

回転円盤型下腿回旋測定器 “RotorMeter”を用いた下腿の 回旋可動域の測定

Evaluation of reliability and validity of a new device
to measure lower leg rotation

柵木聖也*^{1,2}, 金森章浩*², 白木 仁*², 宮川俊平*²

キー・ワード：knee, rotational laxity, measurement

膝関節, 回旋可動域, 測定方法

【要旨】 膝関節において大腿骨顆部に対する脛骨の生理的回旋弛緩性は、膝前十字靭帯損傷の危険因子として認識されているが、その測定方法は確立されていない。本研究は、新たに開発した回転円盤型下腿回旋測定器“RotorMeter（以下、RM）”を用いた下腿の回旋総可動域（内旋+外旋）の測定について、統計学的な信頼性と妥当性を検討することを目的とした。両下肢に重篤な傷害経験の無い成人女性14名28膝を対象とし、二名の検者によるRMでの測定を8Nmの負荷トルクにて二回ずつ実施して、級内相関係数を算出して検者内および検者間信頼性を検討した。うち一回の測定時には下腿の回旋量を画像解析によって求め、両測定値間の相関によってRMによる測定の妥当性を検討した。検者内および検者間信頼性は、いずれも良好であり、RMおよび画像解析による測定結果の間には有意な正の相関があった。これらより、RMによる膝関節の回旋可動域の測定方法は信頼性、妥当性ともに統計学的に満足できるものであると考えられたが、距骨下関節等の運動や足部の軟部組織の変形が測定値に包含されることが示唆された。

1. 緒言

膝関節の傷害はスポーツ傷害の中でも大きい割合を占めているが、特にバスケットボールやサッカー、ハンドボールなどの急激なストップやジャンプ、方向転換、身体接触を伴うゴール型球技スポーツにおいては、膝前十字靭帯（Anterior Cruciate Ligament：以下、ACL）損傷が多く見られる^{1,2)}。ACL損傷は、近年の靭帯再建術および術後リハビリテーションの進歩から受傷後の競技復帰は不可能ではなくなりつつあるものの、患者が被る時間的・精神的・経済的・社会的損失は大であり³⁻⁷⁾、いかにその発生を予防するかが重大な関心

事となっている。

ACL損傷は接触型損傷に比して非接触型損傷が多いとされる⁸⁾が、非接触型損傷の内的危険因子としては、関節弛緩性、膝関節の静的・動的アラインメント、ACLのサイズ、性差などが挙げられている⁹⁾。これらの内的危険因子のうち、関節弛緩性とACL損傷の関連については、全身関節弛緩性、また膝関節弛緩性との関連に着目した報告がなされてきた。特に膝関節そのものの弛緩性とACL損傷との関連については、過伸展膝および外反膝、脛骨前方移動量の大きい膝にACL損傷が多いことが報告されている^{10,11)}。

ACLは解剖学的に前内方線維束と後外方線維束によって構成され、前者が大腿骨顆部に対する脛骨の前後方向の安定性を、後者が回旋方向の安定性をもたらしているとされる¹²⁾。臨床現場にお

*1 新潟医療福祉大学健康スポーツ学科

*2 筑波大学人間総合科学研究科



図1 RotorMeterの全景
RotorMeterはチェア部とメーター部で構成される。

いては、前後方向の安定性の評価には Anterior Drawer Test や Lachman Test が用いられ、これらの徒手検査による評価は KT-1000 等を用いて定量的に裏付けることが可能であるとされる¹³⁻¹⁵⁾。

対して、回旋方向の安定性の評価には Pivot Shift Test や N-Test, Dial Test などが用いられるものの、それらによる評価の定量化は困難であり、検査者の経験とスキルに頼る部分が大であるとされる¹⁶⁾。これは、膝関節の回旋方向の可動域を測定する方法が確立されていないことに起因するものと思われる。

この問題、すなわち膝関節の回旋方向の可動域測定方法の開発については、X線^{17,18)}やMRI¹⁹⁾、magnetic tracking system²⁰⁾、複合慣性センサ²¹⁾を用いた研究などが報告されているが、十分なサンプルサイズでの研究はなされていない。

そこで本研究では、臨床現場での適用が可能であると思われる膝関節の回旋方向の可動域を測定するための機器を開発・製作し、その統計学的な信頼性と妥当性を検証することを目的とした。

2. 研究方法

a) 対象

被験者は、下肢および下肢帯に重篤な外傷の受傷経験の無い成人女性14名であり、測定対象肢は両肢とした。被験者の身体特性は、身長 160.4 ± 5.8 cm、体重 52.8 ± 5.2 kg、年齢 21.1 ± 1.2 歳であった。なお、全ての被験者で利き脚(ボールを蹴る脚)は右脚であった。

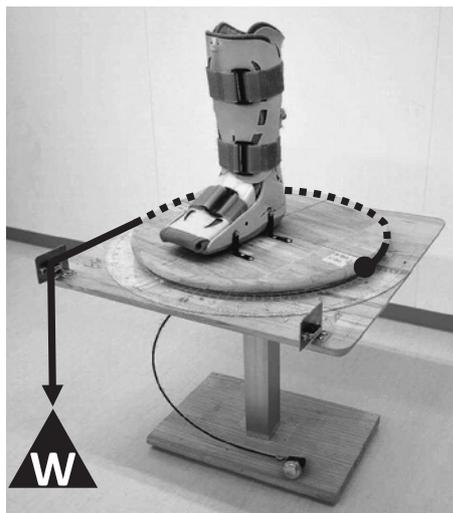


図2 メーター部の全景とワイヤの取り回し
円盤の外周に沿って取り付けられたワイヤは前方に引き出され、台座前方の定滑車によって下方へ導かれる。

研究の実施に先立っては、新潟医療福祉大学倫理委員会の審査および承認を得た(承認番号: 17410-130702)。被験者には研究内容に関する十分な説明を行い、同意書への署名をもって研究参加への同意を得た。

b) 測定装置

本研究で用いた測定器“RotorMeter(以下、RM)”の全景を、図1に示す。RMは本研究にあたり著者らが独自に開発・製作した測定器であり、チェア部とメーター部とで構成される。チェア部は、スチールパイプ(外径28mm、内径26mm)で構成された縦×横×高さが650mm×850mm×1050mmの直方体様のフレームに、木製座面を取り付けた構造である。フレームの上前面には大腿骨内・外側上顆を固定するためのクランプが装着されている。このクランプは、その位置を任意に設定することが可能である。また木製座面には、幅50mmのベルクロテープが二本装着され、測定時に被験者の大腿部を座面に固定するのに用いられる。

メーター部を図2に示す。メーター部は厚さ25mmの2枚の木製板をball bearingを介して連結した構造であり、上側の円盤(以下、円盤)は下側の台座(以下、台座)に対して自由に回転することが可能である。円盤は半径250mmの円形、台座は一辺600mmの正方形の形状である。円盤には、エアバッグを内蔵したプラスチック製ブーツ



図3 測定時の肢位
被験者は股関節および膝関節
90度屈曲位、足関節中間位に
てチェア部に座り、大腿部と下
腿部および足部を固定される

が装着される。エアバッグはブーツ内部の前面、内・外側面および後面の計四箇所に装着されている。また台座には、角度測定用の大型の分度器が装着されており、円盤の下面に装着された指針と合わせて円盤の回転量の読み取りに用いられる。このメーター部はガスダンパーを介して土台に連結され、その高さを無段階に調節することが可能である。

円盤の外周にはスチール製ワイヤ（以下、ワイヤ）が装着され、円盤の接線方向に沿って前方に引き出された後、台座に装着された定滑車によって下方に誘導される。ワイヤの先端には重錘を装着するための金属製フックが装着される。ワイヤと円盤の連結部分は、円盤の中心を挟んで180度反対方向に二箇所設置される。

c) 測定方法

図3に測定時の被験者の肢位を示す。被験者はチェア部に、股関節90度屈曲位、膝関節90度屈曲位、足関節中間位にて座り、測定側の大腿部を座面にベルクロテープを用いて固定され、チェア部に装着されたクランプにて大腿骨内・外側上顆を固定された。また下腿部および足部はブーツに挿入後、エアバッグに手動ポンプにて空気を注入し固定された。その後、数回の自動および他動による回旋運動により、測定への慣熟が試みられた。

この状態で、ワイヤの先端に32Nの重錘を装着することで円盤に8Nmのトルクを負荷した。円盤の回転量は、負荷後30秒が経過した時点で目視にて読み取った。負荷時には下肢の脱力を被験者に指示した。負荷する方向は内旋、および外旋方向とし、方向の変更は円盤のワイヤとの連結部分を変更することで行った。トルクを負荷した際の円盤の回転量を内旋可動域、および外旋可動域として記録し、両者の和を回旋総可動域として算出した。左右、また内旋および外旋方向の測定順序は無作為とした。

上記の測定を、検者Aによって24時間以上の間隔を開けて計2回実施し、さらにもう一名の検者Bによる同手順の測定を再度実施した。

d) 画像解析

上記の測定のうち、検者Aの二回目の右側測定時に腓骨頭(a)と脛骨粗面(b)にマーカを貼付した。二台のスチルカメラによりトルク負荷前後のマーカの位置を撮影し、得られた画像から線分abの水平面内での角度変位量を三次元DLT法²²⁾により求めた。角度変位量の算出方法の模式図を図4に示す。

なお、トルク負荷前後でaおよびbの位置を同定し直し、マーカを都度貼り替えた。

e) 統計処理

両検者による各被験者の測定値について、級内相関係数(Intra-class Correlation Coefficients: 以下、ICC)をICC(1,2)について算出し、検者内信頼性を検討した。また、各検者による2回の測定値の平均値を用いてICC(2,2)を算出し、検者間信頼性を検討した。ICCについては0.7以上をもって「良好」と判定した²³⁾。加えて、各回の測定結果の標準誤差を算出した。

また、RMによる測定によって得られた回旋総可動域と画像解析によって得られた値との相関を、ピアソンの積率相関係数を算出し検討した。有意水準は5%とした。

全ての統計量の算出には、IBM SPSS Statistics Desktop for Japan Ver.20.0を使用した。

3. 結果

a) 下腿部の回旋可動域について

両検者によるRMを用いた測定結果、および画像解析による結果を表1に示す。検者Aの測定による総回旋可動域(平均値±標準偏差)は、1回

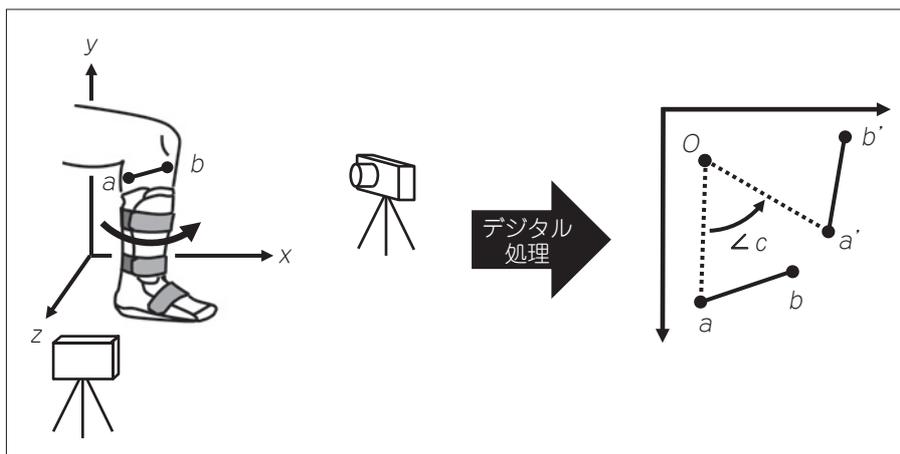


図4 三次元 DLT 法による下腿回旋量の算出
二方向から撮影した画像をデジタル処理し、腓骨頭 a と脛骨粗面 b が成す線分 ab のトルク負荷前 (ab) と負荷時 (a'b') の x-z 平面 (水平面) 内での回旋角度 $\angle c$ を算出する

表 1 RotorMeter および三次元 DLT 法による測定結果

		検者 A	検者 B
Rotor Meter	1 回目	101.0 ± 19.04 SE = 3.7	100.0 ± 12.61 SE = 2.4
	2 回目	105.9 ± 12.11 SE = 2.3	100.7 ± 14.48 SE = 2.8
三次元 DLT 法		62.2 ± 8.24 SE = 2.2	

(単位はいずれも度)

表 2 測定値の信頼性の検討結果

	検者 A	検者 B
検者内信頼性 ICC (1,1)	0.705 (substantial)	0.721 (substantial)
検者間信頼性 ICC (2,2)	0.828 (almost perfect)	

