วารสารแพทย์นาวี
Royal Thai Navy Medical Journal

การบำบัดด้วยออกซิเจนแรงดันสูงในนักกีฬา: จากหลักการพื้นฐานสู่การใช้งานทางคลินิก
Hyperbaric Oxygen Therapy for Athletes: from Basic Principle to Clinical Application

นฤเบศ รุ่งรัตนวิไล
Naruebade Rungrattanawilai
โรงพยาบาลสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จ.ชลบุรี
Somdej Pranangchaosirikit Hospital, Chonburi Province
Corresponding Author: zbromine@hotmail.com
บทความนี้ตีพิมพ์เนื่องในโอกาสครบรอบ 50 ปี เวชศาสตร์ใต้น้ำประเทศไทย
This Article is Published for the 50th Anniversary of Underwater Medicine in Thailand

บทคัดย่อ

การบำบัดด้วยออกซิเจนแรงดันสูงมีข้อบ่งชี้ในการรักษาการบาดเจ็บจากการดำน้ำและการเจ็บป่วยต่างๆ โดยอาศัยการเพิ่มขึ้นของออกซิเจนภายใต้แรงดันเป็นกลไกสำคัญในการรักษาภาวะดังกล่าว ในทางทฤษฎีกลไกนี้สามารถส่งผลบวกต่อนักกีฬาในการช่วยฟื้นฟูจากการบาดเจ็บและเพิ่มประสิทธิภาพการออกกำลังกายได้ อย่างไรก็ตามแม้การศึกษาในปัจจุบันจะยังไม่สามารถยืนยันผลบวกดังกล่าวได้ กลับมีรายงานการใช้ห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงในนักกีฬาอาชีพทั่วโลก รวมถึงในองค์กรกีฬาระดับประเทศ การทบทวนวรรณกรรมในด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐานและผลการศึกษาทางคลินิกในบทความนี้จะช่วยเพิ่มความเข้าใจในการปรับใช้การบำบัดด้วยออกซิเจนแรงดันสูงสำหรับนักกีฬา เพื่อให้สามารถนำมาใช้ได้อย่างเหมาะสมและสร้างประโยชน์สูงสุดได้ นอกจากนี้การศึกษาเพิ่มเติมสำหรับการบำบัดด้วยออกซิเจนแรงดันสูงในนักกีฬาอาชีพที่ออกกำลังในระดับการแข่งขันจริงมีความจำเป็นในการพิสูจน์ผลการรักษาในประชากรเฉพาะกลุ่มนี้ที่แม้สร้างความเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย แต่อาจส่งผลต่อผลการแข่งขันของนักกีฬาอาชีพได้

คำสำคัญ: การบำบัดด้วยออกซิเจนแรงดันสูง นักกีฬา กีฬา การฟื้นฟู การบาดเจ็บ

Abstract

Hyperbaric oxygen therapy (HBO_2T) is indicated for the treatment of diving injuries and other medical problems. HBO_2T's principal mechanism to treat such conditions is the benefit of increased systemic oxygenation under pressure. Theoretically, this mechanism could have positive effect to athletes in promoting recovery after injuries and enhancing exercise performance. Although recent studies were unable to clinically demonstrate this advantages, many professional athletes and sports authorities applied HBO_2T in their practice. This review

Received: April 20, 2023; Revised: October 16, 2023; Accepted: October 23, 2023

of published literature both basic sciences and clinical studies aimed to reveal the concept of HBO_2T used in athletes for proper and most beneficial application. Moreover, further study of HBO_2T in professional athletes during competitive events is required to prove the therapeutic effect in this specific population. Even minimal effect from this modality may be enough to act as a game changer in the final competition.

Keywords: hyperbaric oxygen therapy, athlete, sports, recovery, injury

บทนำ

การบำบัดด้วยออกซิเจนแรงดันสูง (Hyperbaric Oxygen Therapy: HBO_2T) เริ่มมีการนำมาใช้ครั้งแรกเพื่อรักษาการบาดเจ็บจากการดำน้ำและการปฏิบัติงานภายใต้ความกดอากาศ โดยอาศัยกลไกการเพิ่มความดันเพื่อบีบอัดแก๊สซึ่งสะสมในเนื้อเยื่อให้มีขนาดเล็กลงและถูกขับออกจากร่างกายได้เร็วขึ้น ร่วมกับการเพิ่มปริมาณออกซิเจนในระบบไหลเวียนโลหิตซึ่งนอกจากช่วยขับแก๊สซึ่งสะสมในเนื้อเยื่อแล้ว ยังส่งผลดีในการฟื้นฟูเนื้อเยื่อที่ได้รับความบาดเจ็บจากการถูกแก๊สกดเบียด ซึ่งผลดีจากการเพิ่มปริมาณออกซิเจนดังกล่าวมีการนำมาปรับใช้เพื่อรักษาภาวะต่างๆ เพิ่มขึ้น รวมถึงมีแนวคิดในการนำมาฟื้นฟูการบาดเจ็บจากการออกกำลังกายและเพิ่มประสิทธิภาพของนักกีฬา แม้ว่าการศึกษาผลของการใช้ HBO_2T จะมีจำกัดและยังไม่มีความชัดเจนถึงประสิทธิภาพเชิงบวกของการรักษา แต่ในทางปฏิบัติมีการนำมาใช้อย่างแพร่หลายในวงการกีฬาทั้งในนักกีฬาที่มีชื่อเสียงระดับโลกและในองค์กรด้านกีฬานานาประเทศ

