

การเปลี่ยนแปลงของกำลังคลื่นของเครื่องอัลตราซาวด์ระหว่าง ก่อนใช้งาน หลังใช้งาน 1 เดือน และ 2 เดือน ของการใช้งานทางกายภาพบำบัด

ชมพูนุท สุวรรณศรี^{1*}, นิลาวิศา สกุลจันทร์¹, สุรเชษฐ์ สีลาขจรกิจ², ยศวิน สกุลกรุณา¹,
ลดาพรรณ เต็มวรกุล¹, ศราวุธ สุขใจ¹

Received: November 1, 2011

Revised & Accepted: February 28, 2012

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดผลการเปลี่ยนแปลงผลของกำลังคลื่นของเครื่องอัลตราซาวด์ ก่อนและหลังใช้งาน 1 เดือน และ 2 เดือน โดยวัดค่ากำลังคลื่นของเครื่องอัลตราซาวด์ 31 เครื่อง ด้วยเครื่อง Wattmeter โดยวัดกำลังคลื่นที่ 3 วัตต์, 6 วัตต์ และ 10 วัตต์ ด้วยคลื่นแบบต่อเนื่อง (continuous wave form), กำลังคลื่น 6 Watt แบบต่อเนื่อง ณ นาฬิกาที่ 2 และ 3 และ กำลังคลื่น 6 วัตต์ แบบเป็นช่วง (pulse wave) ที่ 50 % ของ duty cycle ก่อนนำไปใช้งานจริงในคลินิก กายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล ผลจากการศึกษาของกำลังคลื่น ก่อนใช้งาน หลังใช้งาน 1 และ 2 เดือน พบค่าเฉลี่ย และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคลื่นแบบต่อเนื่อง (continuous wave form) ที่กำลังคลื่น 3 วัตต์ เท่ากับ 3.02 ± 0.72 , 2.90 ± 0.66 , 2.82 ± 0.52 ตามลำดับ กำลังคลื่น 6 วัตต์ เท่ากับ 5.88 ± 1.27 , 5.85 ± 0.95 , 5.59 ± 1.10 ตามลำดับ กำลังคลื่น 10 วัตต์ เท่ากับ 9.54 ± 2.03 , 9.32 ± 1.32 , 8.93 ± 1.52 ตามลำดับ กำลังคลื่น 6 Watt แบบต่อเนื่อง ที่นาฬิกาที่ 2 เท่ากับ 5.39 ± 1.24 , 5.68 ± 0.99 , 5.68 ± 1.23 ตามลำดับ และที่นาฬิกาที่ 3 เท่ากับ 5.33 ± 1.26 , 5.69 ± 1.00 , 5.67 ± 1.18 ตามลำดับ ด้วยคลื่นแบบเป็นช่วง) ที่กำลังคลื่น 6 Watt เท่ากับ 5.33 ± 1.26 , 5.69 ± 1.00 , 5.67 ± 1.18 ตามลำดับ เมื่อ นำมาเปรียบเทียบกับก่อนและหลังการใช้งานเดือนที่ 1 และเดือนที่ 2 เดือน พบว่า ระหว่างก่อน และหลังการใช้งาน 1 เดือน ค่ากำลังคลื่นที่วัดได้ 6 วัตต์ pulse 50 % duty cycle มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 และ ระหว่างก่อนใช้งาน กับหลังการใช้งาน 2 เดือน ค่ากำลังคลื่นที่ 3, 10 วัตต์, 6 วัตต์ นาฬิกาที่ 3 และ 6 วัตต์ pulse 50 % มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ผลจากงานวิจัยนี้ ให้ข้อเสนอแนะว่า เครื่องอัลตราซาวด์ ชนิดใดที่มีการเปลี่ยนแปลงของกำลังคลื่นมากกว่า 20 % หลังทดลองใช้งาน 2 เดือน หน่วยงานกายภาพบำบัดไม่ควรตัดสินใจซื้อเครื่องยี่ห้ออื่นๆ

คำสำคัญ: Therapeutic ultrasound, Output power, Wattmeter, Efficiency of ultrasound

¹คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล, ²กัมมวิทยาลิน

*ผู้รับผิดชอบบทความ

Changing of output of ultrasound among before, after 1 and 2 months of use in a physical therapy clinic

