Journal of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus
Vol.37 No.3 September - December 2026, pp. 31-44

Academic Article

From Qualitative Ambiguity to Quantitative Precision: Establishing a Vocal Loudness Standard for Soft Tennis Umpires

Nathapol Thongthanapat*
Ph.D. (Physical Education and Sports), Assistant Professor
Faculty of Sports and Health Science, Thailand National Sports University, Yala Campus
Parkpoom Ratanarojanakool
Ph.D. (Exercise and Sport Sciences), Associate Professor
Independent scholar
Corresponding author: Nathapol.ipe@gmail.com*

Received: January 6, 2026/ **Revised:** August 5, 2026/ **Accepted:** August 28, 2026

Abstract

Vocal communication is a crucial mechanism in managing soft tennis matches; however, the technical rule requiring umpires to simply use a "clear and loud voice" creates practical ambiguity. This academic article aims to propose a quantitative standard for optimal vocal loudness for umpires through a multidisciplinary synthesis of acoustic physics, psychoacoustics, and social psychology. An analysis of physical factors reveals that the 11.885-meter distance between the umpire and the players results in a 21.5 dBA sound energy attenuation according to the inverse-square law. When factoring in ambient noise on the court, calculating the signal-to-noise ratio (SNR) to ensure clear and safe auditory perception for athletes at 60 dBA indicates that umpires must produce an initial vocal loudness of 81.5 dBA at the source. This quantitative result not only overcomes physical constraints but also aligns with the Game Management Framework, where vocal loudness serves as an instrument of authority and a medium for relational communication. This novel insight can be implemented as a standardized criterion in umpire training programs, utilizing sound level measurement technology, to elevate officiating performance toward transparent and internationally recognized game management.

Keywords: Soft tennis, Umpire, Vocal communication, Acoustic physics, Game management

วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
ปีที่ 37 ฉบับที่ 3 เดือนกันยายน - ธันวาคม 2569, หน้า 31-44

บทความวิชาการ

จากความคลุมเครือเชิงคุณภาพสู่ความแม่นยำเชิงปริมาณ: การกำหนดมาตรฐานความดังเสียงสำหรับผู้ตัดสินซอฟท์เทนนิส

ณธพล ทองธนภัทร*
ปร.ด. (พลศึกษาและกีฬา), ผู้ช่วยศาสตราจารย์
สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ
มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตยะลา
ภาคภูมิ รัตนโรจนากุล
ปร.ด. (วิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา), รองศาสตราจารย์
นักวิชาการอิสระ
*ผู้ประสานงาน: Nathapol.ipe@gmail.com

วันรับบทความ: 6 มกราคม 2569/ **วันแก้ไขบทความ:** 5 สิงหาคม 2569/ **วันตอบรับบทความ:** 28 สิงหาคม 2569

บทคัดย่อ

การสื่อสารด้วยเสียงเป็นกลไกสำคัญในการบริหารจัดการแข่งขันกีฬาซอฟท์เทนนิส ทว่ากติกาที่ระบุเพียงให้ขานคะแนนด้วย "เสียงดังฟังชัด" กลับก่อให้เกิดความคลุมเครือในเชิงปฏิบัติ บทความวิชาการนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางการกำหนดค่ามาตรฐานความดังเสียงที่เหมาะสมเชิงปริมาณสำหรับผู้ตัดสิน โดยใช้วิธีการสังเคราะห์องค์ความรู้ข้ามศาสตร์ระหว่างฟิสิกส์ของเสียง จิตสวนศาสตร์ และจิตวิทยาสังคม ผลการวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพพบว่า ระยะห่างระหว่างผู้ตัดสินและนักกีฬาที่ 11.885 เมตร ทำให้เกิดการลดทอนพลังงานเสียงตามกฎกำลังสองผกผันถึง 21.5 dBA เมื่อผนวกกับเสียงรบกวนธรรมชาติในสนาม การคำนวณอัตราส่วนสัญญาณต่อเสียงรบกวน (SNR) เพื่อให้นักกีฬาได้ยินอย่างชัดเจนและปลอดภัยที่ระดับ 60 dBA ชี้ให้เห็นว่า ผู้ตัดสินจำเป็นต้องผลิตเสียงที่จุดกำเนิดด้วยความดังเริ่มต้นที่ 81.5 dBA ผลลัพธ์เชิงปริมาณนี้ไม่เพียงแต่ช่วยเอาชนะข้อจำกัดทางกายภาพ แต่ยังสอดคล้องกับกรอบแนวคิดการบริหารจัดการเกม (Game Management Framework) ที่ความดังของเสียงทำหน้าที่เป็นเครื่องมือแห่งอำนาจและการสื่อสารเชิงสัมพันธ์ องค์ความรู้ใหม่นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในหลักสูตรฝึกอบรมผู้ตัดสินร่วมกับเทคโนโลยีวัดระดับเสียง เพื่อยกระดับการปฏิบัติหน้าที่สู่การเป็นผู้บริหารจัดการเกมที่มีมาตรฐานโปร่งใสและเป็นที่ยอมรับในระดับสากล

คำสำคัญ: ซอฟท์เทนนิส ผู้ตัดสิน การสื่อสารด้วยเสียง ฟิสิกส์ของเสียง การบริหารจัดการเกม

บทนำ

ซอฟท์เทนนิส (Soft Tennis) เป็นกีฬาที่มีรากฐานทางประวัติศาสตร์ยาวนานและมีอัตลักษณ์เฉพาะตัว โดยถือกำเนิดขึ้นในประเทศญี่ปุ่นเมื่อปี ค.ศ. 1884 (พ.ศ. 2427) ในสมัยเมจิ ซึ่งเป็นการปรับปรุงรูปแบบจากกีฬาลอนเทนนิสของตะวันตกให้สอดคล้องกับบริบททางวัฒนธรรมและเทคโนโลยีวัสดุที่มีในขณะนั้น โดยเฉพาะการใช้นวัตกรรมลูกบอลยางเนื้อนุ่มที่มีน้ำหนักเบาและมีความยืดหยุ่นสูง ปัจจุบันกีฬาชนิดนี้ได้รับความนิยมแพร่หลายและมีการจัดการแข่งขันในระดับสากลภายใต้การกำกับดูแลของสหพันธ์ซอฟท์เทนนิสนานาชาติ (International Soft Tennis Federation [ISTF]) โดยแบ่งประเภทการแข่งขันออกเป็นหลากหลายประเภท ได้แก่ ชายเดี่ยว หญิงเดี่ยว ชายคู่ หญิงคู่ คู่ผสม และประเภททีม ซึ่งทุกประเภทการแข่งขันล้วนต้องการความแม่นยำและมาตรฐานในการตัดสินขั้นสูงสุด

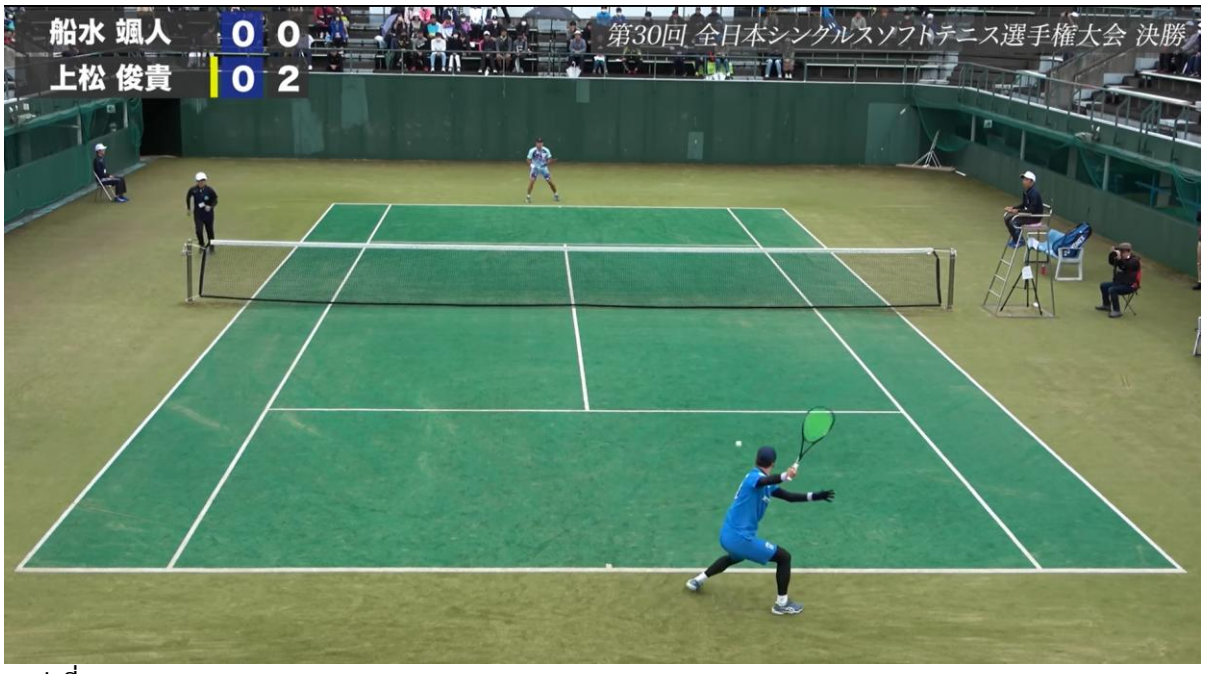
ในมิติทางกายภาพ สนามแข่งขันซอฟท์เทนนิสใช้มาตรฐานขนาดเดียวกับสนามเทนนิสทั่วไป คือเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความยาวรวม 23.77 เมตร (78 ฟุต) โดยมีความกว้างสำหรับประเภทเดี่ยวอยู่ที่ 8.23 เมตร (27 ฟุต) และขยายกว้างขึ้นเป็น 10.97 เมตร (36 ฟุต) สำหรับประเภทคู่ พื้นที่สนามแข่งขันขนาดใหญ่นี้ เมื่อผนวกกับโครงสร้างการตัดสินแบบเอกเทศ (Unilateral Decision Making) ที่กำหนดให้ผู้ตัดสิน (Umpire) ต้องนั่งปฏิบัติหน้าที่บนเก้าอี้สูงบริเวณกึ่งกลางสนาม ทำให้เกิดระยะห่างทางกายภาพอย่างมีนัยสำคัญระหว่าง “ผู้ส่งสาร” (ผู้ตัดสิน) และ “ผู้รับสาร” (นักกีฬาที่ยืนเตรียมพร้อมบริเวณเส้นหลัง) ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานที่ท้าทายต่อประสิทธิภาพการสื่อสารในสนามตามหลักการทางฟิสิกส์ของเสียง (Acoustics) ระยะทางดังกล่าวทำให้เกิดการลดทอนของพลังงานเสียง (Amplitude Attenuation) ตามกฎกำลังสองผกผัน (Inverse Square Law) ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อความชัดเจนของคำพูด (Speech Intelligibility) เมื่อเสียงเดินทางผ่านพื้นที่เปิดโล่ง (Garrett, 2020; Meyer et al., 2014)

สอดคล้องกับบริบทของการแข่งขันกีฬาสมัยใหม่ บทบาทของผู้ตัดสินได้ถูกนิยามใหม่จากเดิมที่เป็นเพียงผู้บังคับใช้กฎ (Rule Enforcer) ไปสู่การเป็น “ผู้บริหารจัดการเกม” (Game Manager) วรรณกรรมระดับสากลยืนยันว่า สมรรถนะของผู้ตัดสินที่ประสบความสำเร็จไม่ได้จำกัดอยู่เพียงความแม่นยำในกติกา แต่ยังครอบคลุมถึงทักษะการสื่อสาร (Communication Skills) และความเข้มแข็งทางจิตใจในการจัดการกับความเครียด (Psychological Resilience) (Hancock & Pizzera, 2025; Wang & He, 2024) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกีฬาซอฟท์เทนนิส กติกาของสหพันธ์ซอฟท์เทนนิสนานาชาติ (ISTF) ข้อที่ 21 ได้กำหนดเงื่อนไขบังคับที่สำคัญยิ่งว่า “ผู้เสิร์ฟต้องทำการเสิร์ฟหลังจากผู้ตัดสินบนเก้าอี้ขานคะแนน” (ISTF, 2024) ข้อกำหนดนี้บ่งชี้อย่างชัดเจนว่า “เสียง” (Voice) ของผู้ตัดสินไม่ได้ทำหน้าที่เพียงแค่การแจ้งข้อมูล แต่ทำหน้าที่เป็นกลไกหลักในการขับเคลื่อนโครงสร้างของเกม (Game Structure) และเป็นเงื่อนไขจำเป็น (Prerequisite) ของการแข่งขัน หากกระบวนการสื่อสารด้วยเสียงล้มเหลว หรือผู้เล่นไม่ได้ยินคำขานท่ามกลางสภาพแวดล้อมของสนามที่กว้างใหญ่ การแข่งขันจะไม่สามารถดำเนินต่อไปได้อย่างราบรื่น

อย่างไรก็ตาม แม้ความสำคัญของการสื่อสารด้วยเสียงจะเป็นที่ประจักษ์ แต่ในทางปฏิบัติกลับพบปัญหาในเชิง “ความคลุมเครือของกติกา” (Rule Ambiguity) ที่ระบุเพียงให้ขานคะแนนอย่าง “เสียงดังฟังชัด” ซึ่งเป็นนามธรรมและขาดเกณฑ์วัดที่ชัดเจน ปัญหานี้ปรากฏชัดเจนยิ่งขึ้นเมื่อพิจารณาบริบทการแข่งขันในประเทศไทย สอดคล้องกับข้อค้นพบในหลายชนิดกีฬาอาชีพของไทยที่ระบุว่า ความคลาดเคลื่อนในการตัดสินมักเกิดจากการขาดเกณฑ์มาตรฐานเชิงปริมาณที่ชัดเจนในการปฏิบัติหน้าที่ (Suksawang et al., 2021)

