

# 屈曲運動と伸展運動の違いが 膝関節位置覚の測定結果に影響するか

田中 浩介<sup>1)</sup>， 浦辺 幸夫<sup>2)</sup>， 越智 光夫<sup>3)</sup>， 植田 一幸<sup>4)</sup>

キーワード (Key words) : 1. 膝前十字靭帯 (ACL) 2. 位置覚 (position sense)  
3. 固有感覚 (proprioception)

新しい固有感覚測定装置使用のための基礎データを得る目的で膝関節の運動方向の違いが位置覚測定の結果に与える影響を調べた。対象は、膝関節疾患および外傷の既往がない大学生 8 名とした。位置覚測定は設定角度を膝屈曲 15°として、設定角度まで膝屈曲 30°から伸展させるタスクと、膝完全伸展位から屈曲させるタスクを行った。2 つのタスク間で再現角度、定数誤差値および絶対誤差値の平均値に差があるかを確かめたが、いずれも有意差を認めなかった。その結果、運動方向の違いは、位置覚測定では測定結果に影響を与えないことが示唆された。これは、位置覚測定において運動方向を任意に選択しても結果に影響しないことを示している。膝関節構成体は運動方向の違い、即ち屈曲と伸展で異なった刺激を受けていると考えられるが測定結果に有意差を認めなかったことからメカノレセプターの機能を再考する必要があると考えた。今後は ACL 損傷者と健常者とを比較することにより、位置覚測定で運動方向の違いが ACL 中のメカノレセプターに与える影響を明らかにすることができると考える。

## はじめに

膝前十字靭帯 (Anterior Cruciate Ligament ; ACL) 損傷は、膝関節の靭帯損傷のなかでもっとも多い損傷である<sup>1)</sup>。ACL は、その体積のおよそ 1 ~ 2 % をメカノレセプターで占めるといわれている<sup>2)</sup>。メカノレセプターは、関節の情報を中枢神経系へ伝達する求心性の神経入力装置として固有感覚 (proprioception) を司っており、筋の収縮による関節運動のコントロールにおいて重要な役割を果たし、動作の正確性と関節の安定性に影響を与えている<sup>3)</sup>。ACL 中に存在するメカノレセプターは、ルフィニ小体と自由神経終末がほとんどであり、ルフィニ小体は ACL の全長にわたって分布しており、その数は 500  $\mu$ m 中におよそ 50 であると言われている<sup>4)</sup>。ルフィニ小体は、静的な関節位置の情報を中枢神経系へ提供する Type メカノレセプターであることから<sup>5)</sup>、ACL は膝関節の固有感覚において重要な役割を担っていると推察される。ACL 損傷者では、ACL 中のメカノレセプター損失による求心性情報の変化のため固有感覚が低下することが報告されており<sup>1, 3, 6)</sup>、ACL 損傷後における膝関節の instability は、機械的な制御の欠損に加え固有感覚の低下が原因ではないかと考えられている<sup>6)</sup>。

膝関節の固有感覚は、運動そのものを認知する運動覚と関節の空間における位置や角度を認知する位置覚が測定される。運動覚測定は、下腿を膝関節屈曲、伸展それ

ぞれの方向に遅い速度 (0.5 - 2.5 7sec) で他動的に動かし、動きを感じるまでの反応時間を測定するものである。位置覚測定は、開始角度から設定角度まで下腿を動かし、設定角度に到達したら数秒間停止させて、停止中に下腿の位置を対象に記憶させ、その後、開始角度まで戻し、自動的あるいは他動的に下腿を動かして、記憶した位置を再現させた時の角度 (再現角度) と設定角度との誤差を測定するものである。膝関節の固有感覚測定において非荷重位での他動運動による測定方法は、ACL 中のメカノレセプターのみを刺激することを試みている<sup>7)</sup>。膝関節の安定性を制御する固有感覚は、今後、ACL 損傷者の理学療法における評価としてさらに重要なものになると考えられ、非荷重位での固有感覚を正確に捉えるためにテスト方法の信頼性、妥当性を明確にしておく必要がある。これまで膝関節の位置覚測定は設定角度まで伸展運動で動かす方法と屈曲運動で動かす方法が行われている<sup>8)</sup>。運動覚測定は異なる 2 つの運動方向 (屈曲、伸展) で、動きに対する反応時間の違いを比較しているのに対して<sup>9)</sup>、位置覚測定では、運動方向の違いによる測定結果の比較はほとんどなされていない。また、運動方法についてみると設定角度まで他動運動で動かし、自動運動で再現させるものもあれば他動運動で再現させるものもあり統一された方法は得られていない状況である<sup>8)</sup>。