Chompunoot Suwanasri^{1*}, Ninwisan Skulchan¹, Surachade Leelakajohnkit²,
Yosawin Sakunkaruna¹, Ladawan Thermworakul¹, Sarawut Sukjai¹

Abstract

The current study verify the changes of power output of ultrasound at 3 different times including before use, after 1 and 2 months. Thirty-one Ultrasound instruments were measured by a Wattmeter for power output at 3, 6 and 10 watt of continuous wave form. In addition, the continuous wave form of 6 watt at the 2nd and 3rd minutes, and 6 watt of 50% duty cycle of pulse wave form before use in the physical therapy clinic, Faculty Physical Therapy, Mahidol University. The results showed that the mean and standard deviation of the 3 watts output of ultrasound before, after 1 and 2 month, yielded 3.02 ± 0.72 , 2.90 ± 0.66 , 2.82 ± 0.52 respectively. While the output of 6 watts yielded 5.88 ± 1.27 , 5.85 ± 0.95 , 5.59 ± 1.10 respectively. The output of 10 watts yielded 9.54 ± 2.03 , 9.32 ± 1.32 , 8.93 ± 1.52 , respectively. The 2nd minute and 3rd minutes at the output of 6 watt of continuous wave yielded 5.39 ± 1.24 , 5.68 ± 0.99 , and 5.68 ± 1.23 respectively. The power output at the 3rd minute yielded 5.33 ± 1.26 , 5.69 ± 1.00 , and 5.67 ± 1.18 watts respectively. In the addition, the 50% duty cycle of pulse wave form at 6 watt is 5.33 ± 1.26 , 5.69 ± 1.00 , and 5.67 ± 1.18 watts respectively. To compare of output of ultrasound between before and after 1 and 2 months, we found a significant different between before and after 1 month usage of the ultrasound at the output of 6 watt pulse 50%. Besides, there were a significant different between (P - value < 0.05) before and after 2 months usage of the ultrasound at the output of 3, 10 watt, 6 watt at 3rd minute, continuous wave and 6 watt pulse 50 % duty cycle. The suggestion of this study is that the physical therapy unit should reject the ultrasound brand which changed the power output more than 20 % of the expected power after 2 months usage.

Keywords: Therapeutic ultrasound, Output power, Wattmeter, Efficiency of ultrasound

¹Faculty of Physical Therapy, Mahidol University, Salaya, Nakhonpathom 73170

²Kanya Clinic

*Corresponding author: (e-mail: ptesw@mahidol.ac.th)

บทนำ

ปัจจุบัน เครื่องอัลตราซาวด์เป็นเครื่องมือทางกายภาพบำบัดที่นักกายภาพบำบัดนิยมใช้มากที่สุดในการรักษา กระทั่งวรรณกรรมได้ประกาศให้เครื่องอัลตราซาวด์เป็นเครื่องมือทางกายภาพบำบัดตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2547⁽¹⁾ มาตรฐานของเครื่องอัลตราซาวด์ที่จะทำให้ผลการรักษามีประสิทธิภาพและปลอดภัยในการรักษามากที่สุดนั้น เกิดจากการที่กำลังคลื่นของเครื่องอัลตราซาวด์ที่ออกมาตรงตามที่นักกายภาพบำบัดตั้งค่ากำลังคลื่นก่อนนำไปใช้รักษา อย่างไรก็ตาม การศึกษาส่วนใหญ่ที่ผ่านมาพบว่า กำลังคลื่นของเครื่องอัลตราซาวด์ที่ออกมามีค่าความคลาดเคลื่อนมากกว่าที่มาตรฐานกำหนด โดยค่าความคลาดเคลื่อนของคลื่นอัลตราซาวด์นี้ อาจเกิดได้จากหลายปัจจัย อาทิ เทคนิคของการใช้งาน ปริมาณการใช้งาน คุณภาพของเครื่อง และความสะอาดของทรานสดิวเซอร์ เป็นต้น^(2,3) ในปี 1996 Stephen Pye⁽⁴⁾ ทดสอบค่าความเสื่อมสภาพของเครื่องอัลตราซาวด์ พบว่า ถ้าปริมาณของคลื่นอัลตราซาวด์ที่ออกมาต่างจากปริมาณของคลื่นที่ต้องการใช้ จะทำให้จุดประสงค์ในการรักษาเปลี่ยนไป เช่น ผลทางกลศาสตร์ (mechanical effect) และผลทางความร้อน (thermal effect) นอกจากนี้ เทคนิคการใช้หรือปริมาณการใช้เครื่องอัลตราซาวด์ก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่สามารถก่อให้เกิดความเสื่อมสภาพของเครื่องอัลตราซาวด์ได้ จากการสำรวจการตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องอัลตราซาวด์ของโรงพยาบาลในประเทศไทย พบว่าส่วนใหญ่ นักกายภาพบำบัดจะเป็นผู้ทดสอบทุกเดือน โดยตรวจสอบด้วยวิธีการจุ่มหัวทรานสดิวเซอร์ลงในแก้วใส่น้ำ ซึ่งการทดสอบดังกล่าวจะสามารถทราบได้เพียงว่ามีการปล่อยของคลื่นออกมาหรือไม่ แต่ไม่สามารถทราบถึงปริมาณของคลื่นที่ออกมาว่ามีค่าเท่าใด⁽⁵⁾

