

วิจารณ์ผลการวิจัย

วัตถุประสงค์หลักของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อหาค่าความแตกต่างของมุมควอด ไดร้เซ็ปส์ที่เกิดจากโปรแกรมการออกกำลังกายแบบ โอเพ่นกินเนติกเซน และ โคลสกินเนติกเซน และเพื่อศึกษาอัตราการเปลี่ยนแปลงของมุมควอด ไดร้เซ็ปส์ในช่วงของการทดลอง และภายหลังการทดลอง โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 10 คน ทำการทดลองระยะเวลาทั้งหมด 6 สัปดาห์ๆ ละ 3 วัน ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้วิจารณ์ผลการวิจัยดังนี้

ในการใช้การออกกำลังกายเพื่อรักษาภาวะความผิดปกติของข้อเข่าในหลายๆภาวะ มีการใช้โปรแกรมการออกกำลังกายแบบ โอเพ่นกินเนติกเซน และ โคลสกินเนติกเซน การประสานงานกันของกล้ามเนื้อแต่ละมัดของกล้ามเนื้อควอด ไดร้เซ็ปส์มีความสำคัญในการคงความมั่นคง และกระจายแรงได้อย่างมีประสิทธิภาพในส่วนของข้อต่อ tibiofemoral และ patellofemoral joint ผลการวิจัยพบว่าค่าที่ได้มุมควอด ไดร้เซ็ปส์ของ โปรแกรมการออกกำลังกายแบบ โอเพ่นกินเนติกเซน และ โคลสกินเนติกเซน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางที่ 8) แต่จะสังเกตได้จาก ตารางอัตราการเปลี่ยนแปลงของมุมควอด ไดร้เซ็ปส์ (ตารางที่ 9) ในกลุ่มควบคุมจะมีการเปลี่ยนแปลงของค่ามุมควอด ไดร้เซ็ปส์เพียงเล็กน้อย เนื่องจากไม่ได้รับ โปรแกรมการออกกำลังกาย สอดคล้องกับ Bowerman and Freeman (1991) กล่าวไว้ว่า ถ้านักกีฬาที่ใช้ในการฝึกเหมาะสมกับสภาพของบุคคล และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการฝึก จะทำให้ร่างกายมีการปรับตัวเพิ่มขึ้น แต่ถ้าใช้นักกีฬาในการฝึกน้อยเกินไป จะทำให้ผลของการฝึกเกิดขึ้นน้อย และถ้าใช้ความหนักในการฝึกมากเกินไป จะไม่ทำให้เกิดผลของการฝึกและระดับของสมรรถภาพของร่างกายอาจจะลดลง เพราะเป็นการฝึกซ้อมที่หนักเกินไป (over training) ซึ่งในกลุ่มควบคุมไม่ได้รับการฝึกยกน้ำหนักจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงใดๆ เลยทำให้ไม่เกิดความแตกต่างเกิดขึ้นในกลุ่มควบคุม ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น นอกจากนี้ เจริญ (2541) ยังกล่าวไว้ด้วยว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะใช้เครื่องฝึกกล้ามเนื้อเฉพาะส่วน (weight machine) คัมเบล บาร์เบล น้ำหนักตัวของบุคคลนั้น สปริง หรือ ยางยืด เป็นต้น ซึ่งในกลุ่มควบคุม ไม่ได้รับการฝึกยกน้ำหนักตาม โปรแกรมจึงทำให้กลุ่มควบคุมไม่มีความเปลี่ยนแปลง ตลอดช่วงสัปดาห์ที่ 3 และสัปดาห์ 6

ส่วนของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีการลดลงของค่ามุมควอด ไดร้เซ็ปส์ของ โปรแกรมการออกกำลังกายแบบ โคลสกินเนติกเซน มากกว่าโปรแกรมการออกกำลังกายแบบ