本研究の目的は、位置覚測定における健常成人の基礎データとすべく、膝屈曲位から設定角度まで伸展させる

・ Comparison of flexion and extension protocol for testing knee joint position sense

・ 1) 広島大学大学院保健学研究科保健学専攻 2) 広島大学大学院保健学研究科心身機能生活制御科学講座  
3) 広島大学大学院医歯薬学総合研究科展開医科学専攻病態制御医科学講座 4) 広島大学病院診療支援部  
・ 広島大学保健学ジャーナル Vol. 4 (1) : 20 ~ 26, 2004

方法と、膝関節完全伸展位から設定角度まで屈曲させる方法とを比較することで、運動方向の違いが位置覚測定の結果に与える影響を調べることである。運動方向の違いで ACL に対する歪みも変わり、感度の強さも異なることから膝関節位置覚の精度に差がみられるという仮説をたてた。

## 方 法

対象は、膝関節疾患および外傷の既往がない大学生 8 名（男性 5 名、女性 3 名、年齢  $23.0 \pm 2.8$  歳、身長  $167.8 \pm 8.4$  cm、体重  $60.0 \pm 11.5$  kg）とした。なお、測定に先立ち研究の目的および方法を対象に説明し同意を得た後に測定を行った。

位置覚の測定装置は、Lephart<sup>9)</sup>の装置を参考に、コンピューター制御で作動する特製の装置（固有運動覚・位置覚測定装置、センサー応用社、日本）を作製した。装置は、椅子部、モーター部、コントロールユニット部の主に 3 つのパートで構成されている。図 1 にその概要を示した。椅子は、高さが可変でありモーターの回転軸と膝関節の運動軸が同一になるように設定を行う。モーターは最小  $0.1 \text{ }^\circ/\text{sec}$  まで運動速度が可変設定でき、手元のスイッチを押すことで即時に停止する仕組みとなっている。モーターに運動アームを取り付けることによ

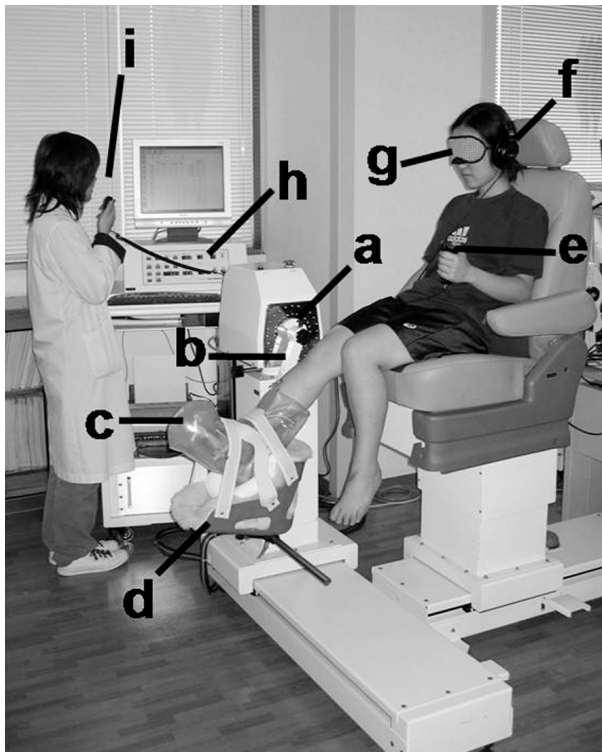


図 1 . 固有運動覚・位置覚測定装置

- a. モーター b. 運動アーム c. エアスプリント
- d. フットレスト e. 手元スイッチ f. ヘッドフォン
- g. アイマスク h. コントロールパネル i. マイク

