บทที่ 2

วรรณคดีและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การควบคุมและ/หรือการลดน้ำหนักของร่างกายเป็นเรื่องที่คนโดยทั่วไป โดยเฉพาะสตรีเพศ ได้ให้ความสนใจมากเป็นพิเศษ เพราะเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับความสวยความงาม สุขภาพและบุคลิกภาพ เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับทั้งร่างกายและจิตใจ สำหรับในการแข่งขันกีฬาบางประเภทนั้น ผู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งตัวนักกีฬาเอง ยิ่งให้ความเอาใจใส่และให้ความสนใจเป็นพิเศษ เพราะการที่นักกีฬาสามารถทำน้ำหนักให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม หรืออยู่ในพิกัดรุ่นน้ำหนักที่ต้องการ หรือในกีฬาบางประเภทที่มีการตัดสินผลการแข่งขันในขั้นสุดท้าย กรณีที่มีผลการแข่งขันเท่ากัน เช่น ในกีฬายกน้ำหนัก ที่นักกีฬาในรุ่นพิกัดน้ำหนักเดียวกันสามารถยกน้ำหนักได้เท่ากัน แต่หากนักกีฬาผู้ใดมีน้ำหนักที่น้อยกว่า ก็จะได้รับการตัดสินให้เป็นผู้ชนะในการแข่งขันครั้งนั้น แสดงให้เห็นว่า การลดน้ำหนัก เพื่อให้อยู่เต็มพิกัดน้ำหนักที่มากที่สุด เช่น มวย มวยปล้ำ หรือยูโด เป็นต้น หรือให้ใกล้กับพิกัดน้ำหนักที่น้อยที่สุดของรุ่นน้ำหนักนั้นๆ ดังตัวอย่างกีฬายกน้ำหนัก เป็นสิ่งที่มีความสำคัญที่ผู้ฝึกสอนจะต้องพิจารณา อย่างไรก็ตาม การลดน้ำหนัก ก็ต้องคำนึงถึงปริมาณของน้ำหนักอย่างน้อยที่สุด ที่จะส่งผลต่อประสิทธิผลสำหรับการแข่งขัน (Minimum effective weight for competition) อันหมายถึงผลการแข่งขัน หรือความสามารถในการทำงานของร่างกาย (Physical work capacity) ด้วย ดังนั้น การลดน้ำหนักในการแข่งขันกีฬา จึงไม่ควรเป็นเพียงการลดน้ำหนักเพื่อที่จะให้ผ่านการชั่งน้ำหนัก (Certification purpose) เท่านั้น (Hursh, 1979) ในช่วงเวลาที่ผ่านมา ได้มีการศึกษาค้นคว้าในเรื่องนี้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งในเรื่องที่เกี่ยวกับวิธีการลดน้ำหนักว่า มีวิธีลดแบบใด ลดอย่างไร ลดมากน้อยเพียงใด ร่างกายสูญเสียสภาวะและสารต่าง ๆ ภายในร่างกายอย่างไร และสูญเสียอะไรไปบ้าง และหลังลดน้ำหนักแล้ว การชดเชยมีผลต่อร่างกายอย่างไรหรือไม่ ควรใช้เวลาในการชดเชยอย่างน้อยเท่าใด จึงจะทำให้การชดเชยส่งผลดีต่อความสามารถในการทำงานของร่างกายได้สูงสุด ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาผลของการลดน้ำหนักอย่างเฉียบพลัน ในระดับต่าง ๆ และการชดเชยภายหลังที่มีต่อประสิทธิภาพของนักมวย เพราะความจำเป็นที่จะต้องศึกษาให้เกิดความกระจ่างชัดยังคงมีอยู่ โอกาสนี้ ผู้วิจัยจึง

ใคร่ขอเสนอ สรุปรายงานวรรณคดีและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ ดังต่อไปนี้

วรรณคดีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

การลดน้ำหนักร่างกาย

การลดน้ำหนักร่างกาย อาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. การลดน้ำหนักร่างกายเพื่อสุขภาพ เป็นการลดไขมันส่วนเกินของร่างกาย ที่ต้องใช้ระยะเวลาในการลดนาน และจำเป็นต้องใช้วิธีการทางด้านสรีรวิทยาและจิตวิทยาควบคู่กันไป

2. การลดน้ำหนักร่างกายเพื่อการแข่งขันกีฬา มักเป็นการลดน้ำหนักร่างกายที่ใช้ระยะเวลาอันสั้น โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะให้ผ่านการชั่งน้ำหนักเพื่อเข้าทำการแข่งขันในรุ่นที่ต่ำกว่าน้ำหนักที่เป็นอยู่ สิ่งที่กระทำกันก็คือ การทำให้น้ำที่มีอยู่ในร่างกายประมาณ 60 เปอร์เซนต์ ออกจากร่างกาย หรือที่เรียกกันว่า การขาดน้ำของร่างกาย จะทำให้น้ำหนักร่างกายลดลงอย่างเร็ว

เกี่ยวกับการขาดน้ำของร่างกายนี้ สารานุกรมทางการแพทย์ของ ทาเบอร์ (Taber's Cyclopedic, 1970)ได้กล่าวถึงคำ"การขาดน้ำ" หรือ "**Dehydration**" ไว้หลายประเด็น คือ

1. เป็นกระบวนการของการขาดน้ำ
2. เกิดขึ้นเมื่อน้ำที่ออกจากร่างกายมากกว่าน้ำที่ดื่มเข้าไป
3. อาจเกิดจากการที่ร่างกายขาดน้ำ ร่างกายสูญเสียน้ำในปริมาณมากเกินไป การลดปริมาณโดยส่วนรวมของอิเล็คโทรลัยต์ หรือการฉีดสารละลายที่มีความดันออสโมติคสูงกว่า (Hypertonic Solutions)

น้ำในร่างกายและผลของการสูญเสีย

น้ำมีความสำคัญต่อการออกกำลังกาย ถ้าร่างกายขาดน้ำเนื่องจากดื่มน้ำไม่เพียงพอ หรือเสียน้ำมาก ๆ ด้วยสาเหตุอื่น ขบวนการต่าง ๆ ที่ทำให้ร่างกายปกติก็หยุดชะงัก เพราะน้ำยังมีบทบาทสำคัญเป็นพิเศษเกี่ยวกับการขนส่งอาหารและแก๊สหายใจและการกำจัดความร้อน ด้วยสาเหตุเหล่านี้ ถ้าร่างกายขาดน้ำ สมรรถภาพในการออกกำลังจะตกต่ำลง (อวย เกตุสิงห์, อ้างถึงใน วัลภา วัฒนะนุพงษ์, 2518)

น้ำทั้งหมดในร่างกายมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักร่างกายที่ปราศจากไขมัน (fat-free weight) กล่าวคือน้ำทั้งหมดในร่างกายมีประมาณ 72% ของน้ำหนักร่างกายที่ปราศจากไขมัน และปริมาณน้ำในร่างกายของคนเพศชาย มีประมาณ 60 % ของน้ำหนักตัว ของคนเพศหญิงมีประมาณ 50% ของน้ำหนักตัว เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำในร่างกายพบว่า คนอ้วนมีน้ำในร่างกายน้อยกว่าคนไม่อ้วน (Hernandez-Peon, 1961)

ปริมาณน้ำที่หนัก 1 ปอนด์เท่ากับปริมาตรของน้ำ 1 พินท์ (pint) หรือ 0.473 ลิตร หรือ 0.5 ควอร์ท (qt) (Taber's Cyclopedic, 1970)

<u>การหมุนเวียนของน้ำและอิเลคโตรลัยท์ของร่างกายของมนุษย์ในแต่ละวัน</u> (Shoemaker and Walker, 1970)

ตารางที่ 1 การหมุนเวียนของน้ำและอิเลคโตรลัยท์ของร่างกายของมนุษย์ในแต่ละวัน

รับเข้า (Input)		ขับออก (Output)	
น้ำ (มล.)			
ดื่มน้ำ	1100	ปัสสาวะ	1500
อาหาร	1000	เหงื่อออก โดยไม่รู้สึกตัว	800
เผาผลาญอาหาร	300	อุจจาระ	100
โซเดียม (มิลลิอีควิวาเลนท์)			
อาหาร (50-100)	70	ปัสสาวะ	65
		อุจจาระ	5

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รับเข้า (Input)		ขับออก (Output)	
โปตัสเซียม (มิลลิอีควิวาเลนท์)			
อาหาร (50-120)	100	ปัสสาวะ	90
		อุจจาระ	10
แมกนีเซียม (มิลลิอีควิวาเลนท์)			
อาหาร	30	ปัสสาวะ	10
		อุจจาระ	20
แคลเซียม (มิลลิอีควิวาเลนท์)			
อาหาร	15	ปัสสาวะ	3
		อุจจาระ	12

โปรแกรมที่มีประสิทธิภาพในการฝึกอบรมผู้ฝึกสอนกีฬาอเมริกัน ได้สรุปปริมาณของน้ำที่ร่างกายได้รับและสูญเสียไปด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังตารางที่ 2 (American coaching effectiveness program, 1991)

ตารางที่ 2 ปริมาณของน้ำที่ร่างกายได้รับและสูญเสียไปด้วยวิธีการต่าง ๆ

ปริมาณน้ำเข้าสู่ร่างกาย		ปริมาณการสูญเสียน้ำออกจากร่างกาย	
จากการดื่มน้ำ	1250 มล.ต่อวัน	โดยการปัสสาวะ	1500 มล.ต่อวัน
จากการรับประทานอาหาร	1000 มล.ต่อวัน	อุจจาระ	100 มล.ต่อวัน
ร่างกายผลิตขึ้น	300 มล.ต่อวัน	หลั่งเหงื่อ	50 มล.ต่อวัน
รวม	2550 มล.ต่อวัน	สูญเสียไปโดยไม่รู้ตัว	900 มล.ต่อวัน
		รวม	2550 มล.ต่อวัน

กายตัน (Guyton, 1971) แสดงการเปรียบเทียบการสูญเสียน้ำของร่างกายในแต่ละวัน (มิลลิลิตร) ในสภาพอุณหภูมิต่าง ๆ และในขณะออกกำลังกาย ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบการสูญเสียน้ำของร่างกาย

	อุณหภูมิปกติ	อากาศร้อน	ออกกำลังกายอย่างหนัก นาน ๆ
การสูญเสียแบบไม่รู้สึกตัว ทาง:			
ผิวหนัง	350	350	350
ปอด	350	250	650
ปัสสาวะ	1400	1200	500
เหงื่อ	100	1400	5000
อุจจาระ	200	200	200
รวม	2400	3400	6700

ปัญหาที่ว่า ร่างกายจะสูญเสียน้ำในปริมาณมากน้อยเพียงไรนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ อันได้แก่ อุณหภูมิของสภาพบรรยากาศแวดล้อม ความชื้นสัมพัทธ์ ความนานหรือระยะเวลาของการออกกำลังกาย เสื้อผ้าที่นักกีฬาสวมใส่ และความหนักของกิจกรรมการออกกำลังกาย นักฟุตบอลอาจจะสูญเสียน้ำออกจากร่างกายเฉลี่ยประมาณ 5 ปอนด์ ในการฝึกซ้อมปกติ หรือในวันที่มีอากาศร้อนและชื้น ผู้เล่นบางคนอาจสูญเสียน้ำถึง 20 ปอนด์หรือ 2.5 แกลลอน ในผู้เล่นที่มีน้ำหนัก 200 ปอนด์ จะเท่ากับ 10% ของน้ำหนักตัว นับว่าเป็นอันตรายต่อสุขภาพเป็นอย่างมาก การสูญเสียน้ำเพียง 3% ของน้ำหนักตัวก็ทำให้การแสดงความสามารถในการทำงานของร่างกายลดลง รวมทั้งอาจมีปัญหาด้านการเป็นลมแดด (Heat illness) (Fox, 1984)

มุสตาฟา และมาห์มูด (Mustafa and Mahmoud, 1979) ได้ศึกษาการสูญเสียน้ำจากร่างกายโดยการระเหยในนักกีฬาฟุตบอลชาวอาฟริกัน ในสภาพอากาศแวดล้อม ระหว่างเมืองซูดาน โซมาเลียและตูนีเซีย ผลการวิจัยพบว่า ที่เมืองซูดาน มีอุณหภูมิ 33°ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ 40% ร่างกายสูญเสียน้ำคิดเป็น $3.08^{+}/_{-}0.4\%$ เมืองโซมาเลีย มีอุณหภูมิ 26.3°ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ 78% ร่างกายสูญเสียน้ำคิดเป็น $3.14^{+}/_{-}0.88\%$ และที่เมืองตูนีเซีย มีอุณหภูมิ 13.2°ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ 7% ร่างกายสูญเสียน้ำเพียง $1.19^{+}/_{-}0.22\%$ ผลการวิจัยยังพบอีกว่า การชดเชยน้ำระหว่างพักครึ่งเวลา ไม่เพียงพอที่จะทำให้สภาพของร่างกายเป็นปกติ ซึ่งกีฬาฟุตบอลมีข้อจำกัดในข้อกติกา ที่ไม่อนุญาตให้นักกีฬาออกมาพักข้างนอก หรือดื่มน้ำ นอกเหนือจากการบาดเจ็บระหว่างแข่งขันที่เป็นการชั่วคราวชั่วคราว

ผลเสียของการที่ร่างกายสูญเสียน้ำออกจากร่างกายคือการที่โลหิตมีปริมาตรลดลงจะทำให้อัตราการหลั่งเหงื่อ และระบบการทำให้เกิดความเย็นโดยการระเหยของร่างกายลดลงด้วย และถ้าสูญเสียน้ำในระดับรุนแรง น้ำในโลหิตและในเนื้อเยื่อลดปริมาณลง ความเข้มข้นของโลหิตสูงขึ้นจะทำให้เกิดความหนืดมากขึ้นระหว่างผิวหลอดโลหิตกับโลหิต การไหลเวียนของโลหิตเป็นไปได้ช้าและติดขัด ทำให้มีผลต่อสภาพร่างกายในด้านอื่น ๆ อีก ได้แก่ โลหิตนำอาหารไปเลี้ยงเนื้อเยื่อและอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายไม่ทัน โลหิตลำเลียงออกซิเจนไปยังเนื้อเยื่อและอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายได้ช้าและน้อยลง ทำให้ไม่สามารถรับคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นของเสียออกนอกร่างกายได้ทัน เกิดการสะสมของเสียมากขึ้น ทำให้ร่างกายมีสมรรถภาพลดลง แต่จะดีขึ้นได้เมื่อทำให้โลหิตเจือจางลงโดยการเพิ่มน้ำเข้าไป (Kozlowski and Saltin, 1964)

เกี่ยวกับการชดเชยน้ำหลังจากที่ร่างกายมีการเสียน้ำนั้น นักกีฬาผู้ฝึกสอนและคนโดยทั่วไปคิดว่า หลังจากลดน้ำหนักแล้ว สภาพต่าง ๆ ทางด้านสรีรวิทยาของร่างกาย สามารถจะกลับสู่สภาพปกติเหมือนก่อนลดน้ำหนักได้โดยรับประทานอาหารและดื่มน้ำ ในช่วงเวลา 5 ชั่วโมงที่มีอยู่ระหว่างการชั่งน้ำหนักกับการแข่งขัน จากการศึกษาของ เฮอร์เบอร์ตและไรบิสส์ (Herbert and Ribisl, 1971) พบว่าความคิดดังกล่าวเป็นไปไม่ได้ เพราะหลังการลดน้ำหนัก และให้พักดื่มน้ำตามความต้องการ เป็นเวลาถึง 5 ชั่วโมงแล้วก็ตาม น้ำหนักร่างกายของกลุ่มตัวอย่างก็ยังต่ำกว่าน้ำหนักร่างกายก่อนลดน้ำหนักถึง 2.2% นอกจากนั้น สพรอเลสและคนอื่น ๆ (Sproles et al., 1976) ยังพบอีกว่า หลังจากการลดน้ำหนัก 4% ของน้ำหนักร่างกาย และมีการชดเชยในช่วงเวลา 4 ชั่วโมง พลาสม่าของโลหิตยังต่ำกว่าปกติถึง 4% แต่อัตราเต้นของชีพจรหลังออกกำลังกายได้กลับคืนสู่สภาพปกติ บรุ๊คส์และฟาเฮย์ (Brooks and Fahey, 1985) ได้กล่าวไว้เช่นกันว่า หลังจากการชั่งน้ำหนัก และทำการชดเชยน้ำในร่างกายแล้ว แม้ว่าจะใช้เวลาระหว่าง 1 ถึง 5 ชั่วโมง แล้วก็ตาม ช่วงเวลาดังกล่าวก็ยังไม่เพียงพอสำหรับการทำให้สมดุลของของเหลวและอิเล็คโทรลัยต์ในร่างกายเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ได้

การหลอกลวงและสร้างความนิยมเกี่ยวกับการลดน้ำหนัก (Weight-Loss Gimmicks and Fads)

คนจำนวนมากพยายามเสาะหาสถานที่ส่งเสริมความงามและลดความอ้วน และวิธีการลดน้ำหนักร่างกายด้วยวิธีการต่าง ๆ ที่บางครั้งก็ส่อว่าจะทำให้เกิดอันตรายแก่ร่างกายได้ และในแต่ละปี มีการใช้จ่ายเงินเป็นจำนวนมหาศาล เพื่อหาวิธีการที่ง่ายที่สุดที่จะลดน้ำหนักให้ได้เร็วที่สุด รวมทั้ง การหาวิธีการที่อาจเรียกว่า เป็นการหลอกหรือล่อลวงให้มาใช้บริการการลดน้ำหนักในโปรแกรมที่อ้างว่าสามารถลดน้ำหนักตัวได้อย่างรวดเร็ว โดยการนำบุรุษหรือสตรีเพศ ที่มีทรวดทรงองค์เอวที่ได้สัดส่วนสวยงามมาเป็นแบบโฆษณา ว่าสามารถจะลดน้ำหนักได้เช่นผู้เป็นแบบโฆษณานับเป็นสิบ ๆ ปอนด์ หากผู้ใดก็ตามได้มาเข้าร่วมในโปรแกรมที่สถานบริหารร่างกายนั้น ๆ กำหนดหรือจัดขึ้นมา

คนส่วนมาก มักจะถูกรุกเร้าด้วยคำโฆษณาที่เกี่ยวกับ อาหารสำหรับลดน้ำหนักชนิดพิเศษ เม็ดยาลดน้ำหนัก เครื่องดื่มชนิดผง ชุดยางสำหรับให้เหงื่อออกเพื่อลดน้ำหนัก อุปกรณ์ไฟฟ้าที่อ้างว่าจะช่วยให้เกิดการเผาผลาญพลังงาน โดยการทำให้กล้ามเนื้อหดตัว นอกจากนั้น ยังมีอุปกรณ์ที่เป็น

กลไกทำให้ส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมีการเขย่า สั่น หรือหมุนให้ไขมันออกจากร่างกาย หรือสลายไป หรือถูกขับออกมาจากร่างกาย

โดยความเป็นจริงแล้ว ไม่มีวิธีการลดน้ำหนักวิธีใดที่จะทำได้ง่ายและรวดเร็ว โดยได้รับความลำบาก ในระยะเวลาอันสั้น ทุกวิธีการจะลงมาสู่ความคิดรวบยอดที่ว่า ความสมดุลของพลังงาน กล่าวคือ การลดน้ำหนักให้ได้ผล พลังงานที่ใช้ไปต้องมากกว่าพลังงานที่รับเข้ามา

คำแนะนำสำหรับการลดน้ำหนักร่างกาย (Guidelines for Weight Loss)

วิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาแห่งอเมริกา (The American College of Sports Medicine) ได้ให้ข้อคิดเห็น คำแนะนำและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการลดน้ำหนักไว้ดังนี้

1. โปรแกรมการควบคุมอาหารและงดอาหารเป็นเวลานาน ๆ เพื่อจำกัดพลังงานเข้าสู่ร่างกายเป็นวิธีการที่ไม่พึงปรารถนาทางวิทยาศาสตร์ และอาจเป็นอันตรายในทางการแพทย์ได้

2. โปรแกรมการควบคุมอาหารและงดอาหาร ทำให้ร่างกายขาดน้ำ อิเลคโทรลัยต์ เกลือแร่ การสะสมกลัยโคเจน และเนื้อเยื่อไร้ไขมันอื่น ๆ (รวมทั้งโปรตีนในเนื้อเยื่อไร้ไขมันด้วย) อีกในปริมาณมาก แต่มีการสูญเสียไขมันในปริมาณน้อย

3. การจำกัดพลังงานระดับปานกลาง (น้อยกว่าพลังงานที่รับเข้าในแต่ละวันประมาณ 500-1000 กิโลแคลอรี) ทำให้ร่างกายขาดน้ำ อิเลคโทรลัยต์ เกลือแร่ และสูญเสียเนื้อเยื่อไร้ไขมันอื่น ๆ ในปริมาณน้อยกว่า และไม่เป็นสาเหตุของภาวะทุพโภชนาการ

4. การออกกำลังกายแบบไดนามิกของกล้ามเนื้อใหญ่จะช่วยรักษาเนื้อเยื่อไร้ไขมันรวมทั้งมวลกล้ามเนื้อและความหนาแน่นของกระดูก และมีผลให้มีการลดน้ำหนักของร่างกาย การลดน้ำหนักร่างกาย อันเนื่องมาจากการเพิ่มการใช้พลังงานเป็นรูปแบบเบื้องต้นของการลดน้ำหนักไขมัน

5. การลดและควบคุมที่ดีทางด้านโภชนาการ มีผลให้มีการจำกัดพลังงานระดับปานกลาง ควบคู่กับโปรแกรมการออกกำลังกายด้านความอดทน รวมทั้งการปรับปรุงเกี่ยวกับพฤติกรรมการรับประทานอาหารที่เป็นอยู่ เป็นวิธีการสำหรับการลดน้ำหนักที่แนะนำ อัตราของน้ำหนักที่จะให้ลดลงไม่ควรเกิน 1 กิโลกรัม (หรือ 2 ปอนด์) ต่อสัปดาห์

6. เพื่อให้มีการรักษาและการควบคุมน้ำหนักที่เหมาะสมและมีระดับไขมันในร่างกายที่พอเหมาะ ผู้ที่ต้องการลดน้ำหนักร่างกายจึงต้องมีความตั้งใจอย่างมุ่งมั่น ในการที่จะมีนิสัยการกินที่ดี และมีการออกกำลังกายเป็นประจำสม่ำเสมอ (Prentice, 1991)

พลังงานกับการลดน้ำหนักของร่างกาย

พลังงานของร่างกายได้รับจากอาหารที่รับประทานเข้าไป ดังนั้น การเลือกอาหารและวิธีที่อาหารถูกรับประทานเข้าไป จึงอาจชี้ได้ถึงผลแพ้ชนะของนักกีฬาในการแข่งขันกีฬา ยกตัวอย่างเช่น นักจักรยานที่ชนะเลิศในการแข่งขัน ทัวร์ เดอ ฟรองซ์ (Tour de France) เป็นผู้ที่มีการจัดการในเรื่องอาหารดีที่สุด (Higdon, 1989)

ความต้องการพลังงานขึ้นอยู่กับ วัย เช่น ผู้ใหญ่ ต้องการพลังงานประมาณ 35 แคลอรี/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม/วัน ชายมากกว่าหญิงวันละ 500 แคลอรี ผู้ที่ต้องการลดน้ำหนักร่างกายต้องบริโภคน้อยกว่าความต้องการในแต่ละวัน วันละ 500-1000 แคลอรี ในผู้สูงอายุต้องการเพียง 25-30 แคลอรี/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม/วัน เท่านั้น

ความต้องการพลังงานของนักกีฬาในวันหนึ่ง ๆ อาจอยู่ระหว่าง 3000-45000 กิโลแคลอรี หรือมากกว่าแล้วแต่ขนาดของร่างกาย ประเภทกีฬา และความหนักของการฝึกซ้อม (ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา, 2531)

ในด้านเกลือแร่ สำหรับนักกีฬาไทยที่ออกกำลังกายในอากาศร้อน สิ่งสำคัญที่สุด คือ โซเดียมคลอไรด์ที่ต้องเสียออกไปทางเหงื่อ ซึ่งขณะนี้ยังไม่มีข้อมูลที่จะแสดงว่า ระหว่างการเล่นกีฬา ร่างกายมีการสูญเสียเหงื่อไปเป็นปริมาณเท่าใด ทำให้ไม่ทราบว่าเสียเกลือไปเท่าใด และจะกำหนดให้กินเข้าไปเท่าใด ขณะนี้จำเป็นต้องอาศัยเทียบเคียงกับการปฏิบัติในที่อื่นไปก่อน ในสหรัฐอเมริกา ในการแข่งขันอเมริกันฟุตบอลระหว่างฤดูร้อน ได้กำหนดให้ทุกคนกิน โซเดียมคลอไรด์ วันละ 0.5 กรัมต่อน้ำหนักตัว 50 ปอนด์ (เท่ากับ 25 มก.ต่อกก. โดยประมาณ) และขณะหยุดพักระหว่างครึ่งเวลา ให้ดื่มน้ำผสม โซเดียม คลอไรด์ 0.9 % กลูโคส 5 % และกรดซีตริค (พอมีรสเปรี้ยว)โดยไม่จำกัด [Ryan อ้างถึงใน สารศิริราช 18(สิงหาคม 2509): 434-441]

วิธีลดน้ำหนักร่างกาย

วิธีลดน้ำหนักร่างกายมีมากมายหลายวิธีอาจกระทำด้วยวิธีการลดและควบคุมอาหารวิธีให้ร่างกายได้ใช้พลังงานให้มากด้วยการออกกำลังกายโดยมีหลักว่า ไขมันบริสุทธิ์ 1 ปอนด์ ต้องใช้พลังงาน 3500 กิโลแคลอรี และควรใช้เวลาประมาณ 1 สัปดาห์ และวิธีรวมวิธีการทั้งสองเข้าด้วยกัน อย่างไรก็ตาม การลดน้ำหนักร่างกายที่เน้นการลดไขมันต้องใช้ระยะเวลาการลดที่ยาวนาน

การลดน้ำหนักด้วยวิธีการลดและควบคุมอาหารอย่างเดียว ทำให้น้ำหนักตัวลดลงได้ยาก อาจเป็นเพราะการยึดถือค่านิยมทางสังคม เช่น การรับประทานอาหาร 3 มื้อต่อวัน เป็นต้น การลดและควบคุมอาหารจะทำให้น้ำหนักลดลง 35%-45% แต่น้ำหนักที่ลดลงเป็นผลมาจากการสูญเสียเนื้อเยื่อไร้ไขมัน (lean tissue) โดยหลักการทั่วไป น้ำหนักที่ลดลงควรเป็นน้ำหนักของเนื้อเยื่อไขมันมากกว่าที่จะเป็นน้ำหนักของเนื้อเยื่อไร้ไขมันที่ลดลง นอกจากนั้น การลดและควบคุมอาหารเป็นความพยายามที่จะจำกัดจำนวนการใช้พลังงานมากกว่า มีนักจัดอาหารบางคนพยายามที่จะจำกัดการรับพลังงานที่ต่ำจนถึงระดับที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่ร่างกายได้ มีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับพลังงานรับเข้า สำหรับเพศหญิงว่า ไม่ควรต่ำกว่า 1000-1200 กิโลแคลอรี ต่อวัน และสำหรับชายไม่ควรต่ำกว่า 1200-1400 กิโลแคลอรีต่อวัน (Bray, 1983) ประการสำคัญก็คือการลดและควบคุมอาหารต้องไม่ละเลยความจำเป็นของการที่ร่างกายจะต้องได้รับสารอาหารที่สมดุลด้วย การลดน้ำหนักด้วยการออกกำลังกาย จะทำให้มีการลดไขมัน ระหว่าง 80% - 90% โดยเกือบจะไม่ทำให้เกิดการสูญเสียเนื้อเยื่อไร้ไขมันเลย กิจกรรมการออกกำลังกายสำหรับวัยรุ่นจะช่วยป้องกันการก่อรูปของเนื้อเยื่อไขมัน (Formation of adipose tissue) ทั้งในเพศหญิงและเพศชาย และมีผลทำให้เกิดการเพิ่มน้ำหนักตัวชนิดไร้ไขมันด้วย (Lean body weight) สำหรับนักศึกษา โดยเฉพาะคนที่ไม่ใคร่ได้ออกกำลังกาย อาจมีน้ำหนักของร่างกายเพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจากการเพิ่มของเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ (Muscle tissue) ซึ่งจะมีความหนาแน่นและมีน้ำหนักมากกว่าเนื้อเยื่อไขมัน (Fat tissue) ดังนั้นการลดน้ำหนักสำหรับวัยรุ่นหนุ่ม (Young adult) โดยมีความพยายามที่จะลดน้ำหนักของร่างกายด้วยการออกกำลังกาย จึงดูจะเป็นการสิ้นหวังและทำให้เกิดความข้องคับใจด้วย (Frustrating)

การลดน้ำหนักโดยการออกกำลังกายแต่เพียงอย่างเดียวดูจะเป็นการยากพอ ๆ กับโดยการลดและควบคุมอาหาร คนที่ออกกำลังกายแต่เพียงอย่างเดียว โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะลดน้ำหนักมักจะไม่ค่อยเข้มงวดกับโปรแกรมการออกกำลังกายระยะยาวมากนัก สิ่งที่ควรจะตระหนักให้มากถึงประโยชน์ของการออกกำลังกายที่ไม่เพียงแต่จะช่วยให้น้ำหนักลดลงเท่านั้น แต่จะมีผลถึงประสิทธิภาพความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ รวมทั้งการเพิ่มความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อและข้อต่อด้วย ด้วยเหตุดังกล่าว การออกกำลังกายจึงมีความได้เปรียบที่ชัดเจนเหนือการลดและควบคุมอาหารในโปรแกรมสำหรับลดน้ำหนักตัว

ดังนั้น วิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการลดเปอร์เซนต์น้ำหนักตัว ซึ่งก็คือการลดไขมันนั้น จึงควรประกอบด้วยการลดและควบคุมอาหารกับการออกกำลังกายควบคู่กันไป

การจำกัดปริมาณพลังงานรับเข้าให้อยู่ในระดับปานกลาง ร่วมกับการเพิ่มการใช้พลังงานให้อยู่ในระดับปานกลางด้วย จะช่วยให้เกิดสมดุลพลังงานนิเสธ (Negative caloric balance)การลดน้ำหนักด้วยวิธีนี้ จะทำได้รวดเร็วและง่ายกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น ๆ เพราะการเปลี่ยนแปลงจะเป็นไปอย่างไม่ค่อยจะรุนแรง (Moderately changed) ถ้าปริมาณพลังงานรับเข้าลดลง 200-300 กิโลแคลอรีต่อวัน และให้ร่างกายใช้พลังงานเพิ่มขึ้นวันละ 200-300 กิโลแคลอรี ชั่วระยะเวลาเพียง 7 วัน เท่านั้น ก็จะมีผลให้มีการสูญเสียพลังงานไป 3500 กิโลแคลอรี หรือทำให้เสียไขมันในร่างกายไป 1 ปอนด์

ไม่ว่าจะเป็นโปรแกรมการลดน้ำหนักแบบใด ควรเน้นที่การใช้ระยะเวลาให้นานพอ (Long-Haul Approach) เพราะการทำให้น้ำหนักพิเศษที่เกินมาลดลง ต้องใช้เวลาที่ยาวนาน ดังนั้น จึงเป็นไปไม่ได้ที่จะใช้เวลาอันสั้นในการลดน้ำหนักที่เป็นไขมันของร่างกายที่เกินมานั้น การให้แรงเสริมที่เป็นทางบวก จะเป็นประโยชน์มากที่สุดสำหรับผู้ที่มีความพยายามที่จะลดน้ำหนัก

วิธีลดน้ำหนักที่ให้ผลดีเพื่อสุขภาพ

วิธีลดน้ำหนักที่ให้ผลดีควรจะมีองค์ประกอบดังนี้

1. การควบคุมอาหารให้เหมาะสมกับความต้องการของร่างกายของแต่ละบุคคล โดยการจำกัดอาหารที่ให้พลังงานสูง เช่นพวกแป้ง น้ำตาลและไขมัน แต่พอควร แต่ยังให้รับประทานอาหารครบ 5 หมู่ เช่นเดิม โดยพยายามควบคุมพลังงานที่ได้รับจากอาหารให้น้อยกว่าการใช้พลังงานในแต่ละวัน

2. การออกกำลังกายเป็นกลวิธีที่สำคัญในการควบคุมน้ำหนักตัวอย่างหนึ่ง เพราะจะช่วยให้ไขมันที่สะสมไว้เกินลดลง แต่ร่างกายแข็งแรงขึ้น และร่างกายใช้พลังงานได้เต็มที่ จึงไม่จำเป็นต้องอดอาหาร ถ้าไม่มีเวลาออกกำลังกายมากนัก การเพิ่มกิจกรรมที่ต้องใช้แรงงานให้มากขึ้นในกิจวัตรประจำวันก็ได้ผลดีในระยะยาวเช่นเดียวกัน

3. การปรับพฤติกรรมในการรับประทานอาหารเป็นสิ่งที่จำเป็น เพราะจะทำให้การควบคุมน้ำหนักตัวได้ผลในระยะยาว แต่ต้องไม่เกิดผลเสียต่อสุขภาพร่างกายและจิตใจ (เอกสารอัดสำเนา ศูนย์วิทยาศาสตร์การกีฬา, มปป.)

พลังงาน 3500 กิโลแคลอรีจะเปลี่ยนเป็นไขมันประมาณ $^1/_2$ กิโลกรัม ถ้าลดพลังงานรับเข้าลง 500 กิโลแคลอรี/วัน ใน 1 สัปดาห์ น้ำหนักก็จะลดลง $^1/_2$ กิโลกรัม ภายในระยะเวลาเพียง 1 เดือน ก็จะสามารถลดน้ำหนักลงได้ถึง 2 กิโลกรัม (Fox and Mathews, 1985)

วิธีลดน้ำหนักเพื่อการแข่งขันกีฬา

ยาร์โรว์ส (Yarrows, 1988) ได้กล่าวถึงการลดน้ำหนักด้วยวิธีต่าง ๆ เพื่อการแข่งขันกีฬา ได้แก่

1. การทำให้เหงื่อออกและจำกัดการรับของเหลวเข้าสู่ร่างกาย
2. ใช้ยาถ่ายและยาขับปัสสาวะ หรือบางครั้งใช้วิธีทำให้อาเจียน
3. ถ่ายโลหิตออก เพื่อให้น้ำหนักของของเหลวในร่างกายลดลง โดยโลหิต 1 พินท์ จะหนักประมาณ 1 ปอนด์

โปรแกรมที่มีประสิทธิภาพในการฝึกอบรมผู้ฝึกสอนกีฬาอเมริกัน (American coaching effectiveness program, 1991) ได้กล่าวถึงเทคนิคการทำให้ร่างกายสูญเสียน้ำเพื่อการลดน้ำหนักอย่างรวดเร็วที่นักกีฬาชอบใช้ ไว้ดังนี้

1. การหลั่งเหงื่อ (Sweating)
2. ทำให้อาเจียน (Induced vomiting)
3. ใช้ยาขับปัสสาวะ (Diuretics)
4. ใช้ยาระบาย (Laxatives) และ
5. บ้วนน้ำลาย หรือขากเสลด (Expectorating)

วิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาอเมริกัน (American College of Sports Medicine) ได้ให้หลักที่เหมาะสม (Position stand) เกี่ยวกับการลดน้ำหนักในนักมวยปล้ำ มีรายละเอียดที่เป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องกับการกีฬาที่มีการแข่งขันโดยการจำกัดรุ่น หรือจำกัดน้ำหนักไว้ โดยวิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาอเมริกัน ได้เสนอผลการศึกษา เกี่ยวกับการลดน้ำหนักของนักมวยปล้ำในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา และระดับวิทยาลัย พบว่า ก่อนฤดูกาลการแข่งขัน นักมวยปล้ำต้องทำน้ำหนักของตนให้อยู่ในพิกัดที่จะทำการแข่งขัน ซึ่งคิดเป็นปริมาณของน้ำหนักระหว่าง 3-20% ของน้ำหนักร่างกาย เพื่อให้ผ่านการชั่งน้ำหนัก ปริมาณของน้ำหนักที่ลดลงไปนี้ ส่วนใหญ่จะถูกทำให้

ลดลงในวันชั่งน้ำหนัก หรือก่อนวันชั่งน้ำหนักอย่างเป็นทางการเพียง 1 วัน และนักกีฬาที่มีอายุน้อยที่สุด และ/หรืออยู่ในรุ่นที่มีน้ำหนักน้อยที่สุดของทีม จะมีเปอร์เซนต์ของน้ำหนักตัวที่ลดลงมากที่สุดด้วย ข้อค้นพบต่อมา ได้แก่ นักมวยปล้ำในโรงเรียนและวิทยาลัยระดับดังกล่าว ที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 190 ปอนด์ มีเปอร์เซนต์ไขมันอยู่ระหว่าง 1.6 ถึง 15.1 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักร่างกาย แต่ส่วนใหญ่จะมีน้อยกว่า 8 เปอร์เซนต์ การลดน้ำหนักโดยการผสมวิธีการต่าง ๆ เช่น การจำกัดอาหาร การงดดื่มน้ำ และการทำให้เหงื่อออกโดยการใช้ความร้อน หรือการออกกำลังกายเป็นการทำให้ร่างกายสูญเสียน้ำโดยการขับเหงื่อ เป็นวิธีการที่มีการเลือกใช้กันมากที่สุด ประการสุดท้าย ภายใต้กฎกติกาที่กำหนด รวมทั้ง การปฏิบัติที่กระทำสืบต่อกันมาของนักกีฬาที่ประสบความสำเร็จในการแข่งขันโดยสามารถผ่านเข้าไปในรอบต่าง ๆ ได้ ทำให้กระบวนการของการลดน้ำหนักที่มีการกระทำซ้ำ ๆ ระหว่างฤดูกาลของการแข่งขัน ประมาณ 15-30 ครั้งต่อปี ถือเป็นเรื่องปกติ

การสูญเสียน้ำจากร่างกายระหว่างการออกกำลังหนักปานกลาง 60-70% ของสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด ในบรรยากาศแวดล้อมที่มีอุณหภูมิ 39°ซ. และความชื้นสัมพัทธ์ 25% (Astrand and Rodahl, 1977) มีรายละเอียดดังตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 4 การสูญเสียน้ำจากร่างกาย

ปริมาณการขาดน้ำของร่างกาย %	การสูญเสียน้ำจากส่วนต่าง ๆของร่างกาย (% ของการสูญเสียทั้งหมด)		
	พลาสมา	ของเหลวระหว่างเซลล์	ของเหลวภายในเซลล์
2.2	10	60	30
4.1	10	38	52
5.8	11	39	50

นอกจากนั้น การออกกำลังกายในงานหนักระดับปานกลางเป็นเวลา 15 นาที ในบรรยากาศแวดล้อมที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูงมีผลต่อการสูญเสียน้ำในร่างกาย ดังข้อมูลที่ ฟ้อกซ์,

I16995594

ไวสส์, บาร์เทลส์ และ ไฮแอทท์ (Fox, Weiss, Bartels, and Hiatt, 1966) ได้เสนอดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลของการออกกำลังกายในที่ที่มีอุณหภูมิและความชื้นต่าง ๆ

อุณหภูมิที่กระเปาะแห้ง °ซ	อุณหภูมิที่กระเปาะเปียก °ซ	ความชื้นสัมพัทธ์ %	อัตราการหลั่งเหงื่อ (ลิตร/ชั่วโมง	อัตราการเต้นของชีพจร ครั้ง/ชั่วโมง
22	14.7	45	0.4	150
35	26.0	50	1.0	155
35	33.4	90	1.6	165

แสดงว่า การออกกำลังกายในที่ที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง เช่น ที่อุณหภูมิ 35°ซ. และมีความชื้นสัมพัทธ์ 90% แม้จะเป็นงานที่ไม่หนักมาก ภายในเวลา 1 ชั่วโมง ก็สามารถทำให้เหงื่อออกจากร่างกายได้ถึง 1.6 ลิตร

เกี่ยวกับการออกกำลังกายในบรรยากาศแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงนี้ แคลร์มอนท์ (Claremont, 1979) ได้ศึกษาพบว่า ร่างกายสูญเสียน้ำในร่างกาย ในอัตรา 1 ลิตรต่อชม. หรือ 1.057 ควอร์ตต่อชม. ระหว่างการออกกำลังกายอย่างหนัก ในที่ที่มีอุณหภูมิ 90°ฟ. (32°ซ.) (Claremont, 1979)

อัตราการหลั่งเหงื่อในระดับสูง เพื่อให้อุณหภูมิของร่างกายไม่สูงเกินไปในขณะออกกำลังกายในที่ร้อน (0.5 ถึง 2.0 ลิตร ต่อชั่วโมง) ทำให้ร่างกายอยู่ในสภาพการขาดน้ำ เกลือและสารอิเลคโทรลัยต์อื่น ๆ ความสามารถในการทำงานลดลงมาก ร่างกายจะมีอุณหภูมิสูง การควบคุมความร้อนในร่างกายสูญเสียไป เป็นอันตรายแก่ร่างกาย นับเป็นข้อควรระวังในการลดน้ำหนักโดยการขับน้ำออกจากร่างกาย (Buskirk, Lampietro, and Bass, 1958) ซึ่งผลเสียของการที่ร่างกายสูญเสียน้ำออกจากร่างกาย คือ การที่โลหิตมีปริมาตรลดลง จะทำให้

อัตราการหลั่งเหงื่อและระบบการทำให้เกิดความเย็นโดยการระเหยของร่างกายลดลงด้วย และถ้าสูญเสียน้ำในระดับรุนแรง น้ำในโลหิตและในเนื้อเยื่อลดปริมาณลง ความเข้มข้นของโลหิตสูงขึ้น ทำให้เกิดความหนืดมากขึ้นระหว่างผิวหลอดโลหิตกับโลหิต การไหลเวียนของโลหิตเป็นไปได้ช้าและติดขัด ทำให้มีผลต่อสภาพร่างกาย ในด้านอื่น ๆ อีกได้แก่ โลหิตนำอาหารไปเลี้ยงเนื้อเยื่อและอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายไม่ทัน โลหิตลำเลียงออกซิเจนไปยังเนื้อเยื่อและอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายได้ช้าและน้อยลง โลหิตไม่สามารถนำคาร์บอนไดออกไซด์จากเนื้อเยื่อและอวัยวะต่าง ๆ ซึ่งเป็นของเสียออกนอกร่างกายได้ทัน มีการสะสมของเสียมากขึ้น ทำให้ร่างกายมีสมรรถภาพลดลง แต่สภาพดังกล่าวจะดีขึ้น เมื่อทำให้โลหิตเจือจางลงโดยการดื่มน้ำเข้าไป (Kozlowski and Saltin, 1964)

การสูญเสียน้ำประมาณ 700 มล. (ประมาณ 1% ของน้ำหนักร่างกาย ของผู้ที่มีน้ำหนัก 70 กิโลกรัม) จะทำให้เกิดการกระหายน้ำ

การสูญเสียน้ำประมาณ 5% ของน้ำหนักตัว จะทำให้เกิดความรู้สึกไม่สะดวกสบาย (Discomfort) และมีอาการเซื่องซึมสลับกับอาการหงุดหงิด นอกจากนั้น จะรู้สึกฉุนเฉียวง่าย ร่างกายจะมีการอ่อนเพลียไม่อยากอาหาร (Loss of appetite) และนักกีฬาอาจจะได้รับอันตรายจากการเป็นลมแดดได้ (Yarrows, 1988) ซึ่งการสูญเสียน้ำประมาณ 5% ของน้ำหนักร่างกายนี้ ถือเป็นเรื่องธรรมดาสำหรับนักกีฬาบางประเภท และในการศึกษาวิจัยทางสรีรวิทยาเกี่ยวกับการลดน้ำหนักมักจะกระทำที่ระดับ 5% ของน้ำหนักตัวนี้ (Morgan, 1970)

การสูญเสียน้ำประมาณ 7% ของน้ำหนักตัว ถือเป็นสิ่งอันตรายอย่างยิ่ง การสูญเสียน้ำระดับนี้ จะทำให้การหลั่งน้ำลาย (Salivating) และการกลืนอาหารเป็นไปด้วยความลำบาก

ถ้าสูญเสียน้ำมากกว่า 10% ของน้ำหนักตัว ความสามารถในการเดินจะสูญเสียไป ซึ่งจะสัมพันธ์กับการประสานสัมพันธ์ในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายไม่ดีด้วย รวมทั้งอาจจะมีการชักกระตุก

ถ้าสูญเสียน้ำถึง 15% ของน้ำหนักตัว จะทำให้มีสภาพจิตที่ไม่ปกติ และมีผิวหนังเหี่ยวย่น (Delirium or mental disturbances and shriveled skin) ซึ่งจะเกิดขึ้นพร้อมกับปริมาตรของน้ำปัสสาวะที่ลดลง สูญเสียความสามารถในการกลืนอาหาร และกลืนน้ำได้ยากขึ้น

ถ้าสูญเสียน้ำเกิน 20% ของน้ำหนักตัว จะมีโลหิตออกตามผิวหนังและผิวแตก (Skin bleeds and cracks) ถือเป็นระดับสูงสุดของการทนทานต่อการขาดน้ำ (Tolerance of

dehydration) หลังจากนั้น จะถึงแก่ความตาย (Death ensues)

วิลมอร์ (Wilmore, 1976 อ้างถึงใน ประทุม ม่วงมี, 2527) กล่าวว่า การสูญเสียน้ำมากกว่า 1% ของน้ำหนักของร่างกายจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายลดลง ดังนั้น นักกีฬาจึงควรจะชั่งน้ำหนักของตนเอง ทั้งก่อนและหลังการฝึกซ้อมในแต่ละครั้ง หากน้ำหนักลดลงมากกว่า 2% ของน้ำหนักปกติ ผู้ฝึกสอนไม่ควรอนุญาตให้นักกีฬาผู้นั้นทำการฝึกซ้อมในช่วงต่อไป เช่น นักกีฬาผู้หนึ่งมีน้ำหนักปกติ 200 ปอนด์ และเมื่อทำการชั่งน้ำหนักเพื่อการฝึกซ้อมในวันต่อมาได้ 196 ปอนด์ เขาไม่ควรจะได้รับอนุญาตให้ทำการฝึกซ้อมในวันนั้น จนกว่าจะได้ทำให้น้ำหนักที่ลดลงนั้นเพิ่มขึ้นสู่ระดับปกติเสียก่อน (Fox, Bowers and Foss, 1988) มีผู้กล่าวว่า นักกีฬาที่มีร่างกายไม่ขาดน้ำ (Superhydrated athlete) ไม่เคยได้รับความเสียใจจากการแสดงความสามารถของร่างกายเลย (Blyth and Burt, 1961., Greenleaf and Castle, 1971)

โปรแกรมที่มีประสิทธิภาพในการฝึกอบรมผู้ฝึกสอนกีฬาอเมริกัน (American coaching effectiveness program, 1991) สรุปผลของการขาดน้ำที่มีผลต่อร่างกาย คือ

1. ลดประสิทธิภาพของระบบไหลเวียนโลหิต (Decreased cardiovascular efficiency)

2. ลดความสามารถในการควบคุมความร้อนของร่างกาย (Decreased heat-regulating ability)

3. ลดประสิทธิภาพการทำงานของเซลล์ (Decreased cellular efficiency)

4. ทำให้ไตเสื่อมหรือถูกทำลาย (Kidney damage)

ไรบิสล์ (Ribisl, 1974) กล่าวว่า

โดยทั่วไป นักมวยปล้ำจะใช้วิธีการจำกัดอาหาร งดดื่มน้ำ และทำให้ร่างกายขาดน้ำเพื่อลดน้ำหนัก นอกจากนั้น ยังอาจมีวิธีการอื่น เช่น การทำให้อาเจียน ใช้ตู้อบด้วยความร้อน (Hot boxes) สวมเครื่องแต่งกายชุดยาง (Rubberized apparel) และอาจรวมกิจกรรมการออกกำลังกายในระหว่างวิธีการเหล่านั้นไว้ด้วย

นอกจากนั้น จรวยพร ธรณินทร์ (2521)ยังได้ให้ข้อเสนอแนะว่า การลดน้ำหนักให้เกิดผลดี ควรใช้วิธีการทางจิตวิทยาควบคู่ไปด้วย

การลดน้ำหนักมากเกินไป มีผลต่อการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย ทำให้ภาวะคงที่ (Homeostasis) ของร่างกายผิดปกติ รวมทั้ง ประสิทธิภาพในการออกกำลังกายหรือการแสดงความสามารถในการทำงานของร่างกาย ความสามารถในการแข่งขัน ลดต่ำลง รวมทั้งจะมีผลเสียต่อสุขภาพโดยส่วนรวมอีกด้วย ดังที่ เฮิร์ช (Hursh, 1979) ได้สรุปผลของการจำกัดของเหลว (Fluid deprivation) และการทำให้ร่างกายขาดน้ำ (Dehydration) ไว้ดังนี้

1. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง
2. การแสดงความสามารถในการทำงานของร่างกายลดลง
3. ลดปริมาตรของพลาสมาและปริมาตรโลหิต
4. การทำงานของหัวใจลดลง
5. การใช้ออกซิเจนต่ำลง
6. กระบวนการการควบคุมความร้อนของร่างกายไม่เป็นปกติ
7. ลดการไหลเวียนของโลหิตที่ไต
8. ทำให้กลัยโคเจนที่สะสมอยู่ที่ตับหมดไป
9. เพิ่มการสูญเสียอิเลคโทรลัยต์

นอกจากนั้นยังมีนักสรีรวิทยาการออกกำลังกายหลายท่าน ได้สรุปสาเหตุของการลดลงของประสิทธิภาพในการออกกำลังกายหรือการแสดงความสามารถในการทำงานของร่างกาย อันเนื่องมาจากการที่ร่างกายขาดน้ำ ดังนี้

1. การสูญเสียน้ำในกล้ามเนื้อ โดย ปกติในกล้ามเนื้อมีน้ำประมาณ 75% ของน้ำหนักน้ำมีความสำคัญโดยตรงต่อประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ (Karpovich, 1966) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้กระบวนการทางเคมีในกล้ามเนื้อเป็นไปโดยสมบูรณ์ ดังนั้น ในขณะออกกำลังกาย หากร่างกายขาดน้ำหรือมีน้ำไม่เพียงพอ ขบวนการต่าง ๆ ของร่างกายก็จะเป็นไปอย่างไม่ปกติ ประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อก็จะลดลง

2. การสูญเสียเกลือแร่ เกลือแร่เป็นสิ่งจำเป็นในการทำงานของกล้ามเนื้อและประสาทที่ไปกระตุ้นกล้ามเนื้อให้หดตัว ดังนั้น เมื่อร่างกายถูกจำกัดอาหารหรือทำให้ขาดน้ำ ก็จะทำ

ให้ร่างกายเสียสูญเกลือแร่ไปด้วย แม้ว่าในแต่ละวัน ร่างกายจะเสียเกลือทางปัสสาวะและเหงื่อไปประมาณ 10-15 กรัมต่อวัน อยู่แล้ว แต่ร่างกายสามารถได้รับการชดเชยจากอาหาร (อวย เกตุสิงห์, 2515) อย่างไรก็ตาม หากมีการจำกัดอาหารร่างกายก็จะขาดเกลือ และหากงดหรือจำกัด หรือกำจัดน้ำโดยการทำให้ร่างกายเสียเหงื่อ ปริมาณเกลือแร่ก็จะสูญเสียเพิ่มขึ้น เป็นผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายลดลงดังกล่าว

3. การไหลเวียนของโลหิตผิดปกติ เพราะการที่ร่างกายสูญเสียน้ำ ปริมาตรของโลหิตจะลดต่ำลง โลหิตจะมีความเข้มข้นสูงขึ้น อัตราการไหลเวียนจะต่ำลง การนำอาหารและออกซิเจนไปตามเซลล์ต่าง ๆ ของร่างกายก็เป็นไปอย่างไม่เต็มที่ อุณหภูมิของร่างกายจะสูงขึ้น เนื่องจากการระบายความร้อนที่ผิวหนังทำได้ไม่ดี นอกจากนั้น เมื่อร่างกายพยายามปรับตัวโดยการดึงน้ำจากเนื้อเยื่อต่าง ๆ เข้ามาในกระแสโลหิต ปริมาณน้ำในเนื้อเยื่อก็ลดลง หัวใจก็ต้องเพิ่มการสูบฉีดโลหิตมากขึ้น ร่างกายก็จะเหนื่อยเร็ว

4. ขาดพลังงานในการทำงาน อันเนื่องมาจากการถูกจำกัดอาหาร เมื่อร่างกายต้องทำงานหนัก ความต้องการพลังงานก็จะยิ่งมีมากขึ้น ร่างกายก็ต้องนำอาหารที่สำรองไว้ในรูปของกลัยโคเจนที่ตับและกล้ามเนื้อออกมาใช้ จนอาจถึงขั้นไม่มีกลัยโคเจนสำรองเหลืออยู่เลย กลัยโคเจนที่สะสมไว้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อ กล่าวคือ จากการศึกษาพบว่า หากร่างกายทำงานติดต่อกันเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ด้วยงาน 75% ของความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด (Max VO_2) กลัยโคเจนในกล้ามเนื้อจะถูกนำออกมาใช้หมด ประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อจะลดลง (Astrand and Rodahl, 1970)

5. ความเมื่อยล้า (Fatigue) การลดน้ำหนักโดยการออกกำลังกายเพื่อทำให้น้ำออกจากร่างกาย จะทำให้ร่างกายเกิดความเมื่อยล้า อันเป็นผลมาจากการที่ร่างกายสะสมของเสียที่เกิดจากกระบวนการทางเคมีในขณะที่กล้ามเนื้อทำงาน และการไหลเวียนโลหิตไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะนำของเสียไปขับทิ้ง ซึ่ง ชูศักดิ์ เวชแพศย์ (2524) กล่าวว่า ความเมื่อยล้าจะลดความคล่องแคล่ว กล่าวคือ ความเมื่อยล้าจะลดประสิทธิภาพในส่วนประกอบต่าง ๆ ของความคล่องแคล่ว ได้แก่ พลัง เวลาปฏิกิริยา ความเร็วในการเคลื่อนไหว และที่สำคัญ ความเมื่อยล้าจะทำให้การทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อและประสาทลดลง

การลดน้ำหนักร่างกายครั้งละมาก ๆ ความสามารถจะเสียไป (Jean, Briggs and Calloway, 1973) นอกจากนั้น ยังมีปัญหาในด้านการเผาผลาญสารอาหารในร่างกาย ทำให้มีผลกระทบต่อการปรับตัวของระบบการทำงานของหัวใจ ทำให้กล้ามเนื้ออ่อนเพลีย ผิวหนังเหี่ยวย่น การทรงตัวไม่ดี หิวและเหนื่อยง่าย (Morehouse and Miller, 1967)

คณะกรรมการการแพทย์ด้านกีฬา สมาคมแพทย์อเมริกัน (American Medical Association Committee on Medical Aspects of Sports, 1967) ให้ข้อคิดเห็นว่า ปริมาณของน้ำหนักตัวที่จะทำให้ลดลงอย่างปลอดภัย ควรจะสัมพันธ์กับระดับของน้ำหนักที่ส่งผลต่อประสิทธิผลของการแข่งขัน (Effective weight level) มากกว่าที่จะทำให้มีน้ำหนักน้อยลงเท่านั้น ซึ่งเป็นการยากที่จะกำหนดลงไปได้อย่างมีเหตุมีผล ถึงปัดจำกัดของการควบคุมน้ำหนักอย่างปลอดภัยได้ อย่างไรก็ตาม คณะกรรมการดังกล่าวได้ให้แนวทางการลดน้ำหนักสำหรับนักกีฬามวยปล้ำไว้ ดังนี้

1. นักกีฬามวยปล้ำควรมีเปอร์เซนต์ไขมันในร่างกายอยู่ระหว่าง 7% - 10%

2. นักกีฬามวยปล้ำควรจะมีเวลาสำหรับการฝึกซ้อมเข้ม รวมทั้งโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายด้วย เป็นเวลา 6 สัปดาห์ โดยไม่เกี่ยวกับการลดน้ำหนัก

3. ในท้ายที่สุด น้ำหนักของนักกีฬาควรจะอยู่ในระดับน้อยที่สุดที่จะมีประสิทธิผลต่อการแข่งขันพอ ๆ กับที่จะให้ผ่านการชั่งน้ำหนักด้วย

4. ความพยายามที่จะทำน้ำหนักหรือรักษาระดับของน้ำหนักให้ต่ำกว่าที่กล่าวแล้ว จะทำให้นักกีฬาเกิดความลำบาก (Hardship)

ปัสสาวะกับความสามารถในการทำงานของร่างกาย

ปัสสาวะเป็นผลิตผลที่เกิดจากการที่ไตได้ทำหน้าที่ควบคุมสารประกอบต่าง ๆ ที่มีในพลาสมาและในของเหลวของร่างกายให้มีจำนวนที่เหมาะสม เพื่อการรักษาดุลภาพของร่างกาย (Homeostasis) อันหมายถึงการรักษาปริมาณน้ำและสารต่าง ๆ ภายในร่างกายให้มีปริมาณคงที่ นอกจากนั้น ยังต้องรักษาระดับความเป็นกรดเป็นด่าง ความดันของโลหิต และระดับอุณหภูมิภายในร่างกายให้คงที่ด้วยการรักษาสมดุลต่าง ๆ ของร่างกายให้อยู่ในช่วงที่จำกัด ขณะเดียวกัน ในการรักษาดุลของร่างกายนั้น ก็ยังต้องอาศัยอาหารและสารต่าง ๆ เพื่อการดำรงชีวิต รวมทั้งการขจัดของเสียออกจากร่างกายด้วย ดังนั้น ไตจึงมีหน้าที่ในการช่วยขับถ่ายสิ่งที่เป็นของเสีย และสิ่งที่จะ

ขัดขวางความสามารถในการทำงานของร่างกายออกไป เช่น ขับหรือเก็บน้ำไว้ให้มีเท่าที่ร่างกายต้องการ ขับสารไม่ระเหยที่ได้จากเมตาบอลิซึมต่าง ๆ ในร่างกาย เป็นต้น อาจสรุปได้ว่า ไตจะแยกสารจำเป็นที่ร่างกายต้องการกลับเข้าร่างกายไว้ใช้โดยเลือกขับสารที่มีมากเกินไปออกไปในปัสสาวะ และเก็บสารที่มีน้อยไว้ และขับสารที่เป็นของเสียและเป็นสารแปลกปลอมออกไป ดังนี้

1. ควบคุมปริมาณสารเคมีในร่างกาย ได้แก่

1.1 ควบคุมดุลน้ำ โดยการดูดน้ำกลับเข้าร่างกาย หรือขับออกจากไตตามความต้องการของร่างกาย โดยมี ฮอร์โมนที่ยับยั้งการขับปัสสาวะ (ADH-Antidiuretic Hormone) ควบคุม เช่น ภายหลังดื่มน้ำมากจะมีปัสสาวะที่เจือจางและขับออกในจำนวนมาก ปัสสาวะตอนเช้าจะเข้มข้น ปัสสาวะของคนปกติเมื่อถ่ายออกจำนวนน้อยจะเข้มข้น เมื่อถ่ายออกจำนวนมากจะเจือจาง

ปัสสาวะปกติมีความเข้มข้นประมาณ 800 มิลลิออสโมลต่อลิตร (mOsm/l) หรือมีความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะอย่างน้อยหนึ่งตัวอย่างใกล้เคียง 1.025

1.2 ควบคุมดุลอิเลคโทรลัยต์ ปริมาณอิเลคโทรลัยต์ จะมีการเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากมีการขาดน้ำ หรือมีปริมาณอิเลคโทรลัยต์ ที่ไม่สมดุลภายในร่างกาย

1.3 ควบคุมดุลกรด-ด่าง โดยทำการขับกรดที่ไม่ระเหย (Non Volatile Acid) ซึ่งขับออกทางปอดไม่ได้ กรดไม่ระเหยเหล่านี้ส่วนใหญ่ได้แก่ กรดกำมะถัน กรดฟอสฟอริก และกรดเกลือ มีกรดไพรูวิค กรดแลคติค และกรดซิตริกในจำนวนเล็กน้อย และมีสารคีโตนอยู่บ้าง กรดเหล่านี้ขับออกทางโกลเมอรูลัสพร้อมกับแคทไอออน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเป็นโซเดียม กรดอีกส่วนหนึ่งขับออกทางเซลล์ของหลอดไตส่วนปลาย โดยมีไฮโดรเจนไอออนแลกเปลี่ยนกับโซเดียมทำให้ปัสสาวะเป็นกรด กรดเหล่านี้ในแต่ละวันมีจำนวนมากกว่าจำนวนของบัฟเฟอร์เบสที่มีอยู่ ไม่สามารถเข้าทำปฏิกิริยากับเบสได้ทั้งหมด จึงเป็นหน้าที่ของไตที่จะควบคุมจำนวนของไฮโดรเจน ไอออน (H^+) และรักษา ค่า พีเอช (pH) ของของเหลวในร่างกาย ค่า พีเอช ของปัสสาวะสะท้อนถึงความสามารถของไตในการรักษาความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในพลาสม่า และในของเหลวนอกเซลล์ ค่า พีเอช ในปัสสาวะของคนปกติโดยเฉลี่ยประมาณ 6.0 ต่ำกว่า ค่า พีเอช ของพลาสม่า ซึ่งเท่ากับ 7.4 ทั้งนี้เนื่องจาก กรดจากพลาสมาผ่านการกรองที่โกลเมอรูไลเข้ามาในท่อไต ไตเข้าควบคุมจำนวนของกรดหรือเบสที่เกินมา ทำให้ ค่า พีเอช ของปัสสาวะแตกต่างไปได้มาก

ระหว่าง 4.5 ถึง 8.2

2. กักสารที่ร่างกายต้องการเพื่อใช้ในการทำงานตามปกติ ตัวอย่างเช่น กลูโคส กรดอะมิโน วิตามิน ฮอร์โมน

3. ขับของเสียที่ได้จากเมตาบอลิซึมและเป็นพิษต่อร่างกาย เช่น กรดแลคติค และสารคีโตนที่ได้จากเมตาโบลิสมของคาร์โบไฮเดรทและลิปิด ยูเรียและกรดกำมะถันที่ได้จากเมตาโบลิสมของโปรตีน กรดฟอสฟอริคที่ได้จากเมตาโบลิสมของฟอสโฟลิปิด เป็นต้น (สุพิศ จินดาวนิค, 2524)

การตรวจปัสสาวะ

การออกกำลังกายกับการทำหน้าที่ของไตมีความเกี่ยวข้องกันเป็นอย่างมาก เพราะการเปลี่ยนแปลงของปัสสาวะไปจากปกติ สะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงของของเหลวทั้งภายในเซลล์และนอกเซลล์ ถ้าการทำงานของเซลล์เป็นไปตามปกติสารประกอบในปัสสาวะก็มีปริมาณปกติ การทำงานของร่างกายก็เป็นปกติ ดังนั้น การตรวจปัสสาวะจึงมีความสำคัญ โดยเฉพาะในทางการแพทย์ที่ใช้ในการตรวจวินิจฉัยโรคขั้นพื้นฐาน ซึ่งได้กระทำกันในการตรวจร่างกายทั่วไป การตรวจปัสสาวะช่วยในการวินิจฉัยเกี่ยวกับระบบอื่นของร่างกายได้ด้วย เช่น ระบบย่อยอาหาร ระบบประสาท ระบบหัวใจและหลอดโลหิต เมตาบอลิซึมในร่างกาย เป็นต้น (สุพิศ จินดาวนิค, 2524)

การตรวจปัสสาวะมีวัตถุประสงค์ 2 ประการ (สุดารัตน์ มโนเชี่ยวพินิจ และคณะ, 2526) คือ

1. เพื่อตรวจหาความผิดปกติที่เกิดขึ้นภายในร่างกาย เช่นความผิดปกติของต่อมไร้ท่อ (Endocrine Gland) หรือความผิดปกติของการเผาผลาญอาหารของร่างกาย (Metabolism) ซึ่งในกรณีเช่นนี้ ไตอาจจะยังทำหน้าที่อย่างปกติ แต่จะขับถ่ายเอาของเสียที่เกิดจากการเมตาบอลิซึมของร่างกาย (Metabolic end products) ออกมาในปริมาณที่ผิดปกติ

2. เพื่อตรวจหาภาวะบางอย่างที่มีผลต่อไตหรือระบบทางเดินปัสสาวะ ถ้าหากมีความผิดปกติเกิดขึ้นที่ไต ไตจะไม่สามารถทำหน้าที่ควบคุมปริมาตรและส่วนประกอบต่าง ๆ ของของเหลวในร่างกายให้คงที่ได้ ตลอดจนจะไม่สามารถรักษาดุลยภาพของร่างกาย (Homeostasis) ไว้ได้

ดังนั้น สารที่โดยปกติแล้ว ไตจะต้องเก็บกลับคืนหรือขับออกมาเพียงเล็กน้อย จะถูกขับออกมาทำให้สามารถตรวจพบได้มากขึ้นในปัสสาวะ ในขณะเดียวกัน สารที่โดยปกติแล้วควรจะถูกขับออกมาก็จะถูกเก็บไว้ นอกจากนั้น ยังสามารถตรวจพบพวกที่เป็นส่วนโครงสร้าง (Structural elements) ต่าง ๆ เช่น เม็ดโลหิตแดง เม็ดโลหิตขาว เซลล์จากทางเดินปัสสาวะและคาสท์ (Casts) ต่าง ๆ ได้ในปัสสาวะของผู้ป่วยโรคไต

มีรายงานการตรวจพบความผิดปกติของปัสสาวะในผู้ที่ออกกำลังกายอย่างหนัก ด้วยการกรรเชียงเรือ (Alyea, Parish, and Durham, 1958) การขี่จักรยาน (Pederson, Mogensen, and Larson, 1981) อย่างไรก็ตาม ความผิดปกติของปัสสาวะเหล่านี้เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นชั่วคราว หลังจากที่ได้รับการพักผ่อนแล้วก็จะกลับคืนสู่ปกติดังเดิม (Refsum, and Stromme, 1975) นอกจากนั้น ยังมีรายงานการตรวจพบความผิดปกติของปัสสาวะในผู้ที่ออกกำลังกายอย่างหนักด้วยการเล่นสกีระยะทางไกล (Castenfors, Mossfeldt, and Piscator, 1967 และ Haugen, Akesson, Stromme, and Refsum, 1980) โดยพบว่าปัสสาวะมีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณกลูโคสและกรดอัลฟา-อะมิโน (Alpha-amino acid) ไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งแสดงว่ามีการเพิ่มขึ้นของการซึมผ่านที่ไกลเมอรูลาร์ (Glomerular permeability) และยังพบว่า ค่า ครีอาตินิน เคลียรานซ์ (Creatinine clearance) และการขับถ่ายโซเดียมลดลง แต่การขับถ่ายโ)ตัสเซียมเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ยังสามารถตรวจพบ เม็ดโลหิตแดง เม็ดโลหิตขาว และ ฮายอาลิน คาสท์ (Hyaline cast) เพิ่มขึ้นในตะกอนปัสสาวะ

ในขณะที่ออกกำลังกาย การขับถ่ายปัสสาวะ (Urine flow) จะลดลงเนื่องจากมีการหลั่งฮอร์โมนที่ยับยั้งการขับปัสสาวะ แต่ในขณะอยู่ในน้ำร่างกายเกิดภาวะการกระจายของน้ำ (Re-distribution) ของโลหิตมาอยู่ในส่วนของระบบกลาง (Central system) ทำให้เกิดเรทเตอร์ ยูเรซิส (rater uresis) อันเป็นสาเหตุให้ปัสสาวะจางลง จึงพบว่าในขณะว่ายน้ำความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะจะลดลง ดังผลการวิจัยของ รัตนา ฤทธิมัต และคณะ (2531) ที่ได้ศึกษาผลการตรวจปัสสาวะในผู้ออกกำลังว่ายน้ำ ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารและตะกอนต่าง ๆ ในปัสสาวะของอาสาสมัครเด็กไทย 100 คน ที่ออกกำลังด้วยการว่ายน้ำเป็นระยะทาง 1,200 ถึง 1,500 เมตร โดยการตรวจปัสสาวะ ผลการตรวจส่วนน้ำใสของปัสสาวะในขณะว่ายน้ำและก่อนว่ายน้ำ พบว่าปัสสาวะในขณะว่ายน้ำมีความถ่วงจำเพาะต่ำกว่า แต่เมื่อ

เปรียบเทียบผลการตรวจระหว่างก่อนว่ายน้ำและหลังจากว่ายน้ำแล้ว 24 ชั่วโมง พบว่า ผลการตรวจทุกชนิดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ (Urine Specific Gravity)

ความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ เป็นสิ่งแสดงถึงจำนวนของแข็งที่ละลายอยู่ในปัสสาวะ ค่าของความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะแตกต่างไปตามจำนวนของแข็งที่ละลายอยู่ ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ ยูเรีย โซเดียมและคลอไรด์ และแตกต่างไปตามปริมาตรของปัสสาวะ ปัสสาวะที่ขับออกมีปริมาณมาก จะมีความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะต่ำ ปัสสาวะที่ขับออกมีปริมาณน้อย จะมีความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะสูง การวัดความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะของคนที่มีไตปกติ จะทำให้ทราบถึงสภาพของจำนวนน้ำในร่างกายได้ กล่าวคือ ถ้าปัสสาวะมีความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะสูงหรือปัสสาวะเข้มข้น (ค่าความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ มากกว่า 1.020) แสดงว่าร่างกายขาดน้ำ (Water deprivation) (สุพิศ จินดาวนิค, 2524) ดังผลการวิจัยของ แซมบราสกี ทิพตัน ทีเช็ง จอร์แดน ไวลาส และคัลลาฮัน (Zambraski, Tipton, Tcheng, Jordan, Vailas, and Callahan, 1975) ที่ได้ศึกษาโปรไฟล์เกี่ยวกับปัสสาวะของนักมวยปล้ำ พบว่าร่างกายของนักมวยปล้ำถูกทำให้ขาดน้ำ ประมาณ 9 - 13% มีค่าความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ ขณะชั่งน้ำหนักประมาณ $1.028^{+}/_{-}0.0009$ แสดงให้เห็นว่า นักมวยปล้ำอยู่ในสภาพที่ขาดน้ำ และแม้จะมีเวลาชดเชยถึง 5 ชั่วโมง ค่าของความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะของนักมวยปล้ำก็ยังไม่เปลี่ยนแปลง

ปัสสาวะขณะตื่นนอนเช้าจะมีความถ่วงจำเพาะมากที่สุด เราสามารถหาค่าประมาณของสารจากความถ่วงจำเพาะได้โดยเอาทศนิยม 2 ตัวสุดท้ายคูณด้วย 2.66 ซึ่งเรียกว่าค่าสัมประสิทธิ์ของ ลอง (Long's coefficient) ได้ค่าออกมาเป็นกรัมต่อลิตร สมมติว่าปัสสาวะมีความถ่วงจำเพาะ 1.015 จะมีสารทั้งหมด (Total solute) เท่ากับ 1.015 X 2.66 ซึ่งประมาณ 40 กรัมต่อลิตร (บังอร ชมเดช, 2535)

รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

ในปี พ.ศ. 2516 อวย เกตุสิงห์ ได้ศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิต่อความสามารถจับออกซิเจน รวมทั้งได้เสนอผลการวิเคราะห์ "น้ำหนักเหงื่อ" ที่แสดงจากการลดลงของน้ำหนักตัว

ในระหว่างทำงาน ซึ่งถือเป็นค่าใกล้เคียงกับเหงื่อที่หลั่งไป ในการคำนวณความสามารถจับออกซิเจน คำนวณจากอัตราชีพจรในระยะ "คงตัว" (steady state) ขณะที่ทำงานค่อนข้างหนักตามวิธีของ ออสตรานด์ คือขี่จักรยานวัดงาน การทดลองทำในห้องชีวอากาศ ซึ่งปรับความชื้นให้คงที่ (55 %)ระหว่างที่อุณหภูมิเปลี่ยนตั้งแต่ 20-40°ซ. เป็นขั้น ๆ ขั้นละ 5°ซ. สรุปผลได้ดังนี้

อุณหภูมิ(°ซ.)	ออกซิเจน(มล./กก.)	"เหงื่อ"(กก.)
20	51.6	0.08
25	50.4	0.11
30	48.8	0.13
35	46.0	0.21
40	41.2	0.32

ระหว่าง 20°ซ. กับ 25°ซ. สมรรถภาพจับออกซิเจน ลดลง 2.3 % (ของค่าเริ่มต้นคือค่าที่ 20°ซ.)

ระหว่าง 25°ซ. กับ 30°ซ. สมรรถภาพจับออกซิเจน ลดลง 5.4%

ระหว่าง 30°ซ. กับ 35°ซ. สมรรถภาพจับออกซิเจน ลดลง 10.7%

ระหว่าง 35°ซ. กับ 40°ซ. สมรรถภาพจับออกซิเจน ลดลง 20.1%

ทั้งนี้แสดงว่า สมรรถภาพจับออกซิเจน (ซึ่งเป็นดรรชนีอย่างหนึ่งสำหรับวัดสมรรถภาพการงาน) มีจุดวิกฤติอยู่ที่อุณหภูมิ 35°ซ.ในอุณหภูมิต่ำกว่านี้ ความร้อนมีอิทธิพลต่อสมรรถภาพไม่มากนัก แต่เหนือ 35°ซ. ขึ้นไป ความร้อนทำให้สมรรถภาพลดลงอย่างมาก และชัดเจน

กำโชค เผือกสุวรรณ (2517) ทำการศึกษาเรื่องผลของการเสียเหงื่อกับการชดเชยด้วยน้ำและเกลือต่อความอดทนทางกาย โดยให้ผู้เข้ารับการทดลองเสียเหงื่อด้วยวิธีให้เข้าไปนั่งในห้องที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูง ($40^{o}+/_{-}1^{o}$ซ, $65^{+}/_{-}5$%) เป็นเวลา 60 นาที แต่ผลการทำให้เหงื่อออกด้วยวิธีนี้ ไม่ทำให้น้ำหนักของร่างกายแตกต่างกับก่อนการทำให้เสียเหงื่ออย่างมีนัยสำคัญ และผู้วิจัยก็มิได้รายงานผลเรื่องปริมาณน้ำหนักของร่างกายที่ลดลงเนื่องจากการเสียเหงื่อด้วย ผู้วิจัยได้อภิปรายว่า "การสูญเสียเหงื่อก่อนทำงานนั้น ไม่มากพอที่จะทำให้ร่างกายอ่อนเพลียมาก"

วัลภา วัฒนะนุพงษ์ (2518) ให้ผู้เข้ารับการทดลอง ซึ่งเป็นนักมวยสากลสมัครเล่นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตพลศึกษา มีอายุเฉลี่ย 21.5 ปี (23-20 ปี) น้ำหนักเฉลี่ย 59.98 กิโลกรัม (51.77-65.65 กิโลกรัม) ลดน้ำหนัก โดยการอดอาหารและน้ำหรืออออกกำลังกายด้วย ในเย็นวันนั้นภายหลังการทดสอบในภาวะปกติ เพื่อให้น้ำหนักตัวในวันรุ่งขึ้นเท่าหรือใกล้เคียงที่สุดกับน้ำหนักตัวที่กำหนดไว้ 3 ระดับ คือ 2%, 4% และ 6% ของน้ำหนักตัว ถ้าหากการลดน้ำหนักร่างกายไม่ได้ตามที่กำหนด จะต้องลดน้ำหนักตัวต่อไปอีกในเช้าวันที่จะทำการทดสอบโดยการออกกำลังถีบจักรยานวัดงานในห้องชีวอากาศที่มีอุณหภูมิ 40°ซ. และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 54.98% (35-67%) ชั่งน้ำหนักตัวเป็นระยะจนได้น้ำหนักตามต้องการ ในการทดลองครั้งนี้ ใช้เวลาในการลดน้ำหนักระหว่าง 16-18 ชั่วโมง จึงทำให้น้ำหนักลดลงตามต้องการ ก่อนการลดน้ำหนักทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยวัดแรงบีบมือแรงเหยียดขาและแรงเหยียดหลัง โดยใช้เครื่องวัดแรงบีบมือและแรงเหยียดหลังและวัดความอดทนด้วยจักรยานวัดงาน เพื่อวัดประสิทธิภาพสูงสุดใน 6 นาที หลังการลดน้ำหนัก (ในวันต่อมา) ทำการทดสอบเช่นเดิมในเวลาและภาวะแวดล้อมใกล้เคียงกัน เปรียบเทียบประสิทธิภาพที่วัดก่อนลดน้ำหนักตัวกับหลังลดน้ำหนักตัวแต่ละระดับ โดยการทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า

ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวก่อนลดน้ำหนัก 2 เปอร์เซนต์ น้ำหนักตัวหลังลด และน้ำหนักตัวหลังชดเชย เท่ากับ 59.84, 58.57 และ 59.78 กิโลกรัม ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวก่อนลดน้ำหนัก 4 เปอร์เซนต์ น้ำหนักตัวหลังลด และน้ำหนักตัวหลังชดเชย เท่ากับ 60.57, 58.26 และ 59.70 กิโลกรัม ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวก่อนลดน้ำหนัก 6 เปอร์เซนต์ น้ำหนักตัวหลังลด และน้ำหนักตัวหลังชดเชย เท่ากับ 60.62, 57.16 และ 59.65 กิโลกรัม ตามลำดับ

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ก่อนลดน้ำหนักตัว กับ หลังลดน้ำหนักตัว ทุกระดับไม่แตกต่างกัน

การลดน้ำหนักตัว 2 เปอร์เซนต์ ไม่ทำให้ความอดทนลดลง

การลดน้ำหนักตัว 4 เปอร์เซนต์ ทำให้ความอดทนลดลง 2.3 เปอร์เซนต์

การลดน้ำหนักตัว 6 เปอร์เซนต์ ทำให้ความอดทนลดลง 3.0 เปอร์เซนต์

ทั้งนี้ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ในปีเดียวกัน เพ็ญประภา เข็มแดงได้ศึกษาวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหวของอาวุธมวยไทย วัตถุประสงค์ของการวิจัยในเรื่องนี้ ก็เพื่อศึกษาวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหวของอาวุธมวยไทย โดยวัดระยะเวลาปฏิกิริยาของหมัด ศอกและเตะ ด้วยเครื่องอิเลคโทรนิค วัดแรงกระทบด้วยเครื่องไดนาโมมิเตอร์ กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 เป็นนักมวยอาชีพ 20 คน กลุ่มที่ 2 เป็นบุคคลที่ไม่เคยฝึกมวยไทยอย่างจริงจังมาก่อนจำนวน 20 คน รวมทั้งสิ้น 40 คน ในการทดลอง ผู้เข้ารับการทดลองจะทำ 3 ท่า คือ หมัด ศอก และเตะ แต่ละท่า ทำ 3 ครั้ง แยกเป็น ซ้ายและขวา ผลการศึกษาพบว่า นักมวยและบุคคลธรรมดา ในกลุ่มที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกัน (50-55 กก.) ในช้างถนัดระยะเวลาปฏิกิริยาค่าเฉลี่ยของหมัด ศอก ของบุคคลธรรมดา สั้นกว่านักมวย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนการเตะไม่แตกต่างกันในด้านแรงกระทบนั้นปรากฏว่า หมัดของนักมวยและบุคคลธรรมดาไม่แตกต่างกัน ศอกบุคคลธรรมดามีแรงกระทบมากกว่านักมวยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนการเตะ นักมวยมีแรงกระทบมากกว่าบุคคลธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบในน้ำหนักต่างกัน พบว่านักมวยที่หนัก 44-49 กิโลกรัม มีแรงกระทบน้อยกว่านักมวยที่หนัก 50-55 กิโลกรัม ทั้งหมัด ศอก และเตะ แต่ในด้านระยะเวลาปฏิกิริยาไม่แตกต่างกัน ทั้งหมัดศอก และเตะ เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาปฏิกิริยาระหว่างช้างที่ถนัด และไม่ถนัดของนักมวยและบุคคลธรรมดา ไม่แตกต่างกัน ส่วนในแรงกระทบนั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในหมัด ศอก และเตะ ทั้งในบุคคลธรรมดา และนักมวย

ในปี 2519 สมถวิล วิจารณ์นิกรกิจ ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางกายกับผลการชกมวยไทย โดยมีความมุ่งหมายที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางกายกับผลการชกมวยไทย การดำเนินการวิจัย ได้ให้กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งประกอบด้วยนักมวยอาชีพจากค่ายมวยต่าง ๆ ในกรุงเทพมหานคร 15 ค่าย จำนวน 60 คน มีประสบการณ์ในการชกอย่างน้อย 1 ปี อายุเฉลี่ย 18.92 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 115.07 ปอนด์ และส่วนสูงเฉลี่ย 162.25 เซนติเมตร มารับการทดสอบก่อนขึ้นชกจริง 7-10 วัน นักมวยจะถูกทดสอบ 2 อย่าง คือ

1. ทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ 5 อย่าง โดยวัดแรงบีบมือ แรงงอเหยียดของแขนและขา ด้วยเครื่องวัดแรงบีบมือ (Grip dynamometer) ซึ่งได้ดัดแปลงให้เหมาะสม

2. ทดสอบความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิต โดยใช้ ฮาร์วาร์ดสเต็ปเทส

ซึ่งศาสตราจารย์ นายแพทย์อวย เกตุสิงห์ ได้ดัดแปลงให้เหมาะสมกับคนไทย

เมื่อทดสอบแล้ว ติดตามผลการชกของนักมวยมาคิดเป็นคะแนนดังนี้ ชนะ 2 คะแนน เสมอ 1 คะแนน แพ้ 0 แล้วนำมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ผลการวิจัยพบว่า

1. ค่าเฉลี่ยของการทดสอบทดสอบความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิต เท่ากับ 114.17 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15.13 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .04 ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. ค่าเฉลี่ยของการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนขวาเท่ากับ 72.97 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15.35 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .15 ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. ค่าเฉลี่ยของการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนซ้ายเท่ากับ 70.43 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 14.93 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .05 ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

4. ค่าเฉลี่ยของการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาขวาเท่ากับ 52.17 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 14.55 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -.10 ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

5. ค่าเฉลี่ยของการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาซ้ายเท่ากับ 49.65 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 14.47 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -.08 ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

สรุป ผลการทดสอบทดสอบความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิต และผลการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ไม่มีความสัมพันธ์กับผลการชก

สินชัย รัศมีเพื่อง (2527) ได้ศึกษาเวลาของการตอบสนองและความเร็วของการชกหมัดแบบต่าง ๆ ในมวยสากล โดยทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างนิสิตชาย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตพลศึกษา ที่ผ่านการเรียนวิชามวยสากลมาแล้ว ทำการทดลองโดยให้นักมวยชกหมัด 6 หมัด คือ หมัดตรงขวา หมัดตรงซ้าย หมัดฮุคขวา หมัดฮุคซ้าย หมัดอัปเปอร์คัทขวา หมัดอัปเปอร์คัทซ้าย แต่ละหมัดจะชก 3 ครั้ง จับเวลาการตอบสนองและความเร็วของการชกหมัดด้วย

เครื่องวัดเวลาอิเลคโทรนิค ผลการศึกษาพบว่า เวลาตอบสนองและความเร็วของการชกหมัดต่าง ๆ ไม่แตกต่างกัน (หมัดตรงขวา 0.8310 หมัดตรงซ้าย 0.8426 หมัดฮุคขวา 0.7923 หมัดฮุคซ้าย 0.7880 หมัดอัปเปอร์คัทขวา 0.8273 และหมัดอัปเปอร์คัทซ้าย 0.8023 วินาที และความเร็วของการชกหมัดต่าง ๆ เท่ากับ หมัดตรงขวา 5.81 หมัดตรงซ้าย 6.33 หมัดฮุคขวา 6.12 หมัดฮุคซ้าย 6.51 หมัดอัปเปอร์คัทขวา 6.45 และหมัดอัปเปอร์คัทซ้าย 6.75 เมตร/วินาที)

ในปีเดียวกัน ชัยยันต์ พันธุ์งาม (2528) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของปฏิกิริยา และความเร็วของการชกหมัดในมวยสากล กับความสามารถทางกลไกทั่วไป โดยผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบความสามารถทางกลไกทั่วไปของ บาร์โรว์ ทดสอบความสามารถทางกลไกทั่วไป และใช้เครื่องจับเวลาอิเลคโทรนิค วัดเวลาปฏิกิริยาและความเร็วของการชกหมัด ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถทางกลไกทั่วไปมีความสัมพันธ์กับเวลาปฏิกิริยา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความสามารถทางกลไกทั่วไปไม่มีความสัมพันธ์กับความเร็วของการชกหมัด

ในปี 2531 สมชาย ประเสริฐศรี ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการลดน้ำหนักของร่างกาย ซึ่งความมุ่งหมายของการศึกษาครั้งนี้ ก็เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบน้ำหนักร่างกาย และปริมาณไขมันของร่างกาย หลังการลดน้ำหนัก โดยวิธีควบคุมอาหารอย่างเดียว ควบคุมอาหารควบคู่กับการอบด้วยความร้อน และควบคุมอาหารควบคู่กับการออกกำลังกาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักศึกษาชายวิทยาลัยพลศึกษากรุงเทพ ปีการศึกษา 2530 จำนวน 15 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง ที่มีน้ำหนักร่างกายเกินปกติตั้งแต่ 10 เปอร์เซนต์ขึ้นไป โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน คือกลุ่มควบคุมอาหารอย่างเดียว กลุ่มควบคุมอาหารควบคู่กับการอบด้วยความร้อนและกลุ่มควบคุมอาหารควบคู่กับการออกกำลังกายระยะเวลาของการลดน้ำหนักทั้งหมดรวม 4 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า

1. น้ำหนักร่างกายระหว่างก่อนและหลังการทดลอง สัปดาห์ที่ 2 และ 4 ของกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 3 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ปริมาณไขมันของร่างกาย ระหว่างก่อนและหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 2 และ 4 ของกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 3 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. น้ำหนักร่างกาย ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 2 ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง สัปดาห์ที่ 4 น้ำหนัก

ร่างกายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มควบคุมอาหารควบคู่กับการออกกำลังกาย มีน้ำหนักร่างกายลดลง มากกว่า กลุ่มควบคุมอาหารอย่างเดียว และกลุ่มควบคุมอาหารควบคู่กับการอบด้วยความร้อน แต่กลุ่มควบคุมอาหารอย่างเดียว กับกลุ่มควบคุมอาหารควบคู่กับการอบด้วยความร้อน มีน้ำหนักร่างกายลดลงไม่แตกต่างกัน

4. ปริมาณไขมันของร่างกาย ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 2 และ 4 ของกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. อัตราการลดลงของน้ำหนักร่างกาย ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 เรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ได้ดังต่อไปนี้ กลุ่มควบคุมอาหารควบคู่กับการออกกำลังกายกลุ่มควบคุมอาหารอย่างเดียว และกลุ่มควบคุมอาหารควบคู่กับการอบด้วยความร้อน มีอัตราการลดลงจากก่อนการทดลอง คิดเป็น ร้อยละ 2.57 1.61 และ 1.61 ตามลำดับ

6. อัตราการลดลงของปริมาณไขมันของร่างกาย ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 เรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ได้ดังต่อไปนี้ กลุ่มควบคุมอาหารควบคู่กับการออกกำลังกายกลุ่มควบคุมอาหารอย่างเดียว และกลุ่มควบคุมอาหารควบคู่กับการอบด้วยความร้อน มีอัตราการลดลงจากก่อนการทดลอง คิดเป็น ร้อยละ 11.63 11.24 และ 9.84 ตามลำดับ

ในปี 2531 รัตนา ฤทธิมัต และคณะได้ศึกษาผลการตรวจปัสสาวะในผู้ออกกำลังว่ายน้ำ คณะผู้วิจัยได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารและตะกอนต่าง ๆ ในปัสสาวะของอาสาสมัครเด็กไทย 100 คน ที่ออกกำลังด้วยการว่ายน้ำเป็นระยะทาง 1,200 ถึง 1,500 เมตร โดยการตรวจปัสสาวะ เมื่อเปรียบเทียบการตรวจตะกอนปัสสาวะในขณะว่ายน้ำและก่อนว่ายน้ำพบว่า ในขณะว่ายน้ำตรวจพบ cast (คราบ หล่อ แบบ รูป ลักษณะ) และเม็ดโลหิตขาวสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทั้งเพศหญิงและเพศชาย และตรวจพบเม็ดเลือดแดงสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเฉพาะในเพศหญิง ($P < 0.01$) แต่ตะกอนชนิดอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างกันทั้งก่อนว่ายน้ำ ขณะว่ายน้ำและหลังว่ายน้ำ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบผลการตรวจส่วนน้ำใสของปัสสาวะในขณะว่ายน้ำและก่อนว่ายน้ำ พบว่าปัสสาวะในขณะว่ายน้ำมีความถ่วงเพาะต่ำกว่า และความเข้มของโปรตีนสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทั้งเพศหญิงและเพศชายและตรวจพบ occult (L.occultus, hidden-Obscure; hidden, as a hemorrhage) blood สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญเฉพาะในเพศหญิง ($P < 0.05$) แต่เมื่อเปรียบเทียบผลการตรวจตะกอนและส่วนน้ำใสปัสสาวะ ระหว่างก่อนว่ายน้ำ

และหลังจากว่ายน้ำแล้ว 24 ชั่วโมง พบว่า ผลการตรวจทุกชนิดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ในปี 2533 พงษ์จันทร์ อยู่แพทย์ ได้ทำการศึกษาผลของการลดน้ำหนักอย่างเฉียบพลันต่อความสมบูรณ์ทางกายในนักมวยไทย ด้วยวิธีงดอาหารและน้ำ ร่วมกับการออกกำลังกายโดยวิธีวิ่งและกระโดดเชือก ที่มีผลต่อความสมบูรณ์ทางกายในนักมวยไทย จากค่ายมวยเดชรัตน์ ซึ่งทำการทดสอบในสภาวะปกติในตอนเช้า (การทดสอบครั้งที่ 1) ระหว่างเวลา 8.30 น. ถึง 11.30 น. และทดสอบครั้งที่ 2 ในตอนบ่าย ระหว่างเวลา 16.00 น. ถึง 18.00 น. ในวันเดียวกันและในวันที่ 7 หลังจากการทดสอบในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ในตอนเช้าเวลา 08.00 น. นักมวยจะเริ่มทำการลดน้ำหนักอย่างรวดเร็ว ซึ่งการลดน้ำหนักประกอบด้วยการงดอาหาร งดน้ำหลังเที่ยงคืนของคืนที่ผ่านมา งดอาหารเช้า การออกกำลังกายโดยการวิ่งพร้อมกับสวมชุดยาง และกระโดดเชือก ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิ 33.7°ซ. และความชื้นสัมพัทธ์ 79% นักมวยทุกคนถูกกำหนดให้ลดน้ำหนักอย่างน้อย 1.5 กิโลกรัม เมื่อลดน้ำหนักได้ตามที่ต้องการ (ภายในเวลาไม่เกิน 2 ชั่วโมง) ในที่นี้ใช้นักมวย 8 คน โดยเฉลี่ยลดน้ำหนักไปประมาณ 3.6 เปอร์เซนต์ (2.70 - 4.76 เปอร์เซนต์) ของน้ำหนักตัว จากนี้นักมวยจะรับประทานอาหาร ดื่มน้ำอย่างเต็มที่เหมือนในวันแข่งขันจริง ๆ และเวลา 16.00 น. ในวันเดียวกัน ก็ทำการทดสอบครั้งที่ 3

ผลการศึกษาความสมบูรณ์ทางกายของนักมวยไทย เมื่อเปรียบเทียบเวลาเช้าและเย็นในสภาวะปกติ พบว่า

เวลาในการตอบสนองของมือที่ระยะทาง 12 ซม. ไปยังมุม 135° ลดลงในตอนเย็น ($p<.05$) (เวลาตอบสนองในตอนเช้า 0.517+/-0.01 วินาที ตอนเย็น 0.484+/-0.02 วินาที) ที่ระยะทาง 25 ซม. การตอบสนองของมือไปยังมุม 90° และ 135° ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<.05$) ที่มุม90° (เวลาตอบสนองในตอนเช้า 0.554+/-0.01 วินาที และตอนเย็น เวลาในการตอบสนองเป็น 0.512+/-0.01 วินาที ที่มุม 135° (เวลาตอบสนองในตอนเช้า 0.547+/-0.01 วินาที ตอนเย็น 0.449+/-0.01 วินาที) ส่วนเวลาปฏิกิริยาในการตอบสนองและเวลาในการเคลื่อนไหวมีแนวโน้มที่จะลดลงในตอนบ่าย ถึงแม้จะไม่มีนัยสำคัญก็ตาม

นอกจากนี้ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นในตอนเย็น ความเมื่อยล้า ซึ่งดูจากน้ำหนักหมัดลดน้อยลงในตอนเย็น ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด และพลังกับความสามารถของการทำงานของระบบไม่ใช้ออกซิเจน ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างเช้ากับเย็น

เมื่อเปรียบเทียบความสมบูรณ์ทางกายระหว่างการทดสอบในตอนเย็น (การทดสอบครั้งที่ 2) กับตอนเย็นหลังจากวันที่ลดน้ำหนัก (การทดสอบครั้งที่ 3) พบว่า ไม่มีความแตกต่างของความสมบูรณ์ทางกายแต่อย่างใด อย่างไรก็ตาม พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างน้ำหนักที่ลดลงกับแรงงอขาข้างขวา ที่มีความสัมพันธ์ -0.83 และข้างซ้าย -0.71

เมื่อดูน้ำหนักที่ชกในแต่ละการทดสอบพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังลดน้ำหนัก ส่วนความสมบูรณ์ทางกายด้านอื่น ๆ จะเห็นได้จากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการงอแขนข้างซ้ายจาก 25.51+/-0.99 กก. (การทดสอบครั้งที่ 2) เป็น 25.36+/-1.03 กก. (การทดสอบครั้งที่ 3) ข้างขวาจาก 26.87+/-1.21 กก. เป็น 26.20+/-1.16 กก.

ส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเหยียดแขนข้างซ้ายจาก 19.19+/-0.88 กก. เป็น 18.64+/-1.10 กก. ข้างขวาจาก 19.45+/-0.79กก.เป็น 18.25+/-0.07 กก. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการงอขา ข้างซ้ายจาก 26.04+/-1.89 กก. เป็น 27.38+/-1.96 กก. ข้างขวาจาก 28.29+/-2.07 กก. เป็น 27.31+/-2.17 กก. สำหรับแรงเหยียดขา ข้างซ้ายจาก 45.33+/-2.95 กก. เป็น 41.55+/-2.15 กก. ข้างขวาจาก 46.85+/-4.02 กก.เป็น 46.28+/-4.20 กก.

ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดจาก 49.63+/-1.32 มล./กก./นาทีเป็น 52.81+/-1.83 มล./กก./นาที พลังของการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนจาก 56.64+/-1.44 กิโลปอนด์เมตร/กก./นาที เป็น 55.50+/-1.44 กิโลปอนด์เมตร/กก./นาที เวลาปฏิกิริยาตอบสนอง และเวลาในการเคลื่อนไหวของทั้งร่างกาย ระหว่างการทดสอบครั้งที่ 2 กับครั้งที่ 3 ไม่แตกต่างกัน รวมทั้งเวลาในการตอบสนองโดยมือต่อแสงที่มากระตุ้นด้วย

จากการศึกษานี้พบว่า การดื่มน้ำ รับประทานอาหารภายใน 5 ชั่วโมง หลังจากลดน้ำหนักอย่างเฉียบพลันในตอนเช้าไปประมาณ 3.6 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักตัว ทำให้ความสมบูรณ์ทางกายของนักมวยกลับสู่สภาพปกติได้ในตอนเย็น ดังนั้น การลดน้ำหนักของนักมวยไปประมาณ 3.6 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักตัว ด้วยระยะเวลาสั้น ๆ เพื่อที่จะไปชกในรุ่นน้ำหนักที่ต่ำกว่าไม่เป็น

อันตรายต่อความสมบูรณ์ทางกายของนักมวย

พงษ์จันทร์ อยู่แพทย์ และคนอื่น ๆ (2535) ได้ศึกษาถึงผลการลดน้ำหนักอย่างเฉียบพลันต่อการเปลี่ยนแปลงค่าทางโลหิตวิทยาและปริมาณฮิเลคโทรลัยต์ชนิดต่าง ๆ ในกระแสโลหิต ได้กระทำในนักชกมวยไทยอาชีพ ผลการทดลองพบว่าหลังจากที่มีการลดน้ำหนักอย่างเฉียบพลันลงมาประมาณ 1.5 กิโลกรัม (3.6%) โดยวิธีการลดน้ำหนักแบบใช้วิ่งและกระโดดเชือก จะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงค่าทางโลหิตวิทยา และปริมาณฮิเลคโทรลัยต์ ดังนี้ คือ ปริมาณเม็ดเลือดแดง ปริมาณฮีมาโตคริต ปริมาณฮีโมโกลบิน ปริมาณเม็ดเลือดขาว ปริมาณโซเดียม ปริมาณแคลเซียม ปริมาณคลอไรด์ และค่าออสโมลาร์ ในกระแสโลหิตเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณโปตัสเซียมและปริมาณน้ำในกระแสโลหิตลดลง ค่าต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นจะมีแนวโน้มกลับคืนสู่ค่าปกติภายหลัง 5 ชม. หลังจากที่ได้มีการรับประทานอาหาร ดื่มน้ำและพักผ่อน ดังนั้น การลดน้ำหนักอย่างเฉียบพลันในนักชกมวยไทยอาชีพด้วยวิธีการในการทดลองครั้งนี้ ไม่ได้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าทางโลหิตวิทยา ปริมาณน้ำในร่างกาย และปริมาณฮิเลคโทรลัยต์ในกระแสโลหิตมากนัก

ราตรี สินธุนาวา และคณะ (2535) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของมือและเท้า และความอดทนของกล้ามเนื้อ กับผลการแข่งขันของนักมวยสากลในกีฬาแห่งชาติครั้งที่ 24 ได้สรุปว่า มวยสากลสมัครเล่นเป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมสูง มีการจัดการแข่งขันกันทั้งภายในและระหว่างประเทศ กีฬาชนิดนี้เป็นความหวังของประเทศไทย ที่จะได้รับเหรียญในการแข่งขันกีฬาแห่งชาติ ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาการประสานในการทำงานของระบบประสาทมือและเท้ากับการมองเห็น ความเร็วและความอดทนของกล้ามเนื้อมือ กับผลการแข่งขันมวยสากลสมัครเล่น 9 รุ่น จำนวน 59 คน ในกีฬาแห่งชาติครั้งที่ 24 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา การทดสอบดำเนินการในตอนเช้า หลังจากนักมวยผ่านการตรวจร่างกายทั่วไปจากแพทย์ และชั่งน้ำหนักเรียบร้อยแล้ว การทดสอบประกอบด้วยเวลาปฏิกิริยาตอบสนองระหว่างตากับมือและเท้า ความอดทนและความเร็วของกล้ามเนื้อ บันทึกคะแนนจากการแข่งขันและจำนวนหมัดขณะแข่งขันในตอนเย็น จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลของนักมวยในแต่ละรุ่น พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนกับเวลาปฏิกิริยาตอบสนองระหว่างตากับมือและเท้าความอดทน พบในนักมวยรุ่นฟลายเวท($r=-0.64$ และ $r=-0.52$ ตามลำดับ) รุ่นเฟเธอร์เวท ($r=-0.82$ และ $r=-0.92$ ตามลำดับ) และรุ่นไลท์เวลเตอร์เวท ($r=-0.60$ และ $r=-0.58$ ตามลำดับ) แสดงว่านักมวยรุ่นดังกล่าว ผู้ที่มีผล

การแข่งขันอยู่ในอันดับดีจะมีประสาทสั่งงานที่ดี มีการตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้พบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนกับเปอร์เซนต์ความล้าของกล้ามเนื้อมือซึ่งบ่งบอกถึงความอดทน มีค่าสูงในนักมวยรุ่นแบนตั้มเวท (r=-0.77) และรุ่นเวลเตอร์เวท (r=-0.60) ซึ่งแสดงว่า ในนักมวย 2 รุ่นนี้ นักมวยที่มีผลการแข่งขันในอันดับดี จะต้องมีความอดทนของกล้ามเนื้อสูง สามารถออกหมัดติดต่อกันไปได้นานโดยไม่เมื่อยล้า ส่วนนักมวยรุ่นฟินเวท เฟเธอร์เวท และเวลเตอร์เวท พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนกับความเร็ว (Speed) ของกล้ามเนื้อมือ (r=0.76 r=0.75 และ r=0.66 ตามลำดับ) ดังนั้น แสดงว่าในนักมวย 3 รุ่นนี้ ผู้ที่ประสบชัยชนะมีลักษณะเด่น คือมีความเร็วของกล้ามเนื้อสามารถรุกและรับได้อย่างว่องไว เมื่อนำเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับมือและเท้าของนักมวยที่ชนะเลิศเปรียบเทียบกับที่ได้ที่สองของนักมวยทุกรุ่น พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนด้านความเร็ว ความแข็งแรง ความอดทนของกล้ามเนื้อมือ และจำนวนหมัดพบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ในการแข่งขันมวยสากลสมัครเล่น นอกจากนักกีฬาจะต้องมีทักษะ เทคนิคและประสบการณ์แล้ว ยังต้องอาศัยการมีสมรรถภาพทางกายที่ดีด้วย จะเห็นได้ว่าผลการวิจัยในนักมวยแต่ละรุ่น จะต้องมีสมรรถภาพทางกายที่ดีอย่างน้อยหนึ่งหรือสองด้านขึ้นไป จึงจะประสบความสำเร็จในการแข่งขัน ซึ่งในนักมวยแต่ละรุ่น ส่วนใหญ่พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับมือกับผลการแข่งขัน แสดงว่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับมือ เป็นสมรรถภาพที่สำคัญที่สุดที่มีส่วนช่วยให้ประสบความสำเร็จสูงมาก สมรรถภาพทางกายที่มีความสำคัญรองลงมาคือ เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า ความเร็วและความอดทนของกล้ามเนื้อมือ ดังนั้น ควรนำเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับมือ และความเร็วของกล้ามเนื้อมือมาใช้ในการทดสอบสมรรถภาพทางกายนักมวยสากลสมัครเล่น เพื่อประกอบการพิจารณาคัดเลือกตัวนักกีฬาด้วย

ในปีเดียวกัน ชัยพร หลักคำ ได้ศึกษาผลของการลดน้ำหนักอย่างรวดเร็วที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกาย องค์ประกอบทางเคมี อิเลคโตรลัยต์ และลักษณะทางโลหิตวิทยาของนักกีฬายูโดชาย จากนักกีฬาของวิทยาลัยพลศึกษาสมุทรสาคร จำนวน 12 คน ที่เข้าร่วมการแข่งขันกีฬาวิทยาลัยพลศึกษา ครั้งที่ 14 ระหว่างวันที่ 1-10 ธันวาคม 2531 ณ สนามกีฬาแห่งชาติ ในการทดสอบครั้งแรก ทดสอบนักศึกษาในสภาวะปกติก่อนนักกีฬาลดน้ำหนัก 2 วัน โดยที่ให้นักกีฬาได้รับประทานอาหาร และเครื่องดื่มตามปกติ เปรียบเทียบกับการลดครั้งที่ 2 ซึ่งนักกีฬาจะลด

น้ำหนักตามรุ่นที่เข้าแข่งขัน ตั้งแต่เช้าจนถึงเวลาชั่งน้ำหนัก คือ 08.00 น. จะประกอบไปด้วย การงดรับประทานอาหารหรือดื่มน้ำ การออกกำลังโดยการวิ่ง กระโดดเชือก และการอบตัวในเต้นท์ที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 59 % น้ำหนักเฉลี่ยของนักกีฬาที่ลดลง 1.29+/-0.2กิโลกรัม (2.52 เปอร์เซนต์ ของน้ำหนักตัว) ผลจากการทดสอบสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาหลังจากการลดน้ำหนักแล้ว พบว่าความสามารถในการทำงานที่ระดับชีพจร 170 ครั้งต่อนาที เพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างก่อนและหลังลดน้ำหนัก ท่านองเดียวกับการกระโดดสูง แรงบีบมือ แรงเหยียดแขน ก็ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนอิเลคโตรลัยต์มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่า ระดับขององค์ประกอบทางเคมีของเลือดเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการเปลี่ยนแปลงทางโลหิตวิทยา พบว่า เม็ดเลือดแดง และเม็ดเลือดขาวเพิ่มขึ้น

ในปี 2535 เดชา ทิพย์เดโช ได้ศึกษาผลการลดน้ำหนักของนักมวยที่มีต่อเวลาปฏิกิริยา (Whole body reaction time) โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาเวลาปฏิกิริยาของนักมวยก่อนการลดน้ำหนัก หลังการลดน้ำหนัก และก่อนการขึ้นชก โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักกีฬามวยของวิทยาลัยพลศึกษา ที่เข้าร่วมการแข่งขันกีฬาวิทยาลัยพลศึกษา ครั้งที่ 17 ประจำปี 2534 สนามกีฬาแห่งชาติ โดยกลุ่มตัวอย่างจะต้องมีน้ำหนักเกินรุ่นที่เข้าทำการแข่งขัน 1-3 ปอนด์ จำนวน 30 คน การทดสอบเวลาปฏิกิริยา จะกระทำหลังจากที่นักมวยชั่งน้ำหนักจริงผ่านแล้ว โดยเฉลี่ยเป็นเวลา 5 นาที ผลการศึกษาพบว่า

การลดน้ำหนักของนักมวย 1 - 3 ปอนด์ ทำให้เวลาปฏิกิริยาก่อนการลดน้ำหนักกับหลังการลดน้ำหนัก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เวลาปฏิกิริยาหลังการลดน้ำหนักกับก่อนขึ้นชก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ส่วนเวลาปฏิกิริยาก่อนการลดน้ำหนักกับก่อนขึ้นชก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

ทัทเทิล (Tuttle, 1943) ได้ศึกษาผลของการลดน้ำหนักโดยการทำให้ร่างกายขาดน้ำและงดอาหาร ที่มีต่อการตอบสนองทางด้านสรีรวิทยาของนักกีฬามวยปล้ำในระบบต่าง ๆ ได้แก่ ระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ระบบไหลเวียนโลหิต ระบบหายใจ และความต้องการออกซิเจน

รวม 18 ตัวแปร โดยได้ศึกษาในนักกีฬามวยปล้ำจำนวน 13 คน (สามารถทำการทดลองได้อย่างสมบูรณ์ที่สุดเพียง 5 คน) มีน้ำหนักระหว่าง 145-217 ปอนด์ ลดน้ำหนักลงระหว่าง 6-10 ปอนด์ คิดเป็นเปอร์เซนต์การลดของน้ำหนักอยู่ระหว่าง 3.6-4.9 เปอร์เซนต์ (กำหนดไว้ 5 เปอร์เซนต์) โดยใช้วิธีที่นักกีฬามวยปล้ำทั่วไปใช้กัน (Orthodox methods) ซึ่งผู้เข้ารับการทดลองต้องทำการลดน้ำหนัก และทดสอบถึง 5 ครั้ง ในวันต่าง ๆ ที่กำหนด ผลการศึกษาพบว่า การลดน้ำหนักด้วยวิธีดังกล่าวไม่เกิน 5 เปอร์เซนต์ ไม่ทำให้เกิดผลเสียต่อการตอบสนองด้านสรีรวิทยาที่ทำการศึกษา ยกเว้น มีการเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจและลดความจุปอด (Vital capacity) เล็กน้อยเท่านั้น แสดงว่า นักกีฬามวยปล้ำจะปลอดภัย หากลดน้ำหนักในระดับที่ทำการทดลองดังกล่าว การเสนอข้อมูลผลการศึกษาในครั้งนี้ เสนอเพียงค่าเฉลี่ย ก่อนและหลังการลดน้ำหนัก และพิกัดของแต่ละตัวแปรเท่านั้น ทำให้ไม่ทราบว่า ความแตกต่างหรือไม่นั้น มีนัยสำคัญหรือไม่ และเป็นผลการวิจัยที่เสนอผ่านมาเป็นเวลา 50 ปีแล้ว

แบลค แมคแคนซ์ และยัง (Black, McCance, and Young, 1944) ทำการทดลองโดยการให้คนและสุนัขเดินด้วยกันในอากาศร้อน เป็นระยะทาง 32 กิโลเมตร พบว่า คนต้องเสียเหงื่อออกจากร่างกายประมาณ 3 ลิตร รู้สึกกระหายน้ำและมีความอ่อนเพลีย

ซาลติน (Saltin, 1964) ใช้วิธีที่ทำให้ร่างกายสูญเสียน้ำ 3 วิธี คือการอบด้วยความร้อนในห้องที่มีอุณหภูมิสูง (1) การให้ออกกำลังกาย (2) และโดยใช้วิธีทั้งสองร่วมกัน (3) เป็นเวลานาน 2.5 ชม.ถึง 4 ชม. น้ำหนักตัวลดหายไปตั้งแต่ 1.7 ถึง 4.6 กิโลกรัม

นอกจากนั้น ในปีเดียวกัน ซาลติน (Saltin, 1964) ยังได้ศึกษาการตอบสนองของระบบไหลเวียนโลหิตต่อการออกกำลังกายระดับหนักเกือบสูงสุด (Submaximal) และหนักสูงสุด (Maximum) ภายหลังการทำให้ร่างกายขาดน้ำด้วยความร้อน (Thermal dehydration) ทำให้น้ำหนักของร่างกายลดลงถึง 5.2% และทำให้ปริมาตรของพลาสมา (Plasma volume) ลดลงถึง 25%

ในการทำงานระดับหนักเกือบสูงสุด เมื่อน้ำหนักของร่างกายลดลง 1.0-3.4% ค่าเฉลี่ยการลดลงของการไหลเวียนโลหิตใน 1 นาที (Cardiac output) เท่ากับ 0.2 ลิตรต่อนาที

ถ้าน้ำหนักของร่างกายลดลง 3.5 - 5.2% ค่าเฉลี่ยการลดลงของการไหลเวียนโลหิตใน 1 นาที เท่ากับ 0.4 ลิตรต่อนาที ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อน้ำหนักลดลงโดยเฉลี่ย 2.3 กก. หรือ 2.9% ของน้ำหนักร่างกาย การเพิ่มอัตราการเต้นของชีพจรเท่ากับ 6.2 ครั้งต่อนาที

เมื่อทำงานในระดับหนักสูงสุด กลุ่มตัวอย่างทำงานได้ในระยะเวลาที่น้อยลง อย่างไรก็ตาม ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของร่างกายที่ลดลง กับระยะเวลาทำงานไม่มีความสัมพันธ์กัน

คอสโลว์สกี และ ซาลติน (Kozlowski and Saltin, 1964) ได้ศึกษาผลของการเสียเหงื่อที่มีต่อของเหลวของร่างกาย โดยการให้กลุ่มตัวอย่างทำให้ร่างกายขาดน้ำด้วยการทำให้เหงื่อออก 3 วิธี คือ 1. ให้เข้าไปอยู่ในห้องอบความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 2. ให้ออกกำลังกายอย่างหนักที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส และ 3. ให้ออกกำลังกายหนักปานกลางที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการทำให้ร่างกายขาดน้ำ 2.5-3.5 ชั่วโมง เวลาที่ใช้ในการออกกำลังกายในอากาศร้อน 1/2 ชั่วโมง ซึ่งระยะเวลาดังกล่าวขึ้นอยู่กับกลุ่มตัวอย่าง ที่จะมีความอดทนต่อความร้อนและความหนักของการออกกำลังกายได้มากน้อยเพียงไร ผลจากการทำให้เหงื่อออกด้วยวิธีต่าง ๆ ทำให้น้ำหนักของร่างกายลดลง 3.1 (4.1%), 3.1 (4.1%), และ 3.5 (4.7%) กิโลกรัม ตามลำดับ ทั้ง 3 วิธีไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของการสูญเสียอิเลคโทรลัยต์ทั้งหมด ส่วนการลดลงของ อินูลิน สเปซ ที่ปรากฏ (apparent inulin space) เท่ากับ 1.4, 0.2 และ 1.3 ลิตร ตามลำดับ ส่วนการลดลงของ อีแวนส์ บลู สเปซ (Evans blue space) ขนานกันไปกับการลดลงของอินูลิน สเปซ ที่ปรากฏ

เครก และ คัมมิ่งส์ (Craig and Cummings, 1966) ศึกษาผลของการสูญเสียน้ำต่อการทำงานของกล้ามเนื้อ โดยทำการทดลองกับผู้ถูกทดลองจำนวน 9 คน ในห้องที่มีอุณหภูมิสูง 46°ซ คนละ 2 ครั้ง ครั้งแรกให้ผู้ถูกทดลองเดินบนเทรดมิลล์ จนหมดแรง บันทึกเวลาที่เดินได้และสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด (Max VO_2) แล้วให้ผู้ถูกทดลองนอนอยู่ในห้องนั้นเพื่อให้เสียเหงื่อ เป็นเวลา 5 - 6 ชม. แล้วจึงให้เดินบนเทรดมิลล์อีกครั้งหนึ่ง เก็บข้อมูลเช่นเดียวกับก่อนเสียเหงื่อ ครั้งที่สองทำเช่นเดียวกับครั้งแรก แต่ระหว่างเสียเหงื่อ ให้ผู้ถูกทดลองดื่มน้ำชดเชยได้ ผลปรากฏว่า ในภาวะที่ร่างกายสูญเสียน้ำแล้วไม่ดื่มน้ำ (เสียน้ำ 4.3% ของน้ำหนักตัว พิกัด 2.8 - 5.6%) ระยะเวลาในการเดินลดลง 48% และสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดลดลง 27% กับในภาวะที่สูญเสียน้ำแล้วชดเชยได้ (เสียน้ำ 1.9% ของน้ำหนักตัว

พิกัด 0.1 - 3.5%) ระยะเวลาในการเดินลดลง 22% และสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุดลดลง 10% อาจกล่าวได้ว่า ความสามารถในการทำงานของร่างกายที่ลดลง เป็นผลให้เกิดความไม่พอเพียงต่อระบบไหลเวียนโลหิต มากกว่าผลในทำงานของกล้ามเนื้อ

บอค และ โบเวอรส์ (Bock and Bowers, 1967) ได้ศึกษาผลของการลดน้ำหนักตัวที่รุนแรงต่อระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ โดยทำการทดลองกับนักมวยปล้ำของมหาวิทยาลัยไอโอวา จำนวน 10 คน อายุระหว่าง 17-20 ปี แบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ผู้ถูกทดลองต้องออกกำลังกายด้วยการถีบจักรยานวัดงานก่อนกับหลังการลดน้ำหนัก คนละ 2 ครั้ง เพื่อวัดสมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด และอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลัง น้ำหนักตัวที่ลดคือ 0.4-3.8 เปอร์เซนต์ ของน้ำหนักตัว โดยกลุ่มทดลองกลุ่มแรกถีบจักรยานก่อนและหลังการลดน้ำหนัก ด้วยการจำกัดน้ำ และกลุ่มที่สองชดเชยน้ำหนักที่เสียไปด้วยการกินอาหารและดื่มน้ำ ผลปรากฏว่า สมรรถภาพการจับออกซิเจนสูงสุด และอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังของทั้งสองกลุ่มหลังการลดน้ำหนัก ไม่แตกต่างกันกับก่อนลดน้ำหนักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงว่า การลดน้ำหนักร่างกายเพียง 3.8 เปอร์เซนต์ โดยใช้เวลาในการลดน้ำหนักนาน จะไม่มีผลต่อระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ

ซิงเกอร์ และ ไวส์ (Singer and Weiss, 1968) ได้ศึกษาผลของการลดน้ำหนักตัวต่อสัดส่วนของร่างกายบางด้าน สมรรถภาพทางกายและความสามารถของนักมวยปล้ำมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ จำนวน 13 คน ด้วยการวัดสัดส่วนของร่างกาย ไขมันใต้ผิวหนัง ความอดทน ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และระยะเวลาตอบสนอง รวมแบบทดสอบทั้งหมด 18 อย่าง ผู้ถูกทดลองแต่ละคนจะต้องใช้เวลาในการทดสอบ 5 วัน ในแต่ละวันที่ทำการทดสอบต้องบันทึกน้ำหนักตัวที่ลดลงทุกครั้ง ซึ่งผลจากการทดลองปรากฏว่า น้ำหนักตัวที่ลดลงคิดเป็นประมาณ 7% ของน้ำหนักตัว และไม่มีผลต่อตัวแปรทั้งหมด

ซาลติน (Saltin, cited in Astrand and Rodahl, 1970) ยังได้ศึกษาและพบว่า การแข่งขันจักรยานและสกีในสภาพอากาศปกติ นักกีฬาจะสูญเสียน้ำไปประมาณ 3 ลิตร และจะเสียเพิ่มเป็น 5 - 6 ลิตร ในสภาพอากาศที่ร้อน ถ้าหากร่างกายสูญเสียน้ำไปมากถึง 3% ของน้ำหนักของร่างกาย สมรรถภาพทางกายจะเริ่มลดลง

ไรบิสล์ และ เฮอร์เบอร์ท (Ribisl and Herbert, 1970) ได้ศึกษาผลของการลดน้ำหนักร่างกายอย่างรวดเร็ว และการชดเชยน้ำต่อสมรรถภาพการทำงานของนักมวยปล้ำจำนวน 8 คน ทำการทดสอบความสามารถในการทำงานที่ระดับชีพจร 170 ครั้งต่อนาที (PWC_{170}) ด้วยจักรยานวัดงานครั้งละ 6 นาที 2 ครั้งติดต่อกัน ด้วยงาน 450 และ 900 กิโลปอนด์เมตรต่อนาที ผู้ถูกทดลองต้องทำการทดสอบคนละ 3 ครั้ง คือ ทดสอบในสภาวะปกติก่อนลดน้ำหนัก ทดสอบหลังลดน้ำหนัก 5 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักตัว โดยลดให้ได้ภายใน 48 ชั่วโมง และทดสอบหลังลดน้ำหนัก หลังจากพักผ่อนและดื่มน้ำชดเชยแล้ว 5 ชั่วโมง ผลปรากฏว่า หลังการลดน้ำหนักของร่างกายทันที สมรรถภาพการทำงานของร่างกายลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่หลังจากได้ดื่มน้ำชดเชยและพักผ่อนแล้ว สมรรถภาพการทำงานของร่างกายได้กลับคืนสู่ระดับปกติ แสดงว่า หลังการลดน้ำหนักร่างกาย 5 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักตัว ถ้าหากมีเวลาให้พักผ่อนและชดเชยน้ำที่สูญเสียไปเพียง 5 ชั่วโมง สมรรถภาพการทำงานของร่างกายก็สามารถกลับคืนสู่สภาพปกติได้

สพรอเลส (Sproles, 1974) ได้ศึกษาผลของการลดน้ำหนักร่างกายอย่างรุนแรง 3.5% และ 7% ของน้ำหนักตัว โดยการเสียเหงื่อและดื่มน้ำชดเชยต่อระบบไหลเวียนเลือด โดยทดลองกับนักมวยปล้ำจำนวน 14 คน อายุระหว่าง 18-23 ปี ของมหาวิทยาลัยคาโรไลน่าเหนือ ซึ่งได้รับการฝึกซ้อมมาแล้วอย่างน้อย 8 สัปดาห์ก่อนการทดลอง ในการทดลองลดน้ำหนักแต่ละระดับใช้เวลาติดต่อกัน 3 - 4 วัน และเว้นระยะการทดลองห่างกัน 10 วัน โดยมีขั้นตอนดังนี้ 1. ทำการทดสอบก่อนลดน้ำหนัก 2. ทำการทดสอบหลังลดน้ำหนักซึ่งใช้เวลาในการลด 72 ชั่วโมง 3. ทำการทดสอบหลังลดน้ำหนักและดื่มน้ำชดเชยแล้ว 5 ชั่วโมง ผลปรากฏว่า

1. ภายหลังการลดน้ำหนักตัวทั้ง 2 ระดับ อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปริมาตรสูบฉีดเลือดแต่ละครั้ง ปริมาตรสูบฉีดเลือดใน 1 นาที และดัชนีปริมาตรหัวใจต่อปริมาตรสูบฉีดเลือดสูงสุดใน 1 นาที ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความดันเลือดสูง ไม่แตกต่างกัน

2. หลังจากดื่มน้ำชดเชยแล้ว ปริมาตรสูบฉีดเลือดแต่ละครั้ง ปริมาตรสูบฉีดเลือดใน 1 นาที และ ดัชนีปริมาตรหัวใจต่อปริมาตรสูบฉีดเลือดสูงสุดใน 1 ครั้ง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับหลังการลดน้ำหนัก ยกเว้นอัตราการเต้นของหัวใจยังคงสูงกว่าอยู่

ผลการวิจัยครั้งนั้น สรุปว่า การมีเวลาชดเชยเพียง 5 ชั่วโมง โดยการชดเชยน้ำอย่างเต็มที่ เพียงพอสำหรับการกลับคืนสู่สภาวะปกติของร่างกายด้านสรีรวิทยา

จรวยพร ธรณินทร์ (1975) ได้ศึกษาผลทางด้านสรีรวิทยาของการทำให้ร่างกายขาดน้ำและการชดเชยที่มีต่อความอดทนแบบไอโซเมตริกและไอโซโทนิค โดยได้ทำการศึกษาในนักศึกษาชายระดับวิทยาลัย จำนวน 20 คน มีอายุระหว่าง 21 - 30 ปี ในการทดลองได้จัดให้กลุ่มตัวอย่างเข้าเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมอย่างสุ่ม (Randomly assigned) กลุ่มที่รับการทดลองในการทำงานแบบไอโซเมตริก จะเป็นกลุ่มควบคุมในการทำงานแบบไอโซโทนิค และในทำนองกลับกัน กลุ่มที่รับการทดลองในการทำงานแบบไอโซโทนิค จะเป็นกลุ่มควบคุมในการทำงานแบบไอโซเมตริก ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบพหุคูณ เพื่อทดสอบความแตกต่างของการตอบสนองทางด้านสรีรวิทยา ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ในสภาวะปกติที่มิได้ลดน้ำหนัก (Euhydration) หลังลดน้ำหนัก (Dehydration) และหลังจากการชดเชย (Rehydration) ในการทำงานทั้งสองแบบ ผลการศึกษาพบว่า อัตราเต้นของหัวใจระหว่างการทำงานหนักเกือบสูงสุดเพิ่มขึ้น ขณะที่ความอดทนลดลง อันเป็นผลมาจากการลดน้ำหนักลง 4% ของน้ำหนักตัว การตอบสนองด้านสรีรวิทยาเกือบเข้าสู่ภาวะปกติภายหลังจากมีการชดเชย ผลของการขาดน้ำทำให้การทำงานทั้งสองแบบคล้ายคลึงกัน แต่ภายหลังได้เพิ่มสูงขึ้น ยิ่งกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหดตัวมีขนาดใหญ่ขึ้น ผลของการทำให้ขาดน้ำยิ่งมีมากขึ้น อาจมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาถึงระดับเซลล์ ในโอกาสต่อไป

สพรอเลส สมิทธ์ เบิร์ด และ แอลเลน (Sproles, Smith, Byrd, and Allen, 1976) ได้ศึกษาการตอบสนองของระบบไหลเวียนโลหิตที่มีต่อการออกกำลังกายระดับหนักเกือบสูงสุด ภายหลังการทำให้ร่างกายขาดน้ำและมีการชดเชย โดยทำการศึกษาในนักมวยปล้ำระดับวิทยาลัย จำนวน 14 คน มีอายุเฉลี่ย 21.4^{+}/_1.45 ปีน้ำหนักเฉลี่ย 76.6^{+}/_ 19.18 กิโลกรัม ความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด เท่ากับ 50.0^{+}/_7.00 มล./กก./นาที ให้นักมวยปล้ำลดน้ำหนัก 2 ระดับ คือ 3.7% และ 6.8% ของน้ำหนักร่างกาย ใช้เวลาในการลดถึง 72 ชั่วโมง โดยให้เข้าอบความร้อน และออกกำลังกายในอุณหภูมิแวดล้อม 27^{o}ซ. ก่อนและหลังลดน้ำหนักทดสอบความสามารถในการทำงานที่ระดับความหนัก 46% ของความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุด (VO_2 Max) (อัตราเต้นของหัวใจประมาณ 123 - 126 ครั้งต่อนาที เมื่อทำงานอยู่ใน

ระดับคงที่ ก่อนลดน้ำหนัก) การชดเชยภายหลังจากที่กลุ่มตัวอย่างลดน้ำหนักได้ตามกำหนดแล้ว กลุ่มตัวอย่างได้รับประทาน แพนเคค 6 ออนซ์ พรุตคอคเทล 6 ออนซ์ และเมเพิลซัยรัพ 3 ออนซ์ ร่วมกับเครื่องดื่มเกลือแร่ (Commercial glucose-electrolyte solution) ภายในระยะเวลา 5 ชั่วโมง ผลการวิจัยปรากฏว่า การใช้ออกซิเจนสำหรับการทำงานระดับหนักเกือบสูงสุดไม่เปลี่ยนแปลง การตอบสนองของระบบไหลเวียนโลหิต ด้านอัตราเต้นหัวใจ ไม่แตกต่างกัน แม้ว่าจะมีการชดเชยด้วยอาหารและน้ำ หลังการลดน้ำหนัก 6.8% ของน้ำหนักร่างกายเป็นเวลา 5 ชั่วโมง แล้วก็ตาม อัตราเต้นของหัวใจโดยเฉลี่ย ไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมก่อนลดน้ำหนักได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในการลดน้ำหนัก 3.7% ของน้ำหนักร่างกาย อัตราเต้นของหัวใจโดยเฉลี่ยก็ยังคงสูงอยู่อย่างมีนัยสำคัญ โดยผู้วิจัยกล่าวว่า ไม่สามารถจะหาเหตุผลมาอธิบายได้

แซมบราสกี ทิพตัน ทีเช็ง จอร์แดน ไวลาส และคัลลาฮัน (Zambraski, Tipton, Tcheng, Jordan, Vailas, and Callahan, 1975) ได้ทำการศึกษานักกีฬามวยปล้ำในรัฐไอโอวา จำนวน 300 คน ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม 1973 ถึง 22 กุมภาพันธ์ 1974 โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงโปรไฟล์ของปัสสาวะ ก่อนและหลังการแข่งขัน จากผลการศึกษาโปรไฟล์เกี่ยวกับปัสสาวะของนักมวยปล้ำ แสดงให้เห็นว่าร่างกายของนักมวยปล้ำถูกทำให้ขาดน้ำ ประมาณ 9 - 13% ค่าของความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะของนักมวยปล้ำขณะชั่งน้ำหนักประมาณ $1.028^{+}/_{-}$ 0.0009 แสดงให้เห็นว่า นักมวยปล้ำอยู่ในสภาพที่ขาดน้ำและแม้จะมีเวลาชดเชยถึง 5 ชั่วโมง ค่าของความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะของนักมวยปล้ำก็ยังไม่เปลี่ยนแปลง ยิ่งแสดงให้เห็นว่านักกีฬามวยปล้ำเข้าแข่งขันในสภาพที่ร่างกายขาดน้ำ และหลังจากที่นักมวยปล้ำแข่งขันเสร็จทันทีได้เก็บตัวอย่างปัสสาวะมาวิเคราะห์พบว่า ความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะของนักมวยปล้ำเฉลี่ยประมาณ $1.024^{+}/_{-}.003$ ซึ่งต่ำกว่าก่อนแข่งขัน ที่น่าสนใจก็คือ ค่าของโปตัสเซียมในปัสสาวะของนักกีฬามวยปล้ำ สูงกว่าค่าของโปตัสเซียมในปัสสาวะของนักเรียนที่มิใช่เป็นนักกีฬามวยปล้ำถึง 73 - 182%

เฮิร์ช (Hursh, 1979) ได้ศึกษาปัสสาวะของนักมวยปล้ำ จำนวนมากกว่า 300 คน ในการแข่งขันกีฬามวยปล้ำของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาของรัฐอิลลินอยส์ ปี 1975 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ ที่จะแสดงถึงการมีน้ำ (Hydration) ของร่างกายและการแสดงความสามารถ พบว่าความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะเฉลี่ยของผู้ชนะเลิศ

และรองชนะเลิศ เท่ากับ 1.015 ส่วนความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะเฉลี่ยของผู้เข้าแข่งขันทั้งหมด เท่ากับ 1.020 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักมวยปล้ำที่ร่างกายมีน้ำมากกว่า ย่อมแสดงความสามารถได้ดีกว่า ดังนั้นการควบคุมการขาดน้ำของร่างกายจึงสามารถทำได้โดยการตรวจตัวอย่างปัสสาวะ ในขณะที่นักกีฬามาเข้ารับการชั่งน้ำหนักและความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ ควรจะมีค่าประมาณ 1.015 ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่า ร่างกายของนักกีฬามีน้ำเพียงพอในเวลาแข่งขัน ความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ สามารถวัดได้รวดเร็วกว่าการชั่งน้ำหนัก โดยการใช้ ไฮโดรมิเตอร์ชนิดหลอดยาหยอดตามีลูกบอลลอย (Eyedropper hydrometer with a floating ball)

แซมบราสกี ฟอสเตอร์ กร็อส และ ทิพตัน (Zambraski, Foster, Gross, and Tipton, 1976)ได้ศึกษาการลดน้ำหนักและโปรไฟล์สปัสสาวะของนักกีฬามวยปล้ำระดับวิทยาลัย ซึ่งเป็นการศึกษาระยะยาว ผลการศึกษาพบว่า ตั้งแต่เดือนกันยายนถึงเดือนธันวาคม ปี ค.ศ.1975 น้ำหนักของนักกีฬามวยปล้ำลดลงเฉลี่ย 6% ซึ่งในช่วง 4 เดือน น้ำหนักลดลง 10.2, 9.5, 8.0, 7.5 และ 7.0 ปอนด์ โดยเกิดขึ้นในช่วง 12 วัน 4 วัน 3 วัน 2 วัน และ 1 วัน ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ปัสสาวะ เป็นช่วง ๆ ในเวลา 2 วันก่อนชั่งน้ำหนัก พบว่าค่าความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะเพิ่มขึ้น .003 ผลการวิจัยครั้งนี้สรุปว่า นักกีฬาเหล่านี้มีไขมันไม่มากเกินไปก่อนฤดูกาลแข่งขัน นักกีฬาลดน้ำหนักส่วนใหญ่ภายใน 2-3 วัน ด้วยวิธีทำให้ร่างกายขาดน้ำ ผลทางด้านการเจริญเติบโตของร่างกายและการทำหน้าที่ของไตจากการแข่งขันมวยปล้ำมาเป็นเวลานานยังไม่เป็นที่รู้กัน และนักกีฬามวยปล้ำของรัฐไอโอวา เข้าแข่งขันในสภาพที่ร่างกายมีความสามารถสูงสุดไม่เต็มที่

คอสติล โคเต และฟิงค์ (Costill, Cote' and Fink, 1976) ได้ศึกษาปริมาณน้ำในกล้ามเนื้อและอิเลคโทรลัยต์หลังการทำให้ร่างกายขาดน้ำในระดับที่แตกต่างกัน ในกลุ่มผู้มีสุขภาพดี โดยให้ลดน้ำหนักลง 2%, 4%, และ 6% ด้วยวิธีออกกำลังกายในที่ที่มีอากาศอบอุ่น (อุณหภูมิ 39.5°ซ. และความชื้นสัมพัทธ์ 25%) ทำการทดสอบด้วยการขี่จักรยานวัดงานเป็นเวลา 10 นาที ที่ระดับความหนักของงาน 70% ของความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย เพื่อศึกษาเมตาบอลิซึมของร่างกายในขณะออกกำลังกาย หลังจากนั้นเข้าห้องปรับอากาศในอุณหภูมิและความชื้นที่กำหนด เพื่อลดน้ำหนักตามระดับที่ต้องการ โดยเริ่มจาก 2% ซึ่งใช้เวลา 1.5 ชั่วโมง เมื่อลดน้ำหนักได้ตามที่กำหนดก็เก็บตัวอย่างเหงื่อ ปัสสาวะ โลหิตดำ ตัวอย่างกล้ามเนื้อ (Muscle

biopsy samples) น้ำหนักของร่างกาย และอุณหภูมิทวารหนัก หลังจากนั้น นอนพัก 30 นาที แล้วทำการทดสอบในงานระดับเดิมต่อจนน้ำหนักลดลงอีก 2% เก็บข้อมูล และลดน้ำหนักต่อจนครบ 6% แล้วเก็บข้อมูลอีกเป็นครั้งสุดท้าย ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างลดน้ำหนักลง 2.2%, 4.1% และ 5.8% ร่างกายสูญเสียน้ำจากนอกเซลล์มากกว่าจากภายในเซลล์ พลาสมาและน้ำในกล้ามเนื้อลดลง 2.4% และ 1.2% เมื่อน้ำหนักลดลงในแต่ละเปอร์เซนต์ โซเดียมและคลอไรด์ในกล้ามเนื้อไม่มีการเปลี่ยนแปลงหลังลดน้ำหนัก แต่แมกนีเซียมลดลง 12% ภายหลังน้ำหนักลดลง 5.8% จากการศึกษาศักย์ไฟฟ้าขณะพัก (Resting membrane potential) พบว่าการสูญเสียน้ำและอิเลคโทรลัยต์ที่สังเกตได้จากการศึกษา ไม่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงการกระตุ้น(Excitability) ของผนังเซลล์กล้ามเนื้อ (Muscle cell membrane) อย่างมีนัยสำคัญ ผู้วิจัยได้ให้ข้อสังเกตว่า การวัดตัวแปรต่าง กระทำหลังจากพักฟื้นมาแล้ว 30 นาที และตัวอย่างกล้ามเนื้อที่เก็บมาเป็นตัวอย่างจากมัดกล้ามเนื้อที่ทำงานหนัก ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างกล้ามเนื้อที่ทำงานและไม่ได้ทำงาน เพื่อแสดงให้เห็นการกระจายของน้ำและอิออนสัมพัทธ์ (Relative distribution) ระหว่างออกกำลังกายและหลังลดน้ำหนัก

ยาร์โรวส์ (Yarrows, 1988)ได้ศึกษาการลดน้ำหนัก โดยการทำให้ร่างกายขาดน้ำในกีฬามวยปล้ำสมัครเล่นเขาได้กล่าวถึงการลดน้ำหนักของนักมวยปล้ำว่า ก่อนฤดูกาลการแข่งขัน นักมวยปล้ำอาจลดน้ำหนักในสัปดาห์แรกของการแข่งขัน ระหว่าง 7-21 ปอนด์ และจะต้องกระทำเช่นนี้ประมาณ 15-30 ครั้ง ระหว่างช่วงแข่งขัน 4 เดือน พวกเขามีความเชื่อว่า การลดน้ำหนักมาก ๆ จะช่วยให้ได้เปรียบเหนือนักมวยปล้ำที่เล็กกว่า ดังนั้น พวกเขาจึงพยายามจะลดน้ำหนัก 2-3 ปอนด์สุดท้ายก่อนที่จะมีการแข่งขัน การทำให้ร่างกายขาดน้ำ กระทำโดยการทำให้เหงื่อออกและจำกัดการดื่มน้ำ การจำกัดของเหลวเข้าสู่ร่างกาย ซึ่งจะกระทำส่วงหน้า ระหว่าง 12 - 24 ชั่วโมง ก่อนที่จะมีการชั่งน้ำหนัก ส่วนการทำให้เหงื่อออกกระทำโดยการสวมเสื้อผ้าหลาย ๆ ชั้น แล้วออกวิ่ง บางคนอาจใช้วิธีใช้ยาระบายและยาขับปัสสาวะ หรือบางทีก็ทำให้เกิดการอาเจียน บางคนขณะวิ่งก็ยังถือถ้วยกระดาษสำหรับบ้วนน้ำลายใส่ลงไป แทนที่จะกลืนลงท้อง หรือบางคนอาจใช้วิธีการไปถ่ายโลหิตออกถึง 1 พินท์ ซึ่งจะทำให้น้ำหนักที่เป็นของเหลวลดลง 1 ปอนด์ อย่างไรก็ตาม การอาบความร้อนแห้ง (Sauna) การอบไอน้ำ หรือสวมเสื้อยาง เป็นสิ่งต้องห้ามสำหรับนักกีฬาระดับมัธยม รวมทั้งการใช้ยาขับปัสสาวะด้วย

ภายใน 5 ชั่วโมง ก่อนแข่งขัน นักมวยปล้ำไม่สามารถทำให้ร่างกายมีน้ำหนักเท่ากับที่ได้สูญเสียไปได้ ดังนั้น นักมวยปล้ำจึงเข้าทำการแข่งขันในสภาพที่อาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ร่างกายได้ (Potentially dangerous conditions) การทดแทนน้ำก่อน ระหว่าง และหลังการแข่งขันจึงเป็นเรื่องจำเป็น เพื่อให้ร่างกายแสดงความสามารถของร่างกายได้สูงสุดและด้วยความปลอดภัย

การลดน้ำหนักด้วยการทำให้ร่างกายขาดน้ำ ไม่มีผลต่อความแข็งแรงของร่างกาย ยกเว้น ความอดทนเท่านั้น ที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ จากการศึกษาพบว่า ในการลดน้ำหนัก 4.8% ของน้ำหนักร่างกาย โดยใช้เวลาลด 4 วัน แล้วทำการทดสอบความสามารถในการทำงานของร่างกายทันที พบว่า ความสามารถในการทำงานของร่างกายลดลง แต่หลังจากที่มีการชดเชยแล้ว น้ำหนักร่างกาย ยังต่ำกว่าน้ำหนักปกติก่อนลด 2.2% พบว่า ความสามารถในการทำงานของร่างกายเพียงบางส่วนเท่านั้นที่กลับคืนมา อย่างไรก็ตาม การทดแทนน้ำได้เพียงบางส่วน ก็ช่วยลดอันตรายจากการที่ร่างกายจะมีความร้อนสูงได้ สมาคมเกี่ยวกับการควบคุมอาหารอเมริกัน (The American Dietetic Association, 1980) กล่าวว่า ถ้าร่างกายมีน้ำหนักลดลง 4% - 7% ของน้ำหนักร่างกาย จำเป็นต้องมีเวลาในการชดเชยเพื่อให้ร่างกายอยู่ในสภาพปกติประมาณ 24 - 36 ชั่วโมง

วูดส์ วิลสัน และมาสแลนด์ (Woods, Wilson, and Masland, 1988)ได้ศึกษาวิธีการลดน้ำหนักของนักกีฬามวยปล้ำระดับมัธยมศึกษา โดยทำการเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่เป็นนักกีฬาสควอช และนักเรียนที่ออกกำลังกายโดยการวิ่งเหยาะเพื่อสุขภาพ ผลการวิจัยพบว่านักกีฬามวยปล้ำใช้วิธีลดน้ำหนักแบบ ควบคุมอาหาร ทำให้อาเจียน ทำให้เหงื่อออก จำกัดน้ำโดยการดื่มน้ำเพียงวันละ 2 แก้วมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนวิธีการอดอาหารและออกกำลังกายทั้งสองกลุ่มใช้ไม่แตกต่างกัน ทั้งสองกลุ่มไม่เคยลดน้ำหนักด้วยการใช้ยาขับปัสสาวะและยาถ่าย ผู้วิจัยให้ข้อคิดเห็นว่าวิธีการลดน้ำหนักที่ปฏิบัติกันอยู่ อาจทำให้การเจริญเติบโตและการพัฒนา พอ ๆ กับการทำให้เพิ่มอันตรายของการทำให้ร่างกายขาดน้ำหรือดุลอิเลคโทรลัยต์เสียไป

นูเฟอร์ ซอว์กา ยัง ควิกเลย์ แลทซกา และเลวีน (Neufer, Sawka, Young, Quigley, Latzka, and Levine, 1990) ได้ศึกษาพบว่า ภายหลังการออกกำลังกาย เพื่อให้ร่างกายขาดน้ำ (Hypohydration) และลดปริมาณกลัยโคเจนในกล้ามเนื้อ โดยการขี่จักรยาน

จนหมดแรง และให้มีการชดเชยภายในเวลา 15 ชั่วโมง โดยการรับประทานอาหารประเภทคาร์โบฮัยเดรตในปริมาณ 400 กรัม เพียงมื้อเดียว หรือเฉลี่ยประมาณ 5.5 กรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม แล้วตัดชิ้นกล้ามเนื้อมาตรวจ พบว่าการลดของน้ำในร่างกายและในกล้ามเนื้อในระดับปานกลาง ไม่เป็นผลเสียต่อการสังเคราะห์กลัยโคเจนขึ้นมาใหม่ ภายหลังการออกกำลังกายอย่างหนัก

สตีน กับ บราวเนลล์ (Steen and Brownell, 1990) ได้สร้างแบบสอบถามเพื่อถามถึง ความถี่ และความมากน้อยในการลดน้ำหนัก วิธีการควบคุมน้ำหนัก อารมณ์ กับการลดน้ำหนักอาหารที่รับประทาน (Dieting patterns) และ การหมกมุ่นอยู่กับอาหาร (Preoccupation with food) ผลการศึกษาพบว่า นักกีฬามวยปล้ำระดับวิทยาลัย 41% มีน้ำหนักที่ต้องลดในแต่ละสัปดาห์ของฤดูกาลในการแข่งขันอยู่ระหว่าง 5.0-9.1 กิโลกรัม นักกีฬามวยปล้ำระดับโรงเรียน 23% มีน้ำหนักที่ต้องลดในแต่ละสัปดาห์ของฤดูกาลในการแข่งขันอยู่ระหว่าง 2.7-4.5 กิโลกรัม ในกลุ่มคนในวิทยาลัย (College cohort) 35% สูญเสีย 0.5-4.5 กิโลกรัม มากกว่า 100 ครั้ง และ 22% สูญเสียไป 5.0-9.1 กิโลกรัม ระหว่าง 21-50 ครั้ง ส่วนวิธีการในการลดน้ำหนักที่ใช้ มีความรุนแรงที่หลากหลาย ได้แก่ การทำให้ร่างกายขาดน้ำ (Dehydration) การจำกัดอาหาร (Food restriction) อดอาหาร (Fasting) และมีจำนวนน้อยที่ใช้วิธี ทำให้อาเจียน (Vomitting) การใช้ยาระบาย (Laxatives) และการใช้ยาขับปัสสาวะ (Diuretics) "การทำน้ำหนัก" ทำให้เกิดความอ่อนเพลีย โกรธ และมีความกังวลใจ 30-40% ของนักมวยปล้ำทั้งระดับโรงเรียนและระดับวิทยาลัย ได้รายงานถึงการหมกมุ่นอยู่กับอาหาร และการกินที่บราศจากการควบคุมหลังจากการแข่งขัน การใช้วิธีดั้งเดิมใน "การทำน้ำหนัก" ยังคงเป็นวิธีที่ใช้กันในกีฬามวยปล้ำ ผลทางด้านสรีรวิทยา จิตวิทยาและสุขภาพของการลดน้ำหนักด้วยวิธีต่างๆดังกล่าว ควรเป็นเรื่องที่น่าจะได้มีการศึกษากันต่อไป

ในปี 1993 มอร์ริส พิชิต เมืองนาโพธิ์ และนำชัย เลวัลย์ (Morris, Pichit Muangnapoe and Namchai Lewan, 1993) ได้พัฒนาแบบวัดความวิตกกังวลในการแข่งขันกีฬา หรือ เอส ซี เอ ที (SCAT) ของ มาร์เทนส์ (Martens, 1977) และแบบวัดความวิตกกังวลเฉพาะสถานการณ์ในการแข่งขันกีฬา หรือ ซี เอส เอ ไอ-2 (CSAI-2) (Martens et al., 1983) ให้เป็นฉบับภาษาไทย (Thai versions) โดยใช้นักกีฬาของไทยประเภท

ต่าง ๆ จำนวน 200 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง ทำการวัดความวิตกกังวลในการแข่งขันกีฬาของกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบวัดทั้งสองที่พัฒนาขึ้นมา หลังจากนั้น ได้นำข้อมูลมาหาค่าความเที่ยง (Reliability) แบบทดสอบซ้ำ (Test-retest reliability) แบบแบ่งครึ่ง (Split half reliability) หาความสอดคล้องภายใน และความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) ผลการวิจัยพบว่า แบบวัดความวิตกกังวลในการแข่งขันกีฬาฉบับภาษาไทย หรือ เอส ซี เอ ที-ที (SCAT-T) มีค่าความเที่ยง แบบความสอดคล้องภายใน แบบทดสอบซ้ำ และมีความตรงตามโครงสร้างที่เหมาะสม และ แบบวัดความวิตกกังวลเฉพาะสถานการณ์ในการแข่งขันกีฬาฉบับภาษาไทย หรือ ซี เอส เอ ไอ-2ที (CSAI-2T) มีค่าความเที่ยง แบบแบ่งครึ่ง แบบความสอดคล้องภายใน และมีความตรงตามโครงสร้างที่เหมาะสม แบบวัดทั้งสองฉบับสามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นคนไทยได้อย่างเหมาะสม

จากวรรณคดีและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ที่ได้กล่าวไป จะเห็นได้ว่า ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการแข่งขันกีฬาประเภทที่มีการจำกัดรุ่นน้ำหนัก ได้มีความพยายามที่จะศึกษาค้นคว้าทดลองเพื่อให้ได้ข้อความรู้อันจะเป็นประโยชน์สำหรับการนำไปปฏิบัติในการลดน้ำหนัก หรือการทำน้ำหนัก เพื่อที่นักกีฬาที่ได้ลดน้ำหนักอย่างเร็ว จะสูญเสียความสามารถในการทำงานให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ เริ่มตั้งแต่การศึกษาวิธีการลดน้ำหนัก ว่าควรจะใช้วิธีลดน้ำหนักอย่างไร จึงจะลดน้ำหนักที่เกินมานั้นได้เร็ว ซึ่งผลจากการศึกษาก็แสดงให้เห็นว่า มีวิธีการต่าง ๆ มากมาย และวิธีการต่าง ๆ ก็เน้นไปที่การทำให้ร่างกายอยู่ในสภาพขาดน้ำ โดยการทำให้ร่างกายต้องขับน้ำออกจากร่างกาย ดังผลการศึกษาของ สตีนกับ บราวเนลล์ (Steen and Brownell, 1990) ที่กล่าวว่า วิธีการในการลดน้ำหนักที่ใช้ มีความรุนแรงที่หลากหลายแตกต่างกันออกไป เช่น การทำให้ร่างกายขาดน้ำ (Dehydration) โดยการจำกัดปริมาณน้ำดื่ม (Water restriction) หรืองดการดื่มน้ำ และมีจำนวนน้อยที่ใช้วิธีทำให้อาเจียน (Vomitting) การใช้ยาระบาย (Laxatives) หรือการใช้ยาขับปัสสาวะ (Diuretics)เป็นต้น อย่างไรก็ตาม วิธีการที่จะนำมาใช้นั้น ต้องไม่เป็นการขัดกับข้อบังคับของการแข่งขันกีฬาด้วย เช่น การห้ามใช้ยาขับปัสสาวะ หรือการห้ามการใช้สารกระตุ้นต่าง ๆ เป็นต้น เพราะถือเป็นอันตรายแก่สุขภาพของผู้ที่ลดน้ำหนักนั้นเอง และเป็นการไม่ยุติธรรมสำหรับนักกีฬาคนอื่น ๆ ด้วย ดังเช่นการลดน้ำหนักโดยใช้ยาขับปัสสาวะในนักมวย เมื่อตรวจพบว่ามีการใช้ยาต้องห้ามก็จะถูกตัดสิทธิ์ หรือหากเป็นผู้ชนะก็จะถูกริบเหรียญที่ได้รับนั้นเสีย

นอกจากหาวิธีการลดน้ำหนักแล้ว ก็ต้องมาศึกษาถึงผลที่ได้รับในด้านต่าง ๆ ของร่างกาย รวมทั้งผลทางด้านจิตใจด้วย ทางด้านร่างกายนั้น ผลทางด้านสรีรวิทยาที่เกี่ยวกับการแสดงความสามารถในการทำงานของร่างกายจะมีการศึกษากันมาก การศึกษาการแสดงความสามารถในการทำงานของร่างกายก็จะศึกษากันตั้งแต่ ปฏิกิริยาการตอบสนองของร่างกายภายหลังการลดน้ำหนัก โดยศึกษาเวลาปฏิกิริยาของมือและเท้า หรือเวลาปฏิกิริยาของการเคลื่อนไหวร่างกายเมื่อได้รับสัญญาณ ดังการศึกษาของ เดชา ทิพย์เดโช (2535) ที่ได้ศึกษาผลการลดน้ำหนักของนักมวยที่มีต่อเวลาปฏิกิริยา (Whole body reaction time) โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาเวลาปฏิกิริยาของนักมวยก่อนการลดน้ำหนัก หลังการลดน้ำหนัก และก่อนการขึ้นชก เป็นต้น

เกี่ยวกับระดับการลดน้ำหนัก ก็มีผู้ศึกษากันมากมายในระดับต่าง ๆ ตั้งแต่ไม่ต้องลดเลย จนถึง 20% ของน้ำหนักร่างกาย ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่มีเหลืออยู่ก่อนฤดูกาลการแข่งขัน หากมีน้ำหนักที่ต้องลดมาก ก็ต้องมีระยะเวลาในการลดมาก หรือหากมีเวลาในการลดน้อย น้ำหนักที่จะลดก็ต้องไม่มากเกินไป ระดับของน้ำหนักที่มีการใช้ทดลองกันมากก็คือระดับ 5% ของน้ำหนักร่างกาย เพราะแม้ว่า การสูญเสียน้ำประมาณ 5% ของน้ำหนักร่างกาย จะทำให้เกิดความรู้สึกไม่สะดวกสบาย (Discomfort) และมีอาการเซื่องซึมสลับกับอาการหงุดหงิด นอกจากนั้น จะรู้สึกฉุนเฉียวง่าย ร่างกายจะมีการอ่อนเพลีย ไม่อยากอาหาร (Loss of appetite) แต่การสูญเสียน้ำประมาณ 5% ของน้ำหนักร่างกายนี้ ก็ยังถือเป็นเรื่องธรรมดาสำหรับนักกีฬาบางประเภท และในการศึกษาวิจัยทางสรีรวิทยาเกี่ยวกับการลดน้ำหนักมักจะกระทำที่ระดับนี้ (Morgan, 1970)

ในเรื่องระยะเวลาของการพักผ่อนและมีการชดเชยหลังการลดน้ำหนัก ก็มีการศึกษากันตั้งแต่ลดน้ำหนักแล้วทดสอบความสามารถทันที หรือให้พักในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เช่น 3-5 ชั่วโมง แล้วจึงทำการทดสอบ ผลก็แสดงให้เห็นแตกต่างกันออกไป การศึกษาบางเรื่องอาจจะพบว่า หลังการลดน้ำหนักให้พักผ่อนเพียง 5 ชั่วโมงรวมทั้งมีการชดเชยด้วย ร่างกายก็สามารถกลับคืนสู่สภาพปกติได้ โดยสังเกตจากผลการทดสอบที่ความสามารถในการทำงานของร่างกายไม่แตกต่างจากก่อนลดน้ำหนัก การศึกษาบางเรื่องก็พบว่ายังไม่เพียงพอ ทั้งการลดในระดับมากหรือระดับน้อย คือ 3.7% หรือ 6.8% ซึ่งแม้ว่าจะมีการชดเชยด้วยอาหารและน้ำ หลังการลดน้ำหนัก 6.8% ของน้ำหนักร่างกายเป็นเวลา 5 ชั่วโมง แล้วก็ตาม อัตราเต้นของหัวใจโดยเฉลี่ย ไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมก่อนลดน้ำหนักได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในการลดน้ำหนัก 3.7% ของน้ำหนักร่างกาย

อัตราเต้นของหัวใจโดยเฉลี่ยก็ยังคงสูงอยู่อย่างมีนัยสำคัญ โดยผู้วิจัยกล่าวว่า ไม่สามารถจะหาเหตุผลมาอธิบายได้ (Sproles et al., 1976) เป็นต้น

การศึกษาในครั้งนี้ จึงต้องการที่จะทดลองเพื่อศึกษาผลของระดับการลดน้ำหนัก 3% และ 5% ของน้ำหนักร่างกาย และมีระยะเวลาการพักฟื้นชดเชยภายหลังการลดน้ำหนัก 6 ชั่วโมง ซึ่งเป็นไปตามกติกาการแข่งขันมวยไทยของเวทีมาตรฐานราชดำเนินและลุมพินี และกติกาการแข่งขันมวยสากลอาชีพ ที่กำหนดว่า "การแข่งขันจะต้องไม่เริ่มก่อนหกชั่วโมงภายหลังการชั่งน้ำหนักและการตรวจร่างกายสิ้นสุดลง" (สือชา สุบรรณพงศ์, 2528) ส่วนกติกามวยสากลสมัครเล่นได้กำหนดไว้ว่า "การแข่งขันจะต้องไม่เริ่มขึ้นก่อน 3 ชั่วโมง ภายหลังจากเวลาชั่งน้ำหนักสิ้นสุดลง" (วราวุธ สุมน, 2535)ว่าจะมีผลต่อประสิทธิภาพของนักมวย ที่เกี่ยวกับความสามารถในการทำงานของร่างกาย เวลาปฏิกิริยา เวลาการเคลื่อนไหว และเวลาการตอบสนองของมือ เท้าและทั้งร่างกาย แรงกระแทกของอวัยวะต่าง ๆ ที่ใช้ในกีฬามวย และความวิตกกังวลเฉพาะสถานการณ์การแข่งขัน ของนักมวยไทยและนักมวยสากลอย่างไร ผลจากการศึกษาในครั้งนี้จะทำให้ทราบแน่ชัดว่า หากมีการลดน้ำหนักใน 2 ระดับความหนัก และมีการชดเชยภายหลังเป็นเวลา 6 ชั่วโมง จะส่งผลต่อประสิทธิภาพของนักมวย อย่างไร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย