

[資 料]

Cybox 6000 と Cybox II+ を用いた伸展および屈曲時におけるピークトルク値と
その時の膝関節角度の比較

浜野 学*・津山 薫*・清田 寛*・大橋信行**・細谷治朗***・岸田謙二****

(平成 7 年 10 月 12 日受付, 平成 8 年 2 月 19 日受理)

Comparisons of the Peak Torque Value and the Degree of Knee Joint while
the Knee Extension and Flexion Using Cybox 6000 and Cybox II+

Manabu HAMANO, Kaoru TSUYAMA, Hiroshi KIYOTA, Nobuyuki OOHASHI,
Jirou HOSOTANI and Kenji KISHIDA

The purpose of this study was compared the peak torque value with and its angular while knee extension and flexion using Cybox 6000 and Cybox II+. The subjects were eight american football players (age=19±0.7 yr; body height=175.2±3.2 cm; body weight=60.8±5.7 kg).

The following results were obtained:

1. In the peak torque value, the knee extension and flexion indicate that Cybox 6000 was higher than that of Cybox II+.
2. In the knee angle while the peak torque value, the knee extension indicate that Cybox 6000 was higher than Cybox II+. In the knee angle while the peak torque value, knee flexion showed that Cybox II+ was higher than Cybox 6000.

I. 緒 論

筋の収縮力は、筋の長さにより影響を受けている^{1,7)}。生体においては、関節の角度や Motor unit の参加などにより、筋の収縮力は調整されている^{7,8,10)}。筋の収縮様式には、等尺性収縮および等張性収縮、等速性収縮に分類され、いろいろな器具を用いて、それぞれの収縮様式により筋機能の測定を試みている。近年になって等速性収縮による器具を用いた測定や筋力トレーニングが注目を集めている。等速性収縮時における筋機能は、Cybox II や改良型の Cybox II+ (Lumex 社製) で測定されることが多い。しかし、Cybox II や Cybox II+ は、1980 年代に急速な勢いで普及したが、構造上の問題 (測定可能レンジ値が低いこと) や体幹の固定の方法⁹⁾、同装置間での測定値の誤差²⁻⁴⁾などの欠点が指摘されており、特に、スポーツ選手のように最大筋力がかかなり高い場合には、測定が困難になる³⁾との指摘もある。1991 年にこれらの問題点を少しでも消去するために改良型の Cybox 6000 (Lumex 社製)⁸⁾ が発表された。

そこで、我々は従来から用いられている Cybox II+ の測定値を Cybox 6000 に活用するために、両器具を用いて、膝関節の伸展および屈曲時におけるピークトルク値およびピートルク出現時の膝関節角度について比較、検討した。

II. 対象および方法

被検者は、スポーツ選手の中でも高いレベルの筋力が必要とされるアメリカンフットボール選手 8 名 (身長: 175.2±3.2 cm, 体重: 70.4±5.7 kg, 年齢: 19±0.7 歳) であった。測定期間は 1993 年 8 月 27 日と 9 月 3 日に行った。Cybox 6000 は某サイベック社内で測定し、この器具の専門家と共同で行った。

Cybox II+ は本学のスポーツトレーニングセンターで測定した。運動は、右膝関節の伸展および屈曲とした。測定時の肢位は、椅座位とし、体幹と腰部、大腿部のそれぞれにベルトを装着し、固定した。特に両器具の測定時には、被検者の膝関節の回転軸と両器具の回転軸が一

* 発育発達研究室, ** 運動育方法サッカー研究室, *** トレーニング方法研究室, **** スポーツトレーニングセンター

POSITION OF THE KNEE EXTENSION AND FLEXION

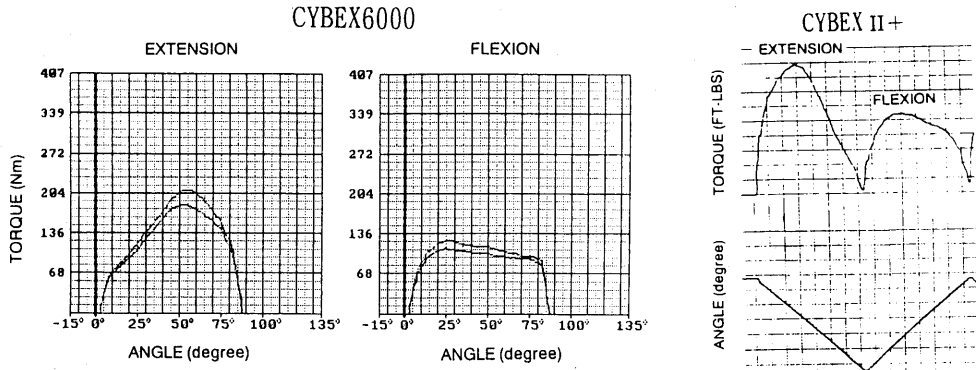
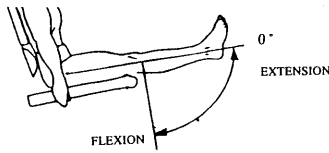