り、下腿を屈曲方向あるいは伸展方向のどちらにも動かすことができる。コントロールユニットはコンピューター制御であり、様々な条件でのプロトコル作成が可能であり、測定が行える。膝関節の屈曲角度はコントロールパネルに小数第 1 位まで表示される。位置覚測定は、自動運動および他動運動どちらでも設定して行うことができる。測定時、外部からの刺激をアイマスク、white noise の流れるヘッドフォン、足部はエアスプリントで遮断した。

膝関節位置覚測定は、Borsa<sup>5)</sup>の方法を参考に設定角度を膝伸展域である膝屈曲  $15^\circ$  として運動方向の異なる 2 つのタスクを両膝関節について行った。タスク A（伸展運動）は、膝屈曲  $30^\circ$ （開始角度）から、屈曲  $15^\circ$ （設定角度）まで  $1 \text{ }^\circ/\text{sec}$  で他動的に下腿を動かし、5 秒間その位置で停止させて対象に記憶してもらった後、開始角度まで戻し、開始角度に到達するとすぐに  $1 \text{ }^\circ/\text{sec}$  で伸展方向に他動的に下腿を動かし、記憶した位置になったと判断したところで手元のスイッチを押してもらった。その時の角度を再現角度とし、設定角度から再現角度を引いた値を定数誤差値とした（図 2）。タスク B（屈曲運動）は、膝完全伸展位（開始角度）から、屈曲  $15^\circ$ （設定角度）まで  $1 \text{ }^\circ/\text{sec}$  で他動的に下腿を動かし、5 秒間その位置で停止させて対象に記憶してもらった後、開始角度まで戻し、開始角度に到達するとすぐに  $1 \text{ }^\circ/\text{sec}$  で屈曲方向に他動的に下腿を動かし、記憶した位置になったと判断したところで手元のスイッチを押してもらった。その時の角度を再現角度とし、再現角度から目標角度を引いた値を定数誤差値とした（図 3）。定数誤差値の絶対値を、絶対誤差値とした。定数誤差値は、再現角度が設定角度を超えているのかどうかを表しているのに対して、絶対誤差値は、再現角度が設定角度からどれくらい逸脱しているかという大きさそのものを表してい

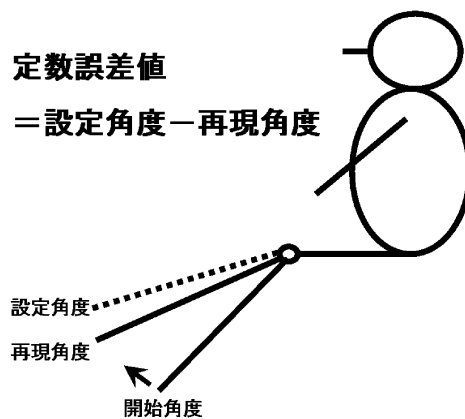


図 2 . タスク A における定数誤差値

再現角度が設定角度まで達しない場合は負の値となり、超える場合は正の値となる。（図は、再現角度が設定角度まで達していない例）

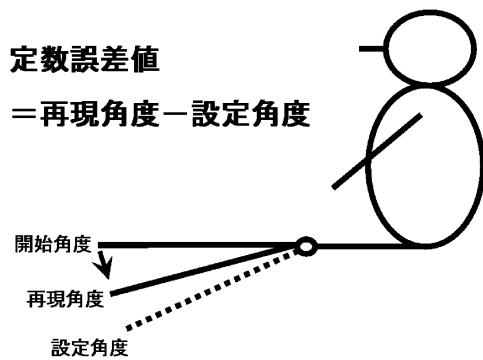


図2. タスクBにおける定数誤差値

再現角度が設定角度まで達しない場合は負の値となり、超える場合は正の値となる。

(図は、再現角度が設定角度まで達していない例)

る。本研究では、2つのタスク間で設定角度の再現に質的および量的な違いがみられるかを明らかにするために定数誤差値、絶対誤差値の両方を解析に用いた。

タスクA, BはHopperら<sup>7)</sup>の方法を参考に交互に5回ずつ行い、どちらを先に行うかは無作為に決定した。タスク間の時間は2秒間とした。左右の膝関節のどちらを先に行うかは無作為に決定し、次の膝関節の測定まで5分間の休息をさせた。

