	成骨C↓ (双)	(-)	(+)
106	注8次/休8周	(-)	(-)	I°	(-)		(-)	"	(-)	(-)
90	注8次/休12周	(-)	(-)	II°—III°糖元	(-)		(-)	"	(-)	(-)
9	注8次/休12周	(-)	(-)	II°	(-)		(-)	(-)	(-)	(-)
63	注8次/休12周	(-)	(-)	II°	(-)		(-)	(-)	园C浸润	(+)
死1	注4次/休1天	(-)	玻变	II°糖元(+)	充血、出血炎症		绒毛↑	髓腔充血	(-)	(+)
死80	注6次/休1周	(-)	(-)	II°	(-)		(-)	(-)	(-)	(-)

表 4 注 射 丹 参 组

编 号	取 材 时 间	止点(骨、钙化软骨) (纤维软骨)	腱	腱下软骨垫	脂 肪 垫	滑 膜	骨	腱 围	评 价
18	注 4 次/休 1 周/ 注 4 次/休 1 周	骨内血管增多, 异 染深	细胞增多, 有 C T 灶	(II°) 异染深 糖元多	胶原纤维多 纤维母细胞多	绒毛增生, 出 血 园细胞浸润	(-)	厚, 血 管增多	(+)
2 D	注 4 次/休 1 周	软骨细胞增多	同上	同上	出血, 纤维母 细胞增多, 炎 细胞浸润	绒毛增生	(-)	(-)	(+)
3 O	注 4 次/休 1 周	潮线髓腔开放	出血	同上	园细胞浸润	(±)	成骨 C 活跃	厚	(+)
4 J	注 8 次/休 4 周	(-)	(-)	同上, 有骨化	(-)	(-)	(-)	厚	(+)
5 H	注 4 次/休 8 周	缺	(-)	多核及淋巴 C 浸润 C T 增多	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)
6 N	注 8 次/休 8 周	髓腔开放, 纤维软 骨带窄	(-)	同上, 有血管	轻度细胞浸润	(-)	成骨 C 活跃	(±)	(+)
7	注 8 次/休 8 周	(-)	(-)	I°	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
8 M	注 8 次/休 8 周	(-)	(-)	I° 糖元	(-)	(-)	(-)	厚	±
9 A	注 8 次/休 12 周	(-)	出血	I° 髓腔开放	(-)	(-)	(-)	厚	(+)
10 E	注 8 次/休 12 周	(-)	(-)	I°	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
11 L	注 8 次/休 12 周	纤维软骨带宽	(-)	I°	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
12 F	注 6 次/休 1 周 (死亡)	(-)	(-)	无	细胞浸润	绒毛增生	(-)	(-)	(+)

明代谢旺盛。但注射休息几周后有减小减轻趋势。

4. 脂肪垫及滑膜：注射后一天立即取材的有充血及出血（1号兔）。8号兔注射8次休8周后宰杀取材者，仍可见垫有出血的残迹。滑膜有3例绒毛增生（图13）。

5. 腱围有1例有园细胞浸润（例63号兔注8次，休12周）和可提松组相比较轻的多。

（四）颌尖注射丹参液组：计兔12只，1只死亡。8例有病理改变。

1. 腱止点部（左前）：两侧潮线断呈髓腔开放（Q、N号兔）。纤维软骨带宽窄有改变者3例。

2. 腱组织：二例腱有变性。两例有出血残迹，3例有结缔组织增生（图14）。

3. 腱下软骨垫：注射初软骨垫都较大，可Ⅲ°，糖元也多。休8周后有变小减少趋势。

4. 脂肪垫及滑膜：垫内有园细胞浸润者6例。休8周后者基本正常。3例有滑膜绒毛增生。

5. 腱围：6例有腱围增厚。休8周后仍有3例腱围仍厚。说明腱变性虽轻，但附属结构炎症反应较重，腱围增厚不利于腱内血管运及弥散代谢作用。肥厚粘连又可产生疼痛。临床是否可用值得考虑（图15）。

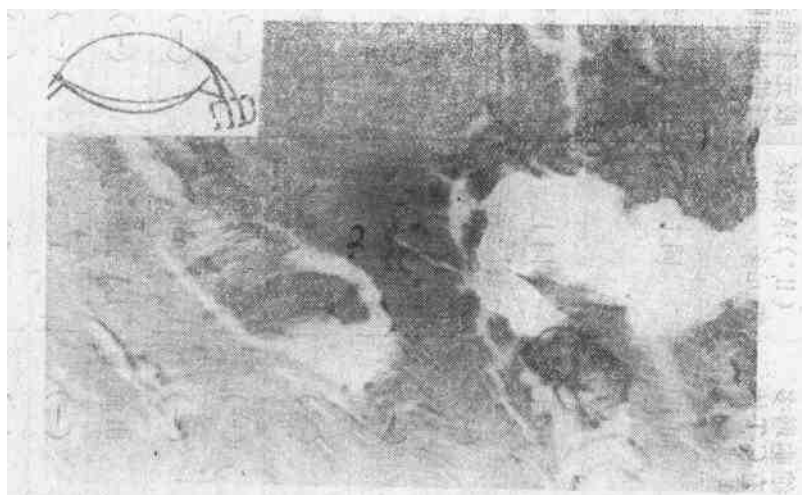


图11 Rondase 注射组 78号兔注4次休一周杀

1.腱玻璃样变 2.腱内纤维结缔组织增生 HE×200

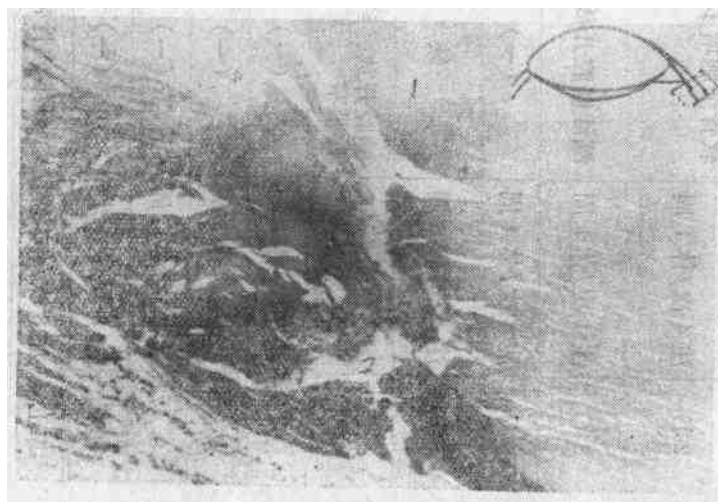


图12 Rondase注射组

49号兔注8次休两周杀

1.腱玻璃样变

2.腱纤维断裂CT增生

HE×100

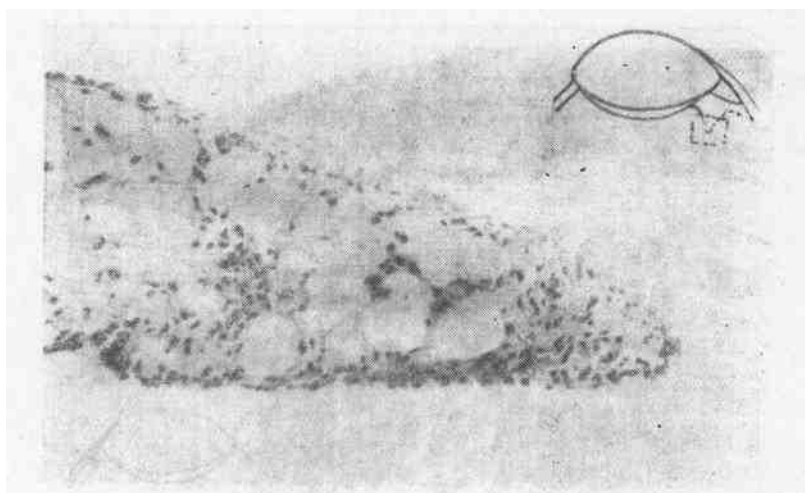


图13 Rondase 注射组 78 号兔注 4 次休一周杀
脂肪垫的滑膜细胞增多，绒毛增生、园细胞浸润。HE×100

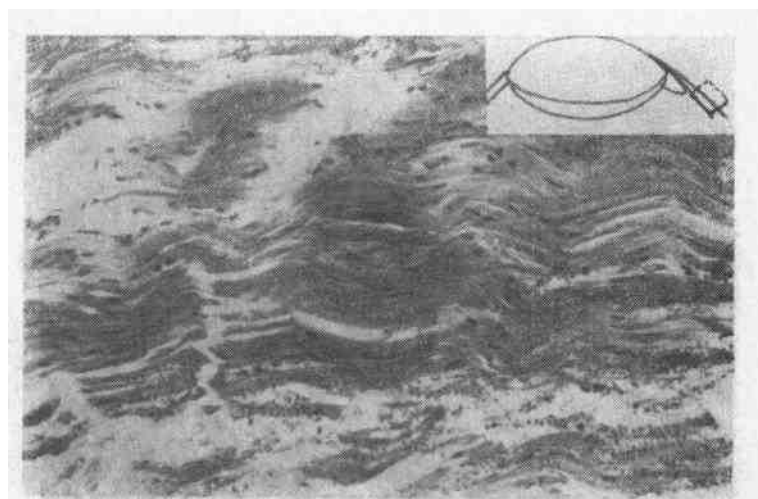


图14 丹参注射组 0 号兔注 4 次休一周杀
腱内CT增生有出血 HE×200

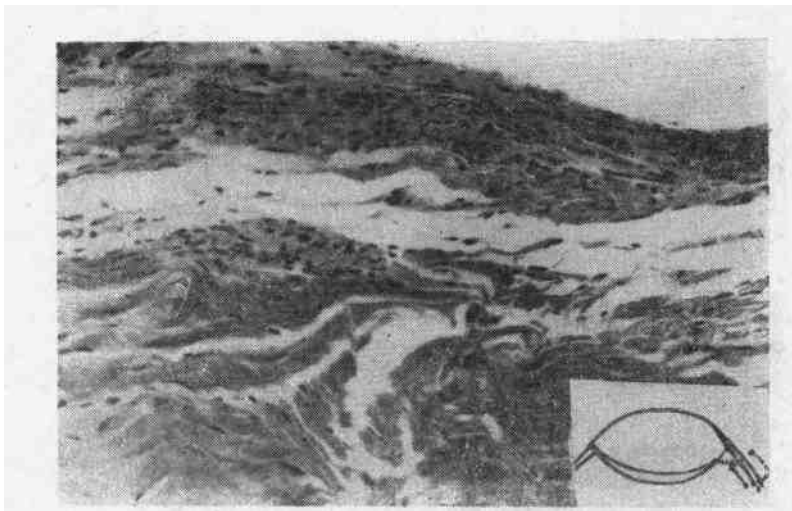


图15 丹参注射组 HE×200 0号兔注4次休一周杀
腱围粘连纤维结缔组织增生

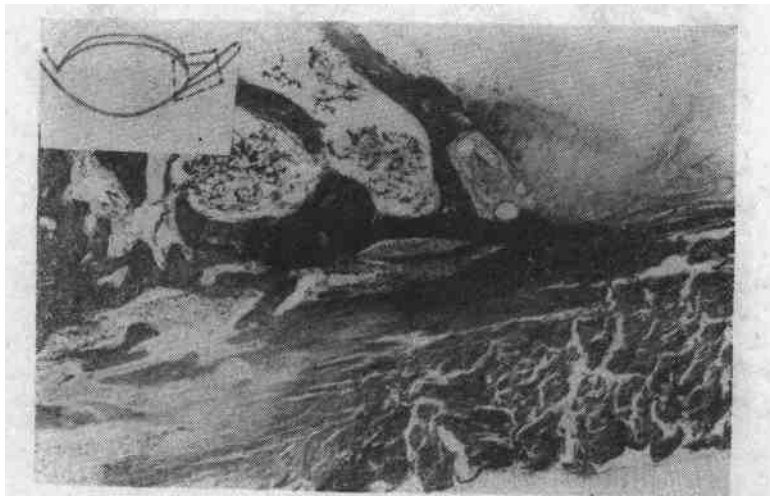


图16 丹参注射组 D号兔注4次休一周杀 HE×40
1.软骨细胞增多 2.软骨垫髓腔开放

讨 论

一、腱末端结构的解剖生理特点与生物力学

