ผลของการฝึกออกกำลังต้นขาระหว่างเครื่องออกกำลังแบบ Closed kinetic chain และ Open kinetic chain ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขา

Training effect of exercise with a closed kinetic knee and hip extension machine and a conventional open kinetic knee extension machine in quadriceps strengthening

จักรกริช กล้าผจญ
จงจินตน์ รัตนาภินันท์ชัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พ.ศ. 2548
สนับสนุนโดยกองทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนพัฒนาคณะแพทยศาสตร์- ส่วนที่ 1
(ส่วนส่งเสริมการวิจัย)
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ สนับสนุนโดยทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนพัฒนาคณะแพทยศาสตร์- ส่วนที่ 1 (ส่วนส่งเสริมการวิจัย) คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณคุณสุจิตรา หุ่นดี ที่ช่วยในการจัดทำรูปเล่มและประสานงานกับฝ่ายต่างๆ

จักรกริช กล้าผจญ
หัวหน้าโครงการวิจัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
ความเป็นมาและวัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
การสร้างเครื่องออกกำลังกายแบบ CKC	2
วิธีการศึกษา	2
ผลการศึกษา	3
วิจารณ์ผล	4
สรุป	4
บรรณานุกรม	5
ภาคผนวก ก	7
ภาคผนวก ข	8
ภาคผนวก ค	9
ประวัติผู้วิจัยโดยย่อและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทคัดย่อ

นิยาม การออกกำลังกายแบบ Closed kinetic chain (CKC) หมายถึง การออกกำลังกายที่มีแรงปฏิกิริยากระทำต่อรยางค์ส่วนปลาย ตัวอย่างเช่น การยืนย่อเข่าขึ้นลง การเดินขึ้นลงบันได เป็นต้น ในการศึกษานี้จะใช้เครื่อง Leg press ที่ประดิษฐ์ขึ้นเองโดยใช้วัสดุภายในประเทศ เพื่อออกกำลังกายแบบ CKC ส่วนการออกกำลังกายแบบ Open kinetic chain (OKC) จะไม่มีแรงปฏิกิริยากระทำต่อส่วนปลายของรยางค์ เช่นการเหยียดเข่าในขณะนั่ง เป็นต้น ในการศึกษานี้จะใช้เครื่อง Leg extension แบบ NK table

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขา (Quadriceps และ Hamstrings) หลังจากฝึกออกกำลังกล้ามเนื้อหน้าขาด้วยเครื่อง Leg press (CKC) และเครื่อง NK table leg extension (OKC)

วิธีการศึกษา เป็นการศึกษาแบบ Single-blind, RCT กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครปกติชาย 10 คน หญิง 4 คน กำหนดโปรแกรมออกกำลังกล้ามเนื้อหน้าขาของแต่ละคนโดยสุ่มชนิดของเครื่องออกกำลังกายให้กับขาแต่ละข้าง เป็นเวลา 12 สัปดาห์ และทำการวัดค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Quadriceps และ Hamstrings ก่อนและสิ้นสุดโปรแกรม

ผลการศึกษา ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างความแข็งแรงของขาข้างที่จะออกกำลังด้วยเครื่อง CKC กับเครื่อง OKC ก่อนเข้าโปรแกรม ในกลุ่มที่ฝึกออกกำลังด้วยเครื่อง CKC ความแข็งแรงสูงสุด (Peak torque) ของกล้ามเนื้อ Quadriceps (concentric) ที่ความเร็วเชิงมุม 90 องศา/วินาที เท่ากับ 102.19 $\pm$ 10.28 และ 122.81 $\pm$ 7.73 (ก่อนและหลังฝึก P=0.011*) Quadriceps (eccentric) เท่ากับ 139.57 $\pm$ 9.97 และ 144.81 $\pm$ 7.45 (P=0.249) ส่วน Hamstrings เท่ากับ 71.44 $\pm$ 4.82 และ 76.47 $\pm$ 5.87 (P=0.125) ในกลุ่มที่ฝึกออกกำลังด้วยเครื่อง OKC ความแข็งแรงสูงสุดของ Quadriceps (concentric) เท่ากับ 96.76 $\pm$ 10.69 และ 119.23 $\pm$ 10.90 (P=0.017*) Quadriceps (eccentric) เท่ากับ 127.61 $\pm$ 10.46 และ 151.61 $\pm$ 9.37 (P=0.007*) ส่วน Hamstrings เท่ากับ 72.29 $\pm$ 4.43 และ 76.21 $\pm$ 5.27 (P=0.090) เมื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นระหว่าง 2 กลุ่ม พบว่ากลุ่มที่ใช้เครื่อง CKC มีความแข็งแรงสูงสุดของ Quadriceps (concentric) และ Hamstrings เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ใช้เครื่อง OKC (P=0.129 และ P=0.381) ยกเว้นความแข็งแรงของ Quadriceps ที่วัดแบบ Eccentric

