



# 软组织力学定量平台

市场部

2025



## 企业介绍



## 曹艳平教授

---

清华大学生物力学与医学工程研究所所长  
长聘教授、博士生导师

### 学术背景与成就

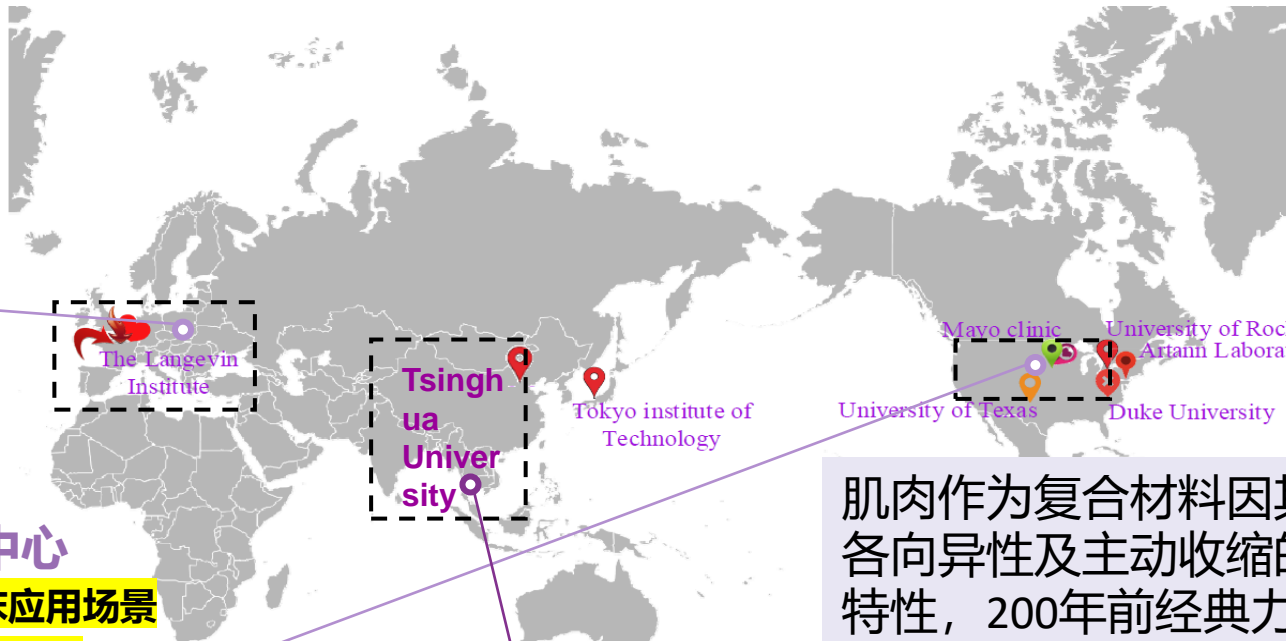
生物力学领域国际顶级科学家，国家自然科学基金二等奖，教育部自然科学一等奖，中国医学装备协会超声分会超声弹性成像学组主任委员。

主持国家自然科学基金项目6项，授权发明专利20余项，Elsevier中国高被引学者（2020，2021，2022）。

### 工作经历与成果

从2002年至今，发表SCI论文150余篇，总引用5400+，H指数37。代表作发表在Sci. Adv.、Med. Image Anal.、IEEE TMI、Phys. Rev. Lett.、J. Mech Phys. Solids等。

# 世界领先水平

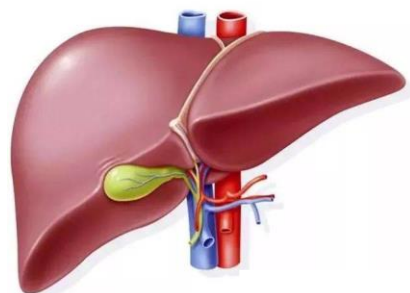


法国朗之万实验室  
针对肝脏，  
套用力学经典公式（约200年前），  
研制了适用于肝脏的设备，  
替代肝纤维化活检

美国梅奥医学中心  
挖掘了设备的一系列临床应用场景  
针对该设备推动指南发布

清华大学生物力学  
与医学工程研究所

肌肉作为复合材料因其各向异性及主动收缩的特性，200年前经典力学公式的模型假设已远远不足以支撑精准测量，因此清华大学生物力学研究所基于二十余年的生物力学技术积累，对不同软组织实现精准力学建模，根据**复杂客观力学模型**指导选择不同组织间的力学激励方式。



$$G = g'(I, O)$$

$$G, \beta, w_a = g'(I, O, G_s, G_f, H_s, H_f, H)$$

(图片改编自：网络)



