

等速性膝伸展・屈曲筋力 (下肢筋力)

測定の目的

身体運動は、複数の関節運動の組み合わせによって生じており、それを構成している各関節の筋力発揮特性を把握することは重要である。

等速性筋力測定装置は、関節の角速度を一定の速度に制御して、その時に発揮した筋力（関節トルク）を評価するものである。

等速性筋力測定は、等尺性筋力測定やフリーウエイトによる筋力測定よりも、危険性が少ないとされているため、リハビリテーションから選手の体力測定まで、幅広い用途で使用されている。

測定法

(1) ウォーミングアップ

全力発揮を伴う測定であるので、ウォーミングアップとして、スピードウォーキング、ジョギングなどのエクササイズを行い、筋温を高めてから実施する。

(2) 測定のフローチャート

(a) セッティング

- ①座席のリクライニング角度を 85 度に設定
- ②座席の前後位置（座席と下腿のスペースは指 1 本程度）
- ③腰ベルトの固定→胸ベルトの固定

↓

④膝関節中心に、ダイナモムの中心をあわせる

- 1) 上方からみて左右調整
- 2) 上方から見て前後調整
- 3) 前方から見て上下調整

↓

⑤レバーアームの調整と下腿の固定

※膝を伸展・屈曲させて、スムーズに動くか、違和感がないか確認する。問題がある場合は④→⑤の手順を繰り返す

↓

⑥関節可動域の設定

90度設定（レバーアームを90度）

伸展位の設定（大腿ベルトの固定）

屈曲位の設定（100度）

90度設定（再確認）

↓

⑦重力補正（膝角度 20 度，大腿を脱力させて計測）

(b) 筋力測定

ウォーミングアップ（最大努力の 50%、70%、90%、100%×2-5 回）

↓

高速条件の筋力測定（180deg/s×3 回）

↓

ウォーミングアップ（最大努力の 50%、70%、90%、100%×2-5 回）

↓

低速条件の筋力測定（60deg/s×2 回）

↓

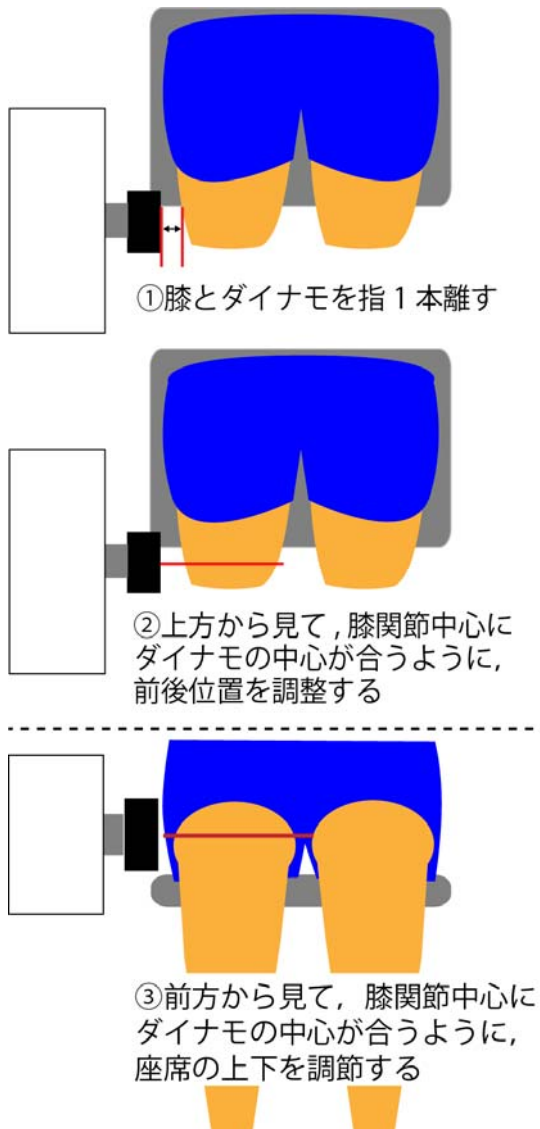
片脚を計測した場合

反対側の脚を計測する

両脚を計測した場合

測定終了

(3) 身体の固定



a) 座席のリクライニング角度 (85度) に設定する)

リクライニング角度の設定によって、測定時の股関節屈曲角度が変化する。これにより、大腿直筋の長さが変化するため、膝関節伸展の筋力発揮の特性(角度-トルク関係)が変化することから、座席のリクライニング角度の調整は重要である。

b) 座席の前後位置の設定

選手は、靴を脱いで、座席に深く座ら

せる。座席と下腿の間に、指1本のスペースが空くように、座席の前後位置を調整する。

c) 身体の固定

腰ベルトをしっかりと固定して、肩ベルトを固定する。最後に、大腿部のベルトを固定する。

(4) 膝関節中心にダイナモの中心軸に合わせる

①左右調整

膝関節外側部とダイナモ先端までの距離が、指1本程度になるように、ダイナモの左右位置を設定する。

②前後調整と③上下調整

膝関節中心に対して、ダイナモの中心軸が一致するように調整する。膝関節中心とダイナモの中心軸がずれると、測定値に影響するので、できるだけ正確に調整する。

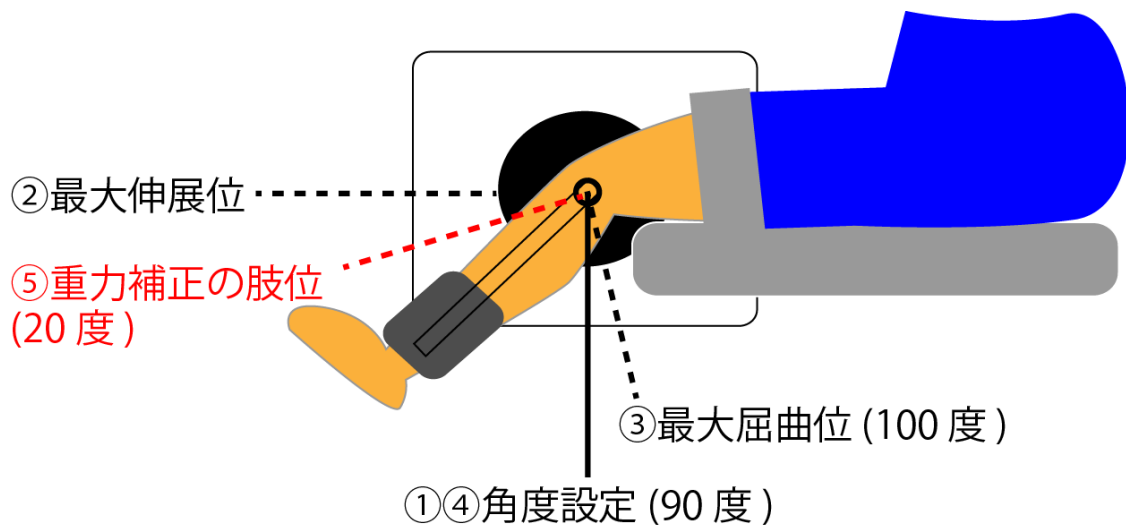
膝関節中心とダイナモの中心軸が一致しているか、上方から見て前後位置を確認する。次に、正面から見て上下位置を確認する。

(5) レバーアームの調整と足首の固定

レバーアームの長さは、足首をパットに固定した際に、外果から上部1~2cmの位置に、パットの下端がくるようにする。パットに緩みがないように、しっかりと固定する。特に、筋力の高い男性シニア選手は、ベルトの固定が弱いと測定中に外れてしまう場合があるので、しっかりと固定する。

上記のセッティングが完了したら、膝関節の伸展・屈曲動作を行い、運動中に違和感がないかを確認する。セッティングがうまくできていない時は、(4)(5)の手順を繰り返して行う。

(6) 関節可動域の設定



①90度設定

レバーアームを90度に合わせて、90度の設定を行う。

②膝関節伸展位の設定

膝関節が過伸展ならないように注意しながら、膝関節を伸展位にする。設定前に、大腿部の伸筋群に力を入れてもらい、その状態で大腿部のベルトを固定する。この姿勢を膝関節伸展位とする。

③膝関節屈曲位の設定

モニターを見ながら、膝関節を100度まで屈曲させて、この姿勢を膝関節屈曲位とする。

④90度設定(再確認)

再確認のために、レバーアームを90度にして、90度設定を行う。

⑤重力補正

モニターを見ながら膝関節角度を約20度にする。選手には大腿部をリラックス(弛緩)してもらい、その時点の脚の重量(脚の重さによって生じるトルク)を計測する。

(6)ウォーミングアップ

選手には、最大努力の50%、70%、90%、100%で、それぞれ2-5回行ってもらおう。

努力度合いが大きくなるにつれて、練習試行は少なくしてもよい。疲労を訴える選手は、試行数を抑えて行わせるが、全力の試技は1回行わせてから、本測定を行う。

(7)本測定

上記のウォーミングアップ後に、高速度条件(180deg/sec)は3回計測する。次に、上記と同じルーティンでウォーミングアップを行わせて、低速度条件(60deg/sec)で2回計測する。

(8)反対脚の計測もしくは測定終了

片脚の計測を行っていない場合は、足首の固定を解除して、大腿部ベルト、腰ベルト、肩ベルトは緩める。

再度、座席の深く腰掛けてもらい、腰ベルトと肩ベルトの順に固定する。それ以降の手順については、(3)、(4)、(5)、(6)、(7)の手順を繰り返す。

両脚の計測が終了したら、足首の固定を

解除して、大腿部ベルト、腰ベルト、肩ベルトを外して、注意して椅子から降りてもらう。

測定データの評価法

等速性筋力の評価は、性別と年齢、膝関節伸展・屈曲トルク、角速度（60deg/s 180deg/s）から、該当する参照値と比較する。体重当たりの筋力が重要なスポーツ種目であれば、体重割の値についても検討する。

また、過去のデータがあれば、前回値と今回値の比較を行う。筋力の評価は、同時期に計測した体組成（体脂肪率、除脂肪体重）の結果をあわせて評価することで、筋力が質的要因（神経系の改善）によって増加しているのか、量的要因（筋肥大）によって増加しているのか、評価をすることができる。

例えば、除脂肪体重が変化しないで筋力が増加している場合は、神経系の改善などによって、筋断面積あたりの出力が増加していることが伺える。一方、除脂肪体重が増加して、なおかつ絶対値の筋力が増加している場合は、筋量の増加により筋力が増加していることが予想される。

その他の評価方法としては、膝関節伸展トルクと膝関節屈曲トルクの比を求めることで（屈曲トルク／伸展トルク）、大腿部の前後の筋バランスを評価することができる。この評価方法は、肉離れなどのスポーツ傷害の予防の観点から重要である。

また、左右の筋力差を比較することができる。スポーツ種目によって、左右差が大きい種目や、左右差が小さい種目があるので、競技特性や個人の特性を踏まえて評価することが重要である。

筋力を定期的に評価することで、計画

したトレーニングが順調に成果を上げているか確認および評価することができるため、トレーニングのプログラム作成を検討する上でも重要である。

参照値

（１）基礎データ

表1 膝関節伸展トルク・60deg/s

性別	カテゴリー	測定人数(人)	平均値	±	標準偏差	最大値	-	最小値
男	シニア	977	237.6	±	35.0	479.0	-	114.0
	ジュニア	382	207.8	±	35.0	356.0	-	77.0
女	シニア	485	161.0	±	23.0	282.0	-	69.0
	ジュニア	327	149.0	±	24.0	266.0	-	56.0

(単位: Nm)

表2 膝関節屈曲トルク・60deg/s

性別	カテゴリー	測定人数(人)	平均値	±	標準偏差	最大値	-	最小値
男	シニア	980	127.6	±	21.1	285.0	-	62.0
	ジュニア	382	113.4	±	20.8	206.0	-	40.0
女	シニア	485	82.0	±	12.0	140.0	-	38.0
	ジュニア	327	76.0	±	14.0	138.0	-	21.0

(単位: Nm)

表3 膝関節伸展トルク・180deg/s

性別	カテゴリー	測定人数(人)	平均値	±	標準偏差	最大値	-	最小値
男	シニア	812	164.0	±	28.0	330.0	-	76.0
	ジュニア	313	137.4	±	24.0	237.0	-	71.0
女	シニア	398	105.0	±	18.0	176.0	-	49.0
	ジュニア	244	96.0	±	18.0	173.0	-	44.0

(単位: Nm)

表4 膝関節屈曲トルク・180deg/s

性別	カテゴリー	測定人数(人)	平均値	±	標準偏差	最大値	-	最小値
男	シニア	837	102.0	±	18.0	256.0	-	48.0
	ジュニア	306	88.8	±	17.3	175.0	-	36.0
女	シニア	422	61.0	±	11.0	103.0	-	28.0
	ジュニア	254	54.0	±	11.0	109.0	-	12.0

(単位: Nm)

（２）５段階評価の基準

表5 膝関節伸展トルク・60deg/s

性別	男		女	
	シニア	ジュニア	シニア	ジュニア
評価5	325.1	295.3	218.5	209.0
評価4	290.1	260.3	195.5	185.0
評価3	255.1	225.3	172.5	161.0
評価2	220.1	190.3	149.5	137.0
評価1	185.1	155.3	126.5	113.0

(単位: Nm)

表6 膝関節屈曲トルク・60deg/s

性別	男		女	
	シニア	ジュニア	シニア	ジュニア
評価5	180.4	165.4	112.0	111.0
評価4	159.3	144.6	100.0	97.0
評価3	138.2	123.8	88.0	83.0
評価2	117.1	103.0	76.0	69.0
評価1	96.0	82.2	64.0	55.0

(単位: Nm)

表7 膝関節伸展トルク・180deg/s

性別	男		女	
	シニア	ジュニア	シニア	ジュニア
評価5	234.0	197.4	150.0	141.0
評価4	206.0	173.4	132.0	123.0
評価3	178.0	149.4	114.0	105.0
評価2	150.0	125.4	96.0	87.0
評価1	122.0	101.4	78.0	69.0

(単位: Nm)

表8 膝関節屈曲トルク・180deg/s

性別 カテゴリー	男		女	
	シニア	ジュニア	シニア	ジュニア
評価5	147.0	132.1	88.5	81.5
評価4	129.0	114.8	77.5	70.5
評価3	111.0	97.5	66.5	59.5
評価2	93.0	80.2	55.5	48.5
評価1	75.0	62.9	44.5	37.5

(単位: Nm)

表9 体重当りの膝関節伸展トルク・60deg/s

性別 カテゴリー	男		女	
	シニア	ジュニア	シニア	ジュニア
評価5	4.1	4.0	3.6	3.5
評価4	3.8	3.7	3.3	3.2
評価3	3.5	3.4	3.0	2.9
評価2	3.2	3.1	2.7	2.6
評価1	2.9	2.8	2.4	2.3

(単位: Nm)

表10 体重当りの膝関節屈曲トルク・60deg/s

性別 カテゴリー	男		女	
	シニア	ジュニア	シニア	ジュニア
評価5	2.3	2.2	1.9	1.9
評価4	2.1	2.0	1.7	1.7
評価3	1.9	1.8	1.5	1.5
評価2	1.7	1.6	1.3	1.3
評価1	1.5	1.4	1.1	1.1

(単位: Nm)

表11 体重当りの膝関節伸展トルク・180deg/s

性別 カテゴリー	男		女	
	シニア	ジュニア	シニア	ジュニア
評価5	2.7	2.6	2.3	2.3
評価4	2.5	2.4	2.1	2.1
評価3	2.3	2.2	1.9	1.9
評価2	2.1	2.0	1.7	1.7
評価1	1.9	1.8	1.5	1.5

(単位: Nm)

表12 体重当りの膝関節屈曲トルク・180deg/s

性別 カテゴリー	男		女	
	シニア	ジュニア	シニア	ジュニア
評価5	1.9	1.8	1.4	1.5
評価4	1.7	1.6	1.3	1.3
評価3	1.5	1.4	1.2	1.1
評価2	1.3	1.2	1.1	0.9
評価1	1.1	1.0	1.0	0.7

(単位: Nm)

参考文献

- 1) Baltzopoulos, V. and Brodie, D.A. Isokinetic dynamometry. Applications and limitations Sports Med. 8(2):101-16, 1989.