

東京スポーツ整形外科研修会

——第1回スポーツリハビリテーションワークショップ

8月29日(土)、東京医科歯科大学を会場に、東京スポーツ整形外科研修会の第1回スポーツリハビリテーションワークショップが開催された。この研修会は、これまで整形外科医を中心に7回開催されていたが、今回、コ・メディカルの人たちにも呼びかけワークショップとして開催された。従来、大学の医局を中心に開催案内を告知していたが、今回は一般公募をしたところ、定員50名を上回る約100名の理学療法士やアスレティックトレーナーの参加となった。4名の講師の先生方に講演内容をまとめていただき以下に紹介する。

前十字靭帯 (ACL) 損傷の診断と治療

宗田 大 東京医科歯科大学 整形外科

前十字靭帯 (ACL) 損傷はスポーツ膝傷害の代表であり、日本での手術数年間約1万5千件、ACL損傷数は年間2~3万件。ACLは関節内滑膜組織外組織で後十字靭帯とともに協調的に膝関節の動きをコントロールする。正常青年のACLの破断強度は約200kg。ACL損傷によりジャンプ、着地動作・ターンなどの減速動作が困難になりスポーツパフォーマンスが低下する。診断がなされずにスポーツを再開すると膝崩れを繰り返し、半月板や関節軟骨損傷の合併率が高くなり膝の機能が低下する。

ACL損傷の診断

損傷を疑えば90%程度は診断が可能。受傷機転の詳細な聴取。受傷肢位、腫脹や痛みの程度、膝の違和感、膝不安定感、pop音(膝の中の破裂)など。受傷はjump着地、Stop動作、方向転換時に膝を捻挫するNon-Contact injury(非接触型損傷)とタックルなどによるContact injury(接触型損傷)に分けられる。非接触型損傷がACL損傷に特徴的。スポーツ中の捻挫で関節液が血性であれば、70%以上にACL損傷を認める。再度の受傷(ひざ崩れ)により初回受傷後より不安定感悪化する。日常生活の立ち上がり、屈曲ねじり動作などで、膝が外れる感覚場合、2次的半月板損傷の悪化による引っ掛かりやロックン

グを疑う。

ACL手術の前にはROM制限がなく、大腿四頭筋セッティングが良好で、痛みがなく、片脚のハーフスクワットがスムーズに可能であることが望ましい。

ACL損傷患者の診察(図1)

ACL損傷膝のROM検査では他動的に患側、健側と比較する。伸展制限の目安は踵の高さ1cm=1°の左右差に相当する。膝蓋骨周囲の圧痛や移動性の検討が重要。可動性の良否と誘発痛を把握する。

ACL損傷に対する膝徒手動揺性検査では右で別々に施行し、絶対的な評価と患健側差を合わせて診断する。

Lachmanテスト: 膝屈曲約20°で、脛骨を前方に引き出し、大腿部は固定し脛骨の前方移動性とエンドポイント(終点)を触知評価する。急性期では意外に膝周囲の筋力が抜けて

くく陽性に出にくい。

前方引き出しテスト (ADT): 膝屈曲約70°で足部を固定し、脛骨近位を両手で前方に引き出す。古典的なACL損傷の診断手技であり、その陽性率は高くない。ADTが明らかに陽性な例では2次的制御機構の弛緩性を示唆する。**膝前外側回旋動揺性テスト:** 膝関節を内旋・外反強制、膝屈曲30°から伸展をした際に急に脛骨前外側亜脱臼をきたすと陽性と判断するN-テストと伸展位から屈曲すると脛骨が屈曲20度で急に整復する異常な動きを触知するpivot-shift test; jerk testがある。患者の不安定感を再現し手術適応の判断に最も信頼できるテスト。

ACL損傷膝の画像評価

単純X線画像: 両側の比較が基本。私たちの基本的評価法: 伸展位と45°荷重位像、最大伸展位側面像、膝蓋骨軸射。読映ポイントは関節裂隙狭小、過伸展・伸展制限、脛骨前方移動、骨量低下など。

画像評価核磁気共鳴画像 (MRI): MRIで

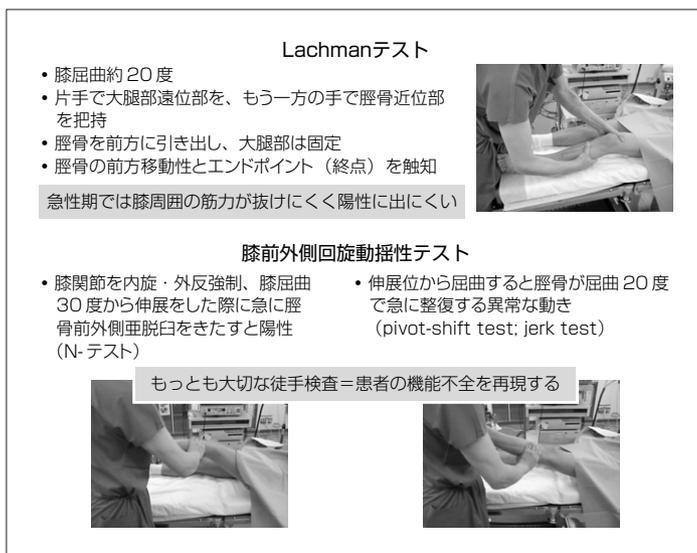


図1 ACL損傷患者の診察

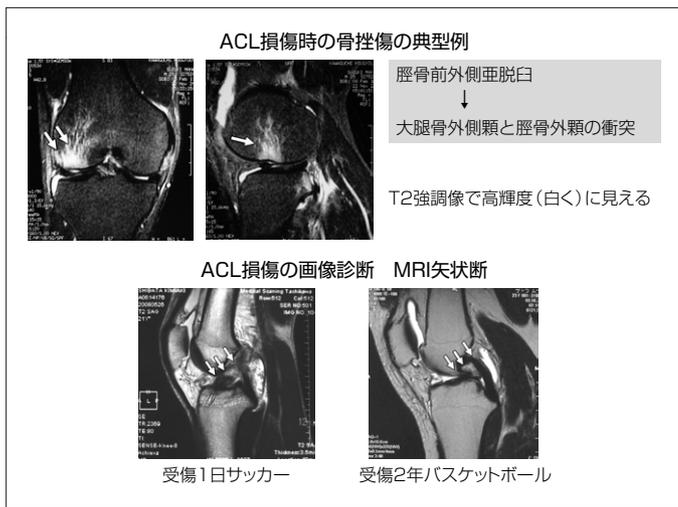


図2 特異的な骨挫傷

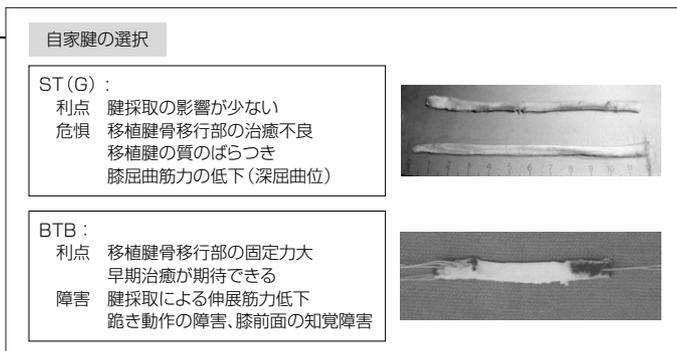


図3 ACL損傷の外科的治療は再建術

ACL損傷はほぼ100%診断可能。合併損傷として内側・外側副靭帯損傷、半月板や関節軟骨の損傷がある。外側半月後節は診断精度に劣り、関節軟骨は特異的な撮像条件でないで見落としがち。受傷後早期には脛骨外側顆部の前方脱臼による特異的な骨挫傷 (Bone bruise) がみられる (図2)。

関節鏡視下評価：“gold standard”だが、小切開でも関節鏡は立派な手術であり、ACL損傷に伴う損傷半月板のみを安易に切除することは行ってはならない。

ACL再建術 (図3)