# 曦健科技

XIJIAN TECHNOLOGY

曦健科技立足于清华大学生物材料和软材料力学实验室在人体软组织力学表征领域的十余年研究基础，致力于推进人体生物力学定量平台型技术的产业化，公司聚焦运动健康、皮肤医美、重大疾病诊疗等临床蓝海刚需市场，为行业提供世界领先的人体软组织生物力学定量检测设备，并共建基于人体生物力学定量的干预生态体系。

## 高新技术 企业证书



## 中关村 高新技术企业



## 十余项 国家发明专利



## 科技型 中小企业





## 产品及原理

# 产品介绍



## 设备特点:

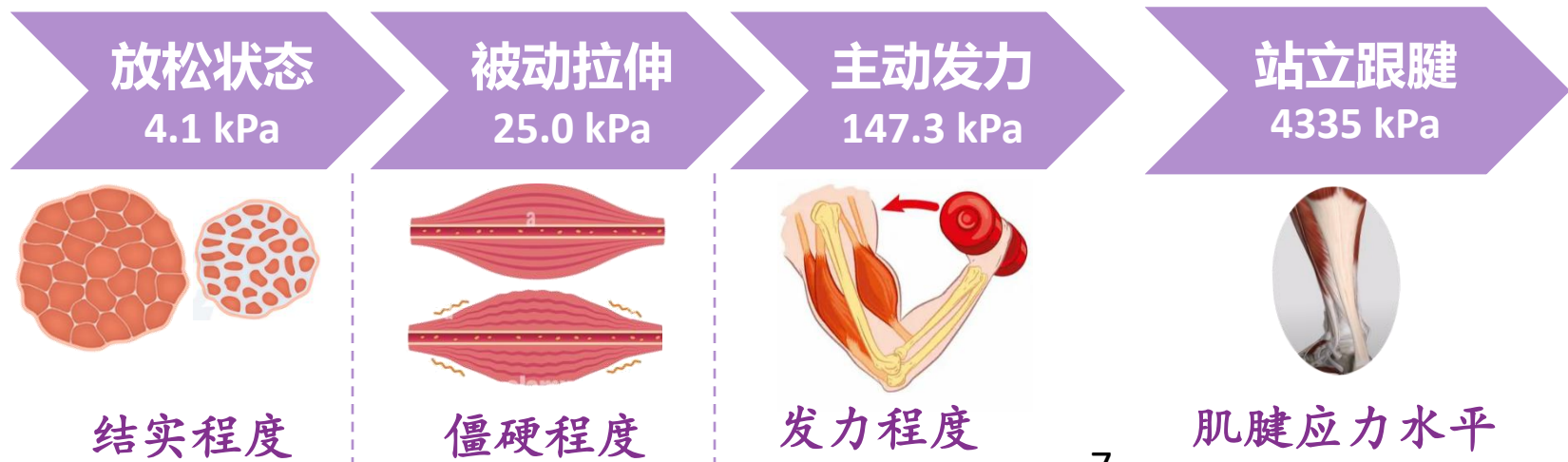
1. 采用复杂软组织算法, 精准量化
2. 分部位、分肌肉测量, 覆盖全身浅表肌肉/全身皮肤
3. 无损、无创、无痛
4. 设备便携
5. 测量快速 (分钟级)



## 软组织力学定量检测仪

### 应用方式:

- 与人群基线对比;
- 左右侧对比;
- 肌群内部对比;
- 动态测量;
- 治疗前后比较;
- 长期随访测量;
- .....