สรุป เครื่องออกกำลังกายขาแบบ CKC สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Quadriceps และ Hamstrings ขณะหดตัวแบบ Concentric ได้ดีกว่าเครื่อง OKC แต่ความแข็งแรงของ Quadriceps ที่หดตัวแบบ Eccentric จะมากกว่า เมื่อออกกำลังขาด้วยเครื่อง OKC

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ABSTRACT

Background: Closed kinetic chain exercises (CKC) are distinguished by the foot being fixed and the knee joint moving in conjunction with the hip and ankle in a predictable manner. The squat and the leg press are known as closed kinetic chain exercises. Open kinetic chain exercises (OKC), on the other hand, are distinguished by the foot being free to move and the knee joint working independently of any other joints. In this study, a NK table knee extension machine was used.

Objective: To compare quadriceps and hamstrings strength after 12-week exercise program between with leg press machine (CKC) and with NK-table knee extension machine (OKC).

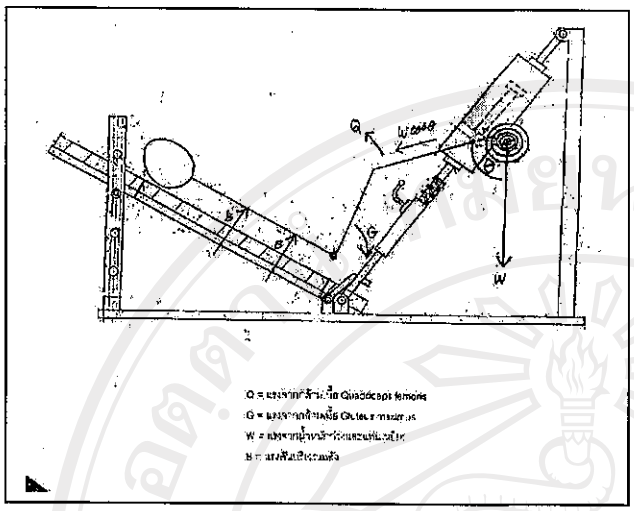
Subjects and method: Ten healthy males and four healthy females volunteered to undergo a 12-week leg exercise program with progressive resistive De Lormes' principle. One leg of each subject was randomly assigned for either the CKC exercise with leg press machine or the OKC exercise with NK-table knee extension machine. Isokinetic concentric and eccentric quadriceps and hamstring muscle torques were studied with a Contrex-MJ dynamometer before and 12 weeks after the program. The assessors were blinded during strength measurement. The peak torque was used in the comparison between groups.

Results: No significant differences in muscle strength were noted between the groups before the exercise program. The legs with CKC exercise had significantly increased concentric quadriceps torque after the program (102.19 $\pm$ 10.28 NM before and 122.81 $\pm$ 7.73 NM after, P=0.011*), increased eccentric quadriceps torque (139.57 $\pm$ 9.97 NM and 144.81 $\pm$ 7.45 NM, P=0.249) and increased hamstrings torque (71.44 $\pm$ 4.82 NM and 76.47 $\pm$ 5.87 NM, P=0.125). The legs with OKC exercise had significantly increased concentric quadriceps torque after the program (96.76 $\pm$ 10.69 NM before and 119.23 $\pm$ 10.90 NM after, P=0.017*), increased eccentric quadriceps torque (127.61 $\pm$ 10.46 NM and 151.61 $\pm$ 9.37 NM, P=0.007*) and increased hamstrings torque (72.29 $\pm$ 4.43 NM and 76.21 $\pm$ 5.27 NM, P=0.090). Post-program increases of concentric quadriceps and hamstrings torques were greater in the CKC group as compared with those in the OKC group (P=0.129 con. Quad and P=0.381 ham.). However, eccentric quadriceps torque gains were greater in the OKC group.

Conclusion: After 12 weeks of progressive resistive strengthening program, more strength gains of the concentric quadriceps and hamstrings were noted with the CKC exercise, however, the OKC exercise program seemed better to improve eccentric quadriceps strength.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

<u>การสร้างเครื่องออกกำลังกายแบบ CKC (Leg press) โดยหน่วยเครื่องช่วยคนพิการ ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่</u>



ทีมผู้วิจัยได้ประดิษฐ์เครื่องออกกำลังกายแบบ Closed kinetic โดยใช้วัสดุ อุปกรณ์ภายในประเทศ โดยใช้งบประมาณเพียง 4070 บาท โดยดัดแปลงจากเครื่องออกกำลังกายที่นำเข้าจากต่างประเทศที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดแต่มีราคาแพงกว่า เครื่องออกกำลังกายที่ประดิษฐ์ขึ้นนี้เป็นเครื่องออกกำลังกายขาและสะโพกแบบนั่ง

