

特別寄稿

人工膝関節全置換術後の急性期理学療法

櫻井好美¹⁾ 石井慎一郎²⁾

キーワード：人工膝関節全置換術、急性期理学療法、筋出力の修正

はじめに

人工膝関節全置換手術 (Total Knee Arthroplasty: TKA) は外科的治療の中で最も成績が安定している治療法である。最近では最小侵襲手術等によって、皮膚切開だけでなく深部の組織侵襲が最小に抑えられ、術後の痛みの軽減につながっている。そのため術後早期からの歩行練習が可能となった。

しかし、膝関節の可動域が獲得されていても足を棒のように固めて歩く Stiff-knee gait に代表されるような、動作中の膝関節の機能不全が残存した患者も多く見受けられる。障害部位を直接的に治療する従来の理学療法では、関節拘縮や筋力低下などの機能障害に関する問題は解決しやすいが、それらが改善しても歩行などの動作にうまく結びつかないと考えられ、術後早期の適切な理学療法介入が求められる。本稿では、TKA 術後の急性期理学療法の目的と練習方法について述べる。

過剰収縮の改善と可動域練習

TKA 術直後の患者は、疼痛や腫脹の影響によって膝関節軽度屈曲位を保持しやすくなる。これは膝関節がもっとも緩みやすい肢位であり、肢位を保持するために膝関節周囲筋の緊張を高めた状態を維持することになる。また、術後疼痛を避けるための防御収縮も加わることで、屈曲拘縮の原因

となる。疼痛に対する防御収縮による筋の過緊張は、ハムストリングスや腓腹筋など下肢後面の筋が優位となりやすく、完全進展を阻害する因子となる。また TKA 術後長期経過した患者にみられる Stiff-knee gait は大腿直筋の過剰収縮に起因しており、術後早期に不適切な筋緊張の改善がなされないと、その影響は様々な動作に影響することになる。よって術直後は、疼痛や腫脹のコントロールを最優先させ、疼痛に配慮した愛護的な ROM 練習と筋のリラクセーションから開始し、膝関節の完全進展を目指す。膝関節屈曲角度が 60°程度獲得できていれば、理学療法士による徒手的なリラクセーションのほかに、自主トレーニングとして端座位での下腿の振り子運動や、下腿の重みを利用した臥位での腓腹筋リリース (図 1) などを行うとよい。

筋の過緊張の緩和が確認できたら、他動の ROM 練習に加えて膝関節の自動屈伸運動を開始する。



図 1 下腿の重みを利用した腓腹筋リリース
矢印で示した非術側の膝の頂点に、腓腹筋が内側と外側に分岐する部分を載せる。術側の下腿の重みを利用して反動をつけないようにリリースする。

¹⁾ 湘南医療大学
Shonan University of Medical Sciences
Yoshimi Sakurai

²⁾ 神奈川県立保健福祉大学 リハビリテーション学科
Kanagawa University of Human Services
Div.Physical Therapy
Shinichiro Ishii

他動ROMで完全進展を獲得したにも関わらず、荷重時に完全進展できない場合は、ハムストリング起始部や腓腹筋の伸張性を確認する（図2）。

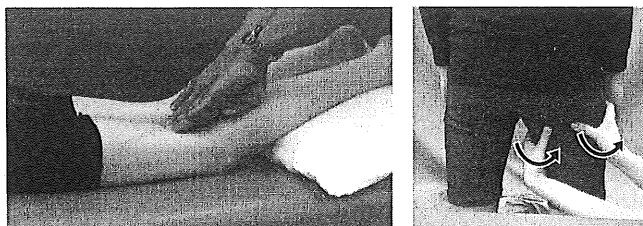


図2 ハムストリングスのリリース

左) 腹臥位、膝関節軽度屈曲で内側・外側ハムストリングスをかき分けるように近位に向かって圧迫(右) 可能な限り起始部に近いところを把持する。示指～小指の4指で筋の外縁を探り、片側ずつ股関節内旋方向に筋を伸長する。一側を操作するときは、もう一側は固定する。

