

โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ของ ตา ไต ระบบประสาท และที่สำคัญคือทำให้ลดปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจ และหลอดเลือดได้ ทั้งนี้มีงานวิจัยที่สนับสนุนงานวิจัยนี้ ซึ่งรายงานว่า การออกกำลังกายที่ความหนักระดับ ปานกลางเป็นประจำ มีผลลดภาวะเครียดจากออกซิเดชันและเพิ่มการต้านภาวะเครียดจากออกซิเดชัน โดยมีระดับ MDA ลดลง และ GSH, GSH/GSSG ratio เพิ่มขึ้น (3, 27, 28)

การที่กล้ามเนื้อโครงร่างมีภาวะดื้อต่อฮอร์โมนอินซูลิน นับเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิด โรคเบาหวานประเภท 2 ที่อาจอธิบายด้วยกลไกของการเพิ่มการทำงานของ inhibitor κ B ($I\kappa$ B) / nuclear factor κ B ($NF\kappa$ B) pathway (26, 63) อันเป็นโมเลกุลในกระบวนการอักเสบ (โดย $NF\kappa$ B เป็น transcription factors ที่ควบคุมการสร้าง proinflammatory genes ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของผู้ป่วย โรคเบาหวานประเภท 2 เป็นผู้มีภาวะอักเสบเรื้อรัง (chronic inflammation) (16,19,53) ที่พบว่ามี cytokines เช่น $TNF\alpha$ และ IL-6 อยู่ในระดับสูง ซึ่ง cytokines เหล่านี้สามารถกระตุ้น $I\kappa$ B/ $NF\kappa$ B pathway ได้ แต่ยังไม่มีการอธิบายที่ชัดเจนถึงกลไกของ การเพิ่มการทำงานของ inhibitor κ B ($I\kappa$ B) / nuclear factor κ B ($NF\kappa$ B) pathway ที่มีผลเพิ่มภาวะดื้อต่อฮอร์โมนอินซูลิน ทั้งนี้ได้รับการยืนยันจาก งานวิจัย ของศิริวิจิตรกมลและคณะ ในปี 2006 ที่รายงานว่า ผู้ป่วยโรคเบาหวานประเภท 2 มีการทำงานมากเกินไปของ inhibitor κ B ($I\kappa$ B) หรือ nuclear factor κ B ($NF\kappa$ B) axis โดยอาจอธิบายได้ด้วยสองกลไก คือ กลไกจากภายในคือ จากการถูกกระตุ้นจากโมเลกุลของกระบวนการอักเสบ เช่น metabolites of triglycerides and fatty acids (ได้แก่ fatty acyl CoAs, diacylglycerol, and ceramides) ไม่ใช่ถูกกระตุ้น โดยตรงจาก triglycerides และกลไกจากภายนอก เช่นการถูกกระตุ้นจาก reactive oxygen species (15, 18, 47), และ reactive oxygen species generation ที่ถูกเหนี่ยวนำจากการมีภาวะน้ำตาลในเลือดสูง นอกจากนี้งานวิจัยของ ศิริวิจิตรกมลและคณะ ยังพบว่าหลังจากอาสาสมัครสุขภาพปกติฝึกออกกำลังกาย เป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยการปั่นจักรยานแบบค่อยๆเพิ่มความหนักเป็น 70% of $\dot{V}O_{2peak}$ เป็นเวลา 45 นาที และทำเป็นจำนวน 4 ครั้งต่อสัปดาห์ มีการลดลงของ activity of the inhibitor κ B ($I\kappa$ B) / nuclear factor κ B ($NF\kappa$ B) pathway พร้อมกับมีการเพิ่มความไวของกล้ามเนื้อโครงร่างต่อฮอร์โมนอินซูลิน แต่ไม่ได้พบว่าการฝึกออกกำลังกายมีผลต่อปฏิกิริยาทางเคมี ที่เกิดจากการทำงานของฮอร์โมนอินซูลิน อย่างไรก็ตามแม้งานวิจัยนี้จะไม่มีการตรวจวัดตัวแปรที่อธิบายกลไกต่างๆข้างต้น เช่น activity of the $I\kappa$ B/ $NF\kappa$ B axis และไม่พบการเพิ่มขึ้นของความไวของเนื้อเยื่อต่อฮอร์โมนอินซูลิน แต่จากการที่พบว่ามี น้ำตาล HbA_{1c} ลดลง ภาวะเครียดจากออกซิเดชันลดลง ภาวะต้านต่อการเกิดภาวะเครียดจากออกซิเดชัน เพิ่มขึ้น และ hs CRP ลดลงสู่ค่าที่แสดงถึงการมีภาวะอักเสบต่ำ (≤ 5 มก/ล) โดยในงานวิจัยนี้ หลังจาก ฝึกออกกำลังกาย hs CRP มีค่า 4.8 มก/ล น่าจะบ่งบอกถึงแนวโน้มของการมีผลลดความเสี่ยงต่อการเกิด โรคแทรกซ้อนต่างๆ เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด ที่เกิดจากการเป็นโรคเบาหวานได้

ทั้งนี้วิธีการที่งานวิจัยนี้ใช้ในการวัดความไวของเนื้อเยื่อต่อฮอร์โมนอินซูลิน คือ HOMA-IR นั้น มีความแม่นยำในการตรวจวัดได้ใกล้เคียงกับวิธีมาตรฐาน คือ hyperinsulinemic euglycemic clamp ($r = 0.88$) (44) จึงมีความน่าเชื่อถือในผลของความไวของเนื้อเยื่อต่อฮอร์โมนอินซูลินในงานวิจัยนี้ ซึ่งพบว่า