ภาพประกอบ 1

กีฬาซอฟท์เทนนิส



แหล่งที่มา: https://www.youtube.com/watch?v=GlITmzZmAXQ

โดยพบกรณีศึกษาความคลุมเครือของการสื่อสารในสนามอย่างน้อย 3 ประการ ได้แก่

1. กรณีผลกระทบจากสภาพแวดล้อมที่ไม่สามารถควบคุมได้ (Uncontrolled Environmental Factors) โครงสร้างสนามแข่งขันในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นลักษณะพื้นที่เปิด (Open Complex) ที่มักมีเส้นทางสัญจรตัดผ่านบริเวณใกล้เคียง ส่งผลให้เกิดมลภาวะทางเสียงแทรกซ้อนตลอดเวลา ทั้งจากเสียงยานพาหนะ เสียงการเดินเท้าของผู้เข้าชมและผู้ปกครอง รวมถึงกระแสลมในพื้นที่โล่งแจ้ง ปัจจัยเหล่านี้ทำหน้าที่เป็นตัวกั้นเสียง (Auditory Masking) ที่ลดทอนความชัดเจนของคำขาน ทำให้ระดับเสียงปกติของผู้ตัดสินไม่เพียงพอที่จะส่งสารไปถึงนักกีฬาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. กรณีความขัดแย้งเชิงวัฒนธรรม (Cultural Dilemma) ในบริบทสังคมไทยที่ให้ความสำคัญกับความสุภาพและการรักษามารยาททางสังคม (Social Etiquette) ผู้ตัดสินบางส่วนมีแนวโน้มที่จะลดระดับเสียงลงเมื่อต้องขานแต้มที่นักกีฬาทำผิดพลาดชัดเจน (Unforced Error) เพื่อเป็นการรักษาหน้าและไม่ให้ดูเหมือนการซ้ำเติม ซึ่งขัดแย้งกับหลักการสากลที่ต้องการความดังสม่ำเสมอ (Consistency) ทำให้เกิดความลักลั่นในการปฏิบัติหน้าที่

3. กรณีความแปรปรวนของคู่สื่อสาร (Variability in Communication Dyad) ความคลุมเครือมิได้เกิดจาก "ผู้ส่งสาร" (ผู้ตัดสิน) ที่ใช้สัญชาตญาณ (Intuition) ในการกำหนดความดังที่แตกต่างกันเท่านั้น แต่ยังเกิดจากความแตกต่างของ "ผู้รับสาร" (นักกีฬา) ที่มีขีดความสามารถในการได้ยิน (Hearing Threshold) ไม่เท่ากัน อันเนื่องมาจากสรีรวิทยาหรือความเหนื่อยล้า ส่งผลให้ระดับเสียงที่ “พอดี” สำหรับนักกีฬาคนหนึ่ง อาจ “เบาเกินไป” หรือ “ไม่ชัดเจน” สำหรับนักกีฬาอีกคนหนึ่ง ภาวะความกดดันและความกลัวความผิดพลาดนี้ ยังบั่นทอนความมั่นใจ (Self-efficacy) ของผู้ตัดสินเมื่อต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่ยั่วยุ (Rizki et al., 2019) ภาวะความไม่สมมาตรของการรับรู้ (Perceptual Asymmetry) นี้ ยืนยันให้เห็นว่านิยามเชิงคุณภาพเพียงอย่างเดียวไม่สามารถรับประกันความยุติธรรมในการสื่อสารได้

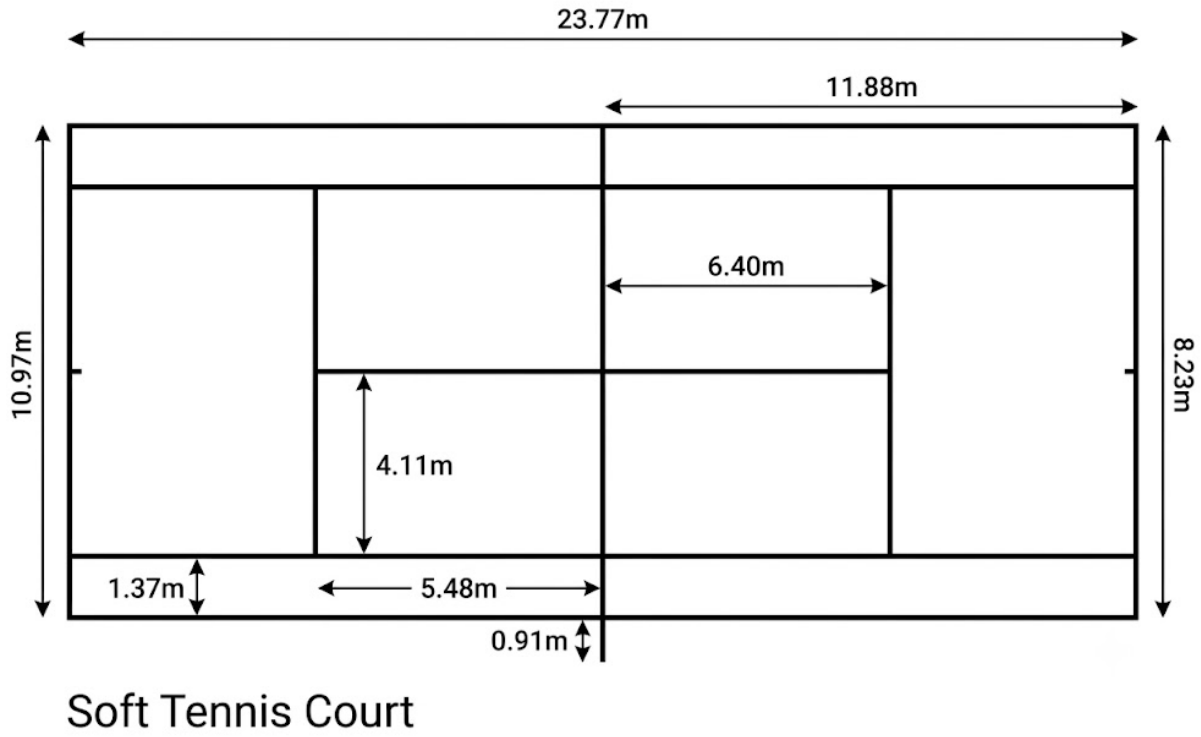
ยิ่งไปกว่านั้น ความจำเป็นของการกำหนดค่ามาตรฐานเชิงวิทยาศาสตร์นี้ยิ่งทวีความสำคัญเมื่อพิจารณาถึง “ความเหลื่อมล้ำทางเทคโนโลยี” (Technological Disparity) ในโครงสร้างการจัดการแข่งขัน แม้ว่าในทัวร์นาเมนต์ระดับนานาชาติชั้นนำ (Elite Level) เช่น เอเชียนเกมส์ หรือการแข่งขันชิงแชมป์โลก รอบชิงชนะเลิศทางคณะกรรมการจัดการแข่งขันอาจมีการนำเทคโนโลยีไมโครโฟนและเครื่องขยายเสียง (PA System) เข้ามาช่วยอำนวยความสะดวก แต่ในบริบทความเป็นจริงของการแข่งขันส่วนใหญ่ในระดับประเทศและภูมิภาค (National and Regional Levels) เช่น การแข่งขันกีฬาแห่งชาติ หรือการแข่งขันชิงชนะเลิศแห่งประเทศไทย ข้อจำกัดด้านงบประมาณและทรัพยากรทำให้ผู้ตัดสินยังคงต้องพึ่งพา “ศักยภาพการใช้เสียงตามธรรมชาติ” (Natural Vocal Projection) เป็นเครื่องมือหลักเพียงอย่างเดียวในการสื่อสารกับนักกีฬาบนสนามที่กว้างใหญ่ แม้ว่าปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์และระบบช่วยตัดสินเข้ามาใช้ในกีฬาอาชีพ แต่เทคโนโลยีเหล่านี้ก็ยังมีข้อจำกัดในการระบุเหตุการณ์เมื่อต้องเผชิญกับสภาพแวดล้อมที่แปรปรวนและเสียงรบกวน (Thomas-Acaro & Meneses-Claudio, 2024) ดังนั้น การเปลี่ยนนามธรรมของกติกาให้เป็นค่าเป้าหมายทางวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยนี้ จึงมิใช่เพียงข้อเสนอทางทฤษฎี แต่เป็น “มาตรฐานความปลอดภัยขั้นพื้นฐาน” (Basic Safety Standard) ที่จำเป็นสำหรับผู้ตัดสินในระดับปฏิบัติการจริงที่ต้องทำหน้าที่โดยปราศจากตัวช่วยทางเทคโนโลยี