จากรูปจะเห็นว่า กระดูกสันหลังของผู้ออกกำลังกายไม่ได้รับน้ำหนัก W โดยตรงเหมือนกับการออกกำลังกายแบบ Squat ผู้ออกกำลังกายสามารถออกกำลังเหยียดเข่าโดยใช้กลุ่มกล้ามเนื้อหน้าขา (Quadriceps femoris; Q) และเหยียดสะโพกโดยใช้กล้ามเนื้อเหยียดสะโพก (Gluteus maximus) เป็นหลัก สามารถปรับมุมเบาะนั่งให้เอนเพื่อเน้นฝึกกล้ามเนื้อ Gluteus ได้ในมุมต่างๆ กัน เช่น ถ้าจะฝึกกำลังกล้ามเนื้อช่วง Inner range ก็ปรับยกเบาะให้สูงขึ้น ถ้าจะฝึกช่วง Outer range ก็ลดความสูงของเบาะลง การเคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวเอียง 45 องศาของแท่นเหยียบทำให้แรงต้านของกล้ามเนื้อ Quadriceps ในช่วง Outer range มากกว่าการออกกำลังกายแบบ Squat ($W\cos\theta$) และมีตัวล็อคไม่ให้แท่นเหยียบเคลื่อนลงมาทำเกินไปซึ่งจะไม่ทำให้เข่างอมากกว่า 90 องศา เพื่อป้องกันไม่ให้มีแรงกระทำต่อข้อเข่ามากเกินไป (*)

<u>วิธีการศึกษา</u>

เป็นการศึกษาแบบ Single-blind, RCT กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครปกติชาย 10 คน หญิง 4 คน กำหนดโปรแกรมออกกำลังกล้ามเนื้อหน้าขาของแต่ละคนโดยสุ่มชนิดของเครื่องออกกำลังกายให้กับขาแต่ละข้าง อาสาสมัครฝึกออกกำลังขาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดยใช้หลัก Progressive resistive exercise ของ De Lormes และทำการวัดค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Quadriceps และ Hamstrings ก่อนและสิ้นสุดโปรแกรม ด้วยเครื่อง Isokinetic ยี่ห้อ Contrex MJ (ดูรูปที่ 3) โดยผู้ประเมินจะไม่ทราบโปรแกรมการออกกำลังของขาแต่ละข้าง จากนั้นวิเคราะห์ทางสถิติด้วย Paired T-test

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลของการฝึกออกกำลังต้นขาระหว่างเครื่องออกกำลังแบบ Closed kinetic chain และ Open kinetic chain ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขา

จักรกริช กล้าผจญ[1],, จงจินตน์ รัตนาภินันท์ชัย[2]

[1]ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

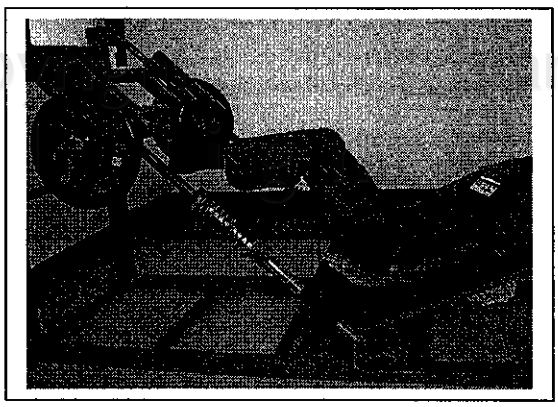
[2]ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ความเป็นมา

การออกกำลังกายแบบ Closed kinetic chain (CKC) หมายถึง การออกกำลังกาย ที่มีแรงปฏิกิริยากระทำต่อรยางค์ส่วนปลาย ตัวอย่างเช่น การยืนย่อเข่าขึ้นลง การเดินขึ้นลงบันได การวิดพื้น (Pushup) เป็นต้น การออกกำลังกายแบบ CKC มักเป็นการออกกำลังกายที่เลียนแบบการทำงานของ ร่างกายส่วนนั้นในกิจกรรมจริงๆ โดยมีเรื่องของการลงน้ำหนักตัวบนรยางค์ ที่เกี่ยวข้อง มีการหดตัวของกล้ามเนื้อทั้งช่วง Concentric และ Eccentric โดยอาศัยการทำงานแบบ Co-contraction ของกล้ามเนื้อ Agonists และ Antagonists การออกกำลังกายแบบนี้จะกระตุ้น Mechanoreceptors ที่อยู่ภายในและรอบๆ ข้อ ได้ดีกว่าการออกกำลังกายแบบ Open kinetic chain (OKC) (หรือการออกกำลังที่ไม่มีแรงปฏิกิริยากระทำต่อส่วนปลายของรยางค์ เช่น การเหยียดเข่าในขณะนั่ง เป็นต้น) ทำให้มี Co-contraction ของกล้ามเนื้อรอบๆ ข้อ และเพิ่มความมั่นคงของข้อขณะเคลื่อนไหว ดังนั้นการออกกำลังกายแบบ CKC นอกจากจะเพิ่มความแข็งแรงและความทนทานให้แก่กล้ามเนื้อแล้ว ยังช่วยให้เกิดการพัฒนาความมั่นคงของข้อ การลงน้ำหนักที่ข้อ ปฏิสัมพันธ์ของกล้ามเนื้อต่างๆ และความคล่องแคล่วของการเคลื่อนไหว จากงานวิจัยหลายฉบับพบว่า ขณะที่ออกกำลังกายแบบ CKC แรงกระทำภายในข้อและต่อเอ็นต่างๆ จะน้อยกว่าขณะออกกำลังกายแบบ OKC