โดยปกติแล้ววิธีการตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องอัลตราซาวด์ด้วยเครื่องวัดกำลังคลื่นอัลตราซาวด์ (Power meter) เป็นวิธีการทดสอบที่ได้รับการยอมรับว่ามีมาตรฐาน^(6,7) และควรทำการตรวจสอบทุกๆ 1 ปี Daneil 2003 แนะนำให้ทำการทดสอบค่าความเสื่อมสภาพของเครื่องอัลตราซาวด์โดยนักกายภาพบำบัด อย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง และโดยผู้เชี่ยวชาญ อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนของกำลังคลื่นอัลตราซาวด์ ที่วัดได้ไม่ควรเกิน $\pm 20 \%$ ⁽⁷⁾

จากการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องอัลตราซาวด์ใหม่จากโรงงาน (ยังไม่ผ่านการใช้งานของนักกายภาพบำบัด) ทั้งหมด 48 เครื่อง ซึ่งมีทั้งหมด 6 บริษัท 8 รุ่น ผ่านการตรวจทางด้านการควบคุมคุณภาพก่อนการขายจากโรงงาน เครื่องอัลตราซาวด์ทั้ง 48 เครื่อง ถูกนำมาตรวจด้วยเครื่อง Wattmeter รุ่น UPM-DT-1 บริษัท Ohmic instrument เป็นที่น่าสนใจว่า มีถึง 7 รุ่นที่มีค่าความคลาดเคลื่อนเกิน $\pm 20 \%$ ⁽⁷⁾ จากการศึกษาของชมพูนุทและคณะ ในปี 2551⁽⁸⁾ พบว่า อายุการใช้งานไม่มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ของค่าความคลาดเคลื่อน อีกนัยหนึ่งคือ แม้กลุ่มที่มีอายุการใช้งานน้อยกว่า 1 ปี ก็ยังพบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนเกิน $\pm 20 \%$ นั่นคือ การกำหนด “คุณสมบัติเฉพาะ” ของเครื่องอัลตราซาวด์ที่นักกายภาพบำบัดจะสั่งซื้อให้หน่วยงาน นอกจากจะกำหนดค่า ความถี่ 1, 3 MHz., BNR (beam non-uniformity ratio), ERA (effective radiating area), และช่วงของค่าความเข้ม เป็นต้น ดูเหมือนจะยังไม่พอที่จะได้มาซึ่งเครื่องที่มีประสิทธิภาพที่ดี จึงน่าจะต้องให้บริษัทที่ผลิตเครื่องอัลตราซาวด์แสดงกำลังคลื่นของเครื่องอัลตราซาวด์ในแต่ละช่วง ซึ่งจากงานวิจัย ที่วัดค่ากำลังคลื่น 3, 6, 10 วัตต์ ของคลื่นต่อเนื่อง และ 6 วัตต์ ของคลื่นเป็นช่วงๆ รวมทั้งการใช้งานในนาที่ที่ 2 และ 3 เพื่อสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงหลังเปิดเครื่องใช้งาน เพียงพอที่จะสามารถนำมาประเมินประสิทธิภาพของเครื่องอัลตราซาวด์ได้อย่างครอบคลุมการใช้งานทางกายภาพบำบัด จากงานวิจัยต่างๆทำให้ทราบว่าเครื่องอัลตราซาวด์ใหม่จากโรงงานไม่ได้เป็นที่ยืนยันว่านักกายภาพบำบัดจะได้เครื่องอัลตราซาวด์ที่สมบูรณ์แบบ หน่วยงานที่วางแผนจะซื้อเครื่องอัลตราซาวด์ควรจะนำการเปลี่ยนแปลงกำลังคลื่นของอัลตราซาวด์มาใช้ตัดสินที่จะเลือกซื้อหือของเครื่องอัลตราซาวด์ งานวิจัยนี้สนับสนุนในการเลือกซื้อด้วยการทดลองใช้งานในช่วงเวลาหนึ่งเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของกำลังคลื่นอัลตราซาวด์และเพื่อประโยชน์สูงสุดของหน่วยงานกายภาพบำบัด

ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จึงสนใจศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกำลังคลื่นของเครื่องอัลตราซาวด์ก่อนและหลังใช้งาน 1 และ 2 เดือน โดยศึกษาในคลินิกกายภาพบำบัดมหาวิทยาลัยมหิดล

วิธีการศึกษา

1. วัสดุที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1.1 เครื่องอัลตราซาวด์ จำนวน 31 เครื่อง ดังนี้

- เครื่องอัลตราซาวด์ จำนวน 17 เครื่อง ประกอบด้วย 4 บริษัท ดังนี้ บริษัท A 6 เครื่อง, บริษัท B 6 เครื่อง, บริษัท C 3 เครื่องและ บริษัท D 2 เครื่อง

- เครื่องอัลตราซาวด์ร่วมกับเครื่องกระตุ้นไฟฟ้า 14 เครื่องประกอบด้วย 3 บริษัท ดังนี้ บริษัท B 1 เครื่อง, บริษัท D 10 เครื่อง, บริษัท E 3 เครื่อง

1.2 เครื่อง Digital US Wattmeter (Bio-Tek® Instruments INC. MODEL Um-4) จำนวน 1 เครื่อง เพื่อใช้วัดกำลังคลื่นอัลตราซาวด์ทั้งหมด

2. ข้อมูลในการบันทึกค่าความเข้มคลื่นที่ได้จากการ calibrate โดยจะวัดที่ค่าความกำลังคลื่นดังต่อไปนี้

2.1 ค่ากำลังคลื่นที่ 3 W, 6 W, และ 10 W ด้วยคลื่นต่อเนื่อง (continuous wave form)⁽⁸⁾

2.2 ค่ากำลังคลื่น 6 W ด้วยคลื่นต่อเนื่อง (continuous wave form) ณ นาฬิกาที่ 2 และ นาฬิกาที่ 3 ตามลำดับ⁽⁸⁾

2.3 ค่ากำลังคลื่น 6 W ด้วยคลื่นเป็นช่วงๆ (pulse 50% duty cycle)⁽⁸⁾

3. ขั้นตอนการศึกษา

นำเครื่องอัลตราซาวด์ที่ใช้ในทางคลินิกมาทำการวัดค่าความเข้มของคลื่นที่ออกโดยใช้เครื่อง Digital US Wattmeter ในห้องที่ปราศจากแรงสั่นสะเทือนจากภายนอกควบคุมอุณหภูมิที่ 25 °C โดยมีนักกายภาพบำบัดคนเดียวเป็นผู้ทำการวัด โดยผู้วัดมีค่าความน่าเชื่อถือ เท่ากับ 0.8 ($ICC_{3,1} = 0.8$) และมีการทดสอบค่าความเที่ยงตรงด้วยเครื่อง Digital US Wattmeter ก่อนทำการวัดทุกครั้ง

ขั้นตอนการวัด มีดังนี้

1. ต้มน้ำให้เดือดเพื่อกำจัดฟองอากาศในน้ำ แล้วพักน้ำให้อุณหภูมิของน้ำเท่ากับอุณหภูมิห้องและจะเปลี่ยนน้ำทุกๆ 2 ชั่วโมง เพื่อป้องกันการเกิดฟองอากาศ (cavitation) ตามที่คู่มือเครื่องระบุไว้

2. นำน้ำที่ได้ใส่ในเครื่อง Digital US Watt meter และ ตั้งตัววัดระดับในน้ำให้คงที่เพื่อให้เครื่อง Digital US Wattmeter ขนานกับน้ำ

4. จัดให้พื้นผิวของหัว transducer ขนานกับพื้นราบและจุ่มอยู่ในน้ำ และใช้แผ่นพลาสติกคลุมเพื่อช่วยจัดให้กึ่งกลางของหัว transducer ตรงกับกึ่งกลางของยอดกรวย