治療のスタンダードは自家腱移植術 (ACL再建術)。内側ハムストリング腱 (STG) または骨付き膝蓋腱 (BTB) が選択される。近年STG再建術で2重束再建術が注目されている。太い移植腱を解剖学的位置に設置しやすい術式。正常ACLの機能的部位の認知が大切 (Mochizuki, et al. Arthroscopy 2006)。ACL附着部の機能的部位は一般に理解されているよりもずっと狭く、大きな骨孔は正常解剖を破壊する。

60deg/secの伸展筋力を比較したものです。両群の健患比には約10%の差があり、HHD 1.5横指以上の群は、当院の8カ月での合格ラインである健患比80%に達していません。以上より、いかに健患差のない伸展角度を獲得し、またそれによる再建靭帯の緩みを最小限とし、筋力を高めていくことが極めて重要であると我々は考えています。こうしたことを念頭に置き、術後早期から「機能的な膝」を獲得できるように心がけています。

伸展可動域の評価・獲得

(1) 伸展評価がHHDでなければならない理由

正確な伸展の評価では、ゴニオメータによる計測は適さないと我々は考えています。なぜなら伸展時には関節中心がわかりにくく、測定自体が難しいからです。また、膝の可動域の基本軸は大腿骨、移動軸は腓骨になっていますが、腓骨外果の位置は脛骨外捻の左右差に伴い位置が異なります。このため、膝の角度が同じでも左右で腓骨外果の位置が異なるため、違う角度として計測されてしまいます。

(2) HHDの計測方法 (図3-a、次頁参照)

ベッド上腹臥位にて膝関節から遠位をベッドの端に垂らします。このとき、健患差がなければ両方の踵の高さは同じです。術側の膝が屈曲していれば踵は健側より上にあり、過伸展していれば下にあります。

(3) HHD計測上の注意点 (図3-b、次頁参照)

HHDの計測は慣れると簡単ですが、正しい方法を知らないと間違った評価になります。まず、膝蓋骨は必ずベッド上に乗せます。ベッドから膝蓋骨を出すと大腿部の筋萎縮のた

■ワークショップ1

当院におけるACL再建術後のリハビリテーション

——術後超早期からの伸展可動域の評価・獲得について

今屋 健 関東労災病院リハビリテーション科

今回、当院におけるACL再建術後のリハビリテーション、そのなかでもとくに重要視している術後早期からの伸展可動域の評価・獲得について説明します。

ACL再建術後リハビリの最大の目標は「機能的な膝」を獲得するということです。学会などでは、筋力や安定性などが単独で報告されている傾向があります。しかし、我々はスポーツ復帰のために必要な膝の機能は、関節可動域、安定性、筋力の3つが総合的に良好な状態であると考えています (図1)。これらの機能のなかでも、とりわけ完全伸展が膝機能に及ぼす影響は大きく、とくに筋力の回復には必要不可欠であると考えています。ACL再建膝の完全伸展とは、健患差のない伸展を言います。すなわち患側 (術側) が伸展角度0度であっても、健側が0度より過伸展して

いれば、伸展制限があるということになります。このような場合、その膝は機能的な膝とはならず、通常元のスポーツパフォーマンスを発揮することはできません。図2は術後8カ月の時点で、伸展HHD 0を獲得できた群と、HHD 1.5横指以上の伸展制限を生じた群の、