โอเพ่นคิเนติกเซนเล็กน้อยในช่วงภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 6 ทั้งนี้ เนื่องมาจากมุมควอดไตร์เซ็ปส์เป็นผลจากแรงดึงของกล้ามเนื้อควอดไตร์เซ็ปส์ที่กระทำต่อกระดูกสะบ้า โดยผ่านแนวของเอ็นยึดกระดูกสะบ้า (patellar ligament) โดยปกติแล้วตัวของกระดูกสะบ้าจะเคลื่อนออกทางด้านนอก (lateral displacement) เนื่องจากผิวข้อทางด้านนอกของข้อเข้าจะตื้นกว่าทางด้านใน ทำให้ค่าของมุมควอดไตร์เซ็ปส์เพิ่มขึ้น อาจทำให้แนวการดึงของกล้ามเนื้อควอดไตร์เซ็ปส์ต่อกระดูกสะบ้าเปลี่ยนไป โปรแกรมการออกกำลังกายแบบโอเพ่นคิเนติกเซน และ โคลสคิเนติกเซนจะทำให้กล้ามเนื้อควอดไตร์เซ็ปส์มีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น ดังที่ ชูศักดิ์ และกันยา (2536) กล่าวไว้ว่า เมื่อมีการออกกำลังกายซ้ำๆ กันเรียกว่า repeated หรือ chronic exercise หรือเรียกอีกอย่างว่าการฝึก (training) จะทำให้ร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงของการตอบสนองเช่นเดียวกับการฝึกด้วยน้ำหนัก ร่างกายย่อมมีการปรับตัว (adaptation) ต่อแรงต้านทานที่ได้รับ จึงสามารถบอกได้ว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นจากการฝึกความแข็งแรงในระยะแรกเป็นผลเนื่องมาจากการปรับตัวทางระบบประสาท (neurological factor) ซึ่งเป็นการเรียนรู้ของระบบประสาทยนต์ (motor learning) ทำให้มีการระดมเส้นใยกล้ามเนื้อมาทำงานมากขึ้น โยงระบบประสาทมีการปรับตัวเกิดขึ้นภายหลังการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงซึ่งทำให้มีการยับยั้งการทำงานของกล้ามเนื้อกลุ่มตรงข้ามกับการเคลื่อนไหว (antagonist muscle) ขึ้นทำงานร่วมกับกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกแรง (synergist) เพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับ Aaberg (1999) ได้รายงานว่า ในช่วงเวลาของการฝึกสัปดาห์ที่ 1 – 3 ร่างกายจะมีการปรับตัวของระบบประสาทมากกว่ากล้ามเนื้อ สัปดาห์ที่ 4 – 5 ร่างกายจะมีการปรับตัวของระบบกล้ามเนื้อให้มีความอดทนและเพิ่มขนาดของเส้นใย (muscle hypertrophy) มากขึ้น สัปดาห์ที่ 6 – 7 ร่างกายจะมีการปรับตัวของระบบกล้ามเนื้อให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการพัฒนาแต่ในส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควอดไตร์เซ็ปส์

นอกจากนี้การศึกษาผลของแรงที่ทำให้ค่าของมุมควอดไตร์เซ็ปส์มีการเปลี่ยนแปลงโดย Schulthies *et al.* (1995) ได้ทำการศึกษาพบว่าแนวแรงลัพธ์ของกล้ามเนื้อควอดไตร์เซ็ปส์กับแนวเส้นสมมุติเส้นที่ 1 ที่ลากจาก ปุ่มกระดูกด้านหน้าของกระดูกเชิงกราน ไปที่กึ่งกลางของกระดูกสะบ้า นั้น ทับกันพอดีเหมือนเส้นเดียวกัน และยังพบว่าหากกล้ามเนื้อควอดไตร์เซ็ปส์ มีความแข็งแรงมากขึ้น แรงลัพธ์ที่ดึงกระดูกสะบ้าที่ออกไปทางด้านนอกก็จะลดลง สอดคล้องกับ Guerra *et al.* (1994) กล่าวว่าเมื่อกล้ามเนื้อควอดไตร์เซ็ปส์มีการผ่อนคลายหรืออ่อนแรงของกล้ามเนื้อควอดไตร์เซ็ปส์ จะทำให้ค่าของมุมควอดไตร์เซ็ปส์เพิ่มขึ้น ผลการวิจัยในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าเมื่อมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควอดไตร์เซ็ปส์เพิ่มขึ้น มุมควอดไตร์เซ็ปส์ที่วัดได้จะมีขนาดลดลง ดังนั้น มุมควอดไตร์เซ็ปส์จึงเป็นตัวสะท้อนแรงดึงของกล้ามเนื้อควอดไตร์เซ็ปส์อีกด้วย กล่าวคือ

ถ้ามุมควอดไคร์เซ็ปส์เพิ่มขึ้น ค่า bowstringing force ก็จะมีค่ามากไปด้วย ถ้าเป็นเช่นนั้น โอกาสที่กระดูกสะบ้าจะถูกดึงให้เคลื่อนหลุดออกไปทางด้านนอกของ intercondylar groove ของกระดูกฟีเมอร์ก็เป็นไปได้สูง ดังนั้นการที่กล้ามเนื้อควอดไคร์เซ็ปส์มีความแข็งแรงมากขึ้นก็จะทำให้แรงรวมที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อควอดไคร์เซ็ปส์ และความตึงตัวของกล้ามเนื้อควอดไคร์เซ็ปส์เพิ่มมากขึ้นทำให้ค่า bowstringing force ลดลง ทำให้ขนาดของมุมควอดไคร์เซ็ปส์ลดลงตามไปด้วย (ภาพที่ 6)