5. เปิดเครื่อง Digital US Wattmeter กดปุ่ม “set” ให้อยู่ที่ “0”

6. เปิดเครื่องอัลตราซาวด์ โดยตั้งค่าความเข้มคลื่นที่ค่าต่างๆ ดังแบบฟอร์มข้างต้น บันทึกค่าต่างๆที่วัดได้ หลังการทดสอบกำลังคลื่นอัลตราซาวด์ ด้วย Wattmeter ในครั้งแรกแล้ว เครื่องอัลตราซาวด์ทั้งหมด จะถูกนำไปใช้งานทางกายภาพบำบัดปกติ 1 เดือน จากนั้นนำมาวัดค่ากำลังคลื่นเป็นครั้งที่ 2 และนำเครื่องไปใช้งานทางกายภาพบำบัดอีก 1 เดือน และทำการวัดค่ากำลังคลื่นเป็นครั้งที่ 3 โดยที่ในแต่ละเดือนนี้ได้ทำการบันทึกเวลาการใช้งานของเครื่องและวันที่นำไปใช้งานไว้

การวิเคราะห์ทางสถิติ

เปรียบเทียบค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกำลังคลื่นอัลตราซาวด์ ก่อนใช้งาน, เดือนที่ 1 และ 2 โดยใช้ Friedman ANOVA หลังจากที่ได้พบว่าการกระจายข้อมูลไม่เป็นโค้งปกติ ด้วย Kolmogorov Smirnov Goodness of Fit ที่ P - value = 0.05 และใช้ Wilcoxon Signed Ranks Test เพื่อหาคู่ที่แตกต่าง

ผลการศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้มีเครื่องอัลตราซาวด์จำนวน 31 เครื่อง โดยมีปีที่ใช้งานอยู่ระหว่าง 0.5 - 7 ปี (ค่าเฉลี่ย 2.76 ปี, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.16 ปี) และ หลังใช้งาน 1 เดือน และ 2 เดือน ปริมาณการใช้เครื่องอัลตราซาวด์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 595.06 ± 456.80 นาที และ 531.65 ± 378.86 นาที ตามลำดับ

จากการวัดค่ากำลังคลื่นของเครื่องอัลตราซาวด์ทั้ง 31 เครื่อง ก่อนและหลังใช้งาน 1 และ 2 เดือน พบว่า ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้วยคลื่นต่อเนื่อง (continuous wave form) ณ กำลังคลื่น 3 W เท่ากับ 3.02 ± 0.72 , 2.90 ± 0.66 และ 2.82 ± 0.52 ตามลำดับ, กำลังคลื่น 6 W เท่ากับ 5.88 ± 1.27 , 5.85 ± 0.95 และ 5.59 ± 1.10 ตามลำดับ, กำลังคลื่น 10 W เท่ากับ 9.54 ± 2.03 , 9.32 ± 1.32 และ 8.93 ± 1.52 ตามลำดับ, กำลังคลื่น 6 W แบบต่อเนื่องที่นาฬิกาที่ 2 เท่ากับ 5.39 ± 1.24 , 5.68 ± 0.99 และ 5.68 ± 1.23 ตามลำดับ และกำลังคลื่น 6 W แบบต่อเนื่องที่นาฬิกาที่ 3 เท่ากับ 5.33 ± 1.26 , 5.69 ± 1.00 และ 5.67 ± 1.18 ตามลำดับ และด้วยคลื่นแบบเป็นช่วง (pulse wave form)

ที่ 50 % ณ กำลังคลื่น 6 W เท่ากับ 5.33 ± 1.26 , 5.69 ± 1.00 และ 5.67 ± 1.18 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกำลังคลื่น ก่อนใช้งาน, หลังใช้งาน 1 และ 2 เดือน พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P - \text{value} < 0.001$ และที่ กำลังคลื่น 6 วัตต์ (pulse 50 % duty cycle) ก่อนใช้งานและหลังใช้งาน 1 เดือน และเมื่อเปรียบเทียบกำลังคลื่นก่อนและหลังใช้งาน 2 เดือน พบว่า ค่ากำลังคลื่นที่ 3 W, 10 W, 6 W

นาที่ที่ 3 และ 6 W pulse 50 % มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (ตารางที่ 2)

จากการศึกษา พบว่า เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนใช้งาน และ หลังใช้งาน 1 เดือน ที่ค่ากำลังคลื่น 6 W (pulse 50 % duty cycle) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตินอกจากนี้ ค่ากำลังคลื่น 3 W, 10 W, 6 W นาที่ที่ 3 และ 6 W (pulse 50 %) ก่อนใช้งาน-หลังใช้งาน 2 เดือน พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกำลังคลื่นของเครื่องอัลตราซาวด์ ก่อนใช้งาน, หลังใช้งาน 1 และ 2 เดือน

wave form	output ที่วัดได้ในหน่วยวัตต์ (mean $\pm$ SD)		
	ก่อนใช้งาน	หลังใช้งาน 1 เดือน	หลังใช้งาน 2 เดือน
cont. 3W	3.02 ± 0.72	2.90 ± 0.66	2.82 ± 0.52
cont. 6W	5.88 ± 1.27	5.85 ± 0.95	5.59 ± 1.10
cont. 10W	9.54 ± 2.03	9.32 ± 1.32	8.93 ± 1.52
cont. 6W นาที่ที่ 2	5.39 ± 1.24	5.68 ± 0.99	5.68 ± 1.23
cont. 6W นาที่ที่ 3	5.33 ± 1.26	5.69 ± 1.00	5.67 ± 1.18
pulse 50 % 6W	2.61 ± 0.82	2.37 ± 0.72	2.35 ± 0.72

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบ $P - \text{value}$ ของค่ากำลังคลื่นก่อนใช้งาน, หลังใช้งาน 1 และ 2 เดือน

Wave form	$P - \text{value}$ เปรียบเทียบระหว่างเดือน	
	ก่อน-หลังใช้งาน 1 เดือน	ก่อน-หลังใช้งาน 2 เดือน
cont. 3W	0.200	0.038*
cont. 6W	0.564	0.060
cont. 10W	0.158	0.002*
cont. 6W นาที่ที่ 2	0.135	0.081
cont. 6w นาที่ที่ 3	0.105	0.050*
pulse 50% 6W	0.022*	0.029*

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($P < 0.05$)

วิจารณ์ผลการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้ ค่ากำลังคลื่นที่นำมาใช้ตรวจสอบ มีคลื่นต่อเนื่องที่ 3, 6, 10 วัตต์ และหลังใช้งานในนาที่ที่ 2 และ 3 และคลื่นเป็นช่วงๆที่ 6 วัตต์ ซึ่งเป็นช่วงกำลังคลื่นที่สามารถใช้สื่อประสิทธิภาพของเครื่องอัลตราซาวด์ที่นักกายภาพบำบัดส่วนใหญ่ใช้งานได้อย่างครอบคลุม โดยการศึกษานี้ได้ตั้งกำลังคลื่นให้มีเป็นหน่วยเป็นวัตต์ตามเครื่องที่วัดกำลังคลื่น กล่าวคือค่า 3 วัตต์ มีค่าเท่ากับ 0.6 watt/cm^2 6 วัตต์ เท่ากับ 1.2 watt/cm^2 และ 10 วัตต์ เท่ากับ 2 watt/cm^2 นอกจากนี้ ที่วัดกำลังคลื่นเป็นช่วงๆ หรือแม้แต่กำลังคลื่นต่อเนื่องในนาที่ที่ 2 และ 3 เพื่อที่จะสามารถใช้สังเกตการเปลี่ยนแปลงของกำลังคลื่นขณะใช้งานไปแล้วระยะเวลาหนึ่ง

โดยทั่วไป เครื่องมือที่สามารถใช้วัดประสิทธิภาพของเครื่องอัลตราซาวด์ มีดังนี้ (1) Wattmeter เป็นเครื่องมือที่วัดประสิทธิภาพด้วย radiating force เป็นเครื่องมือที่นำมาใช้วัดตามมาตรฐานของ IEC (International Electrotechnical Commission), EC (European Community) ทวีปยุโรป, FDA (Food and Drug Administration) ประเทศอเมริกา ซึ่ง John LD. และคณะ ได้รายงานค่าความน่าเชื่อถือของการวัดว่า เท่ากับ 0.77 (2) Pyroelectricity เป็นเครื่องมือที่วัด acoustic absorber ผ่านเยื่อบางของ piezoelectric polymer (3) Calorimetry เป็นเครื่องมือที่มีความไวในการวัด (sensitivity) น้อย ใช้เวลามากในการวัดต่อเครื่อง (4) ERA (effective radiating area) เป็นเครื่องมือที่วัดประสิทธิภาพด้วยการสันนิษฐานจากทรานสดิวเซอร์ อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบัน Wattmeter เป็นเครื่องมือมาตรฐานที่นิยมใช้ในการวัดประสิทธิภาพของกำลังคลื่นที่ออกของเครื่องอัลตราซาวด์⁽⁹⁾