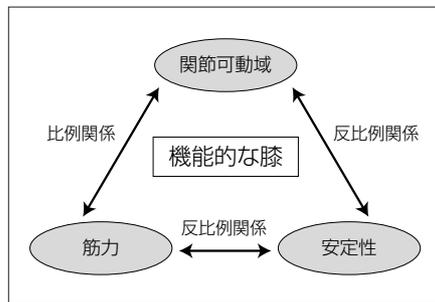


図1 関節可動域・安定性・筋力の3つが獲得できてはじめて「機能的な膝」となる

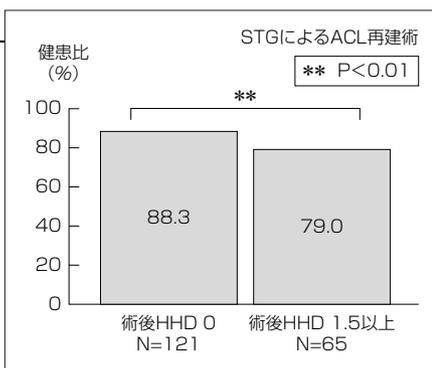


図2 術後の伸展可動域が伸展筋力に与える影響

踵の位置が下がってしまいます。これにより本来生じるはずのHHDの差が小さくなるからです。次に、股関節を回旋させず、膝を正中位にします。とくに股関節を内旋することが多く、これも同様にHHDの差が小さくなります。その他、ハムストリングスの収縮や、足関節の底背屈によっても踵の位置は変わりますので、下肢全体をリラックスさせる必要があります。

(4) 伸展可動域訓練の実際

ヒールスライドで伸展がスムーズに獲得できない場合は、重錘バンドを使った伸展訓練を行います。重りは脛骨近位に載せ、10分間持続的に、2～3セットくらい行います。術後1週間後より、2 kg程度から始め、伸展が獲得できなければ炎症の具合をみて徐々に重りを増やしていきます。伸展訓練時には、①患者を背臥位にする、②下肢全体をリラックスさせる、③反対側の股関節を伸展位にする、ということに注意します。

「joint play(関節の遊び)」と「過伸展」の関係

伸展可動域の獲得と非常に関係がある、joint play (関節の遊び) と過伸展の関係について説明します。膝の関節弛緩性テストでは、10°以上過伸展すると陽性とされます。したがって、過伸展する膝というのは、緩い膝であるという認識があるのかもしれませんが。しかし、実際には膝が過伸展していても、joint playが大きい人も、小さい人もいます。そして、臨床のなかで重篤な伸展制限を来す症例の膝は、「過伸展し、joint playが小さい」人に多いことが経験的にわかっています。そもそも膝が硬いか緩いというのはどういうことでしょうか？ 硬いとはjoint playが小さく、緩いとはjoint playが大きいということ

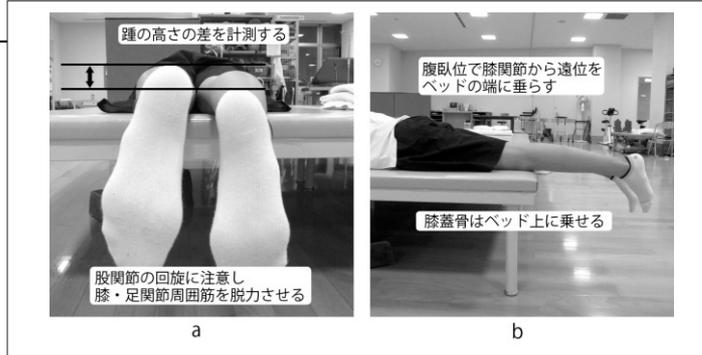


図3 HDD (Heel Height Difference) の計測方法

す。しかし、このjoint playの大小は、少なくとも膝に関しては過伸展の有無とは関係ないようです。よって臨床では、joint playの大小と、過伸展の有無を分けて把握し、この組み合わせを理解したうえで術後のリハビリを進めていかなければなりません。

ACL患者の場合、健側の膝でjoint playの大小を評価します(我々の過去の研究では、健常膝の前方移動量の平均値は男性7.9 mm、女性は8.6 mmでした)。ACL再建術後の可動域の進め方は、この健側膝のjoint playと伸展可動域を的確に評価して、これを指標にしてい

きます。とくに伸展可動域獲得のために注意する点は、膝が過伸展し、joint playが小さいタイプを見逃さないことです。このタイプの場合、必要であれば術後超早期の4日目くらいから積極的な伸展訓練を行い、この時期から重錘バンドを使用した伸展訓練を行うこともあります。逆に、過伸展の有無に関わらずjoint playが大きいタイプは特別な伸展訓練を行わなくても容易に伸展可動域を獲得できることがほとんどです。この場合、むしろ、再建靭帯を緩ませないために可動域訓練を控えることが多いです。

