

its osmolality. The durations of aspiration show that death from hypotonic aspiration occurs within approximately 4 minutes while in isotonic, hypertonic and dry drowning studies, death is observed within approximately 7 minutes. Therefore, death from fresh water drowning occurs more rapidly than from sea water and dry drownings especially there is accompanied with high fluid pressure.

The respiratory responses during wet and dry drowning experiments indicate that it shows a similar pattern. The changes of respiration may be divided into 3 distinct phases. First, the initial or transient apnea which is assumed to be due to a reflex mechanism reacting to drowning or aspirated fluid. Second, the hyperventilatory phase or laboured ventilatory movement which is postulated to be secondary to stimulation of chemoreceptors by hypoxemia, hypercapnia and respiratory acidosis. Third, the last sequence of respiratory response is the delay apneic phase which is postulated to be due to failure of the central regulatory mechanisms of respiration.

The changes of cardiovascular system in all groups indicate that cardiac arrhythmias and hypotension are the principal events occurring throughout the experiments. Cardiac arrest which leads to death is a typical pattern observing in both types of drowning especially in dogs. The circulatory failure is postulated to be due to the results of prolonged and severe cardiac hypoxia. In hypotonic aspirated animals, hemolysis do occur indicating a rapid absorption of test fluid from the lungs into the circulation. On the other

hand, in isotonic and hypertonic aspiration and dry drowning studies, hemolysis do not occur. The increased blood volume, hemodilution and hemolysis of blood cells accompanying with hypoxia cause a rapid circulatory failure in fresh water drowning.

By autopsy, it is found that the lungs of the animals in hypertonic, hypotonic and isotonic aspirated groups are in edematous state and show some degrees of petichial hemorrhage. In dry drowning group, the lungs of the animals are likely normal appearance. In addition, the withdrawal fluid from the respiratory tract in hypotonic aspiration is characterized pink tint and contains blood clots. In isotonic and hypertonic groups, the withdrawal fluid is colorless and contains no blood clots. However, the withdrawal fluid is found to be tenacious froth. This tenacious froth of withdrawal fluid indicates that it contains some plasma proteins. This implies that there is an increase of pulmonary capillary permeability to plasma proteins occurring during wet drowning either in fresh or sea water.

These findings suggest that the primary causes of death from wet and dry drownings are respiratory and circulatory failures. In wet drowning, the other complications accompanying with asphyxia play the important roles on failures of respiratory and circulatory systems. On the other hand, death from dry drowning seems to be a simple obstructive asphyxia. The results of the present studies may have an advantage for clinical implication particularly in resuscitation and emergency treatment in both types of drowning.

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในภาวะจมน้ำ

ชื่อผู้เขียน

นางสาวอัญชลี ยงศิริ

วิทยานิพนธ์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชา สรีรวิทยา

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2526

บทคัดย่อ

การจมน้ำเป็นสาเหตุสำคัญที่สุดอย่างหนึ่งของการตายเนื่องจากอุบัติเหตุ สาเหตุที่ทำให้ตายในภาวะจมน้ำมีหลายประการ อย่างไรก็ตาม สาเหตุที่แท้จริงยังเป็นที่โต้เถียงกันอยู่ ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงของร่างกายซึ่งนำไปสู่ความตายในขณะจมน้ำ จึงได้ทำการศึกษาโดยทำการทดลองในสุนัขที่สลบตื่น ๆ ด้วยยาสลบ โดยใส่ น้ำหรือของเหลวที่ใช้ทดสอบ เข้าทางเดินหายใจโดยตรง นอกจากนี้ ยังศึกษาผลของ osmolality ของของเหลว, ความดันของของเหลว และการเปลี่ยนแปลงของร่างกายในภาวะจมน้ำแบบที่ไม่มีน้ำเข้าสู่ในระบบทางเดินหายใจอีกด้วย การทดลองได้พยายามเลียนแบบภาวะจมน้ำที่เกิดขึ้นจริง ๆ ในคน

ในภาวะจมน้ำแบบที่มีน้ำเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ พบว่า ปริมาตรของของเหลวที่น้อยที่สุดที่ทำให้ตาย เป็นชนิด hypertonic (สารละลายของเกลือแกงเข้มข้น 2.4%) และ ปริมาตรของของเหลวที่มากที่สุดที่ทำให้ตาย เป็นชนิด hypotonic (น้ำประปา) นอกจากนี้ ยังพบว่า ปริมาตรของของเหลวที่ทำให้ตายจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความดันของของเหลว แต่จะเป็นสัดส่วนผกผันกับ osmolality ของของเหลว ส่วนระยะเวลาเริ่มใส่ของเหลว จนกระทั่งสัตว์ทดลองตาย พบว่าในสัตว์กลุ่มที่ใส่น้ำประปาใช้เวลานานประมาณ 4 นาที ส่วนในสัตว์กลุ่มที่ใส่ของเหลวชนิด isotonic, hypertonic และกลุ่มที่ไม่ใส่น้ำเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ จะใช้เวลานานประมาณ 7 นาที ดังนั้น การจมน้ำในน้ำจืดจะตายได้รวดเร็วกว่าการจมน้ำในน้ำทะเล และการจมน้ำแบบที่ไม่มีน้ำเข้าสู่ในระบบทางเดินหายใจ การตายในภาวะจมน้ำจืดจะเกิดขึ้นได้รวดเร็วยิ่งขึ้นถ้าความดันของน้ำเพิ่มขึ้น

การเปลี่ยนแปลงทางระบบหายใจในภาวะจมน้ำแบบที่มีน้ำเข้า และแบบที่ไม่มีน้ำเข้าสู่ในระบบทางเดินหายใจ พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงเหมือน ๆ กัน การเปลี่ยนแปลงดังกล่าว อาจแบ่งออกได้เป็น 3 ระยะ ตามลำดับคือ 1) ระยะหยุดหายใจชั่วคราว ซึ่งคาดว่าเกิดจากกลไกของ reflex ของร่างกายในการสนองตอบต่อภาวะจมน้ำ หรือต่อน้ำที่ไหลเข้าสู่ในทางเดินหายใจ 2) ระยะหายใจเร็วและแรง ซึ่งคาดว่า เป็นผลของการกระตุ้นต่อ chemoreceptors โดยภาวะมี oxygen ในเลือดต่ำกว่าปกติ, ภาวะมี carbon dioxide ในร่างกายสูงกว่าปกติ และภาวะเป็นกรดของร่างกาย และ 3) ระยะหยุดหายใจ เป็นการสนองตอบระยะสุดท้ายของการหายใจ ซึ่งคาดว่าเกิดขึ้น เนื่องจากมีภาวะลัม เพลวของกลไกควบคุมการหายใจในระดับสมอง

การเปลี่ยนแปลงทางระบบไหลเวียนโลหิตในทุกกลุ่มของสัตว์ทดลอง พบว่า มีภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะและความดันโลหิตลดต่ำลงตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง การจมน้ำตายทั้งสองแบบ โดยเฉพาะในสุนัขพบว่า มีภาวะหัวใจหยุดเต้นชนิดหยุดนิ่งเป็นลักษณะเฉพาะ ภาวะลัม เพลวของระบบไหลเวียนโลหิตเชื่อว่าเป็นผลมาจากหัวใจขาด oxygen มาเลี้ยงอย่างรุนแรง และเป็นเวลานาน นอกจากนี้ ยังพบว่า ในกลุ่มที่ใส่น้ำประปาจะมีการแตกของเม็ดเลือดแดงร่วมด้วย ซึ่งเป็นสิ่งบ่งชี้ว่าการดูดซึมอย่างรวดเร็วของน้ำจากในปอดเข้าสู่ในเลือด ส่วนในกลุ่มที่ใสของเหลวชนิด isotonic และ hypertonic และกลุ่มที่ไม่ใส่น้ำเข้าสู่ในระบบทางเดินหายใจจะไม่มีการแตกของเม็ดเลือดแดงเกิดขึ้น ภาวะลัม เพลวของระบบไหลเวียนโลหิตจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วมาก เนื่องจากมีภาวะแทรกซ้อนอื่น ๆ คือ การเพิ่มขึ้นของปริมาณเลือด, เลือดเจือจาง และการแตกของเม็ดเลือดแดงเกิดร่วมกับภาวะ asphyxia.

โดยการชันสูตรสัตว์ทดลองพบว่า ปอดของสัตว์ในกลุ่มที่ใสของเหลวแต่ละชนิด จะมีลักษณะบวมน้ำและมีการแตกของหลอดเลือดฝอยที่ผิวของปอดเป็นแห่ง ๆ ทำให้มองเห็นปอดมีลักษณะเป็นจำสีแดงอยู่ทั่วไป ในสัตว์กลุ่มที่ตายแบบไม่มีน้ำเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ ปอดจะมีลักษณะเหมือนปกติ จากการสังเกตของเหลวที่สูดออกมาจากระบบทางเดินหายใจพบว่า ในกลุ่มที่ใส่น้ำประปามีสีชมพูเรื่อ ๆ และมีลัม เลือดขนาดเล็ก ๆ ปนออกมาด้วย ส่วนในกลุ่มที่ใสของเหลวชนิด

isotonic และ hypertonic, ของเหลวที่ถูคออกมาจะไม่มีสีและไม่มีลิ่มเลือด อย่างไรก็ตามของเหลวที่ถูคออกมานี้จะมีลักษณะเป็นฟองและค่อนข้างเหนียว การที่ของเหลวมีลักษณะดังกล่าวนี้บ่งชี้ว่ามี plasma proteins ออกมาด้วย แสดงว่าภาวะจมน้ำแม่ที่มีน้ำเข้าสู่ในระบบทางเดินหายใจ, ไม่ว่าจะจมน้ำจืดหรือน้ำทะเล, จะมีผลทำให้ผนังของหลอดเลือดฝอยในปอด มีคุณสมบัติ permeability ต่อ plasma proteins เพิ่มขึ้น

จากผลของการทดลองชี้แนะว่า สาเหตุของการตายที่สำคัญในภาวะจมน้ำทั้งสองแบบคือ ภาวะลิ่มเลือดของระบบหายใจและระบบไหลเวียนโลหิต ในภาวะจมน้ำแม่ที่มีน้ำเข้าสู่ในระบบหายใจ การลิ่มเลือดของการหายใจและระบบไหลเวียนโลหิตจะเกิดขึ้นรวดเร็ว เนื่องจากมีภาวะแทรกซ้อนอื่น ๆ เกิดร่วมกับภาวะ asphyxia. ส่วนการจมน้ำแม่ที่ไม่มีน้ำเข้าสู่ระบบหายใจ การลิ่มเลือดของระบบทั้งสองเกิดขึ้นจากภาวะ asphyxia เพียงอย่างเดียว ผลของการทดลองที่พบทั้งหมดนี้ อาจจะนำไปใช้เป็นประโยชน์ทางคลินิก โดยอาจใช้เป็นแนวทางสำหรับการช่วยชีวิตและการรักษาอย่างปัจจุบันทันด่วนในผู้ป่วยซึ่งอยู่ในภาวะจมน้ำทั้งสองแบบได้