

การเปรียบเทียบแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดและแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าและกล้ามเนื้องอเข้าเมื่อทดสอบด้วยเครื่องวัดกำลังกล้ามเนื้อแบบไอโซไคเนติก

อุทัยวรรณ เล็กยิ่งยง พ.บ., จักรกริช กล้ามจัญ พ.บ., ว.ว.เวชศาสตร์ฟื้นฟู
ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ABSTRACT

A comparison between best peak torque and average peak torque of knee extensor and flexor muscles measured by isokinetic dynamometer Lekyingyong U, Klaphajone J.

Department of Rehabilitation Medicine, Faculty of Medicine, Chiang Mai University.

Objectives: To determine the difference between best peak torque and average peak torque of knee flexor and knee extensor muscle groups during concentric and eccentric contraction on isokinetic dynamometer.

Study design: Descriptive study.

Setting: Isokinetic laboratory, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University

Subjects: Fifteen healthy volunteers, 11 men and 4 women, with mean age of 35.33 ± 10.07 years old, body weight of 62.80 ± 9.07 kilograms, height of 164.53 ± 5.55 centimeters participated in this study.

Methods: Best isokinetic peak torque and average peak torque of both sides of knee flexor and extensor muscle groups during concentric and eccentric contraction were measured

by CONTREX MJ isokinetic dynamometer at velocity 90 degrees per second in eleven males and four females from February 2003 to February 2004. The peak torque and average peak torque values were compared by paired t-test.

Results: The results showed statistically significant difference in best peak torque and average peak torque of knee flexor muscle groups (concentric and eccentric contractions) and concentric contraction of knee extensor muscle groups ($p < 0.05$). Mean average peak torque ratio of concentric and eccentric contraction of knee extensor muscle groups was 0.49 and mean best peak torque ratio of concentric and eccentric contraction of knee extensor muscle groups was 0.71 Mean average peak torque ratio of concentric contraction of knee flexor and extensor muscle groups was 0.80 and mean best peak torque ratio of concentric contraction of knee flexor and extensor muscle groups was 0.76

Conclusion: Best peak torque is significantly higher than average peak torque on concentric knee flexor contraction, eccentric and concentric knee extensor muscle contraction at the angular velocity of 90 degrees per second ($p < 0.05$). Peak torque of eccentric knee extension is also higher than that of concentric knee extension and peak torque of knee extension is higher than that of knee flexion.

Key word: Best peak torque, Average peak torque, Isokinetic, Concentric, Eccentric

J Thai Rehabil Med 2007; 17(3): 79 - 85

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: ศึกษาความแตกต่างของแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดและแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าและกล้ามเนื้องอเข้าขณะที่มีการหดตัวแบบเอกเซนตริกและคอนเซนตริก

รูปแบบวิจัย: การศึกษาแบบพรรณนา
สถานที่ทำการวิจัย: คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กลุ่มประชากร: อาสาสมัครปกติชาย 11 คนและหญิง 4 คน มีอายุเฉลี่ย 35.33 ± 10.07 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 62.80 ± 9.07 กิโลกรัม ความสูงเฉลี่ย 164.53 ± 5.55 เซนติเมตร

วิธีการศึกษา: รวบรวมข้อมูลของอาสาสมัคร ที่มาทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาทั้งสองข้างของอาสาสมัคร โดยใช้เครื่องวัดกำลังกล้ามเนื้อ Contrex MJ ตั้งแต่ กุมภาพันธ์ 2546 - กุมภาพันธ์ 2547 และวิเคราะห์ข้อมูลแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดและแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าและงอเข้าขณะที่หดตัวแบบเอกเซนตริกและคอนเซนตริกที่ความเร็วเชิงมุม 90 องศาต่อวินาทีด้วย paired t-test

ผลการศึกษา: พบว่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดและแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยของกล้ามเนื้อต้นขาได้แก่กล้ามเนื้องอเข้าและกล้ามเนื้อเหยียดเข้าขณะที่หดตัวแบบเอกเซนตริกและ

Correspondence to: Jakkrit Klaphajone, Department of Rehabilitation Medicine, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand. E-mail: jklaphaj@mail.med.cmu.ac.th

คอนเซนตริก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยอัตราส่วนของแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยระหว่างการหดตัวแบบคอนเซนตริกและเอกเซนตริกของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าเท่ากับ 0.49 อัตราส่วนของแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดระหว่างการหดตัวแบบคอนเซนตริกและเอกเซนตริกของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าเท่ากับ 0.71 อัตราส่วนแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยของกล้ามเนื้องอเข้าและกล้ามเนื้อเหยียดเข้าระหว่างการหดตัวแบบคอนเซนตริกเท่ากับ 0.80 และอัตราส่วนแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดของกล้ามเนื้องอเข้าและกล้ามเนื้อเหยียดเข้าระหว่างการหดตัวแบบคอนเซนตริก เท่ากับ 0.76

สรุป: เมื่อทดสอบกำลังกล้ามเนื้อต้นขา ทั้งกล้ามเนื้องอเข้าและกล้ามเนื้อเหยียดเข้า ขณะหดตัวแบบเอกเซนตริกและคอนเซนตริก ที่ความเร็วเชิงมุม 90 องศาต่อวินาทีด้วยเครื่องวัดกำลังกล้ามเนื้อ Contrex MJ พบว่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดมีค่ามากกว่าแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นค่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดไม่สามารถใช้แทนค่าแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยได้และกล้ามเนื้อเหยียดเข้ามีแรงบิดสูงสุดขณะหดตัวแบบเอกเซนตริกมากกว่าแบบคอนเซนตริกและแรงบิดสูงสุดขณะหดตัวแบบคอนเซนตริกของกล้ามเนื้อเหยียดเข้ามากกว่ากล้ามเนื้องอเข้า

คำสำคัญ: แรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุด แรงบิดสูงสุดเฉลี่ย ไอโซโคเนติก เอกเซนตริก คอนเซนตริก

เวชศาสตร์ฟื้นฟูสาร 2550; 17(3): 79 - 85

บทนำ

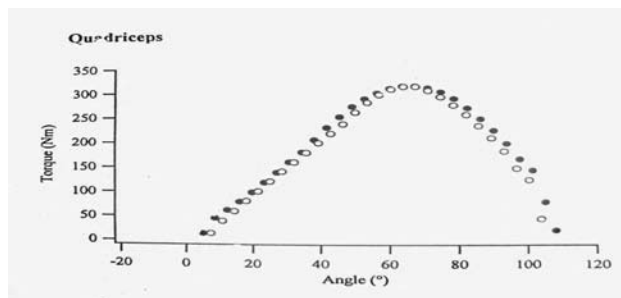
การตรวจวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทำได้ทั้งการตรวจกำลังกล้ามเนื้อด้วยมือหรือการตรวจด้วยเครื่องวัดกำลังกล้ามเนื้อแบบไอโซโคเนติก ซึ่งให้ค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้แม่นยำเหมาะกับงานวิจัยต่าง ๆ เครื่องวัดกำลังกล้ามเนื้อแบบไอโซโคเนติกสามารถวัดแรงบิด (torque) ของกล้ามเนื้อที่มีการหดตัวทั้งแบบเอกเซนตริกและคอนเซนตริกที่ความเร็วเชิงมุมต่าง ๆ

กัน จะให้ค่าที่มีความเที่ยงตรงมากขึ้น เพราะการออกแรงแบบไอโซโคเนติกเป็นการออกแรงเคลื่อนไหวข้อด้วยความเร็วเชิงมุมคงที่ (angular velocity) ทำให้ใยกล้ามเนื้อสามารถออกแรงสูงสุดตามลักษณะทางกายภาพของกล้ามเนื้อในทุก ๆ องศาของการเคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยช่วงการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบคอนเซนตริก หมายถึงความยาวกล้ามเนื้อจะสั้นลงขณะออกแรงทำงาน และช่วงการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบเอกเซนตริก ความยาวกล้ามเนื้อจะมากขึ้นขณะออกแรงทำงาน

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่วัดจากเครื่องไอโซโคเนติก สามารถถูกประเมินได้จากค่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุด (best peak torque) หรือค่าแรงบิดสูงสุดเฉลี่ย (average peak torque) โดยที่

- แรงบิด (torque) หมายถึง แรงที่กระทำรอบแกนหมุนหรือจุดหมุน ซึ่งคำนวณจากสมการ
- แรงบิด (torque) = แรง (force) x ระยะทางตั้งฉากจากแกนหมุน (lever-arm length)
- หน่วยของแรงบิดที่ใช้ทั่วไปคือนิวตันเมตร (Nm)

จากรูปที่ 1 จะเห็นว่า แรงบิดสูงสุด (peak torque) จะเป็นค่าเฉพาะสำหรับกล้ามเนื้อมัดหนึ่ง ๆ ที่สัมพันธ์กับมุมการเคลื่อนไหว กราฟความสัมพันธ์ที่ได้เรียกว่า กราฟแรงบิด-มุมของการเคลื่อนไหว (angle-torque curve) โดยวงกลมสีดำแทนแรงบิดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างขวาและวงกลมสีขาวแทนแรงบิดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าข้างซ้าย⁽¹⁾



รูปที่ 1 ตัวอย่างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับมุมการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อเหยียดขา (ดัดแปลงจาก Ref.1)

ส่วนคำว่า แรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุด (best peak torque) หมายถึง ค่าแรงบิดที่มากที่สุดจากการวัดแรงบิดสูงสุดซ้ำหลาย ๆ ครั้ง และคำว่า แรงบิดสูงสุดเฉลี่ย (average peak torque) หมายถึง ค่าเฉลี่ยของแรงบิดสูงสุดที่วัดซ้ำหลาย ๆ ครั้ง Kramer F ได้ศึกษาค่าความแม่นยำ (reliability) การทดสอบแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดและแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าและกล้ามเนื้องอเข้า ขณะที่มีการหดตัวแบบเอกเซนตริกและคอนเซนตริก ที่ความเร็ว 45 และ 90 องศาต่อวินาทีด้วยเครื่องวัดกำลังกล้ามเนื้อแบบไอโซโคเนติก พบว่า ค่าความแม่นยำในการทดสอบแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.77 ถึง 0.91 และ แรงบิดสูงสุดเฉลี่ยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.75 ถึง 0.88 โดยค่าความแม่นยำของแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดมากกว่าแรงบิดสูงสุดเฉลี่ย⁽²⁾ Steiner และคณะได้ศึกษาค่าความแม่นยำของการทดสอบแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดและแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าและกล้ามเนื้องอเข้าขณะที่มีการหดตัวแบบเอกเซนตริกที่ความเร็วเชิงมุม 60 และ 180 องศาต่อวินาทีพบว่า แรงบิดสูงสุดเฉลี่ยของกล้ามเนื้อทั้งสองมีค่าความแม่นยำเท่ากับ 0.58-0.96⁽³⁾ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาหาความแม่นยำของค่าแรงบิดสูงสุดโดยใช้เครื่องวัดกำลังกล้ามเนื้อแบบไอโซโคเนติก รุ่น Contrex-MJ โดยหัสยาพรพบว่า ค่าความแม่นยำของแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าแบบคอนเซนตริกและเอกเซนตริกมีค่าสูง อยู่ระหว่าง 0.85-0.90⁽⁴⁾ อนึ่ง เครื่อง Contrex-MJ เป็นเครื่องมือที่ใช้ออกกำลังกายและทดสอบ

ความแข็งแรงแบบไอโซโคเนติกแบบมาตรฐานใช้ระบบไฟฟ้ากลที่สามารถทดสอบที่ความเร็วเชิงมุมตั้งแต่ 0 ถึง 500 องศาต่อวินาที และสามารถทดสอบกล้ามเนื้อได้หลายตำแหน่ง ได้แก่ กล้ามเนื้อรอบข้อไหล่ ข้อศอก ข้อมือ ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า⁽⁵⁾

ที่ผ่านมาพบว่างานวิจัยบางฉบับใช้ค่าแรงบิดสูงสุดเฉลี่ย บางฉบับใช้ค่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดเพื่อประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ แต่ยังไม่มีการศึกษาว่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดมากกว่าแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ซึ่งถ้าทั้งสองค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญค่าทั้งสองก็สามารถใช้แทนกันในการประเมินความแข็งแรงได้ แต่ถ้ามีความแตกต่างกันทำให้การศึกษาครั้งต่อไปน่าจะระบุให้ชัดเจนว่าได้ค่าจากแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดหรือแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยและควรพิจารณาใช้ค่าใดค่าหนึ่งตามความเหมาะสม ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาความแตกต่างระหว่างแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดและแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าและกล้ามเนื้องอเข่าขณะที่มีการหดตัวแบบเอกเซนตริกและคอนเซนตริก

วิธีการศึกษา

กลุ่มประชากร

กลุ่มตัวอย่าง : อาสาสมัครปกติชาย 11 คน และ หญิง 4 คน ที่มาทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาทั้ง 2 ข้าง โดยใช้เครื่องวัดกำลังกล้ามเนื้อ Contrex MJ ตั้งแต่ กุมภาพันธ์ 2546 - กุมภาพันธ์ 2547 ที่คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เกณฑ์คัดเลือก

- เป็นอาสาสมัครปกติ
- อายุระหว่าง 15-60 ปี
- ได้อ่านเอกสารชี้แจงข้อมูลเกี่ยวกับการวิจัยและลงนามในหนังสือยินยอมแสดงความจำนงเข้าร่วมการวิจัย

เกณฑ์คัดออก

- มีโรคข้อสะโพกหรือเข่า
- มีโรคกล้ามเนื้อและเอ็นรอบข้อเข่า
- มีโรคอันเป็นอุปสรรคต่อการทดสอบ ได้แก่ โรคปอด โรคหัวใจและระบบไหลเวียนโลหิต โรคทางระบบประสาท
- ไม่สามารถมาวัดความแข็งแรงได้ตามกำหนด

เกณฑ์การยุติการศึกษา

- ผู้ถูกทดสอบขอถอนตัวจากการศึกษา

อุปกรณ์

- เครื่องชั่งน้ำหนักมาตรฐาน (ความละเอียด 0.1 กิโลกรัม)
- เครื่องวัดความสูง (ความละเอียด 0.1 เซนติเมตร)
- นาฬิกาจับเวลา (ความละเอียด 0.1 วินาที)
- เครื่องวัดกำลังกล้ามเนื้อแบบไอโซโคเนติก รุ่น Contrex-MJ ประกอบด้วย
 - อุปกรณ์ตรวจค่าแรง (Dynamometer) สามารถผ่านค่าแรงในการเคลื่อนที่โดยปรับความเร็วการเคลื่อนที่ได้ 0-500 องศาต่อวินาที และให้แรงต้านสูงสุด 700 นิวตันเมตร /516 ฟุตปอนด์ และสเกลวัดมุมการเคลื่อนไหว (Goniometer)
 - เครื่องคอมพิวเตอร์ ใช้ระบบปฏิบัติการ Window สามารถวิเคราะห์และแสดงผลการทดสอบ
 - เครื่องพิมพ์เอกสาร
 - ที่นั่งสำหรับทดสอบสามารถปรับความเอียงพนักพิงได้ พร้อมอุปกรณ์ประกอบได้แก่ แผ่นรองต้นขา (Pad) และส่วนรองรับ



