

การทรงตัวในน้ำ

ภาวะปกติร่างกายมนุษย์จะได้รับแรงกระทำตลอดเวลา ไม่ว่าจะอยู่บนบกหรือในน้ำ แต่มนุษย์มักจะเคยชินกับการอยู่บนบก ถึงแม้จะมีแรงโน้มถ่วงหรือแรงกดดันของบรรยากาศของโลกกระทำอยู่ตลอดเวลา ความรู้สึกนี้จะมีมากขึ้นหากต้องไปแช่ตัวอยู่ในน้ำ เนื่องจาก แรงกดดันของน้ำซึ่งมีค่ามากกว่าอากาศทำให้การเคลื่อนไหวในน้ำจะช้ากว่าบนบก การเข้าใจแรงกระทำของน้ำต่อร่างกายหรือส่วนของร่างกายขณะอยู่นิ่ง และเคลื่อนไหวในท่าต่าง ๆ เป็นปัจจัยที่สำคัญในการฝึกผู้ป่วยในน้ำ

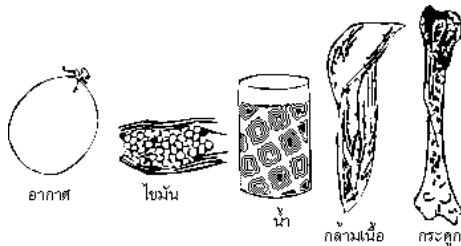
1. ผลของแรงลอยตัวของน้ำต่อร่างกาย (1)

ร่างกายของมนุษย์ประกอบด้วย กระดูก กล้ามเนื้อและไขมัน กระดูกซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของร่างกาย มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ กล้ามเนื้อมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำเพียงเล็กน้อย ส่วนไขมันจะมีความหนาแน่น

น้อยกว่าน้ำ (ดังรูปที่ 3.1) จากหลักของอาร์คิเมเดส ความหนาแน่นของวัตถุต่ำกว่าหรือใกล้เคียงกับความหนาแน่นของน้ำ วัตถุนั้นจะลอยอยู่ในน้ำ แต่ถ้าความหนาแน่นนั้นมากกว่าน้ำจะจมอยู่ในน้ำ

น้ำหนักโดยเฉลี่ยของร่างกายมนุษย์ เมื่อเทียบกับน้ำหนักของน้ำที่ปริมาตรเท่ากันแล้วจะมีค่าใกล้เคียงกัน (ร่างกายคนเรามีความถ่วงจำเพาะประมาณ 0.95) ดังนั้นตัวคนจึงลอยอยู่ในน้ำได้ โดยมีอัตราส่วนของส่วนที่จมอยู่ในน้ำต่อส่วนที่ลอยอยู่น้ำ ประมาณ 0.95 ต่อ 0.05

จากรูปที่ 3.2ก ถ้าความหนาแน่นของตัวคนกับของน้ำมีค่าเท่ากัน หมายความว่าที่ปริมาตรเดียวกัน น้ำหนักของน้ำเท่ากับน้ำหนักของคนพอดี หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ปริมาตรของน้ำที่ถูกตัวคนแทนที่นั้นมีน้ำหนักเท่ากับตัวคน ในกรณีเช่นนี้ ตัวคนจะลอยอยู่ในน้ำโดยไม่มีส่วนใดลอยอยู่เหนือน้ำ ถ้าจับตัวคนปล่อยให้ลึกลงไปในน้ำ 1 เมตร เขาก็จะลอยอยู่ในลักษณะนั้น (ลึกลง 1 เมตรเหมือนเดิม)



รูปที่ 3.1 แสดงการเปรียบเทียบเนื้อเยื่อในร่างกายกับน้ำ (ดัดแปลงจาก: Kreighbaum E, Barthels KM. Biomechanics, 2nd edition. Minnesota: Burgess publishing company, 1985: 424.)



รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะร่างกายขณะอยู่ในน้ำ (ก) ความหนาแน่นของร่างกายเท่ากับน้ำ, (ข) ความหนาแน่นของร่างกายน้อยกว่าน้ำ, (ค) ความหนาแน่นของร่างกายมากกว่าน้ำ (ดัดแปลงจาก: Kreighbaum E, Barthels KM. Biomechanics, 2nd edition. Minnesota: Burgess publishing company, 1985: 425.)

เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกหรือน้ำหนักตัวเท่ากับแรงลอยตัวของน้ำที่พยายามดันขึ้นพอดี ภาวะนี้เรียกว่า neutrally buoyant ซึ่งจะไม่มีแรงกระทำที่ตัวเลย (ผลรวมของแรงเป็นศูนย์) เขาจะลอยอยู่ในลักษณะนี้ตลอดไป แต่ถ้าเขายกบางส่วนของร่างกายขึ้นจากผิวน้ำทำให้ความหนาแน่นของตัวเขาเทียบกับน้ำแล้วมากกว่าก็จะทำให้จม

รูปที่ 3.2ข แสดงให้เห็นว่า ถ้าผู้ที่มีไขมันมาก ความหนาแน่นของตัวคนจะน้อยกว่าเมื่อเทียบกับน้ำ หรือที่ปริมาตรเท่ากันน้ำหนักของตัวคนน้อยกว่าน้ำ ทำให้ค่าแรงลอยตัวมีค่ามากกว่าน้ำหนัก ภาวะนี้เรียกว่า positive buoyant ตัวคนจะลอยอยู่ระดับผิวน้ำ โดยมีค่าของแรงที่ทำให้ลอย เท่ากับผลต่างของแรงลอยตัวกับน้ำหนักของตัวคน

รูปที่ 3.2ค แสดงคนที่จมอยู่ใต้น้ำ เนื่องจากปริมาณของกล้ามเนื้อ และกระดูกมีเปอร์เซ็นต์สูง ทำให้ความหนาแน่นของร่างกายมากกว่าน้ำ ส่งผลให้แรงลอยตัวที่เกิดจากปริมาตรของน้ำที่ถูกแทนที่โดยตัวคนไม่มากพอที่จะดันให้ตัวคนลอย หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ แรงลอยตัวมีค่าน้อยกว่าน้ำหนักตัวซึ่งเรียกว่า negative buoyant ดังนั้นตัวคนจะจมดิ่งลงก้นสระ

2. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการลอย-จม (2)

จากตัวอย่างที่ผ่านมา เป็นการสมมติ ให้ตัวผู้ป่วยทั้ง 3 คน มีปริมาตรของร่างกายเท่ากัน จะต่างเฉพาะน้ำหนักเท่านั้น ซึ่งเป็นผลให้ความหนาแน่นของร่างกายผู้ป่วยเปลี่ยนแปลงไป แต่ความหนาแน่นของร่างกายคนเราอาจเปลี่ยนแปลงได้อีกโดยมีเหตุปัจจัยดังจะกล่าวต่อไป

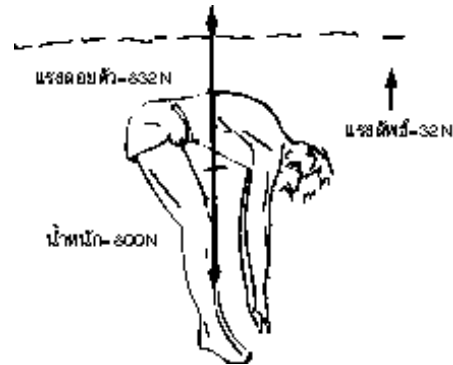
2.1 อากาศที่หายใจ

ตามธรรมชาติแล้วถ้าไม่มีอากาศในร่างกาย ความหนาแน่นโดยเฉลี่ยของร่างกายคนเราจะมากกว่าเมื่อเทียบกับน้ำ ที่ทรวงอก (thorax) จะมีการ

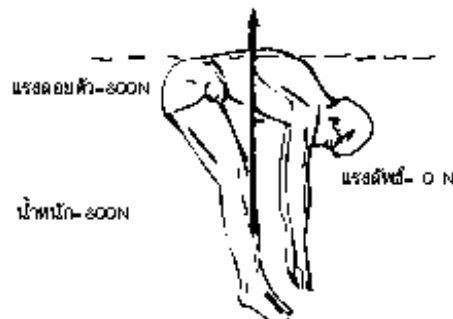
เปลี่ยนแปลงความหนาแน่นด้วยกระบวนการหายใจ ปริมาตรของทรวงอกจะเพิ่มขึ้นขณะหายใจเข้า ประมาณ 4 ลิตร (4000 ลูกบาศก์เซนติเมตร) แต่น้ำหนักของปริมาตรอากาศที่หายใจเข้านั้นมีค่าน้อยมาก จนสามารถตัดทิ้งได้ (ประมาณ 0.04 นิวตัน) ดังนั้น การควบคุมปริมาตรของอากาศที่หายใจเข้า-ออกในปอด จะเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ ในการเปลี่ยนแปลง ปริมาตรและความหนาแน่นของร่างกาย ซึ่งมีผล โดยตรงต่อความสามารถในการลอยตัวของร่างกาย ในน้ำ การควบคุมการหายใจขณะลอยตัวในน้ำนี้ เรียกว่า conditional floater

ขณะหายใจในน้ำ ควรหายใจเข้าโดยเร็ว และลึก กลั้นหายใจชั่วคราว แล้วหายใจออกอย่างรวดเร็ว จากนั้นหายใจเข้าเร็วและลึกอีกครั้ง ขณะหายใจเข้า โดยเงยหน้าขึ้นเพื่อรับปริมาณอากาศเข้าในปอดให้ มาก ความหนาแน่นของร่างกายจะลดลงเมื่อเทียบกับน้ำ ทำให้ร่างกายลอยตัวได้ดี ช่วงหายใจออก ปริมาตรของร่างกายลดลง ความหนาแน่นของร่างกายเพิ่มขึ้นแรงลอยตัวจะลดลง จึงควรรีบคว้าหน้าลง เพื่อเพิ่มปริมาณแรงลอยตัว (ด้วยการแทนที่น้ำมากขึ้น) ก่อนที่จะหายใจออกทุกครั้ง หรืออาจใช้เท้า หรือมือช่วยกระทุ้งน้ำเพื่อพุงให้ตัวลอย เป็นต้น

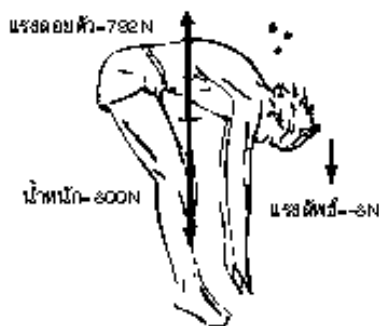
รูปที่ 3.3 แสดงคนลอยตัวในน้ำ ซึ่งมีน้ำหนัก 800 นิวตัน มีปริมาตรประมาณ 80.80 ลิตร และความหนาแน่นประมาณ 9.9 นิวตันต่อลิตร ในท่าลอยตัวแบบแมงกระพรุน (jelly fish float position) เพื่อทดสอบความสามารถในการลอยตัว ขณะที่หายใจเข้าเต็มที่แล้วกลั้นหายใจไว้ปริมาตรของร่างกาย จะมีค่าประมาณ 84 ลิตร (เพิ่มขึ้นประมาณ 4 ลิตร) ตัวคนจะลอยอยู่ในน้ำ โดยมีแรงลอยตัวกระทำ 832 นิวตัน (84 ลิตร x 9.9 นิวตัน/ลิตร) ดังนั้นแรง ลัพธ์ประมาณ 32 นิวตันในทิศพุ่งขึ้นสู่ผิวน้ำ (แรงลอยตัว 832 นิวตัน-น้ำหนักตัว 800 นิวตัน) ถ้า ส่วนของร่างกายยกพ้นผิวน้ำเล็กน้อย ปริมาตร



รูปที่ 3.3 แสดงลักษณะการลอยตัวในน้ำ ขณะหายใจเข้าเต็มที่แรงลอยตัวมีค่ามากกว่าน้ำหนักตัว (ดัดแปลงจาก: Kreighbaum E, Barthels KM. Biomechanics, 2nd edition. Minesota: Burgess publishing company, 1985: 427.)



รูปที่ 3.4 แสดงลักษณะการลอยตัวปรี่มน้ำ แรงลอยตัวมีค่าเท่ากับน้ำหนักตัว (ดัดแปลงจาก: Kreighbaum E, Barthels KM. Biomechanics, 2nd edition. Minesota: Burgess publishing company, 1985: 427.)



รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะการจมน้ำ แรงลอยตัวมีค่าน้อยกว่าน้ำหนักตัว (ดัดแปลงจาก: Kreighbaum E, Barthels KM. Biomechanics, 2nd edition. Minesota: Burgess publishing company, 1985: 427.)

ของน้ำที่ถูกแทนที่ โดยส่วนของร่างกายก็จะลดลง แรงลอยตัวที่กระทำกับร่างกายก็จะลดลงจนกระทั่งน้ำหนักของน้ำที่ถูกแทนที่เท่ากับน้ำหนักตัวคน (800 นิวตัน) คนก็จะลอยอยู่ระดับผิวน้ำ ซึ่งอยู่ในภาวะที่สมดุลพอดี (รูปที่ 3.4)

รูปที่ 3.5 แสดงขณะที่หายใจออกปริมาตรอากาศในปอดลดลงประมาณ 4 ลิตร ความหนาแน่นเฉลี่ยของร่างกายจะเพิ่มขึ้น มากกว่าความหนาแน่นของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากัน ทำให้แรงลอยตัวมีค่าประมาณ 792 นิวตัน (80 ลิตร x 9.9 นิวตัน/ลิตร) ซึ่งมีค่าน้อยกว่าน้ำหนักของร่างกาย (800 นิวตัน) ทำให้คนใช้นั้นจมนลง

2.2 รูปร่าง

ผู้ป่วยบางรายสามารถลอยตัวได้เอง โดยไม่ต้องอาศัยการควบคุมการหายใจเข้า-ออก นั้นแสดงว่า ที่ปริมาตรเท่ากันความหนาแน่นเฉลี่ยของร่างกายของผู้ป่วยรายนั้นน้อยกว่าน้ำ โดยทั่วไปมักจะมไขมันค่อนข้างมาก

เพศหญิงเป็นเพศที่มีปริมาณไขมันโดยเฉลี่ยสูงกว่าเพศชาย จึงมีข้อได้เปรียบในแง่การลอยตัวในน้ำ (เรียก true floater) ดังนั้น คนอ้วนกว่าจึงลอยตัวในน้ำได้ง่ายกว่าคนที่ผอม เป็นต้น

2.3 เชื้อชาติ

จากการศึกษาพบว่าในคนดำ เช่น คนชาตินิโกร มักจะลอยตัวในน้ำได้ยากกว่าคนผิวขาว (เรียกว่า sinker) เพราะคนดำมีความหนาแน่นโดยเฉลี่ยของร่างกายมากกว่าคนผิวขาว เนื่องจาก เนื้อเยื่อที่เป็นกระดูกมีความหนาแน่นมากกว่า จึงทำให้คนผิวดำมีข้อได้เปรียบในเรื่องของการดำน้ำ เป็นต้น

ในทางปฏิบัติเราสามารถทดสอบว่าผู้ป่วยนั้นเป็น conditional floater, true floater หรือ sinker ด้วยการให้อยู่ในท่าลอยตัวแบบแมงกระพรุน (jelly fish float) แล้วสังเกตการลอยตัวในธรรมชาติ

หญิงหรือชายบางคนอาจเป็น conditional floater หรือ true floater มีส่วนน้อยที่เป็น sinker

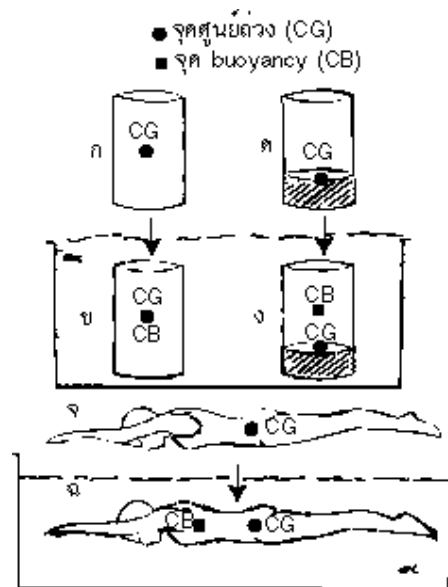
2.4 ท่าทางขณะลอยตัวอยู่ในน้ำ (3)

ความหนาแน่นโดยเฉลี่ยของร่างกายของบุคคล มักนำมาใช้ประกอบการพิจารณาความสามารถในการลอยตัว พบว่าหากจัดทำขณะลอยตัวในน้ำ โดยให้แรงลอยตัวผ่านจุด center of buoyancy และ center of gravity จะทำให้สามารถลอยตัวในน้ำดีขึ้น

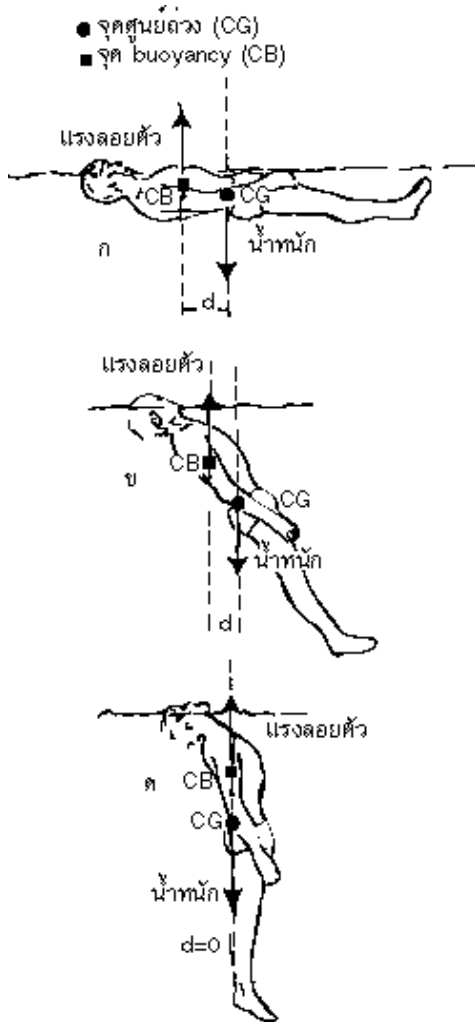
ดังได้กล่าวมาแล้ว จุด CG คือ จุดที่เสมือนหนึ่งน้ำหนักของวัตถุตกผ่าน มักจะมีทิศทางพุ่งลงสู่พื้นและตั้งฉากกับแนวราบเสมอ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงท่าทางของร่างกาย มักมีผลให้จุด CG นี้เปลี่ยนแปลงไปด้วยเสมอ ส่วนจุด CB คือ จุดเสมือนที่แรงลอยตัวของน้ำกระทำผ่าน มีทิศทางพุ่งขึ้นเหนือน้ำและตั้งฉากกับแนวราบเช่นกัน ขนาดของแรงลอยตัว ขึ้นกับปริมาตรของร่างกายที่จมอยู่ในน้ำ และมักกระทำผ่านจุดศูนย์กลางของปริมาตรของร่างกายส่วนที่จมอยู่ในน้ำ

พิจารณาจากรูปที่ 3.6 ทรงกระบอกซึ่งมีความหนาแน่นเท่ากันตลอด โดยมีจุด CG อยู่ประมาณกึ่งกลางของรูปทรงปริมาตร ถ้าทรงกระบอกนี้จมอยู่ในน้ำ ปริมาตรของทรงกระบอกที่จมอยู่ในน้ำ จะเท่ากับปริมาตรของน้ำที่ถูกแทนที่ น้ำหนักของปริมาตรน้ำที่ถูกแทนที่ก็คือแรงลอยตัวที่กระทำต่อทรงกระบอก ซึ่งจะกระทำผ่านจุด CB ในกรณีเช่นนี้ จุด CB จะเป็นจุดเดียวกับกับจุด CG (รูปที่ 3.6ข)

ถ้านำทรงกระบอกนี้ไปบรรจุด้วยซีเมนต์หรือวัสดุอื่นที่มีความหนาแน่นมาก จะทำให้จุด CG ของทรงกระบอกนี้ลดต่ำลง (รูปที่ 3.6ค) ถ้านำทรงกระบอกนี้ไปไว้ในน้ำ ปริมาตรของน้ำที่ถูกทรงกระบอกแทนที่ก็ยังคงเท่าเดิม แรงลอยตัวที่เกิดขึ้นยังเท่าเดิมจุด CB ยังอยู่ที่เดิมแต่จุด CG เปลี่ยนไป ดังนั้นจุด CG และจุด CB จะเป็นคนละจุด



รูปที่ 3.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุด CG และ CB (ก) กระป๋องที่มีขนาดเท่ากัน และมีความหนาแน่นของมวลเท่ากัน เมื่ออยู่ในน้ำจุด CG และ CB จะอยู่ที่เดียวกัน (ข), ส่วนกระป๋องที่มีขนาดเท่ากัน แต่มีความหนาแน่นของมวลไม่เท่ากัน เมื่ออยู่ในน้ำจุด CG จะอยู่ที่เดิมคือบริเวณที่มีความหนาแน่นของมวลมาก ส่วนจุด CB จะอยู่ประมาณกึ่งกลางของปริมาตร (ค)(ง), ร่างกายของคนเมื่ออยู่ในน้ำ จุด CG ยังคงอยู่บริเวณสะโพก ส่วน จุด CB จะอยู่บริเวณอกซึ่งมีความหนาแน่นน้อยที่สุด (จ)(ฉ) (ดัดแปลงจาก: Kreighbaum E, Barthels KM. Biomechanics, 2nd edition. Minesota: Burgess publishing company, 1985: 429.)



รูปที่ 3.7 แสดงแรงที่ทำให้เกิดการหมุนขณะลอยตัวในน้ำ เนื่องจากแรงลอยตัวและน้ำหนัก (ดัดแปลงจาก: Kreighbaum E, Barthels KM. Biomechanics, 2nd edition. Minesota: Burgess publishing company, 1985: 430.)

ดังรูปที่ 3.6ง

ร่างกายคนขณะอยู่ในน้ำจุด CG และจุด CB มักจะไม่ใช้จุดเดียวกัน จุดศูนย์กลางของปริมาตรร่างกายส่วนที่จมน้ำ มักจะเป็นจุดเดียวกับจุด CB ของร่างกาย ซึ่งแรงลอยตัวมักจะกระทำผ่านจุดนี้ เพื่อให้ร่างกายลอยขึ้นเหนือน้ำเสมอ โดยทั่วไปแล้วจุด CB มักจะอยู่บริเวณอก เนื่องจาก อกเป็นส่วนของร่างกายที่มีปริมาตรแทนที่น้ำมากที่สุด และเป็นบริเวณที่มีความหนาแน่นน้อยที่สุดด้วย ส่วนจุด CG ของร่างกายยังคงอยู่บริเวณเชิงกราน (pelvic) ดังนั้น ขณะที่ร่างกายอยู่ในน้ำจะเกิดแรง 2 แรงกระทำต่อร่างกาย คือ แรงลอยตัวและน้ำหนักตัว (รูปที่ 3.7ก) ผ่านจุด CB และ CG ตามลำดับเสมอทำให้เกิดแรงโมเมนต์คู่ควบ หมุนจนกระทั่งร่างกายอยู่ในภาวะสมดุล โดยแรงทั้งสองอยู่ในแนวเดียวกัน แต่มีทิศตรงกันข้ามดังรูปที่ 3.7ค

ระยะห่างระหว่างแนวแรงทั้งสอง (d) มีส่วนเกี่ยวข้องกับการหมุน ถ้าระยะ d มาก จะเกิดแรงหมุนแรง โดยที่ร่างกายส่วนบนจะลอยขึ้นและส่วนล่างจะจมลง และทำให้ส่วนล่างของร่างกายจมเร็วเกิดแรงเฉื่อยดึงให้ศีรษะและร่างกายจมดิ่งลงได้น้ำ (รูปที่ 3.7ข) ในทางปฏิบัติกรณียืนตัวตรงในน้ำจะเป็นท่าที่เกิดสมดุลของร่างกายในการลอยตัวเพราะแนวแรงทั้งสองจะอยู่ในแนวเดียวกัน แต่มีทิศตรงข้ามซึ่งมักจะหักล้างกันพอดี ดังรูปที่ 3.7ค

ถ้ากรณีที่ร่างกายมีการสะสมของไขมันบริเวณท้องและสะโพกมากพอ จะทำให้จุด CB เลื่อนมาใกล้เคียงกับจุด CG ทำให้การลอยตัวสามารถทำได้ง่ายขึ้น เนื่องจากเกิดการแทนที่ของน้ำมากขึ้น โดยเฉพาะที่บริเวณสะโพก

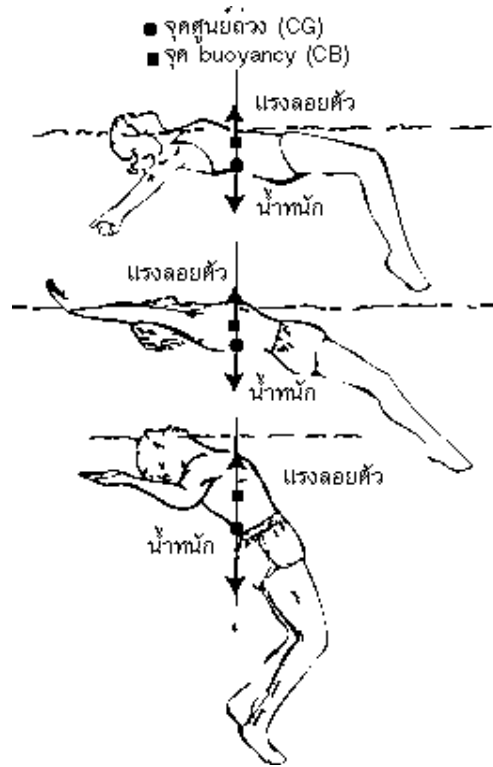
ท่าทางขณะอยู่ในน้ำสามารถปรับเปลี่ยนจุด CG และจุด CB ได้ ดังรูป 3.8 และถึงแม้จุด CG และจุด CB จะอยู่แนวเดียวกัน ถ้าจุด CB อยู่ต่ำกว่า CG ก็จะทำให้ร่างกายไม่สมดุลเกิดแรงหมุนใน

ระนาบตั้ง (vertical plane) เช่นกัน จึงมักต้องใช้มือช่วยพยุง เช่น การกลับตัวของนักว่ายน้ำ เป็นต้น

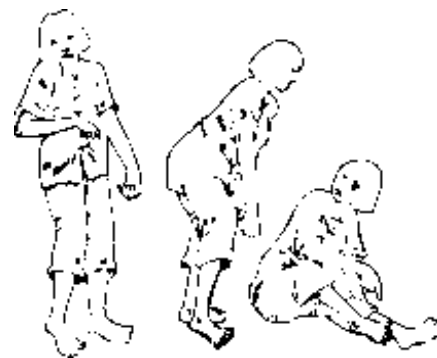
3. รูปร่างและความหนาแน่นของร่างกาย (4)

น้ำหรือของเหลวจะมีแรงกระทำต่อสิ่งของหรือวัตถุที่จมอยู่ในน้ำทุกทิศทุกทาง ขนาดความแรงขึ้นกับรูปร่างและความหนาแน่นของวัตถุนั้น ที่ปริมาตรเท่ากัน วัตถุที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำจะจม และ วัตถุที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำจะลอย อวัยวะต่างๆ ของมนุษย์มีรูปร่างและความหนาแน่นไม่เท่ากันกระดูกซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงร่างของร่างกายมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ กล้ามเนื้อมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำเล็กน้อย ส่วนไขมันมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ และปอดบรรจุอากาศจะมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำมาก (รูปที่ 3.1) ดังนั้นอวัยวะบางส่วนจากร่างกายจะจมน้ำ และบางส่วนจะลอยน้ำ ปกติน้ำหนัก

โดยเฉลี่ยของร่างกายเมื่อเทียบกับน้ำที่ปริมาตรเท่ากันจะน้อยกว่าน้ำเล็กน้อย ดังนั้นจึงลอยน้ำ ในผู้พิการที่มีความผิดปกติของอวัยวะ เช่น มีการลีบเล็กของกล้ามเนื้อ การหดสั้นของอวัยวะ หรือการโตผิดปกติของอวัยวะ ทำให้การทรงตัวในน้ำกระทำได้อย่างผิดปกติ ตัวอย่าง เช่น ผู้ป่วยที่เป็นอัมพาตครึ่งท่อน (paraplegia), สมองพิการ (cerebral palsy) ซึ่งมีการสูญเสียสมรรถภาพของขาทั้งสองข้างมากกว่าแขน จะมีลักษณะรูปร่างคล้ายรูปสามเหลี่ยม ควรจัดให้ผู้พิการเหล่านี้อยู่ในท่านอนหงาย ซึ่งง่ายต่อการออกกำลังและฝึกการหายใจ หรือในผู้พิการที่เป็นอัมพาตครึ่งซีก (hemiplegia) สมองถูกทำลายบางส่วน มีผลทำให้แขนและขาข้างเดียวกันสูญเสียการเคลื่อนไหว เมื่อจัดให้อยู่ในท่านอนหงาย ลำตัวมักมีแนวโน้มเอียงไปยังด้านที่พิการ (รูปที่ 3.9) เป็นต้น



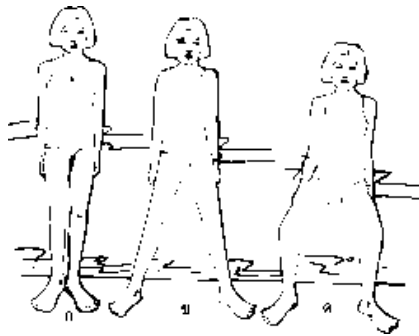
รูปที่ 3.8 แสดงลักษณะตำแหน่งของจุด CG และ CB ขณะเปลี่ยนท่าทางในน้ำ (ดัดแปลงจาก: Kreighbaum E, Barthels KM. Biomechanics, 2nd edition. Minnesota: Burgess publishing company, 1985: 432.)



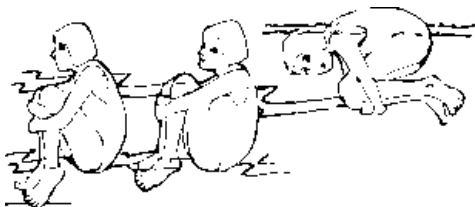
รูปที่ 3.9 แสดงลักษณะความพิการของแขนและขา

4. ท่วงท่าขณะอยู่ในน้ำ (4)

ท่วงท่าของร่างกายขณะอยู่ในน้ำมีผลต่อความเสถียร ถ้าจัดทำให้ร่างกายเป็นรูปแท่งตรง (stick) เช่น การยืนทรงเท้าชิด จะมีความเสถียรน้อย (รูปที่ 3.10 ก) มักถูกแรงกระทำของน้ำให้ล้มลงได้ง่าย หากยืนแยกเท้าจะมีความเสถียรเพิ่มมากขึ้นทางด้านข้าง ส่วนทางด้านหน้าและหลังยังคงล้มได้ง่าย (รูปที่ 3.10 ข) หากจัดทำให้ร่างกายย่อตัวลง จะมีความเสถียรเพิ่มขึ้นอีก เช่น ยืนแยกเท้าย่อตัว โดยการงอข้อสะโพกและเข่า จะสามารถต้านแรงกระทำของน้ำได้ดีกว่าท่ายืนตรง (รูปที่ 3.10) การจัดทำให้ตัวงออดเข่าเป็นก้อนคล้ายลูกบอล (ball) เป็นผลให้จุด CB.(center of buoyancy) ที่บริเวณอกอยู่ตรงกับจุดกึ่งกลางของลูกกลมนี้ แรงลอยตัวของน้ำจะกระทำผ่านจุด CB. เสมอ จึงทำให้ร่างกายที่จมอยู่ในน้ำมีความเสถียรที่สุด และมักจะลอยน้ำ (รูปที่ 3.11) โดยบริเวณหลังจะโผล่พ้นเหนือน้ำเล็กน้อย ขนาดความกว้างของหลังส่วนที่พองขึ้นกับน้ำหนักของร่างกายของแต่ละคน ในคนอ้วนมีไขมันมากกว่า มักจะลอยมากกว่าคนผอมทำให้แผ่นหลังโผล่พ้นน้ำมากกว่า



รูปที่ 3.10 แสดงลักษณะท่าทางต่างๆ ขณะอยู่ในน้ำ (ก) ยืนตรงเท้าชิด, (ข) ยืนตรงแยกเท้า (ค) ยืนย่อตัวแยกเท้า



รูปที่ 3.11 แสดงลักษณะการจัดทำตัวงออดเข่าคล้ายลูกบอล

5. ระนาบของการหมุนในน้ำ (5)

ระนาบของการหมุนขณะลอยตัวอยู่ในน้ำมักเกิดใน 2 ทิศทางคือ ทิศม้วนตัวหน้า-หลัง (vertical rotation) (รูปที่ 3.12) และพลิกตัวคว่ำ-หงาย (lateral rotation) (รูปที่ 3.13) การหมุนในระนาบม้วนตัวหน้า-หลัง รอบจุด CB จากท่ายืนมาอนหงาย ศีรษะและลำตัวจะค่อย ๆ แอนไปข้างหลัง ขณะที่ขาทั้งสองค่อย ๆ งอไปทางด้านหน้าลอยขึ้นเหนือน้ำ กล้ามเนื้อที่ต้านการเคลื่อนไหวในทิศดังกล่าว ได้แก่ กล้ามเนื้อกลุ่มงอลำคอและลำตัว, กล้ามเนื้อกลุ่มงอสะโพกและเหยียดเข่า เป็นต้น

ส่วนการหมุนจากทำยีนมานอนคว่ำศีรษะและลำตัวจะค่อยๆ โค้งไปข้างหน้า ขณะที่ขาจะเคลื่อนไปข้างหลังและลอยขึ้นผิวน้ำ ซึ่งกล้ามเนื้อที่ช่วยด้านการเคลื่อนไหว ได้แก่ กล้ามเนื้ออกกลุ่มเหยียดลำคอและลำตัว กล้ามเนื้ออกกลุ่มเหยียดสะโพก เป็นต้น และจากท่านอนคว่ำมา ยีนมักจะพลิกหงายก่อนแล้วจึงม้วนหน้าลูกขึ้นยีน การพลิกตัวคว่ำ-หงายสามารถเกิดได้ใน 2 ระนาบ รอบ ๆ แกนตามยาวของร่างกายในทำยีน คือการหมุนซ้ายขวา ในทำยีนนอนคือการพลิกคว่ำ-หงาย โดยเริ่มจากแขนขาต้านหนึ่งจะค่อย ๆ จมลงจน เกิดการหมุน ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.12 แสดงระนาบการหมุนในทิศม้วนตัวหน้าและหลัง

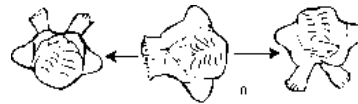
ปฏิบัติการที่ 2 การทรงตัวในน้ำ

วัตถุประสงค์ หลังจากปฏิบัติการครั้งนี้แล้วนักศึกษาสามารถ

1. อธิบายปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการทรงตัวในน้ำ
2. อธิบายข้อควรระวังขณะฝึกออกกกำลังในน้ำ

ตอนที่ 1 ท่วงท่าขณะอยู่ในน้ำ (4)

1. จัดทำให้ผู้ถูกฝึกยืนตรงเท้าชิดในน้ำที่มีความสูงระดับเอว
2. ค่อย ๆ กระเพื่อมน้ำใส่ตัวผู้ถูกฝึกทางด้านหน้า-หลัง สังเกตอาการและบันทึกความรู้สึก
3. จัดทำให้ผู้ถูกฝึกยืนแยกเท้าย่อตัวลงในน้ำที่มีความสูงระดับเอว
4. ค่อย ๆ กระเพื่อมน้ำใส่ตัวผู้ถูกฝึกสังเกตอาการ แล้วบันทึกผลและความรู้สึก
5. จัดทำให้ผู้ถูกฝึกยืนในน้ำที่มีความลึกระดับอก
6. ทำการทดลองเหมือนข้อ 1.- ข้อ 4.



รูปที่ 3.13 แสดงระนาบการหมุนในทิศคว่ำและหงายรอบแกนตามยาวของร่างกาย (ก) การยีนหมุนซ้ายและขวา, (ข) การนอนพลิกตัวคว่ำและหงาย

ตอนที่ 2 ลอยตัวในน้ำ (4)

1. ให้ผู้ถูกทดลองหายใจเข้าแล้วกั้นหายใจไว้
2. ค่อยคว่ำหน้าและลำตัวอยู่ในท่าพ่อน คลายแขนขาในน้ำลึก (jelly fish)
3. พยายามบอกให้ผู้ถูกทดลองลอยตัวให้นานที่สุด บันทึกผลและความรู้สึกของผู้ถูกทดลอง
4. เปลี่ยนเป็นคว่ำหน้าแขนทั้งสองสอดเข้าซิดอก สังเกตการลอยแล้วบันทึกผล
5. นอนหงายสอดเข้าทั้งสองข้างซิดอก (ball)
6. หายใจปกติแล้วทำการทดลอง 1-5
7. ยื่นส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกายขึ้นเหนือน้ำ บันทึกผลและความรู้สึกของผู้ถูกทดลอง

ตอนที่ 3 การทรงตัวในน้ำ (4)

1. จัดทำให้ผู้ถูกฝึกยืนตัวตรงเท้าชิดในน้ำ ลึกระดับอก
2. ค่อย ๆ ผลักไหลทั้งสองของผู้ถูกฝึกให้นอนหงาย สังเกตอาการ แล้วบันทึกผล
3. จัดทำให้ผู้ถูกฝึกยืนตัวตรงเท้าชิดในน้ำ ลึกระดับอก
4. ค่อย ๆ ผลักที่ไหลทั้งสองทางด้านหลังให้ผู้ถูกฝึกนอนคว่ำ สังเกตอาการ แล้วบันทึกผล
5. จัดทำให้ผู้ถูกฝึกนอนหงาย โดยใช้ห่วงยางหนุนบริเวณคอ และสะโพก
6. ค่อยพลิกให้นอนคว่ำ
7. สังเกตอาการแล้วบันทึกผล

คำถาม

1. จงอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการทรงตัวในน้ำของร่างกาย
2. ท่านคิดว่าระหว่างชายและหญิง (น้ำหนักและความสูงที่เท่ากัน) ผู้ใดจะสามารถทรงตัวในน้ำได้ดีกว่า เพราะเหตุใด
3. จงสรุปปัญหาและอุปสรรคขณะปฏิบัติการอย่างเป็นข้อๆ

เอกสารอ้างอิง

- 1.Kreighbaum E, Barthels KM. Application of hydrodynamics in swimming: Biomechanics, 2nd edition. Minesota: Burgess publishing company, 1985: 422-4.
- 2.Kreighbaum E, Barthels KM. Application of hydrodynamics in swimming: Biomechanics, 2nd edition. Minesota: Burgess publishing company, 1985: 426-8.
- 3.Kreighbaum E, Barthels KM. Application of hydrodynamics in swimming: Biomechanics, 2nd edition. Minesota: Burgess publishing company, 1985: 428-31.
- 4.Campion MR. Hydrotherapy in paediatrics, 2nd edition. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1991: 19-26.
- 5.Campion MR. Hydrotherapy in paediatrics, 2nd edition. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1991: 27.