วัตถุประสงค์

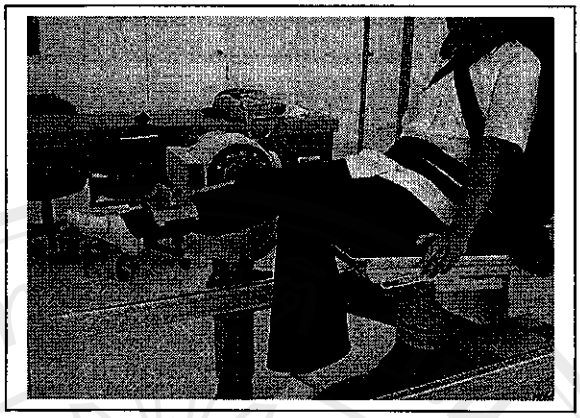
เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขา (Quadriceps และ Hamstrings) หลังจากฝึกออกกำลังกล้ามเนื้อหน้าขาด้วยเครื่อง Leg press (CKC) ดูรูปที่ 1 และเครื่อง NK table leg extension (OKC) ดูรูปที่ 2



รูปที่ 1

รูปที่ 2

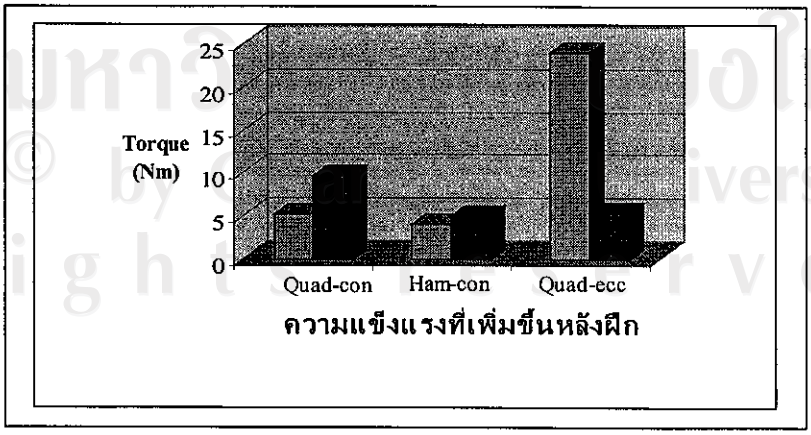
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3

ผลการศึกษา

ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างความแข็งแรงของขาข้าง ที่จะออกกำลังด้วยเครื่อง CKC กับเครื่อง OKC ก่อนเข้าโปรแกรม ในกลุ่ม ที่ฝึกออกกำลังด้วยเครื่อง CKC ความแข็งแรงสูงสุด (Peak torque) ของกล้ามเนื้อ Quadriceps (concentric) ที่ความเร็วเชิงมุม 90 องศา/วินาที เท่ากับ 102.19 ± 10.28 และ 122.81 ± 7.73 (ก่อนและหลังฝึก P=0.011*) Quadriceps (eccentric) เท่ากับ 139.57 ± 9.97 และ 144.81 ± 7.45 (P=0.249) ส่วน Hamstrings เท่ากับ 71.44 ± 4.82 และ 76.47 ± 5.87 (P=0.125) ในกลุ่มที่ฝึกออกกำลังด้วยเครื่อง OKC ความแข็งแรงสูงสุดของ Quadriceps (concentric) เท่ากับ 96.76 ± 10.69 และ 119.23 ± 10.90 (P=0.017*) Quadriceps (eccentric) เท่ากับ 127.61 ± 10.46 และ 151.61 ± 9.37 (P=0.007*) ส่วน Hamstrings เท่ากับ 72.29 ± 4.43 และ 76.21 ± 5.27 (P=0.090) เมื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นระหว่าง 2 กลุ่ม พบว่ากลุ่มที่ใช้เครื่อง CKC มีความแข็งแรงสูงสุดของ Quadriceps (concentric) และ Hamstrings เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ใช้เครื่อง OKC (P=0.129 และ P=0.381) ยกเว้นความแข็งแรงของ Quadriceps ที่วัดแบบ Eccentric



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาครั้งนี้ หลังจากฝึกออกกำลังกายด้วยเครื่อง Leg press ซึ่งเป็นวิธีการออกกำลังแบบ CKC พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Quadriceps และ Hamstrings ที่เพิ่มขึ้นจะมากกว่าความแข็งแรงที่ได้จากการออกกำลังแบบ OKC ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาโดย Wilk และ Boyd[1] ซึ่งพบว่ามีแรงกระทำไปด้านหลังตลอดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข่าจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ Quadriceps และ Hamstrings ร่วมกัน