รูปที่ 2 เครื่องวัดกำลังกล้ามเนื้อแบบไอโซโคเนติก รุ่น Contrex-MJ

ขั้นตอนการวิจัย

วัดค่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุด (best peak torque) และแรงบิดสูงสุดเฉลี่ย (average peak torque) ของกล้ามเนื้อของต้นขาทั้งสองข้าง โดยใช้เครื่องวัดกำลังกล้ามเนื้อ Contrex MJ

ขั้นตอนการวัด

1. อธิบายวัตถุประสงค์การทดสอบและวิธีการทดสอบการเหยียดเข่าและงอเข่าแบบไอโซโคเนติกให้ผู้ทดสอบเข้าใจ
2. ให้ผู้ทดสอบยึดกล้ามเนื้อเหยียดเข่าค้างไว้ 20 วินาที ทำ 10 ครั้ง โดยทำในท่ายืนตรง ใช้มือจับข้อเท้าของขาข้างที่จะทดสอบดึงเข้าไปด้านหลังอีกมือหนึ่งแตะผนังเพื่อทรงตัว
3. ให้ผู้ทดสอบยึดกล้ามเนื้องอเข่าค้างไว้ 20 วินาที ทำ 10 ครั้ง โดยให้ผู้ทดสอบนั่งเหยียดขาข้างที่จะทดสอบและงอเข่าอีกข้างหนึ่ง แล้วโน้มตัวเอามือแตะปลายเท้าของขาข้างที่จะทดสอบ
4. ปรับและตั้งค่าการทดสอบได้แก่ชนิดของการหดตัวแบบเอกเซนตริกและคอนเซนตริก ขาข้างที่ทำการทดสอบ ข้อที่ทดสอบซึ่งกำหนดเป็นข้อเข่าทิศทางการเคลื่อนไหว คือ งอเข่าและเหยียดเข่า ความเร็วการเคลื่อนไหวที่เชิงมุม 90 องศาต่อวินาที ตั้งช่วงการเคลื่อนไหว ตั้งแต่งอเข่า 90 องศาถึงเหยียดเข่าสุด จำนวนครั้งของการซ้อมและการทดสอบ
5. ปรับเตียงหรือเก้าอี้ที่ใช้ โดยปรับที่นั่งท่ามกับพนักพิง 90 องศา
6. จัดท่าทางผู้ถูกทดสอบให้นั่งบนเก้าอี้ทดสอบ โดยนั่งตัวตรงหลังพิงพนัก และตรึงผู้ถูกทดสอบโดยใช้สายรัด
7. จัดแนวแกนของไดนาโมมิเตอร์ให้ตรงกับแกนข้อเข่า ที่ lateral femoral condyle
8. ซ้อมก่อนเก็บข้อมูลจริง 2 ครั้ง

9. เก็บข้อมูลจริง 5 ครั้ง โดยให้พักระหว่างการทดสอบแต่ละครั้ง เป็นเวลา 1 นาที
10. ให้พักระหว่างทดสอบขาซ้ายและขาขวา เป็นเวลา 5 นาที
11. บันทึกค่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุด (best peak torque) แรงบิดสูงสุดเฉลี่ย (average peak torque) อายุ น้ำหนัก และส่วนสูงลงแบบบันทึกข้อมูล

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ใช้โปรแกรมทางสถิติ SPSS version 11.0 โดยเลือกใช้ paired-t test วิเคราะห์นัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ผลการศึกษา

การวัดแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดและแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยแบบไอโซไดเนติกของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าและงอเข่าของขาทั้งสองข้างจากผู้ร่วมวิจัย 15 คน รวมทั้งหมดจำนวน 30 ข้าง ที่ความเร็วเชิงมุม 90 องศาต่อวินาที ซึ่งผู้เข้าร่วมวิจัย จำนวน 15 คน เป็นเพศชาย 11 คนและเพศหญิง 4 คน อายุเฉลี่ย 35.55 ± 10.07 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 62.80 ± 9.07 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย

164.53 ± 5.55 เซนติเมตร ดัชนีมวลกาย (BMI) 23.19 ± 3.11 กิโลกรัม/เมตร²

เมื่อวิเคราะห์ค่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดและแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าและกล้ามเนื้องอเข่าที่ความเร็วเชิงมุม 90 องศาต่อวินาที พบว่าค่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าและงอเข่าขณะหดตัวแบบคอนเซนตริกมีค่าเท่ากับ 96.0 ± 20.4 และ 71.2 ± 16.7 นิวตันเมตร ตามลำดับ และค่าแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าและงอเข่าขณะหดตัวแบบคอนเซนตริกมีค่าเท่ากับ 87.3 ± 20.5 และ 66.9 ± 16.1 นิวตันเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดและแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยขณะหดตัวแบบคอนเซนตริกของกล้ามเนื้องอเข่าและกล้ามเนื้อเหยียดเข่าที่ความเร็วเชิงมุม 90 องศาต่อวินาที ด้วยสถิติ paired-t test พบว่าค่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดมีค่าแตกต่างจากแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 1

กล้ามเนื้อ	แรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุด \pm ค่าเบี่ยงเบน (นิวตันเมตร)	แรงบิดสูงสุดเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบน (นิวตันเมตร)	ความแตกต่าง \pm ค่าเบี่ยงเบน (นิวตันเมตร)	95% CI	p-value
กล้ามเนื้อเหยียดเข่า	96.0 ± 20.4	87.3 ± 20.5	8.7 ± 4.5	7.0 - 10.4	<0.001
กล้ามเนื้องอเข่า	71.2 ± 16.7	66.9 ± 16.1	4.4 ± 1.7	3.7 - 5.0	<0.001

ตารางที่ 1 ค่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุด แรงบิดสูงสุดเฉลี่ยและการเปรียบเทียบระหว่างค่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดและแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าและกล้ามเนื้องอเข่าขณะหดตัวแบบคอนเซนตริกที่ความเร็วเชิงมุม 90 องศาต่อวินาที (N=30)

ลักษณะการเหยียดเข่า	แรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุด \pm ค่าเบี่ยงเบน (นิวตันเมตร)	แรงบิดสูงสุดเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบน (นิวตันเมตร)	ความแตกต่าง \pm ค่าเบี่ยงเบน (นิวตันเมตร)	95% CI	p-value
คอนเซนตริก	101.0 ± 37.8	64.8 ± 31.0	36.2 ± 25.8	26.6-45.8	<0.001
เอคเซนตริก	134.2 ± 36.8	109.1 ± 36.1	25.2 ± 15.4	19.4-30.9	<0.001

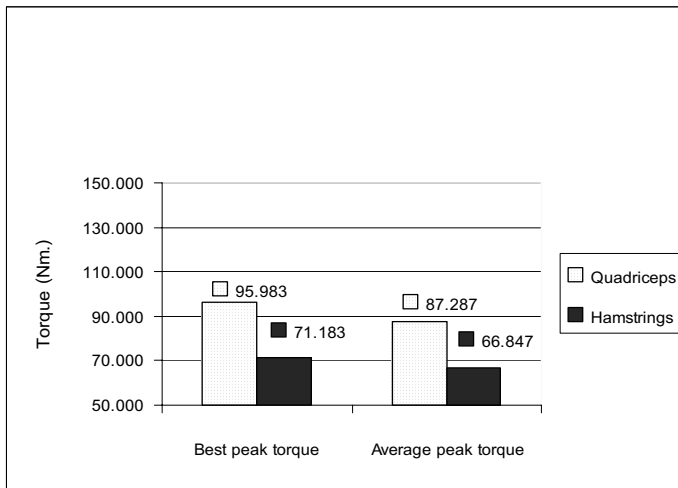
ตารางที่ 2 แรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุด แรงบิดสูงสุดเฉลี่ยและการเปรียบเทียบระหว่างค่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดและแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าขณะหดตัวแบบคอนเซนตริกและเอคเซนตริกที่ความเร็วเชิงมุม 90 องศาต่อวินาที (N=30)

เมื่อวัดแรงบิดของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าขณะหดตัวแบบคอนเซนตริกและเอคเซนตริก พบว่าค่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าขณะหดตัวแบบคอนเซนตริกและเอคเซนตริกมีค่าเท่ากับ 101.0 ± 37.8 และ 134.2 ± 36.8 นิวตันเมตร ตามลำดับ และค่าแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าขณะหดตัวแบบคอนเซนตริกและเอคเซนตริกมีค่าเท่ากับ 64.8 ± 31.0 และ 109.1 ± 36.1 นิวตันเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2

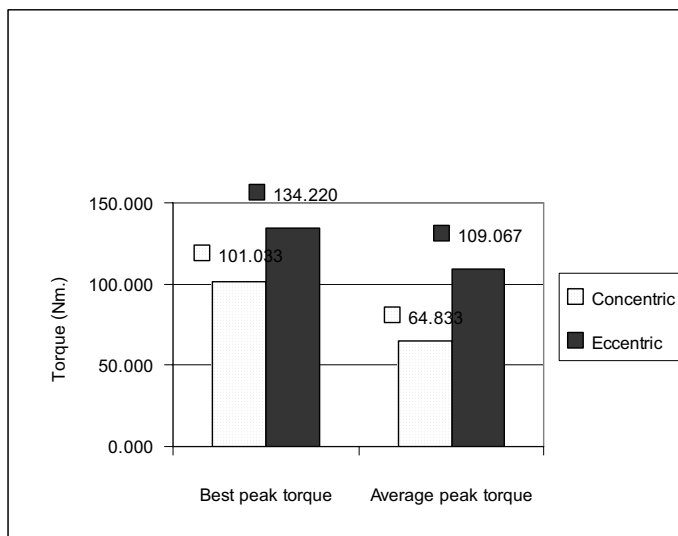
เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดและแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยกล้ามเนื้อเหยียดเข่าที่ความเร็วเชิงมุม 90 องศาต่อวินาทีทั้งขณะหดตัวแบบเอคเซนตริกและคอนเซนตริก ด้วยสถิติ paired-t test พบว่าค่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดมีค่าแตกต่างจากแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 2

นอกจากนี้แรงบิดของกล้ามเนื้อเหยียดเข่ามากกว่ากล้ามเนื้องอเข่า โดยอัตราส่วนแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดของกล้ามเนื้องอเข่าและกล้ามเนื้อเหยียดเข่าขณะหดตัวแบบคอนเซนตริกเท่ากับ 0.76 และอัตราส่วนแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยของกล้ามเนื้องอเข่าและกล้ามเนื้อเหยียดเข่าขณะหดตัวแบบคอนเซนตริกเท่ากับ 0.80 ดังแสดงในแผนภูมิที่ 1

เมื่อเปรียบเทียบแรงบิดแบบคอนเซนตริกและเอคเซนตริกของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าพบว่าแรงบิดแบบเอคเซนตริกมากกว่าคอนเซนตริก โดยอัตราส่วนของแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดขณะหดตัวแบบคอนเซนตริกและเอคเซนตริกของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าเท่ากับ 0.71 และอัตราส่วนของแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยขณะหดตัวแบบคอนเซนตริกและเอคเซนตริกของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าเท่ากับ 0.49 ดังแสดงในแผนภูมิที่ 2



แผนภูมิที่ 1 เปรียบเทียบค่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดและแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าและงอเข่า



แผนภูมิที่ 2 เปรียบเทียบค่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดและแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยขณะหดตัวแบบเอกเซนตริกและคอนเซนตริกของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า

บทวิจารณ์

การศึกษานี้พบว่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดมีค่ามากกว่าแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญไม่ว่าจะเป็นการหดตัวแบบเอกเซนตริกหรือแบบคอนเซนตริกของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าหรือการหดตัวแบบคอนเซนตริกกล้ามเนื้องอเข่า ซึ่งถ้าทั้งสองค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ค่าทั้งสองก็สามารถใช้แทนกันในการประเมินความแข็งแรงได้ แต่จากการศึกษารุ่นนี้พบว่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดมีค่ามากกว่าแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยเครื่องไอโซไคเนติก จึงควรพิจารณาในเบื้องต้นว่าควรใช้แรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุด

หรือแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยในการประเมิน ซึ่งที่ผ่านมาพบว่าการศึกษาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบางครั้งจะใช้ค่าแรงบิดสูงสุดเฉลี่ย⁽⁹⁾ แต่บางการศึกษาใช้ค่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุด⁽¹⁰⁾ และบางการศึกษาไม่ได้แสดงรายละเอียดว่าแรงบิดที่ใช้ในการศึกษานั้นได้จากค่าแรงบิดใด^(8,11) ดังนั้นในการนำค่าแรงบิดจากการศึกษาที่ผ่านมาเพื่อมาเปรียบเทียบกับการศึกษาใด ๆ จึงจำเป็นต้องรู้ว่าการศึกษานั้นใช้ค่าแรงบิดจากแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดหรือแรงบิดสูงสุดเฉลี่ย อย่างไรก็ตามค่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดบ่งบอกถึงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ดีกว่าแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยเนื่องจากการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นการวัด

ความสามารถที่สูงที่สุดในการหดตัวของกล้ามเนื้อบางครั้งกล้ามเนื้อต้องการการอบอุ่นและถูกยืดก่อนการหดตัวเพื่อให้ได้แรงที่สูงที่สุดการหดตัวครั้งแรก ๆ อาจได้ค่าน้อยทำให้การใช้ค่าเฉลี่ยซึ่งได้จากการรวมผลของค่าทั้งหมดอาจรวมค่าแรงที่ต่ำไปด้วยทำให้ค่าที่ได้ต่ำกว่าค่าที่ควรจะได้จริง ๆ โดยเฉพาะถ้าจำนวนครั้งที่วัดซ้ำน้อย ซึ่งการศึกษารุ่นนี้พบว่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดมีค่ามากกว่าแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ Kannus และ Jarvinen ได้ทำการศึกษาและสรุปว่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุดที่ใช้บอกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ⁽¹²⁾

ค่าแรงบิดสูงสุดจากงานวิจัยต่าง ๆ ทางเวชศาสตร์การกีฬา มักอ้างถึงแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุด แต่งานวิจัยทางสรีรวิทยาของนักกีฬาปกติมักใช้ค่าแรงบิดสูงสุดเฉลี่ย ถ้าทำการศึกษานักกีฬาบาดเจ็บเอ็นไขว้หน้าข้อเข่าแล้ววัดค่าแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเข่าค่าที่ได้อาจผิดปกติกว่าการใช้ค่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุด เนื่องจากนักกีฬาที่บาดเจ็บไม่สามารถทำการออกแรงกล้ามเนื้อได้เต็มที่ซ้ำ ๆ กัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงควรเลือกค่าแรงบิดสูงสุดที่เหมาะสมสำหรับการศึกษานั้น ๆ เช่น ควรใช้ค่าแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยในกรณีที่เกิดปลาย (endpoint) ของการประเมินเกี่ยวข้องกับการฝึกซ้อม เพราะในขณะที่ฝึกซ้อมกีฬาต้องมีการหดตัวของกล้ามเนื้อซ้ำ ๆ กันหลายครั้ง สมองสามารถสั่งการให้เกิด recruitment ของ motor units ได้หลายระดับตั้งแต่เล็กน้อยถึงมากที่สุด แม้แต่การหดตัวที่คิดว่าแรงที่สุดก็อาจทำได้เต็มที่ ไม่เท่ากันในแต่ละครั้งเพราะมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เป็นกลไกควบคุมได้แก่ Golgi's complex, muscle spindles และ reciprocal inhibition เพื่อป้องกันไม่ให้กล้ามเนื้อฉีกขาด เรื่องของจิตใจเช่น กรณีที่ผู้ทดสอบไม่มีความมั่นใจ จิตได้สำนึกกลัวว่ากล้ามเนื้อจะบาดเจ็บ อาจทำให้ได้ค่าแรงบิดสูงสุดต่ำกว่าความเป็นจริง เรื่องของฮอร์โมน เช่น testosterone หรืออนุพันธ์

ของ anabolic androgenic steroids มีส่วนกระตุ้นสมองโดยตรงทำให้ recruitment ของ motor units ดีขึ้นและควรเปรียบเทียบกับค่าแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยของขาด้วนตรงข้ามด้วย

เมื่อพิจารณาอัตราส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ทำงานตรงกันข้ามกันบริเวณหน้าขาจากการศึกษานี้ พบว่ากล้ามเนื้องอเขามีค่าแรงบิดสูงสุดน้อยกว่ากล้ามเนื้อเหยียดเข้าไม่ว่าจะเป็นแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดหรือแรงบิดสูงสุดเฉลี่ย โดยอัตราส่วนแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยของกล้ามเนื้องอเข้าและกล้ามเนื้อเหยียดเข้า ขณะหดตัวแบบคอนเซนตริกเท่ากับ 0.80 และอัตราส่วนแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดของกล้ามเนื้องอเข้าและกล้ามเนื้อเหยียดเข้าขณะหดตัวแบบคอนเซนตริกเท่ากับ 0.76 เช่นเดียวกับการศึกษาที่ผ่านมาของ Per Aagaard และคณะ พบว่าค่าแรงบิดของกล้ามเนื้องอเขาน้อยกว่าของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าซึ่งวัดอัตราส่วนแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดของกล้ามเนื้องอเข้าและกล้ามเนื้อเหยียดเข้าได้เท่ากับ 0.5-0.8⁽¹³⁾ ในคนปกติขณะที่เดิน วิ่ง กระโดดหรือก้าวขึ้นลงบันไดจะมีการใช้แรงจากกล้ามเนื้อเหยียดเข้ามากกว่ากล้ามเนื้องอเข้าและพื้นที่ภาคตัดขวางของกล้ามเนื้อเหยียดเข้ามีขนาดมากกว่ากล้ามเนื้องอเข้า ส่งผลให้ค่าแรงบิดสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้ามากกว่าของกล้ามเนื้องอเข้า⁽¹⁴⁾ การศึกษานี้บ่งชี้ว่าถ้าจะศึกษาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยใช้อัตราส่วนแรงบิดสูงสุดของกล้ามเนื้อหน้าขาสามารถใช้ค่าได้ก็ไ้ระหว่างค่าแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยหรือค่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุด

นอกจากนี้ พบว่าแรงบิดสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าขณะหดตัวแบบเอคเซนตริกมากกว่าแบบคอนเซนตริกไม่ว่าจะเป็นแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดหรือแรงบิดสูงสุดเฉลี่ย เช่นเดียวกับการศึกษาของ Per Aagaard พบว่ากล้ามเนื้อเหยียดเข้าและงอเขามีแรงบิดแบบเอคเซนตริกมากกว่าคอนเซนตริก⁽¹³⁾ ดังนั้นการวัด

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจึงควรวัดทั้งแบบคอนเซนตริกและเอคเซนตริกโดยพิจารณาแยกกันหรือระบุในงานวิจัยที่ศึกษาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อว่าใช้วิธีวัดแบบใด

การศึกษานี้ได้ทดสอบกล้ามเนื้อรอบข้อเข่าเนื่องจากข้อเข่าเป็นข้อที่ใหญ่ต้องรับน้ำหนักของร่างกายมีความสำคัญในชีวิตประจำวันเช่น การเดิน วิ่ง ซึ่งต้องมีการทำงานของกล้ามเนื้องอเข้าและเหยียดเข้า⁽⁶⁾ ความเร็วเชิงมุมของการเคลื่อนไหวข้อเข่าควรอยู่ในช่วง 60 ถึง 180 องศาต่อวินาที เนื่องจากเป็นการศึกษากำลังกกล้ามเนื้อของข้อเข่าที่มีการเคลื่อนไหวที่ความเร็วนี้มีความแม่นยำและเป็นช่วงความเร็วที่ใช้ในการทำงานของข้อเข่า⁽⁷⁾ การศึกษานี้จึงทดสอบที่ความเร็วเชิงมุม 90 องศาต่อวินาที โดยทดสอบเปรียบเทียบแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดและแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าและกล้ามเนื้องอเข้าของกลุ่มอาสาสมัครกลุ่มเดียวกันและเป็นการทดสอบขาทั้งสองข้างของอาสาสมัครจำนวนทั้งหมด 30 ข้าง ซึ่งทำให้ข้อมูลที่ได้เพียงพอต่อการวิเคราะห์ทางสถิติ