図1. Cybex 6000 と Cybex II+ の角度変化に伴うトルク曲線の比較
 上図の左は、両器具を用いたときの姿勢と膝関節の可動域

致するように注意した。測定時には、膝関節伸展位を 0 度とし、膝関節 90 度から伸展および屈曲を最大努力で連続 6 回行わせた (図 1 の上の図)。測定時の角速度は 30, 60, 120, 180, 300 deg/sec であり、Cybex 6000 と Cybex II+ を用いたときの実記録を図 1 の下の図で示した。また、それぞれの測定間は十分に休息をとって行った。ピークトルク、ピークトルク時の膝関節角度は 6 回の試行で得られたトルクカーブをコンピューターに取り込み、この後、専用解析プログラムで解析した。統計的手法として、平均値と標準偏差を用いた。

III. 結果および考察

1. Cybex 6000 と Cybex II+ のピークトルク値の比較

1) 伸展時におけるピークトルク値の比較

両器具を用いたときの伸展時におけるピークトルク値を比較したのが、図 2 である。両器具による伸展時におけるピークトルク値の比較では、30 deg/sec の場合は Cybex 6000 が 212.9 ± 32.3 Nm, Cybex II+ が 184.6 ± 23.5 Nm, 60 deg/sec の場合は Cybex 6000 が 206.5 ± 37.6 Nm, Cybex II+ が 194.1 ± 23.7 Nm, 120 deg/sec の場合は Cybex 6000 が 168.9 ± 33.4 Nm, Cybex II+ が 159.9 ± 22.1 Nm, 180 deg/sec の場合は Cybex 6000 が 145.0 ± 28.22 Nm, Cybex II+ は 135.1 ± 20.1 Nm, 300 deg/sec の場合は Cybex 6000 が 114.4 ± 23.1 Nm,

Cybex II+ が 97.0 ± 14.1 Nm であり、いずれにおいても絶対値では Cybex 6000 の方が Cybex II+ よりも高値を示した。したがって、伸展時におけるピークトルク値は、Cybex 6000 方が Cybex II+ に比べ約 10% (5.6 ~ 17.3%) 高値を示した。また、両器具による伸展時におけるピークトルク値は、角速度が大きくなるに従い、両者とも減少しており、この結果は従来^{2,3,9)}と一致していた。さらに、両器具で得られた 60 deg/sec におけるピークトルク値を基準とし、normalize して superimpose したのが図 2 の上の図である。ピークトルク値は、どの角度においても Cybex 6000 の方が Cybex II+ よりわずかに高値を示す傾向にあり、60 deg/sec を境として両器具による伸展時のピークトルク値に相違のあることが認められたので、今後さらに検討を加えていきたい。

2) 屈曲時におけるピークトルク値の比較

両器具を用いたときの屈曲時におけるピークトルク値を比較したのが、図 3 である。両器具による屈曲時におけるピークトルク値の比較では、30 deg/sec の場合は Cybex 6000 が 139.0 ± 26.5 Nm, Cybex II+ が 105.5 ± 22.9 Nm, 60 deg/sec の場合は Cybex 6000 が 125.5 ± 23.1 Nm, Cybex II+ が 105.1 ± 19.9 Nm, 120 deg/sec の場合は Cybex 6000 が 116.1 ± 18.3 Nm, Cybex II+ が 94.6 ± 14.9 Nm, 180 deg/sec の場合は Cybex 6000 が 106.1 ± 13.7 Nm, Cybex II+ が 83.5 ± 10.4 Nm, 300

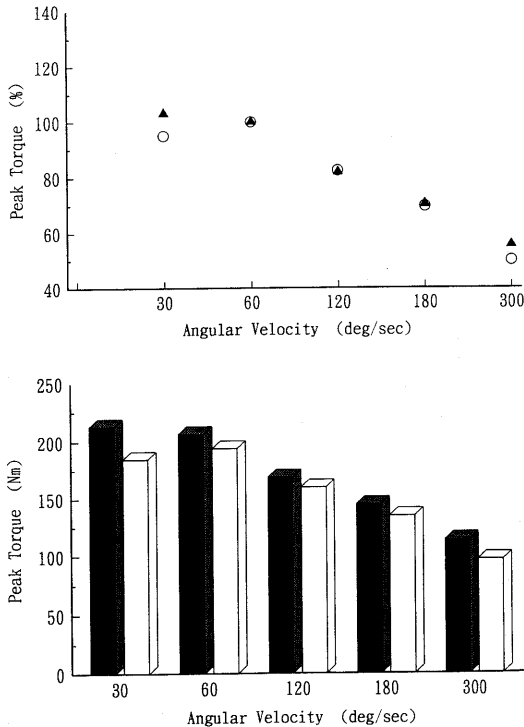


図2. Cyber 6000 と Cyber II+ の伸展時におけるそれぞれの角速度のピークトルク値の比較
下図は、Cyber 6000 (■) と Cyber II+ (□) の平均値、上図は Cyber 6000 (▲) と Cyber II+ (○) のそれぞれの 60 deg/sec のピークトルク値を100%としたときの相対値

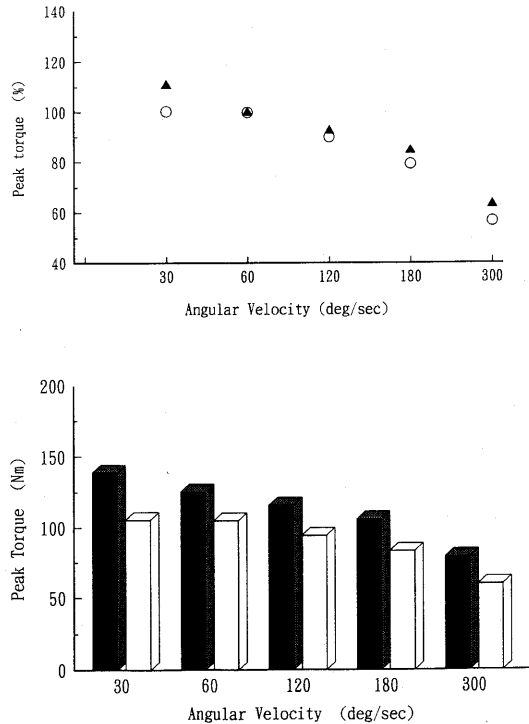


図3. Cyber 6000 と Cyber II+ の屈曲時におけるそれぞれの角速度のピークトルク値の比較
下図は、Cyber 6000 (■) と Cyber II+ (□) の平均値、上図は Cyber 6000 (▲) と Cyber II+ (○) のそれぞれの 60 deg/sec のピークトルク値を100%としたときの相対値

deg/sec の場合は Cyber 6000 が 79.5 ± 12.2 Nm, Cyber II+ が 59.8 ± 7.7 Nm となり、いずれも絶対値では Cyber 6000 の方が Cyber II+ よりも高値を示した。したがって、屈曲時におけるピークトルク値は、Cyber 6000 の方が Cyber II+ に比べ約 25% (19.4~33.1%) 高値を示した。また、両器具による屈曲時におけるピークトルク値は、角速度が大きくなるに従い、両者とも減少しており、この結果は従来の結果^{2,3,9)}と一致していた。さらに、両器具で得られた 60 deg/sec におけるピークトルク値を基準とし、normalize して superimpose したのが、図3の上の図である。60 deg/sec を除くピークトルク値は、どの角速度においても Cyber 6000 の方が Cyber II+ よりわずかに高値を示す傾向にあり、60 deg/sec を境として両器具による屈曲時のピークトルク値に相違のあることが認められたので、今後さらに検討を加えていきたい。

2. Cyber 6000 と Cyber II+ のピークトルク時の膝関節角度の比較

1) 伸展時におけるピークトルク時の膝関節角度の比較

両器具を用いたときの伸展時におけるピークトルク出現時の膝関節角度を比較したのが、図4である。両器具による伸展時におけるピークトルク出現時の膝関節角度の比較では、30 deg/sec の場合は Cyber 6000 が 69.0 ± 3.0 度, Cyber II+ が 59.1 ± 8.1 度, 60 deg/sec の場合は Cyber 6000 が 60.5 ± 3.8 度, Cyber II+ が 56.0 ± 3.9 度, 120 deg/sec の場合は Cyber 6000 が 55.3 ± 5.0 度, Cyber II+ が 47.1 ± 2.7 度, 180 deg/sec の場合は Cyber 6000 が 54.6 ± 4.5 度, Cyber II+ が 45.6 ± 4.9 度, 300 deg/sec の場合は Cyber 6000 が 55.4 ± 2.4 度, Cyber II+ が 38.9 ± 2.6 度となり、いずれにおいても絶対値では Cyber 6000 の方が Cyber II+ よりも高値を示した。したがって、伸展時におけるピークト

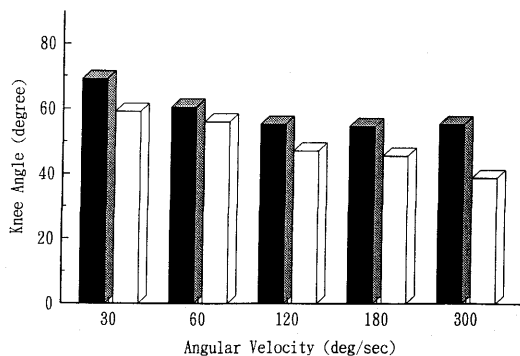
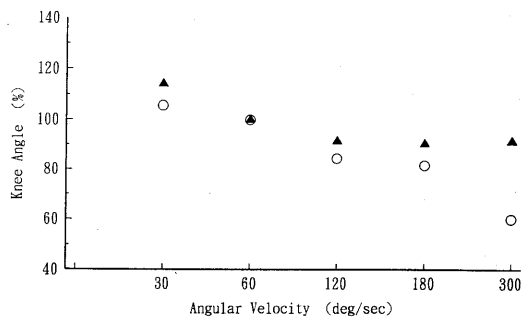


図4. Cybex 6000 と Cybex II+ の伸展時におけるそれぞれの角速度のピークトルク時の膝関節角度の比較

下図は、Cybex 6000 (■) と Cybex II+ (□) の平均値、上図は Cybex 6000 (▲) と Cybex II+ (○) のそれぞれの 60 deg/sec のピークトルク値を100%としたときの相対値

ルク出現時の膝関節角度は、Cybex 6000の方がCybex II+に比べ約21% (8.0~42.5%) 高値を示した。また、両器具による伸展時におけるピークトルク出現時の膝関節角度は、Cybex 6000では角速度が30 deg/secから120 deg/secまでは減少の傾向を示したが、その後はそれほど変化しなかった。Cybex II+では30 deg/secから300 deg/secになるに従い小さくなる傾向を示していた。さらに、両器具で得られた60 deg/secの伸展時のピークトルク出現時における膝関節角度を基準とし、normalizeしてsuperimposeしたのが、図4の上の図である。60 deg/secを除く伸展時のピークトルク出現時における膝関節角度は、Cybex 6000の方がCybex II+より高値を示しており、両器具によるピークトルク出現時における膝関節角度には60 deg/secを境として角速度による影響があるものと推察されるので、今度さらに検討を加えていきたい。

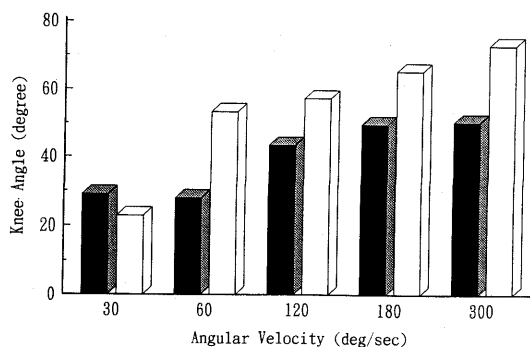
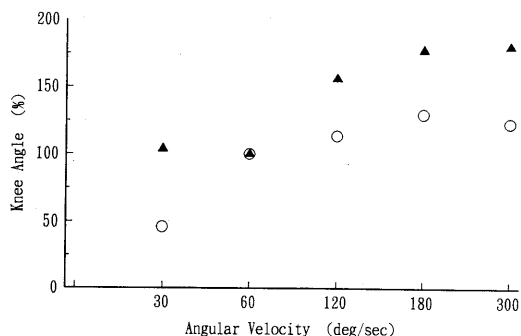


図5. Cybex 6000 と Cybex II+ の屈曲時におけるそれぞれの角速度のピークトルク時の膝関節角度の比較

下図は、Cybex 6000 (■) と Cybex II+ (□) の平均値、上図は Cybex 6000 (▲) と Cybex II+ (○) のそれぞれの 60 deg/sec のピークトルク値を100%としたときの相対値

2) 屈曲時におけるピークトルク時の膝関節角度の比較

両器具を用いたときの屈曲時におけるピークトルク出現時の膝関節角度を比較したのが、図5である。両器具による屈曲時におけるピークトルク出現時の膝関節角度の比較では、30 deg/secの場合はCybex 6000が 28.9 ± 11.3 度、Cybex II+が 22.9 ± 9.2 度、60 deg/secの場合はCybex 6000が 27.9 ± 7.2 度、Cybex II+が 53.3 ± 11.7 度、120 deg/secの場合はCybex 6000が 43.5 ± 7.0 度、Cybex II+が 57.3 ± 8.9 度、180 deg/secの場合はCybex 6000が 49.5 ± 8.5 度、Cybex II+が 65.3 ± 6.9 度、300 deg/secの場合はCybex 6000が 50.3 ± 11.9 度、Cybex II+が 72.9 ± 7.4 度となり、絶対値では、30 deg/secを除く角速度においてはCybex II+の方がCybex 6000よりも高値を示していた。また、両器具による屈曲時におけるピークトルク出現時の

膝関節角度は、両者ともに角速度が大きくなるにしたがい、増大する傾向を示していた。さらに、両器具で得られた 60 deg/sec における屈曲時のピークトルク出現時における膝関節角度を基準とし、normalize して superimpose したのが図 5 の上の図である。60 deg/sec を除く屈曲時のピークトルク出現時における膝関節角度は、Cybex 6000 の方が Cybex II+ より高値を示しており、両器具によるピークトルク出現時における膝関節角度には 60 deg/sec を境として角速度による影響があるものと推察されるので、今度さらに検討を加えていきたい。

IV. 要 約

アメリカンフットボール選手 8 名を対象として Cybex 6000 と Cybex II+ の測定結果を比較した。

1. 伸展および屈曲時におけるピークトルク値は、Cybex 6000 の方が Cybex II+ より、それぞれの角速度において高値を示した。
2. 伸展時のピークトルク出現時の膝関節角度は、Cybex 6000 の方が Cybex II+ よりもそれぞれの角速度において高値を示した。屈曲時のピークトルク時の膝関節角度は、30 deg/sec を除き、Cybex II+ の方が Cybex 6000 より、それぞれの角速度において高値を示した。
3. したがって Cybex 6000 と Cybex II+ による伸展および屈曲時のそれぞれの角速度におけるピークトルク値およびピークトルク出現時の膝関節角度の測定値には、両器具による相違が示唆された。

謝 辞

本研究はサイベックスジャパンの御協力と御助言を頂いた。心より深謝いたします。

本研究の一部は、日本体育学会第 45 回大会で発表した。

参 考 文 献

- 1) Gordon, A. M., A. F. Huxley and F. J. Julian: The variation in isometric tension with sarcomere length in vertebrate muscle fiber. *J. Physiol.*, London, **184**, 170-192, 1966.
- 2) 石河利寛, 形本静夫, 青木純一郎: Cybex II 装置におけるトルク曲線の再検討. *体育科学*, **14**, 38-46, 1986.
- 3) 金子公宥, 淵本隆文: アイソキネティック装置による力・速度・パワーの測定. アイソキネティックトレーニングに関する基礎的研究. *日本体育協会スポーツ科学研究報告集*, **2**(4), 18-24, 1979.
- 4) 形本静夫, 石河利寛: Cybex II 装置における力曲線とトルク曲線. *体力科学*, **32**, 560, 1983.
- 5) Lumex, Inc.: Isolated-joint testing & exercise. *A Handbook for Using Cybex II and the U.B.X.T.*, U.S.A., 1980.
- 6) Lumex, Inc.: Cybex 6000 extremity testing & rehabilitation system User's Guide. Ronkonkoma, New York, 1991.
- 7) 真島英信: 生理学. 文光堂, 東京, 1990.
- 8) Moffroid, M. R., R. Whipple, J. Hotchkosh, E. Lowman and H. Thistle: A study of isokinetic exercise. *Phys. Therapy*, **49**, 735-746, 1969.
- 9) 村松 茂, 片尾周造: 等速性脚筋力と測定姿勢について. *日本体育学会測定評価専門分科会*, No. 51, 59-62, 1990. 9.
- 10) 丹羽 昇: 角度と筋力との関係. *体育学研究*, **15**(1), 48-53, 1970.