กล้ามเนื้อ Hamstrings เป็นกล้ามเนื้อที่มักถูกละเลยในการทำ Weight training นักกีฬาหรือผู้ฝึกสอนมักให้ความสำคัญกับกล้ามเนื้อ Quadriceps มากกว่า ซึ่งจริงๆ แล้ว กล้ามเนื้อ Hamstrings เป็นกล้ามเนื้อสำคัญที่จะทำงานควบคู่กับกล้ามเนื้อ Quadriceps ในการควบคุมอัตราเหยียดหรืองอ ทำให้การเคลื่อนไหวมีความนุ่มนวลและป้องกันการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อทั้งคู่ การออกกำลังขาที่สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้องอเข่า (Hamstrings) ไปพร้อมๆ กับกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Quadriceps) ด้วยวิธี CKC จะสอดคล้องกับหลักการฝึกปฏิสัมพันธ์ของการกล้ามเนื้อขณะเล่นกีฬา ทำให้ได้ประโยชน์สูงสุดสำหรับชนิดกีฬานั้นๆ[3] เพราะในขณะเล่นกีฬา กล้ามเนื้อทั้งส่วน Agonists และ Antagonists ต้องทำงานประสานกันอยู่ตลอดเวลาในการเคลื่อนไหวข้อใดข้อหนึ่ง[4,5,6] นอกจากนี้การออกกำลังกายแบบ CKC ก็มีความสำคัญในการฟื้นฟูกล้ามเนื้อหลังการผ่าตัดเอ็นในข้อเข่า หรือในผู้ป่วยที่มี Patellofemoral pain ถ้ากล้ามเนื้อมีความแข็งแรงไม่สมดุลย์กันก็จะเป็นอุปสรรคต่อการฟื้นฟูและนำไปสู่การหายที่ไม่สมบูรณ์[3,15]
ดังนั้นผู้ผลิตเครื่องออกกำลังกายขาควรคำนึงถึงหลักการออกกำลังกายแบบ CKC ให้มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องออกกำลังกายสำหรับผู้ป่วยหลังผ่าตัดเอ็นข้อเข่าหรือมีปัญหา Patellofemoral pain

อย่างไรก็ตาม กล้ามเนื้อ Quadriceps ที่แข็งแรงกว่าในกลุ่มที่ออกกำลังขาแบบ OKC เมื่อทดสอบการหดตัวแบบ Eccentric อาจจะเกิดจากการขาด Inhibitory input ที่มาจากกล้ามเนื้อ Hamstrings ในขณะฝึก ดังนั้นอาจอนุมานได้ว่า ถ้าต้องการฝึกเฉพาะกล้ามเนื้อ Quadriceps อย่างเดียวและเป็นการออกกำลังกายที่เน้นช่วงมุมสุดท้ายของพิสัยการเหยียดเข่า ก็ใช้วิธี OKC หรือให้ใช้เครื่อง Leg extension เพราะแรงต้านจากเครื่องมักจะสูงกว่าการยืนย่อเข่าแบบ CKC

สรุป

เครื่องออกกำลังกายขาแบบ CKC สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Quadriceps และ Hamstrings ขณะหดตัวแบบ Concentric ได้ดีกว่าเครื่อง OKC แต่เมื่อออกกำลังขาด้วยเครื่อง OKC ความแข็งแรงของ Quadriceps ที่หดตัวแบบ Eccentric จะมากกว่า CKC ดังนั้นถ้าต้องการออกกำลังกล้ามเนื้อ Quadriceps ไปพร้อมๆ กับกล้ามเนื้อ Hamstrings ควรออกกำลังกายแบบขาเหยียบพื้นแล้วย่อตัวขึ้นลง หรือใช้เครื่อง Leg press

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บรรณานุกรม

1. KE Wilk, ML Boyd, et al: A comparison of tibiofemoral joint forces and electromyographic activity during open and closed kinetic chain exercises. Am J Sports Med 1996;24:518-27

2. Mikkelsen C, Werner S, Eriksson E: Closed kinetic chain alone compared to combined open and closed kinetic chain exercises for quadriceps strengthening after anterior cruciate ligament reconstruction with respect to return to sports: A prospective matched follow-up study. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2000;8:337-42

3. Palmitier RA, An K-N, Scott SG, et al: Kinetic chain exercise in knee rehabilitation. Sports Med 1991;11:402-13

4. Escamilla RF et al: Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. Med Sci Sports Exerc 1998;30:556-69

5. Augustsson J, Esko A, Thomee R, Svantesson U: Weight training of the thigh muscles using closed vs. open kinetic chain exercises: A comparison of performance enhancement. J Orthop Sports Phys Ther 1998;27:3-8

6. Blackburn JR, Morrissey MC: The relationship between open and closed kinetic chain strength of the lower limb and jumping performance. J Orthop Sports Phys Ther 1998;27:430-5

7. Witvrouw E, Lysens R, Bellemans J, Peers K, Vanderstraeten G: Open versus closed kinetic chain exercises for patellofemoral pain. Am J Sports Med 2000;28:687-94

8. Augustsson J, Thomee R: Ability of closed and open kinetic chain tests of muscular strength to assess functional performance. Scand J Med Sci Sports 2000;10:164-8

9. Kibler WB: Closed kinetic chain rehabilitation for sports injuries. Phys Med Rehabil Clin N Am 2000;11:369-84

10. Morrissey MC, Hudson ZL, Drechsler WI, Coutts FJ, Knight PR, King JB: Effects of open versus closed kinetic chain training on knee laxity in the early period after anterior cruiciate ligament reconstruction. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2000;8:343-8

11. Hefzy MS, al Khazim M, Harrison L: Co-activation of the hamstrings and quadriceps during the lunge exercise. Biomed Sci Instrum 1997;33:360-5

12. Zheng N, Fleisig GS, Escamilla RF, Barrentine SW: An analytic model of the knee for estimation of internal forces during exercise. J Biomech 1998;31:963-7

13. Per-olof Astrand, Kaare Rodahl: Physical training. In: Per-olof Astrand, Kaare Rodahl, eds. Textbook of work physiology, 3rd ed, Singapore:McGraw-Hill Inc.;1986. p.412-85

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

14. De Lorme TL, Watkins AL: Techniques of progressive resistance exercise. Arch Phys Med Rehabil 1948;29 : 263-73

15. Lutz GE, Palmitier RA, An K-N, et al: Comparison of tibiofemoral joint forces during open-kinetic-chain and closed-kinetic-chain exercises. J Bone Joint Surg 1993;75A:732-9

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก การวัดกำลังกล้ามเนื้อด้วยเครื่อง Contrex MJ

เครื่องฝึกและวัดกำลังกล้ามเนื้อ Contrex MJ ของบริษัท Enraf-Nonius เป็นเครื่องมือที่ประกอบด้วยส่วน Mechanic และส่วน Computer ที่มี Software ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางกลศาสตร์การเคลื่อนไหวต่างๆ ข้อมูลที่ได้จากการวัดกำลังกล้ามเนื้อด้วยเครื่องมือชนิดนี้จะมีความแม่นยำและถูกต้องมากกว่าการประเมินด้วย Manual muscle test

การวัดกำลังกล้ามเนื้อประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. การอบอุ่นกล้ามเนื้อ (Warmup) และยืดกล้ามเนื้อ (Stretching) มัดที่จะทำการวัด
2. ให้ผู้ถูกทดสอบออกแรงกล้ามเนื้อมัดที่ต้องการวัด 2-3 ครั้ง เบาๆ เพื่อให้คุ้นเคยกับเครื่องวัด
3. พัก 5 นาที
4. ทำการวัดกำลังกล้ามเนื้อเป้าหมาย โดยให้ผู้ถูกทดสอบออกแรงกล้ามเนื้อต้านกับน้ำหนักที่กำหนดจากเครื่อง Contrex MJ ในขนาดที่ต่างๆ กัน ผู้ถูกทดสอบจะต้องออกแรงเคลื่อนไหวอย่างนิ่มนวล ไม่มีการกระชาก และเต็มพิสัยการเคลื่อนไหว ด้วยความถี่ประมาณ 30 ครั้ง (Repetition) ต่อนาที
5. เมื่อผู้ถูกทดสอบไม่สามารถออกแรงกล้ามเนื้อต้านแรงนั้นๆ ได้อีก ก็สิ้นสุดการวัดในแต่ละครั้ง
6. เครื่อง Contrex MJ จะคำนวณค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหรือค่า 1 RM (แรงต้านสูงสุดที่ผู้ถูกทดสอบจะออกแรงกล้ามเนื้อต้านได้เพียงครั้งเดียว) จากจำนวนครั้งที่ผู้ถูกทดสอบทำได้เมื่อให้ออกแรงต้านน้ำหนักแต่ละขนาด โดยวิเคราะห์จากกราฟ
7. ทำขั้นตอนที่ 3-5 ซ้ำ อีก 2 ครั้ง และหาค่าความแข็งแรงที่มากที่สุดใน 3 ครั้งนั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข การฝึกกำลังกล้ามเนื้อด้วยวิธีของ De Lorme

การฝึกกำลังกล้ามเนื้อ (Muscle strength) ด้วยวิธีของ De Lorme เป็นวิธีออกกำลังกล้ามเนื้อแบบที่มีการเคลื่อนไหวข้อ หรือ Isotonic exercise และค่อยๆ เพิ่มแรงต้านมากขึ้น โดยประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