อาสาสมัครมีภาวะดื้อของเนื้อเยื่อต่อฮอร์โมนอินซูลินมากกว่าปกติ แต่ไม่ได้รับผลจากการฝึกออกกำลังกายโดยการแกว่งแขน แม้ว่าการแกว่งแขนจะมีผลลดระดับ HbA_{1c} ก็ตาม ซึ่งค้านกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่พบว่า การฝึกออกกำลังกายช่วยเพิ่มความไวของเนื้อเยื่อต่อฮอร์โมนอินซูลินทั้งในคนปกติ (2, 32, 39, 46, 57, 64, 49) และในผู้ป่วยเบาหวาน (6, 7, 9, 17, 34, 48) แต่ความขัดแย้งอาจเกิดจากอายุของอาสาสมัคร เพราะงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นส่วนมากเป็นอาสาสมัครที่มีอายุในช่วง 20-40 ปี ซึ่งน้อยกว่าอายุของอาสาสมัครของงานวิจัยนี้ ซึ่งยืนยันโดยงานวิจัยก่อนหน้านี้ ที่ศึกษาผลของอายุต่อผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่มีต่อความไวของเนื้อเยื่อต่อฮอร์โมนอินซูลิน โดยให้อาสาสมัครอายุ 21-87 ปี ออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยานอยู่กับที่ที่ระดับความหนัก 70% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดเป็นเวลา 20 นาที 3 ครั้ง/สัปดาห์ แล้วค่อยๆ เพิ่มระดับความหนักเป็น 80% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 40 นาที 4 ครั้ง/สัปดาห์ รวมเวลาทั้งหมด 16 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่าอาสาสมัครที่มีอายุ 20-40 ปี มีความไวของเนื้อเยื่อต่อฮอร์โมนอินซูลินเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับที่พบได้ในงานวิจัยอื่นที่ทำในอาสาสมัครที่ยังอายุน้อย แต่อาสาสมัครที่มีอายุ 40 ปีขึ้นไป ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของความไวของเนื้อเยื่อต่อฮอร์โมนอินซูลิน ดังนั้นเหตุผลที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของความไวของเนื้อเยื่อต่อฮอร์โมนอินซูลินนั้น อาจเนื่องมาจากในผู้สูงอายุจะมีการเปลี่ยนแปลงของความไวของเนื้อเยื่อต่อฮอร์โมนอินซูลินน้อยกว่าวัยหนุ่มสาว เหตุผลอีกประการหนึ่งคือผลของการออกกำลังกายต่อความไวของเนื้อเยื่อต่อฮอร์โมนอินซูลินคงอยู่ในระยะสั้น (14-17 ชั่วโมง) ซึ่งในงานวิจัยนี้ ระยะเวลาหลังจากออกกำลังกายครั้งสุดท้าย กับการตรวจวัดฮอร์โมนอินซูลินนั้นอาจยาวเกินไปคือมากกว่า 24 ชั่วโมง จึงอาจทำให้ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของความไวของเนื้อเยื่อต่อฮอร์โมนอินซูลินดังกล่าว (14) นอกจากนี้การไม่พบการเปลี่ยนแปลงของความไวของเนื้อเยื่อต่อฮอร์โมนอินซูลิน อาจเกิดมาจากความหลากหลายทางพันธุกรรม (polymorphism) ของโมเลกุลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความไวของเนื้อเยื่อต่อฮอร์โมนอินซูลิน โดยมีงานวิจัยที่พบว่า ความหลากหลายทางพันธุกรรมของ peroxisome proliferation-activated receptor-gamma2 (PPAR-gamma2) Pro12Ala (51) หรือ ของ CRP (50) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความไวของเนื้อเยื่อต่อฮอร์โมนอินซูลินจากผลของการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิก ทั้งนี้งานวิจัยนี้ไม่ได้ตรวจหาความหลากหลายทางพันธุกรรมของ PPAR-gamma2 หรือ ของ CRP ดังนั้นจึงอาจเป็นไปได้ที่ความหลากหลายทางพันธุกรรมของโมเลกุลดังกล่าว จะเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ไม่พบการเปลี่ยนแปลงความไวของเนื้อเยื่อต่อฮอร์โมนอินซูลิน

นอกจากนี้จากผลการวิจัยนี้ที่พบว่า การฝึกออกกำลังกายโดยการแกว่งแขน ไม่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจและความดันเลือดในขณะพัก ดัชนีมวลกาย ปริมาณไขมันในร่างกาย ระดับไขมันในเลือด และ เส้นรอบเอว อาจเนื่องมาจากความบ่อยของการฝึกแกว่งแขน ระยะเวลา หรือ ระดับความหนักที่ใช้ในการฝึกอาจไม่นานพอ เพราะการเคลื่อนไหวมีเพียงการแกว่งแขน ส่วนการออกกำลังกายส่วนอื่นเป็นการเกร็งลำตัว ขา และ เท้า อยู่กับที่ ซึ่งอาจไม่ใช้พลังงานมากพอ ที่จะทำให้มีการสลายไขมันที่มากพอจะตรวจวัดได้ เพราะในการฝึกที่มีระดับความหนัก (20) ความบ่อย และ ระยะเวลาของช่วงการฝึกที่

ไม่มากพอ จะไม่มีผลต่อมวลไขมันในร่างกาย แต่อาจไม่เหมาะสมที่จะให้อาสาสมัครซึ่งเป็นผู้สูงอายุฝึกมากกว่า 30 นาที เพราะอาจทำให้เกิดการบาดเจ็บต่อกล้ามเนื้อและข้อต่อของข้อไหล่ได้ เนื่องจากมีการเคลื่อนไหวนานเกินไป ซึ่งน่าจะทำการวิจัยหารูปแบบพัฒนาการแกว่งแขนที่น่าสนใจ เหมาะสมกับผู้ป่วยที่เป็นผู้สูงอายุ และมีประโยชน์มากขึ้นกว่านี้ เช่น มีการเคลื่อนไหวแขนในรูปแบบที่ทำให้มีความหนักเพิ่มขึ้นหรือเคลื่อนไหวขาเพิ่มเติม หรือเพิ่มน้ำหนักด้านการเคลื่อนไหวของแขน หรือ เพิ่มความบ่อยมากขึ้น เช่น อาจเพิ่มเป็น 5 ครั้งต่อสัปดาห์ หรือ ระยะเวลาเพิ่มขึ้น เช่น 9 เดือน และน่าจะมีการติดตามผลการทดลองในอาสาสมัครที่ยังทำการออกกำลังกายด้วยการแกว่งแขนอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาอย่างน้อย 6-12 เดือน

ในงานวิจัยนี้การรับประทานยาไม่น่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาล หรือ ไขมันในเลือดที่เกิดจากการฝึกออกกำลังกาย เนื่องจากอาสาสมัครถึง 79.5% ของอาสาสมัครทั้งหมดที่รับประทานยาสามารถรับประทานยาได้อย่างต่อเนื่อง (76-100% ของการรับประทานยา) และ ไม่มีการเปลี่ยนชนิดของยา นอกจากนี้อาสาสมัครรับประทานอาหารไม่ต่างกันระหว่างสองช่วงจึงไม่น่าจะมีผลของอาหารที่อาจมีต่อระดับน้ำตาล หรือ ไขมันในเลือด

สรุปผลการทดลอง

การฝึกออกกำลังกายโดยการแกว่งแขนในผู้ป่วยโรคเบาหวาน เป็นเวลาครั้งละ 30 นาที 3 ครั้ง/สัปดาห์ รวม 8 สัปดาห์ (การแกว่งแขนนับว่าเป็นการออกกำลังกายระดับปานกลาง) มีผลลดระดับน้ำตาลในเลือด (HbA_{1c}) อันเป็นผลให้ผู้ป่วยโรคเบาหวาน มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนต่างๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจและหลอดเลือดลดลง แต่การฝึกออกกำลังกายโดยการแกว่งแขนไม่มีผลต่อระดับไขมันในเลือดและความไวของเนื้อเยื่อต่ออินซูลิน อาจเนื่องจากระดับความหนัก จำนวนครั้งต่อสัปดาห์ และ ระยะเวลาของการฝึกการออกกำลังกายน้อยเกินไป