股関節内転に伴い膝関節屈曲可動域が制限される場合や、歩行の荷重応答期に膝関節の外側の痛みが生じる場合は、腸脛靭帯の緊張の増加による外側広筋の伸張性の低下が原因であると考えられる（図3）。



図3 腸脛靭帯と外側広筋のリリース
腸脛靭帯しっかりと把持し、骨軸周りに伸長する。

姿勢変化と身体イメージの変質

変形性膝関節症患者の足部は多くの場合扁平足である。これは膝内反にともなって脛骨が外側に

傾斜するため、距骨下関節を回内させて代償した結果であると考えられる。一方股関節は外旋位をとることが多い。このため脛骨の遠位は距骨下関節回内の影響で内旋方向の力が加わり、近位は股関節外旋の影響で外旋方向の力が加わっている（図4）。このような捩れの力が長期にわたって作用するため、変形性膝関節症患者の脛骨には内捻が生じていることが多い。また足部の回内は外反母趾の原因にもなる。

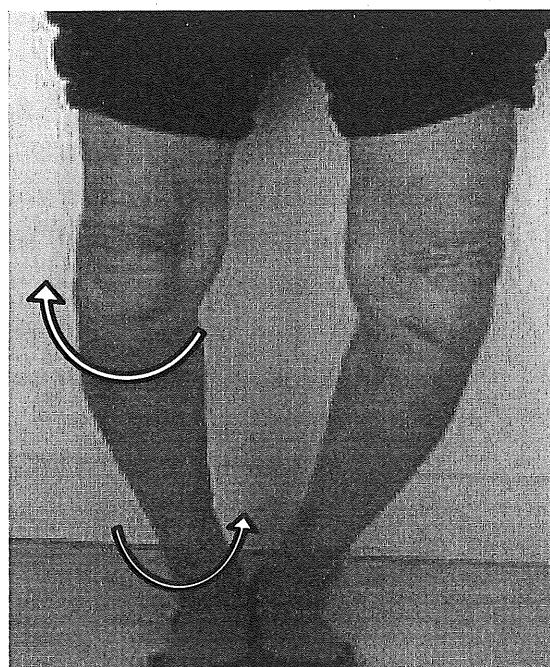


図4 膝OAにみられる脛骨の内捻

脛骨近位部は股関節外旋の影響で外旋方向の力が加わる。これに対し、遠位部は足部の回内の影響で内旋方向の力が加わり、脛骨の内捻が起こる。

術前の変形が強い症例では、急激にアライメントが矯正されると側副靭帯や温存した後十字靭帯の緊張が変化するため、可動域に影響を及ぼす可能性がある。また変形性膝関節症患者における関節位置覚の低下¹⁾や、TKA術後の関節位置覚は3週で最も低下し、その後時間の経過に伴い改善することが報告されている²⁾。

関節位置覚や荷重感覚の変化により違和感や恐怖心が生じ、荷重練習や歩行練習の妨げになることがある。よって、位置覚や関節覚の評価は重要で、特に、地面に対する水平感覚の修正を行う必要がある^{3,4)}（図5）。

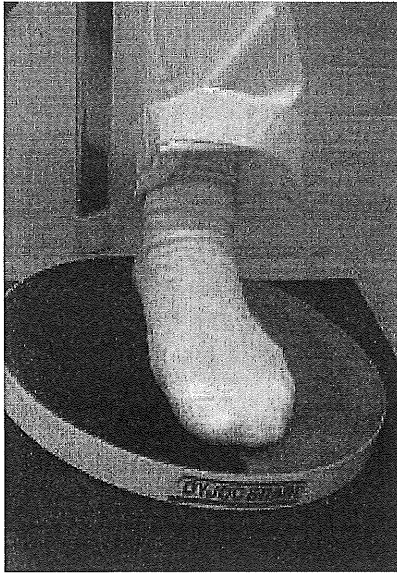


図5 地面に対する水平の確認と修正
座位にて不安定板に足を乗せ、水平と感ずる角度を確認する。

筋力増強練習

筋力増強運動は、最大筋力法、最大反復法、スピード・筋力法、反動法の4つに分類される⁵⁾。筋力増強は運動単位の同期化の向上など大脳皮質を含めた神経系の賦活化と筋肥大が関係する。中枢神経系による筋力の調節は、①動員される運動単位の数と種類 (recruitment)、② α 運動ニューロンの発火頻度 (rate coding)、③各運動単位がどのタイミングで活動するか (活動相、synchronization) によって調整される。