8. การอบอุ่นกล้ามเนื้อ (Warmup) และยืดกล้ามเนื้อ (Stretching) ก่อนออกกำลัง

9. การกำหนดน้ำหนักหรือแรงต้าน 10 RM

   น้ำหนักหรือแรงต้าน 10 RM (Repetition Maximum) หมายถึง น้ำหนักหรือแรงต้านสูงสุดที่ผู้ออกกำลังสามารถยกได้เพียง 10 ครั้ง ซึ่งอาจได้จากการถามประวัติน้ำหนักที่เคยออกกำลังมาก่อน หรือให้ผู้ออกกำลังกายลองยกน้ำหนักจากน้อยไปมาก

10. การกำหนดจำนวนครั้งใน 1 set และจำนวน set

    โดยทั่วไปจะออกกำลัง 3 set ต่อมัดกล้ามเนื้อ และ 1 set จะประกอบด้วย 10 ครั้ง จะทำการพักไม่เกิน 2 นาทีระหว่าง set

11. น้ำหนักและแรงต้านในแต่ละ set

    Set แรกใช้น้ำหนักหรือแรงต้านเท่ากับ 50% ของน้ำหนัก 10 RM

    Set ที่สองใช้น้ำหนักหรือแรงต้านเท่ากับ 75% ของน้ำหนัก 10 RM

    Set ที่สามใช้น้ำหนักหรือแรงต้านเท่ากับ 100% ของน้ำหนัก 10 RM

12. ลักษณะของการออกกำลัง

    ออกกำลังโดยให้ข้อเคลื่อนไหวช้าๆ ไม่มีการกระตุกหรือกระชาก และเคลื่อนไหวเต็มพิสัย (range of motion)

13. ความบ่อยของการออกกำลัง

    จะทำการออกกำลังกาย 4 วันใน 1 สัปดาห์ โดยให้มีช่วงพักของกล้ามเนื้อที่ออกกำลังอย่างน้อย 24 ชั่วโมง

14. การเพิ่มน้ำหนักหรือแรงต้าน

    เมื่อกล้ามเนื้อมีการพัฒนาความแข็งแรงมากขึ้น ให้หาน้ำหนักหรือแรงต้าน 10 RM ใหม่ ทุก 2 สัปดาห์ และทำตามขั้นตอนที่ 3-6 ซ้ำ

15. ระยะเวลาในการฝึกออกกำลัง

    ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้ระยะเวลา 12 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค รายการวัสดุสำหรับการสร้างเครื่องออกกำลังกายแบบ Closed kinetic chain

ลำดับ	รายการวัสดุ	จำนวน	ราคา
1	เหล็กเลท์เกรด (กล่องไม้ขีด) ขนาด 2.5 " 1x1/4	1 เส้น	240.-
2	ท่อคดขวด ∅ 1" (แป๊บดำ)	1 เส้น	260.-
3	ท่อคดขวด ∅ 1" x 1/16" (3 ม.)	1 ท่อน	150.-
4	สปริงอัด ∅ ภายใน 1 นิ้ว เส้นลวดขนาด 1/8"	2 ท่อน	140.-
5	เหล็กกล่องไม้ขีด 6" 1x1/2	1 เส้น	600.-
6	เหล็กเพลาขาว ∅ 1 " ยาว 3 เมตร	1 เส้น	120.-
7	เหล็กเส้นแบน กว้าง 1.1/2 " หนา ¼ "	1 เส้น	140.-
8	สกรู ∅ 3/8" x 2" เกลียวตลอด	10 ตัว	140.-
9	ไม้อัดขนาด 10 มม.	1 แผ่น	450.-
10	ฟองน้ำรองเบาะ	1 แผ่น	300.-
11	หนังเทียมหุ้มเบาะ	1 ผืน	240.-
12	ลวดเชื่อมโลหะ	1 ห่อ	150.-
13	น๊อตและสกรู ∅ ½ x 3" เกลียวตลอด	10 ชุด	140.-
14	เหล็กฉาก 1" x 1" x 1/16"	1 เส้น	200.-
15	WEIGHT นน. 20 กก.	1 ชุด	800.-
	รวม		4,070.-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติโดยย่อของผู้ทำวิจัยและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชื่อและนามสกุล ผศ.นพ.จักรกริช กล้าผจญ

สังกัด ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตำแหน่งและวุฒิสูงสุด M.D., Ceritification of Proficiency in PM&R