(一) 腱末端结构分型：末端结构系指腱止点及其周围的附属结构而言。

有关腱止点的结构论述已较多 (Koellicker 1852 Dolgo-Saburff 1929 La Cava 1952, Schneider 1959, 崔祖利 1963 等), 概言之, 都认为该部包括波浪状的腱纤维带, 纤维软骨带、潮线、钙化软骨带、骨等五个不同部份。它由软到硬, 由细到宽, 最后通过 Sharpey 氏纤维牢牢固定于骨骼及腱侧骨膜。有的作者如 Becker 于长隆等人用电镜及光镜等证明纤维软骨区的胶原纤维排列不是顺列, 而是交叉围绕于软骨细胞胞囊周围再穿入钙化层及骨中, 当腱受牵拉或折曲时, 该部既有如电线接头部橡皮管的防折作用, 又有如橡皮球那样受拉变形 (胶原纤维受拉压迫软骨细胞使之变形) 的缓冲突然遭受牵拉暴力的作用。

关于腱止点周围的附属结构虽有论述但欠详尽^(5, 13)。根据作者对腱末端病的临床、病理及实验观察, 我们认为这些附属结构如腱围、滑囊、脂肪垫、以及本文观察到的腱下软骨垫等与产生症状和发病机理也有重要关系。这些附属装置由于局部解剖力学特点的不同, 所涉及的组织也不同。因此对其了解, 不仅对末端受力的特点可以加深理解, 对局部发病机理及病理范围的认识, 以及对处理方法的选择也将很有帮助。