統計学的検定には、統計用ソフトStat View J 5.0 (SAS Institute Inc. 米国)を使用した。解析には8名における5回分の40データを使用した。両膝関節のタスクA, B間で再現角度、定数誤差値および絶対誤差値の平均値に差があるかを調べた。さらに、各膝関節でタスクA, B間に、各タスクで左右の膝関節間に差があるかを調べた。タスクA, B間の差の検定にはウィルコクソン符号付順位和検定、左右の膝関節間の差の検定にはマン・ホイットニのU検定をそれぞれ用いた。いずれの検定も危険率5%未満を有意とみなした。

## 結 果

両膝関節のタスクA, Bの再現角度、定数誤差値および絶対誤差値の平均値±標準偏差を示す(表1)。タスクAとタスクBの再現角度の大きさに有意差はなかった。定数誤差値は、タスクAでは屈曲位から伸展方向に

表1. 両膝関節のタスクA, Bの再現角度、定数誤差値および絶対誤差値

	タスクA(伸展運動)	タスクB(屈曲運動)	p値
再現角度	15.40 ± 2.65 °	14.48 ± 2.44 °	0.11 NS
定数誤差値	-0.40 ± 2.65 °	-0.52 ± 2.44 °	0.69 NS
絶対誤差値	2.13 ± 1.60 °	1.99 ± 1.49 °	0.47 NS

NS : Not Significant ウィルコクソン符号付順位和検定  
被験者8名×繰り返し5回(データ数:40)

むけて膝屈曲15°に達する手前0.40°,同じくタスクBでは完全伸展位から屈曲方向にむけて15°に達する手前0.52°を示していた。両方向とも設定角度の15°に対してはundershoot(再現角度が設定角度まで達していない状態)であった。定数誤差値は、タスクAとタスクBでは、有意な差を認めなかった。絶対誤差値はタスクAで2.13°,タスクBで1.99°となりどちらも2°前後であった。タスクAがタスクBより0.14°大きい両者の間に有意差はなかった。

表2に左膝関節のタスクAおよびタスクBの再現角度、定数誤差値および絶対誤差値の平均値±標準偏差を示す。タスクAとタスクBの再現角度の大きさに有意差を認めなかった。定数誤差値は、タスクAでは15°に達する手前0.73°,タスクBでは15°に達する手前0.47°でありundershootであった。タスクAとタスクBの差は0.26°でありタスクBの方が小さかったが有意差は認めなかった。絶対誤差値は、タスクAで2.28°,タスクBで1.91°を示し、タスクAの方が0.37°大きかったが有意な差はなかった。

表2. 左膝関節におけるタスクA, Bの再現角度、定数誤差値および絶対誤差値

	タスクA(伸展運動)	タスクB(屈曲運動)	p値
再現角度	15.73 ± 2.78 °	14.53 ± 2.33 °	0.11 NS
定数誤差値	-0.73 ± 2.78 °	-0.47 ± 2.33 °	0.58 NS
絶対誤差値	2.28 ± 1.64 °	1.91 ± 1.38 °	0.21 NS

NS : Not Significant ウィルコクソン符号付順位和検定  
被験者8名×繰り返し5回(データ数:40)

表3に右膝関節のタスクAおよびタスクBの再現角度、定数誤差値および絶対誤差値の平均値±標準偏差を示す。タスクAとタスクBの再現角度の大きさに有意差を認めなかった。定数誤差値は、タスクAで-0.09°,タスクBで-0.58°でありundershootであった。タスク間の差は0.49°でタスクBの方が大きかったが、有意差は認めなかった。絶対誤差値は、タスクAで1.98°,タスクBで2.08°でありタスクAとタスクBの差は0.10°であり、タスク間に有意差はなかった。

次に左右の膝関節を比較すると、再現角度および定数

表3. 右膝関節におけるタスクA, Bの再現角度、定数誤差値および絶対誤差値

	タスクA(伸展運動)	タスクB(屈曲運動)	p値
再現角度	15.09 ± 2.55 °	14.42 ± 2.57 °	0.53 NS
定数誤差値	-0.09 ± 2.55 °	-0.58 ± 2.57 °	0.20 NS
絶対誤差値	1.98 ± 1.57 °	2.08 ± 1.59 °	0.80 NS

NS : Not Significant ウィルコクソン符号付順位和検定  
被験者8名×繰り返し5回(データ数:40)

誤差値をみるとタスクAでは、左膝が右膝よりも0.64°手前で再現しており、タスクBでは右膝が左膝よりも0.11°手前で再現していた。タスクBの方がタスクAよりも左右の差は少なかった。絶対誤差値の左右差についてみると、タスクAでは左膝の方が0.30°大きく、タスクBでは右膝の方が0.17°大きかった。再現角度、定数誤差値、絶対誤差値いずれの項目も左右の膝関節間で有意差を認めなかった(表4)。

表4. 左右の膝関節位置覚の差の検定 p 値

	タスクA(伸展運動)	タスクB(屈曲運動)
再現角度	0.23 NS	0.93 NS
定数誤差値	0.23 NS	0.93 NS
絶対誤差値	0.44 NS	0.74 NS

NS: Not Significant マン・ホイットニのU検定  
被験者8名×繰り返し5回(データ数:40)

## 考 察

我々は、スポーツ損傷の代表のひとつであるACL損傷において、膝関節の安定性を制御すると考えられており重要性が認知されてきている固有感覚を正確に捉えるために新しい固有感覚測定装置を作製した。本研究では、健常者を対象に固有感覚測定装置の基礎データを得て、膝関節の運動方向の違いが位置覚測定の結果に与える影響を調べることを目的として測定を行った。

本研究において、メカノレセプターは機械的な歪みに対して感度が高くなることから<sup>5)</sup>、運動方向の違いでACLに対する歪みも変わり、感度の強さも異なり膝関節位置覚の精度に差がみられると考えたが、運動方向が異なっても二つのタスク間で有意な差を認めなかった。膝関節の固有感覚測定において非荷重位での他動運動による測定方法は、ACL中のメカノレセプターのみを刺激することを試みている<sup>7)</sup>。しかし、膝関節の関節包や周囲の筋・腱にもメカノレセプターが存在しており関節情報を求心性に伝達しており<sup>10)</sup>、Inglisら<sup>12)</sup>は、拮抗筋の筋長の違いが関節固有感覚に影響すると報告していることから、実際にはACLと膝関節周囲のその他のメカノレセプターの機能を分けることは困難であると考えられる。このことは、今回、運動方向の違いで有意差を認めなかった要因のひとつであるかもしれない。すなわち、実際にはACLだけでなくその他の膝関節構成体のメカノレセプターも刺激され、測定結果に影響を与えていたのではないだろうか。膝関節構成体は運動方向の違いにより異なる刺激を受けていると考えられる(例えば筋についてみると、タスクAではハムストリングが伸張され、タスクBでは大腿四頭筋が伸張される)が測定結果に有

意差を認めなかったことから膝関節にあるメカノレセプターは、刺激が異なった場合でも、関節位置を正確に認識できる仕組みになっている可能性が示唆され、メカノレセプターの機能を再考する必要があると考えた。また、今回、設定角度とした膝屈曲15°はACL自体の緊張が高い状態であり<sup>13)</sup>、膝伸展域はメカノレセプターが良く働くという報告もあることから<sup>14)</sup>、運動方向の違いによる結果の差を検出しにくかった可能性が考えられる。今後は、深い膝屈曲域の角度で測定を行い比較することでACL中のメカノレセプターが膝関節位置覚に与える影響を明らかに出来るようになる。Borsaら<sup>9)</sup>は、ACL断裂者を対象とした運動覚測定において膝関節15°屈曲位では、伸展方向への運動に対する反応時間が屈曲方向よりも有意に短かったことから、関節の運動方向の違いはメカノレセプターに対する刺激に影響を与えているかもしれないと報告している。今後はACL断裂者と健常者とを比較することにより、非荷重位での位置覚測定において運動方向の違いがACL中のメカノレセプターに与える影響を明らかにすることができると考える。

今回、定数誤差値は表2および表3より-0.09から-0.73の範囲にあり、どちらの運動方向においても再現角度が設定角度に達しないundershootの状態を示していた。すべての項目で同様の傾向を得たことから、健常人では位置覚測定において設定角度を膝屈曲15°とした場合、屈曲させる方法でも伸展させる方法でも15°に達する手前で再現する特徴があることがわかった。しかし、平野ら<sup>15)</sup>は開始角度を膝完全伸展位として設定角度を15°とした位置覚測定において、再現角度は屈曲方向にむけて15°を0.7°超えるovershoot(再現角度が設定角度を超える状態)であったと報告している。これは、今回の我々の結果とは異なる傾向を示している。その理由の一つとして、膝関節の角速度の違いが考えられる。平野ら<sup>15)</sup>の膝関節運動の角速度は5.0°/secで、我々が設定した1.0°/secよりも速い速度であった。速度の違いは、異なるタイプのメカノレセプターを刺激し<sup>16)</sup>、筋紡錘も伸張速度により放電頻度が異なるため<sup>5)</sup>、再現角度がundershootになるのか、あるいはovershootになるかという違いを生じさせるのかもしれない。また、関節位置を認知してからスイッチを押すまでに移動する距離は角速度が速いほうが大きくなると考えられる。しかし、膝関節の関節情報がメカノレセプターから大脳皮質まで伝達された後、感覚に変換されてからスイッチを押すまでにかかる時間はおよそ0.01秒前後であると計算され、その時間内に移動する距離は角速度が1.0°/secでは0.01°、5.0°/secでは0.05°となり、その差はわずか0.04°であり大きな差を生じさせるとは言い難い。膝関節の角速度が位置覚測定にどのような影響を与えるのかについては、今後検討していく必要があるだろう。

次に、絶対誤差値の平均値は表 2, 3 より 1.91 から 2.28 の範囲であり、健常成人では運動方向および左右の違いに関わらず、絶対誤差値は 2° 前後を示すことがわかった。今回の値を基礎データとしてふまえた上で、ACL 損傷者で測定を行い比較することにより ACL 損傷者の膝関節位置覚の特徴を明らかにすることができると考える。さらに、健常者では左右の膝関節で差を認めなかったが、ACL 損傷者では患側だけでなく健側がどのように変化するのとも興味深い点である。

本研究では、設定角度まで他動的に動かし、他動運動で再現させた。運動方法の違いに注目して、今回と同じような膝屈曲角度で行われた先行研究と本研究とを比較してみると、設定角度まで他動運動で動かし、他動運動で再現させた Fremerey<sup>11)</sup> の絶対誤差値は 2.1° であり我々と類似の値を示しているのに対して、設定角度まで他動運動で動かし、自動運動で再現させた Corrigan<sup>6)</sup> の絶対誤差値は 2.6°、Stillman<sup>17)</sup> の定数誤差値は 3.4° (overshoot)、絶対誤差値は 3.7°、平野<sup>18)</sup> の定数誤差値は 2.3° (overshoot)、絶対誤差値は 3.0° であり、いずれも本研究よりも大きな値を示している。平野<sup>15)</sup> は、設定角度まで自動運動で再現させる方法と他動運動で再現させる方法で再現角度に違いがあるかを確かめ、設定角度が膝関節伸展域の場合、設定角度まで他動運動で動かししたときは、自動運動よりも他動運動で再現させた方が誤差が小さくなることを報告している。他動的に再現させる方法では拮抗筋が伸張されるだけであるのに対して、自動運動により再現させる方法では、主動作筋が随意的に収縮をおこす。ヒトの随意運動では、筋紡錘第一感覚終末は筋長の微細な変化を検出することが示されており<sup>5)</sup>、再現角度まで自動運動で行うのかあるいは他動的に動かすのかは位置覚測定の結果に影響を与えるであろう。さらに、他動運動では位置の認知だけでよいが、自動運動ではさらに随意的に位置を再現するという運動課題も加わるために難度が増し誤差が大きくなるものと考えられる。