■ワークショップ2

膝前十字靭帯再建術後のリハビリテーション

—実施の際の注意点

八木茂典 東京医科歯科大学大学院運動器外科学分野

術式に応じたリハビリテーション

歴史上、膝ACL再建術は、欧米では膝蓋腱、わが国ではハムストリングによる再建術が多く行われてきました。再建材料、採取部位、術式、固定方法など数十種類もの術式が存在します。つまり、ある術式では有益でも、ある術式では禁忌ということが生じます。ですから「術式に応じたリハビリテーション」を行うことが大切です。

スムーズに動く膝

1990年に「ShelbourneがAccelerated Rehabilitation」という名称を用い、術前リハビリの重要性、術後の早期荷重、早期可動域獲得の有用性を訴え、選手の早期復帰に大きく貢献しました。その後20年経過し課題も残りました。術後早期に曲げ伸ばしをたくさん繰り返せば、関節炎の長期化、移植腱のゆるみ、骨孔拡大などの要因となります。移植腱に過剰な負担をかけないで、かつ「スムーズ

に動く膝」をつくる必要があります。

「スムーズに動く膝」のためには、膝を構成する骨、関節包、半月板、筋、皮膚などがスムーズに動く必要があります。膝屈曲にともない大腿骨は脛骨上を転がりやすくなり運動し、90～120°では脛骨は30°内旋しています。膝伸展するためには中間広筋が収縮して膝蓋上囊を巻き上げる必要があります(図1)。

膝屈曲するためには膝蓋下脂肪体は上方へ移動する必要があります。内側半月板は内側側副靭帯とくっついていて可動性は大きくありません(図2)。つまり膝屈曲にともない脛骨は内側に軸に内旋していることとなります。

膝伸展するためには、膝蓋骨が上方へ移動し半月膝蓋靭帯を経て内側半月板を前方へ誘導することが必要になります。膝屈曲するためには、半膜様筋が収縮して内側半月板を後方へ引くことが必要になります。レッグカーを例に考えてみると、膝関節軸から遠い半膜様筋のほうが膝屈曲に大きな力を発揮する

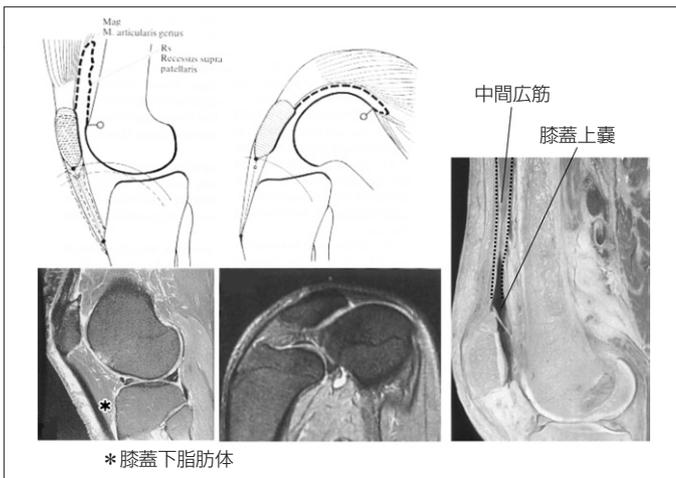


図1 膝屈伸にともなう関節内の動き
 左上：膝屈伸において膝蓋上嚢が巻き上がるような動きをしています。右：膝蓋上嚢は中間広筋につながっています。左下：膝屈曲により膝蓋粗面の脂肪体が移動しています。
 (Müller W: Das Knie: From, Funktion uud ligamentare Wiederherstellungschirurgie. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.1982.より引用)
 (Rohen JW et al: Color Atlas of Anatomy: A Photographic Study of the Human Body.6th Edition. Lippincott Williams&Wilkins.2006.より引用)
 (Stoller DW. et al: Magnetic resonance imaging in orthopaedics and sports medicine. 3rd Edition. Wolter Kluwer.Lippincott Williams & Wilkins.2007.より引用)