# 软组织力学定量

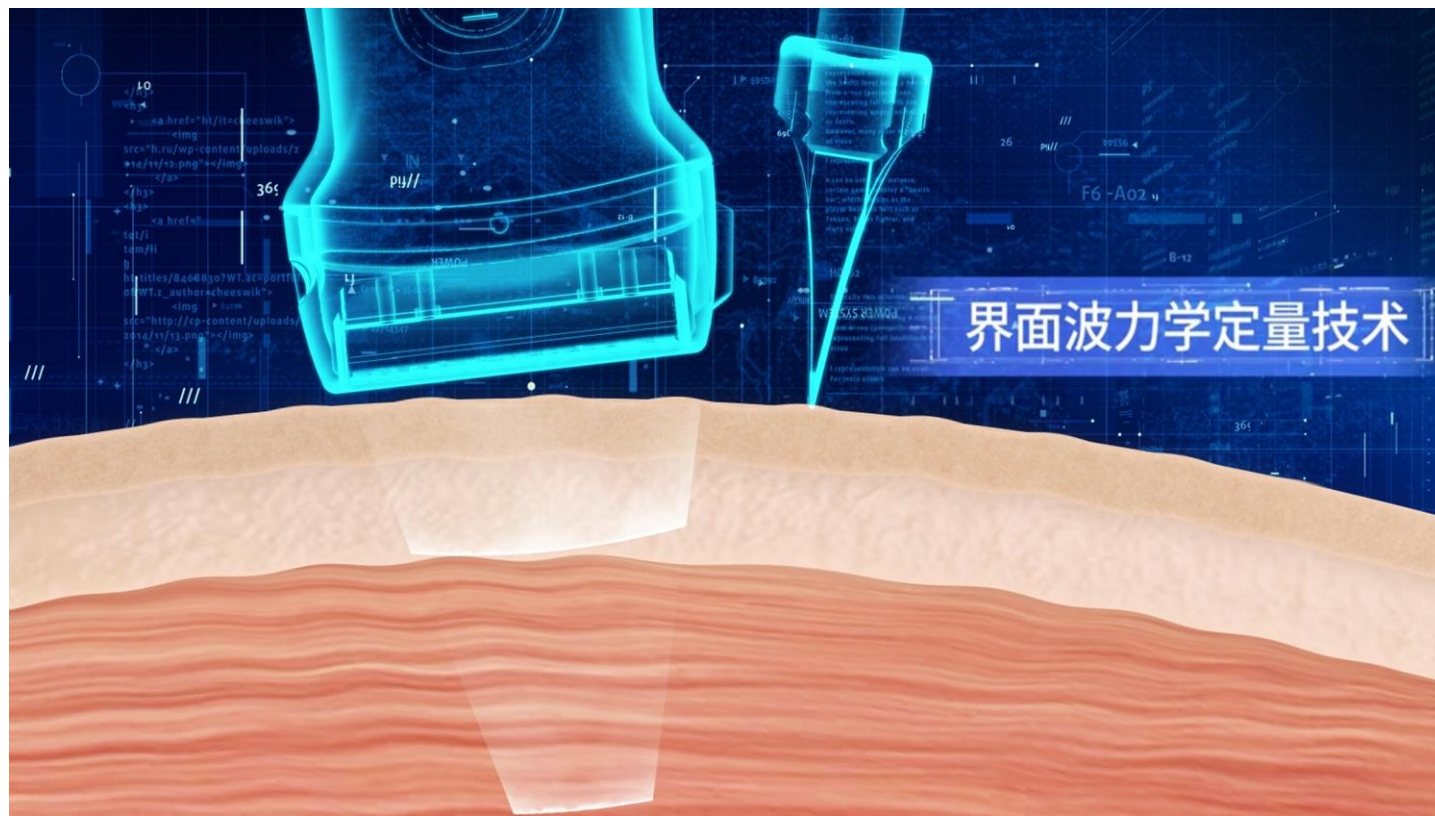
软组织——皮肤、皮下脂肪、肌肉、肌腱、筋膜.....

力学——结构、状态

定量——对某种可量化属性给出测量结果



该技术基于软组织在体、无创的力学定量检测场景，对肌肉、肌腱进行【结构】、【性能】、【状态】等多个维度的力学定量检测，进而给出客观量化的力学定量结果。寻找客观有效的指标，定量的前提是指标客观存在。结构方面为器质性问题，如肌少症，皮肤弹性下降。状态和性能方面为功能性问题，如肌疲劳，肌肉失衡（跌倒风险）。



激励探头作为信号发射端，通过马达产生百赫兹，毫米级机械振动，在浅表组织中激发机械波



超声探头作为信号采集端，发射超声波，监测机械波的传播，同时进行结构定位



软件对超声信号进行分析，提取机械波在组织中传递的特征参数



将机械波特征参数代入生物力学模型，得到肌肉/肌腱力学定量结果

# 力学定量结果

## 治疗手段效果评估

帮助临床进行分级诊疗，为康复治疗手段如按摩、小针刀等的治疗效果前后提供可视化评估依据。

## 肌肉平衡状态筛查

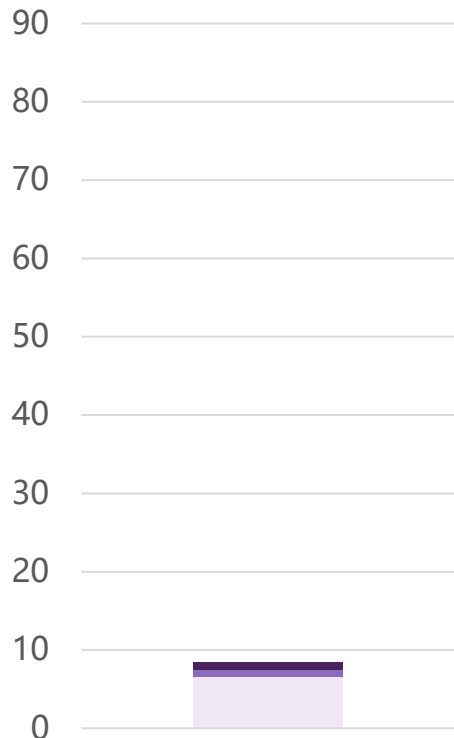
辅助制定康复或训练计划，对优势侧/劣势侧、健侧/患侧等肌肉状态进行双侧定量评估及对比筛查。

## 个性化精准康复方案制定

指导临床进行精细化诊疗方案的调整，探索最佳治疗手段及最优治疗方案。

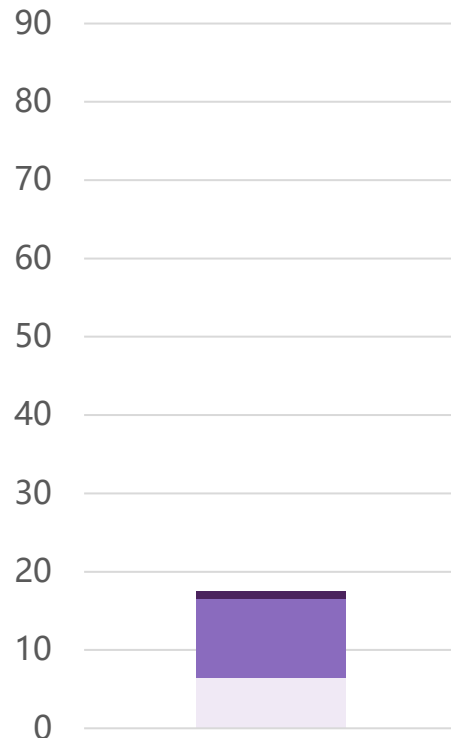
## 围手术期治疗方案制定

针对运动相关的软组织问题，客观评估围手术期治疗及训练的效果，监测患者康复及治疗进展情况。



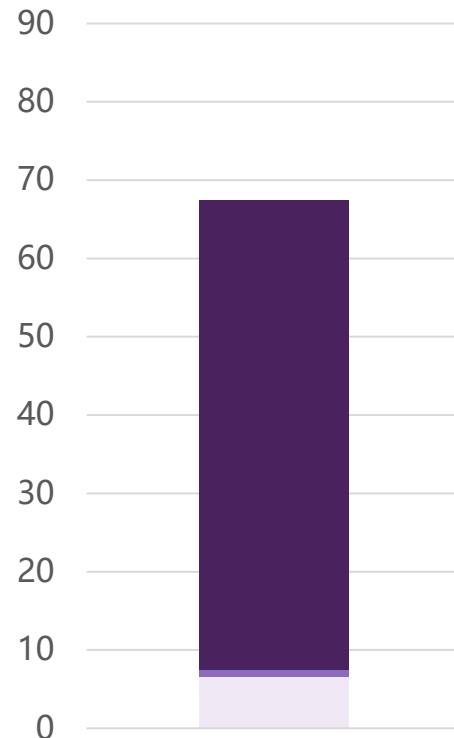