5. เอกสารอ้างอิง

1. Ahlborg, G., L. Hagenfeldt, and J. Wahren. Substrate utilisation by the inactive leg during one-leg or arm exercise. *J Appl Physiol* 39: 718-23, 1975.
2. Aldhahi, W., and O. Hamdy. Adipokines, inflammation, and the endothelium in diabetes. *Curr Diab Rep* 3: 293-8., 2003.
3. Alessio, H. M. and A. H. Goldfarb. Lipid peroxidation and scavenger enzymes during exercise: adaptive response to training. *J Appl Physiol* 64(4): 1333-1336, 1988.
4. Alessio, H. M., A. H. Goldfarb, and R. G. Cutler. MDA content increases in fast- and slow- twitch skeletal muscle with intensity of exercise in a rat. *Am J Physiol* 255 (Cell Physiol 24): C874-877, 1988.
5. American Diabetes Association: Standards of medical care in diabetes (Position Statement). *Diabetes Care* 28 :S4 –S36, 2005.
6. Association, A. D. Diabetes mellitus and exercise. Position statement. *Diabetes Care* 20: 1908-12, 1997.
7. Association, A. D. Diabetes mellitus and exercise. Position statement. *Diabetes Care* 25: S64-S68., 2002.
8. Borghouts, L. B., K. Backx, M. F. Mensink, and H. A. Keizer. Effect of training intensity on insulin sensitivity as evaluated by insulin tolerance test. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 80: 461-6., 1999.
9. Boule, N. G., E. Haddad, G. P. Kenny, G. A. Wells, and R. J. Sigal. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. *Jama* 286: 1218-27., 2001.
10. Bounds, R. G., P. W. Grandjean, B. C. O'Brien, C. Inman, and S. F. Crouse. Diet and short term plasma lipoprotein-lipid changes after exercise in trained Men. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 10: 114-27, 2000.
11. Brewler, H. B. Hypertriglyceridemia: Changes in the plasma lipoproteins associated with an increased risk of cardiovascular disease. *Am J Cardiol* 83: 3F-12F, 1999.
12. Brownlee, M. Advanced protein glycosylation in diabetes and aging. *Annu Rev Med* 46: 223-34., 1995.
13. Campbell, S. E., and M. A. Febbraio. Effect of the ovarian hormones on GLUT4 expression and contraction-stimulated glucose uptake. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 282: E1139-46., 2002.

14. Cox JH, Cortright RN, Dohm GL, Houmard JA. Effect of aging on response to exercise training in humans: skeletal muscle GLUT-4 and insulin sensitivity. *J Appl Physiol.* Jun;86(6):2019-25, 1999.
15. Dalton TP, Shertzer HG, Puga A: Regulation of gene expression by reactive oxygen. *Annu Rev Pharmacol Toxicol* 39:67–101, 1999.
16. Dandona P: The link between insulin resistance syndrome and inflammatory markers. *Endocr Pract* 9 (Suppl. 2):53–57, 2003.
17. Derouich, M., and A. Boutayeb. The effect of physical exercise on the dynamics of glucose and insulin. *J Biomech* 35: 911-7., 2002.
18. Droge W: Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiol Rev* 82:47–95, 2002.
19. Evans JL, Goldfine ID, Maddux BA, Grodsky GM: Oxidative stress and stress-activated signaling pathways: a unifying hypothesis of type 2 diabetes. *Endocr Rev* 23:599–622, 2002.
20. Fahlman MM, Boardley D, Lambert CP, Flynn MG. Effects of endurance training and resistance training on plasma lipoprotein profiles in elderly women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* Feb;57(2):B54-60, 2002.
21. Goodyear, L. J., and B. B. Kahn. Exercise, glucose transport, and insulin sensitivity. *Annu Rev Med* 49: 235-61., 1998.
22. Group, U. P. D. S. Effects of intensive blood glucose control with metformin on complications in overweight patients with type 2 diabetes (UKPDS 34). *Lancet* 352: 854-65, 1998.
23. 2Group., U. P. D. S. Intensive blood glucose control with sulphonylureas or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patient with type 2 diabetes (UKPDS 33). *Lancet* 352: 837-53, 1998.
24. Harris, S. Diabetes in America. *Diabetes Care* 21: C11-C14., 1998.
25. Howard, B. Insulin resistance and lipid metabolism. *Am J Cardiol* 84: 32J-82J, 1999.
26. Hundal RS, Petersen KF, Mayerson AB, Randhawa PS, Inzucchi S, Shoelson SE, Shulman GI: Mechanism by which high-dose aspirin improves glucose metabolism in type 2 diabetes. *J Clin Invest* 109:1321–1326, 2002.

27. Husain, K. Interaction of physical training and chronic nitroglycerin treatment on blood pressure, nitric oxide, and oxidants/antioxidants in the rat heart. *Pharmacol Res* 48: 253-261, 2003.
28. Husain, K. Interaction of exercise training and chronic NOS inhibition on blood pressure, heart rate, NO and antioxidants in plasma of rats. *Pathophysiol* 10: 47-56, 2003.
29. Ivy, J. L. Role of exercise training in the prevention and treatment of insulin resistance and non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Sports Med* 24: 321-36., 1997.
30. Jacobson TA. The safety of aggressive statin therapy: how much can low-density lipoprotein cholesterol be lowered? *Mayo Clin Proc.* Sep;81(9):1225-31, 2006.
31. Jeng, C., W. Y. Chang, S. R. Chen, and I. J. Tseng. Effects of arm exercise on serum glucose response in type 2 DM patients. *J Nurs Res* 10: 187-94, 2002.
32. Jovanovic-Peterson, L., and C. M. Peterson. Is exercise safe or useful for gestational diabetic women? *Diabetes* 40: 179-81, 1991.
33. Kemppainen, J., T. Fujimoto, K. K. Kalliokoski, T. Viljanen, P. Nuutila, and J. Knuuti. Myocardial and skeletal muscle glucose uptake during exercise in humans. *J Physiol* 542: 403-12., 2002.
34. Kennedy, J. W., M. F. Hirshman, E. V. Gervino, J. V. Ocel, R. A. Forse, S. J. Hoenig, D. Aronson, L. J. Goodyear, and E. S. Horton. Acute exercise induces GLUT4 translocation in skeletal muscle of normal human subjects and subjects with type 2 diabetes. *Diabetes* 48: 1192-7., 1999.
35. King, G. L., and N. K. Banskota. *Mechanisms of diabetic microvascular complications.* In: *Joslin's Diabetes Mellitus.*, 1994.
36. 3King, G. L., and M. Brownlee. The cellular and molecular mechanisms of diabetic complications. *Endocrinol Metab Clin North Am* 25: 255-70, 1996.
37. 3King, H., and M. Rewers. Global estimates for prevalence of diabetes mellitus and impaired glucose tolerance in adult. *Diabetes Care* 16: 157-77., 1993.
38. Kirwan JP, Kohrt WM, Wojta DM, Bourey RE, Holloszy JO. Endurance exercise training reduces glucose-stimulated insulin levels in 60- to 70-year-old men and women. *J Gerontol.* May;48(3):M84-90, 1993.

39. Kristiansen, S., M. Hargreaves, and E. A. Richter. Progressive increase in glucose transport and GLUT-4 in human sarcolemmal vesicles during moderate exercise. *Am J Physiol* 272: E385-9, 1997.
40. Krook, A., I. Holm, S. Pettersson, and H. Wallberg-Henriksson. Reduction of risk factors following lifestyle modification programme in subjects with type 2 (non-insulin dependent) diabetes mellitus. *Clin Physiol Funct Imaging* 23: 21-30, 2003.
41. Kubota M, Nagasaki M, Tokudome M, Shinomiya Y, Ozawa T, and Sato Y. Mechanical horseback riding improves insulin sensitivity in elder diabetic patients. *Diabetes Res Clin Pract*, Feb;71(2):124-30. Epub 2005 Aug 18, 2006.
42. Larsen, J. J., F. Dela, S. Madsbad, J. Vibe-Petersen, and H. Galbo. Interaction of sulfonylureas and exercise on glucose homeostasis in type 2 diabetic patients. *Diabetes Care* 22: 1647-1654, 1999.
43. Liu, J, H. C. Yeo, E. Overvik-Douki, T. Hagen, S. J. Doniger, D. W. Chu, G. A. Brooks, and B. N. Ames. Chronically and acutely exercised rats: biomarkers of oxidative stress and endogenous antioxidants. *J Appl Physiol* 89: 21-28, 2000.
44. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia* 1985;28: 412-9.
45. Mayer-Davis, E. J., R. D'Agostino, A. J. Karter, and e. al. Intensity and amount of physical activity in relation to insulin sensitivity. *Jama* 279: 669-74, 1998.
46. Mccarty, D., and P. Zimmet. *Diabetes 1994 to 2010: Global estimates and projections*. Melbourne: International Diabetes Institute, 1994.
47. Mercurio F, Manning AM: NF-kappaB as a primary regulator of the stress response. *Oncogene* 18:6163–6171, 1999
48. Nishida, Y., Y. Higaki, K. Tokuyama, K. Fujimi, A. Kiyonaga, M. Shindo, Y. Sato, and H. Tanaka. Effect of mild exercise training on glucose effectiveness in healthy men. *Diabetes Care* 24: 1008-13, 2001.
49. Nuutila, P., P. Peltoniemi, V. Oikonen, K. Larmola, J. Kemppainen, T. Takala, H. Sipila, A. Oksanen, U. Ruotsalainen, G. B. Bolli, and H. Yki-Jarvinen. Enhanced stimulation of glucose uptake by insulin increases exercise-stimulated glucose uptake in skeletal muscle in humans: studies using [15O]O₂, [15O]H₂O, [18F]fluoro-deoxy-glucose, and positron emission tomography. *Diabetes* 49: 1084-91, 2000.

50. Obisesan TO, Leeuwenburgh C, Ferrell RE, Phares DA, McKenzie JA, Prior SJ, Hagberg JM. C-reactive protein genotype affects exercise training-induced changes in insulin sensitivity. *Metabolism*. Apr;55(4):453-60, 2006.
51. Ostergard T, Ek J, Hamid Y, Saltin B, Pedersen OB, Hansen T, and Schmitz O. Influence of the PPAR-gamma2 Pro12Ala and ACE I/D polymorphisms on insulin sensitivity and training effects in healthy offspring of type 2 diabetic subjects. *Horm Metab Res*. Feb;37(2):99-105, 2005.
52. Pafumi, C., L. Ciotta, M. Farina, I. Maggi, G. Intelisano, A. Fiorito, M. Chiarenza, A. Cavallaro, A. Pernicone, P. Bosco, A. Russo, S. Bandiera, P. Giardina, and A. Cianci. Influence of sport and low animal saturated fats intake diet on lipid dismetabolisms in postmenopausal women. *Minerva Ginecol* 54: 279-85, 2002.
53. Pickup JC, Crook MA: Is type II diabetes mellitus a disease of the innate immune system? *Diabetologia* 41:1241–1248, 1998
54. Slentz, C. A., E. A. Gulve, K. J. Rodnick, E. J. Henriksen, J. H. Youn, and J. O. Holloszy. Glucose transporters and maximal transport are increased in endurance-trained rat soleus. *J Appl Physiol* 73: 486-92, 1992.
55. Sriwijitkamol A, Christ-Roberts C, Berria R, Eagan P, Pratipanawatr T, DeFronzo RA, Mandarino LJ, Musi N. Reduced skeletal muscle inhibitor of kappaB beta content is associated with insulin resistance in subjects with type 2 diabetes: reversal by exercise training. *Diabetes*. Mar;55(3):760-7, 2006.
56. Stefanick, M. L., and e. al. Effects of diet and exercise in men and post-menopausal women with low levels of HDL cholesterol and high levels of LDL cholesterol. *N Engl J Med* 339: 12, 1998.
57. Stratton, I. M., A. I. Adler, A. W. Neil, and e. al. Association of glycaemia with macrovascular and microvascular complications of type 2 diabetes (UKPDS 35): Prospective observational study. *B M J* 321: 405-12, 2000.
58. Taskinen, M. R. Controlling lipid levels in diabetes. *Acta Diabetol* 39: S29-34., 2002.
59. The Diabetes Control and Complications Trial Research Group: The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med* 329 :977 –986,1993.
60. Vannasaeng, S., A. Viriyavajakul, and N. Poongvarin. Prevalence of diabetes mellitus in urban community in Thailand. *J Med Assoc Thai* 69: 131-8, 1986.

61. Vasankari, T. J., U. M. Kujala, T. M. Vasankari, and M. Ahotupa. Reduced oxidized LDL levels after a 10-month exercise program. *Med Sci Sports Exerc* 30: 1496-501, 1998.
62. Williams, P. T. Interactive effects of exercise, alcohol, and vegetarian diet on coronary artery disease risk factors in 9242 runners: the National Runners' Health Study. *Am J Clin Nutr* 66: 1197-206, 1997.
63. Yuan M, Konstantopoulos N, Lee J, Hansen L, Li ZW, Karin M, Shoelson SE: Reversal of obesity- and diet-induced insulin resistance with salicylates or targeted disruption of Ikkbeta. *Science* 293:1673–1677, 2001.
64. Zorzano, A., T. W. Balon, M. N. Goodman, and N. B. Ruderman. Glycogen depletion and increased insulin sensitivity and responsiveness in muscle after exercise. *Am J Physiol* 251: E664-9, 1986.
65. วรณแสง, สติชัย. ระบาดวิทยาของโรคเบาหวานในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์, 2546. หน้า 23.
66. วิษณุณรัตน์, อภิชาติ. จุดมุ่งหมายและหลักการดูแลรักษาโรคเบาหวาน. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์, 2546. หน้า 59-73.
67. จิรวัฒน์สถิต, จิตร. ภาวะแทรกซ้อนเรื้อรังของโรคเบาหวาน. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์, 2546. หน้า 199-207.

Output

1. Manuscript เรื่อง Effects of arm exercise on cardiovascular risks in type 2 diabetic Thai patients (กำลังร่าง)
2. การนำเสนอผลงานในการประชุม "1st International Congress on "Prediabetes" and the Metabolic Syndrome – Epidemiology, Management and Prevention of Diabetes and Cardiovascular Disease" ที่ Berlin, Germany, 13-16 เมษายน, 2548 จำนวน 2 เรื่อง คือ
 - 2.1 "Oxidative Stress and cardiovascular risks in type 2 diabetes mellitus"
 - 2.2 "Pulmonary function and cardiovascular risks in type 2 diabetes mellitus"
3. การนำเสนอผลงานในการประชุม The 8th European Congress on Endocrinology ที่ Glasgow, Scotland 1-5 เมษายน 2549 เรื่อง Effects of arm exercise on metabolic parameters in type 2 diabetic Thai patients

ภาคผนวกที่ 1

บทความที่เผยแพร่ในสถานีวิทยุกระจายเสียงของมหาวิทยาลัยขอนแก่น FM 103 MHz ประจำเดือน
พฤษภาคม 2549

การออกกำลังกายรูปแบบตะวันออกคืออะไร

ผศ.นฤมล สืบอายุวัฒน์

ภาควิชาสรีรวิทยา

คณะแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ปัจจุบันรัฐบาลได้ให้ความสนใจ และมีนโยบายส่งเสริมให้ประชาชนได้ออกกำลังกายมากขึ้น เนื่องจากเล็งเห็นถึงประโยชน์ของการออกกำลังกาย ซึ่งทำให้สุขภาพร่างกายแข็งแรง ส่งผลให้ลดอัตราการเกิดโรคต่างๆ ทำให้ลดภาระค่าใช้จ่ายของประเทศในการรักษาพยาบาลโรคต่างๆ เหล่านั้นได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้รูปแบบการออกกำลังกายที่นำมาใช้โดยชุมชนต่างๆ มักเป็นการออกกำลังกายในรูปแบบตะวันตก เช่น เดินแอโรบิก วิ่งเหยาะๆ หรือ ฟุตบอล ซึ่งเหมาะกับผู้ที่อยู่ในวัยหนุ่มสาว ส่วนการออกกำลังกายในรูปแบบตะวันออกซึ่งมีอยู่หลายประเภท เช่น รำไม้พลอง ไท่เก๊ก จี้กง แกว่งแขน ฤาษีตัดตน หรือ โยคะ เป็นต้น ได้รับความสนใจจากชุมชนต่างๆ น้อยกว่า แม้ว่าจะเหมาะสมกับวัยกลางคน หรือ ผู้สูงอายุมากกว่า

ทั้งนี้การออกกำลังกายในรูปแบบตะวันตกเหล่านี้ ได้รับการศึกษาวิจัยกันอย่างกว้างขวางและลึกซึ้งในต่างประเทศ และพบว่าการฝึกเป็นประจำ มีผลดีอย่างมากต่อร่างกาย ทั้งต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบประสาท ระบบกล้ามเนื้อ ระบบภูมิคุ้มกัน ระบบหายใจ และเมแทบอลิซึม เป็นต้น ส่วนการออกกำลังกายรูปแบบตะวันออก โดยเฉพาะไท่เก๊ก และ โยคะ เป็นสองรูปแบบที่ได้รับความนิยมและมีผู้สนใจศึกษามากขึ้นในต่างประเทศ แต่ยังมีการศึกษาน้อยมากในประเทศไทย ส่วนการรำไม้พลอง การแกว่งแขน หรือ ฤาษีตัดตน ยังมีการศึกษาวิจัยน้อยมากทั้งในต่างประเทศและในประเทศไทย อาจเนื่องจากการออกกำลังกายเหล่านี้ไม่ได้รับความนิยมทำกัน หรือ ยังมีนักวิจัยในประเทศไทยที่สนใจศึกษาการออกกำลังกายดังกล่าวนี้เป็นจำนวนน้อย

อย่างไรก็ตามเท่าที่มีงานวิจัยศึกษาการออกกำลังกายรูปแบบตะวันออกนั้น การออกกำลังกายที่ได้รับการศึกษาวิจัยอย่างกว้างขวางในต่างประเทศ คือ ไท่เก๊ก และ โยคะ โดยผลการศึกษาพบว่า มีผลลดอัตราการเต้นของหัวใจ ลดความดันเลือด ลดความเครียด กังวล ของจิตใจและร่างกาย ลดระดับน้ำตาลและไขมันในเลือด ซึ่งทำให้ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด โรคเบาหวาน ทำให้หายใจได้ลึกขึ้น ลดความรุนแรงของโรคหอบหืด นอกจากนี้ทำให้ผู้ป่วยโรคปวดหลังส่วนล่างมีอาการปวดหลังลดลง สามารถเคลื่อนไหวร่างกายดีขึ้น และ ชะลอแก่ปวดลดลง และเพิ่มอัตราการรอดตายของผู้ป่วย

โรคมะเร็งอีกด้วย ทำให้เด็กมีความจำดีขึ้น และมีสมาธิมากขึ้น ลดอาการปวดกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกาย และที่น่าสนใจคือ การฝึกโยคะในสตรีตั้งครรภ์สามารถทำให้ทารกมีน้ำหนักตัวแรกเกิดมากกว่า 2500 กรัม ส่วนการศึกษาในประเทศมีน้อยมาก โดยมีเพียงงานวิจัยของ วียะดาและคณะพบว่าโยคะมีผลเพิ่มความยืดหยุ่น ความทนทานต่อการออกกำลังกาย ลดระดับน้ำตาลและคลอเลสเทอรอลในเลือด

จากผลงานวิจัยดังกล่าว ประกอบกับการมีลักษณะเด่นของการออกกำลังกายรูปแบบตะวันออกอันได้แก่ ให้แก็ก โยคะ ราไม้มพลอง และ ฤาษีตัดตน ที่มีการเคลื่อนไหวที่นุ่มนวล ต่อเนื่อง ไม่มีการกระแทกน้ำหนักลงที่ข้อต่อ ไม่หักโหมเกินไป และมีการฝึกควบคุมจิตใจและร่างกายให้ผ่อนคลาย มีสติด้วย ทำให้เป็นรูปแบบที่น่าจะเหมาะสมสำหรับประชาชนทุกเพศ วัย และอาชีพ โดยเฉพาะในวัยกลางคน ผู้สูงอายุ หรือผู้ป่วยบางประเภทที่ไม่สามารถออกกำลังกายที่มีความหนักมาก ๆ หรือมีการกระแทกข้อต่อมาก ๆ ได้ นอกจากนี้ยังไม่ต้องใช้อุปกรณ์มากมาย ไม่ต้องใช้พื้นที่กว้างๆ จึงสะดวกต่อการนำมาใช้ในการรักษาสุขภาพให้แข็งแรง ทั้งนี้ ผศ.นฤมล ลีลาญวัฒน์และคณะ ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้ให้ความสนใจศึกษาวิจัยผลของการออกกำลังกายรูปแบบตะวันออกต่างๆ โดยปัจจุบันได้กำลังศึกษาผลของการแกว่งแขน ต่อ ระดับน้ำตาลและไขมันในเลือด ความเครียดจากออกซิเดชั่น และการทำงานของระบบหายใจและระบบประสาทอัตโนมัติในผู้ป่วยโรคเบาหวานประเภท 2 และศึกษาประสิทธิภาพของการรำไม้มพลองต่อเมแทบอลิซึม และการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด และมีโครงการจะศึกษาผลทางด้านสรีรวิทยาจากการออกกำลังกายรูปแบบตะวันออกในรูปแบบอื่นๆอีก เช่น ฤาษีตัดตน เป็นต้น เพื่อรวบรวมข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ที่ยืนยันถึงผลของการออกกำลังกายรูปแบบตะวันออกต่อการทำงานของร่างกายระบบต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้ประชาชนได้มีข้อมูลของทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับตนเอง ในการส่งเสริมให้ร่างกายมีสุขภาพแข็งแรงเพิ่มขึ้น

อย่างไรก็ตามการออกกำลังกายเพียงอย่างเดียว ไม่เพียงพอที่จะทำให้มีสุขภาพกายและใจที่ดี มีอายุยืนยาวอย่างมีความสุข แต่ต้องมีการรับประทานอาหารที่มีคุณภาพ ปริมาณเหมาะสม และถูกสุขลักษณะ มีการพักผ่อนที่เพียงพอ ทำจิตใจให้ผ่องใส มองโลกในแง่ดีร่วมไปด้วย จึงจะทำให้มีสุขภาพดีมีความสุขทั้งกายและใจ และมีอายุยืนยาวอย่างมีคุณภาพ

ภาคผนวกที่ 2.1

บทคัดย่อของผลงานที่ไปนำเสนอต่างประเทศ

Title: Oxidative stress and cardiovascular risks in type 2 diabetes mellitus

Authors: Naruemon Leelayuwat, Oratai Tunkumnerdthai, Montana Donsom, Nichanan Punyaek, Thongchai Pratipanawat, Upa Kukongviriyapan

Objectives: to investigate i) oxidative stress in type 2 diabetes mellitus and ii) relationship between oxidative stress and risks of cardiovascular disease (i.e. hyperglycaemia, obesity, central obesity) in such patients.

Methods: Nineteen type 2 Thai diabetes mellitus patients (16 women and 3 men) without cardiovascular complication, aged 49-61 years, were recruited in this study. We assessed oxidative stress by measuring the concentration of plasma malondialdehyde (MDA) and antioxidant by measuring reduced glutathione (GSH) and oxidized glutathione (GSSG). Hyperglycaemia was assessed by measuring fasting blood glucose (FBG) and glycated hemoglobin (HbA_{1c}). Obesity was assessed by measuring body mass index (BMI) and skinfold thickness. Central obesity was determined by measuring waist circumference and waist to hip ratio (WHR). C reactive protein was measured as an indicator to predict cardiovascular disease.

Results: FBG and HbA_{1c} were 152.42 ± 10.29 (mean $\pm$ SE) mmol/l and $9.26 \pm 0.30\%$ respectively. BMI and %body fat were 27.00 ± 0.88 and $42.69 \pm 0.91\%$ respectively. MDA was higher than normal values and positively correlated with BMI ($r=0.64$; $P<0.01$), %body fat ($r=0.66$; $P<0.05$), waist circumference and WHR ($r=0.83$ and 0.65 respectively; $P<0.05$). MDA was not correlated with hyperglycaemia. However C reactive protein concentration was 6.28 ± 1.35 mg/L. Antioxidant concentrations were not impaired and not correlated with any cardiovascular risks.

Conclusions: These data suggest that oxidative stress was increased and related to obesity and central obesity in type 2 Thai diabetics. Hyperglycaemia, obesity and central obesity may independently contribute to increased oxidative stress which may be an underlying mechanism that develops cardiovascular disease.

ภาคผนวกที่ 2.2

Title: Pulmonary function and cardiovascular risks in type 2 diabetes mellitus.

Authors: Oratai Tunkumnerdthai, **Naruemon Leelayuwat**, Montana Donsom, Nichanan Punyaek, Thongchai Pratipanawat, Upa Kukongviriyapan, Wilaiwan Khrisanapant

Objective: to examine relationship between pulmonary function and cardiovascular risks (i.e. hyperglycaemia, insulin resistance, obesity, central obesity) in type 2 diabetes mellitus.

Methods: Nineteen Thai type 2 diabetes mellitus patients (16 women and 3 men) without cardiovascular complication, were recruited in this study. We assessed pulmonary function by measuring forced expiratory volume in 1 second (FEV₁) and forced vital capacity (FVC). Hyperglycaemia was assessed by measuring concentration of fasting blood glucose (FBG) and glycated hemoglobin (HbA_{1c}). Insulin resistance was assessed by measuring fasting insulin concentration. Obesity was determined by measuring body mass index (BMI) and skinfold thickness. Central obesity was determined by measuring waist to hip ratio.

Results: FBG, HbA_{1c} and insulin concentrations were 152.42±10.29 (mean±SE) mmol/l, 9.26 ± 0.30% and 21.84±2.75 µIU/mL respectively. BMI and %body fat were 27.00 ± 0.88 kg/m² and 42.69 ± 0.91% respectively. FEV₁ and FVC were negatively correlated with %body fat (r=-0.58; P<0.01 and r=-0.52; P<0.05 respectively). Only FEV₁ was positively correlated with insulin (r=0.65; P<0.01). However, both FEV₁ and FVC were not related to hyperglycaemia and central obesity.

Conclusions: These findings concluded that pulmonary function was inversely related to obesity. This may be explained by the fact that obesity may contribute to decreased chest wall compliance in type 2 diabetes mellitus patients in the present study. The correlation between FEV₁ and insulin resistance is inconsistent with previous study that found inversely association between FEV₁ and insulin resistance. This may be due to small sample size in the present study.

ภาคผนวกที่ 3

Title: Effects of arm exercise on metabolic parameters in type 2 diabetic Thai patients

Authors: Naruemon Leelayuwat, Oratai Tunkamnerdthai, Montana Donsom, Nichanan Punyaek, Thongchai Pratipanawat, and Upa Kukongviriyapan

Objectives: The present study aims to investigate effects of arm exercise training on metabolic responses in type 2 diabetic Thai patients.

Methods: Nine male and 34 female diabetic patients (aged 57.5 ± 1.1 yrs) without cardiovascular disease in urban area in Khon Kaen province were recruited in the present study. They performed 30-min arm swing per day, 3 days per week for 8 weeks. Eight weeks before the exercise period they maintained daily life without regular exercise. Fasting blood glucose, HbA_{1c} concentrations, insulin sensitivity, lipid profiles and anthropometry were measured before and after each period. Insulin sensitivity was determined by the homeostasis model assessment (HOMA IR).

Results: HbA_{1c} concentration after exercise was lower than before exercise ($P < 0.05$) (Table 2). Anthropometry, FBG, insulin resistance, and lipid profiles did not change throughout the experiment. Furthermore, there are correlations between HbA_{1c} concentration and FBG and TG.

Conclusions: These data demonstrated that arm swing training improves glycaemic control by reducing blood HbA_{1c} concentration. This may suggest that arm swing may be an alternative choice of exercise for elderly Diabetic Thai patients.

ภาคผนวกที่ 4.1
แบบบันทึกสุขภาพอาสาสมัคร

ID.....

เรื่อง “ผลของการออกกำลังกายส่วนแขนต่อเมแทบอลิซึม
ในผู้ป่วยโรคเบาหวานประเภท 2”

คำชี้แจง: โปรดกรอกข้อมูลและตอบคำถามต่อไปนี้ตามความเป็นจริง ข้อมูลทั้งหมดในแบบสอบถามนี้จะถูกเก็บไว้เป็นความลับและถูกใช้ในงานวิจัยนี้เท่านั้น

วันที่.....

1. Research ID..... เพศ () ชาย () หญิง

อาชีพ.....

2. วันเดือนปีเกิด..... อายุ..... ปี..... เดือน..... วัน

3. ที่อยู่ปัจจุบันซึ่งสามารถติดต่อได้สะดวก.....

โทรศัพท์.....

4. น้ำหนัก..... กิโลกรัม ส่วนสูง..... เซนติเมตร

5. โรคประจำตัว..... ยาที่ใช้.....

6. ประวัติการเจ็บป่วยหรือโรคต่อไปนี้

() โรคหลอดเลือดและหัวใจ

() โรคเกี่ยวกับสมองและประสาท

() ความดันโลหิตสูง

() โรคไขข้อ

() มีปัญหาเกี่ยวกับกระดูกและข้อจนวนรบกวนการทำงาน

() โรคลมชักลมบ้าหมู

() โรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจ ระบุ.....

() เคยเข้ารับการผ่าตัด

ระบุภาวะหรือตำแหน่งที่รับการผ่าตัด.....

() โรคเบาหวาน

() อื่นๆ

7. () สูบบุหรี่

8. () ดื่มสุรา

9. () เสพสิ่งเสพติด

10. ประวัติการออกกำลังกาย

10.1 ในช่วง 4 เดือนที่ผ่านมา ใน 1 สัปดาห์ ท่านออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาบ่อยเพียงใด

ระบุ.....ครั้ง/สัปดาห์

10.2 ระบุประเภทของการออกกำลังกายหรือกีฬาที่เล่น (ถ้าเป็นนักกีฬาให้ระบุด้วย)

.....ระยะเวลาที่ใช้.....นาที/ครั้ง

10.3 ระดับความเหนื่อยในการเล่นแต่ละครั้ง โดยเฉลี่ย

() เหนื่อยมาก () เหนื่อยพอสมควร () เหนื่อยน้อย

10.4 ท่านเคยบาดเจ็บจากการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาหรือไม่.....

ระบุอาการ ถ้าเคย.....

ลงชื่อ.....

()

วันที่.....

ผู้วิจัยขอขอบคุณที่ท่านให้ข้อมูลและรายละเอียดข้างต้นตามจริง

ภาคผนวกที่ 4.2
แบบบันทึกโครงสร้างร่างกายของอาสาสมัคร
เรื่อง “ผลของการออกกำลังกายส่วนแขนต่อเมแทบอลิซึม
ในผู้ป่วยโรคเบาหวานประเภท 2”

Research ID Code.....เข้าร่วมงานวิจัยในกลุ่ม.....

อุณหภูมิห้อง.....องศาเซลเซียส

ชีพจร.....ครั้ง/นาที ความดันโลหิต.....มม.ปรอท

มีความรู้สึกไม่สบายในวันที่ทดสอบหรือไม่.....

Body mass index (BMI)

น้ำหนัก.....กิโลกรัม ส่วนสูง.....เซนติเมตร.....

เมตร

BMI.....

อัตราส่วนของเส้นรอบวงของเอวต่อสะโพก (waist to hip ratio)

เส้นรอบวงของเอว.....เซนติเมตร

เส้นรอบวงของสะโพก.....เซนติเมตร

อัตราส่วนของเส้นรอบวงของเอวต่อสะโพก.....

ความหนาไขมันใต้ผิวหนัง/ (skinfold thickness)

Subscapular.....mm

Suprailiac.....mm

Triceps.....mm

Biceps.....mm

Results		
Sum of 4 Skinfolds	Body Density (Db)	Percent Fat (% BF)

แต่ก่อนไหนกว้างแขนแบบนั้นที่เข้ากันคือ ต้องยื่นหยัด
นิตยสารนี้ไม่ได้ผล โดยเร็ว แต่ละครั้งทำก็เพื่อควรวให้
รับกำลังจากของตอน อยู่ได้เน แต่ก็ไม่ควรว โอมออน
กรมใจตนเองจนเกินไป ถ้าทำแบบนี้จะก่อให้เกิดการ
ความเชื่อมแน่นต่อการเคลื่อนไหวแบบนั้นทั้งจะมีได้

เอ็นควรว

เอ็นเริ่มขึ้น ไม่จำเป็นต้องให้แรงมากนักหรือคิดแต่
รีวๆให้เสร็จๆไป เพราะอาจทำให้เกิดการบาดเจ็บได้
กว้างแขนควรทำด้วยความนุ่มนวล อย่างนี้กระด้าง
วามรุนแรงมีสมาธิ อย่างฟุ้งซ่าน หากจิตใจไม่รวมศูนย์
บาลแล้ว ทางทฤษฎีจะกล่าวว่าการทำให้เคลื่อนไหวกับสมดุล
เสียเป็นแบบนั้นกำลังแบบนั้นดังกล่าวนั้น ซึ่งมันจะเป็น
ยากอย่างยิ่งได้ก็ตาม แต่ที่สูงเสียพื้นฐานการบำบัดด้วย
กว้างแขนนี้

กว้างแขนนี้ ไปถึง 200-300 เท่าแล้ว มักจะมีการเรอ
สองขยับต่อเนื่องออกนอกหน้าแดง ซึ่งเป็นปรากฏการณ์
ที่ไม่ต้องวิตก เพราะแสดงให้เห็นว่ากำลังมีการบีบตัวของ
จะอาหารและลำไส้เพิ่มขึ้น

ให้ผู้อ่านทุกท่านได้ประโยชน์จากการออกกำลังกายใน
การกว้างแขนนี้ โดยผู้ที่มีความเจ็บป่วยขอให้ความ
เน้นลดลงหรือหายไป และผู้ที่สุขภาพปกติขอให้
ให้สมบูรณ์แข็งแรงยิ่งขึ้นไป

คณะผู้จัดทำ

โครงการวิจัยเรื่อง "ผลของการฝึกออกกำลังกล้ามเนื้อคอ
แม่แบบอิตาลี การเตรียมความพร้อมของร่างกายของระบบ
หายใจและระบบประสาทอัตโนมัติ ในผู้ป่วยโรคเบาหวาน
ประเภท 2" ปี พ.ศ. 2547

ศส. นฤมล ลีลาวัฒน์
ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
โทร 043-348394

บันทึก

.....

.....

.....

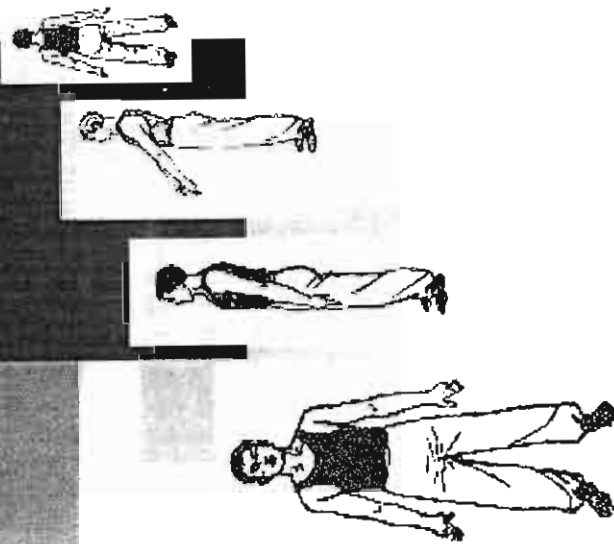
.....

.....

.....

.....

โครงการวิจัย



ภาคผนวกที่ 5
แผนผังแสดงการกว้างแขน

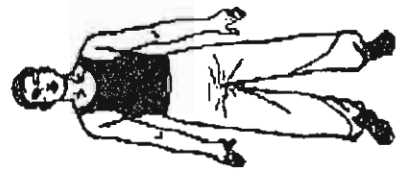
"นิตยสารนิตยสารอิตาลี ออกกำลังกายด้วย
แม่แบบอิตาลี ออกกำลังกายด้วย
อิตาลีได้นั้น การทำงานของระบบหายใจ
และระบบประสาทอัตโนมัติในผู้ป่วย
โรคเบาหวานประเภท 2"

ที่มาและประโยชน์ของการฝึกแกว่งแขน

การแกว่งแขนเป็น การบำบัดรักษาตามวิถีทางของแพทย์แผนโบราณจีน ซึ่งตามทฤษฎีของแพทย์แผนโบราณจีน สุขภาพร่างกายมนุษย์สัมพันธ์กับเลือดและลมอย่างแน่นแฟ้น ปัญหาของสุขภาพจึงเป็นปัญหาของเลือดลม การแกว่งแขนตามทฤษฎีแล้วนั้นสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับเลือดลมได้ เพราะจะกระตุ้นการแกว่งแขนจึงจะช่วยให้สุขภาพดีได้ ทั้งนี้การออกกำลังกายซึ่งส่วนมากเป็นรูปแบบทางตะวันตกได้รับการศึกษาแล้วว่า สามารถทำให้ร่างกายควบคุมระดับน้ำตาลและไขมัน ได้ดีขึ้น ตลอดจนทำให้การทำงานของระบบต่างๆ เช่น ระบบหัวใจและระบบประสาท ทำงานดีขึ้น แต่ทั้งนี้ต้องปฏิบัติตามอย่างถูกต้อง คือ มีความหนักระดับปานกลาง ระยะเวลาในแต่ละครั้งอย่างน้อย 30 นาที และ อย่างน้อย 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลานานอย่างน้อย 8 สัปดาห์ จึงจะเห็นผลของการฝึกออกกำลังกาย ดังนั้นการแกว่งแขนซึ่งถ้าปฏิบัติตามข้อปฏิบัติดังกล่าวนี้ได้ น่าจะมีประโยชน์ในการแก้ไขปัญห สุขภาพร่างกายได้เช่นเดียวกัน

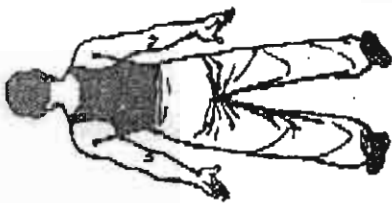
วิธีการ

จังหวะของการแกว่งแขนมีดังนี้



จังหวะที่ 1

สองขาขึ้นแยกจากกัน
ห่างเท่าช่วงกว้างของไหล่



จังหวะที่ 3

ท่อน้อยหุบเข้า เอวตั้ง หลังยก คอปล่อย
หัวและปากให้เป็นไปตามธรรมชาติ

จังหวะที่ 4



ปลายเท้าออกแรงจิกพื้น
ส้นเท้าก็จะตึงเหยียด
แนบกับพื้นให้ตัวเองเกิดความ
รู้สึก ว่า กล้ามเนื้อต้นขาและที่
น่องอยู่ในภาวะตึงเครียด



จังหวะที่ 5

สองตาเลือกจับอยู่ที่จุดใดจุดหนึ่งเบื้องหน้า
เปิดความคิดฟุ้งซ่านออกไปให้หมด ตั้งสมาธิ
รวมศูนย์ความสนใจอยู่ที่เท้า



จังหวะที่ 7

เคลื่อนไหวแกว่งแขนซ้ำเรื่อยๆ ไป
จำนวนเริ่มจากน้อยไปสู่มาก ค่อยๆ
เพิ่มขึ้นทีละน้อย จากครั้งละ 200-
300 เที้ยว เพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ จนถึง
2000 เที้ยว จะใช้เวลาประมาณครึ่งชั่วโมง



แกว่งแขน เริ่มด้วยแกว่งแขนไปทางหน้า
ไม่ต้องออกแรง ระดับความสูงของแขน
เป็นไปตามธรรมชาติ ให้อยู่ในตำแหน่ง
ทำมุมกับลำตัวประมาณ 30 องศา ในตอน
ให้สนใจนับจำนวนเที้ยว และจะต้องสา
ให้แรงที่ปลายเท้า ส้นเท้าและข้อ
ศรึ้นเมื่อสองแขนแกว่งลงมาอยู่ในท่า
ข้างลำตัว ก็ให้แกว่งไปข้างหลัง หนักควรออกแรงสักหา
แกว่งจนกล้ามเนื้อบริเวณอกกลับเกิดขึ้น
จึงแกว่งกลับคืน ในตอนนี้ระดับสูงของแขนควร
ในตำแหน่งทำมุมประมาณ 60 องศา กับลำ

สองแขนห้อยอยู่ข้างตัวตามธรรมชาติ
นิ้วชิดกัน ผ่านมือหันไปทางหลัง