งานวิจัย

1. **Klaphajone J**, Tanmukayakul P. Electromyographic analysis of abdominal muscles during the performance of various sit-up exercises. J Sport Med Ass Thailand 2003;7:11-9
2. **Klaphajone J**, Kovindha A. Physiological response of heart rate to bench stepping exercise in persons with low to moderate physical fitness. J Thai Rehabil 1997;7 (2):72-8
3. Tanmukayakul P, **Klaphajone J**. The effect of seat height on maximal oxygen uptake (VO2max) during bicycle ergometer work. J Thai Rehabil 2000;10(1):37-41
4. Tungsakulwattana S, Sanguanwan K, Sinthuboon P, **Klaphajone J**. ความพึงพอใจของผู้พิการต่อการใช้ล้อเข็น. จุลสารฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์ 2544;2:35-9
5. **Klaphajone J**, Sriplakit S, Kitisomprayoonkul W. Botulinum-A toxin injection for treating detrusor hyperreflexia in patients with spinal cord lesions. (Being submitted for Archives of PM&R)
6. พัชราภรณ์ สินธุบุญ, ณรงค์รัตน์ มูลสวัสดิ์, **จักรกริช กล้าผจญ**. การศึกษานำร่องเปรียบเทียบผลการรักษาโรค Myofascial Pain Syndrome ด้วยอัลตราซาวนด์อย่างเดียว และอัลตราซาวนด์ร่วมกับ Transcutaneous electrical Nerve Stimulation (TENS). Chiangmai Medical Bulletin 2003;42(3suppl):47
7. อภิชนา โฆวินทะ, **จักรกริช กล้าผจญ**, วสุวัฒน์ กิติสมประยูรกุล, สุจิตรา หุ่นดี. การศึกษาเปรียบเทียบการเรียนด้วยตนเองในกระบวนวิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู (นำเสนอในการประชุมวิชาการวันมหิดล ครั้งที่ 26 ประจำปี 2545)
8. **จักรกริช กล้าผจญ**, ไมตรี สุวรรณสิทธิ์, สมศักดิ์ สุขโต, วิลาศ ครุธลักษณ์, กำพล พูลทาจักร์. เครื่องออกกำลังขาและสะโพกแบบ CLOSED KINETIC. เชียงใหม่เวชสาร, ปีที่ 40 ฉบับที่ 3 (เสริม) กันยายน 2544; 68
9. **จักรกริช กล้าผจญ**, วสุวัฒน์ กิตติสมประยูรกุล, อภิชนา โฆวินทะ. แบบประเมินความเจ็บปวด Short-form McGill Pain Questionnaire ฉบับภาษาไทย. J Thai Rehabil

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2004;14(3),:83-93 (ได้รับรางวัลดี ประเภทการวิจัยทางคลินิก จากการนำเสนอในการประชุมวิชาการวันมหิดล ครั้งที่ 27 ประจำปี 2546)

10. **จักรกริช กล้าผจญ**, วสุวัฒน์ กิตติสมประยูรกุล, กำพล พูลทาจักร์. ปัจจัยที่มีผลต่อการชำรุดของขาเทียมใต้เข่าชนิดแกนใน (Endoskeletal BK Prosthesis) (นำเสนอในการประชุมวิชาการวันมหิดล ครั้งที่ 27 ประจำปี 2546)
11. **จักรกริช กล้าผจญ**, วิลาศ ครุฑลักษณ์. แบบจำลองเพื่อฝึก Myofascial Taut Band Palpation And Injection. (นำเสนอในการประชุมวิชาการราชวิทยาลัยแพทย์เวชศาสตร์ฟื้นฟูแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ.2546)
12. อุทัยวรรณ เล็กยิ่งยง, **จักรกริช กล้าผจญ**. การเปรียบเทียบแรงบิดสูงสุดที่ดีที่สุดและแรงบิดสูงสุดเฉลี่ยของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าและกล้ามเนื้องอเข่า เมื่อทดสอบด้วยเครื่องวัดกำลังกล้ามเนื้อแบบไอโซไคเนติก (นำเสนอในการประชุมราชวิทยาลัยแพทย์เวชศาสตร์ฟื้นฟู ปี พ.ศ.2547)

ชื่อและนามสกุล ผศ.ดร.จงจินตน์ รัตนาภินันท์ชัย

สังกัด ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตำแหน่งและวุฒิสูงสุด Ph.D. (Physiotherapy)

งานวิจัย

1. Barker, TM., Kirtley CJ., **Ratanapinunchai J**. Calculation of Multi-segment rigid body joint dynamics using MATLAB, Technical note. *Proc Instn Mech Engrs*, 211 Part H, 1997: 483-87
2. **Ratanapinunchai J**, Silsupadol P. (2000) Relationship between muscle strength and self-selected throwing styles of young children: Pre and post demonstration of the mature pattern. Poster presentation in 5th Biennial Motor Control and Human Skill Research Workshop, Gold Coast, Queensland, Australia
3. **จงจินตน์ รัตนาภินันท์ชัย**, สุดารัตน์ จันทร์เพ็ญ. การโน้มตัวไปด้านหน้ากับน้ำหนักที่ตกลงบนขาแต่ละข้างในผู้ป่วยอัมพาตครึ่งซีก. เชียงใหม่เวชสาร ปีที่ 38 ฉบับที่ 3 (เสริม): 50
4. **จงจินตน์ รัตนาภินันท์ชัย**. ความปรวนแปรของการวัดภาวะเกร็งของกล้ามเนื้อ (Spasticity) ซ้ำด้วยวิธี Pendulum test. วารสารกายภาพบำบัด ปีที่ 22 ฉบับที่ 3, 2543

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved