# Stretching exercise

* 病理性縮短的軟組織會造成關節攣縮(contracture)
* Stretching指延長病理縮短的軟組織以增加關節活動度.

## 牽張運動的適應症及治療目標

* 適應症

1. 因攣縮,粘黏和疤痕組織的生成使肌肉,結締組織,皮膚縮短而造成關節活動的受限.
2. 在訓練無力的肌肉前,要先將對側的緊繃肌肉延長.
   * 關節攣縮是指肌肉或跨過關節周圍的軟組織發生適應性縮短,而使關節活動度受限.攣縮的種類有:
     1. 肌原性攣縮: 無特定的組織病變,肌肉肌腱單元有適應性的縮短,特別好發在跨二個關節的肌肉 (two joint muscle),其可用短時間的緩和性牽張運動來改善.
     2. 粘黏: 缺乏活動會使膠原纖維間的橫向連結增加,且結締組織內的結構改變而產生攣縮.
     3. **疤痕組織**: 受傷或發炎反應中,新生纖維初期任意排列而和正常組織粘黏,持續的機械或化學性刺激會造成慢性發炎,也會使纖維沉澱和有明顯疤痕,如肌腱炎
     4. 假性肌原性攣縮: **中樞神經系損傷使肌肉張力過高或肌肉痙攣**.
     5. 不可逆攣縮: 正常軟組織被骨頭或纖維組織取代,永久喪延展性,須以手術方法來改善.
     6. 反射性肌肉防衛反應:肌肉受附近組織疼痛刺激所產生的持續性收縮的反應所引發的反射及防衛性肌肉收縮.

* 治療目標
  + 重建正常的關節活動度.
  + 預防不可逆的攣縮.
  + 增加整體柔軟度,並與肌力增強運動結合.
  + 避免特別的運動造成肌肉肌腱受傷的危險.
    - 當患者接受物理治療一段時間後,關節角度的差異至少要增加**5-10**度才可被認為有關角度的改善.
    - 柔軟度是指關節活動度不受限且不疼痛下,能移動單一或一連串關節的能力,以及肌肉肌腱能延長的能力.影響柔軟度的因素有: 肌肉的延展性和關節動力學.
      * 被動柔軟度與肌肉延展性和關節周圍的結締組織有關.
      * 動態柔軟度與肌肉主動收縮的能力和動作中的組織阻力有關.
      * 被動柔軟度為動態柔軟度的先決條件.

## 治療形式

* 被動牽張: 方式有以下

1. 徒手被動牽張的原則
   * 由治療師給予外力,並控制方向,速度,強度與牽張的時間
   * 不可與被動關節活動運動(PROM exercise)混淆
   * 過程中患者要儘量放鬆.
   * 在最大角度下停留15-30秒,時間不可少於6秒鐘,且應重複多次.
   * 強度與時間視患者可忍耐與治療師力量與耐力而定,相對於長時機械式牽張,徒手牽張的效果較短暫.
   * 使用**低強度**,**長時間的慢速牽張**,較不會引起牽張反射.(又稱**靜態牽張**)
     1. 彈跳牽張: 指高強度,短時間,快速反彈的牽張,而要小心使用否則容易引起牽張反射造成肌肉反射性的反縮,也容易成微傷害,因此不適合用在**老年患者及活動少**的人.
     2. 持續性牽張較溫和,適合**老人與活動較少**的患者.
     3. 在復健的後期,依下順序來進行牽張運動以增加運動員的動態柔軟度: **靜態牽張 - 緩慢且於末端小範圍的牽張- 緩慢且大範圍牽張 – 快速且在末端小範圍的牽張 – 快速且大範圍的牽張**.
2. 長時間機械式被動牽張的原則.
   * 對組織給予長時間(**20-30分鐘以上**),**低強度**的外力(**體重5-10%**)來延長軟組織.
   * 可利用有重量的牽引及滑輪系,傾斜床或動態或式的副木.
   * 患者較舒服,效果也較短時間的徒手牽張好.
     1. 長時間牽張可使用在:
        1. 收縮性組織,肌肉的肌小節以串聯的方式增加.
        2. 非收縮性組織會產生塑性變形使組織長度變長且維持時間較久.
     2. 對於已經纖維化的長期攣縮的關節,最好配合**副木或石膏**等固定器具做長時間的機械式牽張來使用.
3. 週期性的機械式牽張的原則.
   * 使用機械牽張儀器,牽張強度大小,週期長短皆可由儀器來調整.
   * 患者覺得週期性牽張儀器比持續性的牽張較舒服也較能忍受.
     1. 治療關節攣縮的患者,牽拉技巧比較有效的方式為: **低負荷,慢速操作且維持長時間**.
     2. **長時間機械式牽張與週期性機械式牽張**等兩者都比徒手牽張方式有效.
     3. 利用**機械牽張**作長時間或週期性的牽張,所以力量可選擇較大一些是錯誤的的觀念.

* 主動抑制
  + 讓患者**主動參與**牽張的操作以抑制緊繃肌肉的張力,對於肌肉組織攣縮或肌肉疼痛的患者而言,主動抑制是最適合牽張治療的方式.
  + 有以下方式:
    1. Hold-relax (HR)
       - 對緊繃的肌肉被動延長前先至受限終端角度下,在有阻力的情況下做最大的**向心等長收縮 約5-10秒**,阻力不以引起患者疼痛為主,此為Hold的階段.
       - 在relax的階段上,治療人員朝緊繃肌肉被延長的方向上將肢體牽拉到較大的角度.
       - Hold-relax理論是根據利用**交替抑制**的神經機轉,肌肉強度收縮之後,**高爾基氏肌腱器**會被激發而有自體性的抑制肌肉張力的能力.
    2. Control –relax (CR)
       - 在延長肌肉前先作抗阻力的**向心等張收縮**,其理論根據與hold-relax相同.
    3. 作用肌收縮(AC)
       - 作用肌是指要增加的閞節動作方向的主動作用肌肉.
       - 拮抗肌是指限制其動作的緊繃肌肉.
       - 在作用肌收縮時給予阻力,造成交替性抑制,而使拮抗肌放鬆.特別是在肌肉會疼痛或織癒合的早期為有效溫和的牽張方法,但接近正常角度時就較無效.
    4. Hold –relax加上作用肌收縮
       - 先作 hold-relax(HR)接著做作用肌收縮(AC).
       - HR加上AC的理論為: 結合自發性的抑制和交互抑制的效果.使用此這方式進行牽張治療時,不會使用到等張收縮.
    5. 肌能量技術
       - 肌能量技術是指患者肢段應置在關節活動度的**病理阻礙**的位置上,治療師患者實行次最大阻力,患者本身緊繃的肌肉作輕度至中度力量的等長收縮,持續3-7秒後停止出力並完全放鬆,再由治療師將其肢段移動至下一個阻礙的位置,並重複步驟約3-5次即可.
         * 對**髖內收肌群施**以肌能量技術時會造成恥骨聯合處的拉開.
    6. 主動抑制的優缺點
       - 使患者反射性放鬆而延長肌肉的技術.
       - HR和CR加上AC的效果比被牽張的效果好.
       - 僅可放鬆肌肉可收縮性組織而非結締組織.
       - 且須肌肉有正常的神經支配和自主性控制能力.
       - 為較舒服的牽張技巧;但缺點為主要影響肌肉的彈性,對軟組織永久性延長效果較差.
* 自我牽張
  + 為一種柔軟度運動,由患者自行執行,牽張力量和時間原則與治療師和機械式相同,可視為居家運動治療計畫.
* 個別牽張
  + 是選擇性對某些肌肉或關節給予牽張技巧以增進整體功能.
* 過度牽張
  + 是對某些肌肉或關節軟組織給予超過正常關節活動度的牽張技巧,施用在參與運動時要較佳柔軟度者,關節不穩或肌力不足要避免,否則會造成牽張無力.
    1. 對接受肌肉或肌腱手術後的患者,應在**6週**以後才開始實行高強度的牽張運動.
    2. 牽張運動所得到的關節活動度必需透過日常活動或持續性的牽拉來維持.
    3. 關於利用患者主動作出肘伸直動作來治療肘關節屈曲肌緊縮,即是利用**交替抑制**的神經機轉.

## 施予被動牽張的程序

* 牽張前的評估
  1. 確定是關節活動度受限造成功能受限.
  2. 確定關節活動度降低是因為軟組織或關節受限,選擇或合併使用牽張和關節鬆動術.
  3. 評估關節活動度受限部位的肌力.
* 開始牽張前
  1. 選擇最適當或替換牽張技巧以增加關節活動度.
  2. 將患者擺放在舒適有良好支撐的平面上.
  3. 對患者解釋牽張的目的與程序.
  4. 去除限制的衣物.
  5. 患者盡量放鬆.
  6. 牽張肌肉可先使用**熱敷**或**暖身運動**以降低受傷的危險.
* 當給予牽張時
  1. 在可動範圍內慢慢移動肢體達到其限制處.
  2. 抓握產生動作關節的近端和遠端,並加上墊子支撐.
  3. 穩定地固定近端,移動遠端.
  4. 以**溫和,緩慢,持續性**的方式來給予牽張的力量.
  5. 在牽張的姿勢下停留15-30秒或更久.
  6. 慢慢將牽張力量放鬆.
  7. 休息一段時間後再重複進行.
  8. 若還沒牽張到最大角度前,患者會劇痛應立即停止牽張.
* 牽張之後
  1. 組織擺位在延長的姿勢下**冰敷**以**減輕疼痛**並**維持**關節活動度.
  2. 已獲得的關節活動度內作主動及功能性的動作.
  3. 建立兩肌力的平衡,漸增加控制力與穩定度.
  4. 牽張計畫過程中,應逐漸融入運動控制與肌力強化的訓練.

## 注意事項:

* 牽張時應注意
  1. 不能在超過關節正常活動度時施予被動的力量.
  2. 剛癒合的骨折處及產生動作的關節間應受保護固定.
  3. 患者有疾病,長期臥床,年齡,長期使用類固醇等所引起的骨質疏鬆時,應特別小心.
  4. 長時間固定不動之後,應避免做太激烈的牽張.
  5. 牽張後疼痛若持續24小時,表示已過度牽張並造成發炎反應.
  6. 水腫的組織應避免做牽張.
  7. 避免對無力的肌肉做**過度牽張**,特別是**抗重力的肌肉**.
     + 過度且不適當的伸展容易造成的併發症有 **骨化性肌炎,骨折和肌肉拉傷.**

## 禁忌症

* 因骨頭某部分卡住或關節出現堅硬的終端感覺而限制了關節活動.
* 最近曾骨折的患者.
* 緊繃組織及其周圍有**急性發炎,或感染**.
* 延長肌肉時有尖銳,急性的疼痛.
* 有血腫或其他組織的傷害,如關節水腫.
* 關節不穩須要攣縮或縮短組織以增加關節穩定度時.
* 攣縮或縮短組織以增加功能時.
  1. 需要長期使用輪椅的SCI患者,髖伸肌反而要**保持在適當的短縮**,不能等別的牽張.
  2. 要使高胸椎SCI的患者維持在長坐姿時,應**牽張膕旁肌**.
  3. 需要長期使用輪椅的SCI患者,脊椎側彎的側彎凹側肌肉組織應進行**牽張運動**.

## 牽張運動於各關節的運用

* 肩關節
  1. 牽張肩帶的肌肉時,必須固定肩胛骨
  2. 固定肩胛時盂肱關節只能做外展或屈曲120度
  3. 在固定肩胛動作時,肱骨必須做外轉才能得到完整的關節活動度
  4. 肩關節最常受到限制的動作是屈曲,外展和旋轉
  5. 要為冰凍肩患者做肩關節的牽拉時,治療師一手握住患者上臂另一手應放在患者**同側的肩胛骨上**以達到最佳的牽拉效果.
  6. 牽拉右側提肩胛肌時,頸部要轉動方向是: **前屈,向左側彎,向左側旋轉.**
* 肘關節
  1. 牽張肘屈曲肌時,為避免肌肉傷害成骨化性肌炎時,特別對**孩童**則應使用**主動抑制的方式**.
  2. 執行牽張時,肱骨應予以固定,避免肩關節的代償性動作.
  3. 在牽張了肱三頭肱後,應該配合**肘彎曲肌力**訓練.
* 腕關節
  1. 使患者坐在椅子上,前臂支撐在桌面上使手部垂出床緣,可使治療容易進行.
  2. 手指外部肌肉橫跨腕關,會影響手腕的活動度.
  3. 牽張手腕肌肉時,力量要放在MP joint的近端,手指要放鬆,即一手固定患者腕關節近端,另一手置於**手掌**部位給予牽張運動.
* 指關節
  1. 每一根手指應單獨被牽張,不能對所有手指同時牽拉.
  2. 牽張外部肌肉時,牽張的速度要**慢**,**先固定其他關節**,跨越一處關節延展,免牽張過程中造成某一關節活動過度.
  3. 在拉長多關節肌肉的過程中,為減低對小關節所造成的壓力,理想的活動關節順序應由最**遠端的小關節開始,再依序活動到近端關節**.
  4. 指蹼空間(Web space)即 虎口 部位,應施力在第一掌骨和第二掌骨的頭部上.
  5. 手指鈕釦狀傷害的術後延展運動要避免**遠端指間關節過度伸直(DIP hyperextension).**
* 髖關節
  1. 牽張髖關節大部分肌肉時,必須**固定骨盆**.若沒有固定好牽張的力量會轉移到腰椎而產生不必要的代償動作.
  2. 在進行髖關節檢查時,病人若進行 Thomas test 有問題時,臨床上將牽拉髖屈曲肌.
  3. 對太緊的**膕旁肌做牽拉運動時,**坐姿下將單或雙腳伸直,用手去碰伸直腳的腳趾.臨床上患者**仰臥**,髖關節彎曲**執行SLR**的目的為牽拉大腿後肌(膕旁肌),訓練股四頭肌及髖屈曲肌肌力,在此運中以肌內側斜肌的收縮作用最為明顯.
  4. 要使高胸椎脊髓損傷患者維持長坐姿應牽張膕旁肌.
* 膝關節
  1. 牽張時髖關節姿勢會影響膝屈曲肌及伸直肌的柔軟度.
  2. 必須從影響膝關動的單一關節肌肉的觀點來個別評估膕旁肌和股直肌的柔軟度.
* 踝關節
* 踝關節由許多關節所組成,增加踝關節活動度時,必須考量這些關節及其周圍軟組織的活動度.

1. 先天性斜頸症的被動牽張運動,應轉向**同側**並側偏到對側
2. 胸椎凸側向右脊椎側的患者,適合進行**跪坐**時手往前伸超過頭,自行使軀幹側彎向右邊做牽張運動.
3. 患者平躺,兩腳彎曲上舉直到兩膝貼近胸部並同用兩手抱膝的運動可以用來**牽拉下背部的伸肌群**.
4. 上頸椎前彎可**有效牽張枕骨下肌群**.
5. 執行斜角肌牽張時,應對**鎖骨後方上肋骨處**加以固定.

## 影響軟組織被延長的特質

* 收縮性組織對牽張的機械反應
  1. 彈性: 指在短暫牽張後肌肉能回復到靜止長度的趨勢.
  2. 長時間固定不動會使肌肉內的蛋白質和粒腺體減少,造成肌肉萎縮無力.
  3. 固定肌肉伸長一段時間不動,肌小節串聯數目會增加
  4. 固定肌肉縮短一段時間不動,肌小節數目會減少,結締組織會增加.
* 收縮性組織對牽張的神經生理性反應
  1. 肌梭監測牽張的速度及時間,接收刺激後會引發單一突觸牽張反射以增加肌肉張力.
  2. 高基氏肌腱器位於肌肉-肌腱交接處,可感覺肌肉牽張的張力大小,可**抑制運動神經元**抑制所在的肌肉做過度的收縮來降低肌肉張力,為收縮性組織的保護機制.
* 非收縮性組織的機械特性.
  1. 機械特性決定在所含的 **膠原和彈性纖維的比例**而定.
  2. **膠原纖維**是主要結構的部份,能抵抗張力變形及反應組織的強度和硬度,可吸收大部分的張應力(tension stress)
  3. **彈性纖維**提供延展性,組織若有大量彈性纖維則柔軟度較佳.
  4. 膠原纖維比例高時可提供較大的穩定度,且其強度是彈性纖維的五倍.
  5. 肌腱中,膠原纖維是平行排列,可抵抗最大的張力.
  6. 皮膚中,膠原纖維是任意排列,抵抗張力的能力最弱.
  7. 韌帶,關節囊和筋膜中,排列介於以上兩者之間,但其中韌帶的橫切面較大,可抵抗主要的關節應力.
     + 影響膠原變化的因素有以下:
       - 固定不動的影響: 組織產生沾黏
       - 不活動的影響: 膠原纖維大小及數量減少.
       - 年齡的影響: 最大張力及彈性降低.
       - 類固醇: 破壞膠原纖維.
* 應力-應變曲線
* 應力(stress):指每一個單位面積所受的力,有張力(tension),壓力(compression)和剪力(shear)三種形式的力.
* 應變(strain):為承受應力所產生的應變量.
  1. **彈性範圍**(elastic range):
     + 指應變物在對抗外力的能力時呈現正比關係,當外力解除時,組織能回復到原始的形狀及大小.
  2. **彈性限度**(elastic limit):
     + 指組織無法回復其形狀與大小的臨界點.
  3. **塑性範圍**(plastic range):
     + 指超過彈性限度到組織斷裂之間範圍;組織在此範圍內的應變是永久性的變形.
  4. **降伏力**(yield strength):
     + 指超過彈性限度使組織產生永久性形變的外力,即使組入曲線中塑性範圍的外力.
  5. **極限強度**(ultimate strength):
     + 指組織能夠承受的最大外力,當達到最大負荷時,使應力不再增加,應會一直增加.
  6. **緊縮**(necking):
     + 指組織相對較弱的部分,只需較少的力量就能產生形變並很快地到達衰竭點**.**
  7. **斷裂強度**(breaking strength):
     + 組織斷裂時的外力.
  8. **衰竭**(failure):
     + 組織斷裂.
* 影響應力-應變曲線的因素
  1. **彈能**(resilience):
     + 彈性範圍內組織吸收能量的能力,外力去除後組織回復原形狀時所出的能量.
  2. **韌性**(toughness):
     + 塑性範圍未斷裂前組織吸收能量的能力,但若持續承受應力,吸收太多能量組織就會斷裂
  3. **潛變**(creep)
     + 外力長時間作用在組織上,使組織產生永久性變形或衰竭;與組織黏度及作用時間長短有關.較大外力,較長時間,較高溫度越會增加潛變.
  4. **結構硬度**(structure stiffness):
     + 硬度越大在曲線內彈性範圍的斜率越大,特別是攣縮部位與疤痕組織硬度較大.
  5. **熱量產生**(heat production):
     + 給予應力時能量會以熱量形式釋放,產生的熱量是以塑性範圍內下方的面積表示.
  6. **疲乏**(fatigue):
     + 當組織受到外力作用後所產生的熱量過多時,即使尚未達到降伏點也會產生衰竭,如壓迫性骨折及過度使用症候群.
* 應力-應變曲線的解釋.
  1. **前端應力區**(toe-region):
     + 在此範圍只需一點力量就可以延長,大部分功能性活動在正常情況下是發生在此範圍.
  2. **直線期**:
     + 組織處於正常活動度的終端,若應力沒有持續則組織可從變形中完全恢復.
  3. **達降伏點**:
     + 膠原纖維間的連結鏈的衰竭,此時進入塑性範圍因纖維斷裂而使組織長度變長,產生永久生的形變.
  4. **衰竭**:
     + 最大外力不再增加時應變仍會持續增加,如果應力還一直持續存在則組織就會完全斷裂.
  5. **潛變原則**:
     + 給予長期低強度的外力,可增加非收縮性組織的形變,能使膠原纖維重新排列;溫度增加可加速之.低劑量長時間的外力較能讓人忍受並能使膠原纖維重塑而改變組織長度.若為週期性的外力,或重複的次大應力則可促進熱能產生及組織適應新長度的能力.
     + 為增加關節活動度,以副木固定關節在特定角度數小時或數天,以達到長期伸展的效果,主要是利用結締組織的 應力-放鬆(stress-relaxation)的機械特性.