การศึกษาในครั้งนี้ พบว่า หลังใช้งานทางกายภาพบำบัดไป 1 เดือน ค่าเฉลี่ยของกำลังคลื่นเครื่องอัลตราซาวด์มีค่าลดลง แต่ยังไม่มากพอที่จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น ในหน่วยงานใดที่จะซื้อเครื่องอัลตราซาวด์จำนวนมากและสามารถกำหนดข้อต่อรองต่อการตรวจประสิทธิภาพของเครื่องก่อนสั่งซื้อ โดยนำมาใช้งาน ประมาณ 2 เดือน จะทำให้สามารถเปรียบเทียบเครื่องอัลตราซาวด์ จากบริษัทใดดีกว่ากันได้อย่างชัดเจนและมีเหตุผลพอที่จะคัดเลือกเครื่องอัลตราซาวด์โดยไม่ใช้พิจารณาจากราคาเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตามวิธีนี้นำค่ากำลังคลื่นอัลตราซาวด์มาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงในแต่ละเดือน ไม่ได้นำค่าความคลาดเคลื่อนเกิน 20 % ของกำลังคลื่นอัลตราซาวด์ เพราะการ

ศึกษานี้เพียงต้องการดูว่า ณ ช่วงเวลาใดที่มีการเปลี่ยนแปลงกำลังคลื่น เพื่อเป็นหลักฐานในการกำหนดเวลาที่จะนำเครื่องมาใช้ทดลองงาน นอกจากนี้เราได้วัดค่าความน่าเชื่อถือของผู้วัด ($r = 0.8$)

เช่นเดียวกับ Guirro R. และคณะ⁽⁷⁾ ที่ศึกษาโดยนำเครื่องอัลตราซาวด์ใหม่และผ่านการตรวจมาตรฐานจากโรงงานจากการวัดด้วย Ohmic wattmeter รุ่น UPM-DT-1 พบว่า ค่ากำลังคลื่นของเครื่องอัลตราซาวด์ที่ออกมาในแต่ละบริษัทมีค่าความคลาดเคลื่อนของกำลังคลื่นที่ออกมาแตกต่างกันมาก และมีเครื่องของบางบริษัทที่มีค่ากำลังคลื่นที่ออกมาต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนด นอกจากนี้ จากการศึกษาของ Straub SI และคณะ^(10,11) ที่นำเครื่องอัลตราซาวด์ใหม่จากโรงงาน 6 บริษัท จำนวน 66 เครื่อง มาตรฐานวัด ERA (effective radiating area) ของทรานสดิวเซอร์ทั้ง 1 และ 3 MHz. ของเครื่องอัลตราซาวด์ เปรียบเทียบกับค่า ERA ที่ได้รับรายงานจากโรงงาน พบว่า ค่ากำลังคลื่นของเครื่องอัลตราซาวด์ที่ออกมาไม่ตรงกับค่าที่วัดได้จากเครื่องวัดกำลังคลื่น ซึ่งค่า ERA มักจะถูกนำไปใช้หาค่า SAI (Spatial average intensity) โดยการคำนวณค่า power output/ERA ทำให้ค่า SAI เปลี่ยนไปด้วย ดังนั้น การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า การรายงานค่ากำลังคลื่นของเครื่องอัลตราซาวด์ที่ออกมาจากโรงงานนั้นยังไม่เพียงพอ นักกายภาพบำบัดจึงควรวัดกำลังคลื่นของเครื่องอัลตราซาวด์เมื่อแรกรับ และจะเพิ่มความน่าเชื่อถือมากขึ้นถ้าวัดกำลังคลื่นอีกครั้งหลังจากผ่านการใช้งานไปแล้วอย่างน้อย 2 เดือน