根据本文对兔髌骨上 (髌间腱) 及下腱止点的观察, 发现两者的末端结构有明显不同 (见表 5、图 1—6)

表 5

	腱纤维波浪	纤维软骨带	腱下髌尖软骨垫	受力特点	分 型
髌 间 腱	明 显	宽	无	牵拉为主	牵 拉 型
髌 下 腱	不 明 显	窄	有	牵拉及折曲	牵拉折曲型

出现以上差别的原因, 显然与局部解剖特点差异, 引起受力不同有关。结合作者对跟骨下止点、肩袖、腓绳肌腱在坐骨止点等的观察, 初步认为, 按照力学特点及附属结构的不同, 末端结构可分为三型: 即

1. 牵拉折屈型: 以髌尖下止点为代表。在髌下腱止点的下面有一“髌尖纤维软骨垫”, 其作用是当膝屈曲时防止腱折屈, 增加作用力矩和缓冲突然伸膝的牵拉张力。

2. 牵拉型: 以髌间腱、跖腱膜在跟骨的止点为代表。其他如坐骨、股骨小转子, 横突髂骨嵴上的各个肌止点等。无纤维软骨垫, 受力以牵拉为主 (图 18、19、6)。

3. 滑车型: 如肩袖、跟腱下止点等, 腱在一个圆的切线上牵拉, 使关节转动。这一类在腱下都有一关节软骨与之相对应的圆形滑动面。其作用是使腱的深浅层纤维均匀受牵拉应力, 也有一定的缓冲作用 (图 18、20)。

这一分型是粗略的, 因为多数腱止点除局部受牵拉应力外, 都有一些折屈应力, 纤维受力并不均匀。如人的髌腱在膝内外翻时有内收及外展, 腓绳肌在坐骨的止点当体前屈时也有