การที่ขนาดของมุมควอดไคร์เซ็ปส์ที่วัดได้ลดลงเป็นผลเนื่องมาจากการที่กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงมากขึ้น จากการทำการทดลองในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการที่จะทำการฟื้นฟูสภาพของข้อเข่า โดยใช้โปรแกรมการออกกำลังกายแบบโอเพ่นคิเนติกเซน จะสามารถลดขนาดของมุมควอดไคร์เซ็ปส์ได้ในระดับหนึ่ง แต่การใช้โปรแกรมการออกกำลังกายแบบโคลสคิเนติกเซน จะสามารถลดค่ามุมควอดไคร์เซ็ปส์ได้มากกว่าเล็กน้อย สอดคล้องกับ Stiene *et al.* (1996) ที่กล่าวว่าการออกกำลังกายแบบโคลสคิเนติกเซน เชื่อว่ามีความเหมาะสมมากกว่าในการฟื้นฟูสภาพร่างกายส่วนล่าง (lower extremity) เนื่องจากลักษณะการทำงานของ การออกกำลังกาย ได้แก่ สามารถออกแรงเคลื่อนไหวได้พร้อมกันหลายข้อต่อ และยังสามารถเพิ่มความสามารถในการรับรู้การเคลื่อนไหว (proprioceptors) ในข้อต่อต่างๆ ดังนั้นโปรแกรมการออกกำลังกายแบบโคลสคิเนติกเซน น่าจะมีประสิทธิภาพในการลดขนาดของค่ามุมควอดไคร์เซ็ปส์ได้ดีกว่า โปรแกรมการออกกำลังกายแบบโอเพ่นคิเนติกเซน เหตุผลที่ทำให้โปรแกรมการออกกำลังกายแบบโคลสคิเนติกเซน สามารถลดค่ามุมควอดไคร์เซ็ปส์ ได้มากกว่าโปรแกรมการออกกำลังกายแบบโอเพ่นคิเนติกเซน อีกประการหนึ่งคือ อัตราส่วนระหว่างกล้ามเนื้อควอดไคร์เซ็ปส์ และกล้ามเนื้อแฮมสทริงของคนปกติจะอยู่ในช่วง 3 ต่อ 2 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ คือ 60 ต่อ 40 เปอร์เซ็นต์ (Heyward, 2002) ในขณะที่ผู้วิจัยได้ทำการเก็บผลจากการทดลองในครั้งนี้ ได้ค่าอัตราส่วนจากการทดลองของทั้ง 3 กลุ่มตัวอย่าง ตลอดช่วงการทดลอง 6 สัปดาห์ (ตารางที่ 16) จะเห็นได้ว่า อัตราส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควอดไคร์เซ็ปส์ และแฮมสทริง ของกลุ่มที่ใช้โปรแกรมการออกกำลังกายแบบโคลสคิเนติกเซนจะมีการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนเพิ่มขึ้นตลอดช่วงของการทดลองซึ่งแตกต่างจากกลุ่มที่ใช้โปรแกรมการออกกำลังกายแบบโอเพ่นคิเนติกเซน อย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นการลดลงของมุมควอดไคร์เซ็ปส์ น่าจะเป็นผลจากอัตราส่วนที่เหมาะสมของความแข็งแรงระหว่างกล้ามเนื้อควอดไคร์เซ็ปส์ และแฮมสทริง

ในส่วนของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบโคลสคิเนติกเช่นก้ามเนื้อที่ทำงานจะประกอบก้ามเนื้อทั้งในส่วน (agonist muscle) คือ ก้ามเนื้อควอดไคร์เซ็ปส์ และในส่วนของ (antagonist muscle) คือ ก้ามเนื้อกลูเทียส (gluteus) , แฮมสทริง (hamstring) , แก๊สทรักนิเมียส (gastrocnemius) สอดคล้องกับ Stensdotter *et al.* (2003) กล่าวว่าประสิทธิภาพของการออกกำลังกายแบบโอเพ่นคิเนติกเซน และ โคลสคิเนติกเซนในการเพิ่มความแข็งแรงและการควบคุมก้ามเนื้อเข้า โดยทั่วไปการออกกำลังกายแบบโอเพ่นคิเนติกเซนเป็นการเคลื่อนไหวของข้อต่อเพียงข้อเดียว และร่างกายส่วนปลายสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระโดยไม่มีการลงน้ำหนัก ซึ่งตรงข้ามกับการออกกำลังกายแบบโคลสคิเนติกเซน ที่มีการเคลื่อนไหวของข้อต่อหลายๆข้อร่วมกับการลงน้ำหนักหรือร่างกายส่วนปลายถูกยึดไว้ ถึงแม้ว่า ผลการออกกำลังกายทั้ง 2 แบบจะคล้ายกัน แต่ว่าการออกกำลังกายแบบโคลสคิเนติกเซน มีผลเพิ่มความแข็งแรงและสมรรถภาพได้ดีกว่า ซึ่งการเลือกใช้การออกกำลังกายแต่ละแบบนั้น ขึ้นอยู่กับสมมติฐานที่ว่า การออกกำลังกายในแต่ละแบบมีความแตกต่างกันทางสรีรและการใช้การออกกำลังกายแบบใดแบบหนึ่งก็จะส่งเสริมการทำงานเฉพาะอย่าง เหตุผลที่อ้างว่า การออกกำลังกายแบบโคลสคิเนติกเซนมีผลเพิ่มสมรรถภาพการทำงานได้ดีกว่าคือ เนื่องจากลักษณะการเคลื่อนไหวแบบโคลสคิเนติกเซน จะกระตุ้นการทำงานของก้ามเนื้อขาในการทำกิจกรรมประจำวันต่างๆ และมีความแตกต่างของ proprioceptive feedback ระหว่างการออกกำลังกายแบบโอเพ่นคิเนติกเซน และ โคลสคิเนติกเซน เนื่องจากแรงกดจากมวลร่างกายในท่าโคลสคิเนติกเซน และแรงดันจากไตฝ่าเท้า ยังมีผลดีของการออกกำลังกายแบบโคลสคิเนติกเซน ก่อให้เกิดแรงเฉือน (shear force) ที่น้อย ระหว่างผิวสัมผัสของ tibiofemoral joint จากการหกดตัวของก้ามเนื้อที่สัมพันธ์กันของก้ามเนื้อแฮมสทริง ซึ่งมีผลบดล้างของแรงเฉือน ที่เกิดทางผิวด้านหน้าของกระดูกที่เบียดที่สร้างจากก้ามเนื้อควอดไคร์เซ็ปส์ จากเหตุผลเหล่านี้ดูเหมือนว่า การออกกำลังกายแบบโคลสคิเนติกเซน ทำให้เกิดความตึงเครียดต่อข้อเข่าน้อยกว่า สุดท้ายความสัมพันธ์ระหว่าง patellofemoral joint force และหน้าผืนผิวสัมผัส (contact area) จะแตกต่างกัน โดยในโคลสคิเนติกเซน เช่น squattting นั้น เมื่อมีการงอเขามากขึ้น ค่ากำลังกดคั้น (compressive force) จะเพิ่มขึ้นเนื่องจาก แรงบิด (torque) ที่สร้างจากคานระหว่างข้อเข่าและจุดศูนย์กลางของมวลร่างกายมีค่ามากขึ้น เมื่อมีการเคลื่อนไหวไปด้านหลังแกนของข้อต่อ อย่างไรก็ตามค่ากำลังกดคั้นที่เพิ่มขึ้นจะถูกกระจายไปโดยการเพิ่มของหน้าผืนผิวสัมผัส ระหว่างกระดูก สะบ้า และพีเมอร์ในทางตรงข้าม การออกกำลังกายแบบโอเพ่นคิเนติกเซน นั้นความตึงเครียดข้อต่อจะเพิ่มขึ้นเมื่องอเข่าจาก 90 องศาไปจนถึงเหยียดเข่าสุด ซึ่งเป็นผลจากแรงบิด ที่เพิ่มขึ้นจากการเพิ่มความยาวของคานจากจุดศูนย์กลางของมวลร่างกายและการลงน้ำหนักรอบๆ ข้อเท้า

ผลจากการวิจัย แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มความแข็งของกล้ามเนื้อคออดไคร์เซ็ปส์ด้วยการออกกำลังกายแบบโอเพ่นคิเนติกเซนจะสามารถลดขนาดของมูมคออดไคร์เซ็ปส์ได้ แต่การออกกำลังกายแบบโคลสคิเนติกเซนจะสามารถลดค่ามูมคออดไคร์เซ็ปส์ได้มากกว่าเนื่องจากสามารถรักษาอัตราส่วนระหว่างกล้ามเนื้อคออดไคร์เซ็ปส์ และเอ็นสทริงได้ดีกว่า การเลือกใช้การโปรแกรมการออกกำลังกายในแต่ละแบบมีความแตกต่างกันทางด้านสรีรวิทยา และการใช้การออกกำลังกายแบบใดแบบหนึ่งก็จะส่งเสริมการทำงานเฉพาะอย่าง ดังนั้นจากการศึกษาครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า การออกกำลังกายแบบโคลสคิเนติกเซนมีประสิทธิภาพในการลดขนาดมูมคออดไคร์เซ็ปส์ ได้ดีกว่าการออกกำลังกายแบบ โอเพ่นคิเนติกเซน