目は 101.0 ± 19.04 度, SE=3.7 度であり, 2 回目は 105.9 ± 12.11 度, SE=2.3 度であった. 同じく検者 B の測定による結果は, 1 回目は 100.0 ± 12.61 度, SE=2.4 度であり, 2 回目は 100.7 ± 14.48 度, SE=2.8 度であった. また, 画像解析による結果は 62.2 ± 8.24 度, SE=2.2 度であった.

b) 測定値の信頼性について

測定値の信頼性の算出結果を表 2 に示す. 検者 A の ICC (1,2) は, 0.705 であった. 検者 B の ICC (1,2) は, 0.721 であった. これらの結果より, RM による測定値の検者内の信頼性については「良好」と判定された.

また ICC (2,2) は, 0.828 であった. この結果よ

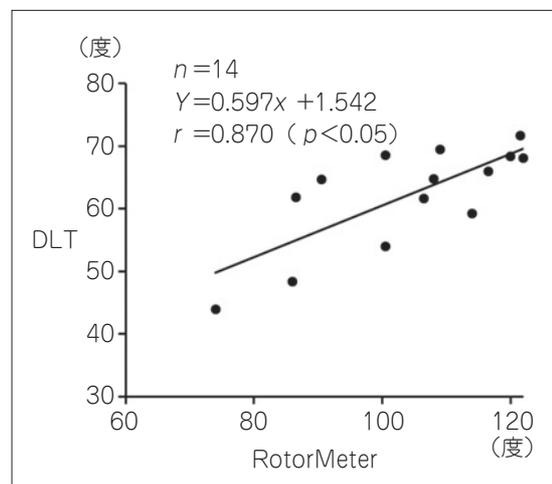


図 5 二測定方法間の相関
RotorMeter および三次元 DLT 法による結果の間には, 有意な正の相関関係が見られた.

り, RM による測定値の検者間の信頼性についても「良好」と判定された.

c) RM と画像解析の結果の相関について

RM と画像解析両者の結果の相関図を図 5 に示す. これら二つの測定方法の結果の相関係数は $r = 0.870$ であり, 両者には 5% 水準で有意な正の相関関係があることが確認された.

4. 考察

膝関節に対する徒手検査は, メディカルチェックや外傷の評価, 回復過程の評価等で多用される. 大腿骨に対する脛骨の前後方向の弛緩性を評価するための徒手検査として Anterior Drawer Test や Lachman Test が開発され, 各種の測定機器を

用いてその妥当性が検証されてきた²⁴⁻²⁶⁾。

これに対し、回旋方向の弛緩性の評価には Pivot Shift Test や N-Test, Dial Test が開発され^{27,28)}、臨床現場で用いられてきたが、それらの結果の評価は検者の臨床経験の影響を受けるとされる¹⁶⁾。このため、膝関節の回旋方向の弛緩性を定量化し評価することのできる測定方法を開発することが必要であると思われる。

膝関節および下腿部の回旋方向可動域の定量化に関する先行研究については、X線^{17,18)}やMRI¹⁹⁾、magnetic tracking system²⁰⁾、複合慣性センサ²¹⁾を用いたものなどが見られる。しかし、これらの手法はいずれも経済性、簡便性、汎用性などの課題から、臨床現場での適用は困難であると思われる。本研究と類似した原理を用いた研究^{16,20,29-31,36)}は散見されるものの、測定肢位や負荷トルクは様々である。また、得られた数値の報告間でのばらつきは小さくない。

以上より、膝関節および下腿部の回旋方向の可動域測定方法については、未だ統一した見解が得られていないのが現状であると言える。そこで本研究では、簡易的でありながら汎用性が高く、かつ非侵襲的で、広く臨床現場で利用することが可能と思われる回転円盤型下腿回旋測定器“RotorMeter”を製作し、これを用いた測定法の統計学的な信頼性と妥当性を検討した。

本研究での14名28肢のRMによる測定値の級内相関係数は、2名の検者内および検者間いずれにおいても0.7以上であった。この結果から、RMによる下腿部の回旋方向可動域の測定方法は、統計学的な信頼性について良好なものであると判定できた。

また本研究では、三次元DLT法により脛骨粗面と腓骨頭に貼付した二マーカが成す線分の水平面内での角度変位量を算出した。近位脛腓関節はほとんど可動性を有しないとされる³²⁾ため、三次元DLT法によって得られた結果はトルク負荷時の下腿の回旋量を表現するものと考えられる。本研究では、RMおよび三次元DLT法による両測定結果の間に有意な正の相関関係が確認できたことから、RMによる測定の統計学的な妥当性について良好なものであると判定できた。

以上の結果より、本研究で用いたRMは、統計学的な信頼性、妥当性ともに満足できる水準の測定器であることが示唆された。

Tsaiら³³⁾は、同一の負荷トルクにて膝関節屈曲角度を変化させた場合、膝関節回旋方向の可動性が影響を受けると報告している。またAlmquistら²⁹⁾は、同一の測定肢位にて負荷トルクを変化させた場合、同様に膝関節回旋方向の可動性が変化したことを報告している。Shultzら³⁴⁾は、同一の測定肢位および負荷トルクにおいても荷重条件の差異によって測定結果が異なることを報告している。またKwanら³⁵⁾は、ヒトのACLに伸張ストレスを加えた際の時間一伸張長曲線から、その粘弾性特性について報告している。これらより、膝関節の回旋方向の可動性測定時の肢位および荷重条件、負荷トルク、負荷時間を統一することの重要性が示唆される。本研究で用いたRMによる測定方法では、負荷トルクの大きさ、測定時の肢位およびトルクの負荷時間の規定は容易であり、荷重条件は非荷重で統一される。また重錘を用いてトルクを負荷することから、測定中のトルクの変動は無いものと推察される。加えて、測定器の操作に特段の習熟等は必要とされない。よって、測定誤差の介入は最小限度に留められているものと考えられる。

しかしながら、同様の原理を用いた先行研究との比較においては、本研究で得られた結果は比較的大きいものであった。

Almquistら³⁶⁾は、9Nmのトルクを負荷した際の成人女性の膝関節回旋方向の可動域を約77度と報告している。またLorbachら¹⁶⁾は成人男女を対象にした同様の研究において、10Nmを負荷した結果を95.0度から98.7度と報告している。本研究では8Nmを負荷したが、その結果は103.8度から107.6度であり、これらの先行研究に比して大きい値を得た。これは、本研究の結果に距腿関節および距骨下関節、足部の諸関節の運動、またブーツ内に挿入された部位の軟部組織の変形等が介在したことによるものと推察される。

本研究においては、足部および下腿部はプラスチック製ブーツを介して円盤に固定され、また大腿部はベルクロテープを用いて座面に、大腿骨内・外側上顆はクランプを用いてチェア部に固定された。しかし、ブーツ内部に挿入された部位についてはエアバッグに空気を注入して加圧するに留まったため、足関節周囲の諸関節の運動は十分に制限されなかったものと推察される。このため、トルクが負荷された際、距骨下関節および距腿関

節の内外転が誘発されたものと思われる。また、足根骨間や足根骨と中足骨間の諸関節の運動、軟部組織の変形を誘発したことも推察される。これらより本研究で得られた値は、足関節および足部の諸関節と膝関節の可動域を併せた値であると考えられた。

今後は、ブーツ内に挿入された部位を強固に固定できるよう測定器を改良し、純粋な膝関節の回旋方向の可動域を測定できることを可能にする必要があると思われる。

付記：

本研究の一部は、平成25年度新潟医療福祉大学研究奨励金制度（萌芽的研究費）の助成を受けて遂行された。なお、本研究にて開示すべき利益相反は存在しない。

文 献

- 1) de Loës, M., Dahlstedt, L.J., Thomee, R.: A 7-year study on risks and costs of knee injuries in male and female youth participants in 12 sports. *Scand J Med Sci Sports* 10: 90-97, 2000.
- 2) National Collegiate Athletic Association: 1982-1999 participation statistics report. NCAA, Indianapolis, 2000.
- 3) Hewett, T.E., Lindenfeld, T.N., Riccobene, J.V. et al.: The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study. *Am J Sports Med* 27: 699-706, 1999.
- 4) Freedman, K.B., Glasgow, M.T., Glasgow, S.G. et al.: Anterior cruciate ligament injury and reconstruction among university students. *Clin Orthop Related Res* 356: 208-212, 1998.
- 5) Smith, A.M., Scott, S.G., Wiese, D.M. et al.: The psychological effects of sports injuries. *Sports Med* 9: 352-369, 1990.
- 6) Arendt, E., Dick, R.: Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer. *Am J Sports Med* 23: 694-701, 1995.
- 7) Gwinn, D.E., Wilckens, H.J., McDevitt, E.R. et al.: The relative incidence of anterior cruciate ligament injury in men and women at the United States Naval Academy. *Am J Sports Med* 28: 98-102, 2000.
- 8) Agel, J., Arendt, E.A., Bershadsky, B.: Anterior cruciate ligament injury in National Collegiate Athletic Association basketball and soccer. A 13-year review. *Am J Sports Med* 33: 524-531, 2005.
- 9) Ireland, M.L.: Anterior cruciate ligament injury in female athletes: epidemiology. *J Athletic Train* 34: 150-154, 1999.
- 10) Loudon, J.K., Jenkins, W., Loudon, K.L.: The relationship between static posture and ACL injury in female athletes. *J Orthop Sports Physical Therapy* 24: 91-97, 1996.
- 11) Ramesh, R., Von, A.O., Azzopardi, T. et al.: The risk of anterior cruciate ligament rupture with generalised joint laxity. *J Bone Joint Surg Br* 87: 800-803, 2005.
- 12) Ahrens, P., Kirchoff, C., Fischer, F. et al.: A novel tool for objective assessment of femorotibial rotation: a cadaver study. *Int Orthop* 35: 1611-1620, 2011.
- 13) Daniel, D.M., Malcom, L.L., Losse, G. et al.: Instrumented measurement of anterior laxity of the knee. *J Bone Joint Surg* 67A: 720-726, 1985.
- 14) König, D.P., Rütt, J., Kumm, D. et al.: Diagnosis of anterior knee instability. Comparison between the Lachman test, the KT-1,000 arthrometer and the ultrasound Lachman test. *Unfallchirurg* 101: 209-213, 1998.
- 15) Highgenboten, C.L., Jackson, A., Meske, N.B.: Genucom, KT-1000, and Stryker knee laxity measuring device comparisons. Device reproducibility and interdevice comparison in asymptomatic subjects. *Am J Sports Med* 17: 743-746, 1989.
- 16) Lorbach, O., Wilmes, P., Theisen, D. et al.: Reliability testing of a new device to measure tibial rotation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 17: 920-926, 2009.
- 17) Matsumoto, H., Seedhom, B.B.: Rotation of the tibia in the normal and ligament-deficient knee. A study using biplanar photography. *J Engineering in Med* 207: 175-184, 1993.
- 18) Jorn, L.P., Fridén, T., Ryd, L. et al.: Simultaneous measurements of sagittal knee laxity with an external device and radiostereometric analysis. *J Bone Joint Surg Br* 80: 169-172, 1998.
- 19) Samukawa, M., Yamamoto, T., Miyamoto, S. et al.: Analysis of tibial rotation using magnetic resonance imaging. *Manual Therapy* 14: 712-715, 2009.

- 20) Musahl, V., Bell, K.M., Tsai, A.G. et al.: Development of a simple device for measurement of rotational knee laxity. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 15: 1009-1012, 2007.
- 21) 川野圭朗, 小橋昌司, 津森洋平ほか: 複合慣性センサを用いた周波数解析による膝不安定性定量化システム. *電子情報通信学会技術研究報告* 107: 457-462, 2008.
- 22) Norman, R.M., Robert, S., Thomas, M.M.: A technique for obtaining spatial kinematic parameters of segments of biomechanical systems from cinematographic data. *J Biomechanics* 13: 535-547, 1980.
- 23) Lands, J.R., Koch, G.G.: The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33: 159-174, 1977.
- 24) Daniel, D.M., Malcom, L.L., Losse, G. et al.: Instrumented measurement of anterior laxity of the knee. *J Bone Joint Surg* 67A: 720-726, 1985.
- 25) König, D.P., Rütt, J., Kumm, D. et al.: Diagnosis of anterior knee instability. Comparison between the Lachman test, the KT-1,000 arthrometer and the ultrasound Lachman test. *Unfallchirurg* 101: 209-213, 1998.
- 26) Highgenboten, C.L., Jackson, A., Meske, N.B.: Genucom, KT-1000, and Stryker knee laxity measuring device comparisons. Device reproducibility and interdevice comparison in asymptomatic subjects. *Am J Sports Med* 17: 743-746, 1989.
- 27) Bach, B.R., Warren, R.F., Wickiewicz, T.L.: The pivot shift phenomenon: Results and description of a modified clinical test for anterior cruciate ligament insufficiency. *Am J Sports Med* 16: 571-576, 1988.
- 28) Noyes, F.R., Grood, E.S., Cummings, J.F. et al.: An analysis of the pivot shift phenomenon. The knee motions and subluxations induced by different examiners. *Am J Sports Med* 19: 148-155, 1991.
- 29) Almquist, P.O., Arnbjornsson, A., Zatterstorm, R. et al.: Evaluation of an external device measuring knee joint rotation. *J Orthop Res* 20: 427-432, 2002.
- 30) Zarins, B., Rowe, C.R., Harris, B.A. et al.: Rotational motion of the knee. *Am J Sports Med* 11: 152-156, 1983.
- 31) Shoemaker, S.C., Markolf, K.L.: In Vivo Rotatory Knee stability. *J Bone Joint Surg* 64A: 208-216, 1982.
- 32) 藤田恒太郎: 生体観察. 南山堂, 東京, 12 版, 45, 1976.
- 33) Tsai, A.G., Musahl, V., Steckel, H. et al.: Rotational knee laxity: reliability of a simple measurement device in vivo. *BMC Musculoskeletal disorders* 9: 35, 2008.
- 34) Shultz, S.J., Shimokochi, Y., Nguyen, A.D. et al.: Measurement of Varus-Valgus and Internal-External Rotational Knee Laxities in Vivo-Part I: Assessment of Measurement Reliability and Bilateral asymmetry. *J Orthop Res* 25: 981-988, 2007.
- 35) Kwan, M.K., Lin, T.H., Woo, S.L.: On the viscoelastic properties of the anteromedial bundle of the anterior cruciate ligament. *J Biomechanics* 26: 447-452, 1993.
- 36) Almquist, P.O., Ekdahl, C., Isberg, P.E. et al.: Knee rotation in healthy individuals related to age and gender. *J Orthop Res* 31: 23-28, 2013.

(受付: 2015 年 5 月 8 日, 受理: 2016 年 2 月 4 日)

Evaluation of reliability and validity of a new device to measure lower leg rotation

Masegi, S.^{*1,2}, Kanamori, A.^{*2}, Shiraki, H.^{*2}, Miyakawa, S.^{*2}

^{*1} Dept. of Health and Sports, Niigata University of Health and Welfare

^{*2} Institute of Health and Sports Sciences, University of Tsukuba

Key words: knee, rotational laxity, measurement

[Abstract] Rotational laxity of the knee is known as one of the intrinsic risk factors of anterior cruciate ligament (ACL) injury. However, there is no simple device to measure knee rotation. The “RotorMeter” is a newly developed, simple, non-invasive, external device that is specifically designed to measure lower leg rotation relative to the femur *in vivo*. The purpose of this study was to determine the reliability and validity of the RotorMeter. Two measurements were made with the RotorMeter at 90° knee flexion and 90° hip flexion, applying 8 Nm torque by 2 independent examiners in 14 healthy female subjects (21.1 ± 1.2 yrs, 28 knees). Image analysis to obtain the rotation of the right lower leg was simultaneously carried out. Statistical analysis was performed using intra-class correlation coefficients (ICC, intra-examiner and inter-examiner) and Pearson’s correlation coefficient between the 2 methods. Total (internal + external) knee rotation ranged from 100.0° to 105.7° (standard error of measurement ranged from 2.3° to 3.7°) by the RotorMeter and was 62.2 ± 8.24° by image analysis. Intra-examiner ICC (1,1) results were 0.705 and 0.721, and inter-examiner ICC (2,2) was 0.828. The correlation coefficient between the results of RotorMeter and image analysis was 0.870 (significant at $p < 0.05$). The RotorMeter was thus found to be a reliable and valid measurement instrument for knee rotation. It is easy to perform and can be used in a wide field to measure knee rotation. However, soft tissue deformation and subtalar joint movement should be taken into consideration.