TKA術後の患者においては、筋力が歩行に影響を及ぼす重要な因子とされ、積極的な筋力増強練習が行われているが、その練習方法は筋肥大を目的として確立されたものである。

しかし、筋力トレーニングによる筋肥大が起こるためにはトレーニング開始後ある程度の期間が必要であり⁶⁾、高齢者においてはさらにその傾向が強いことが報告されている⁷⁾。つまり術後早期に筋肥大を目的とした筋力増強練習を実施しても効果は得られにくいと考えられる。

TKA術後患者が長期間にわたって大腿四頭筋筋力の低下が認められたとする報告はいくつか散見され^{8,9)}、要因としては筋萎縮や疼痛が考えら

れてきた。しかし、近年はこの理論を否定的にみる報告もあり¹⁰⁾、山田ら¹¹⁾はTKA術後早期における筋力の回復は運動単位の増加と同期化に起因していると述べている。また、上述したように、膝OA患者は長期にわたる下肢のアライメント不良や関節位置覚の低下を呈しており、歩行や各種動作において不均衡な筋出力を学習・習慣化していると考えられる。つまり、TKA術後の筋力低下は単なる末梢の変化だけではなく中枢神経系が深く関与していると考えべきである。よって、術後早期の理学療法では、筋肥大を目的としたアプローチではなく、習慣化された不均衡な筋出力の修正、運動単位の動員様式を変化させる質的な¹¹⁾筋力トレーニングを行う必要があり、収縮感覚の再学習や、下肢の筋を個別に単独収縮させる練習、反動法を取り入れた練習を行う。反動法とは、筋力とスピードを筋神経筋伝達と弾性特性の調整によって改善することを目的にしたトレーニングである。筋の伸張—短縮サイクル (stretch shortening cycle) のトレーニング法として行われ、筋肉を瞬発力 (最短時間で最大筋力に到達する力) に変換する。

大腿四頭筋の収縮は、最終伸展域 (軽度屈曲位から完全伸展まで) の範囲で障害されやすく、Extension lagの原因になりやすい。以前は、内側広筋が膝関節伸展の最後の20~30°を担っていると考えられていたが、EMGによる実験で、大腿四頭筋の4つの筋すべてが可動域の前半から全体を通じて活動することが示されている^{12,13)}。内側広筋は大腿直筋の内側にあり、2つの異なる線維束を有しているため、2つの異なる機能を持っている。より近位の線維は縦状で、膝関節伸展時にほかの大腿四頭筋とともに作用するが、より末梢部の斜位線維は、特に伸展の最終域で、膝蓋骨を安定させる^{14,15)}。内側広筋の斜頭は膝関節伸展では機能せず、膝蓋骨に安定性を与えるだけに作用すると述べている研究者もいる^{14,16)}。

大腿四頭筋 Setting 練習は、膝関節 (完全) 伸展位で行うことが理想的で、その後の動作練習でも有利となる。大腿四頭筋 Setting 練習は、大腿

直近を除いた広筋群の活動が優位になる。術直後は長座位で行い、収縮感覚が得られにくい患者には膝蓋骨を近位方向に誘導する(図6)。適切に収縮が行えるようになったら、自主トレーニングとして大腿四頭筋の内側縁・外側縁を把持しながら行うよう指導する(図7)。また、腹臥位で行

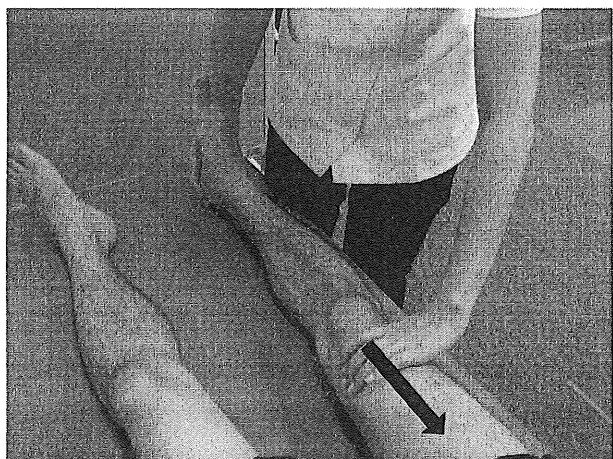


図6 大腿四頭筋 Setting 練習時の誘導

患者は長座位で、上肢は後方において支持する。膝窩にタオル等入れても良いが、あまり厚くならないようにする。収縮が起こりにくい患者には、足関節を背屈ならびに膝蓋骨が近位に移動するように誘導する。

う Setting は大腿直筋の活動が増加し、大腿四頭筋全体に有効である(図8)¹⁷⁾。

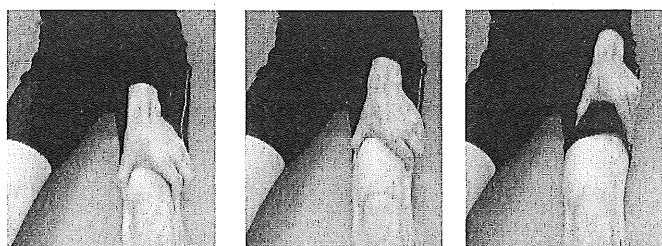


図7 自主トレーニングでの大腿四頭筋 Setting
大腿四頭筋の内側縁・外側縁の位置を指導し、しっかりと把持させる。

収縮時には遠位から近位へ少しずつ把持する箇所を移動させながら Setting を行う。患者には「筋の境目がしっかりとわかるように収縮させてください。」等、大腿四頭筋の単独収縮が確実に出来るように指導する。

終わりに

TKA 術後の急性期理学療法の目的と練習方法について述べた。TKA の術後成績は歩行に比重が置かれ、理学療法の効果判定も歩行距離や歩行

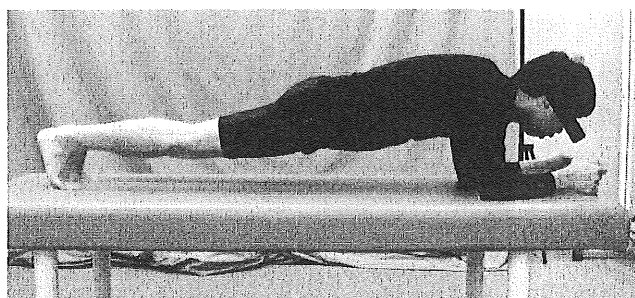


図8 腹臥位での大腿四頭筋 Setting
足関節が背屈位を保つように注意する。

速度で行われているものが多い。しかし我々理学療法士は運動器リハビリテーションの専門家として、運動器の構造と機能を理解し、各種動作に求められる適切な運動パターンを獲得させることが役割であり、距離や速度といった量的な面だけではなく、質的な改善を目指すべきである。

引用文献

- 1) Felson DT, Gross KD, et al: The effects of impaired joint position sense on the development and progression of pain and structural damage in knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum*, 2009 ; 61 : 1070-1076
- 2) 澤田 優子, 赤木 将男ら: 人工膝関節置換術の術後関節位置覚の推移とそれに影響を与える因子の抽出. *理学療法科学*, 2008 ; 23 : 279-28
- 3) 高橋 昭彦, 村上 仁之, ら: 変形性膝関節症に対する認知運動療法の紹介. *運動療法と物理療法*, 2000 ; 11 : 191, 2000
- 4) 前田 真依子: 人工膝関節全置換術の認知運動療法と運動機能回復. *理学療法ジャーナル*, 2009 ; 43 : 789-798
- 5) 村木 征人: 専門的筋力トレーニングの理論と実践的応用. *体育の科学*, 1989 ; 39 : 292-299
- 6) 岡西 哲夫: 筋力増強のとらえかた. *理学療法科学*, 2003 ; 18 : 12-21
- 7) Sale DG, McComas AJ, et al: Neuromuscular adaptation in human thenar muscles following strength training

- and immobilization. J Appl Physiol, 1982 ; 53 : 419-425
- 8) Walsh M, Woodhouse LJ, et al : Physical impairments and functional limitations: a comparison of individuals 1 year after total knee arthroplasty with control subjects. Physical Therapy, 1998 ; 78 : 248-258
- 9) Silva M, Shepherd EF, et al : Knee strength after total knee arthroplasty. J Arthroplasty, 2003 ; 18 : 605-611
- 10) Mizner RL, Petterson SC, et al : Early quadriceps strength loss after total knee arthroplasty. The contributions of muscle atrophy and failure of voluntary muscle activation. J Bone Joint Surg Am, 2005 ; 87 : 1047-1053
- 11) 山田英司, 森田 伸ら : 膝関節術後早期の筋力回復に伴う運動単位の活動様式の変化. 理学療法科学, 2010 ; 25 : 317-321
- 12) Kerrigan D.C, Riley PO, et al : Knee joint torques: A comparison between women and men during barefoot walking. Arch Phys Med Rehabil, 2000 ; 81 : 1162-1165
- 13) Isear JA , Erickson JC, et al : EMG analysis of lower extremity muscle recruitment patterns during an unloaded squat. Medicine & Science in Sport & Exercise, 1997 ; 29 : 532-539
- 14) Lieb FJ, Perry J : Quadriceps Function. An anatomical and mechanical study using amputated limbs. J Bone Joint Surg Am, 1968 ; 50 : 1535-1548
- 15) Toumi H, Poumarat G, et al : New insights into the function of the vastus medialis with clinical implications. Medicine & Science in Sport & Exercise, 2007 ; 39 : 1153-1159
- 16) Goh JC, Lee PY, et al : A cadaver study of the function of the oblique part of vastus medialis. Bone Joint Surgery, 1995 ; 77 : 225-231
- 17) 羽崎 完, 市橋則明 : 大腿四頭筋のMuscle settingの肢位が大腿四頭筋筋活動に与える影響. 理学療法科学, 1996 ; 11 : 81-84



文献紹介

老健 2014年10月 P14～17

腰痛など労働災害対策を組織で行い職員が長く元気に働ける職場に

泉 陽子 厚生労働省労働基準局労働衛生課長

腰痛を含み休業4日以上労働災害の発生件数は全産業でみると減少傾向にあるが、老健を含む社会福祉施設では、10年前に比して2倍になっている。平成25年から第12次労働災害防止計画の最重点業種の一つとなっている。社会福祉施設にみられる、「転倒」と「腰痛」を含む「動作の反動・無理な動作」が多く、全体の1/3を占める。職業性疾病では約6割になる。介護・看護でみると、社会福祉施設と病院診療所における腰痛は、全産業の約3割となる。

平成6年に「職場における腰痛予防対策指針」は、製造業の作業員中心に考えた。平成25年に改定した指針では、介護・看護業務にも対象を広げた。指針の中の、「福祉・医療分野における介護・看護作業」のポイントが原文に引用されている。後記の資料を含め一読をお勧めします。

移乗介助と入浴介助の際に腰痛が発生しているの、原

則として人力による人の抱え上げは行わないこととし、出来る限り福祉用具を使用する。やむを得ず人の手で持ち上げるにしても、一人でなく複数人で、複数人でも身長差がない職員同士で行うなど工夫することが大切。腰痛のリスクの回避・低減を目標とした作業標準を作成することが勧められる。作成例が原文に示されている。「介護作業員の腰痛対策チェックリスト」も原文に引用されている。腰痛予防対策講習会も全国で開催されている。

新指針による腰痛予防も大切ですが、4S活動やKY活動に基づき整理整頓を心がけ、危険場所を「見える化」して改善するなど、安全意識の啓発が必要である。4S:整理、整頓、清掃、清潔。K危険 Y予防。原文に引用されている。職員が元気に働けることは利用者・事業者にもメリットがある。(東京総合福祉 鈴木 忠)