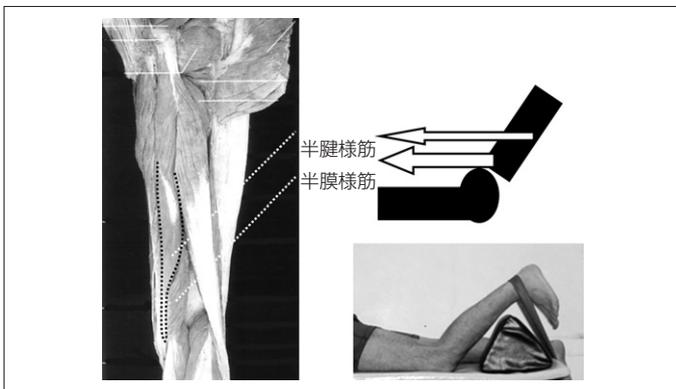


図3 ハムストリングスの解剖と半腱様筋エクササイズ
 半腱様筋は表層、半膜様筋は深層に位置し、膝屈曲運動では半腱様筋が大きな力を発揮しています。(Rohenの図より引用)

ことができます(図3)。つまり、レッグカールは半腱様筋トレーニングと考えられますので、移植腱として使用した選手は実施を慎重にしなければなりません。

半腱様筋、薄筋は紡錘筋、半膜様筋、大腿二頭筋は羽状筋です(図4)。移植腱として半腱様筋と薄筋の両方を用いたら、機能を代償する筋は全くなくなってしまうので、膝屈曲筋力は低下し、深屈曲が困難になります。半膜様筋は、坐骨結節側が腱になっていますので、筋が収縮して坐骨結節を引っ張る股関節伸張作用が強いと考えられます。

膝伸展位付近での大腿四頭筋単収縮は脛骨を前方へ引き出し、移植腱に大きな負担を生じますので、レッグエクステンションやSLRは実施を慎重にしなければなりません。移植腱として膝蓋嚢を使用した場合はさらに

実施を熟考されなければなりません。

リハビリテーションの考え方

私は、スクワットやジャンプができるためには、ランニングができるためには、と考えていくと、「スムーズに動く膝」が獲得できていなくては、パフォーマンスはなかなか上がり

■ワークショップ3

膝ACL損傷術後リハビリテーションの実際

——再発予防に向けた評価とリハビリテーション

加賀谷善教 昭和大学保健医療学部理学療法学科

術後のリハビリテーションの流れ

ACL損傷術後のリハビリテーションは、使用する移植腱や固定材料によって固定期間や

らないと考えています。それを筋力不足と選手のせいにしてはダメだと思っています。機能解剖学を熟知したうえで、それぞれの術式に応じたリハビリテーションの実施が大切だと思います。筆者は若輩者ゆえ、皆様の反論、ご意見をお待ちしています。

荷重時期、ランニング開始時期や復帰までの期間が異なります。しかし、痛みや腫脹、荷重許可などを基準に考えると基本的なリハビ

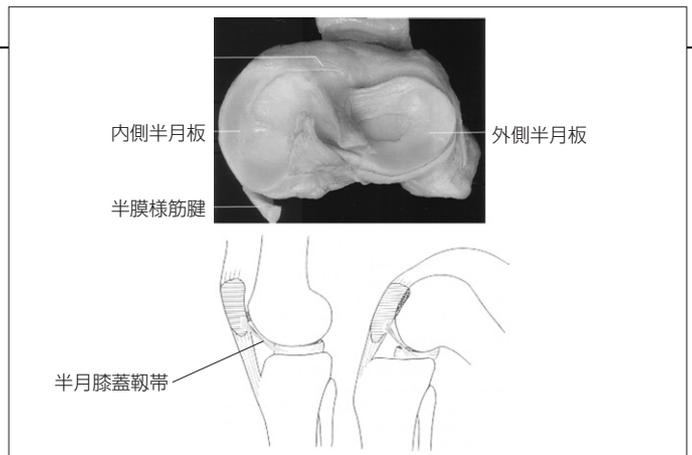


図2 半月板の動き
 内側半月板は半膜様筋腱とつながっています。膝屈曲にともない半月板は後方へ移動します。膝伸展では、膝蓋骨が上方へ移動することで膝蓋半月靭帯を介して内側半月板は前方へ移動します。(Rohen, Müllerの図より引用)

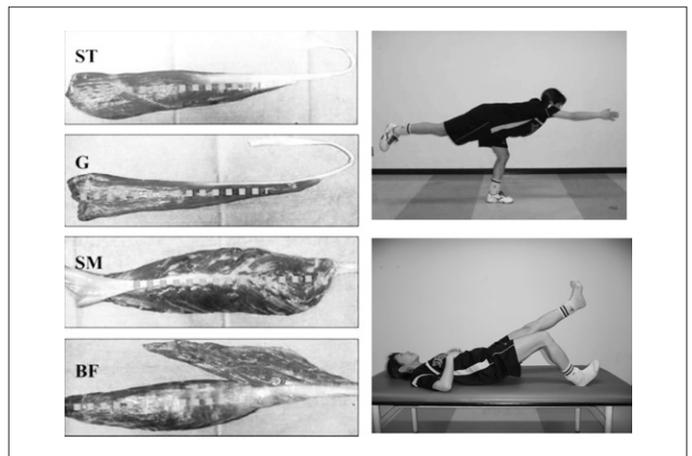


図4 ハムストリングスの解剖と半膜様筋エクササイズ
 半腱様筋(ST)と薄筋(G)は紡錘筋、半膜様筋(SM)と大腿二頭筋(BF)は羽状筋です。半膜様筋は坐骨結節側が腱になっていますので、股関節伸張に強く作用すると考えられます。
 (Makihara Y. et al: Decrease of knee flexion torque in patients with ACL reconstruction: combined analysis of the architecture and function of the knee flexor muscles. Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.14:310-317.2006.より引用)

表1 Rehabilitation after ACL reconstruction

	Strength ex's	Performance
術直後	Quad. Setting, r-SLR	
痛みが軽減	Proximal tube ex's. Leg curl → Double tube ex's	
荷重許可	Half squatting → Lunge → KBW (Flex. 120°)	Pool ex's Bike, Twisting
術後3カ月	(1/U 50~60%) → Side KBW, Back KBW	Jogging → Running
術後6カ月	Balance board	Swimming
術後8~9カ月	(1/U 70~80%) (1/U 80%~)	Side Step, Back run Join the practice Full return

リテーションの流れは変わりません。いずれにしても、再建ACLに対するリスクに配慮した段階的リハビリテーションを実施することが重要です (表1)。

ACL 損傷の受傷機転と再発予防

近年、ACL 損傷を発生した選手は着地時の膝外反量が多いことが示され (Hewett)、日本でも drop-jump を用いたスクリーニングテスト (Noyes) を実施している者が多いです。一方、我々は膝外反を惹起する要因に関して股関節外転筋機能と後足部機能に着目し、片脚スクワットと着地動作を用いたスクリーニングテストから個々の身体機能に合わせた予防プログラムを作成しています。

ACL 損傷予防のためのスクリーニングテスト (図1)

スクリーニングテストの動作課題は、片脚スクワットと30cm台からの片脚着地とし、デジタルビデオカメラで撮影した画像から、Knee-in量 (KID) と骨盤外方偏位量 (HOD) を求めます。KIDは、上前腸骨棘と膝蓋骨中心を結んだ延長線と母趾中央部の足部縦軸延長線上との距離を前額面上で計測します。HODは、上前腸骨棘を通る床への垂線と母趾中央部の足部縦軸延長線上との距離を前額面上で計測します。

股関節外転筋機能の評価は、動的Trendelenburgテスト (DTT) を用い、課題動作時に対側骨盤が水平位より下降する者を「陽性」、水平または挙上するものを「陰性」と判断します。後足部機能の評価は、動的Heel-Floor Test (HFT) を用い、踵骨が5°以上外反する者を陽性と判断します。