運動方向の違いで差を認めなかった本研究の結果は、Hopper<sup>7)</sup> の結果を支持するものであった。Hopper<sup>7)</sup> は、立位（荷重位）で膝関節位置覚測定を今回と同じような膝関節角度で行い関節運動方向の違いが与える影響を調べたが、測定結果には有意差を認めなかったことを報告している。本研究は、端座位（非荷重位）で測定を行ったが彼らの結果を支持するものとなった。Hopper<sup>7)</sup> が行った立位での位置覚測定は、設定角度まで自動運動で動かし、自動運動で再現させる方法である。他動運動で行った本研究とは運動方法が異なるために、結果を比較することは困難であるが、位置覚測定において運動方向の違いは、測定結果に影響を与えないことが推察された。今後は、同一の対象に端座位および立位の 2 種

類の肢位で運動方向の違いが位置覚測定に与える影響を比較して明らかにすることは、運動方向の選択に加えて、測定肢位の選択の面においても重要となってくるだろう。

本研究において、設定角度が膝屈曲 15° のみであり他の角度でも同様の結果が得られるとは限らない。膝屈曲 15° は ACL 自体の緊張が高い状態であり<sup>13)</sup>、膝伸展域はメカノレセプターが良く働くという報告もあることから<sup>14)</sup>、運動方向の違いによる結果の差を検出しにくかった可能性が考えられる。設定角度と再現角度の誤差の値が機械の誤差によるものなのかが明らかでないため機械の検定も行うべきである。今回、対象の数が 8 名で年齢が若いものであったが、今後さらに対象数を増やし異なる年齢層に対しても測定を行うことで健常成人の膝関節周囲のメカノレセプターの運動方向の違いに対する感度をより明らかにできると考える。設定角度までの速度と測定の時の速度が等しかったため経過時間の記憶を使って再現していた可能性も考えられるため、異なる速度で再現させ速度の違いが結果に与える影響を検討する必要があるだろう。また、ACL 損傷者で、同様の実験を行い今回のデータと比較することにより、運動方向の違いが ACL 中のメカノレセプターに与える影響を明らかにすることができると考える。以上のことを検討することにより、膝関節位置覚の至適な測定条件を得ることができると考える。

## まとめ

本研究では、健常者を対象とした膝関節位置覚測定において、運動方向の異なる二つのタスクを行ったが、タスク間に有意差を認めなかった。今回、健常者の膝関節位置覚測定における絶対誤差値は 2° 前後であることが分かった。今後は、ACL 損傷者で同様の実験を行い、今回の結果をコントロールとして比較することで、運動方向の違いが ACL 中のメカノレセプターに与える影響を明らかにすることができると考える。

## 文 献

1. Pap, G., Machner, A. and Awiszus, F.: Detailed analysis of proprioception in normal and ACL-deficient knees. J. Bone Joint Surg. Br., 81 : 764-768, 1999
2. Fremerey, R.W., Lobenhoffer, P. and Zeichen, J. et al.: Proprioception after rehabilitation and reconstruction in knees with deficiency of the anterior cruciate ligament. J. Bone Joint Surg. Br., 82 : 801-806, 2000
3. Rasmussen, F.T. and Jensen, E.P.: Proprioceptive sensitivity and performance in anterior cruciate ligament-deficient knee joints. Scand. J. Med. Sci. Sports, 10 : 85-89, 2000

- 4 . Hogervorst, T. and Brand, R. : Current concept review mechanoreceptors in joint function. J. Bone Joint Surg. Am 80 : 1365-1378, 1998
- 5 . 辻井洋一郎 : 筋感覚研究の展開. p.345-380, 協同医書出版社, 東京, 2003
- 6 . Corrigan, J.P., Cashman, W.F. and Brady, M.P.: Proprioception in the cruciate deficient knee. J. Bone Joint Surg. Br 74 : 247-250, 1992
- 7 . Hopper, D.M., Creagh, M.J. and Formby, P.A. et al.: Functional measurement of knee joint position sense after anterior cruciate ligament reconstruction. Arch. Phys. Med. Rehabil., 84 : 868-872, 2003
- 8 . Lephart, S.M. and Fu, F.H.: Proprioception and neuromuscular control in joint stability. p.127-138, Human Kinetics, Champaign, 2000
- 9 . Borsa, P.A., Lephart, S.M. and Irrgang, J.J. et al.: The effects of joint position and direction of joint motion on proprioceptive sensibility in anterior cruciate ligament deficient athletes. Am. J. Sports Med., 25 : 336-340, 1997
- 10 . Lephart, S.M., Kocher, M.S. and Fu, F.H. et al.: Proprioception following anterior cruciate ligament reconstruction. J. Sports Rehab., 1 : 188-196, 1992
- 11 . Fremerey, R.W., Lobenhoffer, P. and Zeichen, J. et al.: Proprioception after rehabilitation and reconstruction in knees with deficiency of the anterior cruciate ligament. J. Bone Joint Surg. Br 82 : 801-806, 2000
- 12 . Inglis, J.T. and Frank, J.S.: The effect of agonist/antagonist muscle vibration on human position sense. Exp. Brain Res., 81 : 573-580, 1990
- 13 . Li, G., Rudy, T.W. and Sakane, M. et al.: The importance of quadriceps and hamstring muscle loading on knee kinematics and in-situ forces in the ACL. J. Biomechanics, 32 : 395-400, 1999
- 14 . Barrack, R.L., Skinner, H.B. and Buckley, S.L.: Proprioception in the anterior cruciate deficient knee. Am. J. Sports Med., 17 : 1-6, 1989
- 15 . 平野弘之, 杉原敏道 : 再現検査と模倣検査を用いた関節固有覚評価の比較研究 - 設定角度および関節運動の違いが評価に与える影響 - . リハ医学, 35 : 236-240, 1998
- 16 . Guyton, A.C. and Hall, J.E.: Textbook of Medical Physiology tenth edition., p.528-539, WB Saunders, Philadelphia, 2000
- 17 . Stillman, B.C. and McMeeken, J.M.: The role of weightbearing in the clinical assessment of knee joint position sense. Aust. J. Physiother., 47 : 247-253, 2001
- 18 . 平野弘之, 荻野利彦, 杉原敏道 : 他動運動で体験した膝関節角度を再現する動作の正確性に関する研究 - 関節角度の違いが再現能力検査の正常値に与える影響. 総合リハ, 26 : 475-477, 1998

# Comparison of flexion and extension protocol for testing knee joint position sense

Kosuke Tanaka<sup>1)</sup>, Yukio Urabe<sup>2)</sup>, Mitsuo Ochi<sup>3)</sup> and Kazuyuki Ueda<sup>4)</sup>

1) Graduate School of Health Sciences, Hiroshima University

2) Division of Physical Therapy and Occupational Therapy Sciences, Graduate School of Health Sciences, Hiroshima University

3) Department of Orthopedic Surgery, Graduate School of Biomedical Sciences, Hiroshima University

4) Department of Clinical Support, Hiroshima University Hospital

Key words : 1 . ACL 2 . position sense, 3 . proprioception

It is reported that the anterior cruciate ligament (ACL) has a sensitive function that regulates proprioception. The partial or total rupture of ACL could reduce proprioception. In this study, we investigated whether the direction of joint motion has an affect on proprioceptive sensibility. Eight subjects (5 men and 3 women) who did not have any history of previous injury or surgery to either knee joint participated. Two kinds of tasks for knee joint position sense were examined using a specially made article to record target joint angles and to calculate reproduced angles after limb movement. Task A involved extension from a 30 ° flexed position and task B involved flexion from a totally extended position. The repositioning angle departed from target angle (15 °) within one degree in each task. Mean real error indicated a tendency to underestimate reproduced joint angles in all tasks, although the magnitude of the error was small. Absolute error was around two degrees. No significant difference was found in repositioning angle, real error or absolute error between task A and task B. These data show that direction of joint motion does not affect knee joint position sense. It is suggested that joint direction can be chosen at will in the measurement of knee joint position sense. Further investigations may include measurements of ACL injured patients to clarify the influence of ACL mechanoreceptors by comparison with the present study as a control group.