อย่างไรก็ดีเนื่องจาก การศึกษาในครั้งนี้ไม่ได้ควบคุมให้เครื่องอัลตราซาวด์ทุกเครื่องมีการใช้งานในปริมาณที่เท่าๆกัน เพราะเป็นเครื่องมือที่ใช้ในคลินิกกายภาพบำบัด ม.มหิดลที่มีการใช้งานตามความเป็นจริง นักกายภาพบำบัดทุกคนมีอิสระที่จะเลือกเครื่องอัลตราซาวด์เครื่องใดก็ได้ เพียงแต่ให้จกรายงานเวลาการใช้เครื่องอัลตราซาวด์แต่ละเครื่องเป็นนาที่การใช้งานส่วนใหญ่มักใช้ pulse mode ที่ 50% duty cycle แต่ไม่แตกต่างอย่างเห็นได้ชัดจนสามารถรายงานได้ จากการศึกษาพบว่า เดือนที่ 1 และ เดือนที่ 2 มีการใช้งานที่ต่างกันในแต่ละเครื่อง

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกำลังคลื่นของเครื่องอัลตราซาวด์ ก่อนและหลังใช้งาน 1 และ 2 เดือน

ในคลินิกกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของกำลังคลื่นของเครื่องอัลตราซาวด์อย่างมีนัยสำคัญในช่วงกำลังคลื่นที่ปล่อยออกมา ผู้วิจัยเสนอแนะว่า ก่อนตัดสินใจสั่งซื้อเครื่องอัลตราซาวด์ ควรตรวจประสิทธิภาพของเครื่องด้วย ultrasound Wattmeter หลังใช้งานทางกายภาพบำบัดมาแล้ว 2 เดือน ก่อนการสั่งซื้อเครื่องอัลตราซาวด์เข้าหน่วยงาน

เอกสารอ้างอิง

1. กองควบคุมเครื่องมือแพทย์ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข พระราชบัญญัติเครื่องมือแพทย์ พ.ศ. 2531 กรุงเทพฯ โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, 2547: 126-8.
2. กันยา ปาละวิวัฒน์. การประเมินประสิทธิภาพเครื่องอัลตราซาวด์ของโรงเรียนกายภาพบำบัด. ใน: คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล, การประชุมใหญ่ทางวิชาการแห่งศิริราช ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร : คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล, 1993: 388.
3. ศิริพรรณ เอี่ยมรุ่งโรจน์, พิสมัย มะลิลา, วิชัย อึ้งพินิจพงศ์, จิราภรณ์ วรรณปะเช, ผกามาศ ศรีหรั่ง, มหัคพร พลเยี่ยม. การเปรียบเทียบพลังงานของคลื่นอัลตราซาวด์ที่ใช้สำหรับความงามกับพลังงานเครื่องอัลตราซาวด์เพื่อการรักษาทางกายภาพบำบัด. วารสารเทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด 2550; 19: 238-47.
4. Pye S. Ultrasound therapy equipment Does it perform? Physiotherapy 1996; 88: 39-44.
5. Gulsatitporn S, Pensri P, Raiva V. An exploratory survey on evaluated status of therapeutic ultrasound in physical therapy department in Thai hospitals. Thai J Phys Ther 2005; 27: 50-67.
6. Daniel DM, Rupert RL. Calibration and electrical safety status of therapeutic ultrasound used by chiropractic physicians. J Manip Physiol Ther 2003; 26: 171-5.
7. Guirro R, Serrao F, Elias D, Bucalon AJ. Calibration of therapeutic ultrasound equipment. Physiotherapy 1997; 83: 419-22.
8. ชมพูนุท สุวรรณศรี, นิธิวิศาล สกฤตจันทร์, นายสุรเชษฐ ลีลาขจรกิจ, วาสนา ปลุกผลงาม, เยาวภา ใจรักดี, รัชนิวรรณ อติศัยเผ่าพันธุ์ และคณะ. ความสัมพันธ์และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มปีที่ใช้งานกับค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องอัลตราซาวด์ ในคลินิกกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล. วารสารกายภาพบำบัด 2552; 31: 1-8.
9. Shaw A, Hodnett M. Calibration and measurement issues for therapeutic ultrasound. Ultrasonics 2008; 48: 234-52.
10. Straub SI, Johns LD, Howard SM. Variability in effective radiating area at 1 MHz. affects US treatment intensity. Phys Ther 2008; 88: 50-7.
11. Straub SI, Johns LD, Howard SM. Variability in effective radiating area and output power of new ultrasound transducers at 3MHz. J Athl Train 2007; 42: 22-8.