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาถึงพลวัตการวิจัยร่วมสมัย พบว่าการศึกษาที่เกี่ยวข้องยังคงแยกส่วนและมีช่องว่างสำคัญ กล่าวคือ งานวิจัยด้านผู้ตัดสินส่วนใหญ่มักมุ่งเน้นไปที่มิติทางจิตวิทยาและพฤติกรรม เช่น บทบาทในฐานะ “นักการศึกษา” ในบริบทกีฬาเยาวชน (Płoszaj et al., 2025) หรือทักษะทางปัญญาและการมองเห็น (Neville et al., 2017) ในขณะเดียวกัน เมื่อสำรวจการศึกษาด้านสวนศาสตร์ในสนามกีฬา (Sports Acoustics) กลับพบว่ามักมุ่งเน้นไปที่บริบทเชิงโครงสร้างและสิ่งแวดล้อม เช่น การวัดค่ามลภาวะทางเสียงในภาพรวม (Noise Pollution) (Taghavi Baghan et al., 2023) หรือการประเมินค่าความก้องสะท้อน (Reverberation) ของโครงสร้างสนามเทนนิสในร่ม (Kandemir & Kavraz, 2024) โดยยังขาดการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการลดทอนของเสียงในพื้นที่เปิดโล่ง (Amplitude Attenuation) (Meyer et al., 2014) เพื่อเจาะจงในมิติของ “สรีรวิทยาและฟิสิกส์ของเสียงรายบุคคล” (Individual Vocal Physics) ในบริบทการแข่งขันอาชีพที่ต้องการความเด็ดขาด ในขณะที่สถาบันผลิตบุคลากรทางการกีฬาของไทยกำลังให้ความสำคัญกับการพัฒนาสมรรถนะด้านภาวะผู้นำ การควบคุมตนเอง และการสื่อสารเชิงสัมพันธ์ (Relational Framing) เพื่อยกระดับความน่าเคารพของผู้ตัดสิน (Saenjan & Kanluang, 2024; Sawangprai et al., 2025; Burgers et al., 2021)

บทความวิชาการนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางการกำหนดค่ามาตรฐานความดังเสียงที่เหมาะสม โดยการสังเคราะห์องค์ความรู้ข้ามศาสตร์ระหว่างฟิสิกส์ของเสียง จิตสวนศาสตร์ และจิตวิทยาสังคม เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพของสนามแข่งขันจริง และนำเสนอ “ค่ากลาง” ของระดับความดังเสียงเชิงปริมาณ (Quantitative Standard) ที่เหมาะสมที่สุดที่ผู้ตัดสินควรใช้ เพื่อตอบคำถามว่า “ผู้ตัดสินควรขานเสียงดังเท่าไหร่” จึงจะสามารถส่งสารข้ามผ่านระยะทางของสนามไปถึงผู้รับได้อย่างชัดเจนและทรงพลัง อันจะเป็นการยกระดับมาตรฐานวิชาชีพผู้ตัดสินซอฟท์เทนนิสสู่ความเป็นเลิศในระดับสากล

ภาพประกอบ 2

แสดงระยะพื้นที่สนามกีฬาซอฟท์เทนนิสระหว่างเส้นต่างๆ



แหล่งที่มา: https://softtennis-istf.com/technical-rules/

การวิเคราะห์และการสังเคราะห์องค์ความรู้

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของคำว่า “เสียงดังฟังชัด” ให้เป็นค่าทางวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องพิจารณากระบวนการสื่อสารแบบองค์รวมผ่าน 4 มิติหลัก เพื่อตอบโจทย์ทั้งทางกายภาพและจิตวิทยา ดังนี้

1. พลวัตการเดินทางของเสียงจากจุดกำเนิดสู่ผู้รับ (Sound Propagation Dynamics)

ปัจจัยแรกที่ต้องพิจารณาคือ บริบททางกายภาพของการเดินทางของเสียง ในกีฬาซอฟท์เทนนิส “จุดกำเนิดเสียง” (Source) คือผู้ตัดสินที่นั่งอยู่บนเก้าอี้ตัดสินซึ่งมีความสูงตามมาตรฐานกำหนดที่ 1.50 เมตร และตั้งอยู่ในพื้นที่นอกสนาม ห่างจากเสาตาข่าย 60 เซนติเมตร ในขณะที่ “ผู้รับสาร” (Receiver) คือนักกีฬาที่ยืนเตรียมพร้อมอยู่บริเวณเส้นหลัง (Base line) ของสนาม เมื่ออ้างอิงจากกติกาข้อที่ 5 สนามซอฟท์เทนนิสมีความยาวรวม 23.77 เมตร เมื่อคำนวณระยะห่างจากจุดกึ่งกลางสนาม (ตำแหน่งเก้าอี้) ไปยังเส้นหลัง จะได้ระยะทางในแนวราบประมาณ 11.885 เมตร (ISTF, 2024) การทำความเข้าใจตำแหน่งที่ตั้งทางเรขาคณิต (Geometry) บริเวณสนามแข่งขัน ถือเป็นจุดเริ่มต้นสำคัญที่ชี้ให้เห็นว่า การพูดด้วยระดับเสียงปกติ (Conversational Level) ย่อมไม่เพียงพอที่จะส่งสารไปถึงผู้รับได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากคลื่นเสียงต้องเดินทางผ่านอากาศเป็นระยะทางไกลกว่าการสนทนาทั่วไปอย่างมาก สอดคล้องกับการศึกษาทางสวนศาสตร์ที่ยืนยันว่า ระยะทางระหว่าง 11 ถึง 33 เมตร ในพื้นที่เปิดโล่ง ถือเป็นระยะวิกฤตที่ทำให้เสียงพูดสูญเสียความชัดเจน (Speech Intelligibility) อย่างมีนัยสำคัญ (Meyer et al., 2014) ยิ่งไปกว่านั้น งานวิจัยล่าสุดยังชี้ให้เห็นว่า "ทักษะการสื่อสาร" มักเป็นจุดอ่อนที่พบได้บ่อยที่สุดในการประเมินประสิทธิภาพของผู้ตัดสิน (Abidin et al., 2026)

จากการวิเคราะห์พลวัตการเดินทางของเสียง ผู้เขียนสังเคราะห์ได้ว่า ระยะทาง 11.885 เมตร คืออุปสรรคทางกายภาพที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้น สถาบันอุดมศึกษาที่ผลิตบุคลากรทางการกีฬา จึงไม่ควรประเมินการใช้เสียงของผู้ตัดสินจากระยะประชิด (Near Field) แต่ควรบูรณาการข้อจำกัดด้านการกระจายเสียงในพื้นที่เปิดโล่งนี้เข้าเป็นส่วนหนึ่งของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์และการประเมินผลเชิงปฏิบัติการ เพื่อให้ผู้ตัดสินตระหนักถึงการส่งเสียงให้ข้ามผ่านระยะสนามได้อย่างแท้จริง (Nirasrop, 2023)

2. ทฤษฎีระยะทางกับการสูญเสียความดัง

เมื่อเสียงเดินทางออกจากแหล่งกำเนิด พลังงานของเสียงจะลดลงตามระยะทางที่เพิ่มขึ้น ปรากฏการณ์นี้อธิบายได้ด้วย “กฎกำลังสองผกผัน” (Inverse Square Law) (Garrett, 2020) ซึ่งระบุว่าในพื้นที่เปิดโล่ง ระดับความดันเสียงจะลดลง 6 เดซิเบล (dB) ทุกครั้งที่ระยะทางเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า จากการคำนวณทางฟิสิกส์ที่ระยะทางเป้าหมาย 11.885 เมตร (จากผู้ตัดสินถึงนักกีฬา) โดยใช้สูตร

$$\Delta L = 20 \log_{10} \left(\frac{d_2}{d_1} \right)$$

โดยที่:

ΔL = ค่าระดับเสียงที่ลดลง (dB)

d_1 = ระยะทางอ้างอิง (กำหนดเป็น 1 เมตร)

d_2 = ระยะทางเป้าหมาย (11.885 เมตร)

เมื่อแทนค่าในสูตร:

$$\Delta L = 20 \log_{10} \left(\frac{11.885}{1} \right) \approx 21.5 \text{ dB}$$

จากการคำนวณพบว่า เสียงจะเกิดการลดทอนพลังงาน (Attenuation) ลงประมาณ 21.5 dBA ตามกฎการแผ่ขยายของคลื่นเสียง (Giancoli, 2005) ค่าความลดลงนี้สะท้อนถึง การสูญเสียระดับความดันเสียงเนื่องจากระยะทาง (Distance-based Sound Pressure Level Loss) ซึ่งเป็นข้อจำกัดทางกายภาพที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ นัยสำคัญทางปฏิบัติคือ หากกำหนดเป้าหมายให้นักกีฬาได้ยินเสียงที่ระดับความดัง A เดซิเบล ผู้ตัดสินมีความจำเป็นต้องผลิตเสียงที่จุดกำเนิดด้วยระดับความดัง A + 21.5 เดซิเบล เป็นอย่างน้อย เพื่อชดเชยพลังงานเสียงที่สูญเสียไปในระหว่างการเดินทาง (Transmission Loss)

จากการทบทวนทฤษฎีระยะทาง ผู้เขียนมีความเห็นว่า การสูญเสียพลังงานเสียงถึง 21.5 dBA เป็นกฎเกณฑ์ทางธรรมชาติที่หักล้างไม่ได้ ด้วยเหตุนี้ การกำหนดกติกาด้วยคำอธิบายเชิงคุณภาพเพียงว่า "เสียงดังฟังชัด" จึงมีความคลุมเครือและขัดแย้งกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อการพัฒนาผู้ตัดสินกีฬาอาชีพให้มีมาตรฐานเดียวกัน จึงมีความจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องเปลี่ยนคำอธิบายดังกล่าว ให้เป็นหลักสูตรการประเมินที่มีเกณฑ์ชี้วัดเชิงปริมาณที่ชัดเจนและตรวจสอบได้ (Suksawang et al., 2021)

3. อิทธิพลของเสียงรบกวนธรรมชาติและหลักการ SNR

ปัจจัยที่สามคือสภาพแวดล้อม แม้กติกาข้อที่ 15 จะระบุห้ามผู้เล่นส่งเสียงดังรบกวน แต่ในสนามแข่งขันจริงย่อมหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะมี “เสียงรบกวนธรรมชาติ” (Ambient Noise) เช่น เสียงลม หรือเสียงผู้ชมนอกสนาม ซึ่ง Stahl (2022) อธิบายว่าเป็นภูมิทัศน์เสียง (Soundscape) ที่มีความซับซ้อนและมีการแข่งขันกันของเสียงต่างๆ ตามหลักการจิตสวนศาสตร์ (Psychoacoustics) ความชัดเจนของการได้ยิน ไม่ได้ขึ้นอยู่กับความดังของเสียงพูดเพียง

อย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับ “อัตราส่วนสัญญาณต่อเสียงรบกวน” (Signal-to-Noise Ratio: SNR) ประเด็นนี้มีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยสอดคล้องกับงานวิจัยล่าสุดของ Din & Abu Bakar (2024) ซึ่งศึกษาความสบายทางเสียงในสนามกีฬาอีสปอร์ตและพบข้อเท็จจริงเชิงประจักษ์ว่า สภาพทางเสียงที่ย่ำแย่และระดับเสียงรบกวนที่สูงเป็นปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิด “ความเข้าใจผิด” (Misunderstanding) ระหว่างผู้เข้าร่วมการแข่งขัน ดังนั้น เพื่อขจัดความคลุมเครือและให้การสื่อสารมีความชัดเจนสมบูรณ์ (Clearly Perceptible) งานวิจัยระบุว่าเสียงพูดควรมีความดังเหนือกว่าเสียงรบกวนพื้นหลังประมาณ 10-15 dB (Smeds et al., 2015) การกำหนดค่าความดังของผู้ตัดสินจึงจำเป็นต้องคำนวณเผื่อ (Margin) ให้ชนะเสียงรบกวนเหล่านี้ด้วย เพื่อให้เสียงขานทำหน้าที่เป็น “สัญญาณโครงสร้าง” (Structural Signal) ที่กำหนดสถานะของเกมได้อย่างแม่นยำ (Huang & Cox, 2010)

จากหลักการ SNR ผู้เขียนมองเห็นมิติที่ลึกซึ้งไปกว่าเพียงการสื่อสารข้อมูล การตัดสินในสภาพแวดล้อมจริง (Naturalistic environment) ทำให้ผู้ตัดสินต้องแบกรับภาระทางปัญญา (Cognitive load) ที่สูงมาก (Mascarenhas et al., 2009) การเผื่อระดับเสียงให้ชนะเสียงรบกวนรอบข้าง ถือเป็นกลยุทธ์สำคัญทางจิตวิทยากีฬา เพราะเมื่อสัญญาณเสียงมีความชัดเจน จะช่วยลดความสับสนและลดภาวะความเครียด (Stress) จากการถูกวิจารณ์ (Zhou et al., 2025) สิ่งนี้จะเสริมสร้างความเชื่อมั่นในตนเอง (Self-efficacy) แรงจูงใจ และความรู้สึกผูกพันในวิชาชีพของผู้ตัดสินเมื่อต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่กดดันได้เป็นอย่างดี (Li & Li, 2023; Rizki et al., 2019; Sivri, 2023)

4. บทสรุปสู่การกำหนดค่าความดังที่เหมาะสม

จากการบูรณาการปัจจัยทั้ง 3 ด้านข้างต้น นำไปสู่การตอบคำถามสำคัญว่าระดับความดังเสียงที่เหมาะสมควรเป็นเท่าใด ในการศึกษานี้ ผู้เขียนได้กำหนดเกณฑ์ระดับเสียงเป้าหมายที่นักกีฬาควรได้ยิน ณ ปลายทางไว้ที่ 60 dBA เป็นเกณฑ์ขั้นต่ำ (Minimum Requirement) โดยมีรากฐานมาจากหลักการสำคัญ 2 ประการ ดังนี้

ประการแรก อ้างอิงตามมาตรฐานของ องค์การอนามัยโลก (World Health Organization [WHO], 2022) ระดับเสียงที่ 60 เดซิเบลถือเป็น "ระดับเสียงสนทนาปกติ" (Normal conversation) และเป็นระดับที่ “ปลอดภัยต่อการได้ยิน” (Safe listening) สำหรับมนุษย์ในการรับฟังต่อเนื่อง การเลือกค่านี้เป็นจุดตั้งต้น (Baseline) จึงเป็นการรับประกันความปลอดภัยต่อโสตประสาทของนักกีฬา (Safety) และรักษาความเป็นธรรมชาติในการสื่อสาร (Naturalness)

ประการที่สอง ในเชิงลึกทางจิตสวนศาสตร์ การกำหนดค่านี้มาจากการคำนวณ “อัตราส่วนสัญญาณต่อเสียงรบกวน” (Signal-to-Noise Ratio: SNR) เพื่อให้เสียงพูดมีความชัดเจน (Intelligible) ซึ่งทฤษฎีระบุว่าเสียงพูดควรมีความดังเหนือกว่าเสียงรบกวนรอบข้าง (Ambient Noise) ประมาณ 10-15 dB (Oticon, 2017; Smeds et al., 2015) เมื่อตั้งสมมติฐานว่าสนามแข่งขันกลางแจ้งมีเสียงรบกวนธรรมชาติ (เช่น ลมและสภาพบรรยากาศ) อยู่ที่ประมาณ 45-50 dBA การคำนวณหาค่าเป้าหมายจึงอาศัยสมการพื้นฐานดังนี้

$$L_{Target} = L_{Noise} + SNR_{Required}$$

โดยกำหนดให้:

L_{Target} คือ ระดับความดังเสียงพูดเป้าหมายที่ผู้รับ (dBA)

L_{Noise} คือ ระดับเสียงรบกวนในสภาพแวดล้อม (กำหนดค่าสูงสุดที่ประมาณ 50 dBA)

$SNR_{Required}$ คือ อัตราส่วนสัญญาณต่อเสียงรบกวนที่ต้องการ (กำหนดขั้นต่ำที่ 10 dB)

เมื่อแทนค่าในสมการ:

$$50\ \text{dBA (Noise)} + 10\ \text{dB (SNR)} = 60\ \text{dBA}$$

ดังนั้น เมื่อนำค่าเป้าหมายปลายทางที่ 60 dBA มารวมกับค่าการลดทอนเสียงตามระยะทางอีก 21.5 dBA (ตามกฎ Inverse Square Law) จะได้ผลลัพธ์เชิงปริมาณที่ชัดเจนว่า ผู้ตัดสินควรผลิตเสียงที่จุดกำเนิดด้วยความดังเริ่มต้นประมาณ 81.5 dBA

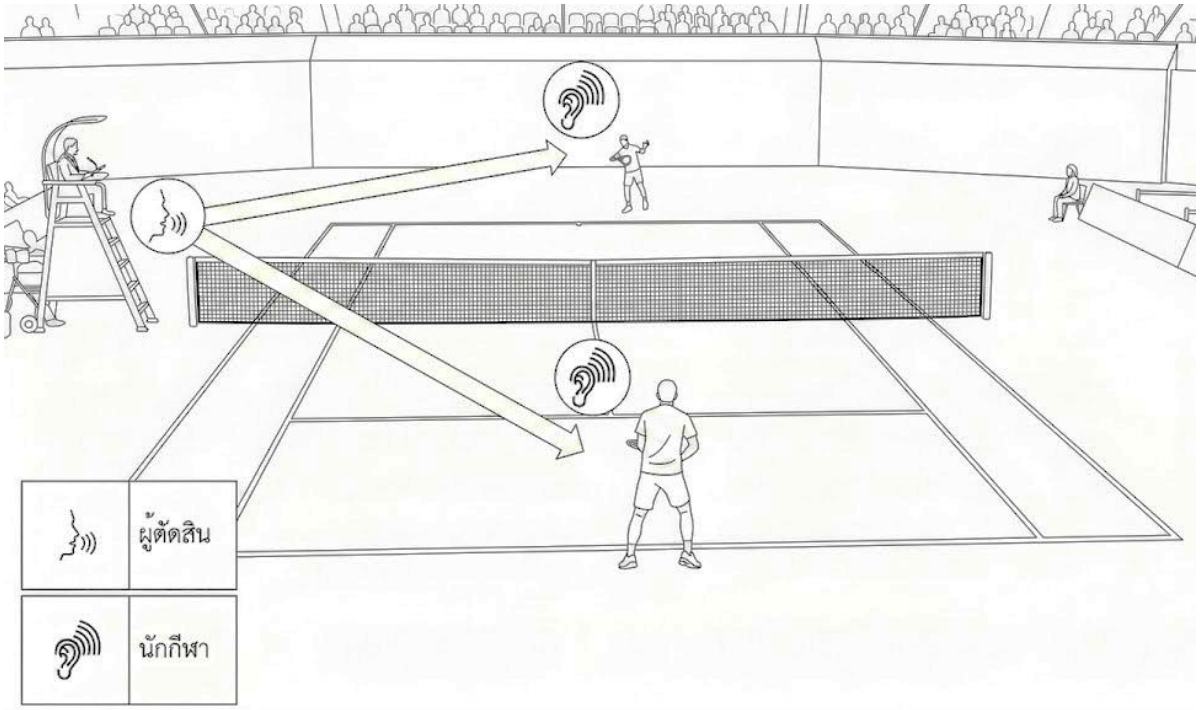
ในเชิงจิตวิทยาสังคม การใช้เสียงยังสัมพันธ์กับ “อำนาจ” (Authority) โดย Russell et al. (2025) เสนอว่าการตัดสินคือกิจกรรมทางสังคมที่ประกอบด้วยการเจรจาต่อรอง (Negotiations) เสียงที่ดังและหนักแน่นจึงทำหน้าที่ปิดการเจรจาและสร้างข้อตกลง (Agreements) ในทันที นอกจากนี้ กรอบแนวคิดการบริหารจัดการเกม (Game Management Framework) ยังระบุว่า การสื่อสารด้วยเสียงคือกลไกสำคัญในการสร้างภาพลักษณ์ความน่าเกรงขาม (Creating Presence) (Hoffmann et al., 2024) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด "โรงละครองค์กร" (Corporate Theatre) อันเป็นยุทธวิธีที่ผู้ตัดสินระดับอีลิตใช้บริหารภาพลักษณ์ (Impression Management) เพื่อทำให้ผู้เล่นยอมรับคำตัดสิน (Cunningham et al., 2012)

อย่างไรก็ตาม การเพิ่มความดังต้องระมัดระวังข้อจำกัดทางสรีรวิทยาที่เรียกว่า “Loudness-Frequency Trade-off” ซึ่งมนุษย์มักจะมีระดับความถี่เสียง (Pitch) สูงขึ้นตามธรรมชาติเมื่อพยายามเปล่งเสียงให้ดังหรือตะโกน (Anikin et al., 2024; Talley, 1936) ดังนั้น หากต้องการเน้นย้ำคำตัดสินสำคัญ เช่น การขานลูกออก (“Out”) ผู้ตัดสินควรยกระดับความดังเสียงขึ้นตาม “ระดับความพยายามในการใช้เสียง” (Vocal Effort) ที่กำหนดโดยมาตรฐานสากล ISO 9921 ซึ่งจำแนกความแตกต่างของระดับเสียงพูดไว้ขั้นละ 6 dB (International Organization for Standardization [ISO], 2003) ส่งผลให้การขยับจากระดับเสียงดัง (Loud ~72 dBA) ไปสู่ระดับการตะโกน (Shout ~84 dBA) สามารถสร้างความแตกต่างที่ชัดเจน พร้อมกับการรักษาโทนเสียงให้ทุ้มต่ำ เพื่อให้ผู้ฟังรับรู้ถึงความแตกต่างและสัมผัสได้ถึงอำนาจในการควบคุมเกมอย่างแท้จริง ยิ่งไปกว่านั้น การมีเกณฑ์ที่เป็นปรนัย (Objective Criteria) ยังช่วยลดอคติและความแตกต่างในการรับรู้อำนาจจากเสียงข้ามวัฒนธรรม (Cross-cultural variations) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Bryant, 2021)

ในท้ายที่สุด ผู้เขียนสังเคราะห์ได้ว่า ตัวเลข 81.5 dBA ไม่ใช่เพียงผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ แต่เป็นจุดสมดุลของการสร้าง "มาตรฐานการสื่อสารเชิงสัมพันธ์" (Relational Framing) (Burgers et al., 2021) ตามการวิเคราะห์ทางเสียง (Acoustic analysis) พบว่า ผู้ตัดสินสามารถใช้ความดังระดับสูงเป็น "เครื่องมือแห่งอำนาจ" ในการควบคุมความขัดแย้ง และสามารถปรับลดเสียงลงเป็น "มารยาททางสังคม" (Etiquette) เมื่อเกิดข้อผิดพลาดที่ชัดเจน เพื่อแสดงความเห็นอกเห็นใจ (Thongthanapat, 2026) การผสมผสานนี้จะสะท้อนภาพลักษณ์ของผู้ตัดสินที่พึ่งพาได้ (Dependable) และมีความเคารพซึ่งกันและกัน (Respectful) (Simmons, 2011) การกำหนดเกณฑ์ชี้วัดนี้ จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมนักศึกษาหรือผู้ตัดสิน ให้ก้าวขึ้นเป็นผู้บริหารจัดการเกมที่มีสมรรถนะครบถ้วน (Saenjan & Kanluang, 2024; Sawangprai et al., 2025) และเป็นที่ยอมรับในระดับสากลต่อไป

ภาพประกอบ 3

ทิศทางการส่งผ่านเสียงและระยะห่างทางกายภาพระหว่างผู้ตัดสินและนักกีฬาซอฟท์เทนนิส



แหล่งที่มา: จัดทำโดยผู้เขียน

บทสรุป

บทความวิชาการฉบับนี้ได้พิสูจน์ให้เห็นว่า การกำหนดมาตรฐาน “เสียงดังฟังชัด” ของผู้ตัดสินซอฟท์เทนนิสมิใช่เพียงรสนิยมส่วนบุคคล หากแต่เป็นวิทยาศาสตร์ที่คำนวณได้ จากการวิเคราะห์ผ่านกรอบทฤษฎีฟิสิกส์และจิตสวนศาสตร์ พบว่าผู้ตัดสินจำเป็นต้องผลิตเสียงที่มีความดังเริ่มต้นประมาณ 81.5 dBA เพื่อเอาชนะการลดทอนของเสียงตามระยะทาง 11.885 เมตร และสร้างความชัดเจนเหนือเสียงรบกวนในสนาม การประยุกต์ใช้องค์ความรู้นี้ไม่เพียงแต่ช่วยแก้ปัญหาการสื่อสาร แต่ยังเป็นการยกระดับมาตรฐานวิชาชีพผู้ตัดสินให้ก้าวข้ามจากการเป็นเพียงผู้บังคับใช้กฎ ไปสู่การเป็น "ผู้ทรงอำนาจ" (Authoritative Figure) ที่สามารถบริหารจัดการเกมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โปร่งใส และเป็นที่ยอมรับในระดับสากล

ข้อเสนอแนะ

1. การนำไปปฏิบัติ องค์กรที่กำกับดูแลกีฬาและสถาบันผลิตบุคลากรทางการกีฬา ควรพิจารณานำเกณฑ์เชิงปริมาณนี้ไปใช้ในการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมผู้ตัดสิน โดยเปลี่ยนจากการสอนด้วยคำแนะนำเชิงนามธรรม มาสู่การฝึกฝนโดยใช้เทคโนโลยีวัดระดับเสียง (Sound Level Meter) เพื่อให้ผู้ตัดสินสามารถปรับจูนเสียงของตนเองให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

2. การวิจัยต่อยอด ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในบริบทของสนามแข่งขันที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน โดยเฉพาะการเปรียบเทียบระหว่างสนามกลางแจ้ง (Outdoor) และสนามในร่ม (Indoor) เนื่องจากบทความนี้มุ่งเน้นการคำนวณบนพื้นฐานของสนามกลางแจ้งเป็นหลัก อย่างไรก็ตาม สำหรับสนามในร่ม งานวิจัยล่าสุดของ Kandemir

& Kavraz (2024) ชี้ให้เห็นข้อค้นพบสำคัญว่า วัสดุพื้นผิวแข็งในสนามเทนนิสส่งผลให้เกิดค่าเวลาความก้อง (Reverberation Time) ที่ยาวนาน ซึ่งลดทอนดัชนีการส่งผ่านคำพูด (Speech Transmission Index) อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น การพัฒนาค่ามาตรฐานในอนาคตจึงอาจจำเป็นต้องพิจารณาการปรับจูนค่าความถี่ (Frequency Tuning) ร่วมด้วย เพื่อให้ได้เกณฑ์ที่มีความละเอียดแม่นยำและสามารถรักษาความชัดเจนของเสียงได้ในทุกภูมิทัศน์เสียงของสนาม

เอกสารอ้างอิง

Abidin, M. F. B., Dinangsit, D., & Sudirjo, E. (2026). Analysis of football referee performance in children's league competitions. *Journal of Physical Education, Health and Sport*, *13*(1), 487–492.

Anikin, A., Valente, D., Pisanski, K., & Reby, D. (2024). The role of loudness in vocal intimidation. *Journal of Experimental Psychology: General*, *153*(8), 2025–2040. https://doi.org/10.1037/xge0001508

Bryant, G. A. (2021). Vocal communication across cultures: Theoretical and methodological issues. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *377*(1841), 20200387. https://doi.org/10.1098/rstb.2020.0387

Burgers, C., van Biemen, T., van Eeghen, R., & Mann, D. L. (2021). Effects of communication style on competence evaluations of soccer referees: Procedural versus relational framing. *Communication & Sport*, *11*(3), 509–527. https://doi.org/10.1177/2167479521104653

Cunningham, I., Mellick, M., Mascarenhas, D., & Fleming, S. (2012). Decision making and decision communications in elite rugby union referees: An inductive investigation. *Sport & Exercise Psychology Review*, *8*(2), 19–30.

Din, N. C., & Abu Bakar, A. Z. (2024). Acoustic comfort in indoor sporting arena for e-sports venue: An analysis of the determining criteria and a conceptual framework. *Journal of Physics: Conference Series*, *2721*(1), 012006. https://doi.org/10.1088/1742-6596/2721/1/012006

Garrett, S. L. (2020). *Understanding acoustics: An experimentalist's view of sound and vibration* (2nd ed.). Springer.

Giancoli, D. C. (2005). *Physics: Principles with applications* (6th ed.). Pearson Education.

Hancock, D. J., & Pizzera, A. (2025). The psychology of sport officiating. *Psychology of Sport and Exercise*, *80*, 102899. https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2025.102899

Hoffmann, T., MacMahon, C., & Brand, R. (2024). The game management framework for sports refereeing: A structured perspective on officiating performance and its development. *German Journal of Exercise and Sport Research*, *56*, 9–20. https://doi.org/10.1007/s12662-024-00978-y

Huang, Q., & Cox, S. (2010). Inferring the structure of a tennis game using audio information. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, *19*(6), 1729–1739. https://doi.org/10.1109/TASL.2010.2103059

International Organization for Standardization. (2003). *Ergonomics — Assessment of speech communication* (ISO Standard No. 9921:2003). https://www.iso.org/standard/29515.html

International Soft Tennis Federation. (2024). *Technical rules*. Retrieved October 19, 2025, from https://softtennis-istf.com/technical-rules/

Kandemir, A., & Kavraz, M. (2024). Acoustic evaluation of Trabzon Beşirli central tennis court multi-purpose hall. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *36*(1), 357–367. https://doi.org/10.35234/fumbd.1382851

Li, L., & Li, Y. (2023). Community and motivation among tennis officials: A cross-cultural multilevel analysis. *Frontiers in Psychology*, *14*, 1238153. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1238153

Mascarenhas, D. R. D., Button, C., O'Hare, D., & Dicks, M. (2009). Physical performance and decision making in association football referees: A naturalistic study. *The Open Sports Sciences Journal*, *2*(1), 1–9. https://doi.org/10.2174/1875399X00902010001

Meyer, J., Dentel, L., & Meunier, F. (2014). Correction: Speech recognition in natural background noise. *PLOS ONE*, *9*(1). https://doi.org/10.1371/annotation/012d9419-8135-40ab-8c81-ce46e8e708d0

Neville, T., Salmon, P. M., & Read, G. J. M. (2017). Analysis of in-game communication as an indicator of recognition primed decision making in elite Australian rules football umpires. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, *11*(1), 81–96. https://doi.org/10.1177/1555343416672557

Nirasrop, O. (2023). Development of e-learning lessons to promote learning in the principles and methods of being a tennis coach and referee for undergraduate students. *Thailand National Sports University Journal*, *15*(3), 269–282. [in Thai]. https://he02.tci-thaijo.org/index.php/TNSUJournal/article/view/261662

Oticon. (2017). *New approach to speech intelligibility testing*. https://www.oticon.com

Płoszaj, K., Firek, W., & Cunningham, I. (2025). Referees on the wire: A positive youth development perspective of rugby referees' verbal communication in children's sport. *Sport, Education and Society*, Advance online publication. https://doi.org/10.1080/13573322.2025.2493697

Rizki, J., Kristiyanto, A., & Purnama, S. K. (2019). Mental skill tennis referee: Study on tennis referee Asian Games and Asian Para Games Indonesia 2018. *Journal of Education, Health and Sport*, *9*(4), 210–219. https://apcz.umk.pl/JEHS/article/view/6777

Russell, S., Renshaw, I., & Davids, K. (2025). Negotiations, agreements, and understandings: Reconceptualising football referee decision-making in sport as a social relational activity. *Sport, Education and Society*, Advance online publication. https://doi.org/10.1080/13573322.2024.2448570

Saenjan, W., & Kanluang, T. (2024). Development of guidelines to promote being a football referee for physical education students in Thailand National Sports University. *Thailand National Sports University Journal*, *16*(1), 251–262. [in Thai]. https://he02.tci-thaijo.org/index.php/TNSUJournal/article/view/262410

Sawangprai, P., Thanakulathiroj, J., Thongsap, S., Jamroen, R., & Intajaroen, P. (2025). Development of performance indicators for swimming referees. *Thailand National Sports University Journal*, *17*(1), 65–77. [in Thai]. https://he02.tci-thaijo.org/index.php/TNSUJournal/article/view/266936

Simmons, P. (2011). Competent, dependable and respectful: Football refereeing as a model for communicating fairness. *Ethical Space: The International Journal of Communication Ethics*, *8*(3/4), 33-42.

Sivri, S. (2023). Examining the self-efficacy levels of tennis officials. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, *25*(3), 369–378. https://izlik.org/JA97FZ88LT

Smeds, K., Wolters, F., & Rung, M. (2015). Estimation of signal-to-noise ratios in realistic sound scenarios. *Journal of the American Academy of Audiology*, *26*(2), 183–196. https://doi.org/10.3766/jaaa.26.2.7

Stahl, A. (2022). Somaesthetics of the grunt: Policing femininity in the soundscapes of women's professional tennis. In *Somaesthetics and Sport* (pp. 138–156). Brill. https://doi.org/10.1163/9789004510654_008

Suksawang, S., Yomdit, C., Sutthipong, R., Thiptiangtae, W., Tangmutthapatrakul, R., & Chuchai, B. (2021). Development of A, B, and C level license curriculum for professional Muay Thai referees. *Journal of Graduate Research*, *12*(1), 43–54. [in Thai]. https://so02.tci-thaijo.org/index.php/banditvijai/article/view/246959

Taghavi Baghan, F., Tayebi Sani, S. M., Ider, N., & Khajoo, M. (2023). Measuring noise pollution from sports events in urban environments (case study: Azadi stadium). *Anthropogenic Pollution*, *6*(2). https://doi.org/10.22034/ap.2022.1958218.1130

Talley, C. H. (1936). *An experimental study of voice projection in speech* [Doctoral dissertation, University of Iowa]. Iowa Research Online. https://iro.uiowa.edu/esploro/outputs/doctoral/An-experimental-study-of-voice-projection/9985153140102771

Thomas-Acaro, R., & Meneses-Claudio, B. (2024). Technological assistance in highly competitive sports for referee decision making: A systematic literature review. *Data and Metadata*, *3*, 188. https://doi.org/10.56294/dm2024188

Thongthanapat, N. (2026). Acoustic analysis of vocal intensity and decision-making processes in national level soft tennis officiating: A mixed methods study. *Retos*, *78*, 295–304. https://doi.org/10.47197/retos.v78.118493

Wang, T., & He, S. (2024). Exploring approaches and methods to enhance the competence of tennis referees. *Proceedings Series*, *2*, 168–176. https://doi.org/10.31058/j.ps.2024.20016

World Health Organization. (2022). *Deafness and hearing loss: Safe listening*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss

Zhou, Y., Preljević, A., Smailović, S., Đorđević, S., Katanić, B., Milenković, S., Wu, M., Zlatković, L., Antonijević, M., & Stanković, M. (2025). Stress levels among tennis umpires: Differences by gender, on-court position, work experience and tournament categories. *Sport Mont*, *23*(1). https://doi.org/10.26773/smj.250217