อย่างไรก็ตาม การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยเครื่องวัดกำลังกกล้ามเนื้อแบบไอโซโคเนตริก รุ่น Contrex-MJ ต้องอาศัยความรู้ความชำนาญในการปรับและตั้งค่าการทดสอบ เช่น ชนิดของการหดตัวแบบเอคเซนตริก และคอนเซนตริกทิศทางการเคลื่อนไหว ความเร็วการเคลื่อนไหว ตั้งช่วงการเคลื่อนไหว การติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ มีความยุ่งยาก และเครื่องมีราคาแพง ดังนั้นขณะนี้จึงยังใช้ไม่แพร่หลาย โดยทั่วไปนิยมใช้ในการทดสอบและการออกกำลังกของนักกีฬาทีมชาติ^(15,16) เนื่องจากการวัดด้วยเครื่องนี้จะได้ค่าที่แม่นยำและเที่ยงตรงและสามารถบอกค่าความแข็งแรงเป็นปริมาณที่ทำให้ผู้ฝึกและนักกีฬาเห็นความก้าวหน้าได้ชัดเจนซึ่งจะทำให้มีกำลังใจในการฝึกซ้อม

สรุป

เมื่อทดสอบกำลังกกล้ามเนื้อต้นขาทั้งกล้ามเนื้องอเข้าและกล้ามเนื้อเหยียดเข้าขณะหดตัวแบบเอคเซนตริกและคอนเซนตริกที่ความเร็วเชิงมุม 90 องศาต่อวินาทีด้วยเครื่องวัดกำลังกกล้ามเนื้อ Contrex MJ พบว่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดมีค่ามากกว่าแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นค่าแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดไม่สามารถใช้แทนค่าแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยได้ และกล้ามเนื้อเหยียดเข้ามีแรงบิดสูงสุดขณะหดตัวแบบเอคเซนตริกมากกว่าแบบคอนเซนตริกและแรงบิดสูงสุดขณะหดตัวแบบคอนเซนตริกของกล้ามเนื้อเหยียดเข้ามากกว่ากล้ามเนื้องอเข้า

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์คณะเทคนิคการแพทย์ (กายภาพบำบัด) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ช่วยเหลือด้านสถานที่และให้คำแนะนำในการใช้เครื่อง Contrex-MJ คุณกิตติกา กาญจนรัตน์ นานการ นักวิชาการทางสถิติหน่วยคณะแพทยศาสตร์ศึกษา ที่ได้ให้คำปรึกษาด้านสถิติ

เอกสารอ้างอิง

1. Brockett CL, Morgan PL, Proske U. Predicting hamstring strain injury in elite athlete. Med Sci Sports Exerc 2004; 36(3): 379-87.
2. Kramer F. Reliability of knee extensor and flexor torques during continuous concentric-eccentric cycle. Arch Phys Med Rehabil 1990; 71: 460-4.
3. Steiner LA, Harris BA, Krebs DE. Reliability of eccentric isokinetic knee flexion and extension measurements. Arch Phys Med Rehabil 1993; 74(12): 1327-35.
4. หัสยาพร มะโน. ความแม่นยำของค่าแรงบิดสูงสุดชนิดไอโซโคเนตริกในการหดตัวของกล้ามเนื้อเหยียดเข้าแบบคอนเซนตริกและอีเซนตริกอย่างต่อเนื่อง. ภาคนิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต (กายภาพบำบัด). เชียงใหม่ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2546: 1-35.

5. A handbook of Contrex- MJ (Isokinetic multiple joint system). Switzerland, 2002:1-62.
6. Nordin M, Frankel VH. Biomechanics of the knee in Margareta Nordin. In: Frankel VH, ed. Basic biomechanics of the musculoskeletal system. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott William & Wilkins, 1989: 115-6.
7. Dvir Z. Isokinetics muscle testing, interpretation and clinical applications. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1994: 105.
8. Kannus P. Isokinetic evaluation of muscle performance: implications for muscle testing and rehabilitation. Int J Sports Med 1994; 15: S11-8.
9. Douglas R. Keskula. Interrater reliability of isokinetic measures of knee flexion and extension. J Athl Train 1995; 30(2): 167-70.
10. Mattacola CG, Perrin DH, Gansneder BM, Gieck JH, Saliba EN, McCue FC. Strength, functional outcome, and postural stability after anterior cruciate ligament reconstruction. J Athl Train 2002; 37(3): 262-8.
11. Kannus P. Normality, variability and predictability of work, power and torque acceleration energy with respect to peak torque in isokinetic muscle testing. Int J Sports Med 1992; 13: 249-56.
12. Kannus P, Jarvinen M. Maximal peak torque as a predictor of peak angular impulse and average power of thigh muscles- an isometric and isokinetic study. Int J Sports Med 1990; 11: 146-9.
13. Aagaard P, Simonsen EB, Magnusson SP, Larsson B, Paulsen P. A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. Am J Sports Med 1998; 26: 231-7.
14. Li G, Rudy TW, Sakane M, Kanamori A, Ma CB, Woo SL. The importance of quadriceps and hamstring muscle loading on knee kinematics and in-situ forces in the ACL. J Mechanic 1999; 32(4): 395-400.
15. Newman MA, Tarpenning KM, Marino FE. Relationships between isokinetic knee strength, single-sprint performance, and repeated-sprint ability in football players. J Strength Cond Res 2004; 18(4): 867-72.
16. Chin MK, So RC, Yuan YW, Li RC, Wong AS. Cardiorespiratory fitness and isokinetic muscle strength of elite Asian junior soccer players. J Sports Med Phys Fitness 1994; 34(3): 250-7.