初始位+不发力

- 基础模量
- 被动应力
- 主动应力



伸展位+不发力

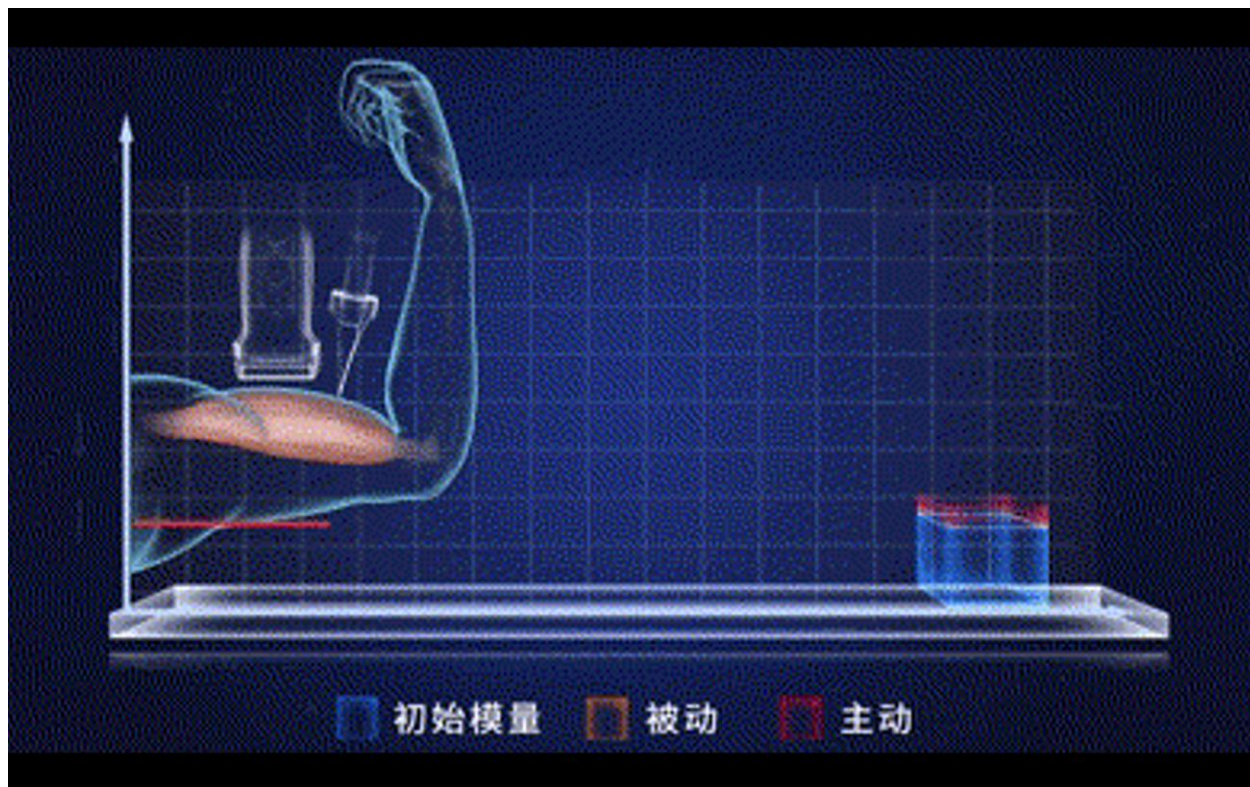
- 基础模量
- 被动应力
- 主动应力



初始位+发力

- 基础模量
- 被动应力
- 主动应力

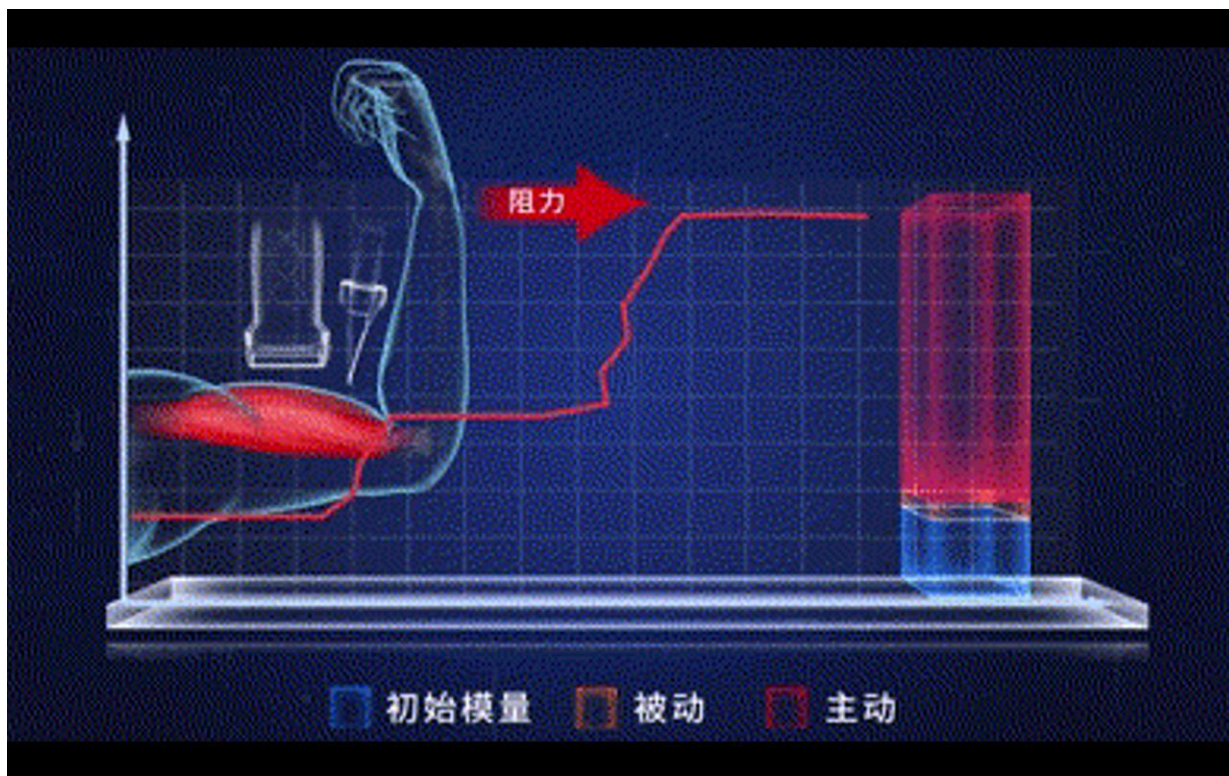
## 屈曲位-不收缩



肌肉在静息状态下，测量值（G值）应该非常接近这块肌肉的模量值，如果张力增高，放松态测量值会异常升高。

测量值（G值）异常偏高的患者，大概率是张力高、肌肉紧张，干预措施以放松肌肉为主。

## 屈曲位-收缩



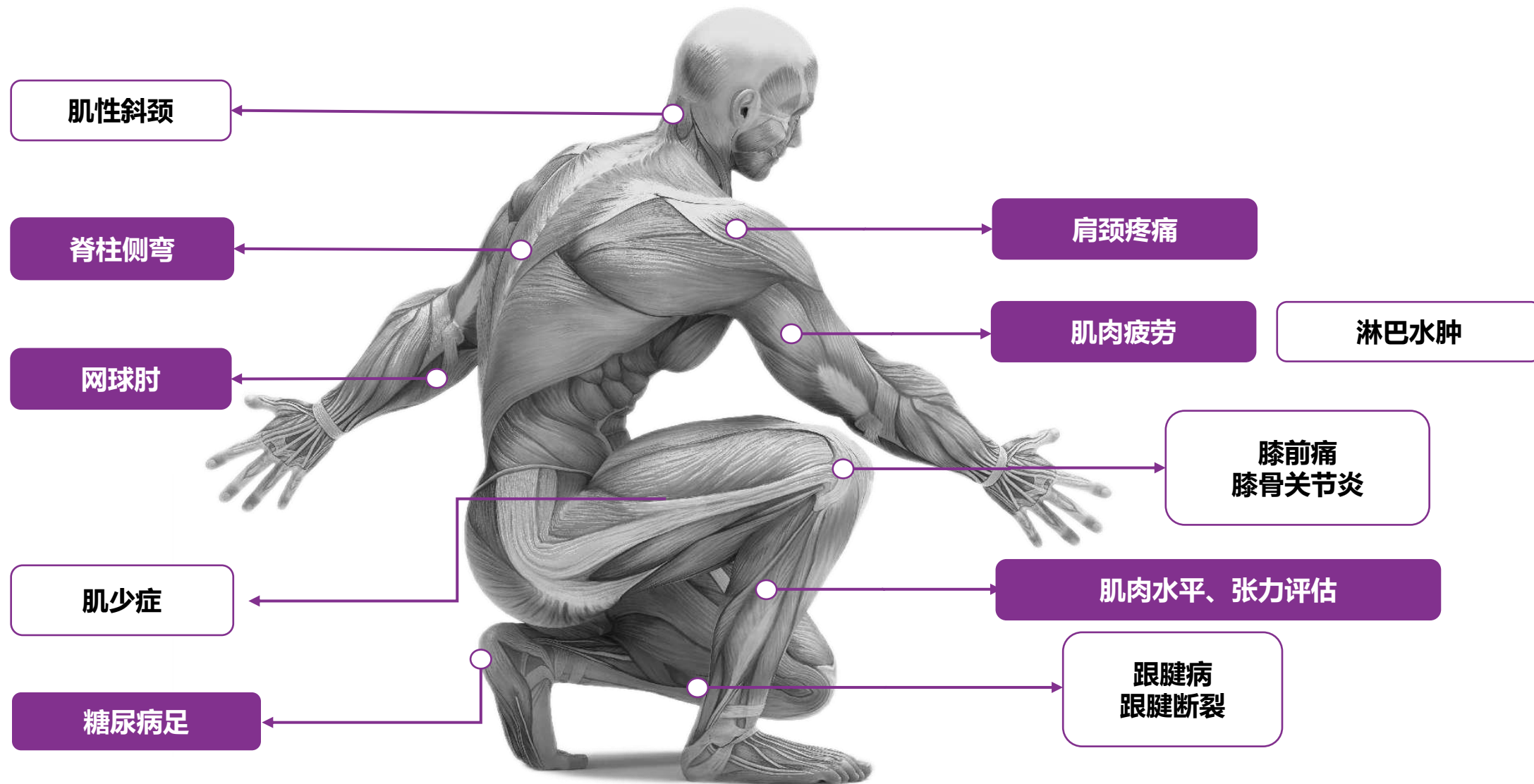
肌肉在发力状态下，同样是1kg的负载，肌肉更多的人，单位截面积的肌肉发力更少，发力态测量值会更低。

测量值（G值）低的病人（同一受试者进行健患侧/优劣势侧/左右侧对比），说明发力位的单位截面积张力低，需要力量训练刺激这块肌肉发力。



临床应用

# 应用方向



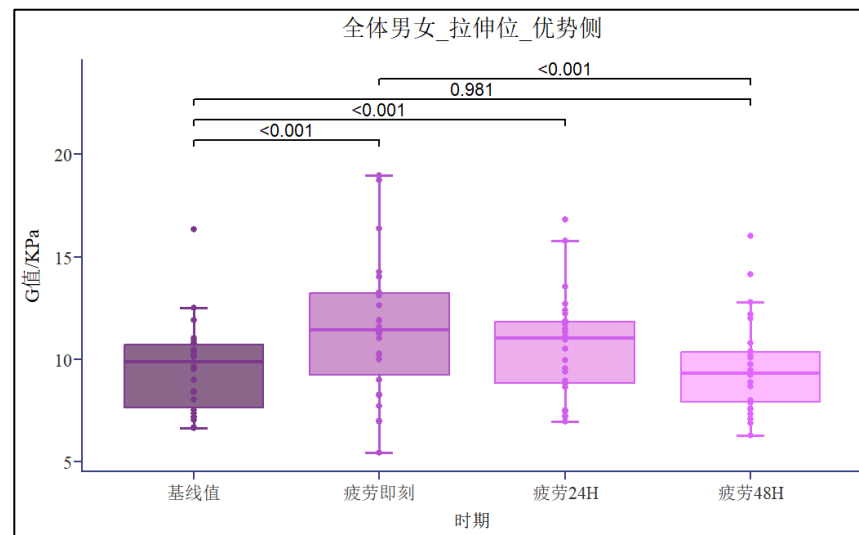
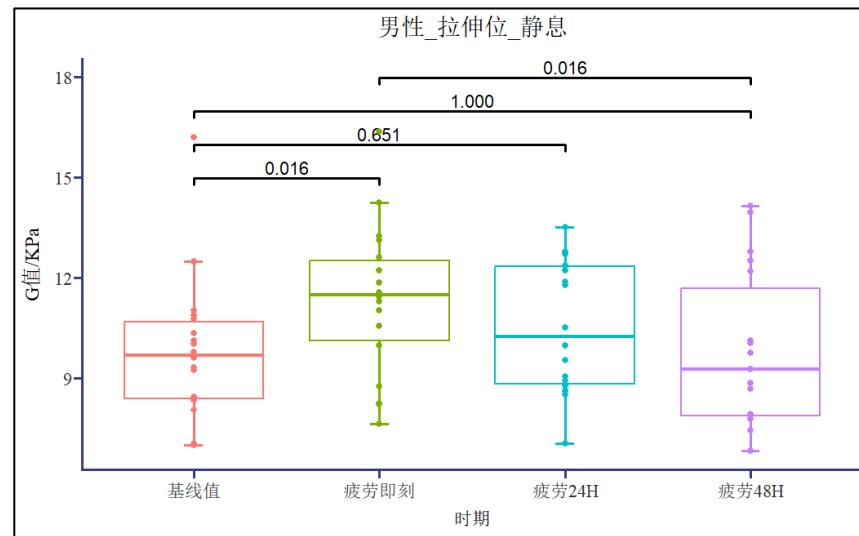
# 肌肉疲劳评估

合作院校：北京体育大学体育工程学院

## 研究结论

1. 运动员和普通人训练疲劳后即刻肱二头肌测量值**显著上升**，随时间推移测量值逐渐下降，到疲劳后**48小时恢复基线数据**；
2. 肱二头肌**基线值**与**BMI**呈**显著负相关**，与**是否是运动员**呈**显著正相关**；
3. 肱二头肌测量值**疲劳即刻值**与**BMI**呈**显著负相关**，与**是否是运动员**相关**不显著**。

**临床意义**：定量揭示了人体肌肉组织的疲劳恢复曲线，对运动指导、损伤防护、康复指导均有重要意义。



# 膝前痛评估及治疗指导

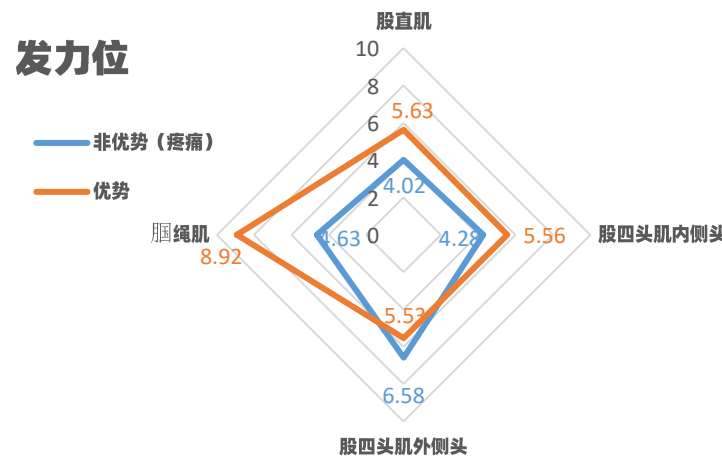
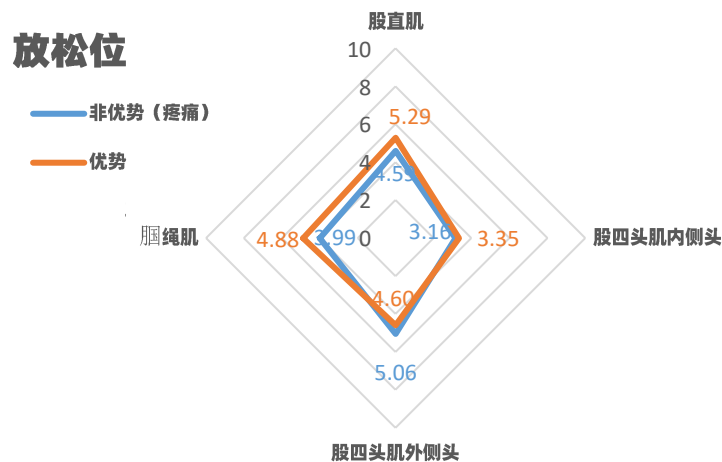
合作院校：北医三院运动医学科

## 研究结论

1. 优势侧膝关节相关肌肉测量值高于非优势侧
2. 疼痛患者内外侧差异显著高于非疼痛患者

## 临床意义：

精准定量检出疼痛患者局部优劣势肌肉，进而指导治疗，使肌力失衡引起的疼痛症状得到更有效的治疗。



✓ 整体：优势侧 > 非优势侧  
( $5.5 \pm 1.48$ ,  $4.5 \pm 0.93$ ) 【对应肌力】

✓ 局部：患侧 > 健侧  
(1.54, 0.99) 【股外侧肌/股内侧肌】

✓ 静息状态和功能发力状态，惯用侧模量均大于非惯用侧

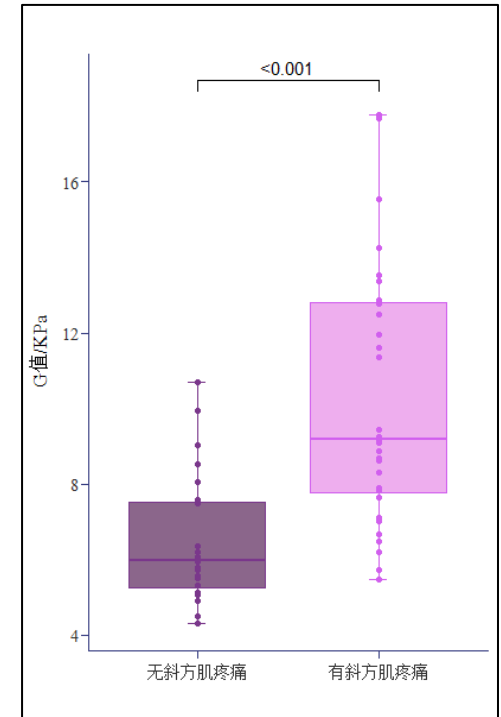
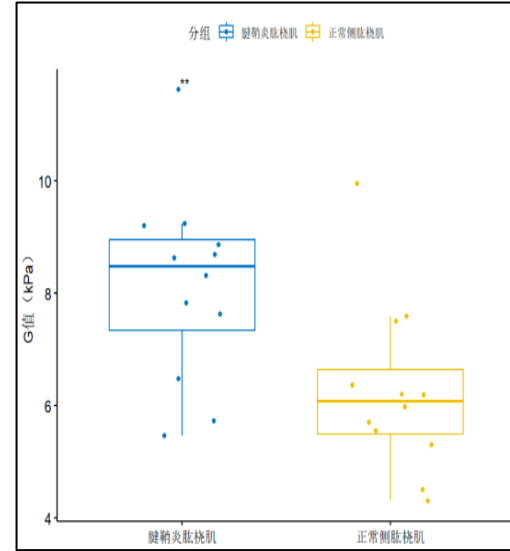
✓ 仅在疼痛发生的位置（股外侧肌），双侧测量值对比异常

# 肩颈疼痛及腱鞘炎的诊断及疗效评估

## 研究结论

1. 斜方肌筋膜疼痛患者的测量值**显著高于**无症状人群；
2. 斜方肌测量值平均值(kPa)可预测斜方肌筋膜疼痛综合征 AUC:0.857 ,95% CI:0.763-0.952, **specificity:71.429%, sensitivity:90.625%**。
3. 斜方肌疼痛受试者按摩前左右侧比例较高，按摩后左右侧比例**显著下降**；
4. 肱桡肌疼痛人群测量值**显著高于**无症状人群。

**临床意义：**肌肉慢性疼痛缺乏便捷有效的定量评测工具，力学定量能帮助临床进行分级诊疗和治疗效果可视化评估。



斜方肌疼痛受试者编号	左侧	右侧	左右比例	按摩后左侧	按摩后右侧	左右比例
1	5.42	8.6	37%	5.27	5.46	3%
2	9.98	7.38	35%	8.31	7.5	11%
3	14.92	11.6	29%	9.95	8.63	15%
4	6.29	9.49	34%	6.36	5.55	15%



感谢您的时间!

市场部

2025年