片脚スクワットおよび片脚着地ともに、DTT陽性群のKIDは陰性群の約2倍で、HOD

- Task: 1 片脚スクワット (Squatting)
2 30cm台からの片脚着地 (Landing)
⇒ 正面および後面からデジタルビデオカメラで撮影

Dynamic Function Test:

- ①動的Trendelenburgテスト (DTT)
+ : 対側骨盤が下降
- : 水平位または上昇
②動的Heel Floor Test (HFT)
+ : 5°以上の外反
- : 5°未満の外反または内反

Analysis:

- a 膝内方偏位量 (KID : Knee in distance)
b 骨盤外方偏位量 (HOD : Hip out distance)



図1 ACL 損傷予防のための Screening Test

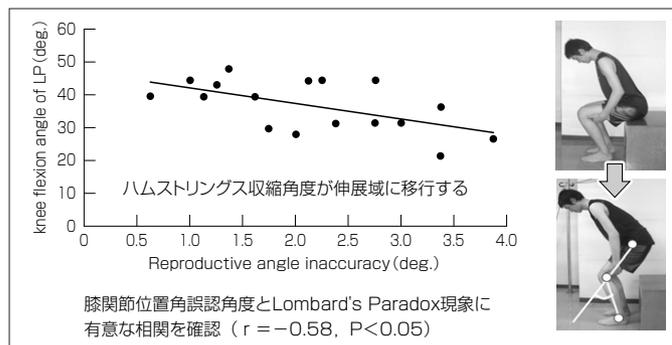


図2 膝関節位置角誤認角度とLP現象との関係 (藤田 2007)

も DTT 陽性群が大きくなります。一方、HFT 陽性群の KID も陰性群より大きいのにに対し、HOD は陽性群が有意に小さくなります。これは、股関節外転筋機能が低下している者は Knee-in および Hip-out が大きくなるのに対し、後足部機能が低下している者は、Knee-in は強くなるが Hip-out が小さくなることを意味します。

Lombard's Paradox現象を用いた膝固有感覚評価

ACL 損傷術後患者で、関節可動域や筋力の回復が認められ、不安定性も改善したにも関わらず、競技に不安感が残存する例がみられます。これは、ACL に存在するメカノレセプターからの情報の破綻による関節固有感覚の低下が関与すると考えられ、神経生理学的機能の回復も着目されています。

関節固有感覚の評価には膝関節位置角による再現角度誤差測定が一般的ですが、臨床場面では一般化していません。藤田らは ACL への刺激がメカノレセプターを通じてハムストリングに作用するとした ACL-Hamstring reflex とハムストリングが膝関節伸展にも作用するとした Lombard's Paradox 現象に着目し、椅子からの立ち上がり動作でのハムスト

リング収縮開始角度と膝関節位置角誤認角度に相関を認めることを報告しました (図2)。

佐藤らは、ACL 損傷術後患者に対し、藤田らの方法に準じて 40cm の台からの立ち上がり動作でのハムストリング収縮時硬結が触れた時点の膝関節屈曲角度を計測しました。Lombard's Paradox 現象は、健側に比べて患側が伸展域に移行していました。また、24 週未満に比べて 24 週以上の誤差が少なく、術後期間が経過すると誤差が改善されることが示唆されました。

再発予防に向けたリハビリテーションのポイント

ACL 損傷術後の再発予防に向けて、膝外反を惹起する要因を的確に評価し、股関節外転筋力に問題がある症例に対しては、片脚ヒップリフトなどの股関節外転筋エクササイズ、後足部機能に問題がある症例には足部機能向上エクササイズを適切な時期に導入します。

膝固有感覚の改善に向けては、Lombard's Paradox 現象を利用した評価を参考にしつつ術後早期からタオルギャザーを利用し、段階的にバランスディスクを用いるなど神経筋協調エクササイズを実施し、スキルエクササイズへと進めることが重要です。