กลไกการรักษาของการบำบัดด้วยออกซิเจนแรงดันสูง

นอกจากมีการนำ HBO_2T มาใช้ในการรักษาการบาดเจ็บจากการดำน้ำ อันได้แก่ โรคน้ำหนีบ (Decompression Sickness: DCS) และภาวะฟองอากาศอุดหลอดเลือดแดง (Arterial Gas Embolism: AGE) แล้ว HBO_2T ยังได้รับการขยายข้อบ่งชี้เพื่อใช้ในการรักษาโรคที่ไม่ได้เกิดจากการดำน้ำ ซึ่งปัจจุบันมีข้อบ่งชี้สำหรับการใช้ HBO_2T ตามสมาคมเวชศาสตร์ใต้ทะเลและเวชศาสตร์แรงดันบรรยากาศสูง (Undersea and Hyperbaric Medicine Society: UHMS) จำนวนทั้งสิ้น 14 ข้อ[1] ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อบ่งชี้สำหรับการบำบัดด้วยออกซิเจนแรงดันสูงตามสมาคมเวชศาสตร์ใต้ทะเลและเวชศาสตร์แรงดันบรรยากาศสูง[1]

ข้อ	ข้อบ่งชี้
1.	ภาวะฟองอากาศอุดหลอดเลือดแดง (Air or gas embolism)
2.	พิษจากคาร์บอนมอนนอกไซด์ (Carbon monoxide poisoning)
3.	การติดเชื้อของกล้ามเนื้อและภาวะเนื้อตายจากเชื้อไมโอคลอสตรีเดียม (Clostidial myositis and myonecrosis)
4.	การบาดเจ็บชนิดถูกบดทับ ภาวะความดันภายในช่องปิดกล้ามเนื้อของร่างกายสูงขึ้น และภาวะขาดเลือดจากการบาดเจ็บเฉียบพลันของรยางค์อื่นๆ (Crush injury, compartment syndrome, and other acute traumatic ischemias)
5.	โรคน้ำหนีบ (Decompression sickness)

ตารางที่ 1 ข้อบ่งชี้สำหรับการบำบัดด้วยออกซิเจนแรงดันสูงตามสมาคมเวชศาสตร์ใต้ทะเลและเวชศาสตร์แรงดันบรรยากาศสูง[1] (ต่อ)

ข้อ	ข้อบ่งชี้
6.	ภาวะหลอดเลือดแดงหล่อเลี้ยงไม่เพียงพอ (Arterial insuffiencies)
7.	ภาวะซีดรุนแรง (Severe anemia)
8.	ฝีในสมอง (Intracranial abscess)
9.	การติดเชื้อเนื้อเยื่ออ่อนระดับรุนแรง (Necrotizing soft tissue infections)
10.	การติดเชื้อของกระดูกเรื้อรัง (Refractory osteomyelitis)
11.	การบาดเจ็บภายหลังการได้รับรังสี (Delayed radiation injury)
12.	การปลูกถ่ายผิวหนังและเนื้อเยื่อที่มีความเสี่ยง (Compromised grafts and flaps)
13.	การบาดเจ็บแผลไหม้จากความร้อนเฉียบพลัน (Acute thermal burn injury)
14.	ภาวะสูญเสียการได้ยินชนิดประสาทรับฟังเสียงบกพร่องที่เกิดขึ้นทันทีทันใด โดยไม่ทราบสาเหตุ

การรักษาการบาดเจ็บจากการดำน้ำด้วย HBO_2T อาศัยกลไกการกดกลับ (Recompression) จากความดันที่สูงขึ้นเพื่อลดปริมาตรของฟองไนโตรเจนหรือฟองอากาศในเนื้อเยื่อของร่างกาย ร่วมกับการใช้ประโยชน์จากออกซิเจนในการกำจัดไนโตรเจนออกจากเนื้อเยื่อของร่างกายและช่วยการเพิ่มออกซิเจน (Oxygenation) ให้แก่เนื้อเยื่อที่ได้รับบาดเจ็บในขณะที่การไหลเวียนโลหิตยังไม่กลับเข้าสู่ภาวะปกติ[2] ซึ่งกลไกการเพิ่ม Oxygenation ไปยังเนื้อเยื่อที่ได้รับการบาดเจ็บดังกล่าวนี้ เป็นกลไกที่สำคัญของ HBO_2T ในการรักษาโรคต่างๆ เช่น การบาดเจ็บของเนื้อเยื่อจากการถูกงูกะปะกัด[2] ภาวะหย่อนสมรรถภาพทางเพศ[3] รวมถึงการบรรเทาอาการบาดเจ็บและฟื้นฟูประสิทธิภาพในนักกีฬา

เนื้อเยื่อที่ได้รับการบาดเจ็บจะทำให้เกิดวงจรที่เลวร้าย (Vicious cycle) อันเริ่มต้นจากภาวะบวม (Edema) ของเนื้อเยื่อที่ได้รับบาดเจ็บร่วมกับความต้องการออกซิเจนที่สูงขึ้นก่อให้เกิดภาวะขาดเลือดสัมพัทธ์ (Relative ischemia) ในเนื้อเยื่อดังกล่าว โดยภาวะ Edema จะทำให้ระยะทางจากเส้นเลือดฝอยถึงเนื้อเยื่อที่ได้รับบาดเจ็บมีระยะทางไกลมากขึ้น ออกซิเจนจากเส้นเลือดฝอยที่ไปถึงเนื้อเยื่อที่ได้รับการบาดเจ็บมีปริมาณลดลง[4] นอกจากนี้ ภาวะ Edema จะทำให้ความดันของเหลว (Fluid pressure) ในเนื้อเยื่อสูงขึ้นเมื่อเทียบกับความดันเส้นเลือดฝอย (Capillary pressure) ส่งผลให้ออกซิเจนเข้าสู่เนื้อเยื่อลดลง ซึ่งจะยิ่งทำให้เนื้อเยื่อเกิดภาวการณ์ขาดเลือด (Ischemia) และ Edema มากขึ้น วนเวียนต่อเนื่องจนเกิดเป็น Vicious cycle[5] ส่งผลเสียต่อความสามารถในการซ่อมแซมและฟื้นฟูของเนื้อเยื่อที่ได้รับบาดเจ็บ ทั้งนี้การอักเสบของเนื้อเยื่อในร่างกายจากการออกกำลังกายอย่างหนักเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดภาวะ Relative ischemia จากความต้องการ Oxygenation ที่เพิ่มขึ้น[6]

การเพิ่มขึ้นของออกซิเจนในกระแสเลือดจาก HBO_2T จะทำให้เกิดการหดตัวของหลอดเลือด (Vasoconstriction) ด้วยกลไกการหดตัวของหลอดเลือดจากภาวะออกซิเจนสูง (Hyperoxic vasoconstriction) ซึ่งจะส่งผลให้ภาวะ Edema ลดลง ในขณะที่ออกซิเจนสามารถไปเลี้ยงเนื้อเยื่อที่ได้รับบาดเจ็บเพิ่มขึ้น แม้ในภาวะ Vasoconstriction จากปริมาณออกซิเจนจำนวนมากที่ละลายในน้ำเลือด (Plasma) ภายใต้ความดันที่เพิ่มขึ้น[5] รวมทั้งออกซิเจนยังมีส่วนช่วยส่งเสริมการซ่อมแซมและฟื้นฟูของเนื้อเยื่อจากหลากหลายกลไกในทุกๆ ระยะของการหายของเนื้อเยื่อที่ได้รับบาดเจ็บ[7] (ตารางที่ 2) นอกจากนี้มีรายงานการศึกษาทั้งในมนุษย์และสัตว์ทดลอง พบว่า HBO_2T สามารถช่วยลดระดับสารอักเสบในร่างกายได้หลายชนิด

เช่น ทูเมอร์เนโครซิสแฟคเตอร์แอลฟา (Tumor necrosis factor alpha: TNF-α)[8,9] ทรานส์ฟอร์มมิ่งโกรทแฟคเตอร์เบต้า (Transforming growth factor beta: TGF-β)[10] และอินเตอร์ลิวคิน (Interleukin: IL)[8,9,11] เป็นต้น

การศึกษาการบำบัดด้วยออกซิเจนแรงดันสูงในนักกีฬา

ด้วยกลไกของ HBO_2T ที่ช่วยในการลดบวมของเนื้อเยื่อ การลดภาวะอักเสบของร่างกาย และการเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้แก่เนื้อเยื่อที่ได้รับบาดเจ็บ จึงมีรายงานการศึกษาการใช้ HBO_2T เพื่อบำบัดรักษาภาวะบาดเจ็บในนักกีฬา ซึ่งภาวะที่มีรายงานการศึกษามากที่สุด คือ ภาวะการปวดกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย (Delayed Onset Muscle Soreness: DOMS) ซึ่งได้มีรายงานการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (Systematic review) โดย Cochrane เมื่อปี ค.ศ. 2005[12] โดยเป็นการรวบรวมรายงานการศึกษาจำนวน 7 การศึกษา (ตารางที่ 3) ได้จำนวนประชากรทั้งสิ้น 168 คน ซึ่งทั้ง 7 การศึกษาใช้อาสาสมัครเป็นประชากรในการศึกษา และจำลองสถานการณ์ให้อาสาสมัครเกิดภาวะ DOMS ด้วยโปรแกรมการออกกำลังกาย แบ่งเป็น โปรแกรมการออกกำลังกายกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Quadriceps muscle) จำนวน 4 การศึกษา โปรแกรมการออกกำลังกายกล้ามเนื้องอข้อศอก (Elbow flexor) จำนวน 2 การศึกษา และโปรแกรมการออกกำลังกายกล้ามเนื้อน่อง (Gastrocnemius muscle) จำนวน 1 การศึกษา ซึ่งตาราง HBO_2T ที่ใช้ในการศึกษาใช้ระดับความลึกระหว่าง 2.0 - 2.5 เท่าของแรงดันบรรยากาศ (Atmosphere absolute: ATA) เป็นระยะเวลา 0 - 100 นาที โดยทำการบำบัดด้วย HBO_2T จำนวน 3 - 7 ครั้ง เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการรักษาเฉพาะ จำนวน 2 การศึกษา เปรียบเทียบกับกลุ่มแรงดันปกติ (Normobaric) ที่หายใจด้วยอากาศ จำนวน 4 การศึกษา และเปรียบเทียบกับกลุ่มแรงดันสูง (Hyperbaric) ที่หายใจด้วยออกซิเจน 8% จำนวน 1 การศึกษา ผลจากการทบทวนดังกล่าว พบว่า HBO_2T ไม่สามารถเร่งการฟื้นฟูของกล้ามเนื้อจากภาวะ DOMS ได้อย่างชัดเจนในแง่ของอาการปวด กำลังกล้ามเนื้อ และภาวะบวม นอกจากนี้ยังพบว่า HBO_2T อาจส่งผลขัดขวางต่อการฟื้นฟูดังกล่าว เนื่องจากพบว่ากลุ่มที่ได้รับการรักษาด้วย HBO_2T มีแนวโน้มที่จะมีอาการปวด ณ เวลา 48 ชั่วโมง มากกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งนี้ประชากรที่ใช้ในการศึกษาเหล่านี้เป็นอาสาสมัครที่ได้รับการจำลองทำให้เกิดภาวะ DOMS ด้วยการออกกำลังตามโปรแกรมที่กำหนด มิได้เป็นการออกกำลังในระดับความหนักเทียบเท่ากับนักกีฬาอาชีพที่ได้รับในการแข่งขันจริง

ตารางที่ 2 ผลของออกซิเจนในการซ่อมแซมและฟื้นฟูของเนื้อเยื่อที่ได้รับบาดเจ็บ[7]

ระยะการฟื้นฟู	กระบวนการ	ผลของออกซิเจน
ระยะอักเสบ (Inflammation phase)	การเพิ่มออกซิเจน (Oxygenation)	เพิ่มขึ้น
ระยะอักเสบ (Inflammation phase)	การทำงานของเม็ดเลือดขาว (Leukocyte activity)	เพิ่มขึ้น
ระยะเพิ่มจำนวน (Proliferation phase)	การจำลองแบบของไฟโบรบลาสต์ (Fibroblast replication)	เพิ่มขึ้น
ระยะเพิ่มจำนวน (Proliferation phase)	การสร้างคอลลาเจน (Collagen production)	เพิ่มขึ้น
ระยะปรับโครงสร้างใหม่ (Remodelling phase)	การสร้างหลอดเลือดใหม่ (Angiogenesis)	เพิ่มขึ้น
ระยะปรับโครงสร้างใหม่ (Remodelling phase)	การสร้างเนื้อเยื่อบุผิว (Epithelialization)	เพิ่มขึ้น
ทุกระยะ	ภาวะขาดเลือด (Ischemia)	ลดลง
ทุกระยะ	ภาวะออกซิเจนต่ำ (Hypoxia)	ลดลง

ตารางที่ 3 การศึกษาที่รวบรวมในรายงานของ Cochrane เมื่อปี ค.ศ. 2005[12]

ผู้นิพนธ์	ปี	ประชากร	จำนวน	การออกกำลัง	กลุ่มรักษา	กลุ่มควบคุม	ผลลัพธ์
Babul	2003	อาสาสมัครหญิง	16	โปรแกรมการออกกำลังกาย กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า	2.0 ATA x 60 นาที x 4 ครั้ง	1.2 ATA x 60 นาที x 4 ครั้ง หายใจด้วยออกซิเจน 100%	1. อาการปวด 2. กำลังกล้ามเนื้อ 3. ภาวะบวม
Germain	2003	อาสาสมัคร	16	โปรแกรมการออกกำลังกาย กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า	2.5 ATA x 100 นาที x 5 ครั้ง	ไม่มีการรักษาเฉพาะ	1. อาการปวด 2. กำลังกล้ามเนื้อ 3. ภาวะบวม
Harrison	2001	อาสาสมัครชาย	21	โปรแกรมการออกกำลังกาย กล้ามเนื้องอข้อศอก	2.5 ATA x 100 นาที x 5 ครั้ง	ไม่มีการรักษาเฉพาะ	1. อาการปวด 2. กำลังกล้ามเนื้อ 3. ภาวะบวม
Mekjavic	2000	อาสาสมัครชาย	24	โปรแกรมการออกกำลังกาย กล้ามเนื้องอข้อศอก	2.5 ATA x 100 นาที x 7 ครั้ง	2.5 ATA x 100 นาที x 10 ครั้ง หายใจด้วยออกซิเจน 8%	1. อาการปวด 2. กำลังกล้ามเนื้อ 3. ภาวะบวม
Staples	1999	อาสาสมัครชาย	49	โปรแกรมการออกกำลังกาย กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า	2.0 ATA x 60 นาที x 3 ครั้ง	1.2 ATA x 100 นาที x 5 ครั้ง หายใจด้วยอากาศ	1. อาการปวด 2. กำลังกล้ามเนื้อ
Staples	1999	อาสาสมัครชาย	30	โปรแกรมการออกกำลังกาย กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า	2.0 ATA x 60 นาที x 3 ครั้ง	1.2 ATA x 100 นาที x 5 ครั้ง หายใจด้วยอากาศ	1. อาการปวด 2. กำลังกล้ามเนื้อ
Webster	2002	อาสาสมัครชาย	12	โปรแกรมการออกกำลังกาย กล้ามเนื้อน่อง	2.5 ATA x 60 นาที x 3 ครั้ง	1.2 ATA x 60 นาที x 3 ครั้ง หายใจด้วยอากาศ	1. อาการปวด 2. กำลังกล้ามเนื้อ 3. ภาวะบวม

นอกจากนี้ ในปี ค.ศ. 1997 Borromeo และคณะ[13] ได้ทำการศึกษาแบบสุ่มที่มีการควบคุมและปกปิดสองทาง (Randomized double-blind study) ในการรักษาภาวะเอ็นข้อเท้าอักเสบเฉียบพลัน (Acute ankle sprain) ในผู้ป่วย จำนวน 32 คน แบ่งเป็นกลุ่มรักษา จำนวน 16 คน เข้ารับการบำบัดด้วย HBO_2T ที่ระดับความลึก 2.0 ATA เป็นระยะเวลา 90 นาที จำนวน 1 ครั้ง ตามด้วย 60 นาที อีกจำนวน 2 ครั้ง เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม จำนวน 16 คน ซึ่งเข้ารับการบำบัดด้วยการหายใจด้วยอากาศปกติที่ระดับความลึก 1.1 ATA ด้วยระยะเวลาและจำนวนครั้งที่เท่ากัน ผลการศึกษา พบว่า กลุ่มรักษามีการทำงานของข้อ (Joint function) ซึ่งแสดงโดยดัชนีการทำงาน (Functional index) มีระดับที่พัฒนาดีขึ้นสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ปริมาตรของเท้าและข้อเท้าซึ่งแสดงถึงภาวะบวม รวมถึงพิสัยการขยับของข้อ (Range of motion) และระยะเวลาฟื้นตัว (Time to recovery) ในทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญและเมื่อปี ค.ศ. 2019 Yagishita และคณะ[14] ได้รายงาน

ผลการศึกษาการบำบัดรักษาภาวะการบาดเจ็บของเอ็นหัวเข่าด้านใน (Medial collateral ligament: MCL) ด้วย HBO_2T ในนักกีฬารักบี้อาชีพและกึ่งอาชีพ จำนวน 32 คน โดยเป็นการเปรียบเทียบแบบไม่มีการสุ่ม (Comparative non-randomized study) แบ่งเป็นกลุ่มรักษา จำนวน 16 คน เข้ารับการบำบัดด้วย HBO_2T ที่ระดับความลึก 2.8 ATA เป็นระยะเวลา 60 นาที จำนวน 5 ครั้ง ภายใน 10 วัน หลังได้รับบาดเจ็บ และกลุ่มควบคุม จำนวน 16 คน ที่ไม่ได้รับการบำบัดด้วย HBO_2T พบว่า กลุ่มรักษามีระดับความปวดในขณะเดินและวิ่งเหยาะ (Jogging) ลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายหลังเข้ารับการบำบัดด้วย HBO_2T และกลุ่มรักษามีระยะเวลาการกลับไปเล่นกีฬา (Time to return to play) เร็วกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อย่างไรก็ตามเนื่องจาก HBO_2T ไม่ถือเป็นข้อห้ามตามข้อกำหนดขององค์กรต่อต้านการใช้สารต้องห้ามโลก (World Anti-Doping Agency: WADA)[15] จึงมีการศึกษาเพื่อหาวิธีใช้ HBO_2T ในการเพิ่มศักยภาพของนักกีฬา ซึ่งมีการรวบรวมเป็น Systematic review และการวิเคราะห์อภิมาน (Meta-analysis) โดย Huang และคณะ เมื่อปี ค.ศ. 2021[16] สามารถรวบรวมรายงานการศึกษาได้จำนวนทั้งสิ้น 10 การศึกษา (ตารางที่ 4) ได้ประชากรจำนวน 166 คน โดยในจำนวนนี้มีนักกีฬาเป็นประชากรในการศึกษา จำนวน 53 คน ใน 4 การศึกษา และอีก 6 การศึกษา ใช้อาสาสมัครเป็นประชากรในการศึกษา ซึ่งทุกการศึกษาใช้โปรแกรมการออกกำลังกายที่แตกต่างหลากหลาย เช่น การปั่นจักรยาน การวิ่งลู่ การวิดพื้น และการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ เป็นต้น โดยตาราง HBO_2T ที่ใช้ในการศึกษามีระดับความลึกที่น้อยกว่า 2.0 ATA จำนวน 3 การศึกษา ซึ่งใช้ความลึกอยู่ระหว่าง 1.0 - 1.3 ATA และอีก 7 การศึกษา ใช้ระดับความลึกระหว่าง 2.0 - 2.5 ATA โดยเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่หายใจด้วยอากาศปกติในระดับความลึกปกติด้วยระยะเวลาที่เท่ากัน ซึ่งผลลัพธ์การศึกษามีความแตกต่างหลากหลายกันออกไป ได้แก่ ผลตรวจเลือด เช่น ค่าครีเอทีนไคเนส (Creatine Kinase: CK) ค่าแล็กเทสดีไฮโดรจีเนส Lactase Dehydrogenase: LDH) ค่าความเข้มข้นแล็กเทตในเลือด (Blood lactate concentration: Bla) ค่าฮอร์โมนคอร์ติซอล (Cortisol) และค่าฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน (Testosterone) เป็นต้น การประเมินด้วยแบบสอบถาม เช่น คะแนนการรับรู้การออกกำลัง (Rating of Perceived Exertion: RPE) และคะแนนการรับรู้การฟื้นตัว (Rating of Perceived Recovery: RPR) เป็นต้น รวมถึงการตรวจประสิทธิภาพการออกกำลัง เช่น การใช้ออกซิเจนสูงสุด (Maximal Oxygen Consumption: VO_2 max) แรงดันออกซิเจนในเลือดแดง (Partial pressure of oxygen: PO_2) แรงดันออกซิเจนในเลือดดำ (Venous PO_2) ความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดแดง (Arterial oxygen saturation: SaO_2) และอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (Maximal Heart Rate: HR max) เป็นต้น ซึ่งผลจากการรวบรวมและวิเคราะห์ สรุปว่า การใช้ HBO_2T ระหว่างการออกกำลังกายจะส่งผลบวกเชิงคุณภาพต่อประสิทธิภาพของการออกกำลังกายจากผลของ PO_2 และ SaO_2 ที่ดีขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สำหรับการใช้ HBO_2T ก่อนหรือหลังการออกกำลังกายจะไม่ส่งผล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อประสิทธิภาพของการออกกำลังกาย อย่างไรก็ตามประชากรในการศึกษาที่รวบรวมมาเป็นนักกีฬาจำนวนเพียง 1 ใน 3 ของประชากรทั้งหมด และทุกการศึกษายังคงเป็นการจำลองการออกกำลังภายใต้โปรแกรมที่กำหนด จึงยังอาจสรุปได้ไม่ชัดเจนว่า HBO_2T จะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของศักยภาพในนักกีฬาอาชีพหรือไม่ ในปัจจุบันยังไม่มีรายงานการศึกษาผลการใช้ HBO_2T ต่อประสิทธิภาพของนักกีฬาอาชีพในการแข่งขันจริง ซึ่งจะเป็นหลักฐานพิสูจน์ผลดังกล่าวได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ตารางที่ 4 การศึกษาที่รวบรวมในรายงาน Huang และคณะ เมื่อปี ค.ศ. 2021[16]

ผู้นิพนธ์	ปี	ประชากร	จำนวน	การออกกำลัง	ช่วงที่ได้รับ HBO_2T	กลุ่มรักษา	กลุ่มควบคุม
Branco	2016	นักกีฬายิวยิตสูชาย	11	ชุดการออกกำลังกายนาน 1 ชั่วโมง 30 นาที	หลังการออกกำลังกาย	2.39 ATA x 89 นาที หายใจด้วยออกซิเจน 100%	แรงดันปกติ x 90 นาที หายใจด้วยอากาศปกติ
Burgos	2016	นักกีฬาฟุตบอลชาย	12	การปั่นจักรยาน	ระหว่างการออกกำลังกาย	2.0 ATA x หายใจด้วยออกซิเจน 100%	แรงดันปกติ หายใจด้วยอากาศปกติ
Hodges	2003	อาสาสมัครชาย	10	การวิ่งบนลู่วิ่ง	ก่อนการออกกำลังกาย	2.5 ATA x 90 นาที หายใจด้วยออกซิเจน 90%	แรงดันปกติ x 90 นาที หายใจด้วยอากาศปกติ
Kawada	2008	ผู้ฝึกด้วยแรงต้านทานความเข้มข้นสูง	6	การหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า	ก่อนการออกกำลังกาย	1.3 ATA x 50 นาที หายใจด้วยออกซิเจน 100%	แรงดันปกติ x 50 นาที หายใจด้วยอากาศปกติ
Park	2018	นักกีฬาฟุตบอลชาย	20	การวิ่งบนลู่วิ่ง	ก่อนการออกกำลังกายและหลังการออกกำลังกาย	1.3 ATA x 30 นาที หายใจด้วยออกซิเจน 100%	แรงดันปกติ x 30 นาที หายใจด้วยอากาศปกติ
Rozenek	2007	อาสาสมัครชาย	20	การวิ่งบนลู่วิ่งและการวิดพื้น	ก่อนการออกกำลังกาย	2.0 ATA x 60 นาที หายใจด้วยออกซิเจน 100%	1.2 ATA x 60 นาที หายใจด้วยออกซิเจน 20.9%
Shimoda	2015	อาสาสมัครชาย	20	การหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้องอข้อเท้าลงทางด้านล่างฝ่าเท้า	ระหว่างการออกกำลังกาย	2.5 ATA x 60 นาที หายใจด้วยออกซิเจน 100%	1.2 ATA x 70 นาที หายใจด้วยออกซิเจน 20.9%
Stewart	2011	อาสาสมัครชาย	55	การหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อกำนิ้วมือ	ระหว่างการออกกำลังกาย	2.5 ATA x 5 นาที หายใจด้วยออกซิเจน 100%	แรงดันปกติ x 30 นาที หายใจด้วยอากาศปกติ
Woo	2020	อาสาสมัครชาย	12	การวิ่งบนลู่วิ่ง	หลังการออกกำลังกาย	2.5 ATA x 20 นาที หายใจด้วยออกซิเจน 100%	แรงดันปกติ x 60 นาที หายใจด้วยอากาศปกติ
Zinner	2015	นักกีฬาสกีข้ามทุ่งชายและนักไตรกีฬาชาย	10	การออกกำลังบนเครื่องสกีเออร์โกมิเตอร์	ระหว่างการออกกำลังกาย	1.0 ATA x 3 นาที หายใจด้วยออกซิเจน 100%	แรงดันปกติ x 3 นาที หายใจด้วยอากาศปกติ

สำหรับการศึกษาในประเทศไทย มีการศึกษาของ สุวิทย์ เกิดบำรุง และคณะ[17] โดยมี นาวาเอก ภิสักก์ ก้อนเมฆ กรมแพทย์ทหารเรือ ร่วมอยู่ด้วย ได้รายงานในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกีฬา ปี ค.ศ. 2013 พบว่า นักกีฬากาบัดดี้ชายภายหลังการออกกำลังกายอย่างหนักแบบไม่ใช้ออกซิเจน เป็นระยะเวลา 120 วินาที กลุ่มที่ได้รับการพักฟื้นด้วย HBO_2T ที่ 1.5 ATA เป็นระยะเวลา 45 นาที จะมีค่ากำลังสูงสุดและค่ากำลังเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการพักฟื้นด้วย HBO_2T ที่ 1.3 ATA และ 1.0 ATA ในระยะเวลาที่เท่ากัน นอกจากนี้มีการศึกษาของ อับดุล อุ่นอำไพ และคณะ[18] ได้รายงานในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกีฬา ปี ค.ศ. 2016 พบว่า อาสาสมัครที่ออกกำลังด้วยการกระโดดแนวดิ่งสูงสุดนั้น การพักฟื้นด้วย HBO_2T ที่ 1.7 ATA เป็นระยะเวลา 60 นาที จำนวน 3 ครั้ง ช่วยลดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกายได้ แสดงจากค่า CK ในเลือดที่ลดลง แต่ไม่มีความแตกต่างกันในระดับความรู้สึกปวดเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อ และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่พักฟื้นในบรรยากาศปกติด้วยระยะเวลาที่เท่ากัน

การใช้งานการบำบัดด้วยออกซิเจนแรงดันสูงในนักกีฬา

แม้ว่าหลักฐานทางวิชาการจะยังไม่สามารถพิสูจน์ผลของ HBO_2T ต่อการฟื้นฟูจากการบาดเจ็บหรือการเพิ่มศักยภาพของนักกีฬาได้ อย่างมีนัยสำคัญ แต่มีรายงานการใช้ HBO_2T ในนักกีฬาอาชีพหลากหลายชนิดกีฬาทั่วโลก[19] โดย เนย์มาร์ (Neymar) นักกีฬาฟุตบอลทีมชาติบราซิล และ มาร์คัส แรชฟอร์ด (Marcus Rashford) นักกีฬาฟุตบอลทีมสโมสรแมนเชสเตอร์ยูไนเต็ด เคยมีการลงรูปของตนเองในสื่อสังคมออนไลน์ระหว่างเข้ารับการบำบัดด้วย HBO_2T และ โนวัค ยอโควิช (Novak Djokovic) นักกีฬาเทนนิสชาวเซอร์เบีย มีการนำห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง (Hyperbaric chamber: HBC) ขึ้นรถบรรทุกเพื่อไปใช้ในงานแข่งขันรายการเทนนิสยูเอสโอเพ่น ในขณะที่ คริสเตียโน่ โรนัลโด้ (Cristiano Ronaldo) นักกีฬาฟุตบอลทีมชาติโปรตุเกส ได้ใช้จ่ายเงินจำนวน 15,000 ปอนด์สเตอร์ลิง (ประมาณ 634,000 บาท) เพื่อติดตั้ง HBC ในที่พักส่วนตัว นอกจากนี้ยังมีนักกีฬาระดับโลกที่เชื่อถือใน HBO_2T เช่น เลอบรอน เจมส์ (LeBron James) นักกีฬาบาสเกตบอลทีมสโมสรแอลเอเลเกอร์ส โมฮาเหม็ด ซาลาห์ (Mohamed Salah) นักกีฬาฟุตบอลทีมสโมสรลิเวอร์พูล และ ไมเคิล เฟลป์ส (Michael Phelps) นักกีฬาว่ายน้ำทีมชาติสหรัฐอเมริกา เป็นต้น

สำหรับในประเทศไทย การกีฬาแห่งประเทศไทยมีการติดตั้ง HBC เพื่อฟื้นฟูการบาดเจ็บและพัฒนาศักยภาพของนักกีฬา โดย สิบตำรวจตรีหญิง รัชนก อินทนนท์ หรือ เมย์ นักกีฬาแบดมินตันทีมชาติไทยเคยเข้ารับการบำบัดด้วย HBO_2T เพื่อฟื้นฟูอาการบาดเจ็บก่อนการแข่งขันรายการชิงแชมป์โลกและเอเชี่ยนเกมส์ เมื่อปี ค.ศ. 2014[20] และสถาบันการกีฬาฮ่องกง (Hong Kong Sports Institute) ประเทศฮ่องกง ซึ่งผู้นิพนธ์ได้เข้าเยี่ยมชมเมื่อปี ค.ศ. 2019 พบว่า มี HBC ไว้สำหรับนักกีฬาเช่นเดียวกับการกีฬาแห่งประเทศไทย (ภาพที่ 1) นอกจากนี้นักกีฬาวอลเลย์บอลหญิงทีมชาติไทย ยังได้เข้ารับการบำบัดด้วย HBO_2T ณ โรงพยาบาลสมเด็จพระปิ่นเกล้า กรมแพทย์ทหารเรือ ก่อนเริ่มแข่งขันรายการชิงแชมป์เอเชียและซีเกมส์ เมื่อปี ค.ศ. 2015[21] และนักกีฬาวอลเลย์บอล ทีมสโมสรวอลเลย์บอลนครราชสีมา ได้เข้ารับการบำบัดด้วย HBO_2T ณ โรงพยาบาลสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ กรมแพทย์ทหารเรือ เมื่อ ค.ศ. 2018 (ภาพที่ 2)

ภาพที่ 1 ห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง ณ สถาบันการกีฬาฮ่องกง ประเทศฮ่องกง ที่ผู้นิพนธ์เข้าเยี่ยมชม เมื่อปี ค.ศ. 2019

ภาพที่ 2 นักกีฬาวอลเลย์บอล ทีมสโมสรวอลเลย์บอลนครราชสีมา เข้ารับการบำบัดด้วยออกซิเจนแรงดันสูง ณ โรงพยาบาลสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ กรมแพทย์ทหารเรือ เมื่อปี ค.ศ. 2018

บทสรุป

ในทางทฤษฎีการออกฤทธิ์ของออกซิเจนภายใต้แรงดันบรรยากาศที่สูงขึ้นจาก HBO_2T สามารถอธิบายกลไกการฟื้นฟูจากการบาดเจ็บและการเพิ่มประสิทธิภาพในนักกีฬาได้ จากประสิทธิภาพการลดภาวะบวมในเนื้อเยื่อที่ได้รับบาดเจ็บ การลดการอักเสบของเนื้อเยื่อ และการเพิ่มออกซิเจนเพื่อช่วยการฟื้นฟูของเนื้อเยื่อ แต่หลักฐานทางวิชาการเชิงประจักษ์ยังไม่สามารถพิสูจน์ได้อย่างแน่ชัดต่อผลในแง่บวกของ HBO_2T ในทางคลินิก แม้ผลการศึกษาส่วนใหญ่จะมีแนวโน้มว่า HBO_2T ส่งผลบวกต่อการรักษาอาการบาดเจ็บและฟื้นฟูศักยภาพของนักกีฬา แต่มีส่วนน้อยที่แสดงถึงความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมถึงการขาดแคลนการศึกษาในนักกีฬาอาชีพซึ่งออกกำลังกายในระดับการแข่งขันจริง ถึงแม้จะมีรายงานการใช้ HBO_2T ในนักกีฬาอาชีพทั้งในประเทศไทยและในต่างประเทศก็ตาม ดังนั้นการศึกษาวิจัยที่มีคุณภาพสูงในนักกีฬาอาชีพจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อเป็นหลักฐานวิชาการเชิงประจักษ์ยืนยันผลลัพธ์การบำบัดด้วย HBO_2T รวมทั้งเพื่อให้ได้ข้อบ่งชี้การใช้ HBO_2T ในนักกีฬาที่จำเพาะและชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การใช้ HBO_2T ในนักกีฬาได้อย่างเหมาะสมและมีประโยชน์สูงสุด โดยในอนาคตหากมีหลักฐานวิชาการบ่งชี้ว่า HBO_2T ช่วยเพิ่มศักยภาพของนักกีฬาได้จริง UHMS อาจกำหนดข้อบ่งใช้ HBO_2T สำหรับนักกีฬาเพิ่มขึ้น และ WADA อาจพิจารณาบรรจุ HBO_2T ไว้ในข้อห้ามการใช้ในนักกีฬา ซึ่งจะรวมถึงการใช้เพื่อรักษาและฟื้นฟูการบาดเจ็บด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. Undersea and Hyperbaric Medical Society. Indications for hyperbaric oxygen therapy. [Internet]. [cited 2023 April 12]. Available from: https://www.uhms.org/resources/hbo-indications.html.
2. Silpsrikul P, Mahamongkol T. Hyperbaric oxygen therapy for treatment of Malayan pit viper bite patients at Somdej Pranangchaosirikit hospital. RTN Med J 2024;51(2):433-42. (inThai).
3. Rattanawiwatpong P, Sugkraroek P, Norchai P, Pumyong P. Effect of hyperbaric oxygen on erectile function at Somdech Phra Pinklao hospital. RTN Med J 2023;50(1):15-28. (in Thai).
4. James PB, Jain KK. Decompression sickness. In: Jane KK, editor. Textbook of hyperbaric medicine. 6th ed. Basel: Springer; 2017. p. 101-20.
5. Jane KK. Hyperbaric oxygenation in traumatology and orthopedics. In: Jane KK, editor. Textbook of hyperbaric medicine. 6th ed. Basel: Springer; 2017. p. 429-42.
6. Jane KK. Hypoxia. In: Jane KK, editor. Textbook of hyperbaric medicine. 6th ed. Basel: Springer; 2017. p. 39-48.
7. Jane KK. HBO therapy in the management of radionecrosis. In: Jane KK, editor. Textbook of hyperbaric medicine. 6th edition. Basel: Springer; 2017. p. 207-20.
8. Jane KK. HBO therapy in gastroenterology. In: Jane KK, editor. Textbook of hyperbaric medicine. 6th ed. Basel: Springer; 2017. p. 403-16.
9. Hou S, Wu G, Liang J, Cheng H, Chen C. Hyperbaric oxygen on rehabilitation of brain tumors after surgery and effects on TNF-α and IL-6 levels. Oncol Lett 2019;17(3):3277-82.

10. Yoshinoya Y, Böcker AH, Ruhl T, Siekmann U, Pallua N, Beier JP, et al. The effect of hyperbaric oxygen therapy on human adipose-derived stem cells. Plast Reconstr Surg 2020;146(2):309-20.
11. Niu KC, Huang WT, Lin MT, Huang KF. Hyperbaric oxygen causes both antiinflammation and antipyresis in rabbits. Eur J Pharmacol 2009;606(1-3):240-5.
12. Bennett M, Best TM, Babul S, Taunton J, Lepawsky M. Hyperbaric oxygen therapy for delayed onset muscle soreness and closed soft tissue injury. Cochrane Database Syst Rev 2005;2005(4):CD004713.
13. Borromeo CN, Ryan JL, Marchetto PA, Peterson R, Bove AA. Hyperbaric oxygen therapy for acute ankle sprains. Am J Sports Med 1997;25(5):619-25.
14. Yagishita K, Enomoto M, Takazawa Y, Fukuda J, Koga H. Effects of hyperbaric oxygen therapy on recovery acceleration in Japanese professional or semi-professional rugby players with grade 2 medial collateral ligament injury of the knee: a comparative non-randomized study. Undersea Hyperb Med 2019;46(5):647-54.
15. World Anti-Doping Agency. World anti-doping code: international standard prohibited list 2023. Quebec: World Anti-Doping Agency; 2022.
16. Huang X, Wang R, Zhang Z, Wang G, Gao B. Effects of pre-, post- and intra-exercise hyperbaric oxygen therapy on performance and recovery: a systematic review and meta-analysis. Front Physiol 2021;12:791872.
17. Kerdbumrung S, Chaunchaiyakul R, Pawong C, Gornmek P, Sinphurmsuksul O. Acute effects of different pressures used in hyperbaric oxygen conditions on recovery process after intensive exercise in athletes. J Sports Sci Technol 2013;13(2):45-7. (in Thai).
18. Aunampai A, Pinthong M, Chaunchaiyakul R, Sinphurmsuksul O. Effect of hyperbaric oxygen exposure on muscle recovery from exercise-induced muscle damage. J Sports Sci Technol 2016;16(2):79-88. (in Thai).
19. Jon B. Air heads: sports stars like Neymar, Cristiano Ronaldo and Novak Djokovic swear by hyperbaric oxygen therapy to boost performance. [Internet]. [cited 2023 April 12]. Available from: https://www.thesun.co.uk/sport/19944732/neymar-rashford-djokovic-hyperbaric-oxygen-therapy/.
20. Thai PBS News. May Ratchanok" entered the hyperbaric machine to restore the body. [Internet]. [cited 2023 April 12]. Available from: https://www.youtube.com/watch?v=p1oiyqcrFHc. (in Thai).
21. Thai PBS News. Women's volleyball rehabilitation before the Asian Championships. [Internet]. [cited 2023 April 12]. Available from: https://www.thaipbs.or.th/news/content/1592. (in Thai).